HANDBOEK WINDMOLENAAR

Het Gilde van Molenaars

COLOFON
HANDBOEK WINDMOLENAAR (voorheen: BASISOPLEIDING VOOR DE VRIJWILLIG MOLENAAR)

Uitgave van: Het Gilde van Molenaars, www.gildevanmolenaars.nl

Samengesteld door de Lesstofcommissie gedurende de periode 1993-2008:
P.J. de Moes
B. Dooren
G.J. Pouw
P.A.M van Doorne
J. van der Vlies
M.A.P. Verwijmeren
J.P. Kurver
G. de Vries
S.A.M. Wijnsma

Illustraties : G.J. Pouw, D.J. Tinga

Uitgave 2025. Het Handboek Windmolenaar wordt regelmatig herzien.
Hoofdstuk 8 over het weer is eerder geheel herschreven door David Henneveld.
Hoofdstuk 9 over de biotoop is geheel herschreven door Agnes de Boer.

De uitgave van de Basisopleiding voor Vrijwillig Molenaar werd mede mogelijk gemaakt door steun van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Basisopleiding
Basisopleiding vrijwillig molenaar / G.J. Pouw ..(e.a) Het Gilde van Vrijwillige Molenaars - III. Losbladig
- Met lit.reg.
Trefw.: molenaars: opleidingen

Drukwerk: - DE BUNSCHOTER - Bunschoten/Spakenburg
ISBN 90-9005722-6
SISO 653-2
Trefw.: Vrijwillig Molenaar (opleiding tot)

D/1992/12/2000

Copyright • 1993 Het Gilde van Vrijwillige Molenaars Auteursrecht voorbehouden, • 2023 Het Gilde van Molenaars.

Gehele of gedeeltelijke overneming of reproductie van de inhoud van deze uitgave, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteursrechthebbende is verboden, behoudens bij de beperkingen bij de wet gesteld. Het verbod betreft ook gehele of gedeeltelijke bewerking.
De uitgever is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoeding voor kopiëren, als bedoeld in artikel 17, Auteurswet 1912 en in het KB van 20 juni 1974 (Stbl. 351,1974) ex. artikel 16b Auteurswet 1912, te innen en buiten rechte op te treden. Correspondentie inzake overnemen of reproductie richten aan:
Het Gilde van Molenaars
www.gildevanmolenaars.nl

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

INHOUDSOPGAVE

MAP 1

Hoofdstuk 1	Voorwoord en leeswijzer
Hoofdstuk 2	Inleiding De opleiding tot vrijwillig molenaar
Hoofdstuk 3	Literatuurlijst en enkele websites
Hoofdstuk 4	Welke molentypen zijn er?
Hoofdstuk 5	Het staande werk Opbouw van de verschillende molenvormen, kruiwerken, molenwerf en stelling
Hoofdstuk 6	Het gaande werk Assen en spillen, het gevlucht, molenwielen en de vang
Hoofdstuk 7	De praktijk In bedrijf stellen en wegzetten van de molen, eenvoudig onderhoud

MAP 2

Hoofdstuk 8	Het weer De atmosfeer, wind, wolken en de invloed daarvan op de molen
Hoofdstuk 9	De molenbiotoop De omgeving van de molen, windvang en beleving
Hoofdstuk 10	Veiligheid Voor molenaars, bezoekers, de molen en de omgeving
Hoofdstuk 11	De poldermolen
Hoofdstuk 12	De korenmolen
Hoofdstuk 13	De pelmolen
Hoofdstuk 14	De oliemolen
Hoofdstuk 15	De zaagmolen
Hoofdstuk 16	De papiermolen
Hoofdstuk 17	De watermolen
Trefwoordenlijst	

© Het Gilde van Molenaars

Voorwoord

Al meer dan 50 jaar leidt het Gilde van Molenaars mensen op tot wind- of watermolenaar. Ruim 2600 mensen hebben het opleidingstraject sindsdien met succes doorlopen. En zij zorgen ervoor dat onze molens in Nederland wekelijks draaien en malen. In 2017 is het ambacht van molenaar in Nederland erkent door UNESCO. Iets waar het Gilde enorm trots op is.

Het traject om molenaar te worden kent een duidelijke aanpak. In de opleiding leer je onder begeleiding van een ervaren molenaar te werken met de molen. De opleiding is gericht op de praktijk. Het is vooral veel doen.

Maar enige theoretische kennis is ook benodigd. Je moet ondermeer kennis hebben over het weer, het gaande en het staande werk, veilig werken, verschillende type molens en hun functies. Je kan daarvoor theorieavonden volgen die elke afdeling binnen het Gilde verzorgt. En natuurlijk kan je een instructeur-molenaar vragen om uitleg. Verder staat veel theoretische kennis in dit Handboek. Het Handboek wordt beschouwd als belangrijk naslag werk voor molenaars-in-opleiding en voor molenaars die al langer dit ambacht uitoefenen.

Je sluit de opleiding af met een landelijk examen dat wordt afgenomen door de examencommissie van de vereniging De Hollandsche Molen. De duur van de opleiding en examinering is minimaal anderhalf jaar.

Het Handboek beschrijft wat het ambacht van molenaar inhoudt. Het krijgt daarmee een cultuurhistorische waarde. Door de bundeling van praktijk en theorie is het Handboek uniek binnen de molenwereld. Geen enkele andere publicatie bundelt al die informatie zo compact.

Rest mij je heel veel plezier en succes te wensen bij het volgen van de opleiding. Laat je niet afschrikken door alle nieuwe dingen die op je afkomen. Geniet vooral van een werkende molen en bedenk dat je na het behalen van het getuigschrift voor molenaar zelf aan de slag mag in een molen. Hoe leuk en uitdagend is dat. Daarmee help je mee om dit deel van ons immaterieel cultureel erfgoed voor onze volgende generaties in stand te houden. Daar mag je best trots op zijn!

Erik Kopp,
Voorzitter van het Gilde van Molenaars van 2015 tot 2024.

© Het Gilde van Molenaars

Het gebruik van het ‘Handboek Molenaar’ als lesmateriaal

Het doel van de opleiding is: de molenaar-in-opleiding voldoende startbekwaam maken om zelfstandig en verantwoord een onbelaste molen te kunnen bedienen.

Het opdoen van praktische vaardigheden is daarbij van groot belang. Maar het ontwikkelen van begrip en inzicht in alle voorkomende handelingen en werkzaamheden is eveneens belangrijk. Daarvoor biedt de theorie ondersteuning.
Aan het vertrouwd raken met een aantal specifieke molentermen en -namen valt daarbij niet te ontkomen, maar dit is een geleidelijk proces. Gaandeweg de opleiding worden de termen en namen steeds meer bekend.

Dit handboek voor molenaars bevat een grote hoeveelheid informatie over molens, de verschillende types en functies, het werken met molens, werktuigen in molens, onderhoud, praktijkervaringen, adviezen enz.
Alles bij elkaar véél meer informatie dan voor de opleiding tot molenaar en het examen voor het ‘Getuigschrift Molenaar’ vereist is.

Hoewel dit handboek zich prima laat gebruiken als lesmateriaal voor de opleiding is het niet opgezet als lesboek. Dat wil zeggen: er zit geen didactische opbouw in het aanbieden van de informatie. Dit boek biedt ook geen structuur voor het verloop van de opleiding of aanwijzingen voor het bestuderen van de theorie.

Bij de instructie blijkt echter wel behoefte aan structuur: welke leerstof is minimaal vereist en hoe kunnen we die geordend aanbieden?

Voor het *selecteren* van de gevraagde leerstof vormen de exameneisen, zoals vastgesteld door de Examencommissie van De Hollandsche Molen het uitgangspunt. Deze zijn te vinden op de website www.molens.nl

Het *ordenen* van de leerstof is vooral de taak van de instructeur. Die zal naar eigen ervaring en inzicht, in samenspraak met de molenaar-in-opleiding de praktijkinstructie verzorgen en de theorie daarbij aanbieden.

In de Leeswijzer op de volgende pagina wordt voor het selecteren en ordenen een handreiking gedaan. De opleidingseis schrijft minimaal 150 praktijkuren voor, waarvan ca. 120 uur op de eigen instructiemolen en 30 uur op andere molens. Dat zijn minimaal 50 dagdelen van 3 uur. Daarop is een eenvoudige ordening in drie fasen gebaseerd.
In elke fase worden verschillende accenten gelegd in de instructie.

De Lesbrieven zijn ook gerelateerd aan de fasen waarin de instructie plaatsvindt. Ze doen voorstellen voor praktijkopdrachten en geven aanwijzingen welke paragrafen van het Handboek hierbij aansluiten.
Ze kunnen flexibel ingezet worden maar bieden daarnaast instructeurs een goede structuur bij het opleiden. Ook geven ze de molenaar-in-opleiding inzicht in hoe zijn of haar opleiding vordert; welke onderwerpen zijn al afgerond, welke moeten nog gedaan worden?

Dit ‘Handboek Molenaar’ vormt samen met de Lesbrieven naar onze overtuiging voldoende lesmateriaal voor de opleiding tot molenaar.

De Samenstellers

Leeswijzer bij het Handboek Molenaar

De rechterkolom verwijst naar paragrafen van het Handboek Molenaar die de belangrijkste informatie bij deze leerdoelen bevatten.
Lesbrieven doen voor elke fase voorstellen voor instructie over de verschillende leerdoelen.

Fase	Dagdelen	Leerdoelen	Handboek Molenaar
1	10 à 15	**Kennismaken** met instructeur en opleiding; vertrouwd raken met de praktische handelingen op de molen. Aan de orde komen: • De molen inspecteren op draaivaardigheid • Dagelijks smeren • Kruien • Op- en afzeilen en zwichten • Bedienen vang • De molen veilig weg zetten • Eenvoudige weersobservatie (wind, windsterkte en -richting, wolken)	• Molentypes: hoofdstuk 4 • Draaivaardigheid: 7.0.1, 7.0.2, 7.0.3 • Smeren: 7.5.2, 7.5.3 • Kruien: 5.8, 5.9, 7.1 • Gevlucht instructiemolen: 6.2, 6.4 • Zeilen: 6.3.1, 6.3.3, 7.2.1, 7.2.4, 7.2.5 • De vang: 7.3.8, 7.3.9 • Veilig wegzetten van de molen: 7.4.1, 7.4.2 • Het weer: 8.5 • Veiligheid: 10.2
2	30 à 35	**Verdieping:** De instructiemolen geheel zelfstandig leren bedienen. Aan de orde komen: • Het staande werk • Onderdelen van de molen: assen, spillen, lagers, het gevlucht, molenzeilen, wieksysteem, molenwielen, de vang, aanwezige werktuigen, • Het weer • Veiligheid	• Het staande werk: hoofdstuk 5 • Het gaande werk: hoofdstuk 6 • De praktijk: hoofdstuk 7 • De werktuigen en het maalproces: kies functie instructiemolen uit hoofdstuk 11 – 16 • Het weer: hoofdstuk 8 • Veiligheid: hoofdstuk 10
3	10 à 15	**Verbreding:** Werken met andere molens. Aan de orde komen: • Andere molentypes, staande werk, gaande werk, molenwielen, wieksystemen, andere vangtypes, belangrijkste werktuigen, maalproces • Kennis over de molenbiotoop.	• Het staande werk: hoofdstuk 5 • Het gaande werk: Assen, spillen, lagers: 6.1 Molenwielen: 6.5 Alle wieksystemen, regelborden: 6.2, 6.4 Alle vangsystemen en bediening: 6.6 • Werktuigen en maalprocessen: hoofdstuk 11 – 16 • Biotoop: hoofdstuk 9

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 2 Inleiding

Inhoud pagina

2.1	**Waarom vrijwillige molenaars?**	3
2.2	**Omdat molens moeten draaien!**	4
2.3	**Het Gilde van Molenaars**	5
2.4	**Wat moeten de Gildeleden ervoor doen?**	7
2.5	**De opleiding**	9
2.6	**De molen als monument**	12
2.7	**De molenaar als gastheer/-vrouw en ambassadeur**	14

Fig. 2.0.1
Open standerdmolen

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

2.1 WAAROM VRIJWILLIGE MOLENAARS?

Al in 1923 is het behoud van molens door de oprichting van de Vereniging De Hollandsche Molen gecoördineerd ter hand genomen. Jaren van veel werk zijn sindsdien verstreken, soms met weinig succes door onbegrip, maar met uiteindelijk toch een prachtig resultaat van meer dan 1000 voor ons land behouden molens. Honderden molens zijn in de loop der jaren gerestaureerd en onder beheer gekomen van verenigingen, stichtingen en gemeenten, die op het molenbehoud toezien.
Maar met restauratie en beheer alléén, hoe noodzakelijk en nuttig ook, zijn we er nog niet. Voor weinig andere historische monumenten geldt zo sterk het gezegde: ‘stilstand is achteruitgang’. Voor de in weer en wind staande molen gaat dit opmerkelijk snel. Uit de praktijk is gebleken dat een gerestaureerde molen die nooit draait al na tien à vijftien jaar weer aan een volgende restauratiebeurt toe is. Men dient het behoud van molens dus het meest door ze regelmatig te laten draaien. En daar zijn goed opgeleide molenaars voor nodig.

Fig. 2.0.2
Halfgesloten standerdmolen

© Het Gilde van Molenaars

2.2 OMDAT MOLENS MOETEN DRAAIEN!

Een molen staat vanwege zijn functie in weer en wind. Wanneer hij niet gebruikt wordt is er meestal weinig of geen toezicht. Kleine gebreken, zoals loshangende luiken, lekkages, roest, slechte delen in het rietdek e.d. worden dan niet tijdig opgemerkt. Wanneer die wel duidelijk zichtbaar worden, is de schade meestal reeds omvangrijk. Als men molens regelmatig in werking stelt vallen deze gebreken eerder op en zijn dan vaak met weinig kosten te verhelpen, veelal door de molenaar zelf. Ook het periodieke onderhoud wordt in dat geval meestal tijdiger uitgevoerd. Dit werkt vanzelfsprekend sterk kostenbesparend.
Een draaiende molen verlevendigt daarbij het landschap veel meer dan een stilstaande. Werkend toont hij ook beter het vernuft van onze voorouders die met deze werktuigen de industrialisatie op gang brachten en er grote delen van ons land mee droogmaalden.
Daarom moeten molens draaien!
Ook de overheid erkent het belang van draaiende molens en bekwame molenaars: sinds 2014 staat het ambacht van molenaar op de Nationale Inventaris van Immaterieel Cultureel Erfgoed Nederland.
In 2017 is het ambacht van molenaar ook door de UNESCO erkend als immaterieel cultureel erfgoed.

Fig. 2.0.3
Gesloten standerdmolen

2.3 HET GILDE VAN MOLENAARS

In 1967 kwamen enkele molenliefhebbers bij elkaar die een duidelijk uitgangspunt gemeen hadden voor wat betreft molenbehoud, nl. het laten werken van molens. De enige goede bestemming van een molen die in overeenstemming is met het behoud ervan als levend monument, is die waarbij de molen als werktuig onaangetast blijft. Dat betekent dat de oorspronkelijke functie van de molen (graanmalen, houtzagen, polderbemaling e.d.) behouden moet blijven.
In toenemende mate deed zich echter het probleem voor van het vergrijzen of verdwijnen van de beroepsmolenaars. In onze huidige maatschappij zijn molens, of het nu industrie-, polder- of watermolens zijn, niet of nauwelijks 'rendabel' en kunnen niet zonder subsidies van de overheid of andere financiële steun. Veel vakmolenaars moesten om die reden de molendeur voorgoed achter zich dichttrekken. Het aantal windmolens met een beroepsmolenaar bedroeg toen nog geen 5% van ons molenbestand en dit percentage nam steeds verder af.
Er waren dus mensen nodig die in staat zijn de molen zijn functie te laten uitoefenen. Dat waren natuurlijk in de eerste plaats de overgebleven vakmolenaars. Maar daarnaast moesten ook vrijwillige molenaars worden opgeleid.
Daarom besloot het genoemde groepje molenliefhebbers in 1972 het Gilde van Vrijwillige Molenaars op te richten – in 2022 hernoemd in Gilde van Molenaars.

Fig. 2.0.4
Wipmolen

Dat hun argumenten steekhoudend zijn gebleken en niet alleen voortkwamen uit idealisme blijkt wel uit het feit dat de overheid aanzienlijke subsidies toekent in de kosten van het jaarlijks onderhoud van molens, onder voorwaarde dat ze regelmatig draaien!
In de statuten van het Gilde staat als doelstelling het belang van de molens in Nederland te dienen. Daartoe verzorgt zij een opleiding tot molenaar voor haar leden, behartigt zij de belangen van alle leden die deze opleiding volgen of deze reeds voltooid hebben en met molens draaien of op molens werken. Verder wordt kennis en ervaring over de productieprocessen van wind- en watermolens verzameld, gedocumenteerd, onderhouden en uitgedragen.

Het Gilde probeert haar doelstelling te realiseren door:
- Het organiseren van zowel praktische als theoretische instructiebijeenkomsten voor kennisoverdracht door instructeurs en andere deskundigen.
- Het aantrekken, benoemen en ondersteunen van instructeurs en stagemolenaars.
- Het begeleiden van leden die de opleiding volgen en hen hulp bieden bij het leggen van de daarvoor noodzakelijke contacten.
- Het verwerven van al bestaand en het (doen) opstellen van nieuw informatiemateriaal dat betrekking heeft op het malen met molens en dit ter beschikking stellen van de leden.
- Het organiseren van de toelatingsexamens en het begeleiden van haar leden naar het landelijk examen, afgenomen door een commissie van deskundigen onder auspiciën van De Hollandsche Molen.
- Het adviseren over en vaststellen van de exameneisen in overleg met De Hollandse Molen.
- Het onderhouden van contacten en het samenwerken met andere landelijke en regionale moleninstanties om een zo goed mogelijk resultaat van alle activiteiten op molengebied te bereiken.
  (zie ook Statuten Gilde van Molenaars)

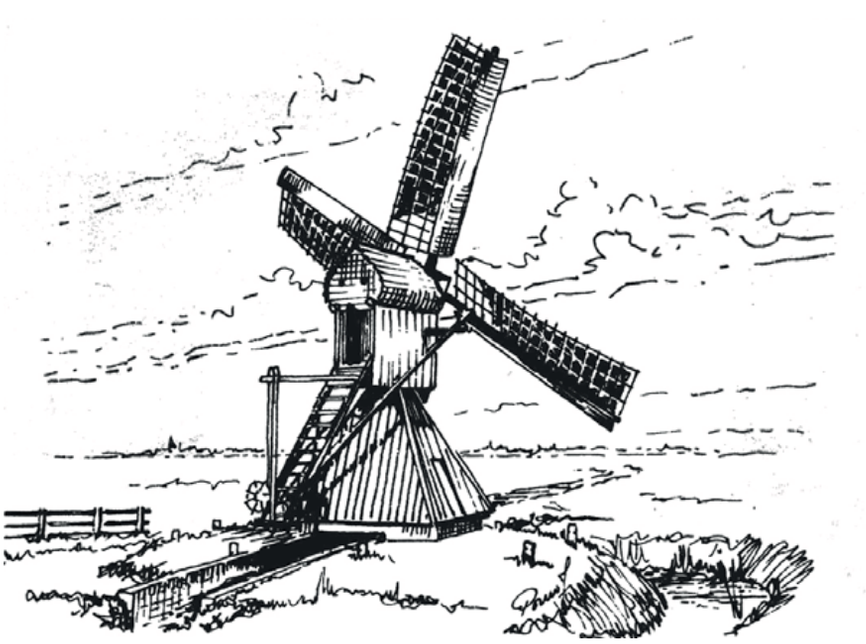


Fig. 2.0.5
Spinnenkop

© Het Gilde van Molenaars

2.4 WAT MOETEN DE GILDELEDEN ER VOOR DOEN?

Hierboven werd omschreven wat tenminste is vereist: daadwerkelijke belangstelling en enthousiasme. Om de opleiding met succes te kunnen volbrengen zal men niet alleen zeer regelmatig de lessen van de instructeurs moeten bijwonen maar ook werkende molens moeten bezoeken. Niet alleen kijken maar ook de handen uit de mouwen steken; ook als het regent of als het hard waait en uiteraard niet in het zondagse pak. Een molenaar moet onder alle (weers-)omstandigheden ervaring opdoen.
Aanvankelijk was de opzet dat de leerlingen op eigen initiatief een vakmolenaar zouden zoeken om van hem het vak te leren waarna zij op aanbeveling van die molenaar en met inachtneming van de voorgeschreven theorielessen het examen zouden kunnen afleggen. Het gebrek aan vakmolenaars leidde echter tot het samenstellen van een lijst van instructeur-vrijwilligers die bereid zijn de leden-in-opleiding te instrueren.
Aangezien niet in alle streken van het land voldoende in bedrijf zijnde molens worden aangetroffen, zullen sommige leerlingen er dus wel eens voor moeten reizen.
Hoewel het zeker aanbevolen wordt om bij een instructeur de praktijk te leren is het is echter niet verplicht. Dit kan ook bij een andere, niet op de lijst voorkomende, ervaren geslaagde molenaar die hiertoe bereid is.

Fig. 2.0.6
Wipstellingmolen

De duur van de opleiding is sterk afhankelijk van de inzet van de cursist zelf en van de frequentie waarmee de instructiebijeenkomsten bezocht worden. Voor mensen met voldoende motivatie en beschikbare tijd moet minimaal toch wel op anderhalf jaar worden gerekend. Men moet toch tenminste in alle seizoenen met een malende molen hebben leren werken en voor het opdoen van voldoende ervaring onder alle weersomstandigheden, gedurende minimaal 150 uren gewerkt hebben op een molen.
Als het examen dat afgenomen wordt door de examencommissie van De Hollandsche Molen met goed gevolg is afgelegd ontvangt de kandidaat het 'Getuigschrift Molenaar'. Dan komt voor de meesten de tijd om zelf als molenaar aan het werk te gaan. Ook dan kan het Gilde behulpzaam zijn, zoals met het zoeken naar een geschikte molen of bij het verdiepen van de kennis van molens. Nagenoeg alle geslaagden blijven ook na het behalen van het getuigschrift lid van het Gilde. Op die manier blijft er levendig en leerzaam contact bestaan tussen zelfstandig werkzame molenaars en leden-in-opleiding.

Fig. 2.0.7
Weidemolen

2.5 DE OPLEIDING

De meeste molens in ons land worden niet meer door beroepsmolenaars in bedrijf gesteld. Vrijwilligers hebben hun plaats ingenomen, ook op (industrie-) molens die nog wel of opnieuw (deels) in bedrijf zijn. Zij gaan om met een kostbaar werktuig en zijn bezig met een zeer oud ambacht. Het is dus niet verwonderlijk dat er heel wat kennis aangeleerd moet worden en ervaring opgedaan voordat men zover is dat men de verantwoordelijkheid voor het malen met een molen kan dragen.

De opleiding voor molenaar beperkt zich, strikt genomen, tot het onbelast kunnen laten draaien van de molen, dus zonder dat de aanwezige werktuigen in bedrijf worden gesteld. Desondanks vormt de kennis van de werktuigen die zich in de diverse molens bevinden een belangrijk deel van de opleiding. Dit mede vanwege het feit dat veel molenaars gedurende hun opleiding of daarna gaan werken op een molen die nog maalvaardig is.
Maar ook om als gastheer/-vrouw geïnteresseerde bezoekers uitleg te kunnen geven over de werking ervan.
Er zijn nog maar weinig beroepsmolenaars om het vak van te leren maar inmiddels hebben enthousiaste vrijwilligers heel veel van de ambachtelijke kennis van hen overgenomen. De instructeurs en stagemolenaars van het Gilde zijn de aangewezen personen om de leerlingen praktisch en theoretisch te onderwijzen. Het is aan te bevelen om gedurende het begin van de opleiding de meeste tijd op dezelfde – daartoe aangewezen – instructiemolen door te brengen.

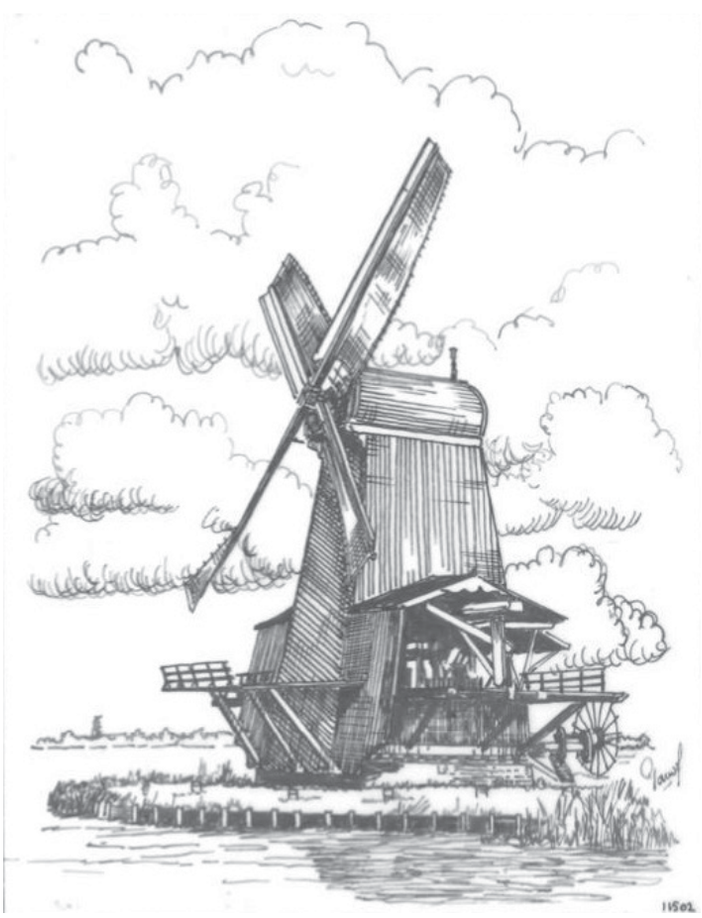


Fig. 2.0.8
Paltrok

© Het Gilde van Molenaars

Men leert dan zeilen voorleggen en klampen en hoe men moet kruien. Aan het stilzetten van de molen, het vangen, wordt ook ruimschoots aandacht besteed. Daarnaast komen o.a. kennis van de kruiwerken, de wieksystemen, de smeermiddelen, klein onderhoud en veilig werken aan de orde.
Ook het weer is belangrijk. Hoe het weer zich gedraagt leert men alleen in de praktijk. Theoretische kennis van het weer geeft daarbij inzicht in het waarom en hoe van de weersverschijnselen die men waarneemt.
Als men eenmaal de basisvaardigheden onder de knie heeft doet men er goed aan om ook andere molens te bezoeken of daar zelfs een dag mee te lopen. Zo wordt men praktisch opgeleid en doet ervaring op in het bedienen van molens. De eis om 150 uur op een molen praktijk te hebben opgedaan moet worden gezien als een minimum. Het spreekt vanzelf dat men allerlei weersituaties in alle seizoenen een keer moet hebben meegemaakt en daarom dient men zijn maalboekje minstens gedurende een heel jaar te hebben ingevuld voordat men zich voor het toelatingsexamen opgeeft. Na het behalen van het toelatingsexamen volgt deelname aan het landelijk examen.

De afgelopen jaren hebben meerdere vrijwilligers van vakmolenaars ook geleerd om graan te malen, gerst te pellen, een boomstam te zagen of olie te slaan. En ook zij dragen hun ambachtelijke kennis en vaardigheid weer over aan de volgende generatie. Deze ontwikkeling heeft er o.a. toe geleid dat het Ambachtelijk Korenmolenaarsgilde (AKG) is opgericht, dat een eigen opleiding voor korenmolenaars heeft opgezet. Ook de houtzagers en olieslagers wisselen hun kennis en ervaringen uit.
Hoewel het kunnen werken met in bedrijf zijnde molens niet de doelstelling van het Gilde is, wordt die ontwikkeling wel toegejuicht.

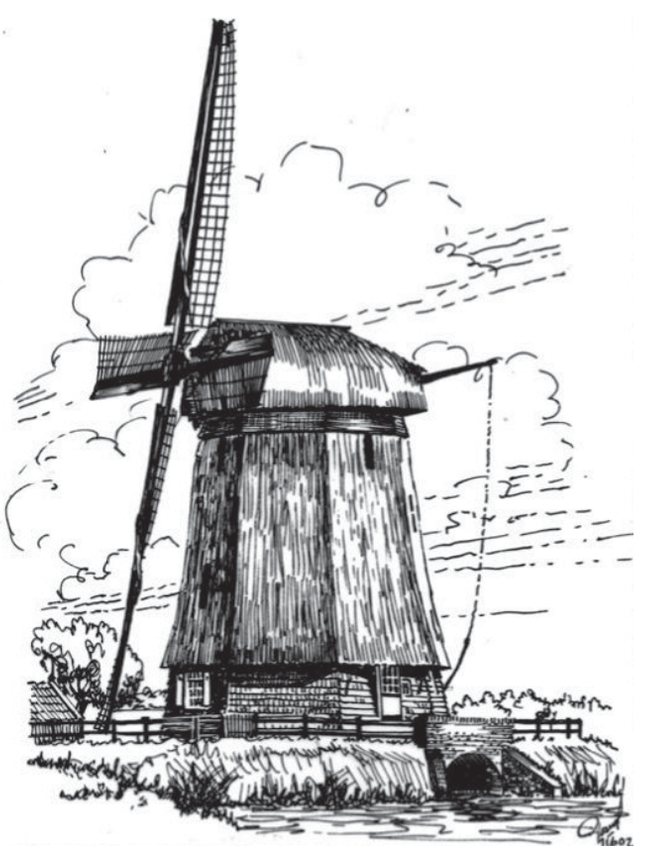


Fig. 2.0.9
Achtkante binnenkruier

Dat ook enige theoretische kennis van verschillende molens en onderdelen noodzakelijk is behoeft geen betoog. Een vrijwillig molenaar mist de kennis en het aangeboren gevoel voor de molen zoals die vroeger van vader op zoon werden overgedragen. De noodzaak van theoretische kennis is al vanaf het begin door het Gilde onderkend. Een van de eerste stappen was het zoeken naar molendeskundigen die bereid waren de zo nodige theorie op papier te zetten. Daarnaast zijn er in de loop der jaren sinds de oprichting van het Gilde in 1972 ook vakmolenaars en vrijwillige molenaars geweest die hun verworven kennis verder hebben uitgediept en op papier gezet. Een deel hiervan is uitgegeven door het Gilde als 'Informaties' en vormde in de beginjaren een grote steun bij de instructie.
In 1993 is veel beschikbare kennis en ervaring samengebracht bij het samenstellen van de 'Basisopleiding Vrijwillig Molenaar', in 2021 hernoemd in 'Handboek Molenaar'. En in 2012 heeft het Gilde een serie Lesbrieven uitgegeven. Hiermee is getracht een eenvoudige didactische structuur te bieden bij de opleiding tot molenaar. Verder is het Gilde behulpzaam bij het verstrekken van praktische en theoretische informatie.

De vele inspanningen van het Gilde van Molenaars hebben er zeker aan bijgedragen om aan de trend van stilstand en verval van molens een eind te maken. Heel veel molens draaien en/of malen er weer regelmatig lustig op los! Want molens moeten draaien; dat is hun kracht en daarvoor zijn ze gebouwd!

Fig. 2.0.10
Achtkante buitenkruier

© Het Gilde van Molenaars

2.6 DE MOLEN ALS MONUMENT

Molenaars dienen niet alleen te beschikken over praktische vaardigheid en enige theoretische kennis maar moeten zich ook realiseren dat ze in veel gevallen werken met een beschermd monument. Wat betekent dat?

Er zijn in Nederland ruim 60.000 rijksmonumenten waarvan ongeveer 1150 molens. Deze zijn van rijkswege beschermd vanwege hun monumentale of cultuurhistorische waarden, bijvoorbeeld vanwege zeldzaamheid, typologie of omdat ze staan in een waterstaatkundige of stedenbouwkundige structuur. Om deze waarden niet verloren te laten gaan staan ze ingeschreven in het monumentenregister.
De beheerder van het monumentenregister is de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE), een uitvoeringsdienst van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. De RCE verbindt erfgoedbeleid, wetenschap en praktijk. Ze voert wet- en regelgevingen uit, adviseert gemeenten in vergunningstrajecten, behandelt subsidieaanvragen en stelt kennis beschikbaar. Voor deze taken heeft de RCE twee molenspecialisten in dienst.

Het uitgangspunt voor de rijksoverheid bij de omgang met molens en molenrestanten is hun monumentale waarde, hun plaats in het landschap en hun functie in de maatschappij. Het is een objectieve, op de afzonderlijke molen toegesneden waardering van wat er op dit moment is.
Het laten werken van de molen, liefst als ware deze economisch nog vol in bedrijf, is niet het enige oogmerk van het beleid. De rijksoverheid is voorstander van het laten draaien en malen van molens zolang de bescherming van monumentale waarden hierbij in acht wordt genomen.
In de uitgave ‘Een toekomst voor molens’ wordt een aantal handvatten voor de omgang met molens geformuleerd, bestaande uit bijvoorbeeld de locatie, het gebouw en het eventuele gaande werk, de bouwhistorie en de geschiedenis van de locatie. Deze uitgave is digitaal of gratis verkrijgbaar is via www.cultureelerfgoed.nl

Het begrip ‘monument’ beperkt zich niet alleen tot de molen zelf, maar ook het interieur, de losse molenonderdelen, het landschap om de molen en de verhalen over de molen behoren hiertoe. Een bedstede, potroede, moestuin, oude bonkelaar, zakkenstempel, meelschep, visfuik of elektromotor zijn onderdelen die soms nog stammen uit de bouwtijd, een hoge waarde vertegenwoordigen en daarmee onvervangbaar zijn.
Laat elke molenaar zich bewust zijn van deze waarde: loop eens door de molen en breng de collectie van de molen in kaart.

Archeologie
Ook met het graven van een geul in het molenerf voor de riolering of opgraven van oude funderingen wordt informatie over de molen naar boven gehaald. Maar wat doet de molenaar met die archeologische informatie? Bij zulke werkzaamheden moet men zich altijd eerst afvragen of het verstandig is om dit op een willekeurige zaterdag te doen.

© Het Gilde van Molenaars

Molens zijn kostbaar en duur, waardoor men met zo min mogelijk middelen de molen draaiende probeert houden. Soms heeft dat onbedoelde negatieve gevolgen voor het monument en de waarden hiervan. Het komt vaak voor dat reparaties, ingrepen of wijzigingen worden gepleegd zonder dat men zich ervan bewust is wat dit daadwerkelijk voor de molen betekent. Denk hierbij aan het aanbrengen van verwarming in de molen, het plaatsen van nieuwe machines, wijzigen van functies, vervangen van onderdelen of een reinigingsbeurt van de stenen molenromp.
Alle veranderingen in en aan een molen zorgen ervoor dat je sporen wegvaagt maar ook achterlaat. Molens zijn bouwwerken met veel bouwsporen waar verhalen uit te lezen zijn. Het is dan ook de uitdaging om het eigen hoofdstuk toe te voegen zonder oude verhalen weg te gooien. Het vervangen van vloeren of overschilderen van een binnenwand zodat de molen er weer netjes uitziet kan veel gevolgen hebben voor de monumentale waarde. Wanneer een ingreep wordt gepleegd, waardeer en documenteer dan de huidige monumentale waarden en voeg iets toe op een duurzame wijze zonder daarbij historische lagen weg te gooien.
Als je als molenaar iets wil veranderen aan de molen, overleg dit met de eigenaar. Deze kan contact opnemen met de gemeente of de Rijksdienst om te kijken in hoeverre er een vergunning nodig is en om kennis in te winnen.

De molenaar maakt onmiskenbaar deel uit van de keten. Door de molen regelmatig te laten draaien of kleine onderhoudswerkzaamheden uit te voeren blijft de molen in goede conditie. Het veilig en vooral verantwoord laten draaien, maar ook het voorkomen van onveilige situaties is voor het voortbestaan van de molen van groot belang.
Tijdens de vervulling van zijn rol als molenaar kunnen er allerlei vraagstukken op zijn pad komen. Het is van belang om deze te herkennen en zich af te vragen hoe ermee moet worden omgegaan zonder dat dit negatieve gevolgen heeft voor de molen als monument.
Elke molenaar moet beseffen dat een molen een prachtig historisch werktuig is dat bewaard moet blijven voor diegenen die na ons komen.

© Het Gilde van Molenaars

2.7 DE MOLENAAR ALS GASTHEER/-VROUW EN AMBASSADEUR

Zoals al eerder in dit hoofdstuk is genoemd, is de molenaar bij bezoek op de molen, ook gastheer/-vrouw en ambassadeur. Deze rol vervult hij of zij alleen of met collega-molenaars en/of molengidsen. En dit is geen geringe rol. De indruk die de bezoekers krijgen van de molen hangt voor een groot deel af van de mensen die zij daar treffen en de gastvrijheid die zij ervaren. Gastvrijheid is dus heel belangrijk. Wat is dit precies? En hoe geef je als molenaar invulling aan jouw rol als gastheer/-vrouw en ambassadeur?

Gastvrijheid (ook wel klantvriendelijkheid of gastgerichtheid genoemd) betekent: gericht zijn op en rekening houden met de wensen en behoeftes van jouw gast, de bezoeker. Als je een bezoeker vraagt waar hij of zij aan denkt bij gastvrijheid komen de volgende zaken aan de orde: persoonlijke aandacht krijgen, je op je gemak voelen, behandeld worden zoals men behandeld wenst te worden, warmte, sfeer en gezelligheid ervaren.
Maar gastvrijheid omvat meer. Gastvrijheid speelt een rol bij alle aspecten van het bezoek. Het begint al bij het zoeken naar informatie over de molen op internet: kan de bezoeker snel en gemakkelijk vinden wat hij/zij nodig heeft? Er zijn verschillende factoren van invloed op de mate waarin een bezoeker zich welkom voelt. Dit zijn bijvoorbeeld: informatie (er wordt informatie gegeven), hygiëne (de wc's zijn schoon), veiligheid (vrij van obstakels), aandacht (de aanwezigheid van de bezoeker wordt opgemerkt), vriendelijkheid (de bezoeker wordt ontvangen door een persoon die betrokkenheid toont) en prijs (de prijs komt overeen met wat de bezoeker ervoor terugkrijgt).

Wie is nu eigenlijk de bezoeker die naar de molen komt? Bezoekers komen in verschillende samenstellingen en hebben diverse achtergronden. Ze komen individueel of in een groep. Ze komen uit Nederland of uit andere landen. Het zijn toeristische bezoekers of zakelijke klanten. Elke bezoeker komt bewust of onbewust met bepaalde verwachtingen die echter heel verschillend kunnen zijn. Je kunt ze als volgt indelen:

- Inhoudelijke verwachtingen: over welke onderwerpen wil de bezoeker meer zien of te weten komen.
- Verwachtingen ten aanzien van het 'instituut', bijvoorbeeld de molen: de meeste mensen zullen bij een molen denken aan een draaiende molen, waar een molenaar werkt die de molen draaiende houdt.
- Verwachtingen ten aanzien van het eigen welbevinden: bezoekers verwachten een hartelijk welkom door een vriendelijke medewerker, een toilet en wellicht een kop koffie.

Als aan deze verwachtingen niet wordt voldaan, is een bezoek niet per definitie minder geslaagd. Maar de bezoeker heeft wel tijd nodig om zijn verwachtingen bij te stellen. Het is in ieder geval goed om je te realiseren dat iedere bezoeker aan de molen verwachtingen (en wensen!) heeft.

Molenaars en molengidsen die bezoekers ontvangen zijn het visitekaartje van de molen. Hun uitstraling en handelen bepaalt het succes van het bezoek. Voor een goede dienstverlening moet je om te beginnen beschikken over voldoende kennis en informatie. Deze bevindt zich op verschillende niveaus:

a. Inhoudelijke en toeristische informatie voor de bezoeker.
b. Huisregels (of gedragscode) voor medewerkers en huisregels (of bezoekvoorwaarden) voor bezoekers.

© Het Gilde van Molenaars

c. Eigen taken en bevoegdheden.
d. Beveiliging en veiligheid.

a. Inhoudelijke en toeristische informatie voor de bezoeker
Dit betreft allereerst informatie over de geschiedenis en werking van de molen en eigen activiteiten. Daarnaast is kennis nodig over de organisatie die de molen in eigendom heeft, bijvoorbeeld de molenstichting. Hier komt de rol van ambassadeur om de hoek kijken. Als ambassadeur is de molenaar de vertegenwoordiger en promotor van zowel de molen als de beherende organisatie/eigenaar. Is de molenstichting bijvoorbeeld druk bezig met een fondsenwervingsactie? Worden er speciale activiteiten georganiseerd? Neem in het contact met de bezoeker deze informatie mee. Tot slot is het belangrijk dat je op de hoogte bent van wat er te doen is in jouw stad, dorp of streek, waar te lunchen, waar de bushalte is en wat de vertrektijden van de bus zijn.

b. Huisregels voor medewerkers en voor bezoekers
Met huisregels wordt bedoeld: wat mogen medewerkers wel of niet, wat mogen bezoekers wel of niet. Veel organisaties hebben huisregels voor het personeel, bijvoorbeeld over de te dragen (bedrijfs)kleding of badge. Huisregels kunnen ook betrekking hebben op het naleven van afspraken of veiligheid. Een organisatie kan ook huisregels opstellen voor bezoekers. Door deze huisregels (of bezoekvoorwaarden) bij de entree neer te leggen of op te hangen weet de bezoeker meteen wat wel of niet is toegestaan.

c. Eigen taken en bevoegdheden
Als molenaar moet je weten wat jouw taken en bevoegdheden zijn. Daarnaast is het van belang te weten wat de reikwijdte is, met andere woorden: waar houdt jouw taak op.

d. Beveiliging en veiligheid
Als molenaar ben je op de hoogte van de diverse veiligheidsaspecten en ieders taak in geval van nood. In hoofdstuk 10 wordt hier uitvoerig bij stilgestaan.
Om ervoor te zorgen dat collega-molenaars de stand van zaken kennen, is een goede overdracht noodzakelijk (wat is vandaag voorgevallen: molen-technisch, bezoekers, molenaars, overig).

Luisteren is een belangrijke vaardigheid voor de gastheer/-vrouw. Nu zijn er verschillende manieren van luisteren. Je kunt bijvoorbeeld wel horen wat er gezegd wordt maar niets met de woorden doen. Je kunt echter ook actief luisteren waarbij je zo nu en dan een vraag stelt om te controleren of je begrijpt wat er gezegd is. Bij een actieve luisterhouding let je ook op de non-verbale communicatie van de bezoeker. Wat wordt misschien tussen de regels door bedoeld of gevraagd?
Een andere vaardigheid is inleven: je verplaatsen in de wensen en behoeften van de bezoeker. Wat wil deze bezoeker? Een gedetailleerd verhaal of een paar highlights? Als molenaar heb je veel kennis en die wil je graag delen. Maar de bezoeker wil misschien slechts een paar dingen weten. Vraag daarom een bezoeker wat zijn/haar wensen zijn voor dit bezoek. Uit non-verbaal gedrag haal je overigens ook veel. Bijvoorbeeld, een bezoeker verliest zijn aandacht en kijkt naar de volgende zolder. Misschien heeft hij genoeg gehoord en wil hij verder?

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 3 Literatuurlijst

Voor een verbreding van de benodigde kennis wordt aanbevolen om naast de informatie in dit Handboek ook andere boeken te lezen, waarin men veel wetenswaardige informatie vindt. Hoe breder de basiskennis hoe steviger men tijdens het examen in de schoenen staat. Houd daarbij wel voor ogen, dat ook veel informatie in deze boeken buiten de exameneisen valt.

Boeken waarvan de titel vetgedrukt is weergegeven worden extra aanbevolen als aanvulling op dit Handboek. Daarom adviseren wij u deze boeken ter inzage te verkrijgen of, indien nog leverbaar, aan te schaffen. Enkele boeken zijn (digitaal) verkrijgbaar via de website van het Gilde van Molenaars. Ook worden regelmatig boeken tweedehands aangeboden via De Gildebrief of op bijeenkomsten van molenaars.

Indien een bibliotheek een boek niet zelf heeft kan het in veel gevallen worden opgevraagd bij de centrale bibliotheekdienst. Informeer hiernaar bij de uitleenbalie.
Hieronder volgt een selectie uit de vele boeken over molens die zijnverschenen.

Titel	Auteur c.q. uitgever
De Brabantse Molens	S.H.A.M. Zoetmulder
De Groninger Pelmolen	B. Dijk e.a.
De molen in ons volksleven	A. Bicker Caarten
De Molens van Limburg	P.W.E.A. van Bussel
De Molens van Zuid Holland	Provincie
De Nieuwe Stokhuyzen	Heruitgave ‘Molens’
De Tjasker	L.H. Blom
De Veluwse Papiermolen	C.Th. Kokke
De werking van de pelmolen *	P.H. Havik
De windmolens	A. Ronse
De wind- en watermolens in Overijssel	F.D. Zeiler, G.J. Perfors
De Wolken en het Weer	G.W.Th.M. de Bont
Een toekomst voor molens	Rijksdienst Cultureel Erfgoed
Eeuwen onder Wind en Wolken	P. Bauters
Elseviers Gids voor het Weer	G.D. Roth
Friese Molens	Stichting De Fryske Mole
Gelders Molenboek	Walburg Pers
Getijmolens	B. Boonman
Groninger Molenboek	B. van der Veen Pzn.
Hellend Scheprad	A. Sipman
Het Nederlands malend korenmol. boek	J Gunneweg e.a.
In en om de Grutterij	A.J. Bernet Kempers
Informaties *	**Het Gilde van Vrijwillige Molenaars**
Kijk op Molens	J.Th. Balk
Korenmolens *	P.W.E.A. van Bussel
Kracht van Wind en Water	P. Bauters
Molenbouw	A. Sipman
Molens	**F. Stokhuyzen**
Molens, altijd in beweging	**DHM/Nicole Bakker** en **Ed van Gerven**
Molens moeten draaien, 50 jaar GVM*	**Tom Kreuning e.a.**
Molens in Drenthe	A. Bicker Caarten e.a.
Molens in Noord-Holland	Provincie
Molens in Nederland	W.A. Roose
Molens van Nederland	H. Besselaars

© Het Gilde van Molenaars

Molenwielen	A. Sipman
Nieuw Utrechts Molenboek	J. den Besten e.a.
Opleiding Watermolenaar *	**J. den Besten**
Oliemolens	A.J. Bernet Kempers
Over molens der familie Honing	P. Boorsma
Rond zingende stenen *	D.J. Abelskamp
Rosmolens Westvlaamse kuststreek	L. de Vliegher
Spieren, water, wind	J.J. Kamphuis
Stenen Poldermolens in Rijnland	A. Bicker Caarten
Van Haver tot Gort	R. Helmers
Veiligheid op Wind- en Watermolens *	**Vereniging De Hollandsche Molen**
Watermolens in Nederland	P. Nijhof
Weer of geen Weer	J. Buisman
Wieksystemen **	**G.J. Pouw**
Wij en het Weer	C.J. van Ham
Windmolens	G. Husslage
Windmolens in Nederland	P. Nijhof
Zeeuwse Molens	W. Staat
Zicht op molens	W.A. Roose
Zingende Stenen *	D.J. Abelskamp
Zwaaiende Wieken	H.A. Visser

Vetgedrukte publicaties vormen de aanbevolen literatuur.
Met * gemerkte boeken zijn nog verkrijgbaar en te bestellen/downloaden bij onderstaande adressen:

* bestellen of downloaden, website: www.gildevanmolenaars.nl

** Te bestellen d.m.v. storting van € 12,50 op
NL40 ABNA 0554 4450 50 t.n.v. E.N. Pouw – Schipper te Naarden o.v.v: Wieksystemen.

Enkele websites:

Informatie over molens #	www.molendatabase.nl
Informatie over verdwenen molens	www.molendatabase.org
Informatie weidemolens, windmot.	www.molendatabase.net
Informatie over molens	www.allemolens.nl
Gilde van Vrijwillige Molenaars	www.gildevanmolenaars.nl
Vereniging De Hollandsche Molen	www.molens.nl
Ambachtelijk Korenmolenaarsgilde	www.molenaarsgilde.nl
Het Olieslagersgilde	www.olieslagersgilde.nl
Het Houtzagersgilde	www.houtzaagmolen.nl/platformhoutzagers.php
De molenbiotoop	www.molenbiotoop.nl
Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed	www.cultureelerfgoed.nl
KNMI publicatie meteorology	http://bibliotheek.knmi.nl/knmipubmetnummer/knmipub184a.pdf

Veel molens hebben ook een eigen website. Deze is o.a. in de Molendatabase via een link bij de informatie over die molen te vinden.

Op de website www.molendatabase.nl zijn 16 Powerpoint-presentaties van Kees Vanger beschikbaar over uiteenlopende theorie-onderdelen.

Op het internet (YouTube) zijn meerdere instructiefilmpjes en animaties te vinden, o.a. van Jan Louwers, waarin getoond wordt hoe molens geconstrueerd zijn, hoe het gaande werk functioneert of hoe maalprocessen verlopen e.d.

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 4 Welke molentypen zijn er?

Wie nog niet zo nauw betrokken is bij de molens in ons land heeft vaak het idee, dat alle molens hetzelfde zijn. Maar niets is minder waar. Kenners zeggen zelfs dat er geen twee molens gelijk zijn!
Ons land telt vele vormen en toepassingen van molens. Er kunnen diverse indelingen gemaakt worden, b.v. naar de bron waaruit ze hun energie betrekken, naar bouwwijze, standplaats, functie, enz.

Inhoud pagina

Indeling naar:

4.1 Energiebron 3

4.1.1 Windmolen
4.1.2 Watermolen
4.1.3 Rosmolen

4.2 Grondvorm 5

4.2.1 Windmolens
4.2.2 Watermolens

4.3 Bouwwijze en plaatsing 8

4.3.1 Grondzeiler
4.3.2 Belt- of bergmolen
4.3.3 Stelling- of baliemolen
4.3.4 Molen met stelling op een schuur
4.3.5 Aan rivier, beek of molenvijver

4.4 Bouwmateriaal 11

4.4.1 Hout
4.4.2 Steen

4.5 Kruisysteem 14

4.5.1 Plaats van bediening
a. Binnenkruier
b. Buitenkruier
4.5.2 Plaats van het draaipunt
a. Bovenkruier
b. Onderkruier
c. Middenkruier
4.5.3 Uitvoering van het kruiwerk
a. Zetelkruiwerk
b. Sleepkruiwerk
c. Rollenkruiwerk

4.6 Functie 17

4.7 Streekgebonden kenmerken 19

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

4.1 ENERGIEBRON

De eerste indeling is gebaseerd op de energiebron waaraan de molen zijn kracht ontleent: de wind, stromend water of spierkracht.

4.1.1 Windmolen

De windmolen verkrijgt zijn energie uit de wind. Hiertoe is de molen voorzien van een wiekenkruis dat de molenaar ‘het gevlucht’ noemt. Het geheel bestaat uit twee zware houten of metalen balken, de roeden, waaraan het hekwerk en de windborden zijn bevestigd. Samen vormen deze delen de vier wieken zoals die in de volksmond worden genoemd. In vaktaal spreekt men van ‘vier enden’ of van ‘het gevlucht’. Het hekwerk kan ter verhoging van de windvang nog voorzien worden van zeildoek. De roeden zijn vastgezet in het uiteinde van een grote houten of gietijzeren as, gelagerd in de kap van de molen.
Door middel van een op deze as aangebracht wiel en enkele andere assen, spillen en wielen worden de werktuigen aangedreven.

Fig. 4.0.1
Friese mounts

4.1.2 Watermolen

De watermolen onttrekt energie aan het stromende water van een rivier of beek waaraan de molen is gebouwd. Het water wordt via een sluizenstelsel naar het waterrad geleid dat is voorzien van een aantal schoepen of cellen (‘bakjes’). Door de stromingssnelheid en/of door het gewicht van het water wordt het rad in een draaiende beweging gebracht. Het rad zelf is vastgezet op een zware horizontale as waarmee de werktuigen worden aangedreven. Een moderne uitvoering van de watermolen is uitgerust met een turbine in plaats van een rad.

4.1.3 Rosmolen

De rosmolen is meestal een kleine molen maar er komen ook enkele behoorlijk grote voor. In de molen staat een zware verticale as waaraan een trekboom is bevestigd met aan het eind een haam. Hiervoor kunnen één of twee paarden worden gespannen. Op deze as is ook een groot kamwiel aangebracht, zeg maar een soort tandwiel. Via dit wiel worden de diverse werktuigen aangedreven.
De rosmolen vindt zijn oorsprong in hand gedreven molens of wrijfstenen waarvan de productie vanzelfsprekend erg gering is. Al in de Grieks-Romeinse tijd zocht men naar betere methoden en naar op andere wijze aangedreven maalwerktuigen. In de musea van b.v. Pompeï (It.) en Niedermendig (Dld.) vinden we prachtige voorbeelden van dit soort primitieve werktuigen.

Fig. 4.0.2
Torenmolen

© Het Gilde van Molenaars

4.2 GRONDVORM

Geen land kent zoveel verschillende molens als Nederland. De molens zijn in alle opzichten functioneel te noemen. Niets eraan is overbodig, of het zouden de spaarzame versieringen moeten zijn.

4.2.1 Windmolens

Bij deze indeling gaan we uit van de grondvorm en het model. We komen dan tot de volgende indeling:

1. De vierkante molens.

   1a. De standerdmolen.
   1b. De wipmolen.
   1c. De spinnenkop
   1d. De weidemolen.
   1e. De paltrok.

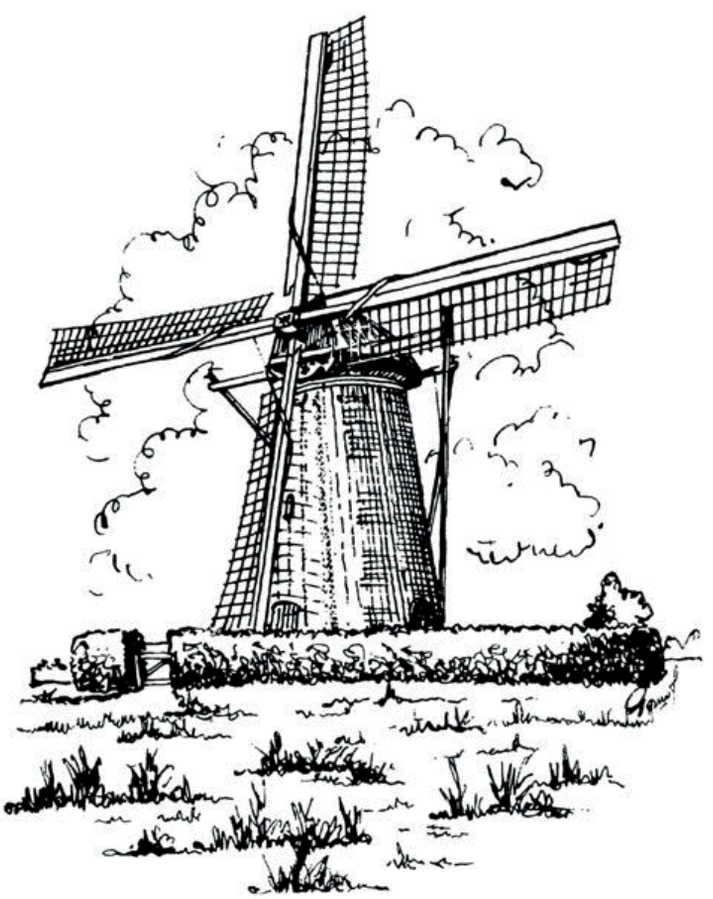


Fig. 4.0.3
Ronde stenen grondzeiler

© Het Gilde van Molenaars

2. De achtkante molens.
3. De zeskante molens.
4. De veelkante molens.
   4a. De twaalfkante molen.
   4b. De zestienkante molen.
5. De ronde molens.
   5a. De torenmolen.
   5b. De ronde stenen molen.
6. Diverse windmolens.
   6a. De paaltjasker.
   6b. De boktjasker.

Alle genoemde grondvormen en modellen worden in het desbetreffende hoofdstuk besproken.

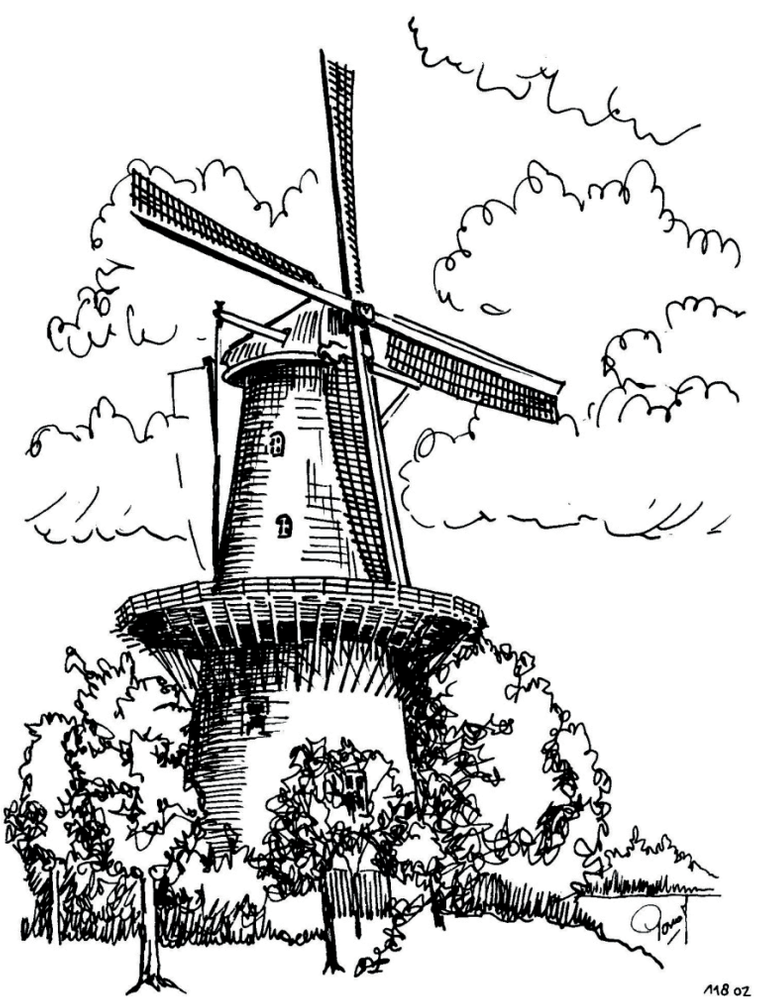


Fig. 4.0.4
Ronde stenen stellingmolen

4.2.2 Watermolens

Voor de watermolens gaat deze indeling naar grondvorm niet op. Hier nemen we als uitgangspunt het type rad waardoor de molen wordt aangedreven en het aantal raderen. Watermolens hebben soms meerdere raderen en meerdere functies.

1. Naar het type waterrad.
   1a. De onderslagmolen.
   1b. De middenslagmolen.
   1c. De bovenslagmolen.
   1d. De turbinemolen.
2. Naar situering van de molen aan de oevers.
   2a. Enkele watermolen.
   2b. Dubbele watermolen.

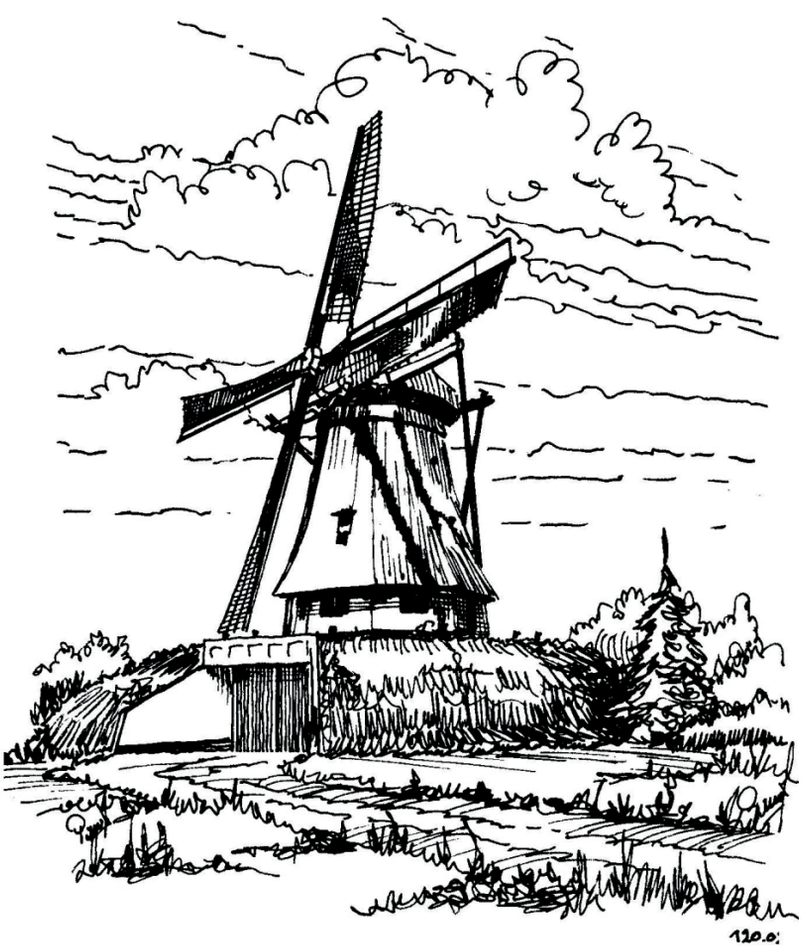


Fig. 4.0.5
Achtkante beltmolen

4.3 BOUWWIJZE EN PLAATSING

Een derde indeling gaat uit van de bouwwijze en de plaatsing van de molen.

4.3.1 Grondzeiler

Dit type molen is zodanig gebouwd dat de wieken vlak langs de grond scheren. Hierdoor kan de molenaar vanaf de grond de zeilen voorleggen en wegnemen en de molen op de wind zetten enz.
Tot dit type molen behoren, op vier na alle poldermolens, alle standerdmolens en de kleinere korenmolens. Ook korenmolens die op een vestingwal, een terp of een andere verhoging van zand en aarde zijn gebouwd behoren tot de grondzeilers.

4.3.2 Belt- of bergmolen

Deze molen is beduidend hoger dan de grondzeiler. Er is i.p.v. een stelling (zie 4.3.3) een aarden wal rond de molen opgeworpen voorzien van hierin uitgespaarde ingangen. We noemen dit de invaarten. Vanaf deze hogere aarden wal kan de molenaar bij het gevlucht en bij de staart komen. Via de overwelfde invaarten die in de belt zijn uitgespaard kan men met een paard en wagen de molen in- en uitrijden zonder last te hebben van de draaiende wieken, een groot voordeel t.o.v. de grondzeiler. Tevens is in dit onderste deel van de molen nog ruimte voor opslag van graan enz.
In het Zuiden van het land staan de meeste molens van dit type. Men gebruikt daar de naam ‘bergmolen’. De aanduiding ‘beltmolen’ wordt meer gebezigd in het Oosten van het land.

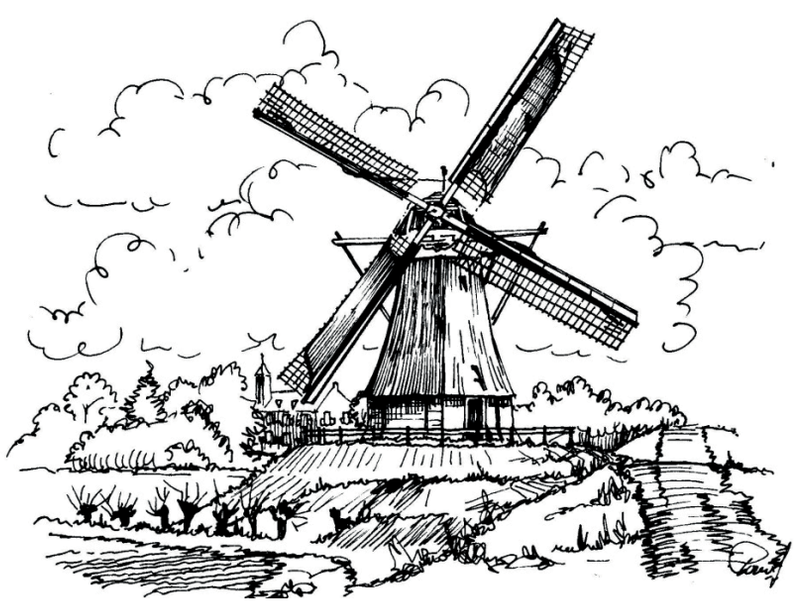


Fig. 4.0.6
Zeskante grondzeiler op verhoging

4.3.3 Stelling- of baliemolen

Deze molen is op een hoge voet geplaatst t.b.v. een betere windvang.
Voor de molenaar is rond de romp van de molen een houten plankier aangebracht dat men, al naar de landstreek waarin de molen staat, balie, omloop of stelling noemt.
De hoogte van de al genoemde voet kan zeer sterk variëren van ongeveer twee tot wel achttien meter. De eerste vindt men in of aan de rand van dorpen terwijl de zeer hoge molens hun ontstaan en toepassing vonden in en aan de rand van de snelgroeiende steden met hun hoge bebouwing.

4.3.4 Molen met stelling op een schuur

Gezien de bouw van de eigenlijke molen is dit een gewone stellingmolen met dit verschil dat de voet van de molen wordt gevormd door een middenstuk met aan weerszijden een of meer schuren, die afhankelijk van de functie in grootte en lengte kunnen verschillen. Zo'n schuur is nodig wanneer de werktuigen niet binnen de acht- of zeskante grondvorm van de molenvoet zijn onder te brengen. Al deze molens zijn z.g. industriemolens waarvan er alleen al tijdens de bloeiperiode van de Zaanstreek meer dan duizend bekend zijn. De langste schuren trof men aan bij die molens die ingericht waren voor het fabriceren van papier.
Een goed voorbeeld daarvan is de enige ons nog resterende papierwindmolen 'De Schoolmeester' te Westzaan. De droogschuur is 60 meter lang.
Van deze molen kan ook nog worden gezegd dat deze het enige overgebleven

Fig. 4.0.7
Achtkante stellingmolen op een stenen voet

© Het Gilde van Molenaars

exemplaar is met een z.g. platting. Dit houdt in dat het platte dak van de schuur eveneens dienstdoet als stelling.

4.3.5 Aan rivier, beek of molenvijver

Het hier genoemde onderscheid met betrekking tot de standplaats geldt uiteraard alleen voor de watermolens.
De molens geplaatst op een beek of rivier benutten de stroomsnelheid van het water. Als het water niet in voldoende hoeveelheid toestroomde werd een stuw aangelegd waarachter het water wordt opgespaard in een wijer of (molen-) kolk. De molen staat beneden de stuw, de kolk bevindt zich achter of boven de molen. Daarnaast kende ons land vroeger ook nog de getijdemolens. Deze waren afhankelijk van het niveauverschil tussen eb en vloed. Door een sluizenstelsel maakte men van dit verschil gebruik om de molen aan te drijven.

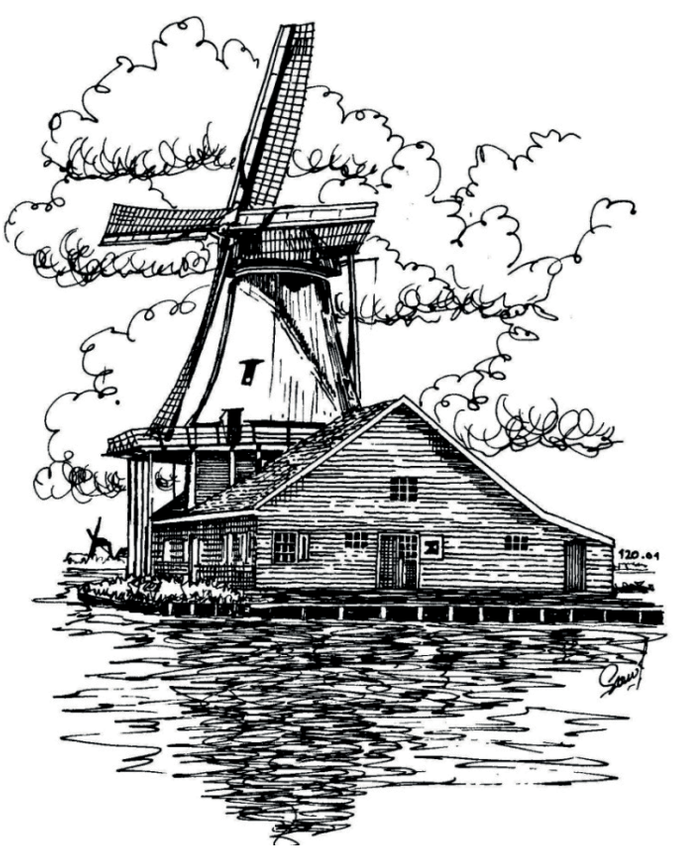


Fig. 4.0.8
Achtkante molen op een schuur

4.4 BOUWMATERIAAL

De vierde indeling is die waarbij we uitgaan van het meest gebruikte materiaal voor de bouw van de molenromp. De indeling is dan als volgt:

4.4.1 Hout

Bij gebruik van hout wordt de molenromp gevormd door zware en lichtere balken waarvan een hecht en sterk skelet wordt geconstrueerd. Tegen deze constructie wordt de bekleding van de romp aangebracht.
We beginnen met de acht- en zeskante molens. De belangrijkste constructiedelen zijn de bijna verticaal staande stijlen met daartussen een aantal verbindingsbalken en kruisen. De gehele houtconstructie is in bijna alle gevallen gefundeerd op een van baksteen gevormde basis.
Houtbouw vond vooral toepassing in streken met een slappe ondergrond. Prachtige voorbeelden van deze uit hout opgetrokken molens zijn die welke bv. vroeger op de stadswallen van Amsterdam stonden. Twee exemplaren hiervan zijn bewaard gebleven, 'De Gooyer' en 'De Blom', afkomstig van het bolwerk Rijkeroord te Amsterdam.

Naast de acht- en zeskante houten molens bestaat nog een belangrijke groep t.w. de vierkante ('vierkantige') molens. Daartoe behoren de standerdmolen, de wipmolen, de spinnenkop, de weidemolen en de paltrokmolen.

De standerdmolen bestaat uit een grote rechthoekige kast waarin alle werktuigen een plaats hebben gevonden. Deze kast rust op de voet bestaande uit een samenstel van zware balken en draait om de standerd.

De wipmolen heeft ook een rechthoekig deel, het (boven)huis genoemd maar hierin bevindt zich alleen de aandrijving van de molen. Dit bovenhuis rust op een piramidevormige (onder)toren, opgebouwd uit vier hoekstijlen met daartussen een aantal verbindingsbalken. Het bovenhuis draait hier niet om een massief houten standerd maar om een houten koker opgebouwd uit acht zware balken. Vandaar dat men ook wel spreekt van een kokermolen.

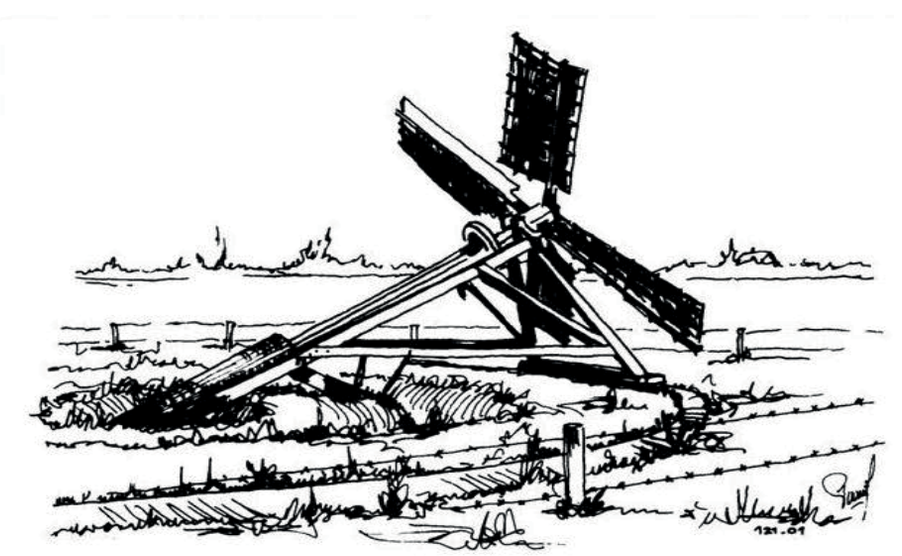


Fig. 4.0.9
Boktjasker

© Het Gilde van Molenaars

We kennen nog twee molentypen die een sterke overeenkomst hebben met de wipmolen wat betreft hun vormgeving en functie, t.w. de spinnenkop en de weidemolen.

Tot de groep houten molens behoort ook de paltrok. Deze wordt alleen gebruikt voor het zagen van hout. De constructie van de molen bestaat uit een grote vierzijdige, enigszins taps toelopende kast waaruit ter weerszijden de zaagvloer steekt. Deze uitstekende delen van de zaagvloer zijn voorzien van een overkapping, luiven of luifels geheten.
Het geheel rust op de koningsstiep of -poer die midden onder de molen is geplaatst met daaromheen een zware ringmuur.
Als laatste type in deze groep noemen we nog de kleinste onder de molens, de tjaskers. Dit zijn zeer eenvoudige poldermolens.

4.4.2 Steen

Het spreekt vanzelf dat voor de bouw bak- of natuursteen is toegepast. Bijna al deze molens hebben een cirkelvormig grondvlak maar ook 6-, 8-, en 12-kantige komen voor. De z.g. torenmolen heeft de vorm van een cilinder terwijl de andere de vorm hebben van een afgeknotte kegel.
Gebruik van natuursteen komt hoofdzakelijk voor in die gebieden waar dit materiaal in ruime mate, dus goedkoop, voorhanden is zoals in Zuid-Limburg en in de Achterhoek.
Zware stenen molens werden aanvankelijk alleen daar gebouwd waar de draagkracht van de ondergrond door haar samenstelling groot genoeg is. In de bloeiperiode van de molenbouw werd in andere delen van ons land eveneens in steen gebouwd. Toen hadden opdrachtgevers voldoende financiële draagkracht om een kostbare fundering te kunnen bekostigen.

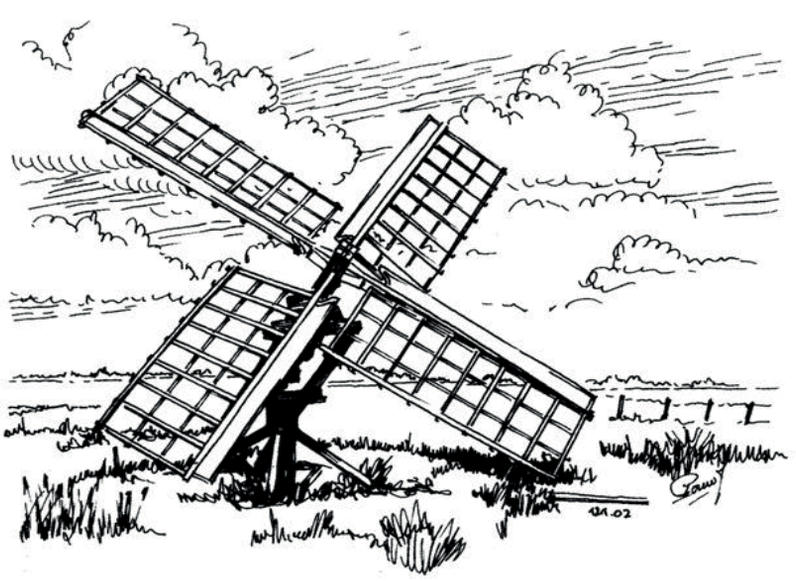


Fig. 4.0.10
Paaltjasker

© Het Gilde van Molenaars

Een strikte scheiding in gebruik van bouwmaterialen is niet altijd te maken. Er zijn molens die gezien hun omvang en het gebruikte materiaal tot beide groepen behoren. Dit zijn vooral de molens met een uit baksteen opgetrokken voet tot aan de stelling terwijl de eigenlijke molen daarboven in hout is uitgevoerd.
Ook moeten wij in dit verband denken aan de water- en rosmolens die eveneens opgebouwd kunnen zijn uit zowel steen als hout. Een bijzonder voorbeeld hiervan zijn de watermolens uitgevoerd in vakwerkbouw. Deze bouwwijze treft men nog aan in Overijssel en Zuid-Limburg.

Fig. 4.0.11
Watermolen met bovenslagrad

4.5 KRUISYSTEEM

Weer een andere indeling is die waarbij gekeken wordt naar de wijze waarop het gevlucht naar de wind gekeerd kan worden, het z.g. kruien.
Hierbij maken we de volgende indeling:

4.5.1 Plaats van bediening

4.5.1.a Binnenkruier

Deze molen wordt van binnenuit – in de kap – op de wind gezet.
Het kruirad waarmee dit gebeurt bevindt zich op de kapzolder en vormt één geheel met de kapconstructie.
Het oudste type binnenkruier is de torenmolen waarvan we er in ons land nog vier kunnen aantreffen. Drie daarvan zijn nog steeds binnenkruier terwijl de vierde is omgebouwd tot een buitenkruier.
Vanwege de grote, zware kap was vaak een dubbele bedieningsinrichting aangebracht zodat het zware werk door twee molenaars gedaan kon worden.

De kruiwerken in 'De Buitenmolen' te Zevenaar en de 'Grafelijke Korenmolen' te Zeddam zijn ware staaltjes van molenmakerswerk en de moeite meer dan waard om eens te gaan bekijken.
De grootste groep binnenkruiers vormen de stoere zware poldermolens gebouwd voor het droogmalen van de Noord-Hollandse droogmakerijen. Aan diverse molens in het gebied van de aangrenzende provincies Zuid-Holland en het noordwesten van Utrecht is nog duidelijk te zien dat het oorspronkelijk binnenkruiers zijn geweest.

Fig. 4.0.12
Dubbele watermolen met onderslagraderen

4.5.1.b Buitenkruier.

Een buitenkruier is al van verre te herkennen aan de staart, een omvangrijke constructie van balken achter aan de kap. Deze staart dient om de molen op de wind te zetten. Het geheel bestaat uit de staartbalk, twee lange en twee korte schoren, de korte spruit en de lange spruit.
De lange spruit wordt soms ook middelbalk genoemd. Dit is afhankelijk van de plaats waar de balk in de kap is aangebracht. Zowel de korte als de lange spruit maken deel uit van de kapconstructie. De lange spruit wordt verspreid over het gehele land toegepast terwijl de middelbalk voorkomt in de Zaanstreek en delen van Friesland, Groningen en Drenthe. In het Noorden wordt de term lange spruit gebruikt ook als deze balk midden door de kap loopt.

4.5.2 Plaats van het draaipunt

Bij het op de wind zetten van de molen draait een deel van de molen of de gehele molen. Daarom onderscheiden we de volgende types:

4.5.2.a Bovenkruier

Dit kan zowel een binnen- als een buitenkruier zijn daar met deze term alleen wordt aangegeven welk deel van de molen wordt verkruid. Bij de bovenkruier is dit de kap met alles wat ermee is verbonden. Om het mogelijk te maken de kap met het wiekenkruis naar de wind te keren ligt deze los op de molenromp. Om het kruien te vergemakkelijken is in veel gevallen tussen de kap en de romp een voorziening in de vorm van b.v. rollen of neuten aangebracht.

4.5.2.b Onderkruier

Dit is een aanduiding die weinig of niet wordt gebruikt. Dat komt omdat het slechts één type molen betreft namelijk de paltrok. Dit type molen wordt in zijn geheel op de wind gezet. Van de paltrok zijn er nog maar vijf in ons land.
De molen rust met het grootste deel van zijn gewicht op de centraal onder de molen geplaatste koningspoer. Rondom de koningspoer staat de ringmuur waarop net als bij de bovenkruier een hoeveelheid rollen is aangebracht. Dit alles bevindt zich ca. anderhalve meter boven de grond.

4.5.2.c Middenkruier

Ook de term ‘middenkruier’ wordt weinig gebruikt. Het betreft molens, waarvan een deel van de molen draait om het gevlucht in de wind te zetten en een deel vast staat. Het gaat om standerdmolens, waarvan de kast draait op de vaste voet en wipmolens en spinnenkoppen, waarvan het bovenhuis draait op de vaste ondertoren.

4.5.3 Uitvoering van het kruiwerk

Kruien, d.w.z. het draaien van (een deel van) de molen gebeurt schuivend of rollend. We kennen verschillende uitvoeringen van het kruiwerk.

4.5.3.a Zetelkruiwerk

We kunnen molens met een zetelkruiwerk in twee groepen indelen.
De eerste groep is uitgerust met één zetel. Hieronder vallen standerdmolens en weidemolens. De paltrokmolen kan er in zekere zin ook bij gerekend worden. (zie 4.5.3.c)
De zetel bij standerdmolens wordt gevormd door vier met pen en gat in elkaar

© Het Gilde van Molenaars

gewerkte balken die om de standerd zijn bevestigd. Deze zetel die een deel van het gewicht van de kast moet dragen wordt ondersteund door steekbanden. Op de zetel rusten de burriebalken van de kast. Het grootste deel van het gewicht van de kast rust echter met de z.g. steenbalk op de standerd. De steenbalk is de belangrijkste en zwaarste balk van de kast. Deze ligt draaibaar op de top van de standerd.
Bij weidemolens rust het bovenkot op de onderzetel die zich op het onderkot bevindt. Het bovenkot wordt op zijn plaats gehouden door de koker.

Een tweede groep zetelkruiers wordt gevormd door de wipmolens. Deze molens bezitten twee zetels, de onder- en bovenzetel. De onderzetel is nagenoeg gelijk aan die van de standerdmolen met dit verschil dat hij rust op de ondertoren.
De bovenzetel is, evenals de onderzetel, ook rond de koker bevestigd maar dan geheel aan de top daarvan. Hier wordt de ondersteuning verzorgd door vier zware consoles. Beide zetels dragen samen het gewicht van het bovenhuis of de kop van dit type molens. Hierbij neemt de bovenzetel het grootste deel daarvan voor zijn rekening.
Spinnenkoppen hebben wel twee zetels maar alleen de onderzetel heeft een dragende functie.
Bij zetelkruiwerken gebeurt het draaien van de molen dus schuivend.

4.5.3.b Sleepkruiwerk

Dit type kruiwerk komen we tegen op bovenkruiers. We onderscheiden twee uitvoeringen, het voeghoutenkruiwerk en het neutenkruiwerk. Bij het eerstgenoemde type ligt de kap d.m.v. de voeghouten en de steunder van de kap direct op een houten ring, hier de kruiring genoemd. Deze kruiring ligt op haar beurt op het boventafelement of de stenen molenromp.
Bij het neutenkruiwerk ligt de kap op neuten. Op de kruivloer is een aantal radiaal geplaatste zware houten klossen aangebracht, de kruineuten genoemd. Over deze neuten ligt een tweede houten ring, de overring, waarop de voeghouten en de steunder zijn gelegd.
Bij sleepkruiwerken wordt ook schuivend gekruid.

4.5.3.c Rollenkruiwerk

Dit type kruiwerk treffen we bij veel molens aan zowel bij bovenkruiers als bij paltrokken. Ook hier is, net als bij het sleepkruiwerk, een houten ring, de kruivloer, op het boventafelement of de stenen molenromp c.q. ringmuur gelegd. Hierop ligt een groot aantal houten of ijzeren rollen gevat in houten of ijzeren raamwerken, rollenwagens genoemd. Op deze rollen rust een tweede ring, de overring. In het type rollen is ook onderscheid te maken nl. het gewone rollenkruiwerk en het z.g. Engels kruiwerk. Een uitgebreide beschrijving van beide typen vinden we in hoofdstuk 5.9.

Paltrokmolens hebben een kruiwerk met zowel rollen als een zetel. De molen rust met zijn gewicht voornamelijk op de zetel van de koning waarop de sleutelbalk ligt. De kruirollen dienen slechts ter ondersteuning van de molen. En dan nog alleen aan de voorkant.
Bij rollenkruiwerken gaat het draaien van (een deel van) de molen dus rollend.

© Het Gilde van Molenaars

4.6 FUNCTIE

Veel ambachtelijk werk werd vroeger met wind- en watermolens uitgevoerd. Op grond van deze ambachten kunnen we de molens eveneens indelen. Zo onderscheiden we naast poldermolens de z.g. industriemolens. Korenmolens worden echter door sommigen niet tot de industriemolens gerekend maar als een aparte groep beschouwd.
We zullen het bij een opsomming van de belangrijkste werkzaamheden moeten laten met het gevaar dat we wellicht enkele niet vermelden, die in een bepaalde landstreek toch belangrijk zijn geweest. De volgende molens zijn in alfabetische volgorde te noemen:

Blauwselmolen	Vervaardigde blauwsel: een ouderwetse toevoeging aan het spoelwater van de was om het wasgoed extra te bleken.
Boormolen	In deze molen werden de lopen van kanonnen en geweren geboord.
Brandersmolen	Werkte voor de brandewijnstokerijen en maalde gekiemd graan.
Buskruitmolen	Plette koolstof en salpeter tot een koek, die daarna gebroken en gezeefd werd.
Cementmolen	Vermaalde mergel en kalk tot poeder voor de vervaardiging van cement.
Cichoreimolen	In de Franse tijd was invoer van koffie niet mogelijk. Surrogaatkoffie gemaakt van gemalen cichoreiwortels werd toen door de bevolking genuttigd.
Chocolaadmolen	Vermaalde cacaobonen tot cacaopoeder.
Graanmolen	Vermaalde hoofdzakelijk granen tot veevoeder.
Grutmolen	Deze vermaalde diverse granen b.v. boekweit, voor de grutterijen.
Hennepklopper	Bewerkte met behulp van stampers de ruwe hennep. Deze molens werden ook wel stofmolens genoemd.
Houtmolen	Vermaalde diverse houtsoorten tot poeder t.b.v. de verf- en textielfabrieken.
Kopermolen	Bewerkte blokken koper tot koperplaat.
Korenmolen	Vermaalde diverse granen tot consumptiemeel, later ook tot veevoeders.
Krijtmolen	Bewerkte ruwe krijt en andere harde grondstoffen tot poeder voor de verfindustrie.
Lattenzager	Klein model houtzaagmolentje, waarmee klein hout voor de timmerwinkels werd gezaagd.
Loodwitmolen	Maalde het ruwe loodwit tot fijn poeder voor de vervaardiging van loodwitverf.
Marmermolen	Vermaalde en stampte stukken marmer tot een fijn schuurpoeder, of marmergrind.
Meelmolen	Zaans voor korenmolen.
Mosterdmolen	Vervaardigde mosterd uit mosterdzaad.
Moutmolen	Maalde gerst voor de jeneverstokerijen.
Oliemolen	Bewerkte diverse oliehoudende zaden zodanig, dat hieruit door persen de olie gewonnen kon worden.
Papiermolen	Vervaardigde uit lompen diverse soorten papier.
Pelmolen	Ontdeed zowel gerst als rijst van het dunne schilletje, ook wel de pel genoemd.

© Het Gilde van Molenaars

Petmolen	Pompte water op uit een welput (een kunstmatige wel) o.a. ten behoeve van een papiermolen.
Poldermolen	Ontdeed de polder van het overtollige z.g. bezwaarwater.
Porseleinmolen	Maalde speciaal voor de pottenbakkerijen, porseleinaarde tot een bruikbaar materiaal
Runmolen	Vermaalde eikenschors tot poeder voor gebruik in de leerlooierijen. Ook wel eekmolen genoemd.
Schelpzandmolen	Vermaalde schelpen tot een fijn schuurpoeder.
Slijpmolen	Verrichtte diverse slijpwerkzaamheden. Was veelal gecombineerd met de boormolen.
Snuifmolen	Vermaalde speciaal bewerkte tabaksbladeren tot het z.g. snuifpoeder.
Specerijmolen	Vermaalde diverse specerijen tot poeder.
Trasmolen	Vermaalde ruwe tras tot poeder voor de bereiding van metselspecie.
Verenzager	Zaagde speciaal klein houtwerk voor de woning- en scheepsbouw.
Verfmolen	Bewerkte diverse grondstoffen tot basismateriaal voor gebruik in de verfindustrie.
Volmolen	In deze molen werd wollen stof door vervilting omgevormd tot laken.
Watermolen	Zie poldermolen. N.B. Watermolen wordt ook gebruikt voor door water aangedreven molens.
IJzermolen	Deze was veelal een onderdeel van een ijzergieterij. Hiermee werden blaasbalgen aangedreven en enorme hamers omhooggetrokken.
Zaagmolen	Hiermee werden uit de ruwe stam balken en timmerhout gezaagd.
Zeemtouwersmolen	Hierin werden diverse leersoorten bewerkt, o.a. schapenleer tot zeemleer.

© Het Gilde van Molenaars

4.7 STREEKGEBONDEN KENMERKEN

Een laatste indeling die wij kunnen maken voor de molens is die waarbij de streekgebonden kenmerken als uitgangspunt worden genomen.
Wij zullen er niet te diep op ingaan daar dit elders in een ander verband beter tot zijn recht komt. Enkele zeer in het oog springende kenmerken willen we echter niet onvermeld laten.
Zo zullen bij een grondige onderlinge vergelijking van de molens die in verschillende delen van ons land staan direct de kenmerkende kleuren van de beschildering opvallen. De vormen van kap en romp vertoonden ook vaak streekgebonden kenmerken. Maar ook de uitvoering van diverse onderdelen verschilt zoals de wijze van aanbrengen van de korte en lange schoren op de staartbalk.
Voor gedetailleerde gegevens verwijzen we naar de diverse provinciale molenboeken.

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

Hoofdstuk 5 Het staande werk

Inhoud pagina

5.1 De standerdmolen 3

5.1.1 Inleiding
5.1.2 De voet
5.1.3 De kast
a. Steenbalk en steenburrie
b. De zijwegen
c. Het stormbint
d. Het trapbint
e. Balken op en tussen de daklijsten
5.1.4 De kap
5.1.5 De staart en de trap

5.2 De wipmolen 20

5.2.1 Inleiding
5.2.2 De ondertoren
5.2.3 Het bovenhuis
a. De zijbinten
b. Het stormbint
c. Het trapbint
d. Balken op en tussen de daklijsten
5.2.4 De staart
5.2.5 Speciale uitvoeringen

5.3 De paltrok 37

5.3.1 Inleiding
5.3.2 De onderkruiing
5.3.3 De opbouw van de paltrok
5.3.4 De kap

5.4 De spinnenkop 43

5.4.1 Inleiding
5.4.2 De vierkante en de achtkante spinnenkop
5.4.3 Andere kenmerken

5.5 De weidemolen 46

5.5.1 Inleiding
5.5.2 De constructie

5.6 De tjasker 48

5.6.1 Inleiding
5.6.2 Opbouw van de tjasker
5.6.3 De paaltjasker
5.6.4 De boktjasker

© Het Gilde van Molenaars

5.7 De bovenkruier 52

5.7.1 Inleiding
5.7.2 De torenmolen
5.7.3 De stenen molen
5.7.4 Het houten achtkant
a. Het Noord-Hollandse achtkant
b. Het Zuid-Hollandse achtkant
c. Het Friese achtkant
d. De achtkante houten voet
e. Het zeskant
f. Het zestienkant
g. De molen op een schuur
5.7.5 De stelling
5.7.6 De kap

5.8 De kruibare kap 71

5.8.1 Inleiding
5.8.2 De stenen binnenkruier
5.8.3 De houten binnenkruier
5.8.4 De buitenkruier
5.8.5 Kruirad, kruiwiel, kruihaspel en windkoppel
5.8.6 Kruilieren
5.8.7 De zelfkruier
5.8.8 Het kettingkruiwerk

5.9 Kruiwerken 81

5.9.1 Inleiding
5.9.2 Kruiwerken op bovenkruiers
a. De kruivloer
b. De kuip
c. De overring
d. Het houten en het gietijzeren rollenkruiwerk
e. Het Engels kruiwerk
f. Het neutenkruiwerk
g. Het voeghoutenkruiwerk
5.9.3 Zetelkruiwerken
a. Het kruiwerk van de standerdmolen
b. Het kruiwerk van de wipmolen
c. Het kruiwerk van de spinnekop
5.9.4 Het kruiwerk van de paltrok

© Het Gilde van Molenaars

5.1 DE STANDERDMOLEN

5.1.1 Inleiding

De standerdmolen is het oudste type verticale windmolen in West-Europa, zeer waarschijnlijk ontstaan in de tweede helft van de 12e eeuw in Noord-Frankrijk, West-Vlaanderen en Zuid-Engeland. In Vlaanderen wordt de standerdmolen 'staakmolen' genoemd. Honderd jaar later, na 1250 verscheen de standerdmolen ook in Nederland.
Nadere gegevens over de afmetingen van die oudste standerdmolens ontbreken tot op heden. Wel is zeker dat ze in het begin slechts één steenkoppel hadden en dat er gedurende de 17e eeuw een tweede bijkwam. Op oude afbeeldingen kunnen we zien dat het gevlucht dwarsgetuigd was. Gedurende de 17e eeuw ontwikkelde dit zich tot het ons bekende Oud-Hollands wieksysteem. We kunnen vaststellen dat het uiterlijk van de standerdmolen sinds zijn intrede in Nederland nauwelijks is gewijzigd.
Nu, anno 2025 staan er nog 48 standerdmolens in Nederland, het merendeel in het zuiden van het land. Het zijn alle korenmolens. Vooral in Vlaanderen is de standerdmolen ook verder ontwikkeld tot oliemolen. Vanwege het geluid van de heien werden die ook wel 'stampmolens' genoemd.

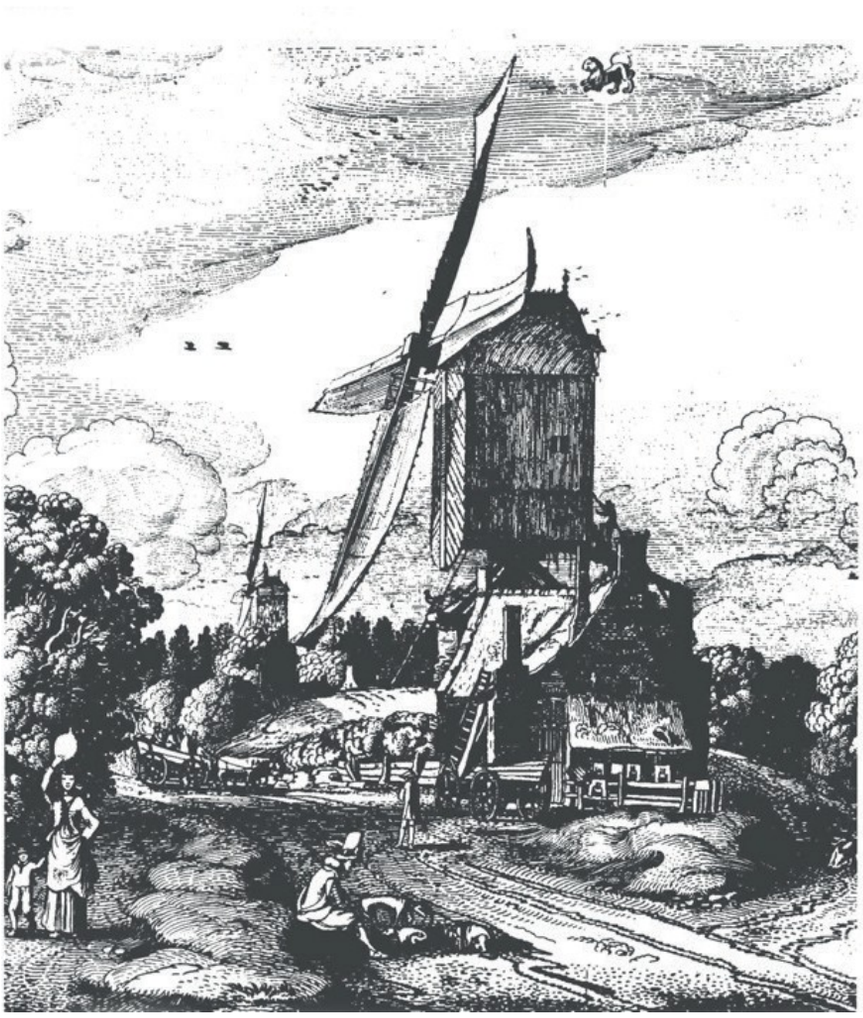


Fig. 5.1.1.1
Ets van Jan van de Velde anno 1617, voorstellende 'Zomer'

Een standerdmolen met dwarsgetuigd gevlucht. Eigenlijk is het reeds een gevlucht in de overgangsvorm naar het ons bekende Oud-Hollandse systeem. De zeilen liggen echter nog wel van voor- naar achterzoom over het hekwerk.

© Het Gilde van Molenaars

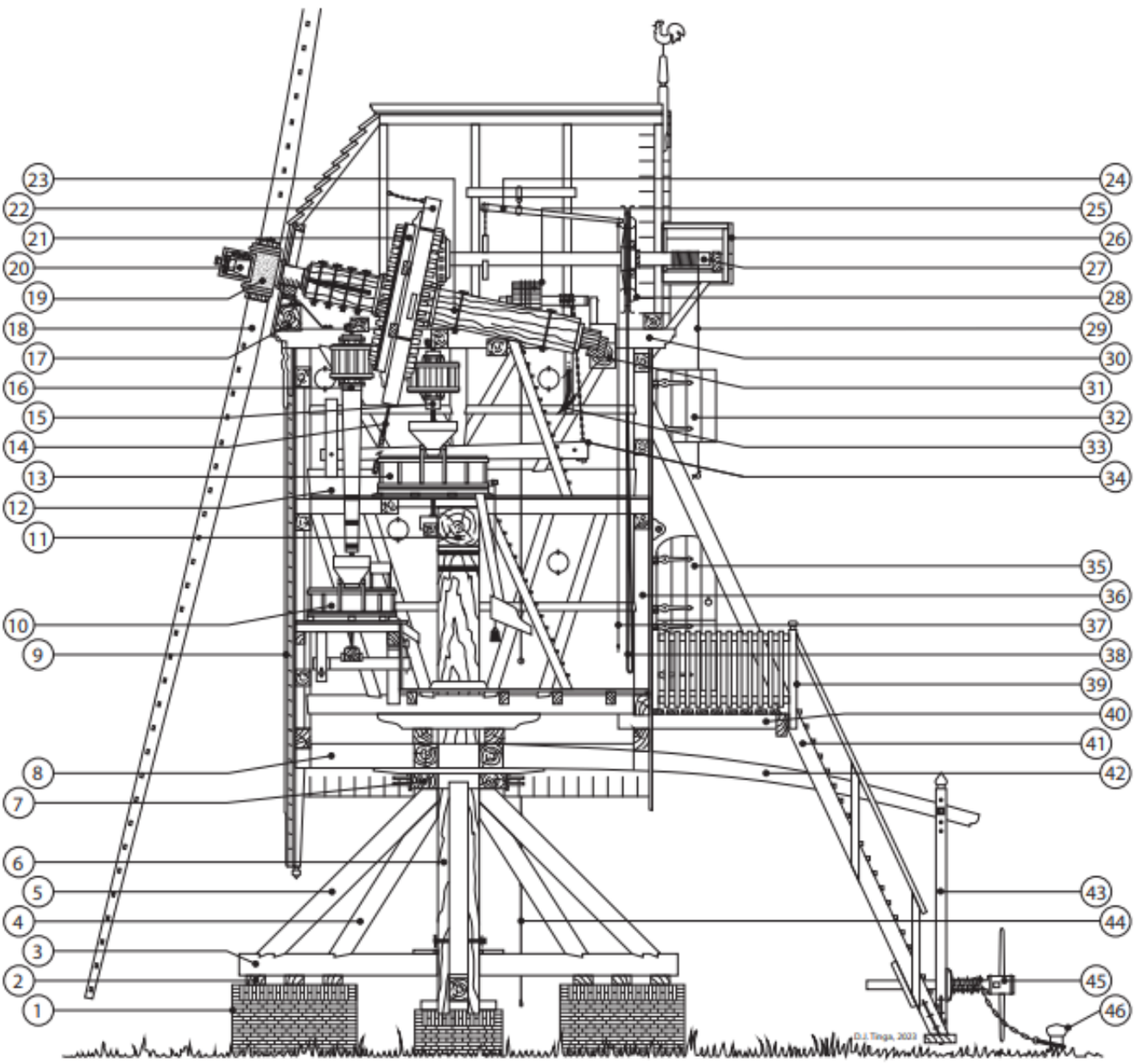


Fig. 5.1.1.2
Doorsnede van een standerdmolen

Fig. 5.1.1.2
Doorsnede van een standerdmolen

1. *teerling of stiep*
2. *zonneblok*
3. *kruisplaat*
4. *binnensteekband of okselband*
5. *buitensteekband of meesterband*
6. *standerd*
7. *zetel*
8. *voegburrie of lange burriebalk*
9. *borstnaald*
10. *achtermolen*
11. *steenbalk*
12. *steenlijst of middenlijst*
13. *voormolen*
14. *sabelijzer*
15. *korte steenspil*
16. *lange steenspil*
17. *windpeluw met halssteen*
18. *binnenroe*
19. *insteekkop*
20. *buitenroe*
21. *vangwiel of aswiel (bovenwie)*
22. *vang*
23. *houten bovenas*
24. *stuurstok luias*
25. *vangtrommel*
26. *luikapje*
27. *luias*
28. *gaffelwiel*
29. *luitouw*
30. *daklijst*
31. *pen met pensteen en –balk*
32. *luiluik*
33. *haak of klink*
34. *vangbalk*
35. *molendeur*
36. *hoekstijl*
37. *stuurtouw van het luiwerk*
38. *luireep*
39. *galerijhek*
40. *galerijbalk*
41. *trapboom*
42. *staart(balk)*
43. *kandelaar*
44. *vangtouw*
45. *windkoppel*
46. *kruipaal*

© Het Gilde van Molenaars

5.1.2 De voet

standerd, kruisplaten steekbanden, zetel

De voet van de standerdmolen bestaat uit de teerlingen, kruisplaten, standerd, steekbanden en de zetel. De teerlingen werden gemaakt van steen, de overige onderdelen van eikenhout, waarbij voor de standerd een zware kaarsrechte eiken stam wordt genomen.

teerlingen, stiepen

De molen rust op teerlingen of stiepen, die in hoogte variëren van 30 tot 200 cm. Het zijn vier gemetselde blokken, twee aan twee in hoogte verschillend en vaak wijzend naar de vier hoofdwindrichtingen, waarbij de hoge teerlingen veelal N-Z wijzen en de lage teerlingen W-O (fig. 5.1.2.1).

hoge teerlingen lage teerlingen

Op elke teerling liggen drie of vier dikke, soms afgeschuinde houten balken, de zonneblokken, waarop de kruisplaten liggen. Deze kruisen elkaar in het midden, de één over de ander, zonder enige verbinding.

zonneblokken

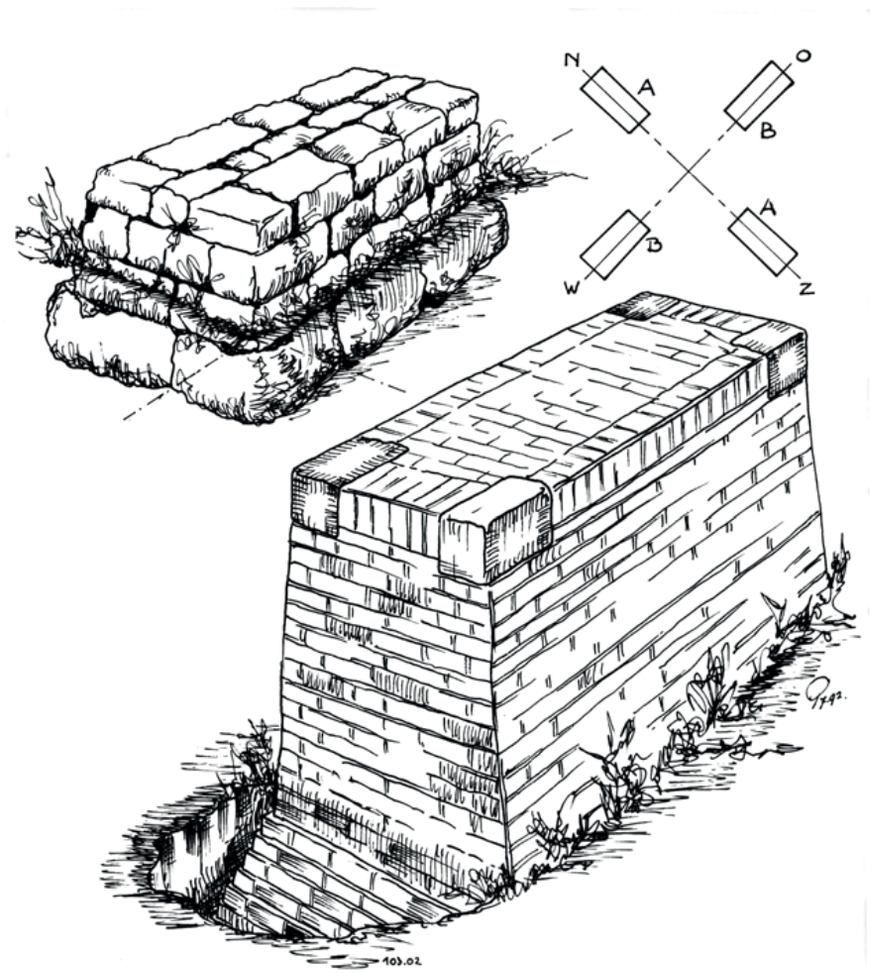


Fig. 5.1.2.1
De teerlingen

Fig. 5.1.2.2
De voet

1. *hoge teerling*
2. *zonneblok*
3. *kruisplaat*
4. *klauw*
5. *knuppelstrop*
6. *kruisplaat*
7. *lage teerling*
8. *opsluitklos*
9. *sleutelwig*
10. *binnensteekband*
11. *buitensteekband*
12. *zetel*
13. *draagvlak burrie*
14. *wrijvingsvlak burrie*
15. *afgeronde deel standerd*
16. *stormpen*
17. *draagvlak steenbalk*

18, 19, 20. voorkomende plaatsingen van de steekbanden met voorbeelden van steekbandkoppen

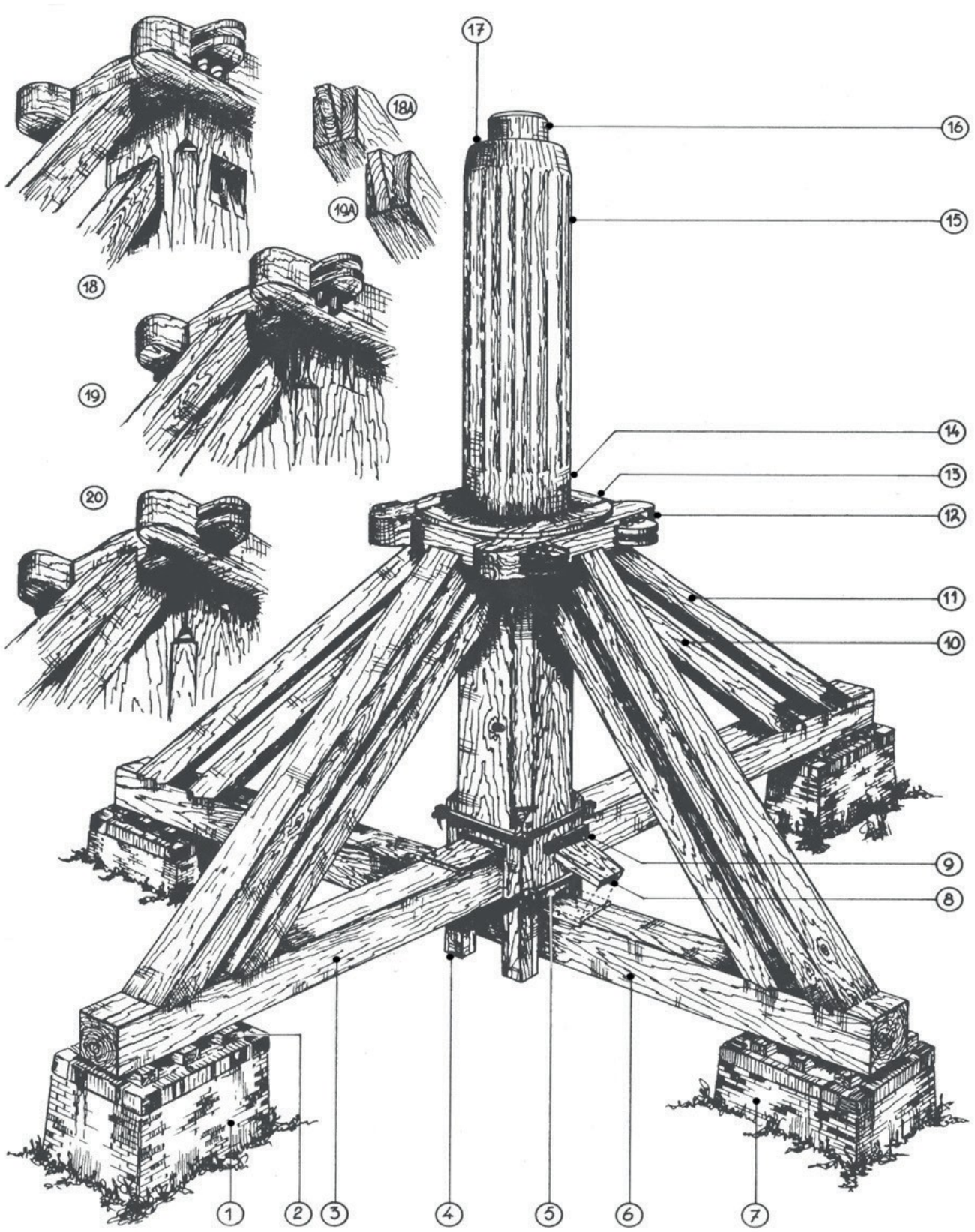


Fig. 5.1.2.2
De voet

© Het Gilde van Molenaars

De standerd is van onderen ingekeept. De vier daardoor gevormde hoeken of klauwen grijpen over het kruispunt van de kruisplaten (fig. 5.1.2.2). Halverhoogte de standerd bevindt zich de zetel, vier blokken met dubbele pennen en gaten in elkaar gewerkt en opgesloten met dubbele sleutels. De zetel past aan vier zijden met zwaluwstaartverbindingen om de standerd. Boven de zetel is de standerd

stormpen

rond afgewerkt en op de top is hij voorzien van een stormpen, het deel van de standerd dat een kleinere diameter heeft waarover de steenbalk draait.

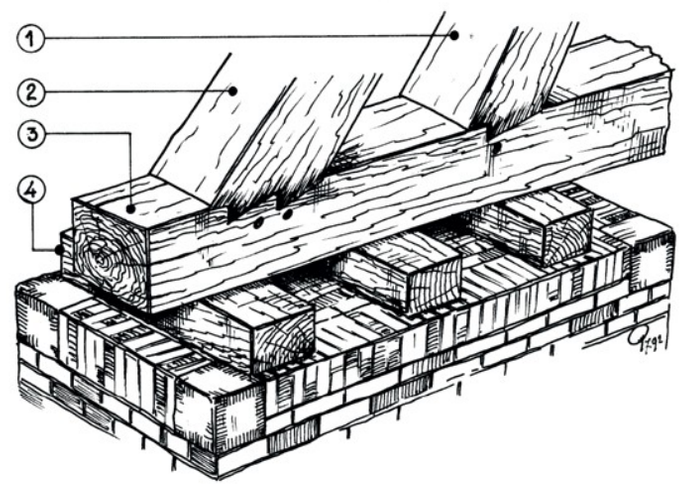


Fig. 5.1.2.3
Kruisplaat en teerling

1. *binnen- of okselsteekband*
2. *buiten- of meestersteekband*
3. *kruisplaat*
4. *zonneblok*

buiten- of meestersteekband

De vier buiten- of meestersteekbanden staan met twee tanden en een pen in de kruisplaten (fig. 5.1.2.3). De boveneinden grijpen met een keep om de zetel.

binnen- of okselsteekband

De vier binnen- of okselsteekbanden staan ieder met één tand en een pen in de kruisplaten. De boveneinden dragen de standerd d.m.v. een pen of een tand. (fig. 5.1.2.2. nr. 18, 19 en 20). De hoek waaronder de steekbanden op de kruisplaten staan kan variëren van 45° tot 55°.

kast

De standerd mag niet op de kruisplaten rusten; ze zouden buigen en breken. De standerd – en daarmee de hele kast – hangt op de steekbanden die daarom zowel een dragende als een schorende taak hebben.

kruisplaatsleutel

Om zijwaartse bewegingen van de standerd tegen te gaan zijn de kruisplaten naast de standerd soms verdikt met uitkragende delen of zware klossen. Ook zien we wel z.g. kruisplaatsleutels, dat zijn leidzame wiggen, die door of in een keep van de kruisplaten tegen de standerd worden geslagen (fig. 5.1.2.4). In het begin, toen de standerdmolen tot ontwikkeling kwam, werden de kruisplaten niet op stiepen gelegd, maar ingegraven in de grond.

paraplu

De bedekking van de voet kwam pas in gebruik vanaf de 16e eeuw. Men begon toen de voet half of geheel te bedekken met hout of riet, later verbeterd met een stenen ommuring. Het boven de ommuring aangebrachte kegelvormige dak wordt de paraplu genoemd. Dit verschaft de molenaar een droog onderkomen, en zorgt voor bescherming van de voet (fig. 5.1.2.5). Zo kennen we drie verschijningsvormen van de standerdmolen: de open, halfgesloten en gesloten standerdmolen.

© Het Gilde van Molenaars

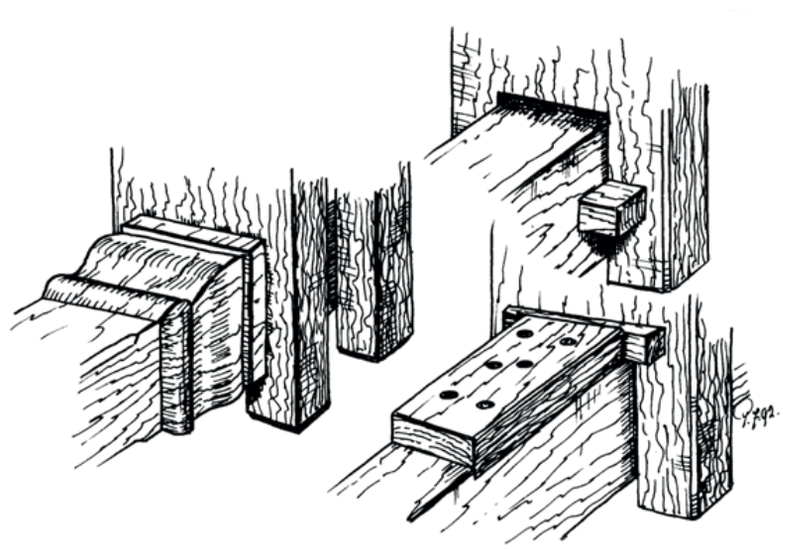
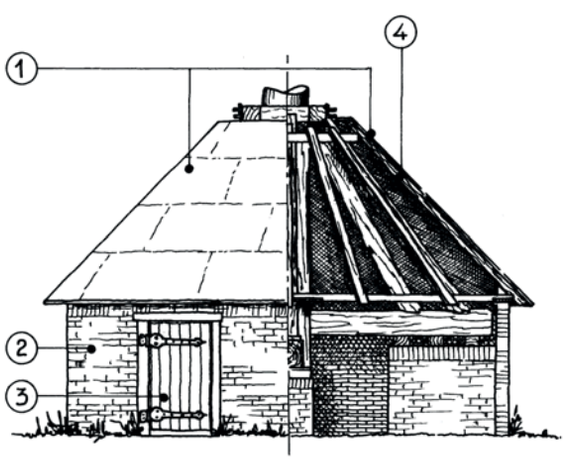


Fig. 5.1.2.4
Ondereinde standerd



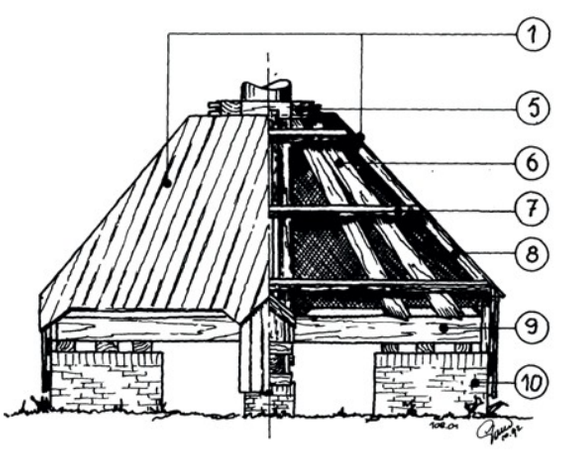


Fig. 5.1.2.5
Bedekking van de voet

Links gesloten voet
Rechts halfgesloten voet

1. *dakbeschot, dakleer op hout of rietdek*
2. *ommuring*
3. *toegangsdeur (2 of 4)*
4. *spantbeen*
5. *zetel*
6. *steekbanden*
7. *gording*
8. *dakspant of dakspoor*
9. *kruisplaat*
10. *teerling*

© Het Gilde van Molenaars

5.1.3 De kast

5.1.3.a Steenbalk en burrie

kast
steenbalk
brasem

Op de top van de standerd, midden in de kast, bevindt zich de zwaarste en belangrijkste balk, de steenbalk. Hij draagt de kast voor het grootste deel en wordt soms in het midden versterkt door de dikwijls fraai geprofileerde brasem, die vaak later is aangebracht. Tijdens het kruien draait de kast d.m.v. de steenbalk op de top van de standerd. Om daar goed te kunnen smeren zit er vaak

smeergat

een smeergat in de steenbalk en/of in de brasem (fig. 5.1.3.1).

lange burriebalken
kalven

Onder de kast lopen over de volle lengte de lange burriebalken. Ze zijn zodanig met kalven aan elkaar verbonden dat het ontstane rechthoekige gat ruim om de standerd past. Dit gat wordt passend gemaakt rond de standerd door het

spoorblok

aanbrengen van een zware klos, het spoorblok, dat kan worden vervangen bij te ver voortgeschreden slijtage. Het spoorblok voorkomt te grote bewegingen van de kast in het horizontale vlak.

slekken

Vaak zitten onder de lange burriebalken een paar langwerpige platen, de slekken. Hiermee rust de kast wat meer op de zetel waardoor de steenbalk, die het grootste deel van het gewicht van de kast draagt, enigszins wordt ontlast.

korte burriebalken

De korte burriebalken liggen met kepen en bouten vast op de lange burriebalken. Ze lopen langs de standerd over de volle breedte van de kast.

voor- en achterzomer

Op de uiteinden van de lange burriebalken liggen respectievelijk de voor- en achterzomer, waarbij de voorzomer deel uitmaakt van het stormbint en de achterzomer bij het trapbint behoort.

Fig. 5.1.3.1
Burrie en steenbalk

1. *lange burriebalk*
2. *achterkalf*
3. *spoorblok*
4. *voorkalf*
5. *lange burriebalk*
6. *staart*
7. *pengat t.b.v. de staart*
8. *hoekstijl voorzijde*
9. *voorzomer*
10. *korte burriebalk*
11. *korte burriebalk*
12. *gat voor standerd*
13. *slekken*
14. *steenlijst*
15. *steenbalk*
16. *brasem*
17. *gat voor stormpen*
18. *waterlijst*
19. *koppelbalk*
20. *hoekstijl achterzijde*
21. *achterzomer*

A en B: twee constructies van de onderzetel

© Het Gilde van Molenaars

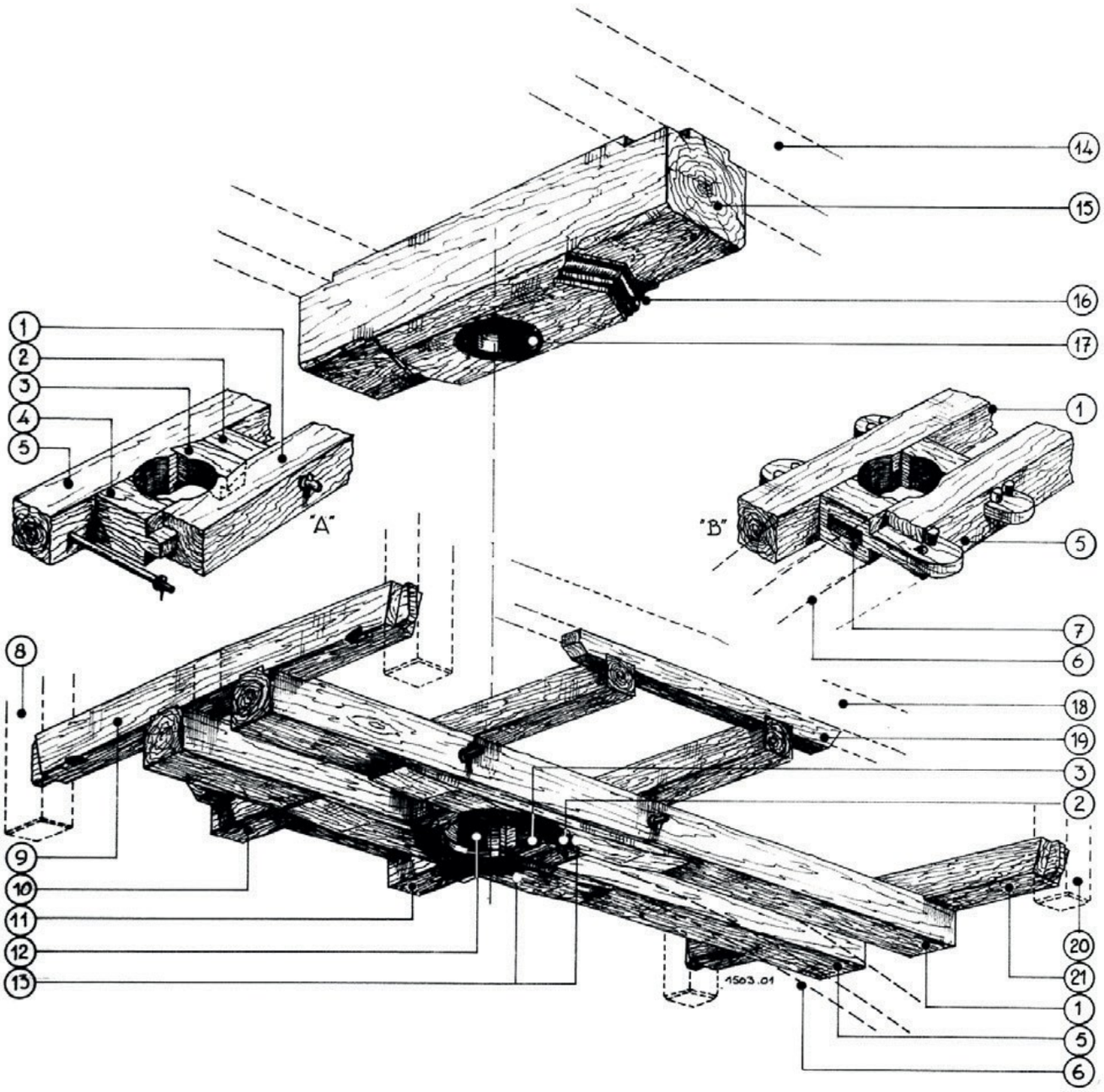


Fig. 5.1.3.1
Burrie en steenbalk

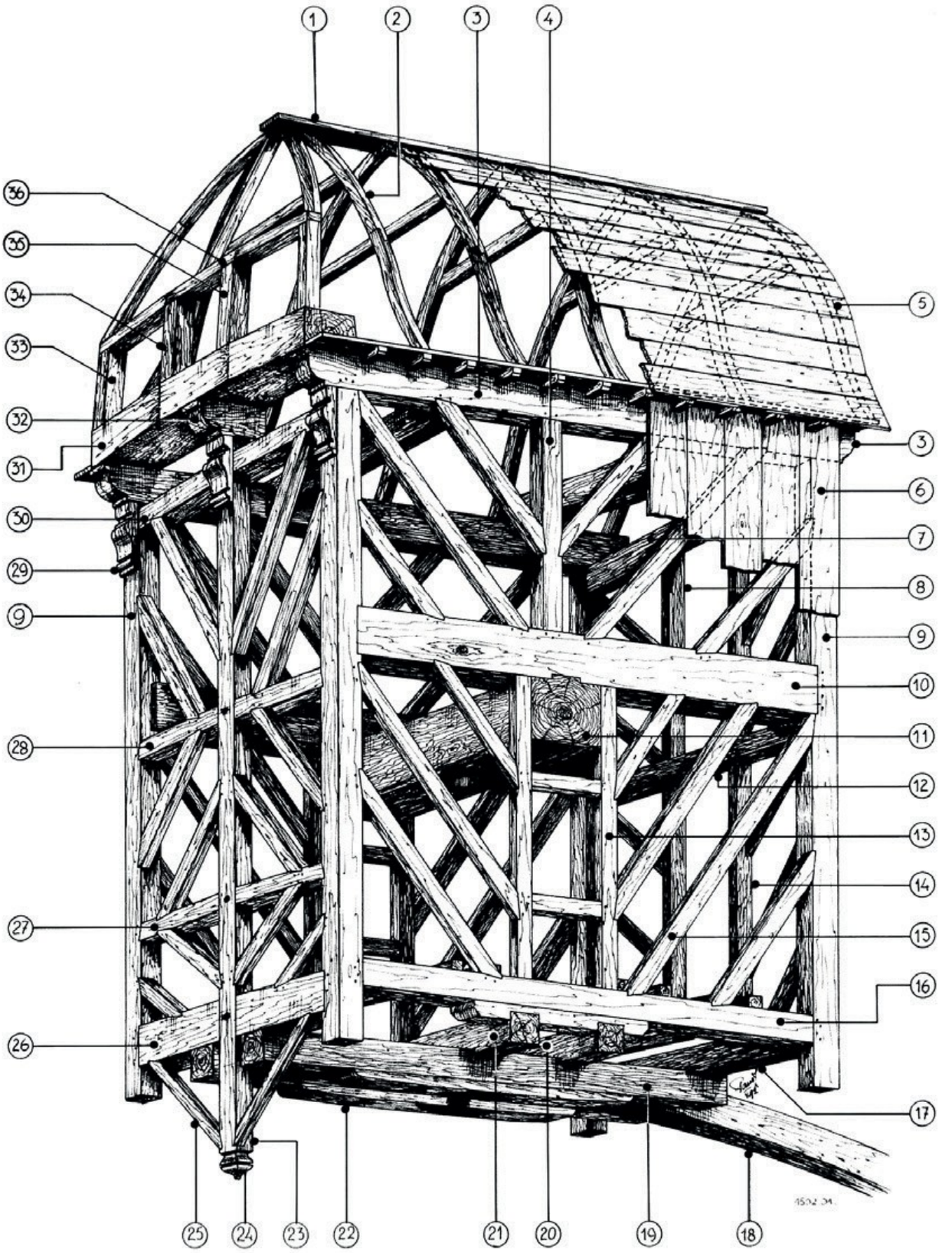


Fig. 5.1.3.2
De standerdkast

5.1.3.b De zijwegen

zijweeg

steenlijsten, middenlijsten

De beide zijkanten van een standerdmolen worden zijwegen genoemd. Op de uiteinden van de steenbalk liggen, daaraan verbonden met zwaluwstaarten, de steenlijsten (of middenlijsten). Ze liggen niet met hun midden op de steenbalk. De afstand tot de voorkant, het stormbint, is kleiner omdat aan die kant immers het zware gevlucht hangt (fig. 5.1.3.2).

spoorstijlen
regels

moerstijl
waterlijsten

Aan weerszijden van de steenbalk hangen twee spoorstijlen. Ze zitten met een zwaluwstaartverbinding in de steenlijst en zijn met korte regels aan elkaar verbonden. Soms staan ze schuin (Zeeland). Op oudere standerdmolens zien we slechts één stijl, in de kop van de steenbalk gewerkt, de moerstijl genoemd. De spoorstijlen staan op de waterlijsten die op de korte burriebalken liggen. Soms lopen de spoorstijlen door tot onder de waterlijsten.

roosbouten, hoekstijlen
daklijsten, kroonstijlen
weegbanden

Aan de uiteinden van de steen- en waterlijsten hangen met zware houtverbindingen en roosbouten vier hoekstijlen. Op de toppen daarvan liggen de daklijsten die mede ondersteund worden door de kroonstijlen. De zijwegen worden tegen schranken en doorbuigen verstevigd met weegbanden.

Op oude standerdmolens zijn de steenlijsten vaak doorgebogen onder de zware last van de kast waardoor deze te zwaar op de zetel kan gaan drukken. Om in dat geval de juiste gewichtsverdeling tussen zetel en standerd weer te herstellen kunnen de slekken dunner worden gemaakt of een brasem aangebracht of verdikt. In beide gevallen moet de hele kast worden opgestempeld.

5.1.3.c Het stormbint

stormbint

De voorzijde van de kast wordt stormbint genoemd. Het wordt gevormd door de twee voorste hoekstijlen die aan de steen- en de waterlijsten hangen.

tempelbalk,
steenbeddebalk, voorzomer
borstnaald
eikel

Ze worden van boven naar beneden met elkaar verbonden door de tempelbalk, de steenbeddebalk en de voorzomer. In het midden vinden we de borstnaald, die met kepen en bouten in de drie bovengenoemde balken is verankerd en tot ruim onder de voorzomer eindigt met een eenvoudige versiering, de eikel.
Tegen schranken van het stormbint vinden we over het algemeen weegbanden in A-vorm (of omgekeerde V-vorm) vanuit de borstnaald.

Fig. 5.1.3.2
De standerdkast

1. *vorstplank*
2. *spant*
3. *daklijst*
4. *kroonstijl*
5. *dakbeschot*
6. *beplanking*
7. *boven- of achterbalk*
8. *luikstijl*
9. *hoekstijl*
10. *steen- of middenlijst*
11. *steenbalk*
12. *deurbalk*
13. *spoorstijl*
14. *deurstijl*
15. *weegbanden*
16. *waterlijst*
17. *achterzomer*
18. *staart(balk)*
19. *lange burriebalk*
20. *korte burriebalk*
21. *korte burriebalk*
22. *slek of slak*
23. *borstnaald*
24. *eikel*
25. *baardschoor*
26. *voorzomer*
27. *dwarsregel*
28. *steenbeddebalk*
29. *console*
30. *tempelbalk*
31. *windpeluw*
32. *blokkeel*
33. *hoekstijltje*
34. *keerstijl*
35. *weerstijl*
36. *keuvelensbalk*

© Het Gilde van Molenaars

5.1.3.d Het trapbint

trapbint

De achterzijde van de kast is het trapbint. Het wordt gevormd door de twee achterste hoekstijlen die achter aan de steen- en waterlijsten hangen. Ze worden met elkaar verbonden door de bovenbalk (achterbalk), de deurbalk en de achterzomer (fig. 5.1.3.3).

bovenbalk, achterbalk, deurbalk
achterzomer
deurstijl
luiluikstijl

Respectievelijk onder en boven de deurbalk bevinden zich de twee deur- en luiluikstijlen. Het trapbint wordt verder versterkt met regels en weegbanden.

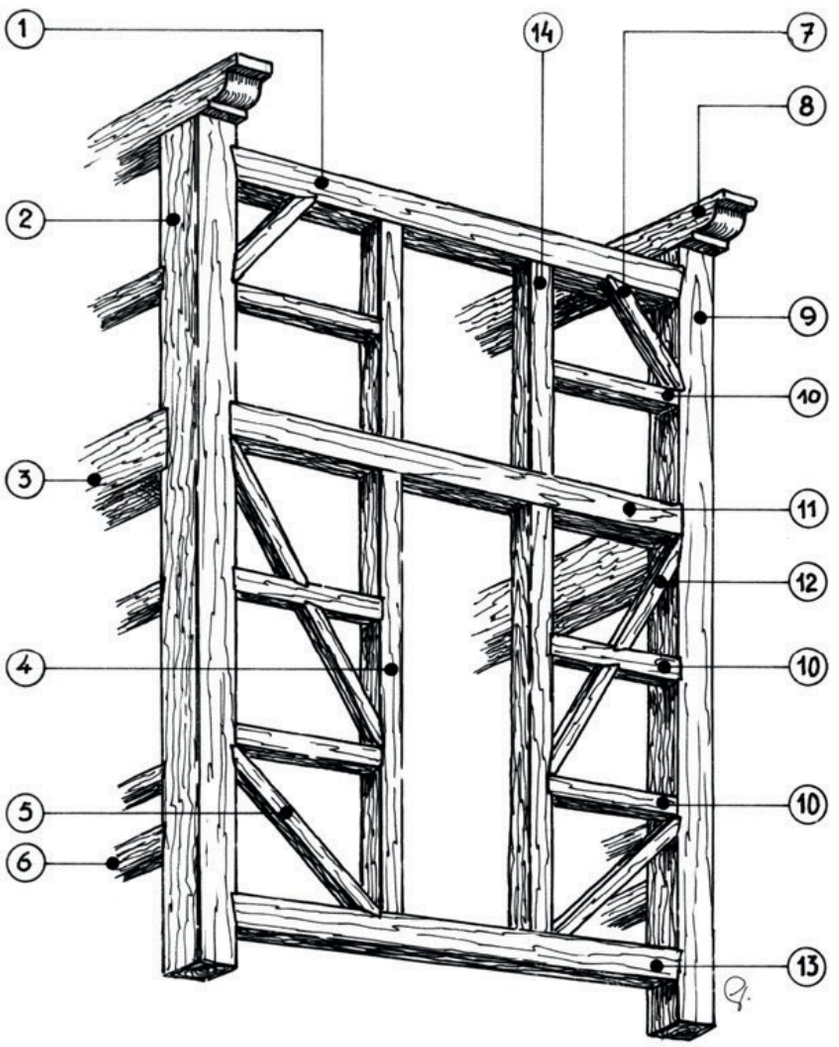


Fig. 5.1.3.3
Het trapbint

1. *boven- of achterbalk*
2. *hoekstijl*
3. *steenlijst*
4. *deurstijl*
5. *weegband*
6. *waterlijst*
7. *korbeeltje*
8. *daklijst*
9. *hoekstijl*
10. *dwarsregel*
11. *deurbalk*
12. *weegband*
13. *achterzomer*
14. *luiluikstijl*

© Het Gilde van Molenaars

5.1.3.e Balken op en tussen de daklijsten

achterbalk

Tussen de hoekstijlen, net onder de daklijsten, ligt de achterbalk die de achterste hoekstijlen koppelt. Daarvóór ligt de meestal uit kromgegroeid hout gemaakte penbalk die zich op en tussen de daklijsten bevindt en in het horizontale vlak verstelbaar is. Midden in de penbalk ligt het penlager. Ook de ijzer- of busbalk is vaak uit kromgegroeid hout gemaakt, is verstelbaar en bevindt zich tussen de daklijsten. In het midden van de ijzerbalk bevindt zich het taplager van de steenspil. Tussen de pen- en de ijzerbalk vinden we de koppelbalk of trekbalk. Deze zit tussen de daklijsten en vangt de naar buiten gerichte krachten op die bij het vastwiggen van de pen- en ijzerbalk ontstaan.

penbalk
penlager, ijzerbalk, busbalk

taplager
koppelbalk, trekbalk

windpeluw

Vooraan ligt, boven het stormbint en op de daklijsten, de windpeluw. Midden op de windpeluw, op het steenbed, ligt het hardstenen halslager van de bovenas. Hierop rust 90% van het gewicht van de bovenas en het gevlucht. Om dat gewicht goed op te vangen wordt de windpeluw, die al zeer zwaar is uitgevoerd, bij sommige molens nog extra ondersteund door een blokkeel dat op de borstnaald rust zodat via deze borstnaald ook de tempelbalk, de steenbeddebalk en de voorzomer mede de druk op het halslager helpen opvangen.

blokkeel

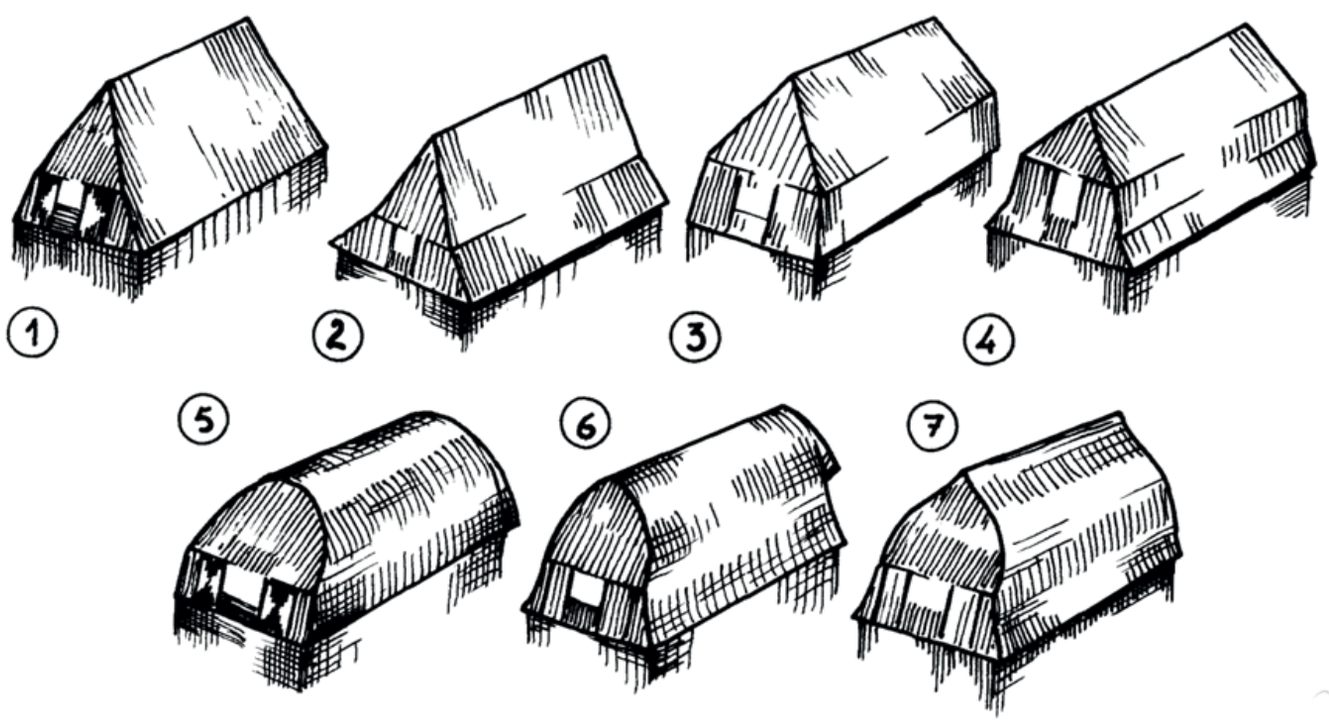


Fig. 5.1.4.1
Kapvormen

1. *zadeldak*
2. *zadeldak met knik*
3. *mansardekap*
4. *mansardekap met knik*
5. *tonvormige kap*
6. *klokvormige kap*
7. *klokvormige kap met knik*

5.1.4 De kap

hoekstijltje, keer- en keerstijl, keuvelensbalk, kapspant, nokbalk

Het geraamte van de kap wordt gevormd door de schuin achteroverhellende hoekstijltjes, daartussen de keer- en weerstijl, daarboven de keuvelensbalk, de kapspanten en de nokbalk (fig. 5.1.3.2). Zijn de kapspanten recht, dan spreken we van een zadeldak. Bij kromme spanten ontstaat een klok- of tonvorm. Meestal zijn de spanten gebogen uitgevoerd om meer ruimte te krijgen voor het bovenwiel en de vang (fig. 5.1.4.1).

achterbalk
waaispant, luikap
luias
makelaar
windvaan

Het gedeelte van de kap op het trapbint staat loodrecht op de achterbalk en heet het waaispant. Tegen het waaispant is de luikap geplaatst, waarin zich het lager bevindt voor de naar buiten stekende luias (fig. 5.1.4.2).
Tegen de top van het waaispant staat soms een fraai bewerkte makelaar die boven de kap uitsteekt en meestal voorzien is van een windvaan. Andere standerdmolens hebben alleen een, soms fraaie, windvaan

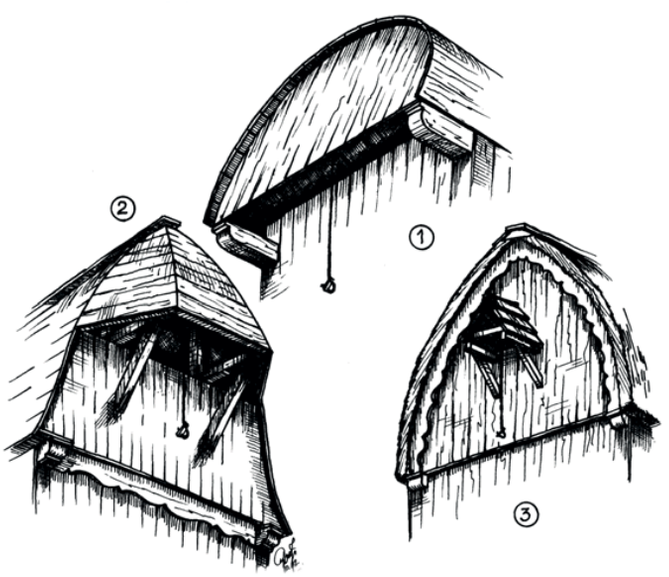


Fig. 5.1.4.2
Luikapvormen

1. *doorlopende kap*
2. *doorlopende dakspits*
3. *luikapje*

5.1.5 De staart en de trap

staart, staartbalk

De staart of staartbalk dient in de eerste plaats als hefboom om de molen te kunnen kruien (fig. 5.1.5.1). Hij zit met een pen- en gatverbinding of een keepverbinding in het achterste kalf tussen de lange burriebalken en verder achterwaarts hangt hij met een bout of een beugel onder de achterzomer. De staart heeft vaak een lichte ‘S’-vorm

trap
trapbomen
bordes, balkon, galerij

spruitbalk, trapschoren

In de tweede plaats wordt aan de staart de trap opgehangen. De bevestiging van de trapbomen verschilt per streek. Soms zijn ze bevestigd aan de deurstijlen of aan het bordes (balkon, galerij), al dan niet via een spruitbalk of aan de hoekstijlen. Bij bevestiging aan de hoekstijlen wordt de trap naar boven toe steeds breder. Bij toepassing van een spruitbalk lopen er vanaf de uiteinden twee trapschoren naar de trapbomen.

© Het Gilde van Molenaars

sleeptree, hangbomen
windkoppel
kruihaspel

De trapbomen zijn onderaan verbonden door een zwaar houten blok, de sleeptree. Van daaruit gaan twee hangbomen naar het einde van de staart. De hangbomen dragen de trap en dienen ter bevestiging van het windkoppel of het kruihaspel.

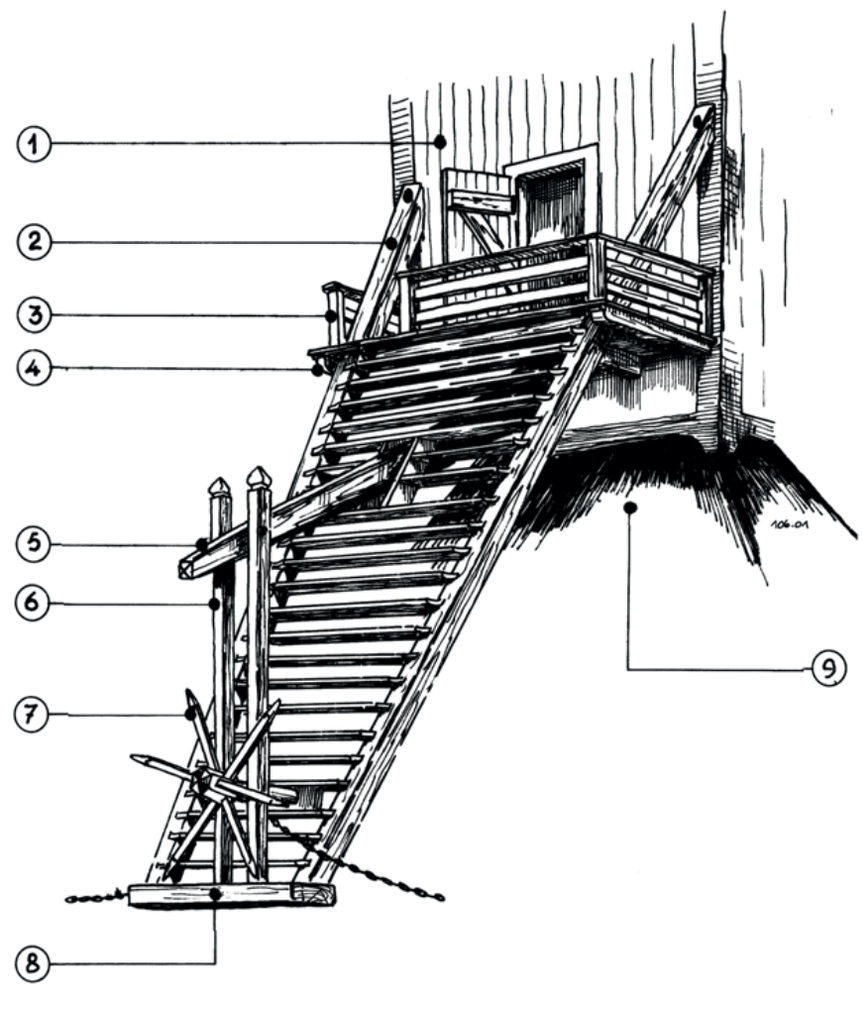


Fig. 5.1.5.1
Trap met doorlopende bomen

1. *kast*
2. *trapboom*
3. *galerijhek*
4. *galerijbalk*
5. *staart(balk)*
6. *hangboom of kandelaar*
7. *kruihaspel*
8. *sleeptree*
9. *paraplu*

treeplanken, kruibank

Soms hangt er een dubbel stel hangbomen aan de staart. Die zijn dan onderaan d.m.v. een trapeziumvormig samenstel van planken met elkaar verbonden. Deze planken worden de treeplanken genoemd. Het geheel vormt de kruibank. (fig. 5.1.5.2).

loopschoren

Tot slot treffen wij bij diverse standerdmolens z.g. loopschoren aan. Dit zijn twee aan de staart scharnierbare zware balken welke schuin tegen de staart kunnen worden gezet om deze te stutten (fig. 5.1.5.3). Zij nemen de taak over van de bezetketting en de kruiketting nadat de molen op de wind is gezet.
Tijdens het kruien kunnen de loopschoren in een beugel worden gelegd om ze vrij van de grond te houden.

© Het Gilde van Molenaars

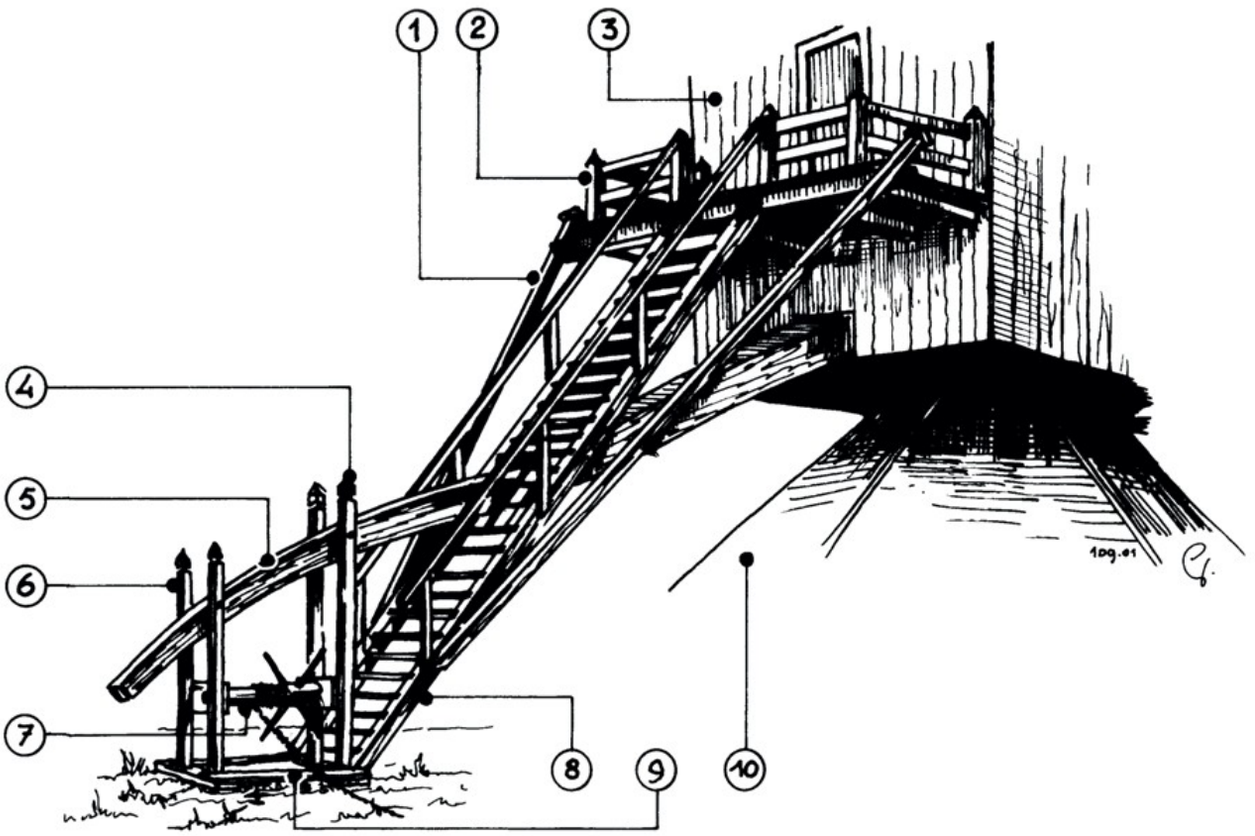


Fig. 5.1.5.2
Trap met parallelbomen

1. *trapschoor*
2. *galerijhek*
3. *kast*
4. *hangboom of kandelaar*
5. *staart(balk)*
6. *non*
7. *windkoppel*
8. *trapboom*
9. *kruibank*
10. *paraplu*

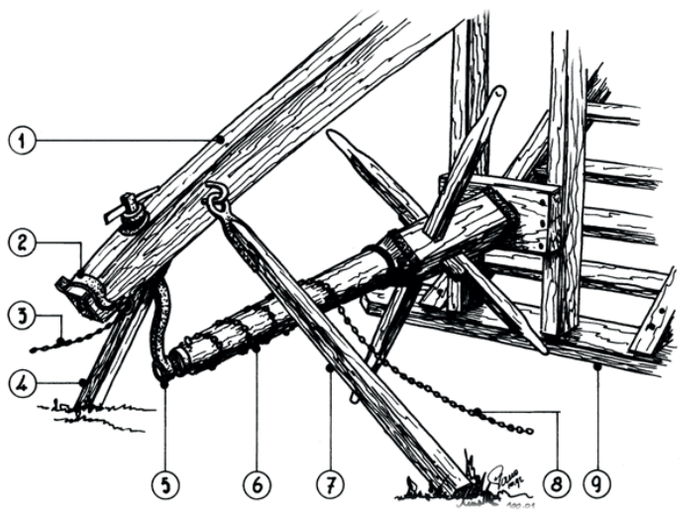


Fig. 5.1.5.3
Loopschoren

1. *staart(balk)*
2. *loopschoorbeugel*
3. *bezetketting*
4. *loopschoor*
5. *munniklager*
6. *munnik of krui-as*
7. *loopschoor*
8. *kruiketting*
9. *sleeptree*

© Het Gilde van Molenaars

5.2 DE WIPMOLEN

5.2.1 Inleiding

wipmolen, kokermolen

De oudste en meest karakteristieke poldermolen is de wip- of kokermolen (fig. 5.2.1.2). Deze molen komt vooral nog voor in de provincie Zuid-Holland en het aangrenzende westelijk deel van de provincie Utrecht. Voorts stonden er veel in de Tielerwaard en het Land van Heusden en Altena. Gelukkig is daarvan nog een aantal over. Noord-Holland heeft ze ook wel gekend, doch hier is het aantal teruggelopen tot slechts drie stuks, t.w. te Obdam, Weesp en Haarlem. Hetzelfde geldt voor het noordwesten van Brabant. Hier resteren er nog slechts enkele, t.w. te Werkendam, Woudrichem en Dussen. Verder vinden we in Gelderland nog de twee wipmolens van Hellouw en de nieuwgebouwde wipmolen in Persingen.

Zoals we reeds zagen in hoofdstuk 5.1 is de standerdmolen het oudste type windmolen. Deze molen is gezien de opbouw slechts geschikt voor het aandrijven van werktuigen die zich in de kast bevinden zoals maalstenen e.d.

In de 15e eeuw ontstond de behoefte aan een werktuig waarmee de bedijkte gronden konden worden ontdaan van het overtollige water. Dit was waarschijnlijk aanleiding de standerdmolen zodanig aan te passen dat hij geschikt werd om er m.b.v. een scheprad water mee naar een hoger niveau op te voeren en zo de landerijen droog te malen.
Daarvoor was het wel nodig dat de kracht en de rotatie van de bovenas werden overgebracht naar de basis van de molen waar het scheprad moest worden geplaatst. Men verving de massieve standerd door een zware houten koker waardoorheen een as, de koningsspil, de draaiende beweging naar beneden kon overbrengen.
Verder is de wipmolen qua vorm nog duidelijk verwant aan de standerdmolen (fig. 5.2.1.1).

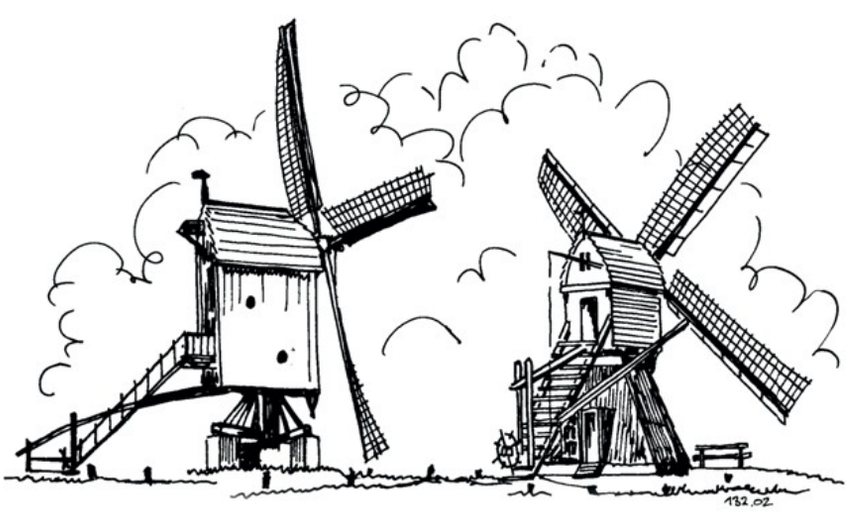


Fig. 5.2.1.1.
Standerdmolen en wipmolen

Als men de wipmolen naast de standerdmolen ziet afgebeeld, valt de afstamming ervan goed op

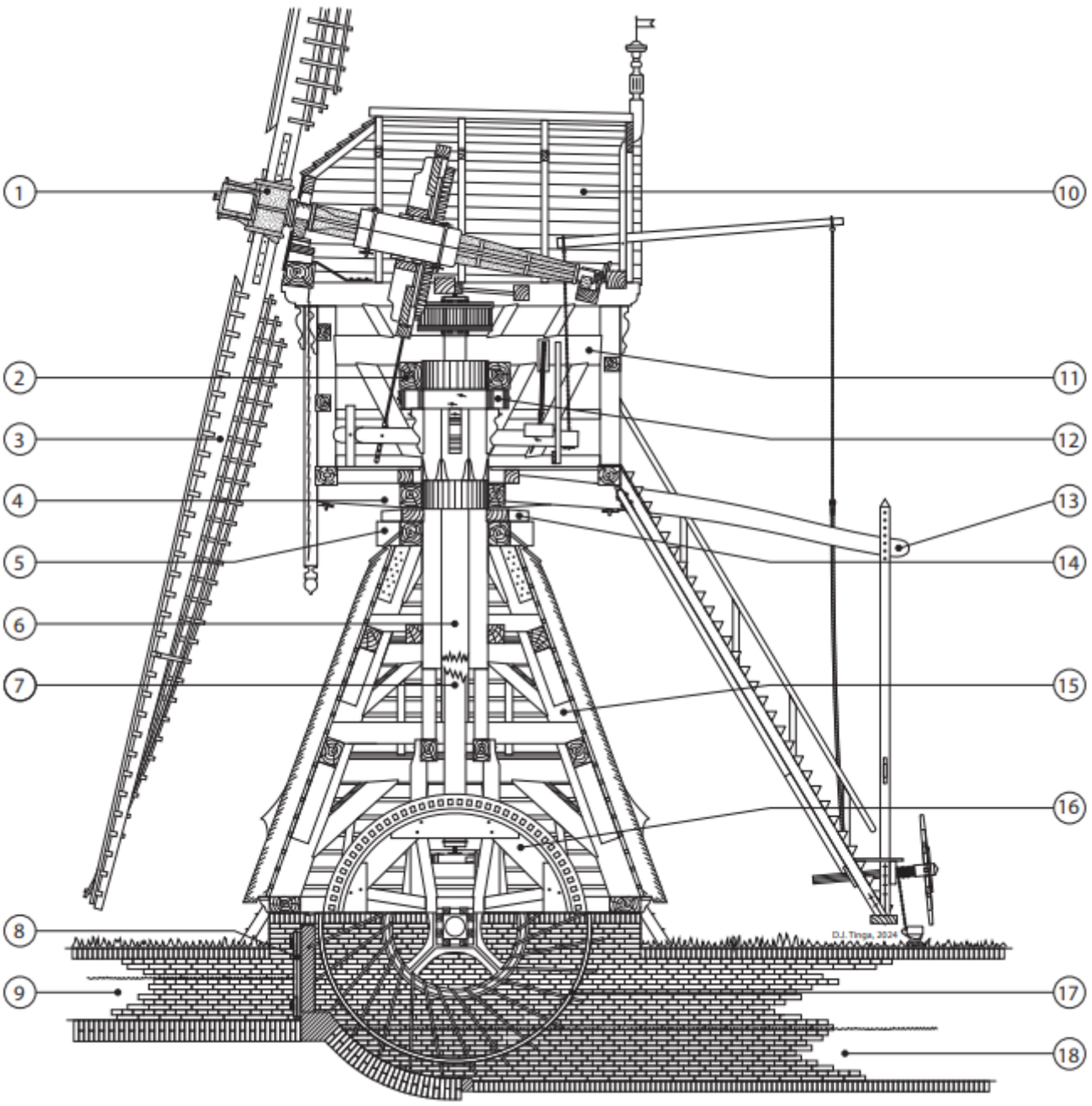


Fig. 5.2.1.2
Doorsnede van een wipmolen

Hoofdonderdelen: de (onder)toren, het (boven)huis, de trap, het wiekenkruis en het scheprad

1. *bovenas*
2. steenburrie
3. gevlucht
4. voegburrie
5. boventafelement
6. koker
7. koningspil
8. wachtdeur
9. voorwaterloop
10. kap
11. steenlijst
12. bovenzetel
13. start(balk)
14. onderzetel
15. torenstijl
16. waterwiel
17. scheprad
18. achterwaterloop

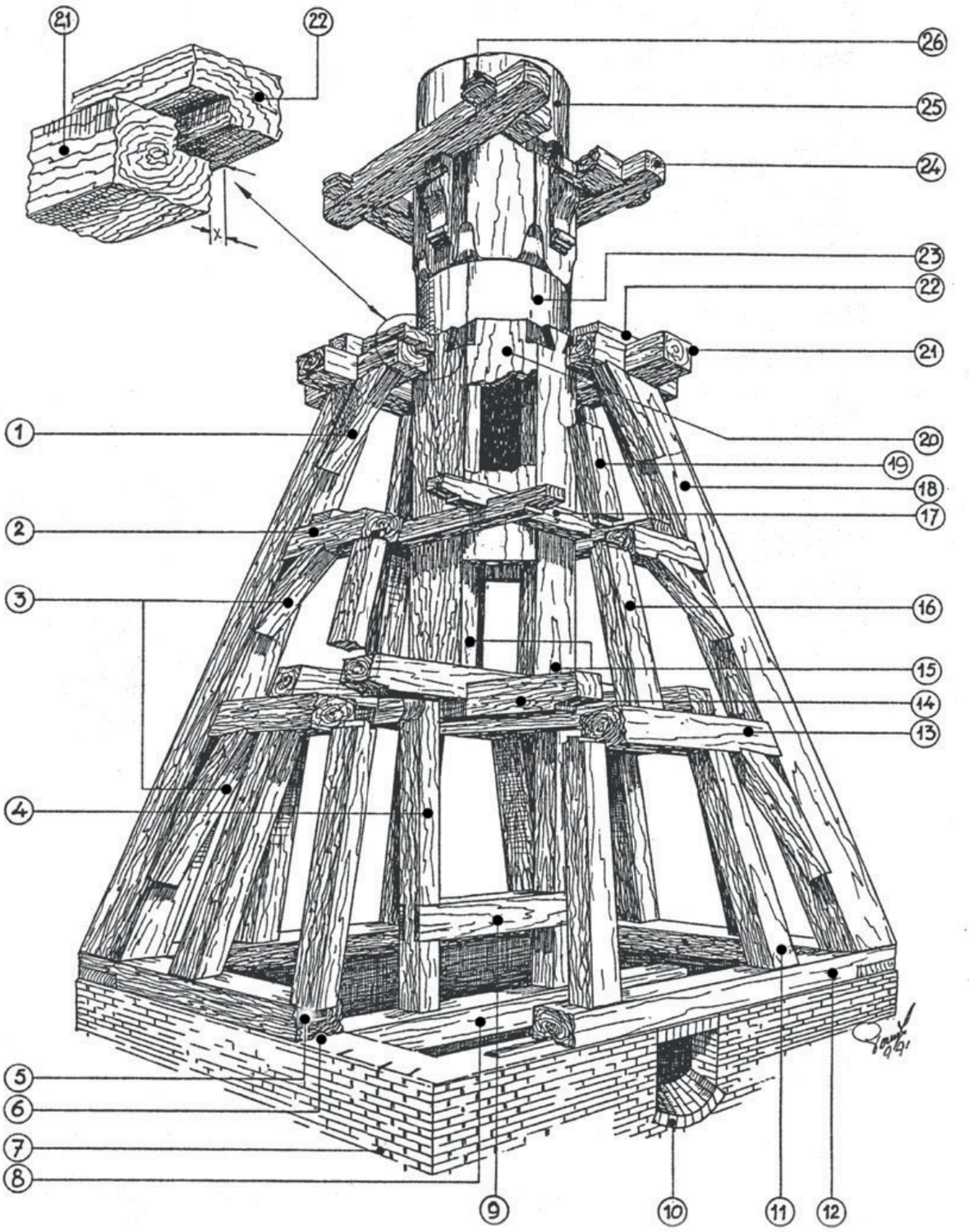


Fig. 5.2.2.1
De (onder)toren

Fig. 5.2.2.1
De ondertoren

1. *hondsoor*
2. *bovenmantelbalk*
3. *korbelen*
4. *schaarstijl*
5. *pen- en gatverbinding*
6. *kalksponning*
7. *veldmuur*
8. *draagbalk*
9. *spilkalf*
10. *waterasgat*
11. *ondermantelstijl*
12. *muurplaat*
13. *ondermantelbalk*
14. *kokerbalk*
15. *kokerstijl*
16. *ondermiddenstijl*
17. *losse kokerbalk*
18. *hoek- of torenstijl*
19. *bovenmiddenstijl*
20. *kokerplank*
21. *boventafelement*
22. *onderzetel*
23. *afgerond kokerdeel*
24. *bovenzetel*
25. *afgeronde kokertop*
26. *dubbele lipverbinding*

Wanneer de wipmolen tot ontwikkeling is gekomen is niet met zekerheid te zeggen maar er zijn reeds vermeldingen van poldermolens uit het eind van de veertiende eeuw bekend. Mededelingen die duidelijk betrekking hebben op wipmolens zijn van latere datum. Zo kennen we bijv. een oorkonde, afgegeven op 13 mei 1430 door Gravin Jacoba van Beieren waarmee een grote wipmolen bij Schoonhoven kon worden gebouwd om de polder Bonrepas te bemalen. Hoewel de wipmolen lijkt op de standerdmolen is de constructie toch sterk afwijkend vooral wat betreft het onderste deel, de ondertoren.

5.2.2 De ondertoren

bovenhuis

De toren, meestal ondertoren genoemd, draagt het bovenhuis en is uiterst stabiel van opbouw. In fig. 5.2.2.1. is te zien hoe zwaar e.e.a. is uitgevoerd. In de beginperiode, dus vroeg in de 15e eeuw werden wipmolens met hun basis koud op de grond gebouwd zonder stenen fundering, met wat stophout onder de meest belaste punten.

veldmuren
fundering
heipalen

Volgen we de opbouw van onderaf dan zien we allereerst de veldmuren. Deze zijn opgetrokken vanaf de fundering, bestaande uit een behoorlijke hoeveelheid heipalen met daarop een zware houten vloer ter breedte van de daarop te plaatsen muren. Vanaf deze vloer worden de veldmuren opgetrokken tot de gewenste hoogte boven het maaiveld. Het metselwerk reikt tot een hoogte variërend tussen 25 en 200 cm boven het maaiveld. In veel gevallen moet men met behulp van een klein trapje over de veldmuren en de muurplaten of het ondertafelement heen stappen om in de molen te kunnen komen. Bij molens met veldmuren hoger dan 75 cm zijn de muurplaten en de veldmuren soms onderbroken zodat de toegangsdeuren op maaiveldhoogte geplaatst kunnen worden.

muurplaten, ondertafelement

Erg hoge veldmuren wijzen in veel gevallen op een in het verleden uitgevoerde verhoging van de molen.

waterloopzijde, binnenkrimpmuur

Aan de waterloopzijde maakt de veldmuur deel uit van de binnenkrimpmuur, hierop komen wij terug in hoofdstuk 11 waarin de poldermolen behandeld wordt. Voor de doorvoer van de wateras naar het scheprad is in de muur het z.g. waterasgat aangebracht. Dit gat komt men in allerlei vormen en formaten tegen. Het is soms zelfs zo groot of zodanig in de muur geplaatst, dat hiervoor de bovenliggende muurplaat moet worden onderbroken of in twee delen of gebogen over het gat moet worden geleid. Een goed voorbeeld hiervan is de wipmolen van Noordeloos (fig. 5.2.2.2).

wateras, scheprad
waterasgat

© Het Gilde van Molenaars

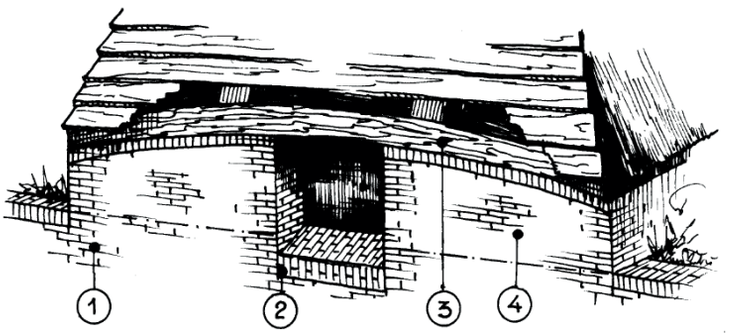


Fig. 5.2.2.2
Waterasgat van de molen van Noordeloos

1. *deel van de waterloopmuur*
2. *waterasgat*
3. *gebogen muurplaat*
4. *veldmuur*

ondertafelement

Op de veldmuren liggen de vier muurplaten, onderling op de hoeken gekoppeld met smeedijzeren roosbouten, samen vormend het ondertafelement. Bij de grotere wipmolens ontbreekt een verankering tussen het muurwerk en het ondertafelement. Bij enkele kleinere molens is de onderzijde van

kalksponning

het ondertafelement voorzien van een halfronde kalksponning. Met deze kalksponning wordt het zijwaarts wegschuiven van de muurplaten voorkomen (fig. 5.2.2.1).

hoekstijlen, torenstijlen

Op de hoeken van het ondertafelement zijn de vier hoek- of torenstijlen met pen en gat geplaatst, aan de bovenzijde op dezelfde wijze verbonden met het

boventafelement

boventafelement. Om de verticaal gerichte druk te kunnen weerstaan en het geheel de nodige stijfheid te geven is nog een aantal balken tussen de hoekstijlen aangebracht. Voor het dwarsverband zijn de hoek- of torenstijlen met elkaar

ondermantelbalken, bovenmantelbalken

verbonden door de ondermantelbalken en de bovenmantelbalken. Tegen het schranken zijn onder de mantelbalken en tegen de hoekstijlen korbelen aangebracht.

ondertoren

Per zijde van de ondertoren zijn de volgende stijlen aangebracht: tussen de muurplaten en de ondermantelbalken staan twee mantelstijlen, daarboven tussen de onder- en bovenmantelbalken en het boventafelement staan nog

onder- en bovenmiddenstijl

de onder- en bovenmiddenstijlen. Ter vergroting van het draagvlak van de hoekstijlen voor het boventafelement zijn in de hoeken, waar de hoekstijlen

hondsoren of hondshoofden

het tafelement ontmoeten nog twee zware hondsoren of hondshoofden aangebracht.

kokerbalken
losse kokerbalken

Voor plaatsing van de koker liggen kruislings op de ondermantelbalken vier kokerbalken, twee aan twee over en in elkaar gewerkt. Op de bovenmantelbalken liggen, op dezelfde wijze, de losse kokerbalken.
De eerstgenoemde kokerbalken hebben de functie de koker te dragen terwijl de losse kokerbalken zijwaarts steun verlenen. Hiermee is de ondertoren bijna

draagbalk of draagmuur

compleet. We missen echter nog de draagbalk of draagmuur die precies midden door en onder in de molen ligt met de koppen ingelaten in de veldmuren.

schaargebint
schaarstijlen, spilkalf

Tussen deze draagbalk en/of -muur en de kokerbalken staat het schaargebint, bestaande uit twee zware schaarstijlen met daartussen het horizontaal liggende spilkalf.
Hoewel dit niet hun directe taak is dragen de schaarstijlen in de praktijk voor een deel het gewicht van de koker met daarbij de last van het bovenhuis, dat

koningsspil

daarop rust (fig. 5.2.2.3). Hun eigenlijke taak is het dragen van het gewicht van de koningsspil. Op het spilkalf ligt, ondersteund door twee of drie neuten, de wervel. Dit is een aan één zijde om een pen draaibare balk waarin de lagering staat opgesteld voor de genoemde spil (fig. 11.4.3.1 & 2).
Met behulp van deze wervel kan de molen uit het werk gezet worden.

© Het Gilde van Molenaars

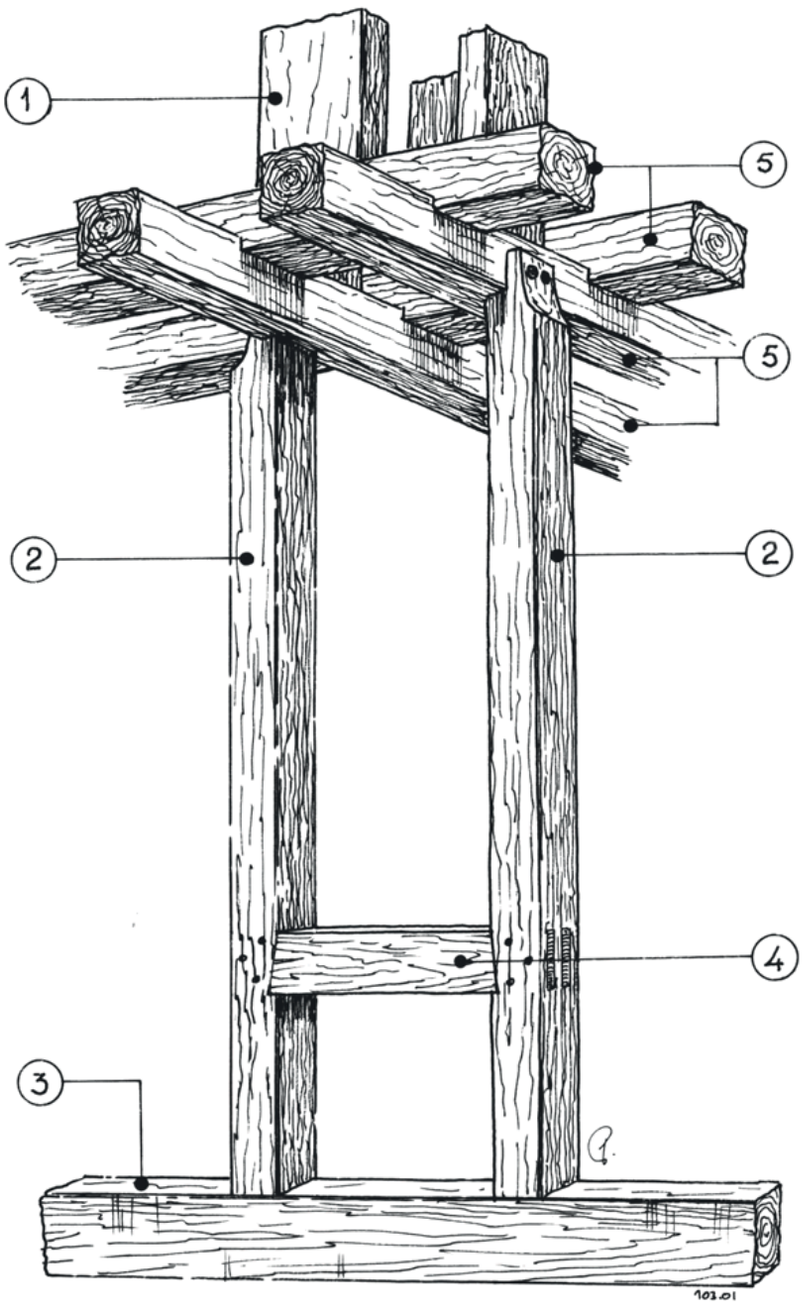


Fig. 5.2.2.3
Het schaargebint

1. *kokerstijl*
2. *schaarstijl*
3. *draagbalk*
4. *spilkalf*
5. *kokerbalken*

koker

zware kokerstijlen
vulstukken of kokerplanken

spijlbanden, knuppelstroppen

De ondertoren is pas geheel compleet als ook de achthoekige koker is geplaatst. Betreft het een grote wipmolen dan is de koker opgebouwd uit vier zware kokerstijlen met daartussen, om de achtkante vorm compleet te maken, vier lichter uitgevoerde vulstukken of kokerplanken. De gehele koker wordt bijeengehouden m.b.v. zware smeedijzeren spijkers en een aantal smeedijzeren spijlbanden of knuppelstroppen.
De kokerstijlen staan aan de onderzijde met pennen in de kokerbalken, terwijl de vulstukken niet verder doorlopen dan tot net onder de losse kokerbalken.
Bij sommige kleine wipmolens is de koker opgebouwd uit acht kokerplanken (fig. 5.2.2.4).

© Het Gilde van Molenaars

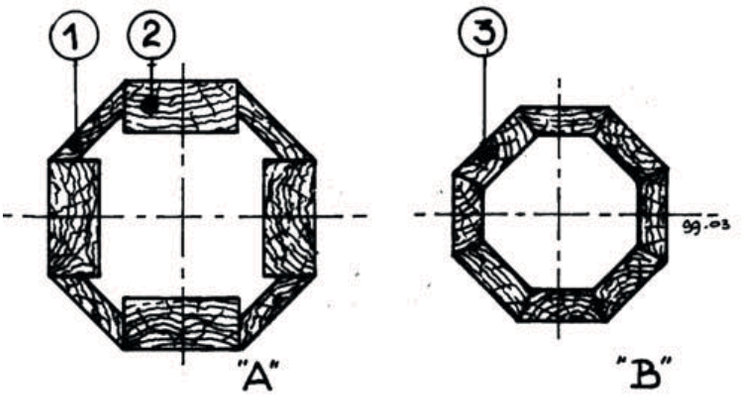


Fig. 5.2.2.4
Doorsnede van twee kokers

A. voor een zware wipmolen
B. voor een lichte wipmolen
1. *vulstuk of kokerplank*
2. *kokerstijl*
3. *kokerplank*

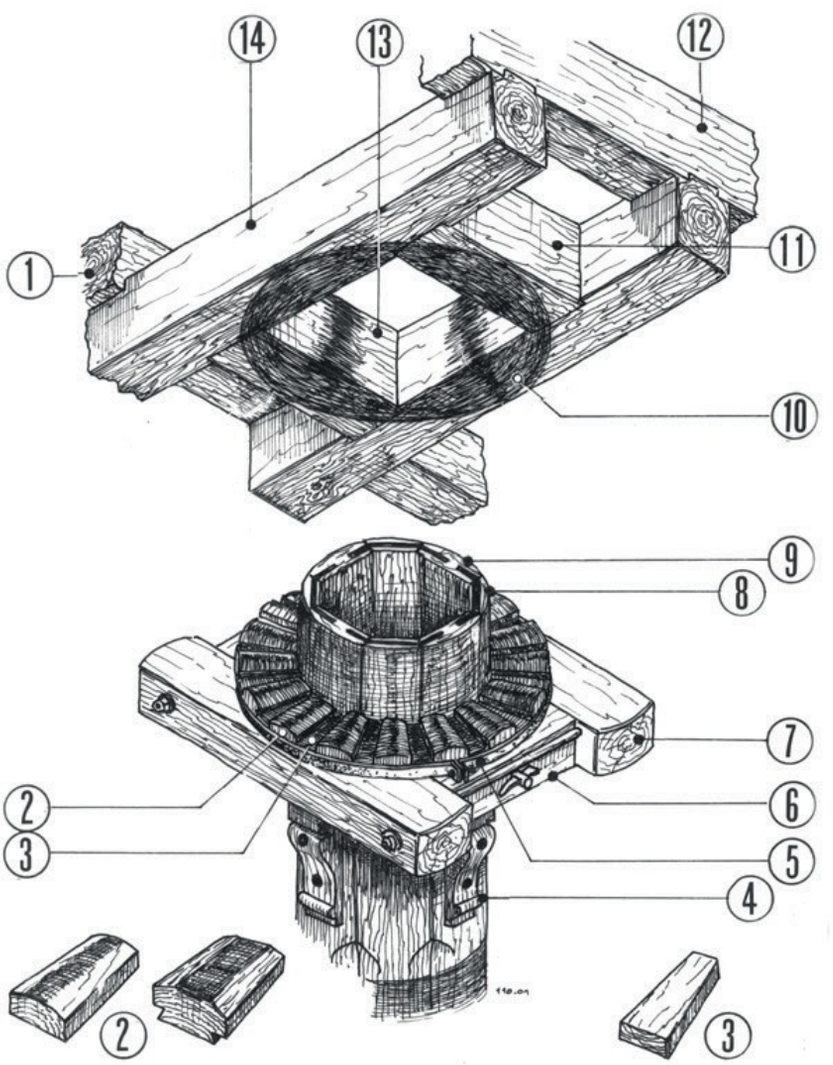


Fig. 5.2.2.5
Bovenzetel met steenburrie

1. *steenlijst*
2. *neuten*
3. *vulstukken*
4. *console*
5. *klemring*
6. *kalf van de bovenzetel*
7. *bovenzetelbalk*
8. *kokerplank*
9. *kokerstijl*
10. *wrijvingsvlak bovenzetel*
11. *kalf*
12. *steenlijst*
13. *kalf*
14. *steenburriebalk*

© Het Gilde van Molenaars

De koker is aan de bovenkant en het deel net boven de onderzetel over een lengte van ongeveer 50 à 60 cm afgerond. Op deze plaatsen draaien rond de koker resp. de steenburrie en de voegburrie van het bovenhuis. Direct onder

bovenzetel

het bovenste afgeronde deel is om de koker de bovenzetel aangebracht (fig. 5.2.2.5). De vier zetelbalken zijn met dubbele pen- en gatverbindingen samengevoegd.

zwaluwstaartverbindingen

Tegen het naar beneden drukken, onder invloed van het gewicht van het bovenhuis, is de zetel aan de vier binnenzijden met zwaluwstaartverbindingen

consoles

in de koker vastgezet, daarbij nog ondersteund met consoles van een behoorlijk formaat.

onderzetel

De onderzetel is ook met zwaluwstaartverbindingen om de koker bevestigd, maar deze zetel rust tevens op en in het boventafelement (fig. 5.2.2.6). Ook net boven de onderzetel is de koker rond gemaakt.
De ondertoren van grote wipmolens is doorgaans voor bewoning ingericht.

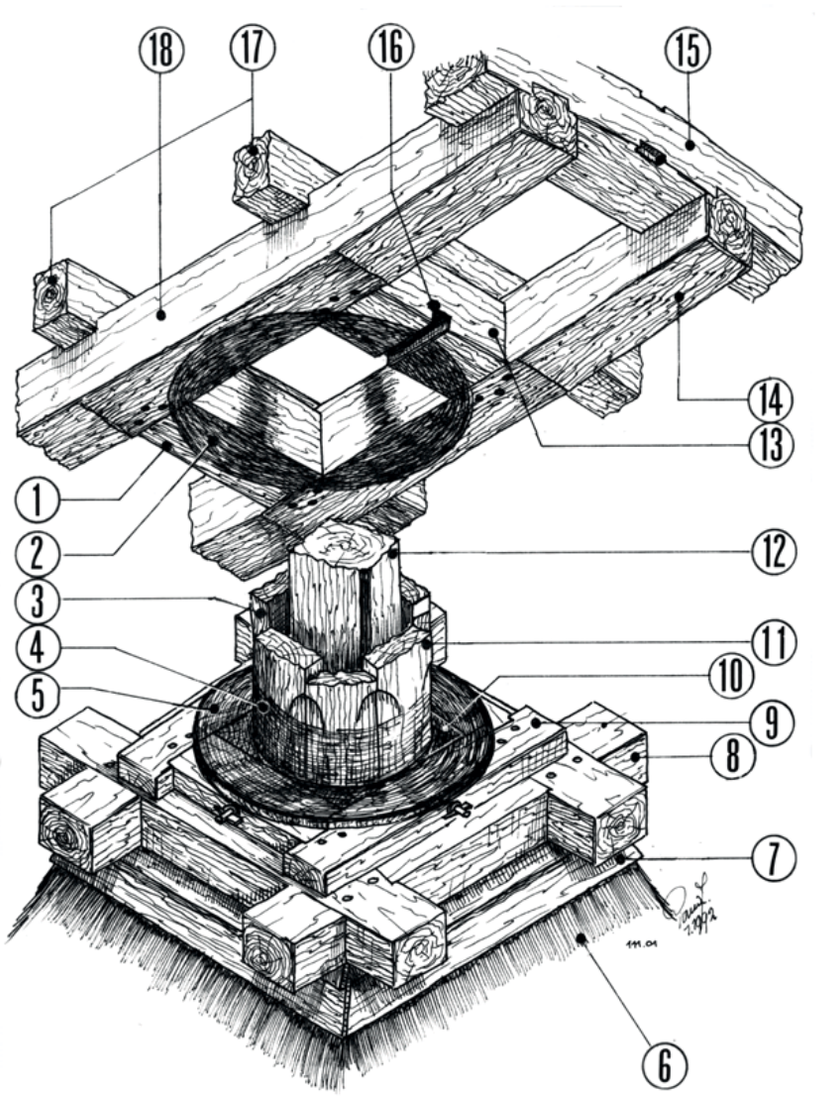


Fig. 5.2.2.6
Onderzetel met voegburrie

1. *kalf*
2. *wrijvingsvlak onderzetel*
3. *kokerplank*
4. *wrijvingsvlak voegburrie*
5. *draagvlak voegburrie*
6. *rietdek van de ondertoren*
7. *waterbord*
8. *boventafelement*
9. *onderzetel*
10. *vulstuk*
11. *kokerstijl*
12. *koningsspil*
13. *kalf*
14. *voegburriebalk*
15. *voorzomer*
16. *smeergat*
17. *middenzomers*
18. *voegburriebalk*

5.2.3 Het bovenhuis

(boven)huis

Het huis, vaak bovenhuis of kop genoemd is een rechthoekige kast met daarop een tonvormig dak (fig. 5.2.3.1). Voor de vereiste stijfheid in de constructie is het geheel uit nogal zware stijlen en balken opgebouwd in verhouding tot de afmeting. Dit is nodig i.v.m. de grote krachten die op het bovenhuis worden uitgeoefend tijdens het malen, maar vooral tijdens het vangen van de molen.

voegburriebalken
kalven

Onder het bovenhuis bevinden zich over de volle lengte twee voegburriebalken, onderling verbonden door twee korte dwarsbalken, de kalven. Ze vormen een vierkant raamwerk dat rondom de koker past. Het aldus verkregen raamwerk, de voegburrie, rust op de onderzetel. Iets hoger in het bovenhuis bevinden zich over de volle breedte twee steenburriebalken. Deze zijn eveneens d.m.v. twee kalven met elkaar verbonden. Ook dit samenstel, de steenburrie, past rond de koker maar rust op de bovenzetel (fig. 5.2.3.1 & fig. 5.2.2.5).

voegburrie
steenburriebalken
steenburrie

neuten

Tijdens het kruien schuift het gehele bovenhuis met inhoud d.m.v. deze burries over beide zetels en draait rond de koker. Daarbij is het van belang dat de bovenzetel ongeveer 2/3 deel van het totale gewicht te dragen krijgt. Naarmate, b.v. door ouderdomsverschijnselen, de steenburriebalken doorzakken krijgt de onderzetel meer gewicht te dragen waardoor de molen steeds zwaarder gaat kruien. Dit kan ondervangen worden door het aanbrengen van neuten op de ring van de bovenzetel. Hiermee wordt de gewichtsverdeling tussen beide zetels weer tot de juiste verhouding teruggebracht (fig. 5.2.2.5).

zomers
middenzomer
achterzomer

De basis van het bovenhuis wordt verder gevormd door de vier zomers die op de voegburriebalken liggen, t.w. de voorzomer, de twee middenzomers en de achterzomer. De achterzomer, tweemaal zo lang als de overige zomers, steekt aan weerszijden buiten het bovenhuis uit ter bevestiging van de trapschoren.

5.2.3.a De zijbinten

steenlijsten

Op de uiteinden van de steenburriebalken rusten de steenlijsten. Daaraan hangt het grootste deel van het gewicht van het bovenhuis. Ze zijn daarom zwaar uitgevoerd.
Om een goede gewichtsverdeling in de lengterichting van het bovenhuis te krijgen liggen de steenlijsten uit het midden op de steenburriebalken. De afstand tot de voorkant, het stormbint, is korter omdat aan die zijde het zware gevlucht hangt. Op oude wipmolens zijn de steenlijsten en de steenburriebalken zichtbaar krom gedrukt onder invloed van het gewicht van het bovenhuis dat er al jarenlang op rust.

hoekstijlen

waterlijsten, middenregels
daklijsten

ojief

Aan de steenlijsten zijn op de uiteinden de hoekstijlen bevestigd die tevens steun vinden op de voor- en achterzomer. Onderaan worden de hoekstijlen met elkaar verbonden door de waterlijsten en daarboven door de middenregels. Op de hoekstijlen liggen links en rechts de daklijsten die zowel aan de voor- als aan de achterzijde buiten het bovenhuis uitsteken. Ze zijn dus van buitenaf zichtbaar. Meestal zijn ze sierlijk afgewerkt met een ojief en in afwijkende kleuren geschilderd. Onder de overstekende delen van de daklijsten zijn ter vergroting van het draagvlak van de hoekstijlen in vele gevallen nog fraai gevormde consoles aangebracht. Tussen de genoemde horizontaal geplaatste balken zijn de zijbinten verder verstevigd met middenstijltjes en weegbanden.

middenstijltjes, weegbanden

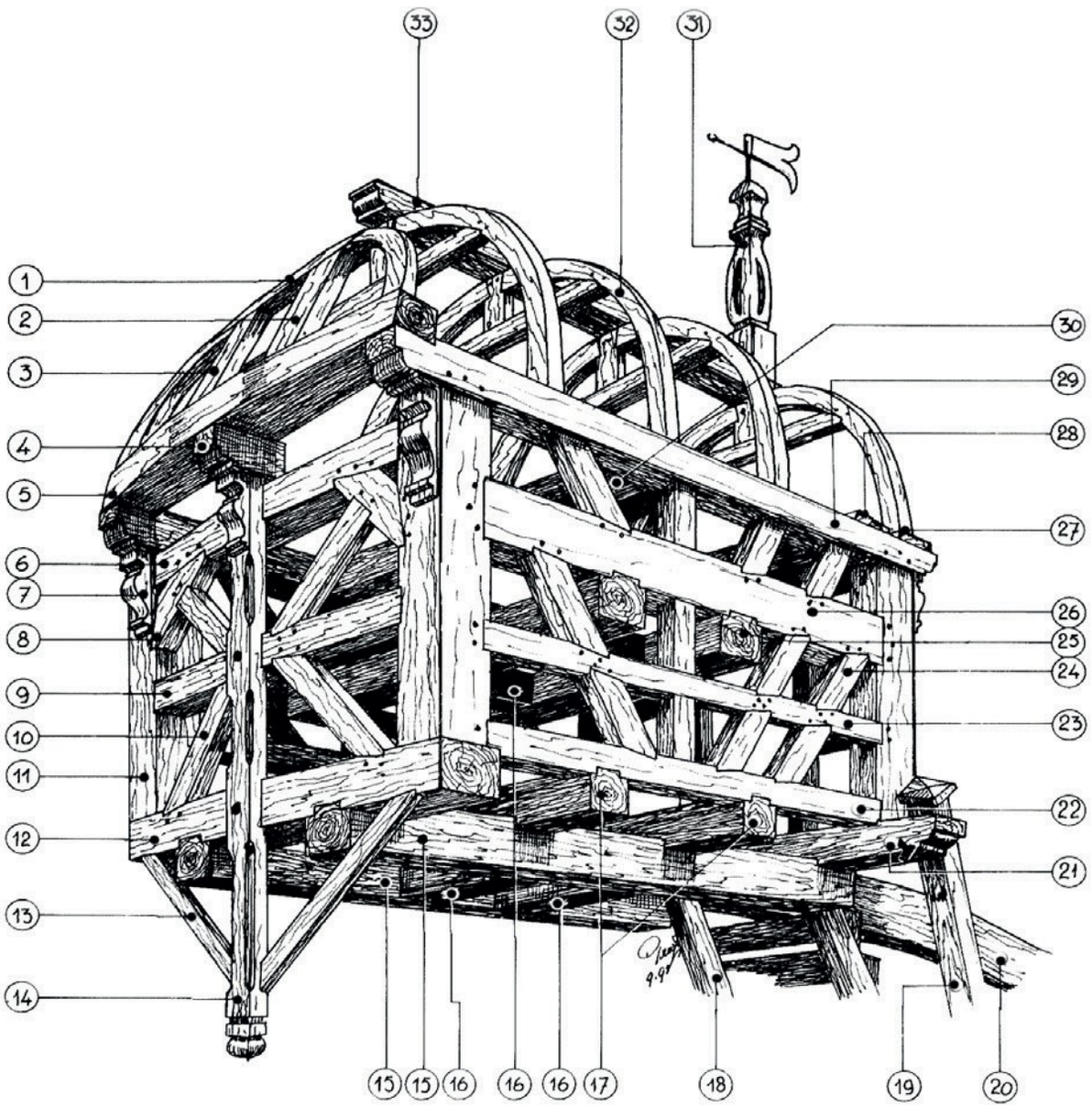


Fig. 5.2.3.1
Het bovenhuis

1. *keuvelensbalk*
2. *weerstijl*
3. *keerstijl*
4. *blokkeel*
5. *windpeluw*
6. *tempelbalk*
7. *console*
8. *korbeel*
9. *midden- of kruisbalk*
10. *kruisschoor*
11. *hoekstijl*
12. *voorzomer*
13. *baardschoor*
14. *borstnaald*
15. *voegburriebalk*
16. *kalf*
17. *middenzomers*
18. *trapboom*
19. *trapschoor*
20. *staartbalk*
21. *achterzomer*
22. *waterlijst*
23. *regel*
24. *weegbanden*
25. *steenburriebalk*
26. *steenlijst*
27. *wolfsbalk*
28. *penbalk*
29. *daklijst*
30. *bus- of ijzerbalk*
31. *makelaar*
32. *kapspant*
33. *vorsthout*

© Het Gilde van Molenaars

5.2.3.b Het stormbint

stormbint
hoekstijlen

De voorzijde van het bovenhuis wordt het stormbint genoemd. Het wordt gevormd door de twee voorste hoekstijlen, die aan de uiteinden van de steenlijsten bevestigd zijn en op de voorzomer staan. Bijna bovenaan en halverwege worden deze hoekstijlen met elkaar verbonden door de tempelbalk en de middenbalk of kruisbalk. Verticaal over het midden van het gebint hangt de borstnaald. De borstnaald is op de genoemde balken vastgezet met kepen en zware spijlbouten en wordt ter weerszijden van het onder de zomer uitstekende deel nog geschoord m.b.v. twee baardschoren. Op de top van de borstnaald ligt ter ondersteuning van de windpeluw een blokkeel ter dikte van de daklijsten. De borstnaald is verder vaak aan de kanten verfraaid met brede velgkanten en onderaan met een eikel.

tempelbalk
middenbalk, kruisbalk
borstnaald
spijlbouten
baardschoren
blokkeel
eikel

korbelen
kruisschoren

Versteviging tegen schranken van het stormbint verkrijgt men door het aanbrengen van korbelen in de hoeken tussen de hoekstijlen en de tempelbalk en verder met kruisschoren of weegbanden, diagonaalsgewijs tussen de horizontale balken en de korbelen. De positie van deze weegbanden kan per streek verschillen.

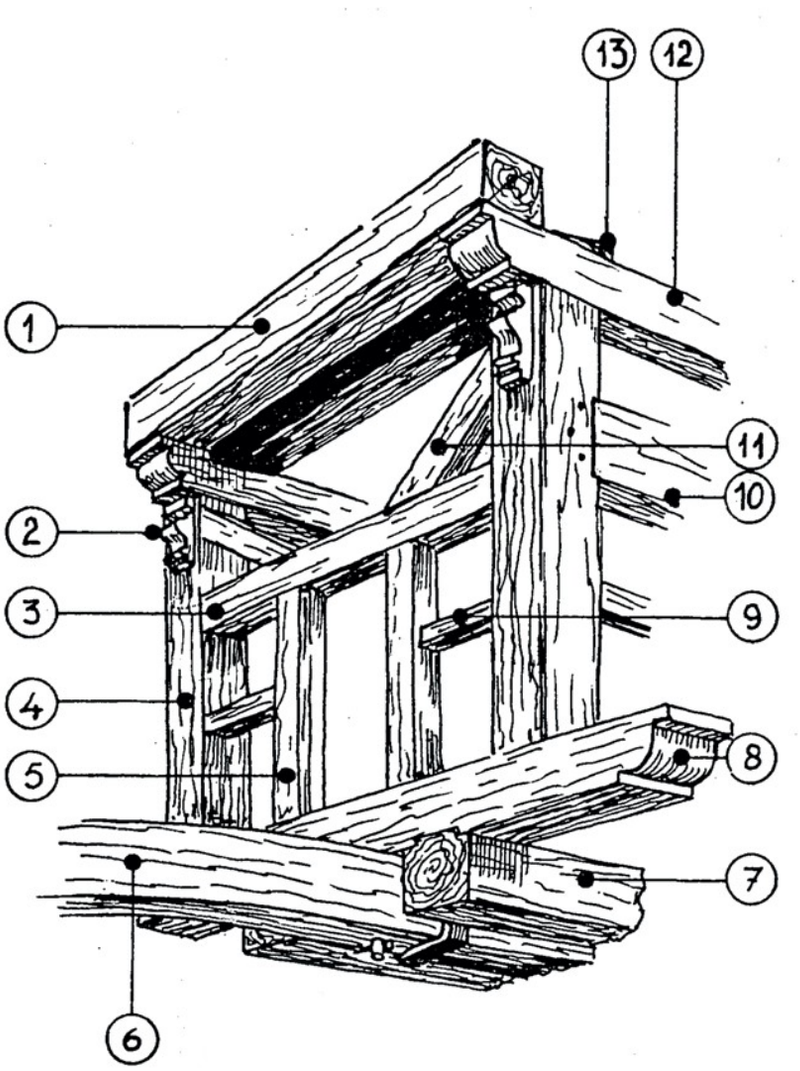


Fig. 5.2.3.2
Het trapbint

1. *wolfsbalk*
2. *console*
3. *balk boven de deur*
4. *hoekstijl*
5. *deurstijl*
6. *staartbalk*
7. *voegburriebalk*
8. *achterzomer*
9. *dwarsregel*
10. *steenlijst*
11. *korbeel*
12. *daklijst*
13. *penbalk*

© Het Gilde van Molenaars

5.2.3.c Het trapbint

trapbint
achterste hoekstijlen

deurbalk
deurstijlen
dwarsregel

De achterzijde van het bovenhuis wordt het trapbint genoemd naar de trap die daaraan bevestigd is. Het wordt gevormd door de twee achterste hoekstijlen die aan de steenlijsten hangen en op de achterzomer staan. Een horizontale deurbalk verbindt de hoekstijlen, gesteund door twee naar boven gerichte korbelen. Onder de deurbalk staan twee deurstijlen die beide aan de zijkant worden gesteund door een (korte) dwarsregel. Vergeleken met het stormbint is het trapbint veel lichter uitgevoerd omdat hierop minder zware krachten worden uitgeoefend.

5.2.3.d Balken op of tussen de daklijsten

wolfsbalk
penbalk

Boven het trapbint ligt op de daklijsten de wolfsbalk (fig. 5.2.3.3). Deze balk koppelt als eerste de twee daklijsten. Direct daarvoor ligt de penbalk op en/ of tussen de daklijsten. De penbalk is zowel in de lengte- als de breedterichting verstelbaar.
Middenin de penbalk die vaak in het midden naar beneden toe is doorgebogen, is een ruimte uitgespaard t.b.v. het penlager voor de bovenas (fig. 5.2.3.4).

ijzerbalk, busbalk

Ongeveer in het midden op de daklijsten bevindt zich de ijzer- of busbalk. Deze is verstelbaar – net als de penbalk – om het stellen van de koningsspil mogelijk te maken. In het midden van deze ijzerbalk is een ruimte uitgespaard voor de neuten van het taplager van de koningsspil.

windpeluw

Tenslotte ligt boven het stormbint op de uiteinden van de daklijsten de windpeluw (fig. 5.2.3.1). Midden op de windpeluw, op het steenbed, ligt het halslager voor de bovenas. Hierop rust ongeveer 90% van het gewicht van de as en het gevlucht. Om dat gewicht te kunnen dragen is de windpeluw zeer zwaar uitgevoerd en wordt hij in het midden tegen doorbuigen ondersteund door het blokkeel op de borstnaald. Via deze borstnaald dragen dus tevens de tempelbalk, middenbalk en voorzomer de zware as en het gevlucht.

koppel-of trekbalk

trekstang

In grotere bovenhuizen bevindt zich voor de penbalk nog een koppel- of trekbalk. Deze vangt de naar buiten gerichte krachten op die veroorzaakt worden door het vastwiggen van zowel de pen- als de ijzerbalk. Voor dat doel wordt dikwijls ook nog een lange trekstang aangebracht parallel aan de koppelbalk en gestoken door de beide daklijsten.

5.2.3.e De kap

voorkeuvelens

vorsthout, vorstbalk
kleedhout
waaispant

Over dit alles heen staat de kap bestaande uit een aantal spanten en het voorkeuvelens (fig. 5.2.3.1). Naargelang de streek waar de molen werd gebouwd is de vorm van de kap nagenoeg ton- of uivormig. In het laatste geval is de ronding iets breder dan het bovenhuis zelf. De spanten worden aan de bovenzijde onderling verbonden met het vorsthout of de vorstbalk.
Het achterste spant is niet binnen het kleedhout geplaatst, maar erbuiten. Het is dus van buitenaf zichtbaar en wordt het waaispant genoemd. Het spant is vaak sierlijk gevormd en in een afwijkende kleur geschilderd.

© Het Gilde van Molenaars

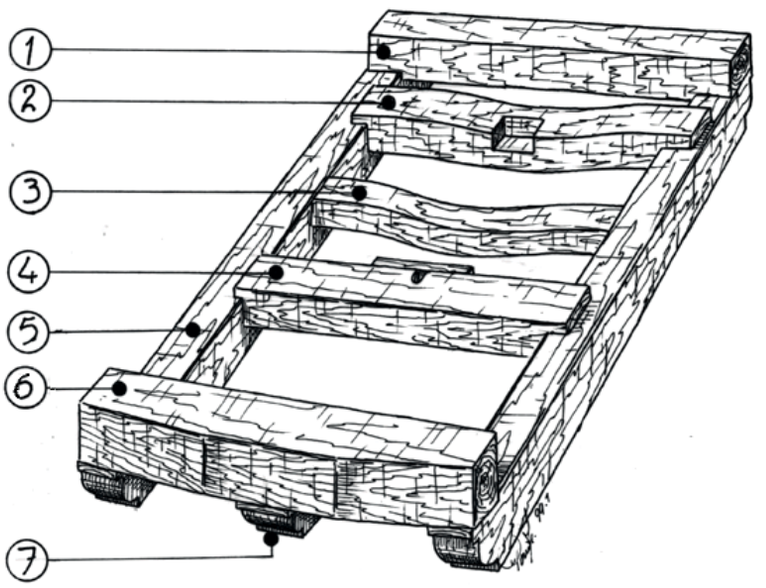


Fig. 5.2.3.3
Balken op en tussen de daklijsten

1. *wolfsbalk*
2. *penbalk*
3. *koppel- of trekbalk*
4. *busbalk, ijzerbalk*
5. *daklijst*
6. *windpeluw*
7. *blokkeel*

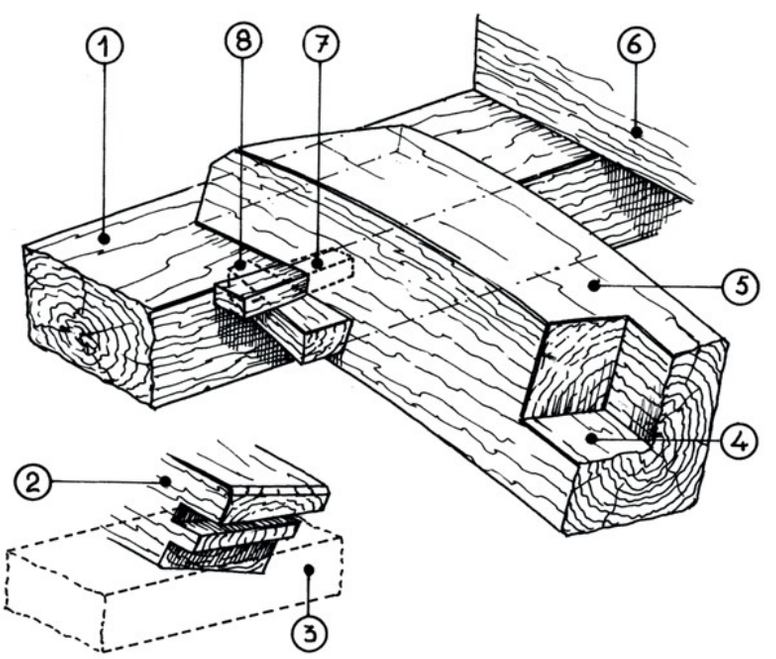


Fig. 5.2.3.4
Oplegging penbalk

1. *daklijst*
2. *kop van de penbalk*
3. *daklijst*
4. *kast voor de pensteen*
5. *penbalk*
6. *wolfsbalk*

7 en 8 stelwiggen

keerstijl, weerstijl hoekstijltjes

Aan de voorzijde staat, licht achterover hellend, op de windpeluw het voorkeuvelens. Dit keuvelens wordt gevormd door de keer- en de weerstijl en de hoekstijltjes die op de uiteinden van de windpeluw staan. De laatstgenoemden hebben dezelfde kromming als de kap. De keerstijl wordt nog gesteund door een klein schoortje of korbeeltje. De weerstijl is in de meeste gevallen uitneembaar

© Het Gilde van Molenaars

keuvelensbalk
wolfsdak

gemaakt om het inbrengen of uitnemen van de bovenas mogelijk te maken. De keer- en weerstijl worden aan de bovenkant verbonden door de keuvelensbalk. Boven deze balk staat nog het sterk achterover hellende wolfsdak, puntig uitlopend tot onder de nok- of vorstbalk. Tegen het einde van de vorstbalk staat de makelaar, een veelal fraai bewerkte stijl van een behoorlijk formaat. Op de makelaar staat tot slot vaak een eveneens fraai uit metaal gesneden windvaan.

makelaar
windvaan

5.2.4 De staart

staartbalk

De belangrijkste balk van de staartconstructie is de staartbalk (fig. 5.2.4.1). Het is een licht 'S'-vormige balk, opgehangen aan de achterzomer van het bovenhuis met een zware beugel of met een spijlbout door de achterzomer (fig. 5.2.3.2). Het voorste einde steekt met een zware pen in het achterste kalf van de voegburrie. Schuin naar beneden hangen, vanaf de achterzomer van het bovenhuis, de twee trapbomen. Aan de onderzijde worden ze gekoppeld door de slof, een houten blok van fors formaat. De traptreden zelf kan men in verschillende uitvoeringen tegenkomen.

trapbomen
slof, traptreden

hangbomen
roosbouten

De trap wordt in de gewenste schuine stand gehouden door twee hangbomen die achter aan de staartbalk hangen. Aan de onderzijde zijn ze met roosbouten vastgezet op de slof. De ophanging aan de bovenzijde is verstelbaar gemaakt om bij het doorzakken van de staartbalk de slof vrij te houden van de grond. Daar de staart dient voor het kruien van de molen werken er zijwaarts gerichte krachten op. Om deze krachten op te vangen zijn er vanaf de uiteinden van de achterzomer twee trapschoren (meestal kruislings) tegen de trapbomen aangebracht.

trapschoren

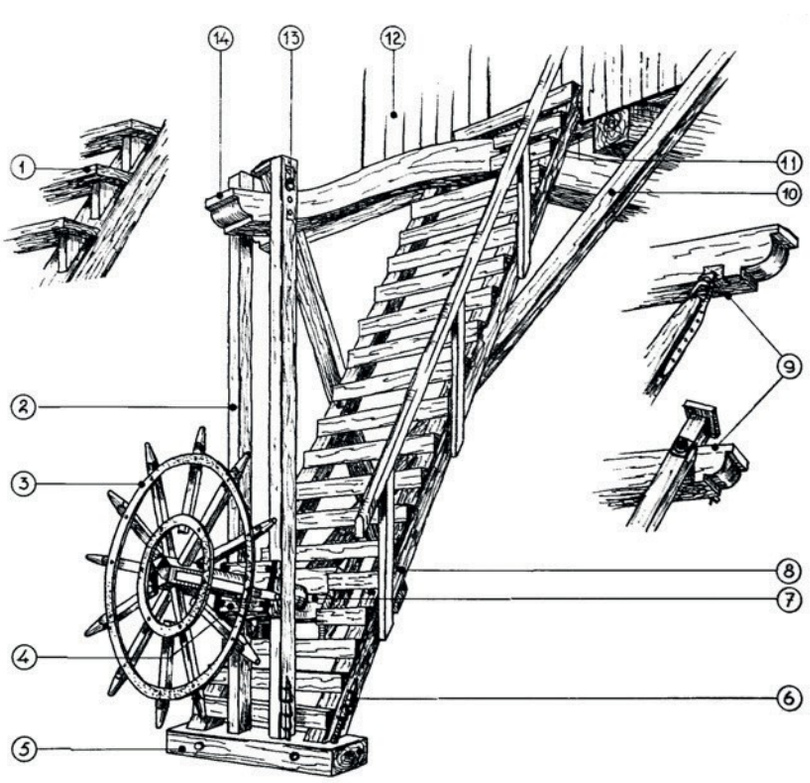


Fig. 5.2.4.1
De staart met trap

1. *traptrede*
2. *hangbomen*
3. *kruirad*
4. *voorbril*
5. *slof*
6. *roosbout*
7. *achterbril*
8. *trapboom*
9. *bevestiging trapschoor*
10. *trapschoor*
11. *achterzomer*
12. *bovenhuis*
13. *stelbout*
14. *staartbalk*

© Het Gilde van Molenaars

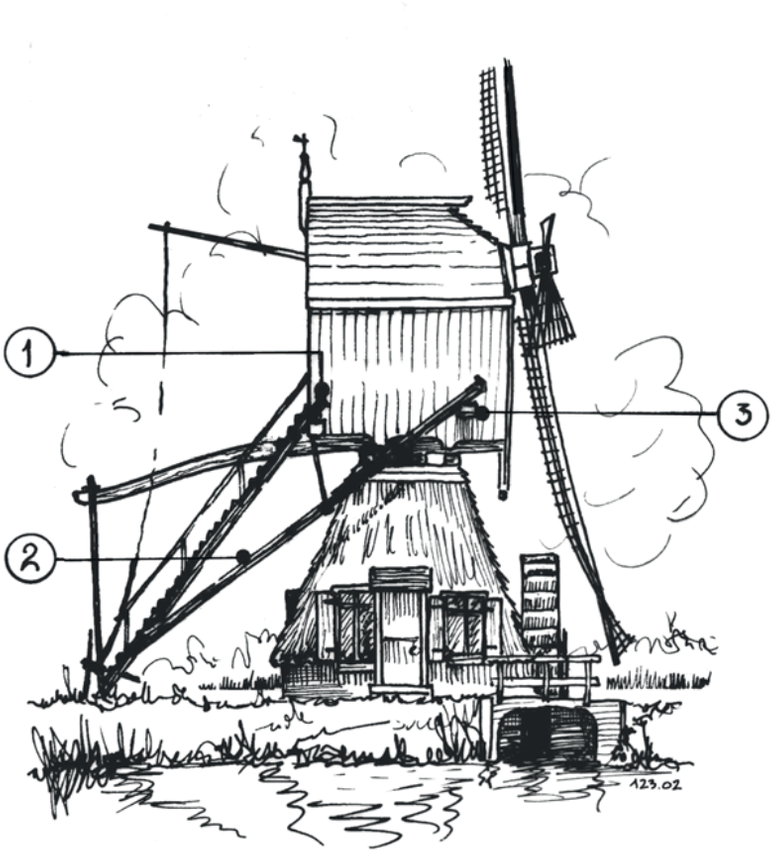


Fig. 5.2.4.2
Wipmolen met lange schoren

1. *korte schoor, trapschoor*
2. *lange schoor*
3. *spruitbalk*

lange schoren

Op een aantal Zuid-Hollandse wipmolens kan men naast de reeds genoemde trapschoren ook nog lange schoren aantreffen. Deze lopen vanaf de onderzijde van de trap naar een door het bovenhuis gestoken spruit (fig. 5.2.4.2).
De trap is hiermee nog niet compleet. Zowel tussen de trapbomen als tussen de hangbomen zijn blokken hout bevestigd met daarin uitgespaard een rond gat, de voor- en achterbril genoemd. In deze brillen draait de munnik van het kruiwiel of kruirad. In de Alblasserwaard en omstreken is links naast de trap vaak nog een z.g. kruibank aangebracht. Dit is een eenvoudig houten bordesje, ongeveer ter hoogte van de munnik van de kruihaspel (fig. 5.2.4.3).

voorbril, achterbril
munnik, kruiwiel, kruirad
kruibank

5.2.5 Speciale uitvoeringen

wipkorenmolen

De wipmolen is niet alleen gebruikt voor het bemalen van polders. Er zijn ook wipmolens gebruikt voor het malen van granen en als zaagmolen voor het kleinere houtwerk. De hiervoor gebruikte wipmolens werden nieuw gebouwd of gemaakt van een afgedankte poldermolen. Zo is korenmolen ‘Nieuw Leven’ in Hazerswoude een voormalige poldermolen. Bijzonder is dat deze molen een stelling heeft en verder geheel compleet en maalvaardig is. De tweede nog bestaande wipstellingmolen is ’t Haantje’ in Weesp.

wipstellingmolen

grondzeiler

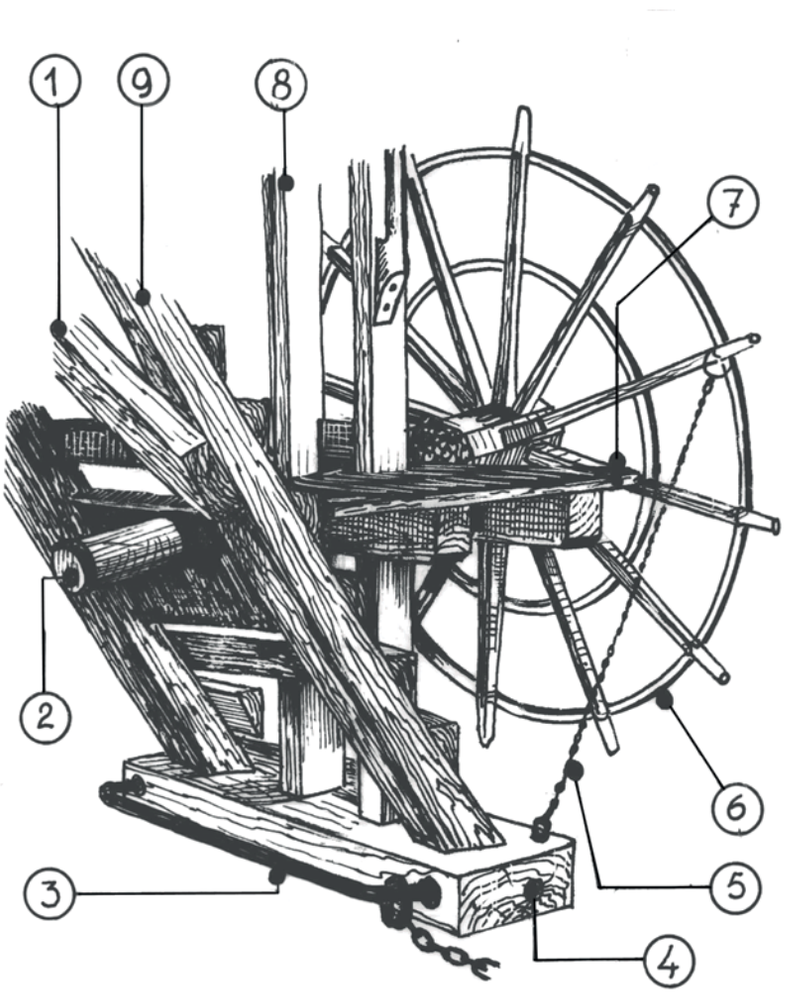
Sinds 2015 kent ons land ook weer een wipkorenmolen uitgevoerd als grondzeiler. Dit is de nieuwgebouwde ‘Thornsche Molen’ in Persingen (Gld) Deze wipkorenmolen is uitgevoerd als grondzeiler dus zonder stelling, te vergelijken met een gewone wipmolen maar dan gebouwd op anderhalf tot twee

© Het Gilde van Molenaars

meter hoge muren. De constructie van zowel het bovenhuis als de ondertoren is nagenoeg identiek aan die van de wipmolen voor bemaling van polders. De ruimte voor het spoorwiel en de steenrondsels is echter beperkt. De hierbij gevoegde doorsneden geven een duidelijk beeld (fig. 5.2.5.1).

Fig. 5.2.4.3
Staart met kruibank

1. *trapschoor*
2. *munnik*
3. *overloop met bezetketting*
4. *slof*
5. *spaakkettinkje*
6. *kruiwiel of kruirad*
7. *kruibank*
8. *hangboom*
9. *trapboom*



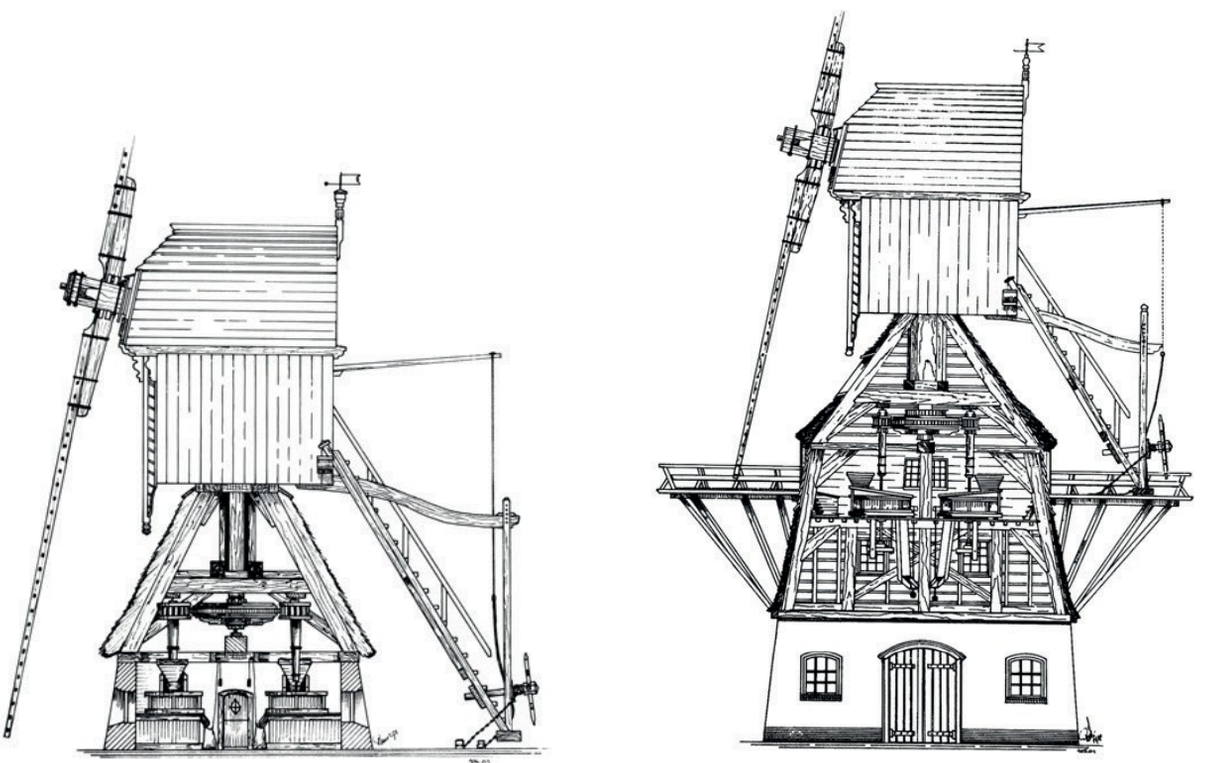


Fig. 5.2.5.1
Twee typen wipkorenmolens
Links een grondzeiler en rechts een wipstellingmolen

5.3 DE PALTROK

5.3.1 Inleiding

De paltrok behoort, evenals de standerd- en de wipmolen, tot de vierzijdige ('vierkante') molens. Vanaf zijn ontstaan is dit type in Nederland uitsluitend gebruikt als houtzaagmolen. Op het eind van de 16e eeuw construeerde Cornelis Cornelisz. van Uitgeest de eerste molen die op windkracht hout kon zagen. Tot dan toe gebeurde dit in Nederland met handkracht, een tijdrovend en zwaar werk. Een molen waarin Cornelis Cornelisz zijn vindingen had toegepast kwam in 1596 terecht in Zaandam en kreeg daar de naam 'Het Juffertje'. Daar werd hij belangrijk verbeterd en vergroot en groeide hij tenslotte uit tot het ons bekende model.

Vanaf 1615 startte de paltrok zijn opmars in de Zaanstreek. Hij bleek een enorm succes. Elke paltrok nam het werk over van ca. 50 handzagers en de vraag naar gezaagd hout steeg. Deze industriële revolutie beleefde een groei van ruim 100 jaar. Het hoogtepunt werd bereikt rond 1730 toen er in de Zaanstreek een kleine 200 paltrokken hout zaagden. Op kleinere schaal bloeide deze houtindustrie in Amsterdam en Dordrecht waarbij ook paltrokken werden gebruikt. Na 1750 kwam langzaam maar zeker de teruggang, in 1800 was het aantal Zaanse paltrokken gedaald tot minder dan de helft en nu, anno 2025, zijn er nog slechts twee overgebleven, t.w. 'De Held Jozua' en 'De Gekroonde Poelenburg'. Overige bewaard gebleven paltrokken zijn 'De Otter' in Amsterdam, 'De Eenhoorn' in Haarlem en 'Mijn Genoegen' in het Openluchtmuseum te Arnhem.

5.3.2 De onderkruiing

ringmuur
penant, poer

Onder de molen bevindt zich een lage ringmuur van ca. negen meter diameter met in het centrum een gemetselde penant of poer van minimaal één meter in het vierkant. Deze draagt vrijwel het hele gewicht van de molen. Op dit penant

kruisbalken

ligt een dikke eikenhouten plaat waarop twee kruisbalken rusten, halfhouts in elkaar gewerkt. De uiteinden van de kruisbalken liggen opgesloten in de

zwaarden
spruiten, steunbalken
kruivloer

ringmuur. De kruisbalken zijn onderling verbonden door vier zwaarden. Deze zijn d.m.v. vier spruiten of steunbalken ook met de ringmuur verbonden. (fig. 5.3.2.1) Op de ringmuur ligt de kruivloer die met zwaluwstaarten vast zit op de uiteinden van de kruisbalken en de spruiten. Op en over het kruispunt van de kruisbalken

koning
pen

gekeept rust een groot eikenhouten blok, de koning. Deze is aan het boveneinde rond afgewerkt en bovenop voorzien van een grote ronde pen. De koning vormt het draaipunt van de molen.

rolring

Op de kruivloer liggen ca. 50 iepenhouten kruirollen, gevat in de houten rolring. Er is geen keerkuip. De rolring wordt op zijn plaats gehouden met behulp van de

schaarstokken
kraagstuk
overring

schaarstokken die straalsgewijs naar het middelpunt gaan. Daar zijn ze bevestigd op een houten kraagstuk dat past om het rond afgewerkte deel van de koning. Op de rollen ligt de houten overring. Deze vormt de basis van de hele molen.

De paltrok rust vrijwel geheel op de koning en steunt alleen aan de voorzijde op de kruirollen. Bij harde wind kan hij gemakkelijk achterover deinen. We zien dus een combinatie van rollenkruiwerk en zetelkruiwerk. (fig.5.9.4.1)

© Het Gilde van Molenaars

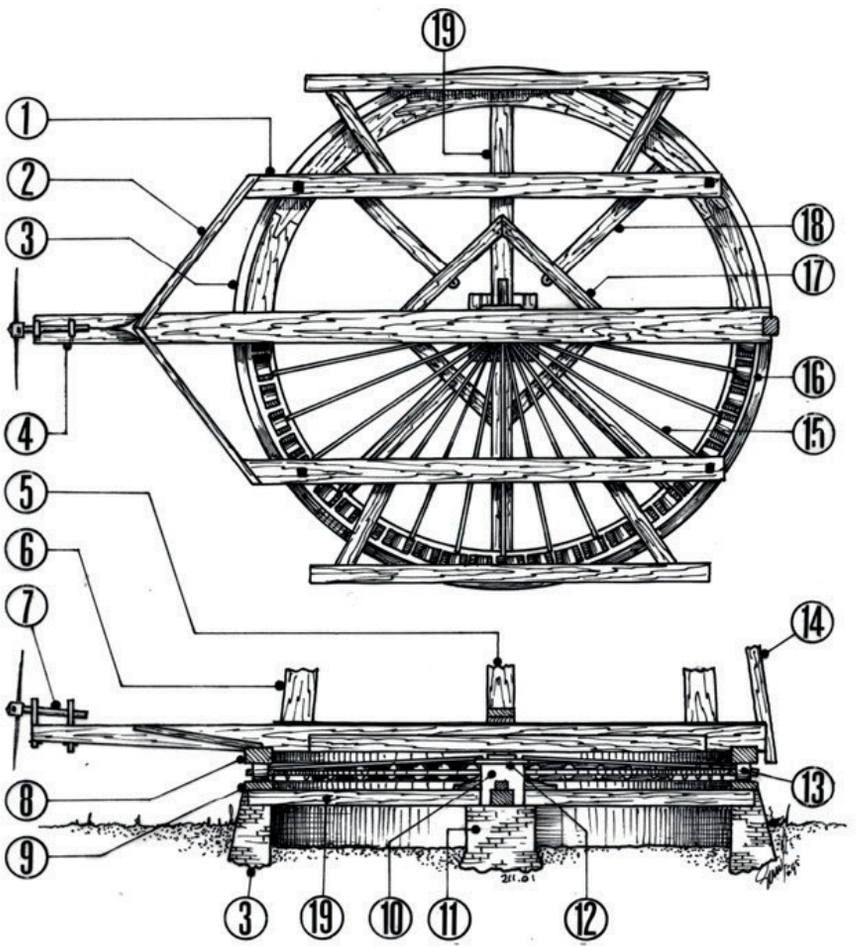


Fig. 5.3.2.1
De basis van de paltrok

1. *kotbalk*
2. *schoor*
3. *ringmuur*
4. *sleutel-, krui- of staartbalk*
5. *koningsstijl*
6. *kot- of hoekstijl*
7. *kruihaspel*
8. *overring*
9. *kruivloer*
10. *koning*
11. *penant*
12. *kraagstuk*
13. *kruirol*
14. *borstnaald*
15. *schaarstok*
16. *rolring*
17. *zwaard*
18. *spruit- of steunbalk*
19. *kruisbalk*

5.3.3 Opbouw van de paltrok

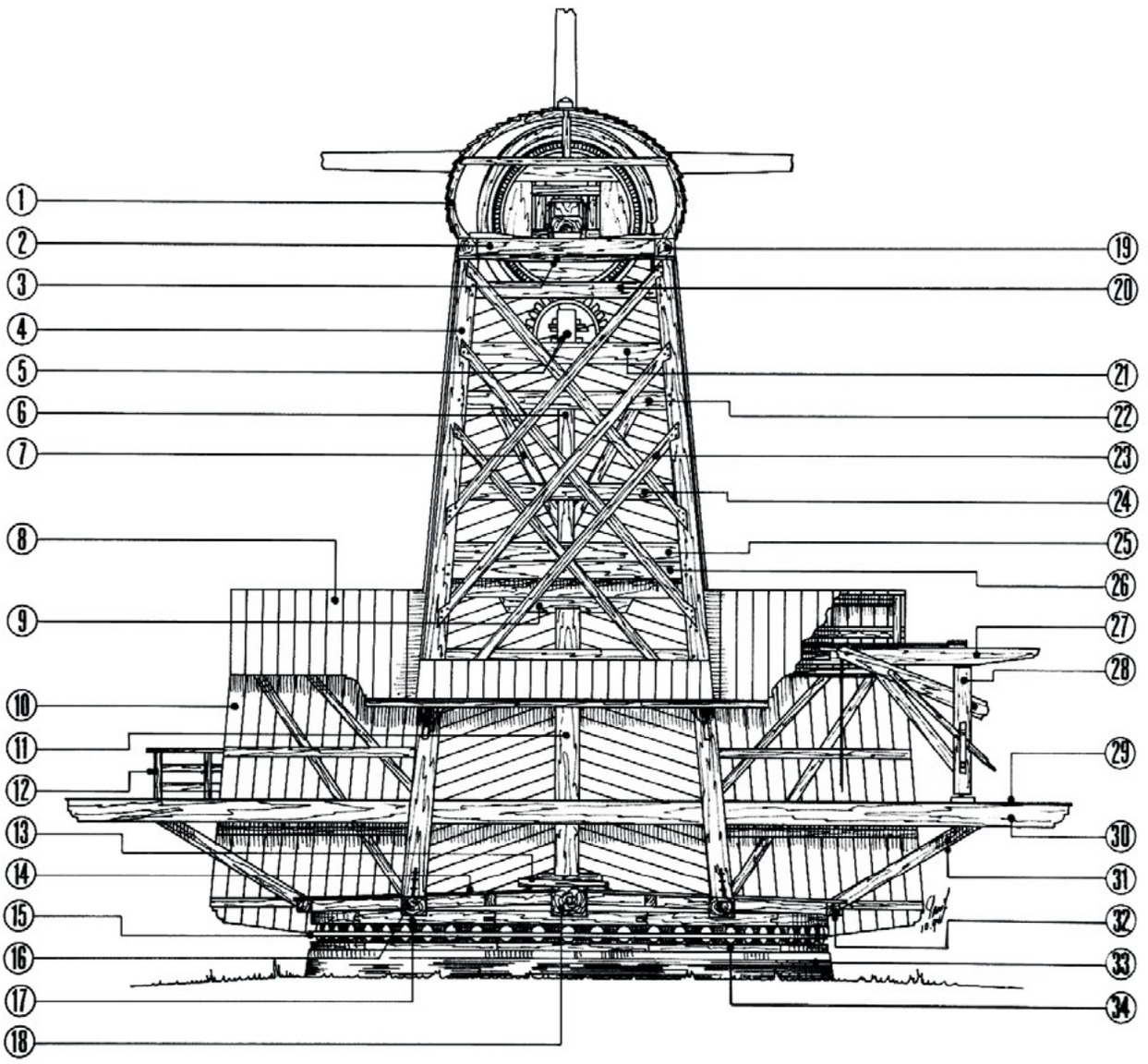
kotbalken, sleutelbalk
staartbalk

Op de overring liggen naast elkaar drie zware balken. Links en rechts van het midden de kotbalken en over het midden de staartbalk of sleutelbalk. Een rond gat onderin de staartbalk past over de pen van de koning. Deze constructie houdt de molen op zijn plaats. Aan het eind van de staartbalk, die drie à vier meter buiten de overring uitsteekt is een kruihaspel bevestigd.

schoor
achtergrond
kotvloer
koningsstijl
opzetwiggen, koningsbalk

Om zijdelingse krachten bij het kruien op te vangen loopt er vanaf het einde van de staartbalk een schoor naar elk van de beide kotbalken. Op deze schoren en een deel van de staartbalk zijn vloerdelen gespijkerd die samen de achtergrond (buiten de molen) en de kotvloer (onder de molen) vormen.
Midden in de molen staat de koningsstijl. Deze rust via grote, soms dubbele opzetwiggen op de staartbalk. Op de koningsstijl is de koningsbalk bevestigd.

© Het Gilde van Molenaars



zware binten

Deze zware balk (te vergelijken met de steenbalk in de standerdmolen) moet verreweg het grootste deel van het totale gewicht van de molen dragen. Slechts een klein deel van het gewicht rust op de kruirollen.

hoekstijlen, kotstijlen

Op de uiteinden van de koningsbalk liggen de z.g. zware binten (te vergelijken met de steenlijsten in de standerdmolen). Daaraan hangen de vier kot- of hoekstijlen.

bintbalken

Onderaan staan de hoekstijlen met pennen op de uiteinden van de kotbalken. Ze worden over de vier zijden verbonden door horizontale regels, de bintbalken.

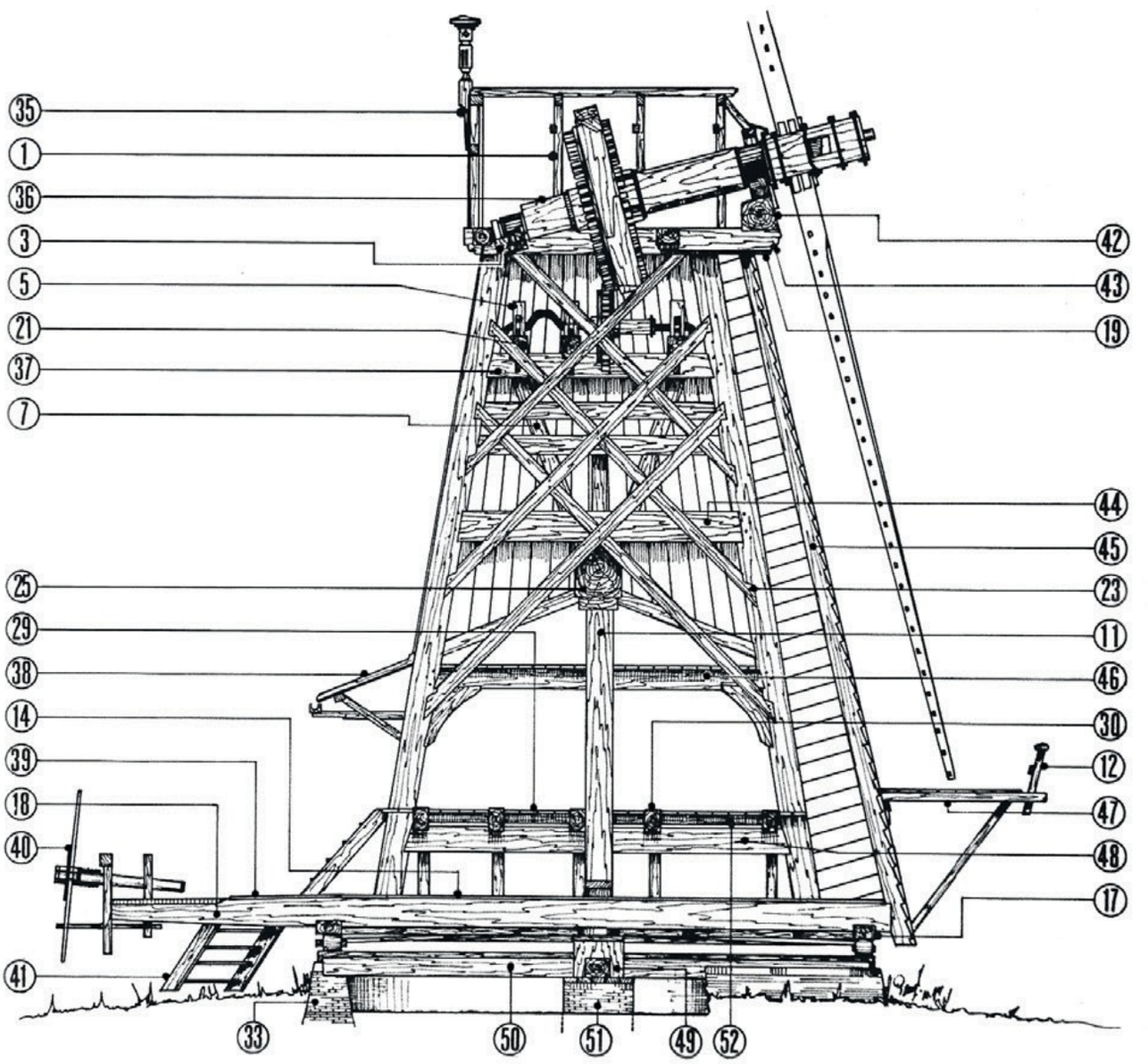
veldkruisen, weegbanden

Verdere stijfheid wordt verkregen met veldkruisen, veldstijlen en weegbanden.

© Het Gilde van Molenaars

Fig. 5.3.3.1 (vorige pagina) & 5.3.3.2
De opbouw van de paltrok

1. *kapspant*
2. *wolfsbalk*
3. *penbalk*
4. *kot- of hoekstijl*
5. *krukpol*
6. *stempelbalk*
7. *weegband*
8. *dekluifel*
9. *slof*
10. *hangluifel*
11. *koningsstijl*
12. *schavothek*
13. *opzetwig*
14. *kotvloer*
15. *rolring*
16. *kotbalk*
17. *overring*
18. *sleutel-,krui- of staartbalk*
19. *daklijst*
20. *bovenregel*
21. *krukbalk*
22. *draagbalk*
23. *veldkruis*
24. *tussenregel*
25. *koningsbalk*
26. *bintbalk*
27. *uitlegger*
28. *kraan*
29. *zaaggrond*
30. *sleestelling*
31. *beerstut*
32. *kotvloerbalk*
33. *ringmuur*
34. *kruivloer*
35. *makelaar*
36. *bovenas*
37. *krukbint*
38. *dekluifel*
39. *achtergrond*
40. *kruihaspel*
41. *trap*
42. *windpeluw*
43. *steunder*
44. *zware binten*
45. *borstnaald*
46. *raamzolder*
47. *schavot*
48. *sleestellingbalk*
49. *koning*
50. *kruisbalk*
51. *penant*
52. *triem*



zwarebinten, krukbinten
krukbalken,
raamzolder
sleestelling

De bintbalken boven de zwarebinten, krukbinten geheten, worden benut voor het dragen van de krukbalken.
De bintbalken onder de zwarebinten dragen de raamzolder
Op de onderste bintbalken, ongeveer 1,5 m boven de ringmuur is de sleestelling geconstrueerd. Die steekt aan beide zijden enkele meters voorbij de overring.

beerstutten
zaaggrond
luifels
luiven

De beerstutten ondersteunen de overstekende delen van de sleestelling. Op de sleestelling ligt de zaaggrond.
Ter weerszijden van het molenlijf (kot) is een overkapping getimmerd, de luifels of luiven, bestaande uit de dek- en hangluifels. De zaagploeg werkte dus buiten maar altijd uit de wind.

borstnaald

De voorzijde van de paltrok, de borst, is niet vlak. Tegen het uiteinde van de staartbalk hangt de borstnaald, eindigend onder de kap. De borst is vanuit deze naar vorenstaande borstnaald met schuin aflopende delen gepotdekseld.

schavot
schavotliggers

Vóór de borst hangt het schavot, een eenvoudige stelling vanwaar het gevlucht kan worden bereikt. Het schavot bestaat uit vijf schavotliggers die op een tegen de borst bevestigde regel rusten. De liggers worden gedragen door schoren die eveneens tegen de borst steunen.

5.3.4 De kap

daklijsten
kapspanten

De basis van de kap wordt gevormd door de daklijsten, de steunderbalk en de achterbalk. Op de daklijsten staan de kapspanten die zijn gekoppeld door de nokbalk. De daklijsten liggen met pen en gat op de hoekstijlen en steken aan de voorzijde daar overheen. Daarop ligt de windpeluw verankerd. Achter

steunderbalk

de windpeluw ligt de steunderbalk tussen de daklijsten. Midden onder de windpeluw is de steunder bevestigd die in de steunderbalk steekt. Onder de steunder eindigt de borstnaald die, zoals we al zagen, aan het ondereind steun vindt tegen de staartbalk.

achterbalk, wolfsbalk

Aan de achterzijde van de daklijsten is de achterbalk of wolfsbalk verankerd. Daarvóór ligt, tussen de daklijsten, de penbalk, die in het horizontale vlak verstelbaar is.
De vorm van de kap wordt bepaald door drie cirkeldelen waardoor de kap zijwaarts buiten de daklijsten steekt en van boven nogal plat is. De kap wordt beschoten met horizontale overnaadse delen, het potdekselwerk.

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

5.4 DE SPINNENKOP

5.4.1 Inleiding

In de provincie Friesland lagen vele kleine, ondiepe polders die door een kleine molen bemalen konden worden. Hiervoor gebruikte men oorspronkelijk spinnenkoppen, later ook de môunts, het kleine Friese achtkant (zie 5.7.3.c). De vlucht van een spinnenkop ligt tussen 7 en 15 m waarmee sommige spinnenkoppen groter zijn dan de kleinste wipmolens. Hoewel de spinnenkop uit de wipmolen is voortgekomen mogen we het wel een apart type noemen. Van de 30 spinnenkoppen die Nederland momenteel telt (2022) zijn er 28 als poldermolen ingericht: 25 in Friesland, twee in Gelderland en één in Overijssel. Alleen de Himriksmole heeft een scheprad, alle overige hebben een vijzel. Twee spinnenkoppen hebben een andere functie. De eerste is een korenmolen in het Friese Koudum. De tweede is een houtzaagmolen in het Groningse Wedderveer. Beide laatste spinnenkoppen staan op een schuur.

5.4.2 De vierkante en de achtkante spinnenkop

vierkante spinnenkop

Als we een kleine wipmolen en een spinnenkop naast elkaar zetten dan zijn de uiterlijke verschillen duidelijk zichtbaar.
Bij een spinnenkop liggen stormbint en trapbint veel dichter bij elkaar waardoor het bovenhuis korter is en dus sterker. Schoren en korbelen kunnen daardoor achterwege blijven. De voegburriebalken dragen het hele gewicht van het bovenhuis. De steenburrie rust daarom niet op de bovenzetel maar zorgt er alleen voor dat het bovenhuis rechtop blijft staan.

Het grondvlak van beide molens is bijna even groot. Omdat de ondertoren van de spinnenkop lager is liggen de vier velden vlakker. De vier hoeken lijken daarom ver uit te springen. Bedekking met riet is bij te vlakke velden niet mogelijk omdat het regenwater dan slecht afvloeit. We zien dan hout of dakpannen. De kop is verhoudingsgewijs hoger zodat de spinnenkop uiteindelijk even hoog kan zijn als een kleine wipmolen. Mede doordat het bovenhuis korter is ligt de bovenas steiler om het gevlucht vrij van de uitspringende hoeken te laten draaien. Daarom helt bij vierkante spinnenkoppen het gevlucht sterk achterover.

achtkante spinnenkop

De achtkante spinnenkop ontstond in het westen van Friesland. Daarop kan men een kop plaatsen met een minder sterk hellend gevlucht. De acht velden staan wat steiler waardoor de ondertoren ook met riet bedekt kan worden i.p.v. bijvoorbeeld dakpannen of hout.

5.4.3 Andere kenmerken

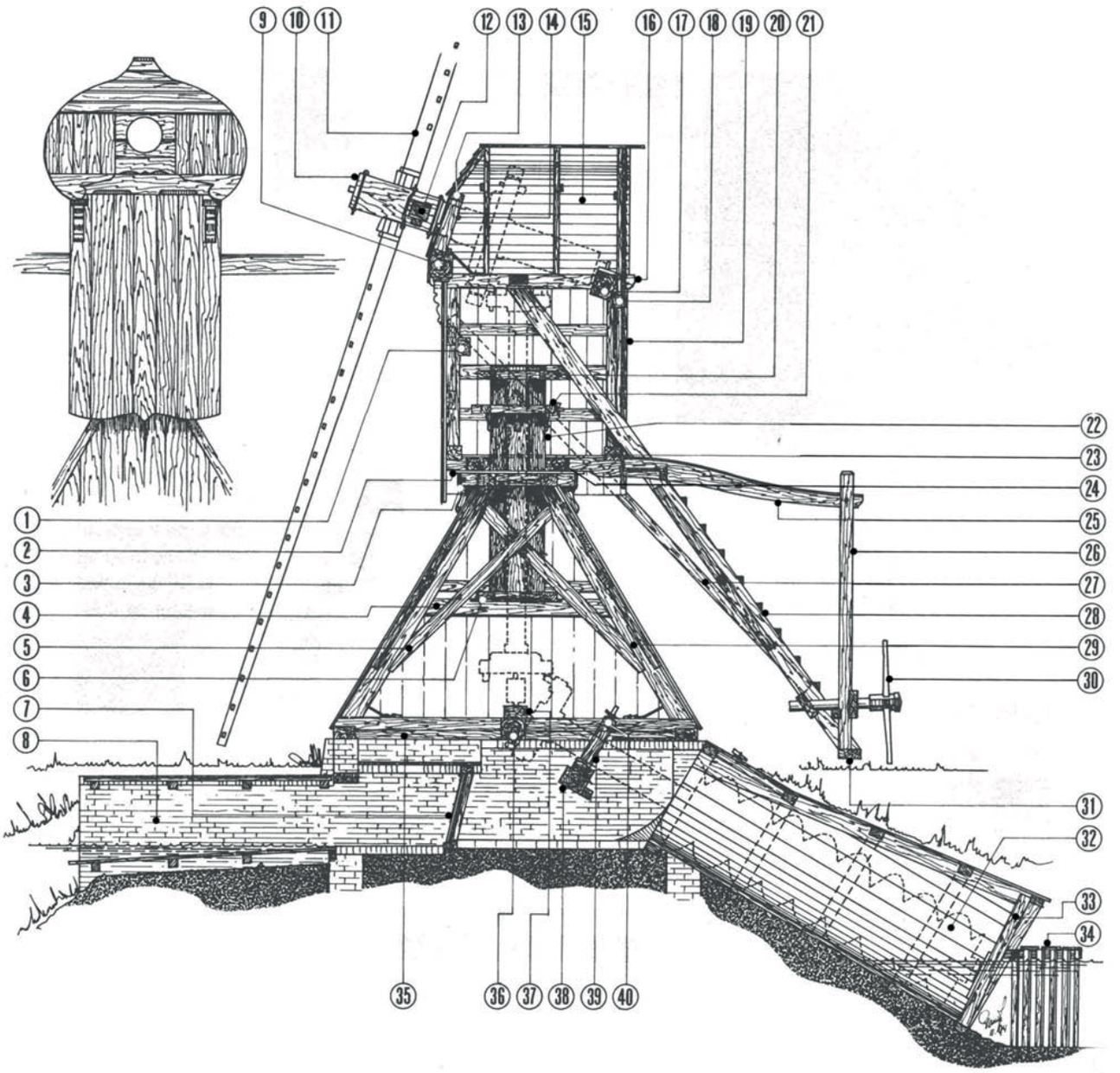
zetelplaat
kokerkraag

- Het bovenhuis rust rechtstreeks op het boventafelement hoewel men ter voorkoming van slijtage hiertussen wel eens een zetelplaat aanbrengt. De kokerkraag heeft slechts tot taak het bijeenhouden van de koker en heeft geen dragende functie.
- De koker bestaat uit acht gelijke kokerdelen en heeft ook geen dragende functie.

kopbalken

- In de ondertoren zijn vier kopbalken aangebracht die, anders dan bij de kokerbalken van de wipmolen slechts tot taak hebben de koker te dragen.
- De trapbomen rusten met een keep op de achterzomer en lopen langs de achterste hoekstijlen door tot onder de daklijst.

© Het Gilde van Molenaars



- Een aantal spinnenkoppen heeft een lange spruit – meestal bevestigd op de steenlijsten tegen de voorste hoekstijlen – en dus ook schoren.
- De spinnenkop heeft géén verlengde achterzomer die dienstdoet als korte spruit.
- De vangbalk bevindt zich boven de steenburrie en wordt doorgaans gelicht met een vangtouw dat vastgezet wordt. Een trekvang houdt de vangbalk omlaag. De vang wordt dus bediend met twee touwen.
- Spinnenkoppen hebben geen makelaar

© Het Gilde van Molenaars

Fig. 5.4.3.1
De spinnenkop (vorige pagina)

1. *lange spruit*
2. *regel*
3. *boventafelement*
4. *mantelbalk*
5. *veldkruis*
6. *kokerbalk*
7. *klep of wachtdeur*
8. *uitschoot*
9. *windpeluw*
10. *bovenas*
11. *buitenroede*
12. *binnenroede*
13. *keuvelensbalk*
14. *keer- en weerstijl*
15. *kap*
16. *daklijst*
17. *penbalk*
18. *achterbalk*
19. *achterbint of trapbint*
20. *steenburrie*
21. *kokerkraag of -band*
22. *koker*
23. *achterzomer*
24. *zetelplaat*
25. *staartbalk*
26. *hangboom*
27. *trapschoor*
28. *trapboom*
29. *hoek- of torenstijl*
30. *kruihaspel*
31. *sleeptree*
32. *schroefbalk*
33. *pot- of putbalk*
34. *krooshek*
35. *tafelement*
36. *donsbalk*
37. *wervel*
38. *halsbalk*
39. *keer- en weerstijl*
40. *slotstuk*

© Het Gilde van Molenaars

5.5 DE WEIDEMOLEN

5.5.1 Inleiding

Tot de allerkleinste molens, met een vlucht van niet meer dan enkele meters, behoren de weidemolens. Vooral in Noord-Holland werden ze op grote schaal toegepast in polders waarvan de percelen niet op alle plaatsen evenveel inklonken. Hierdoor was het centraal vastgestelde waterpeil niet naar ieders wens te regelen. De boeren gingen ertoe over hun eigen perceel van enkele hectaren te bemalen met hun eigen weidemolen.

5.5.2 De constructie

bovenkot

Een weidemolen heeft een vierkante onderbouw en een onderzetel. Het bovenkot rust op de onderzetel en wordt op zijn plaats gehouden door de koker. Tegen de achterzijde van het bovenkot, links van het midden, is de staart bevestigd, een grote verticale vaan. Hiermee wordt de neiging tot het ruimend (rechtsom) kruien tegengegaan en wordt de molen recht op de wind gehouden.

Veel weidemolens die later zijn gebouwd zijn voorzien van een staart die bij te harde wind omklapt en zichzelf dan met een trekveer en een klink vergrendelt. De staart staat dan dwars op de wind in een vlak evenwijdig aan dat van het wiekenkruis waardoor het bovenkot zich met het gevlucht 90° uit de wind kruit. Als gevolg hiervan komt het wiekenkruis tot stilstand. De staart moet na omklappen handmatig weer ontgrendeld worden.
Weidemolens hebben doorgaans geen vang.
De weidemolens kunnen zowel uitgevoerd zijn met zeilen als met (halve) houten borden.

roerom

Als wateropvoerwerktuig is een weidemolen voorzien van een roerom, een centrifugaalpomp met vier horizontaal geplaatste bladen.

© Het Gilde van Molenaars

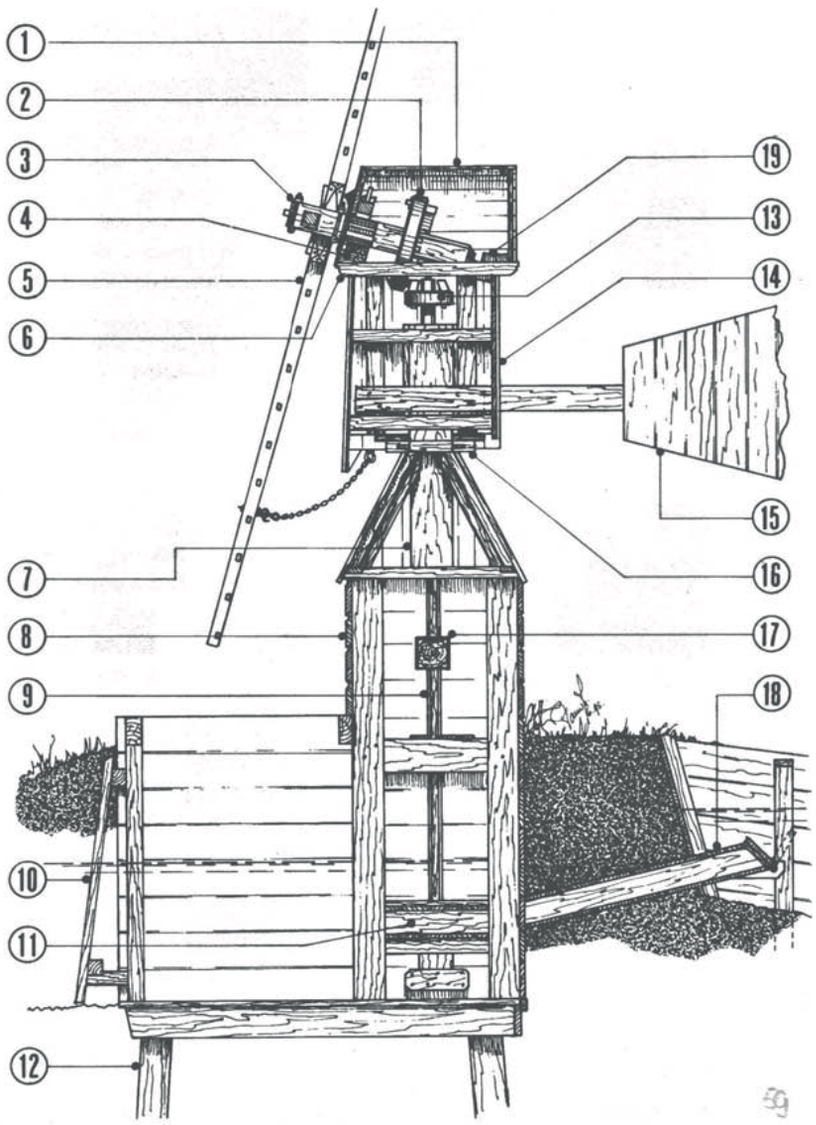


Fig. 5.5.2.1
De weidemolen

1. *kap*
2. *bovenwiel*
3. *bovenas*
4. *windpeluw*
5. *roede*
6. *daklijst*
7. *vierkante koker*
8. *onderkot*
9. *spil*
10. *krooshek*
11. *roerom*
12. *fundatie*
13. *bonkelaar*
14. *bovenkot*
15. *staart*
16. *onderzetel*
17. *koppelblok*
18. *uitschoot*
19. *penbalk*

© Het Gilde van Molenaars

5.6 DE TJASKER

5.6.1 Inleiding

tjasker

tonmolen

Het staat vast dat de herkomst van de tjasker in de provincie Friesland ligt. Over de ouderdom is (nog) weinig met zekerheid te zeggen. De oorsprong zou in de zestiende eeuw liggen, mogelijk als afgeleide van de handbediende tonmolen die al vóór onze jaartelling bekend was. Gedurende de 19e eeuw en het eerste kwart van de 20e eeuw stond een groot aantal tjaskers in Friesland die, evenals de weidemolens in Noord-Holland, percelen van enkele hectaren bemaalden. Ook de Kop van Overijssel herbergde tjaskers.
Door de komst van de ijzeren windmotor echter dreigden de tjaskers vanaf de jaren dertig massaal te verdwijnen en zelfs helemaal uit te sterven. In 1957 bestonden er nog slechts drie, t.w. twee in Friesland en één in het Openluchtmuseum te Arnhem. Maar tijdens de 70er jaren beleefde de tjasker een flinke opbloei. Anno 2025 staan er 26 tjaskers. En niet alleen in Friesland. Daar staan er momenteel 13, de overige in de provincies Groningen (1), Drenthe (3), Overijssel (7), Gelderland (1) en Zuid- Holland (1)
Van deze 26 tjaskers zijn er 23 paaltjaskers en 3 boktjaskers.
Ze worden nu vaak in natuurgebieden benut om een hoger waterpeil te bewerkstelligen. In tegenstelling tot vroeger worden ze dus nu niet gebruikt om uit te malen maar om in te malen.

5.6.2 Opbouw van de tjasker

raam, windpeluw, waterpeluw
pen, schroefas
tonbalk of vijzelbalk

schenen

De opbouw is even uniek als eenvoudig. De tjasker bestaat uit een langwerpig raam waarvan de voorzijde de windpeluw en de achterzijde de waterpeluw is. In de waterpeluw is een metalen potje aangebracht waar de pen van de schroefas (ook wel tonbalk of vijzelbalk) in draait.
Aan de voorzijde ligt de schroefas op de windpeluw, ter plaatse rond afgewerkt en voorzien van ijzeren schenen. De windpeluw is voorzien van een keer- en een weerstijl die boven door een slothout verbonden zijn. Dit raamwerk houdt de schroefas op zijn plaats. Door de vierkante kop van de schroefas steekt het gevlucht.

vangwiel, vang

hefboom
palwiel

pal

Achter de windpeluw, waar de schroefas ook vierkant is, bevindt zich het vangwiel, bevestigd op de schroefas. Rond het vangwiel ligt de vang bestaande uit een ijzeren band. Deze band zit vast aan een simpele met de hand te bedienen hefboom die rechts op het raam is bevestigd.
Achter het vangwiel zit tegenwoordig soms een palwiel, eveneens op de schroefas vastgezet. In dit wiel dat ongeveer net zo groot is als het vangwiel zijn tanden uitgezaagd. Met een links op het raam bevestigde pal wordt voorkomen dat de molen achteruit draait. Overigens is deze pal een voorziening, die alleen op de nieuwgebouwde tjaskers voorkomt. De drie oudste nog bestaande tjaskers hebben géén pal.

ton

Aan het achtereind van de schroefas die daar weer rond is afgewerkt is de ton geconstrueerd, een houten omtimmerde schroef of vijzel met twee of drie gangen.

tonmolen

De tjasker is een tonmolen. Deze ton ligt met de onderzijde in het water en tijdens het draaien van de molen voert de vijzel (of schroef) in de ton het water omhoog. Het bijzondere van deze molen is nu dat er geen enkele overbrenging nodig is. Eén en dezelfde as omvat zowel het gevlucht als het opvoerwerktuig.

© Het Gilde van Molenaars

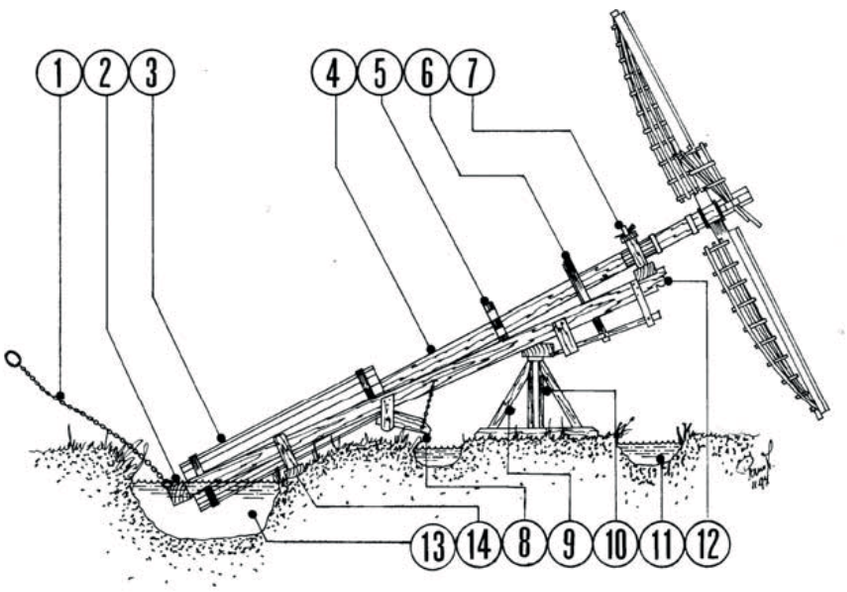


Fig. 5.6.3.1
De paaltjasker

1. *kruiketting*
2. *penbalk, waterpeluw*
3. *ton*
4. *schroefas*
5. *palwiel*
6. *vang*
7. *windpeluw*
8. *uitloopbak*
9. *schoor*
10. *paal met kussen*
11. *binnenringsloot*
12. *raam*
13. *buitenringsloot*
14. *slof*

5.6.3 De paaltjasker

paaltjasker

De paaltjasker, die verreweg het meest voorkomt rust grotendeels op een stevige in de grond geslagen paal die gesteund wordt door vier schoren. De hele tjasker is rond deze paal draaibaar waaruit volgt dat zowel de sloot waaruit gemalen wordt als de sloot waarin het water wordt geloosd cirkelvormig moet zijn. De buitenste (lage) ringsloot is verbonden met de poldersloten en de binnenste (hoge) ringsloot met de boezem. Een paaltjasker maalt dus van buiten naar binnen. De binnenste ringsloot staat bijna altijd droog en wordt daarom ook wel goot genoemd.

paal, schoren

kussen

Boven op de paal is een pen uitgespaard waarover het kussen ruim past. Dit is een onder het raam bevestigde dikke klos waarin een gat geboord is. Het grootste deel van het gewicht van de paaltjasker rust op de paal. Een klein deel

slof

rust via de slof op de wal van de buitenste ringsloot (fig. 5.6.3.1). Deze slof is een steun die tegen het raam onder de ton is bevestigd. De ton en de waterpeluw steken in het water.

De paaltjasker wordt gekruid door aan een ketting te trekken die aan de waterpeluw is vastgemaakt. Zo wordt de hele molen, kruiend op de paal, met zijn gevlucht naar de wind gezet. Een paaltjasker kruit vrij gemakkelijk en is veel minder windgevoelig dan een boktjasker. Hij hoeft dan ook niet vastgezet te worden. Het nadeel is dat men bij het op- en afzeilen vaak half boven de ringsloot moet werken.

© Het Gilde van Molenaars

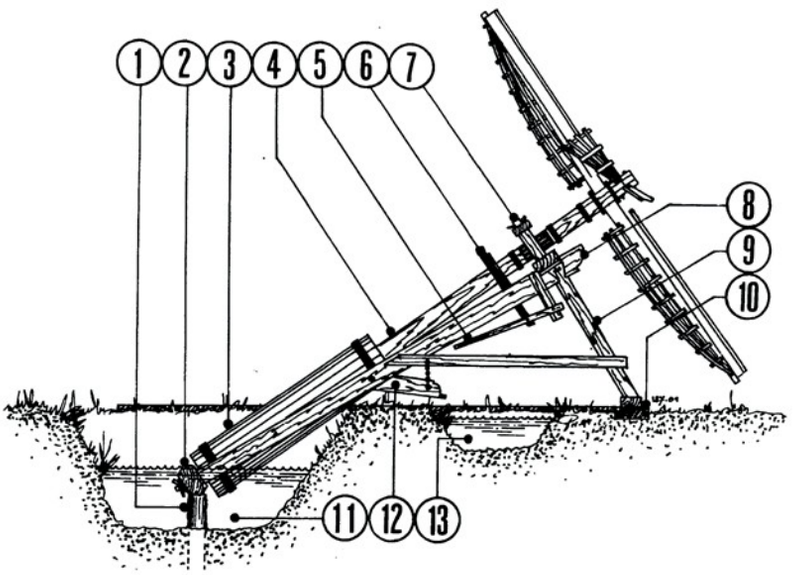


Fig. 5.6.4.1
De boktjasker

1. *paal*
2. *waterpeluw*
3. *ton*
4. *schroefas*
5. *vanghefboom*
6. *vang*
7. *windpeluw*
8. *raam*
9. *bok*
10. *kruibaan*
11. *maalkom*
12. *uitloopbak*
13. *buitenringsloot*

5.6.4 De boktjasker

boktjasker, bok

De boktjasker rust met de voorkant op de bok, een houten constructie die onder het raam en de windpeluw bevestigd is.

waterpeluw

De achterzijde van de boktjasker rust onder water op een in de maalkom (fig. 5.6.4.1) geslagen paal en is daarop bevestigd met een zogeheten waterpeluw.

kruibaan

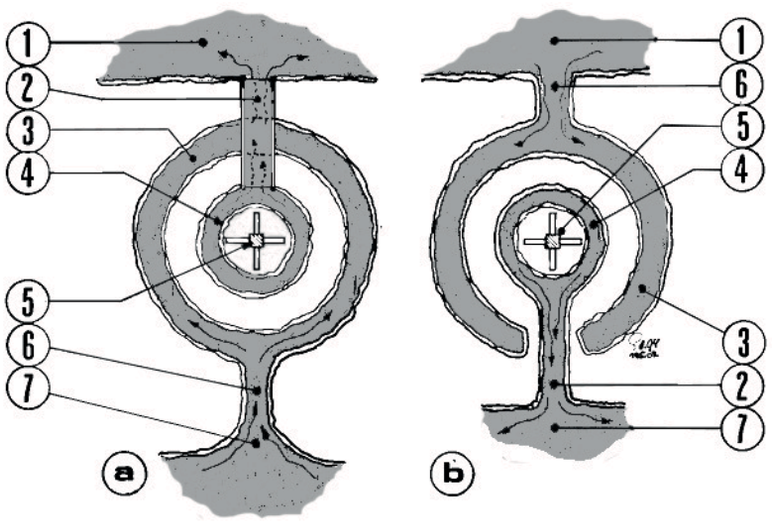
De boktjasker wordt op de wind gezet door de molen met de bok over de kruibaan te verzetten of rond te rijden, met de paal in de maalkom als draaipunt.
Doordat het gevlucht zo ver uit het draaipunt ligt wil deze molen graag met zijn achterkant in de wind gaan staan. Door het plaatsen van wielen onder de bok, wat men tegenwoordig wel eens ziet, wordt dat omlopen van de molen nog bevorderd. Als de molen er tijdens het malen vandoor gaat staat hij zomaar achterstevoren. De bok moet daarom altijd goed geblokkeerd of vastgezet worden.

Een boktjasker maalt van binnen naar buiten. Om tjaskers hun werk te laten doen is het noodzakelijk dat er, voor beide typen verschillend, speciaal grondwerk wordt verricht.
De situatietekeningen mogen e.e.a. verduidelijken (fig. 5.6.3.2 en 5.6.4.2). De tjaskers kunnen zowel uitgevoerd zijn met zeilen als met (halve) houten borden.

© Het Gilde van Molenaars

Fig. 5.6.3.2
Waterlopen van de paaltjasker

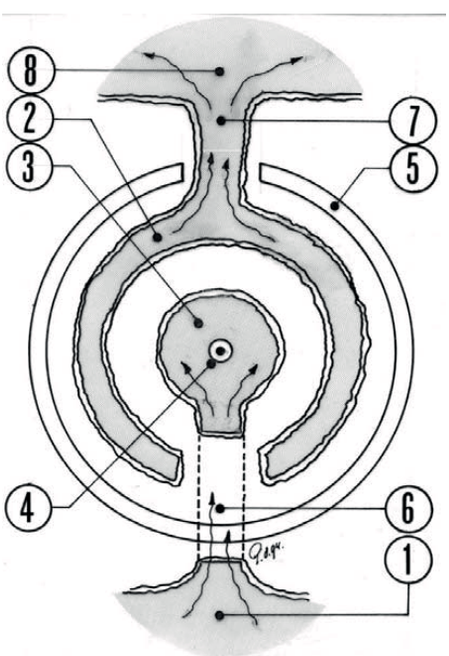
a. uitmalen
b. inmalen
1. *buitenwater*
2. *watergoot*
3. *buitenringsloot*
4. *binnenringsloot*
5. *paal*
6. *aanvoerslootje*
7. *binnenwater*



Voor uitmalen (a) is een ander ringslotenpatroon nodig dan voor inmalen (b)
Een tjasker maalt dus óf in, óf uit; beide kan niet.

Fig. 5.6.4.2
Waterlopen van de boktjasker

1. *binnenwater*
2. *buitenringsloot*
3. *maalkom*
4. *paal*
5. *kruibaan*
6. *duiker*
7. *afvoerslootje*
8. *buitenwater*



5.7 DE BOVENKRUIER

5.7.1 Inleiding

kruibare kap

Een bovenkruier is een stenen of houten molen waarvan de kap draaibaar is zodat het gevlucht op de wind gezet kan worden. Alle hierna te bespreken molens behoren tot het type bovenkruier. Waar en wanneer precies de kruibare kap is uitgevonden is onbekend maar in Nederland beschikken we over een ruim 500 jaar oude vertegenwoordiger van de middeleeuwse molens, de torenmolen te Zeddam. Deze unieke molen is gebouwd rond 1450 en bewijst dat de kruibare kap, dus de bovenkruier, toen al bestond. Uit onderzoek in oude archieven, waarin sprake is van nog oudere, inmiddels verdwenen torenmolens, kan nu worden aangenomen dat de bovenkruier in de tweede helft van de 14e eeuw is uitgevonden. Geervliet (Z.H.) had in 1382 al een stenen korenmolen waarvan de kap rollen had.

5.7.2 De torenmolen

torenmolen

Een torenmolen is een ronde stenen molen waarvan de romp verticaal of nagenoeg verticaal is opgetrokken waardoor hij cilindervormig is. Vermoedelijk is dit type molen uitgevonden in een tijd met veel strijd waar het in brand steken en vernielen van standerdmolens schering en inslag was. Een torenmolen is minder brandbaar en beter te verdedigen.
In ons land staan er nog vier en wel in Zeddam, Zevenaar, Lienden (Gld) en in Gronsveld (L). De molens in Gronsveld en Lienden dateren uit de 17e eeuw maar de beide andere zijn een kleine 200 jaar ouder.

binnenkruier

Deze torenmolens zijn alle vier als binnenkruier gebouwd, de molen van Gronsveld is echter in de 18e eeuw voorzien van staartkruiing.

kapzolder

In een torenmolen is het vloeroppervlak van de begane grond nagenoeg even groot als dat van de kapzolder.

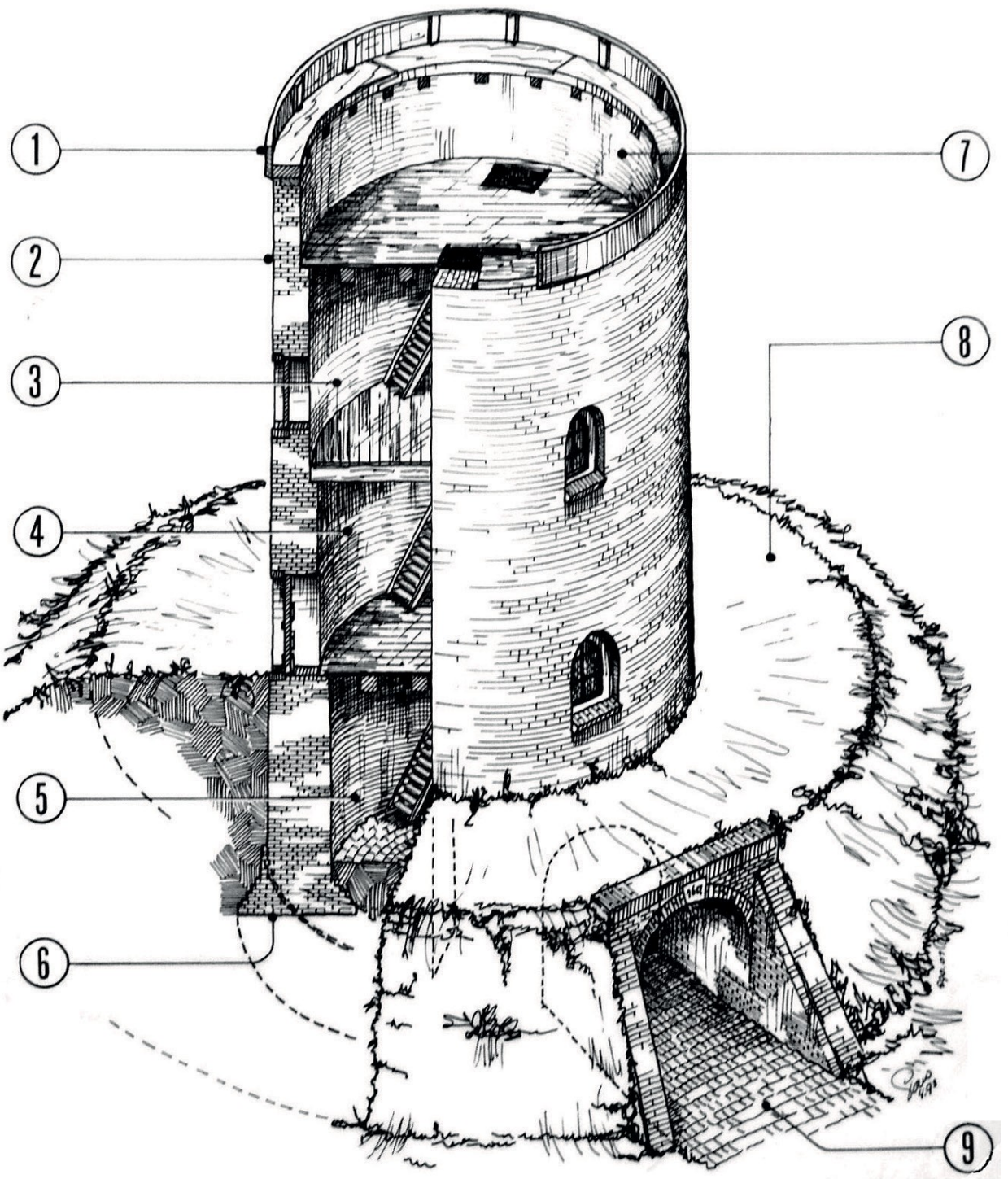
steenzolder

De torenmolen had oorspronkelijk slechts twee verdiepingen. De maalstenen lagen op de kapzolder die dus tevens steenzolder was en daaronder was de maalzolder. Net als op de oudste standerdmolens was er maar één koppel maalstenen dat rechtstreeks door het bovenwiel werd aangedreven (zie 12.3). Omdat de stenen nu niet mee kruien moesten ze precies in het midden worden aangebracht. Dit systeem is op alle nog bestaande torenmolens verdwenen. Later werden extra zolders ingericht en een koningsspil aangebracht. In de ruime kap werd het kruiwerk dubbel uitgevoerd (zie 5.8.2) zodat de zware kap met twee man kon worden gekruid.

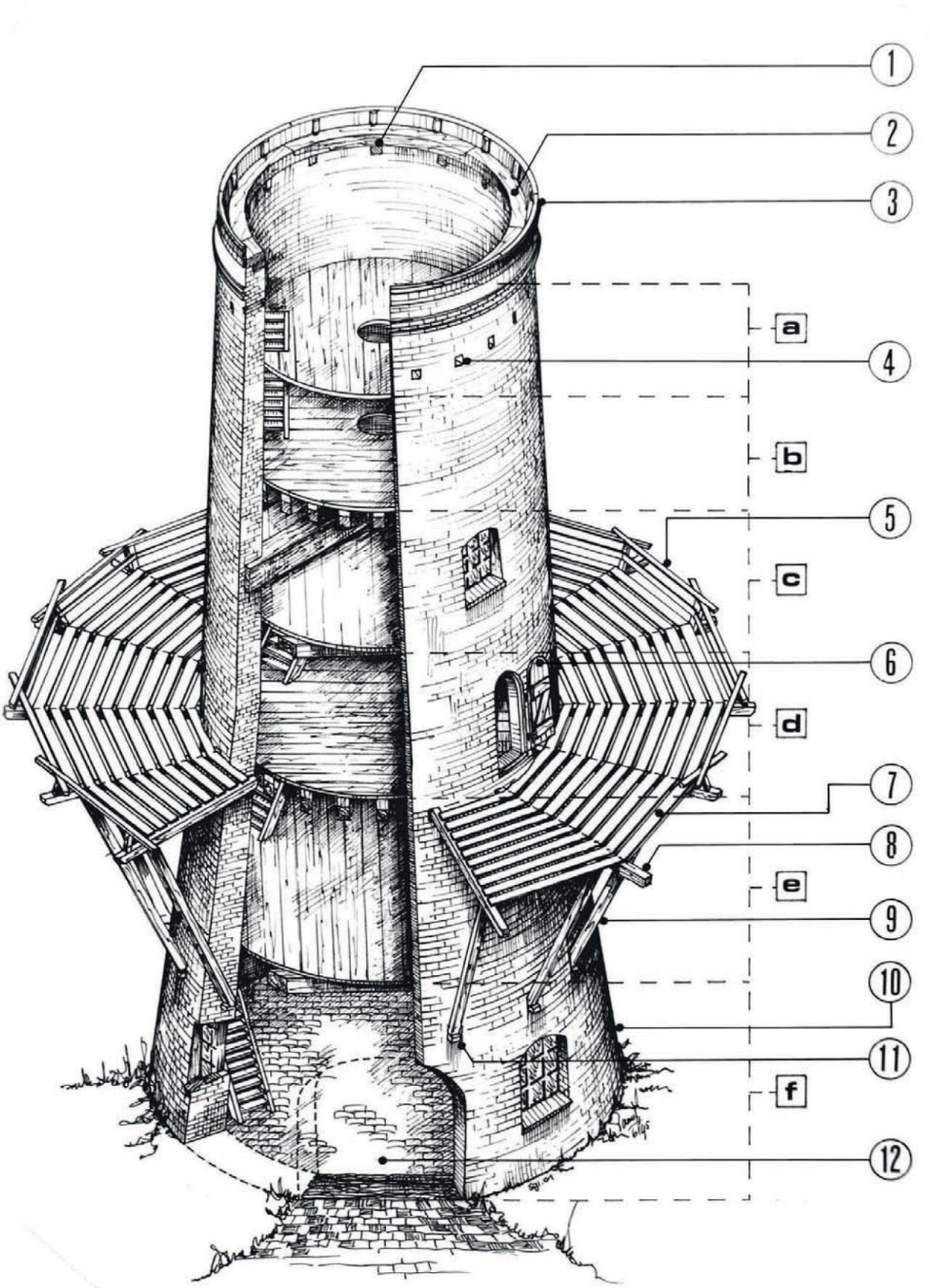
Fig. 5.7.2.1
De torenmolen (volgende pagina)

1. *kuip*
2. *muurwerk*
3. *steenzolder*
4. *maalzolder*
5. *invaart*
6. *fundament*
7. *kapzolder*
8. *molenbelt*
9. *poort*

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

Fig. 5.7.3.1
De ronde stenen molen
(vorige pagina)

a. kapzolder
b. luizolder
c. steenzolder
d. maalzolder
e. graan- of meelzolder
f. ingang

1. kardoes
2. kruivloer
3. kuip
4. steigergaten
5. stelling- of baliehek
6. stellingdeur
7. stelling
8. ligger
9. schoor
10. molenromp
11. neut of vink
12. poort

5.7.3 De stenen molen

ronde stenen molen

De romp van de ronde stenen molen heeft de vorm van een afgeknotte kegel, d.w.z. dat de omtrek naar boven toe steeds kleiner wordt.
Hij kon ontstaan na de uitvinding van de staartkruiing. Het binnenkruiwerk verviel zodat de kap kleiner kon worden. Bij toepassing van koningsspil en spoorwiel werden de maalkoppels lager geplaatst, zodat ook daardoor het bovendeel van de molenromp kleiner in omvang kon worden. Hiermee kreeg de ronde stenen molen de vorm van een afgeknotte kegel.
De kegelvorm kan sterk of minder sterk zijn. Anders gezegd: de diameter kan naar boven toe veel of juist weinig afnemen. Ook zijn er stenen molens met een klok-, buik- of flesvorm (‘Johanna Elisabeth’ te Vlierden). Er zijn ook stenen molens als achtkant gebouwd (‘Keetmolen’ te Ede) en als twaalfkant (‘Lijkermolens’ te Rijpwetering).

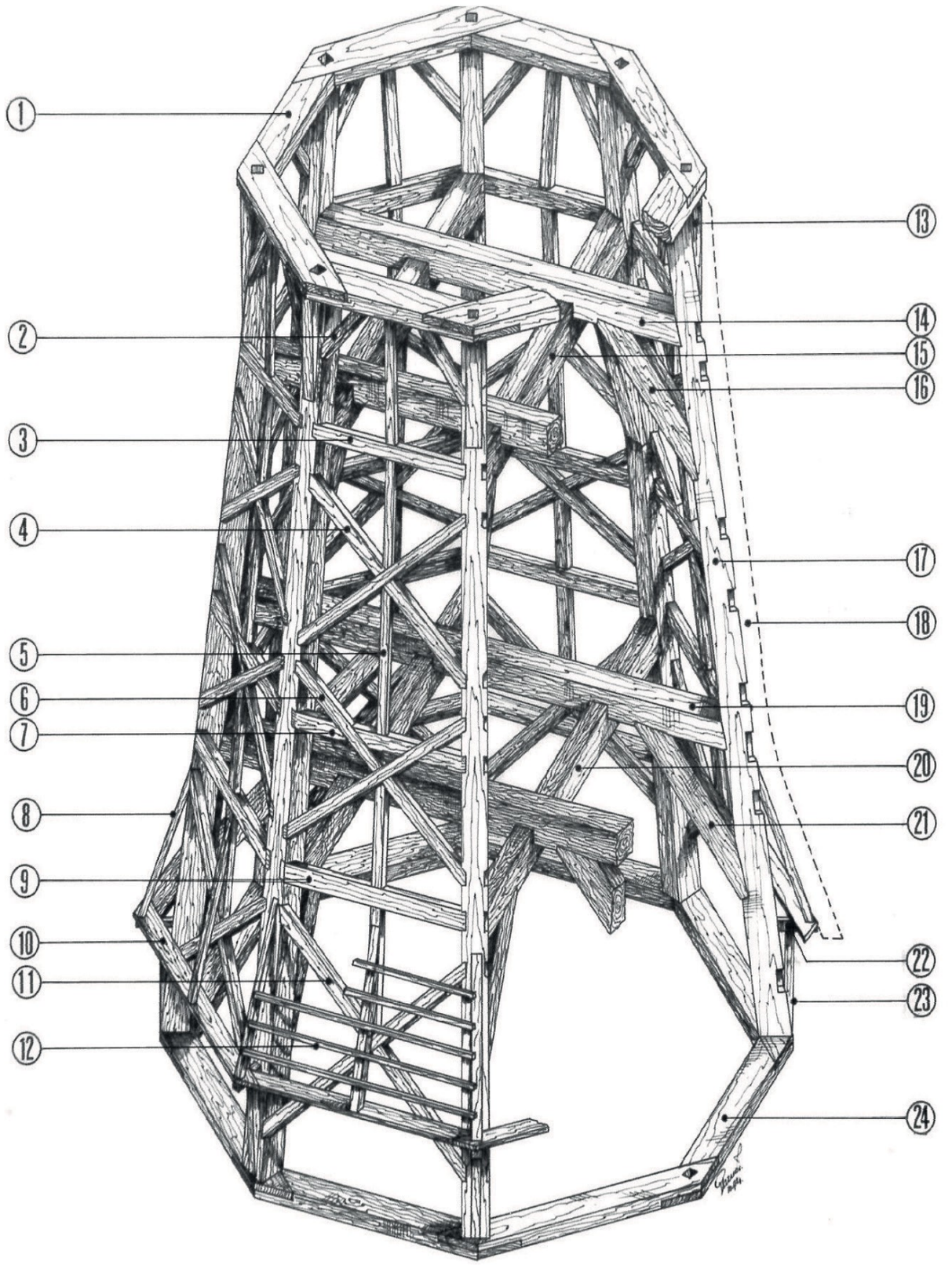
klokvorm, buikvorm, flesvorm
achtkante stenen molen
twaalfkante stenen molen

In nagenoeg alle gevallen is het metselwerk zodanig uitgevoerd, dat de steenlagen naar buiten toe schuin aflopen. Men dacht dat deze wijze van metselen de afvoer van regenwater bevorderde.
Stenen molens blijken vaak erg gevoelig voor vochtdoorslag door de romp. Daarom is de romp aan de westkant vaak met cement aangestreken.

steigergaten

Driekwart meter onder de bovenkant van het metselwerk bevinden zich vaak rondom steigergaten, rechthoekige gaten in de romp meestal afgesloten door houten klossen. Bij onderhoud aan de kap kan men hierdoor balkjes steken waarop buitenom steigerplanken kunnen worden gelegd.

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

Fig. 5.7.4.1
Opbouw van het achtkant

1. *boventafelement*
2. *hondsoor*
3. *veldregel*
4. *veldkruis*
5. *veldstijl*
6. *veldkruis*
7. *veldregel*
8. *uitbreker*
9. *veldregel*
10. *duis- of rietplank*
11. *veldkruis*
12. *rietlat*
13. *scheg of verdikstuk*
14. *losse bint- of legeringsbalk*
15. *vaste bint- of legeringsbalk*
16. *korbeel*
17. *achtkantstijl*
18. *rietdek*
19. *losse bint- of legeringsbalk*
20. *vaste bint- of legeringsbalk*
21. *korbeel*
22. *kardoeshout*
23. *stijltje*
24. *ondertafelement*

5.7.4 Het houten achtkant

achtkant
ondertafelement
tafelementstukken

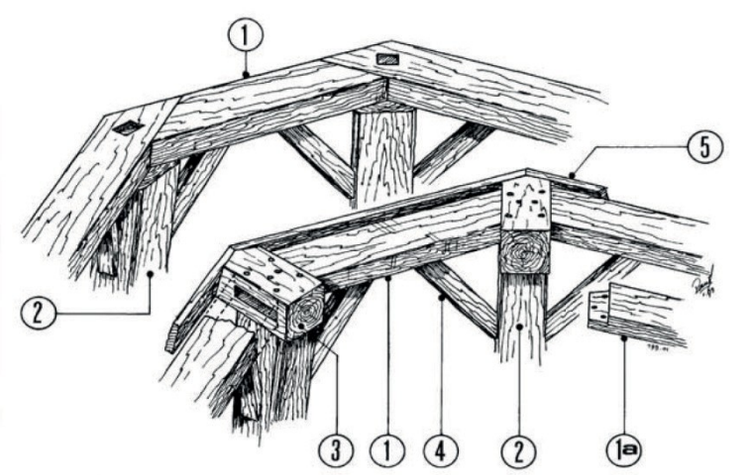
Het achtkant heeft de vorm van een regelmatige achthoek. De basis wordt gevormd door het ondertafelement, bestaande uit acht brede platen, de tafelementstukken die onderling verbonden zijn. Er zijn ook molens zonder ondertafelement. Deze zijn onder meer te vinden in Noord-Holland, Friesland, en het oosten van het land.

achtkantstijlen
boventafelement
blokkeel

Schuin naar binnen gericht staan op de acht hoeken de achtkantstijlen, aan de bovenkant verbonden door het boventafelement. Vooral bij oudere achtkanten zien we op elke achtkantstijl een blokkeel, een tussenblok dat deel uitmaakt van het boventafelement. Deze blokkelen verbinden zowel de stijlen met de boventafelementstukken als deze stukken onderling.

Fig. 5.7.4.2
Voorbeelden van boventafelementen

1. *boventafelement*
1a. *tafelement met blokkeel*
2. *achtkantstijl*
3. *blokkeel*
4. *hondsoor*
5. *waterbord, rietplank*



© Het Gilde van Molenaars

bintbalken, gebinten
vaste gebinten, losse gebinten
bintlaag

Tussen onder- en boventafelement zijn de achtkantstijlen met elkaar verbonden door twee of drie lagen bintbalken; tezamen vormen ze de gebinten. Het achtkant bestaat uit twee vaste- en twee losse gebinten. Elke bintlaag bestaat uit vier bintbalken die twee aan twee evenwijdig zijn en de tegenover elkaar staande achtkantstijlen met elkaar verbinden. Op de kruispunten zijn de twee onderste, de vaste bintbalken, verbonden met de twee bovenste, de losse bintbalken. De bintbalken worden ook wel legeringsbalken genoemd.

legeringsbalken
zolders

Op de losse bintlagen liggen de zolderplanken, soms nog ondersteund door zolderbalkjes. In elke hoek, tussen een achtkantstijl en een bintbalk is een korbeel gestoken.

korbeel

Het tot dusver opgebouwde geraamte van zware balken wordt gecompleteerd met de invulling van de acht velden. Dit zijn de vlakken tussen twee naast elkaar staande achtkantstijlen. De velden tussen twee evenwijdige bintbalken noemt men de ware velden, de overige valse velden.

velden

ware en valse velden

De achtkantstijlen zijn met elkaar verbonden door twee of meer horizontale veldregels en door veldkruisen. Zowel de veldregels als de veldkruisen zijn onderling vaak gekoppeld door de veldstijlen.

veldregels, veldkruisen
veldstijlen

In de hoeken tussen de achtkantstijlen en het boventafelement zijn ten slotte de hondsoren bevestigd ter ondersteuning van het boventafelement.

hondsoren

Het achtkant heeft nu voldoende stijfheid gekregen om zijn taak aan te kunnen. Aan de buitenzijde van de achtkantstijlen zijn onder de overstekende boventafelementhoeken de scheggen of verdikstukken bevestigd. Hiermee krijgt het achtkant, samen met de kardoezen en de daarop staande uitbrekers aan de onderkant van iedere achtkantstijl, zijn getailleerde vorm. Op of onder de kardoezen zijn ter afsluiting brede delen aangebracht, duis- of rietplanken genoemd. Het geheel wordt daarna rondom bekleed.

scheggen, verdikstukken
kardoezen, uitbrekers

duis- of rietplanken

5.7.4.a Het Noord-Hollandse achtkant

penanten, poeren, stiepen

Het Noord-Hollands achtkant rust op acht penanten (poeren, stiepen) met een paalfundering eronder. Tussen de penanten, tot onder het ondertafelement, zijn de veldmuren aangebracht. Ze hebben geen dragende functie en derhalve nauwelijks enige fundatie.

veldmuren

peulhout, peulsteen
weegdelen

Op elke penant ligt een peulhout of een peulsteen waarop het ondertafelement rust. Vanaf het ondertafelement worden er op de achtkantstijlen houten weegdelen gepotdekseld aangebracht (in Noord-Holland getrapte weeg genoemd) eindigend onder tegen de duisplanken.
Vanaf de duisplanken begint het rietdek over de uitbrekers en de achtkantstijlen tot boven aan toe. Hier wordt het rietdek net onder het boventafelement afgedekt met de waterborden.

waterbord

De stijlen van het Noord-Hollandse achtkant zijn recht, de molen is nauwelijks getailleerd. Hij toont veel forser dan de Zuid-Hollandse soortgenoot en maakt een massieve indruk.
De deuren bevinden zich altijd op het ondertafelement.

5.7.4.b Het Zuid-Hollandse achtkant

De 18e en 19e eeuwse achtkanten in Zuid-Holland en aangrenzende gebieden, rusten met het ondertafelement op een achtkante stenen muur.

stenen voet

Deze muur heeft geen verzwaringen in de hoeken en is in feite een stenen voet, omgaand gefundeerd en vaak aan de buitenzijde enigszins naar binnen hellend opgebouwd, tot soms 200 cm hoog.

© Het Gilde van Molenaars

gebogen achtkantstijlen

Boven op de achtkante muur ligt het ondertafelement met daarop de streekeigen gebogen achtkantstijlen, zonder uitbrekers. Boven de duisplanken wordt de molen ook hier gedekt met een dik pak riet. De toegangsdeuren bevinden zich meestal in of onder het ondertafelement.

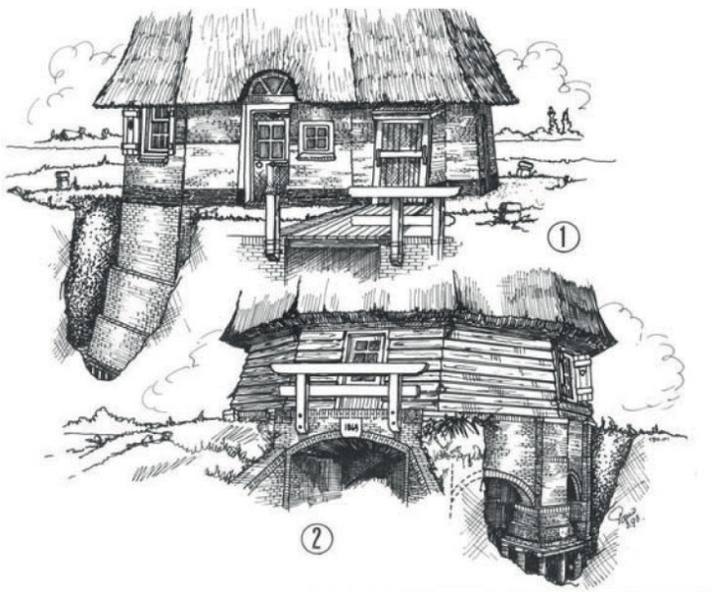


Fig. 5.7.4.3
Voorbeelden van veldmuren of wegen

1. *Zuid-Hollandse fundering, met veldmuren*
2. *Noord-Hollandse fundering met een getrapte weeg*

5.7.4.c Het Friese achtkant

klippen

In het noorden, vooral in Friesland, wordt evenals in Noord-Holland het penantensysteem toegepast. Penanten heten daar klippen.
De veldmuren worden aan de buitenzijde van het ondertafelement tot aan de duisplanken opgemetseld, waarbij het ondertafelement op een in de veldmuren uitgespaarde rand ligt. Dit geldt zowel voor lage veldmuren als voor de hoog opgemetselde stenen achtkante onderbouw (fig. 5.7.4.4).

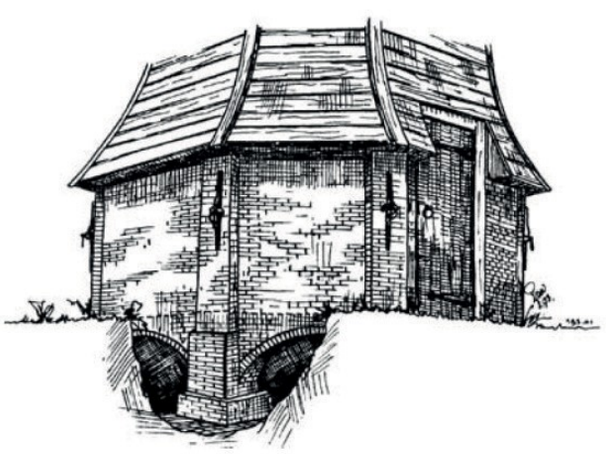


Fig. 5.7.4.4
Voorbeeld van een Friese fundering en veldmuren

© Het Gilde van Molenaars

mounts
monniksmolen

Naast het grotere achtkant zien we in Friesland vooral de z.g. mounts (monniksmolen). Deze molen heeft een klein achtkant en een vlucht tussen de negen en zeventien meter. De kleine mounts wordt tegen omwaaien behoed door een paar zware zwerfkeien die met een ketting aan twee of meer hoekstijlen verankerd zijn, al dan niet ingegraven.

5.7.4.d De achtkante houten voet

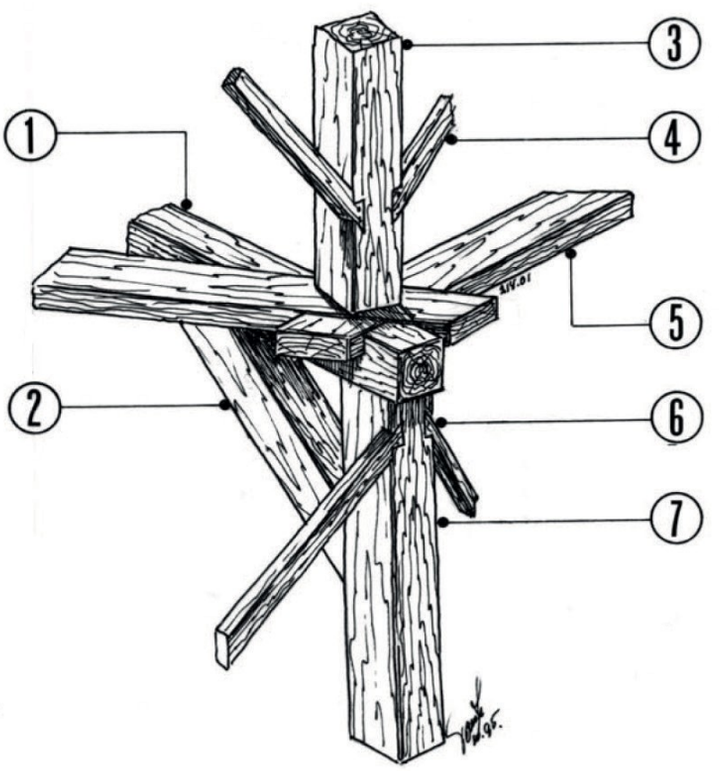


Fig. 5.7.4.5
Overgang van een achtkante houten voet naar het achtkant

1. *bintbalk*
2. *korbeel*
3. *achtkantstijl*
4. *veldkruis achtkant*
5. *tussentafelement*
6. *veldkruis achtkante voet*
7. *stijl achtkante voet*

houten achtkant

Om van een goede windvang verzekerd te zijn bouwde men de molens in steden en dorpen hoger dan op het platteland. Stenen molens worden eenvoudig tot de gewenste hoogte opgetrokken maar houten achtkanten worden op een stenen of houten achtkante voet of onderbouw geplaatst.

tussentafelement
doorlopende achtkantstijlen

Bij de stenen achtkante voet plaatst men het ondertafelement op een uitgespaarde rand in de muur of erop. Bij de houten molen gaat de achtkante houten voet via een tussentafelement over in het achtkant (fig. 5.7.4.5). Sommige molens hebben doorlopende achtkantstijlen, die zo lang zijn, dat een tussentafelement niet nodig is.

© Het Gilde van Molenaars

5.7.4.e Het zeskant

zeskanten

Naast de vele achtkanten die ons land rijk is steekt het aantal zeskanten maar bescheiden af; er staan er nog slechts acht in Nederland.
Kennelijk was het vertrouwen in het achtkant groter en dat is niet verwonderlijk. De zeskante molen is eenvoudiger van opbouw en vraagt minder materiaal. Het scheelt o.a. twee onder- en boventafelementstukken, twee stijlen en twee velden met regels en kruisen. Maar het zeskant heeft minder stijfheid. Het heeft slechts

koningsgebint

drie gebinten, t.w. twee vaste gebinten en één los gebint, het koningsgebint. De bintlagen bestaan uit slechts drie bintbalken; t.w. twee evenwijdig liggende vaste

koningsbint

en één losse bintbalk, ook wel koningsbint genoemd. Deze constructie heeft het nadeel dat hij precies door het midden van de molen zou moeten lopen, daar waar ook de koningsspil zich bevindt (fig. 5.7.4.6 & 7).
De oudste en beste oplossing die nog de meeste stevigheid garandeert is simpel een balk uit een kromgegroeide boom te zagen die om de koningsspil heen buigt. Een andere, minder stevige oplossing is het onderbreken van de losse bintbalk

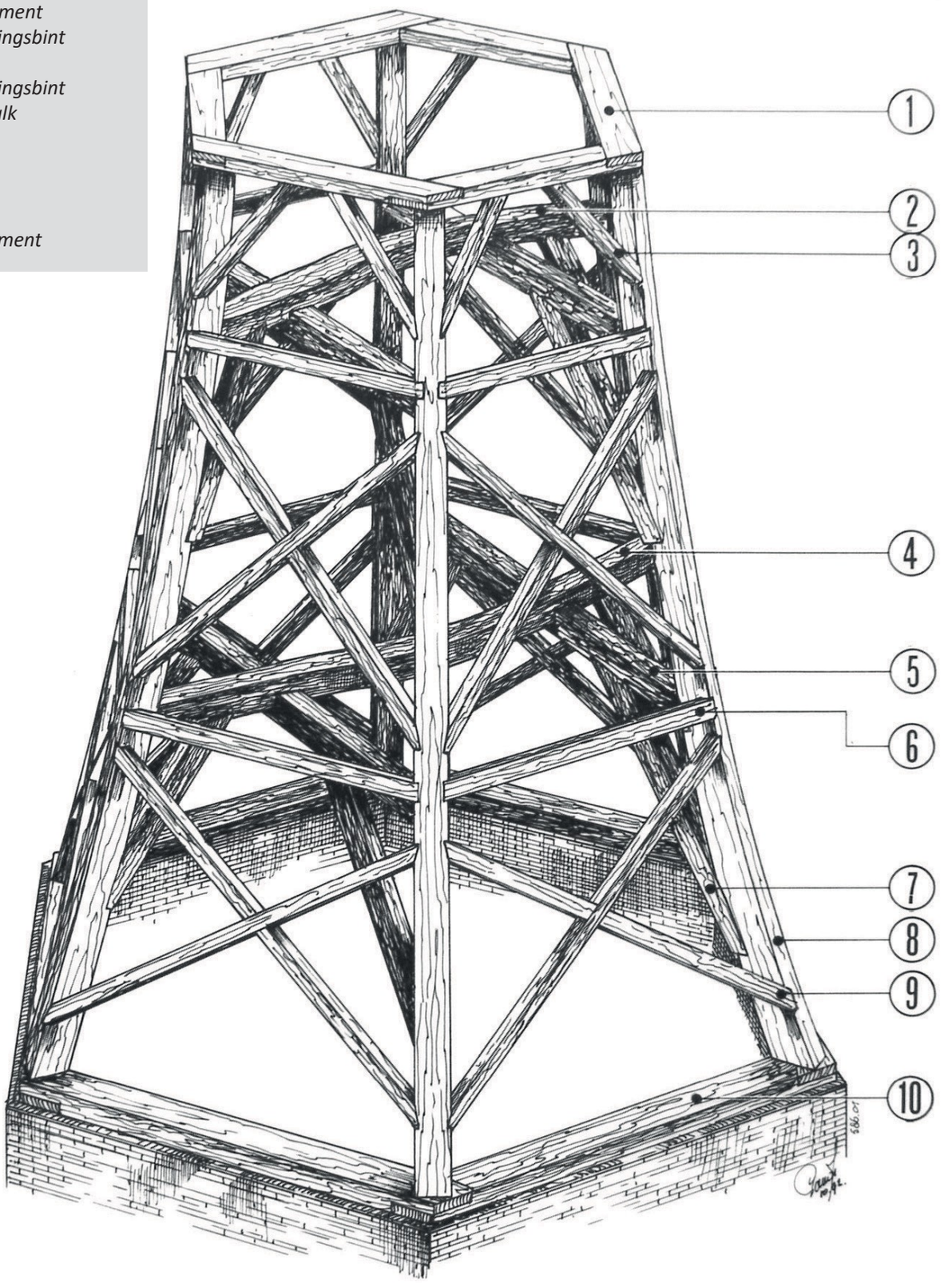
ravelingsbalken

waarbij de onderbreking wordt overbrugd door ravelingsbalken (fig. 5.7.4.7). Het zeskant is mogelijk uit zuinigheidsoverweging ontstaan uit het achtkant; het deed pas na 1650 zijn intrede, vooral in Noord-Brabant en Gelderland. Om praktische redenen waren ook sommige houtzaagmolens als zeskant gebouwd (zie 15.3.8).

© Het Gilde van Molenaars

Fig. 5.7.4.6
Opbouw van het zeskant

1. *boventafelement*
2. *losse of koningsbint*
3. *hondsoor*
4. *losse of koningsbint*
5. *vaste bintbalk*
6. *veldregel*
7. *korbeel*
8. *zeskantstijl*
9. *veldkruis*
10. *ondertafelement*



© Het Gilde van Molenaars

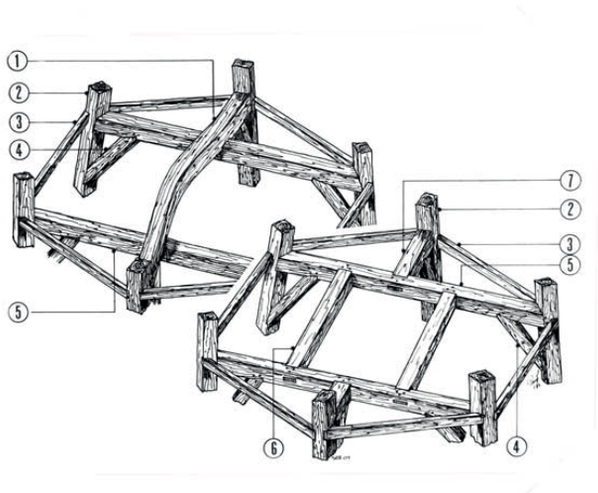


Fig. 5.7.4.7
Constructie van de bintlagen voor een zeskante molen

1. *koningsbint*
2. *zeskantstijl*
3. *veldregel*
4. *korbeel*
5. *vaste bintbalk*
6. *raveelbalk*
7. *kort of half koningsbint*

5.7.4.f Het zestienkant

houten zestienkant

In Horn (Limburg) staat het enige houten zestienkant van Nederland. Mogelijk is dit uit Duitsland afkomstig. Het is een beltmolen met een ronde stenen voet die ruim 1,5 m boven de belt uitsteekt. Via een trapje betreedt men de molen. Bijzonder zijn de vensters in de voet.
Op de stenen voet staan zestien eikenhouten stijlen, acht uit-één-stuk en acht uit drie delen, die samen het ronde boventafelement dragen. Dat doet tevens dienst als kruivloer. Tussen de stijlen zijn zes ringen van gordingen gestoken, om en om licht en zwaar uitgevoerd. Slechts in de hoeken tussen de zware gordingen en de acht stijlen uit-één-stuk bevinden zich korbelen. De zware gordingen dragen de zolders. De vierde en de zesde ring bestaan niet uit zestien, maar uit acht gordingen. Deze koppelen nl. steeds drie naast elkaar staande stijlen, waarbij ze in het midden zijn verbreed naar de zestienkante vorm. In deze verbreding zijn pengaten gehakt die dienen als verbinding voor de onderbroken zestienkantstijlen. Deze stijlen, gordingen en korbelen vormen het hele verband. Dit z.g. veldverband was blijkbaar een te slappe constructie. Daarom werden er later aan de binnenzijde nog veldkruisen aangebracht.

5.7.4.g De molen op een schuur

vierkante houten voet

Veel industriemolens hebben schuren, naast de molen of om de achtkante voet heen gebouwd. Soms staat het achtkant op een zwaar kubusvormig houten raamwerk, de vierkante houten voet. De bovenste verbindingsbalken hiervan hebben de functie van tussentafelement.
Binnen de vierkante voet staan de werktuigen van de molen (fig. 5.7.4.8).

© Het Gilde van Molenaars

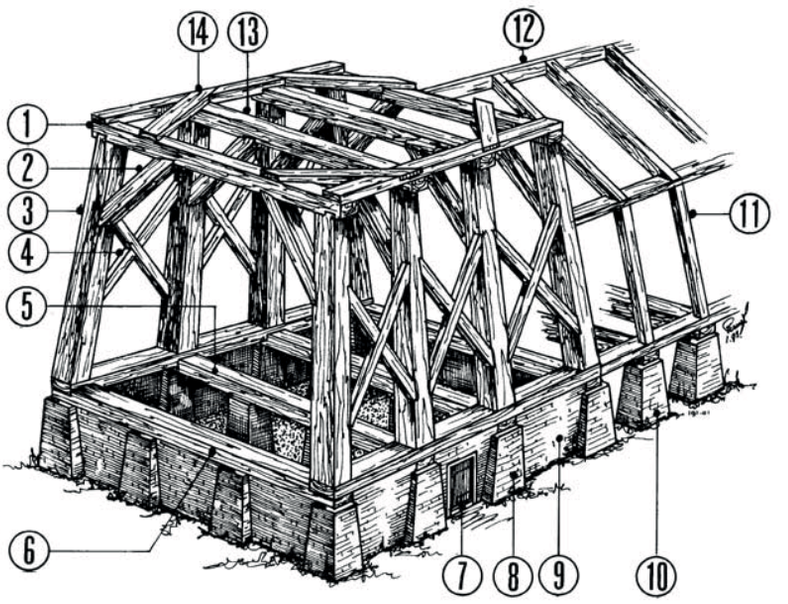


Fig. 5.7.4.8
Constructie van een vierkante voet met schuur

1. *vaste bintbalk*
2. *korbeel*
3. *hoekstijl*
4. *veldkruis*
5. *vloerbalk*
6. *ondertafelement of muurplaat*
7. *kotdeur*
8. *stiep of poer*
9. *kotmuur*
10. *stiep of poer*
11. *schuurstijl*
12. *nokbalk*
13. *bintbalk*
14. *tussentafelement*

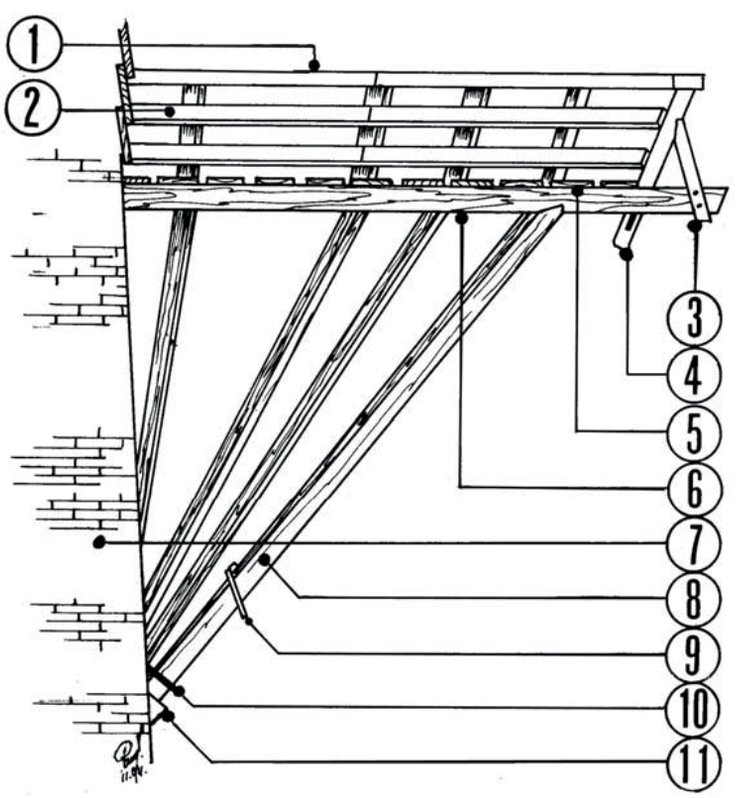


Fig. 5.7.5.1
Stelling met onder iedere ligger een schoor

1. *balie of stellinghek*
2. *tussenschoot*
3. *schoortje*
4. *balie- of hekstijltje*
5. *stellingplank of -deel*
6. *ligger*
7. *stenen molenromp*
8. *schoor*
9. *leklatje*
10. *muuranker*
11. *vink of console*

© Het Gilde van Molenaars

5.7.5 De stelling

stelling
balie, galerij, omloop

Omdat een molenaar tijdens het malen het gevlucht, het kruiwerk en het vangtouw moet kunnen bedienen wordt rond een hogere molen een stelling (balie, galerij, omloop) gebouwd.
De stelling is meestal achthoekig, ook op de meeste ronde stenen molens (fig. 5.7.5.1).
Op sommige grote ronde stenen molens treft men een twaalf- of zelfs een zestienkantige stelling aan.
Stellingen zijn doorgaans van hout, maar ook ijzeren stellingen komen voor.

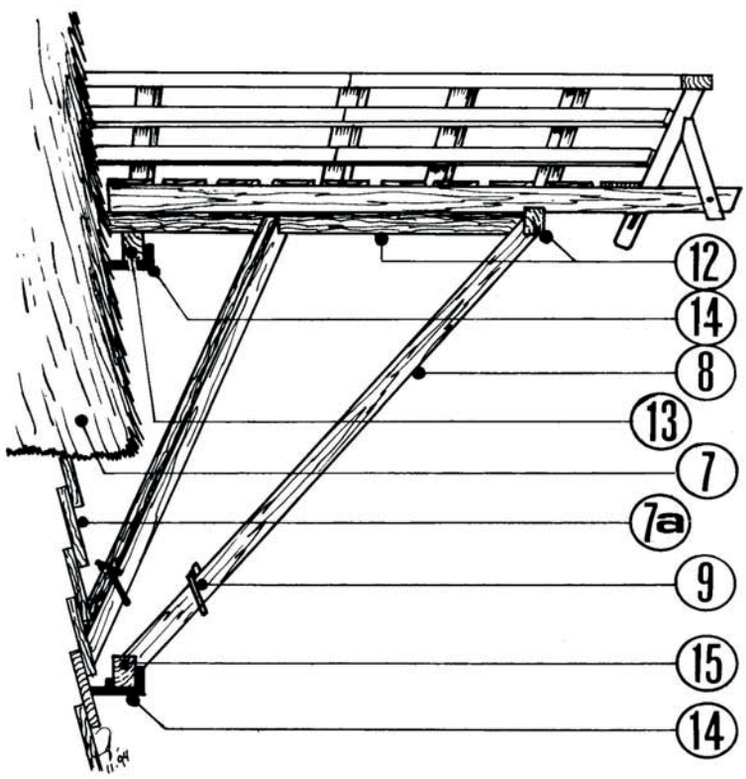


Fig. 5.7.5.2
Stelling met onder-, binnen- en buitensluiting

7. rietdek molenromp
7a. getrapte weeg
8. stellingschoor
9. leklatje
12. buitensluiting
13. binnensluiting
14. sluitingsanker
15. ondersluiting

liggers
binnensluiting

buitensluiting

Op de gewenste hoogte zijn liggers in de romp aangebracht. Soms rusten ze op een rond de molen geplaatste ring van balken, de binnensluiting. De buiteneinden van de liggers steken tot ca. 3,5 meter buiten de molen en rusten op een uit balken samengestelde ring, de buitensluiting. Deze wordt gesteund door schoren. Soms ontbreekt de buitensluiting, dan heeft iedere ligger zijn eigen schoor.

vinken, consoles

Bij stenen molens of molens met een stenen onderachtkant vinden de schoren hun steun in het muurwerk of op uit de romp stekende vinken of consoles.

ondersluiting

Bij alle houten en bij enkele stenen onderachtkanten steunen de schoren op een rond de romp aangebrachte ring van balken, de ondersluiting
Het aantal schoren kan verschillen. Vooral in het noorden van het land wordt de stelling slechts vanuit de hoeken van het achtkant gesteund via een bij deze molens altijd aanwezige buitensluiting.

© Het Gilde van Molenaars

hulpschoren, kraaienpoot
leklatjes

Vanuit de acht schoren wordt de buitensluiting dan verder ondersteund door hulpschoren. Een schoor met twee hulpschoren noemen we een kraaienpoot (fig. 5.7.5.3). De schoren zijn onderaan vaak voorzien van leklatjes tegen het doorsijpelen van regenwater in de molen.

stellingstutten
stellingdelen

Verticale schoren zien we wel bij lage stellingen en in de Zaanstreek. Ze worden stellingstutten genoemd

De liggers worden gedekt met stellingdelen, die ter afwatering van het regenwater op ca. 2 cm van elkaar worden gespijkerd. Langs de rand van de buitenste stellingdelen is op de liggers een omgaand, meestal schuin naar buiten hellend, stelling- of baliehek geplaatst.

stellinghek of baliehek

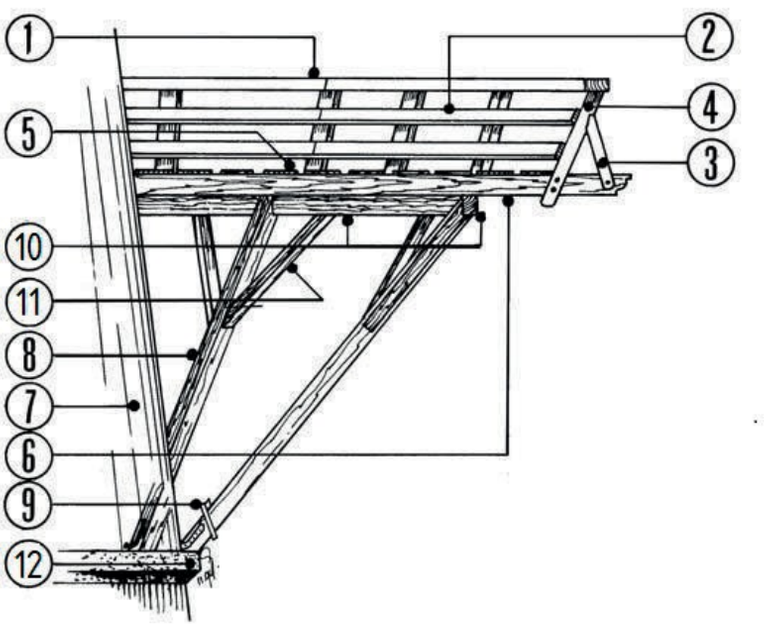


Fig. 5.7.5.3
Stelling met kraaienpoten

1. *balie of stellinghek*
2. *tussenschoot*
3. *schoortje*
4. *balie of hekstijltje*
5. *stellingplank of -deel*
6. *ligger*
7. *molenromp*
8. *hoekschoor*
9. *leklatje*
10. *buitensluiting*
11. *kraaienpoot*
12. *kraag*

5.7.6 De kap

kap, bovenkruier

De kap van alle bovenkruiers ligt los op de romp en is 360° draaibaar naar alle windrichtingen. Dit gebeurt d.m.v. het kruiwerk (fig. 5.7.6.1).

overring

De basis van de kap is de overring die deel uitmaakt van het kruiwerk.

voeghouten

De zwaarste onderdelen van de kap zijn de beide voeghouten. Daarop, c.q. daartussen liggen van voor naar achteren een aantal dwarsbalken: de windpeluw, (soms) de steunderbalk, de lange spruit, de bus- of ijzerbalk, de penbalk en de korte spruit (achterbalk). Liefst zaagde men de voeghouten uit kromgegroeide bomen om met behulp van die kromming meer ruimte te bieden voor het bovenwiel en de vang en daarbij de windpeluw zo kort mogelijk te houden.

windpeluw, steunderbalk
lange spruit, ijzerbalk, penbalk
korte spruit, achterbalk

De zwaarste balk, de windpeluw, ligt verankerd met zwaluwstaartverbindingen en bouten op de voorste uiteinden van de voeghouten. Hij wordt nog extra ondersteund door één (op sommige molens twee of drie) steunder(s) (tempelbalk, kalf, burgemeester). De windpeluw wordt nog extra vastgezet met zwanenhalzen zodat hij niet naar buiten kan kantelen.

steunder
tempelbalk, kalf, burgemeester

voorkeuvelens

Op de windpeluw staat het voorkeuvelens, haaks op de helling van de bovenas

keer- en weerstijl

Het bestaat uit twee hoekstijltjes, de keer- en de weerstijl en daarop de voorkeuvelensbalk. De keerstijl is extra geschoord of aan de voet zwaarder uitgevoerd om zijdelingse druk van de draaiende bovenas op te vangen. De weerstijl is van oudsher uitneembaar voor het inbrengen en uitnemen van een houten bovenas of een ijzeren as compleet met de vulstukken.

zwaardplanken
zwaarden, storm- of windluiken

Het geheel is aan de voorzijde afgesloten met de twee zwaardplanken of zwaarden aan de buitenzijde en de twee storm- of windluiken. De laatstgenoemden zijn uitneembaar, t.b.v. werkzaamheden aan het gevlucht of de kap.

steenbed
kwastvrij plankje, halssteen

Midden op de windpeluw ligt het steenbed, een stapeling van wiggen en planken waarvan de bovenste kwastvrij moet zijn zodat de halssteen zich zo gelijkmatig mogelijk kan zetten. Deze ligt onder dezelfde hoek als de bovenas. Door de wigvorm van het steenbed en de druk van de bovenas wil de halssteen echter naar voren. Om dat tegen te gaan zit vóór de halssteen, tegen de keer- en weerstijl, het steenbord, een dikke houten of metalen plaat of een ijzeren beugel.

steenbord

steunderbalk

De steunderbalk brengt d.m.v. vaste houtverbindingen verband tussen de voeghouten. In de steunderbalk wordt het achtereinde van de steunder bevestigd, zodat dit niet omhoog kan.

De volgende balk is de lange spruit, die op de voeghouten ligt verankerd, ter weerszijden ver buiten de voeghouten en de kap uitsteekt en deel uitmaakt van de staartconstructie. Omdat de lange spruit soms boven de steunderbalk ligt wordt de laatste vaak (maar niet altijd!) weggelaten. De lange spruit neemt in dat geval de taak van de steunderbalk over (fig. 5.7.6.2).

busbalk, ijzerbalk

De bus- of ijzerbalk is in het horizontale vlak verstelbaar zodat het lager van de koningsspil in het middelpunt van de kap gebracht kan worden. In het midden van de ijzerbalk is een ruimte uitgespaard voor dit lager, het bus- of ijzerlager.

bus- of ijzerlager

middelbalk

In bepaalde streken van het land, met name in het noorden en in de Zaanstreek ligt de lange spruit door het midden van de kap. Hij wordt dan middelbalk genoemd. De ijzerbalk wordt in die gevallen vaak weggelaten. Het buslager is dan in de lange spruit aangebracht die echter niet verstelbaar is. Daarom wordt de verstelbare ijzerbalk soms toch gehandhaafd en zien we hem onder de lange spruit tussen de voeghouten hangen.

© Het Gilde van Molenaars

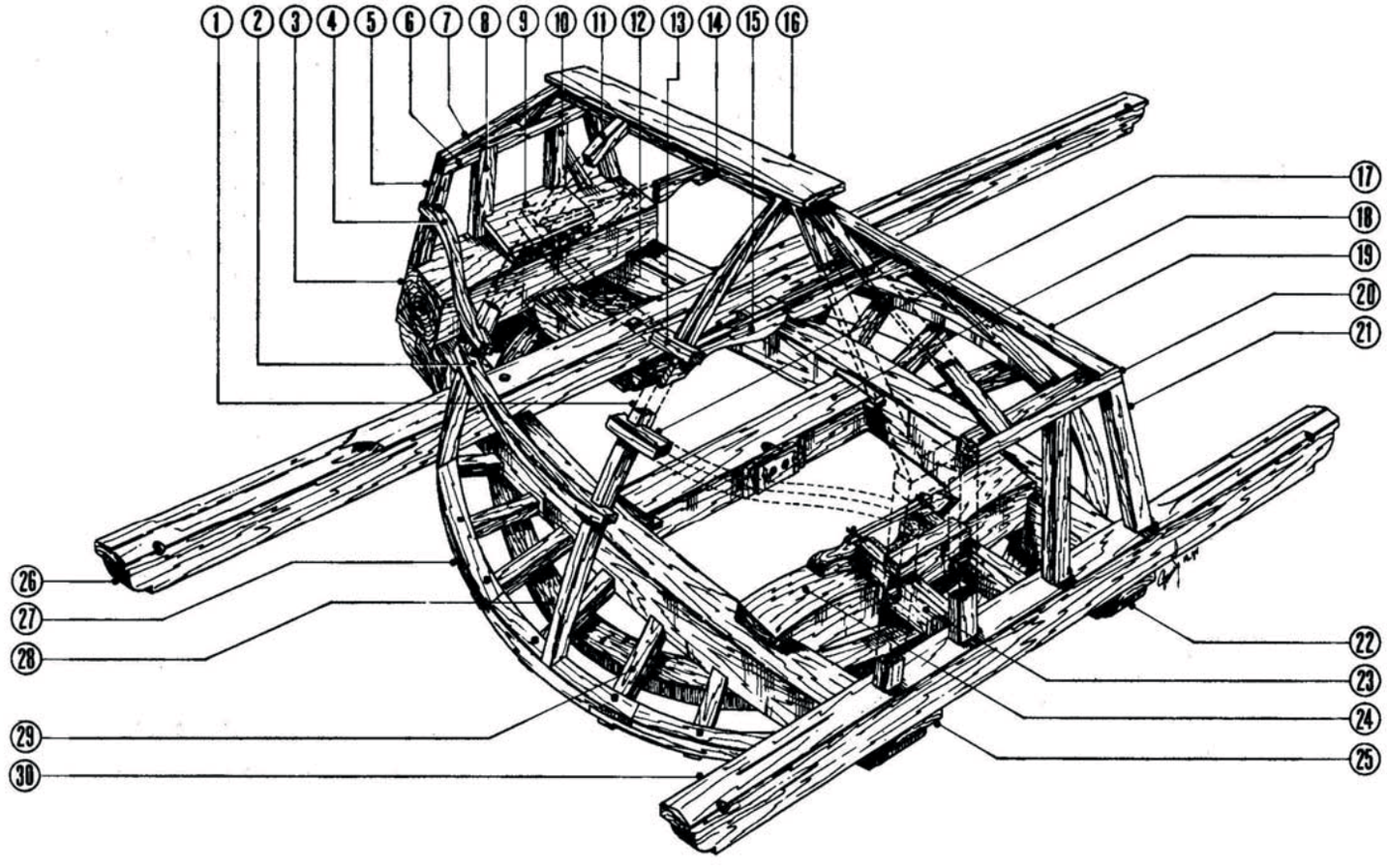


Fig. 5.7.6.1

Opbouw van een molenkap met een lange spruit (geen lesstof)*

1.	*kapspant*	8.	*weerstijl*	15.*	*hanebalk*	22.	*rechter voeghout*
2.	*gording*	9.	*steenbed*	16.*	*huig- of vorstplank*	23.	*broekbalk*
3.	*windpeluw*	10.	*keerstijl*	17.	*gording*	24.	*penbalk*
4.	*gording*	11.	*kapspant*	18.	*bus- of ijzerbalk*	25.	*linker voeghout*
5.	*hoek- of zwaardstijl*	12.	*steunder, of burgemeester*	19.*	*achterwolf*	26.	*lange spruit*
6.	*voorkeuvelensbalk*	13.	*gording*	20.	*achterkeuvelensbalk*	27.	*spantring*
7.*	*wolfskeeper*	14.	*vorst- of nokbalk*	21.*	*hoekstijl*	28.	*overring*
						29.	*roosterhout*
						30.	*korte spruit*

© Het Gilde van Molenaars

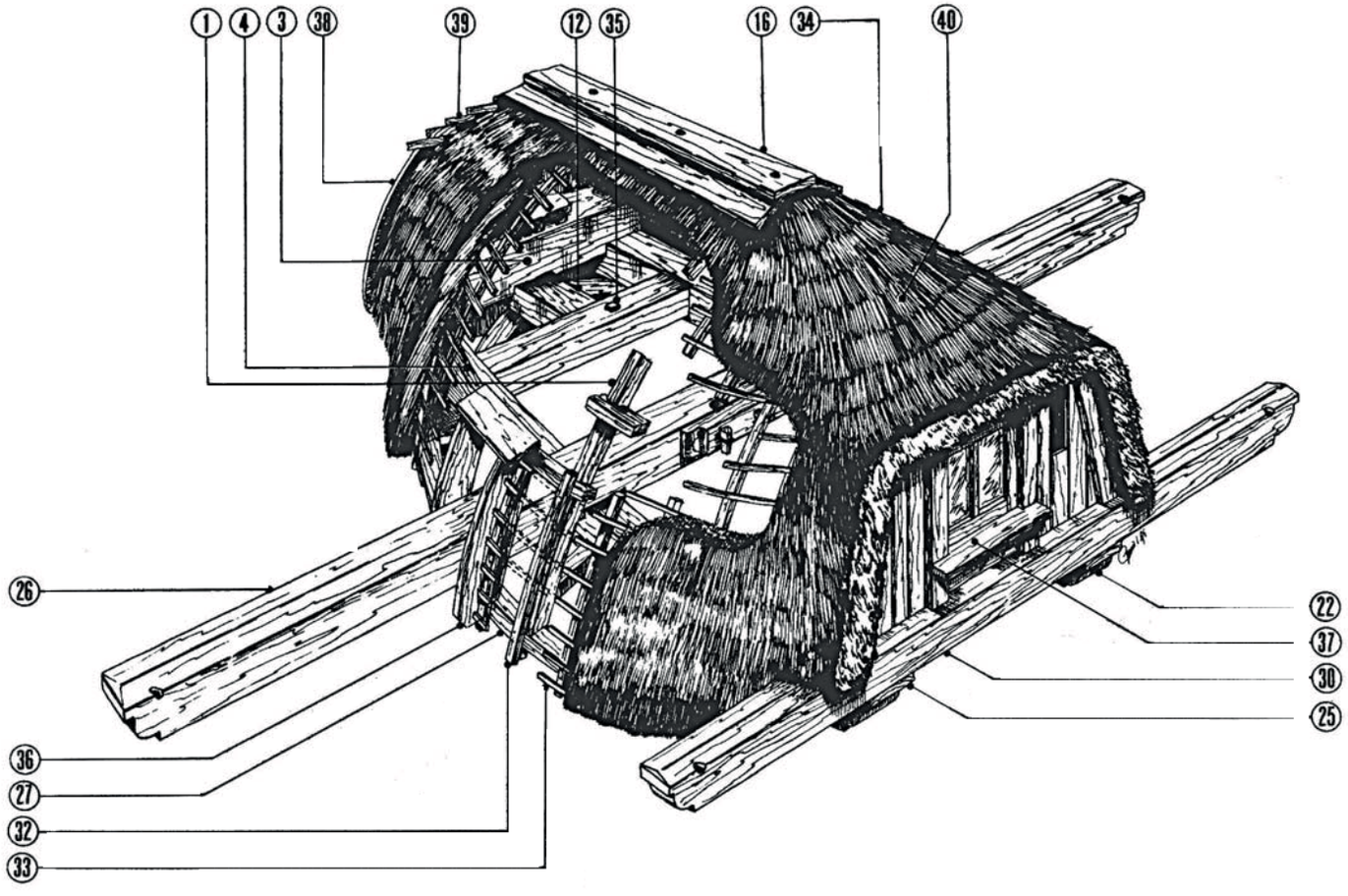


Fig. 5.7.6.2

Opbouw van een molenkap met een lange spruit of middenbalk

1. spant	*16. huig- of vorstplanken*	*27. spantring*	*34. rietdek*	*38. zwaardplank*
3. windpeluw	*22. rechter voeghout*	*30. korte spruit*	*35. steunderbalk*	*39. stormschild*
4. gording	*25. linker voeghout*	*32. rietspoor*	*36. spruitluik*	*40. wolfsdak*
12. steunder	*26. lange spruit of middenbalk*	*33. rinkellat*	*37. achterkeuvelens*	

© Het Gilde van Molenaars

penbalk
pensteen

De penbalk is ook verstelbaar en ligt op en tussen de voeghouten. In het midden ligt de pensteen waarin het achtereinde van de bovenas draait.

penlager

De penbalk is meestal in dezelfde hoek als de bovenas in de voeghouten ingelaten en vaak naar onder doorgebogen. Hij draagt niet alleen het penlager, maar vangt tevens de druk op die de wind op het gevlucht uitoefent. Vaak is tussen de penbalk en de korte spruit nog een ondersteuning aangebracht, het

broekstuk, broekbalk

broekstuk of de broekbalk. Hierdoor wordt een deel van de winddruk op de penbalk overgedragen op de korte spruit of achterbalk.

korte spruit of achterbalk

De laatste verbinding tussen de voeghouten is de korte spruit of achterbalk. Deze ligt op de achterste uiteinden van de voeghouten. Hij maakt evenals de lange spruit deel uit van de staart, is half zo lang als de lange spruit en steekt dus minder ver buiten de voeghouten en de kap. De naam achterbalk wordt gebruikt op de binnenkruiers. Deze balk steekt niet buiten de kap.

achterkeuvelens
achterkeuvelensbalk

Verticaal op de korte spruit staat het achterkeuvelens waarin meestal kruisraampjes en/of luiken zijn aangebracht. De achterkeuvelensbalk vormt de bovenste afsluiting van het achterkeuvelens.

staartbalk

In het midden van de korte spruit hangt de staartbalk schuin achterwaarts omlaag. De staart bestaat uit de zojuist genoemde staartbalk, onderaan voorzien

kruirad, kruiwiel, kruihaspel, lier
lange schoren, korte schoren

van het kruirad of -wiel, de kruihaspel of de lier, de twee lange schoren tussen de lange spruit en staartbalk en de twee korte schoren tussen korte spruit en staartbalk (zie 5.8.4).

overring, keerkuip

De kap zoals deze tot nu toe is beschreven ligt met de voeghouten en steunder(s) op de cirkelvormige overring die een diameter heeft die ruim binnen de keerkuip valt. De overring is de basis van de kap en heeft als functie het grote gewicht van de kap te verdelen en over te brengen op het kruiwerk (zie 5.9.2) Tussen

slagstuk

voeghouten en overring bevinden zich soms aan de voorzijde slagstukken waarmee de overring aan de voorzijde ca. 10 cm wordt opgehoogd. Deze zijn mogelijk aangebracht om vooroverhellen van de kap te voorkomen als door het kruien de overring ter hoogte van de windpeluw harder slijt dan aan de achterkant.

roosterhouten, spruiten
zonnestralen
spantring
kapspanten, spantbenen
rietlatten, rietsporen, stormschild
vorst- of nokbalk, gordingen

Op de overring zijn de roosterhouten (spruiten, zonnestralen) aangebracht die met hun binneneinde naar het middelpunt van de overring wijzend, met pennen in de voeghouten zijn gewerkt. De spantring ligt op de buiteneinden van de roosterhouten en draagt de beide kapspanten (spantbenen) en de rietlatten of -sporen. Het stormschild, het wolfsdak, de vorst- of nokbalk en de gordingen, die het voor- en achterkeuvelens met de spanten verbinden geven de kap zijn veelal fraaie vorm.

rinkellatten

Hiermee is het geraamte van de kap compleet. Over de rietsporen zijn in een golvend patroon tenslotte de rinkellatten gespijkerd. Wanneer de kap met hout is gedekt ontbreken de rietsporen en rietlatten.

baard

Onder de windpeluw bevindt zich de soms fraai bewerkte baard, waarop meestal het bouwjaar en de naam van de molen vermeld staan. De baard beschermt het deel van het kruiwerk onder de windpeluw tegen weersinvloeden. De vier voeghoutkoppen, de kop van de steunder(s) en de roosterhouten zijn vaak met een ojief afgewerkt.
In het zuiden van het land ligt de baard in veel gevallen geheel voor de voeghoutkoppen waardoor ook deze beschermd worden.

© Het Gilde van Molenaars

5.8 DE KRUIBARE KAP

5.8.1 Inleiding

In verband met de steeds wisselende richting van waaruit de wind waait, zijn molens zodanig gebouwd dat de kap en het wiekenkruis naar de wind gekeerd kunnen worden.
Dit draaien van de kap noemen we kruien. Bij de meeste molens kan dit buiten worden gedaan. Er zijn echter ook enkele types molens waar dit van binnenuit gebeurt.

5.8.2 De stenen binnenkruier

binnenkruier, bovenkruier

Een binnenkruier is een bovenkruier waarbij de molen vanuit de kap op de wind wordt gezet. De eerste binnenkruiers in ons land waren stenen torenmolens. De nog bestaande torenmolen van Zeddam uit 1450 en die te Zevenaar van vóór 1565 zijn bij de bouw voorzien van binnenkruiwerken. De staartkruiing bestond in de veertiende en vijftiende eeuw namelijk nog niet. Die kwam pas in de tweede helft van de zestiende eeuw. Volgens de huidige stand van archiefonderzoek mogen we aannemen dat de binnenkruiïng ongeveer 200 jaar ouder is dan de buitenkruiing.

dubbele kruiwerken

Zowel in de torenmolen van Zeddam als in die van Zevenaar zijn kruiwerken dubbel uitgevoerd (fig. 5.8.2.1).
De kappen van de molens zijn zo groot en zwaar (Zeddam 8,55 m diameter en Zevenaar 7,30 m) dat het kruien voor één man zwaar werk is ondanks de overbrenging op een tandkrans op het metselwerk. Voor één groot kruiwiel vóór het bovenwiel om met twee man te bedienen is onvoldoende ruimte. Bovendien zou de kap kunnen ontwrichten of tegen de kuip klem lopen. Met twee kruiwerken in de kap die zich links en rechts van de voeghouten tussen de roosterhouten bevinden wordt de belasting tijdens het kruien gelijkmatig over de hele kap verdeeld. Een nadeel is dat twee man nodig zijn om te kruien maar dat zal men vroeger geen groot bezwaar gevonden hebben.

© Het Gilde van Molenaars

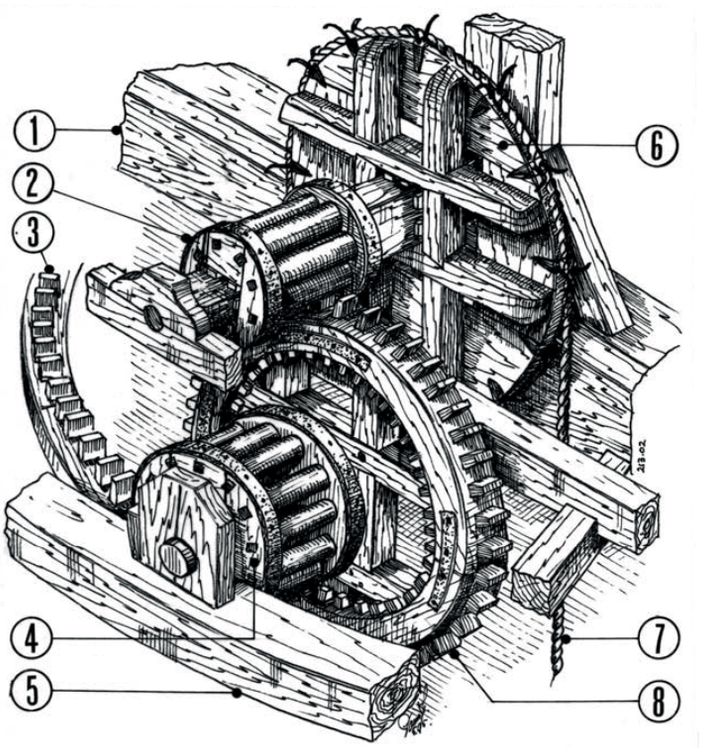


Fig. 5.8.2.1
Voorbeeld van een kruiwerk zoals toegepast in een torenmolen

1. *voeghout*
2. *lantaarnwiel*
3. *tandkrans*
4. *2e schijfloop*
5. *overring*
6. *gaffelwiel*
7. *kruireep*
8. *kruias rad*

gaffeltouw, kruireep, gaffelwiel schijfloop, lantaarnwiel, kamwiel

tandkrans krui inrichting

Het kruien gebeurt d.m.v. een gaffeltouw of kruireep in een gaffelwiel datvia een kleine schijfloop of lantaarnwiel een groot kamwiel aandrijft dat op een lagergelegen as is bevestigd. Een tweede schijfloop op deze as grijpt in de kammen van de houten tandkrans die binnen de muur van de molen op houten kardoezen ligt. Dit alles is dus dubbel uitgevoerd. Een krui-inrichting met deze uitvoering bevindt zich tegenwoordig alleen nog op de molens te Zeddam en Zevenaar (fig.5.8.2.1).

In Zevenaar kan het kruiwerk zowel handmatig als elektrisch worden bediend. Handmatig gebeurde dit met een kettingaandrijving. Thans echter niet meer, want om 1 cm te kruien moet ca. 1 meter ketting worden doorgehaald.
Deze oudste constructies zijn veel gecompliceerder dan het hierna te beschrijven ‘eenvoudige’ binnenkruiwerk van een houten achtkant.
Overigens heeft de torenmolen te Zevenaar begin 20^{e} eeuw een aantal jaren buitenkruiïng gehad, die echter rond 1930 weer verdween.

De derde torenmolen met binnenkruiwerk, in Lienden, is van veel later datum (1644). De molen is enigszins conisch opgemetseld (en daarom in strikte zin géén torenmolen) waardoor de diameter van de kap kleiner is (6,60 m) dan de bovenbeschreven torenmolens.

enkelvoudig binnenkruiwerk

De molen te Lienden heeft een enkelvoudig binnenkruiwerk van dezelfde constructie als we bij de houten achtkante binnenkruiers aantreffen. Daarnaast hangt eronder het linker voeghout een lier voor het kruien.
De vierde Torenmolen in Nederland, in Gronsveld (L) bezat vroeger ook een binnenkruiwerk. Dat is in de 18e eeuw vervangen door het huidige buitenkruiwerk.

© Het Gilde van Molenaars

5.8.3 De houten binnenkruier

Houten achtkante binnenkruiers treffen we vrijwel alleen nog aan in de provincie Noord-Holland. Er staan daar nog ruim 60 van deze grote achtkanten. De enige binnenkruier buiten Noord-Holland is de 'Hondsdijkse Molen' in Koudekerk a/d Rijn. Ook treffen we hier en daar in het land nog achtkanten aan die oorspronkelijk van een binnenkruier waren maar na verplaatsing als buitenkruier zijn opgebouwd. Met hun ruime kappen (ca. 6 m diameter), nodig om het kruiwerk te kunnen bergen, maken zij een stoere indruk in het landschap. In alle achtkante binnenkruiers hangt het kruiwerk tussen de voeghouten vlak achter de windpeluw. Het is zover mogelijk uit het midden van de kap geplaatst om meer kracht uit te kunnen oefenen. Op de meeste binnenkruiers heeft men naast de gewone steunderbalk nog een tweede balk gelegd. Ze liggen op een afstand van ongeveer 40 cm van elkaar tussen de voeghouten. Dit zijn de

hangeniersbalken

hangeniersbalken De steunder vindt zijn steun in de buitenste hangeniersbalk, soms in beide.

kruipollen

Onder de hangeniersbalken hangen met een pen- en gatverbinding de kruipollen die aan weerskanten stevig zijn geschoord (fig. 5.8.3.1).

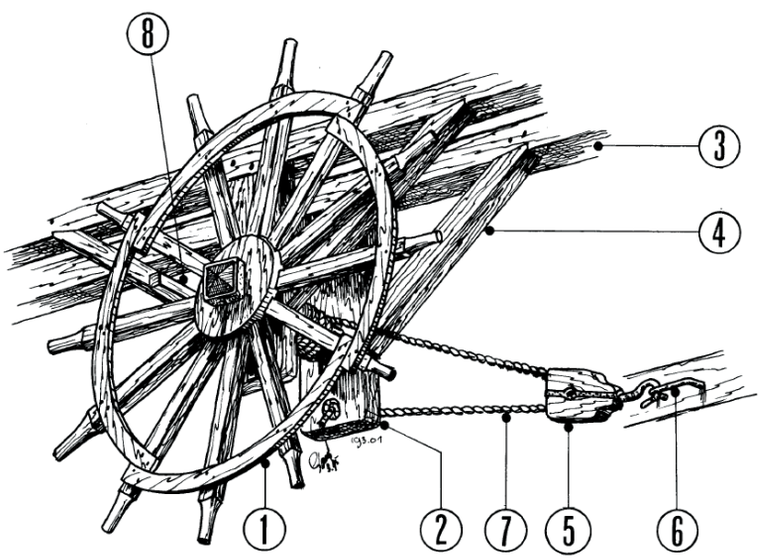


Fig. 5.8.3.1
Kruiwerk van een binnenkruier

1. *kruirad*
2. *kruipol*
3. *hangeniersbalk*
4. *schoor*
5. *kruiblok*
6. *kruikram*
7. *kruireep*
8. *pal*

munnik, kruias, windas
kruirad

Deze kruipollen, die recht achter elkaar hangen, zijn beide voorzien van een asgat waarin de munnik (kruias, windas) van het kruirad is gestoken. Achter de kruipol bij het kruirad steekt een ijzeren pen door de munnik die voorkomt dat deze tijdens het kruien uit de pollen draait.
Het kruirad bevat 10-14 spaken en wordt bij de handgrepen verstevigd met een aantal houten gordingstukken die meestal niet in elkaars verlengde maar, wat sterker is, overlappend naast elkaar op de spaken zijn gespijkerd. Op enkele binnenkruiers zien we een enigszins afwijkende constructie.

© Het Gilde van Molenaars

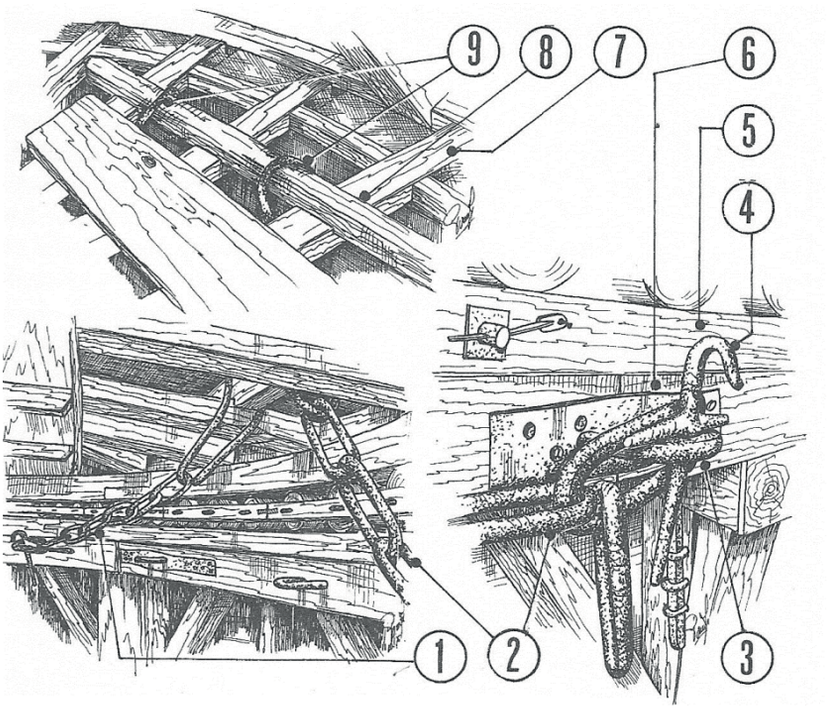


Fig. 5.8.3.2
Bezet- en doodketting

1. *bezetketting*
2. *doodketting*
3. *kruikram*
4. *schotel*
5. *kruivloer*
6. *boventafelement*
7. *roosterhout*
8. *kettingbalk*
9. *bezet- en doodketting*

kruireep

kruiblok
kruikram

Het kruien gebeurt met de kruireep (kruitouw) die met het vaste eind onder aan de buitenste kruipol vastzit, d.w.z. zo ver mogelijk uit het midden van de kap. Het andere eind van de kruireep loopt via het kruiblok naar de munnik. Het kruiblok hangt met een haak in een kruikram waarvan er 16 in het boventafelement zijn geslagen, t.w. twee per tafelementstuk. Zonder gebruik van het kruiblok zou het bedienen van het kruirad erg zwaar gaan. De afstand van de kruireep naar het middelpunt van de kap is minder dan de helft van dezelfde afstand bij buitenkruiing. Daarom is er een meer dan tweemaal zo grote kruikracht nodig om de kap in beweging te krijgen (zie ook 5.8.4). Het toepassen van een kruiblok verdubbelt de door de molenaar uitgeoefende kracht.

bezetketting, doodketting

schotel

pal, schuifhout

In elke binnenkruier bevindt zich een bezetketting en een doodketting. Deze hangen aan een balk die parallel aan het linker voeghout op de roosterhouten is bevestigd. Van beide kettingen is elke schalm (schakel) zo groot dat deze over een kruikram past en geborgd kan worden met een kruisvormig ijzer, de schotel. Wanneer de molenaar het gevlucht op de wind heeft gekruid wordt de kap tegen heen en weer raggen vastgezet m.b.v. de bezetketting en de kruireep. Het kruirad wordt daarna geborgd met een pal of een schuifhout.
De kap wil echter tijdens het malen ruimend om (rechtsom) kruien.
De kruireep die aan zware slijtage onderhevig is ligt altijd naar rechts (gezien vanuit het midden van de kap) maar is bij het vastzetten van de kap de zwakste schakel. Door raggen kan de kruireep breken. In dat geval zou de kap door het plotseling losschieten een ruk linksom kunnen maken. Dit nu wordt voorkomen door de doodketting. Deze wordt, in dezelfde richting als de kruireep, min of meer strak met een der schalmen over een gunstig gelegen kruikram wordt geschoven en geborgd met een schotel.

© Het Gilde van Molenaars

5.8.4 De buitenkruier

Veel bovenkruiers kregen na de tweede helft van de zestiende eeuw een staart waarmee voortaan beneden, buiten de molen gekruid kon worden. In feite was dit een aanpassing van de kruiing zoals die al eeuwenlang op standerdmolens en later op wipmolens werd toegepast.
De staartkruiing maakte snel opgang, vooral op Zuid-Hollandse achtkante poldermolens waarvan er eind zestiende, begin zeventiende eeuw veel gebouwd werden.

buitenkruiwerk

Nu was het buitenkruiwerk weliswaar duurder in materiaal en onderhoud dan het binnenkruiwerk, maar een molen met buitenkruiwerk kon met een kleinere kap en een smaller achtkant worden uitgevoerd. Daarmee werd op de materiaalkosten bespaard en ook de windbelemmering door de molenromp werd minder. Maar de voornaamste reden voor de invoering van de staart was natuurlijk dat de molenaar nu alle handelingen gelijkvloers kon verrichten en niet meer naar boven hoefde om te kruien.
De Noord-Hollandse achtkante poldermolens bleven de binnenkruiïng trouw tot de dag van vandaag.

staartbalk, lange schoren
korte schoren

De staart van een bovenkruier bestaat uit de staartbalk, twee lange schoren naar de lange spruit en twee korte schoren naar de korte spruit (fig. 5.8.4.1).
De staartbalk hangt met een keep en een zware bout aan de korte spruit schuin achterwaarts omlaag. Het ondereinde is doorgaans dikker omdat daarin het gat voor de kruias of munnik zit. Bovendien wordt het ondereind van de staartbalk tijdens het kruien en malen het zwaarst belast.
De lange schoren liggen met een keep op de uiteinden van de lange spruit en zijn er met een spiebout op vastgezet. Evenzo de korte schoren op de korte spruit.

klapmutsen, petten

Op de boveneinden van de schoren zijn rechthoekige plankjes gespijkerd, de klapmutsen of petten. Ze voorkomen dat water de kopse einden van de schoren binnendringt en de verbinding met de lange spruit te snel wegrot.
Zowel de korte als de lange schoren steunen met een tand in of koud tegen de staartbalk en zijn er met doorgaande bouten op vastgeklemd.

hangers

Ongeveer in het midden hangen de lange schoren met kettingen of stangen, de hangers, aan de korte spruit tegen doorbuigen.

galghout

Soms zijn de korte schoren en de staartbalk met elkaar verbonden door een extra balk, het galghout. We komen dit hoofdzakelijk tegen in Zuid-Holland, voornamelijk in de Waarden. Hier hangen de lange schoren aan het galghout.
Daar het ondereind van de staartbalk tijdens het kruien het meest belast wordt zijn de lange schoren vlak bij het kruigat geplaatst. Daardoor worden de druk- en trekkrachten direct op de lange spruit overgebracht. Het kruien vindt n.l. voor het grootste deel plaats via de lange schoren en de lange spruit. Hierbij is de

kruiketting

afstand in het horizontale vlak tussen de kruiketting en het middelpunt van de kap belangrijk. Hoe groter die afstand des te groter het kruimoment.
Hangt de staart van een molen verder van het molenlijf dan hangt het kruirad verder van het draaipunt. Het kruien gaat daardoor lichter maar men moet een langere weg afleggen.
De korte schoren en de korte spruit brengen minder kruikracht over. Hun functie is hoofdzakelijk versteviging van de staartconstructie. De korte schoren beletten de staart zijdelings door te buigen tijdens het kruien.

© Het Gilde van Molenaars

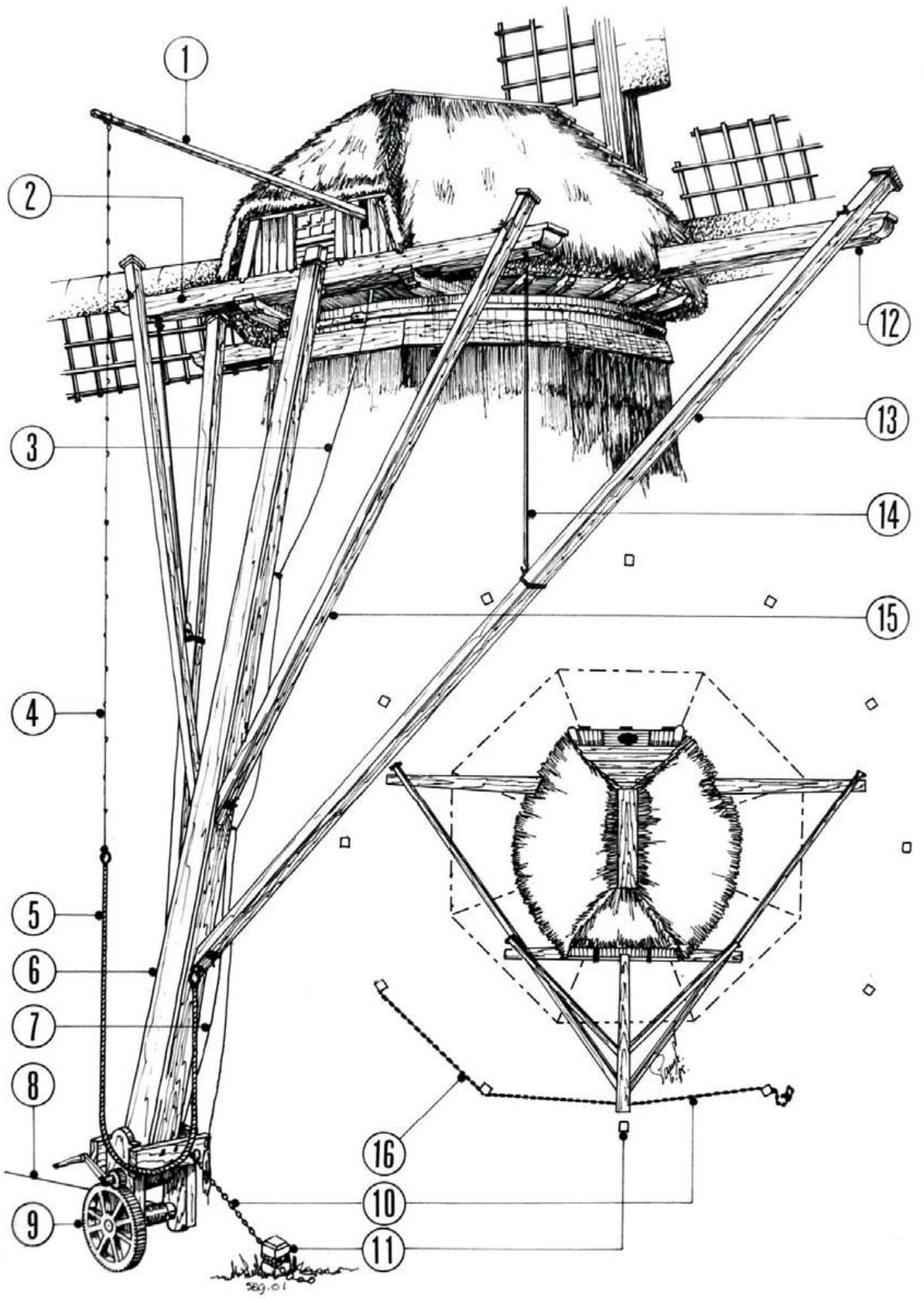

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Fig. 5.8.4.1 (vorige pagina)
Buitenkruiwerk

1. *wip- of vangstok*
2. *korte spruit*
3. *kneppeltouw*
4. *vangketting*
5. *vangtouw*
6. *staartbalk*
7. *paltouw*
8. *kruidraad*
9. *kruilier*
10. *bezetketting*
11. *kruipaal*
12. *lange spruit*
13. *lange schoor*
14. *hanger*
15. *korte schoor*
16. *kruiketting*

5.8.5 Kruirad, kruiwiel, kruihaspel, windkoppel

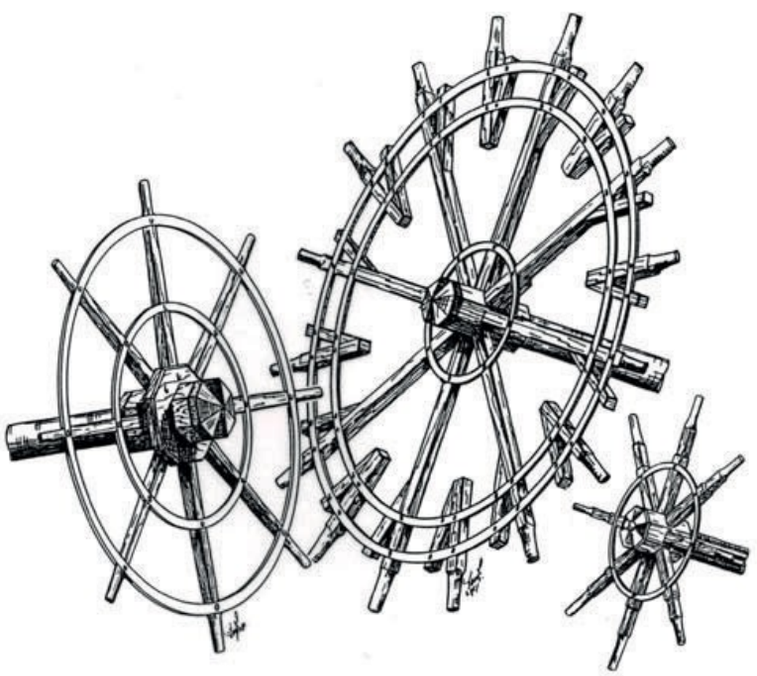


Fig. 5.8.5.1
Enkele voorbeelden van kruiwielen en een kruihaspel

kruiwiel, kruirad, kruihaspel windkoppel, munnik, kruias

Het kruiwiel, het kruirad, de kruihaspel en het windkoppel hebben een munnik, (wind- of kruias) die vanuit het horizontale vlak gezien schuin in de staartbalk is gestoken. Het gat in de staartbalk is soms beschermd door een metalen bus

brilplaten

én brilplaten aan de voor- en achterkant. Door de schuine stand zal de munnik

kruiketting, kruidraad

tijdens het afrollen van de kruiketting of -draad vanzelf naar binnen schuiven. Tijdens het kruien schuift de munnik weer langzaam naar buiten.

schenen, spaken kraag

De houten munnik is tegen overmatige slijtage voorzien van metalen schenen. Rond de kop van de munnik is een aantal spaken geplaatst, in de regel ter versteviging nog vastgezet met een houten of metalen kraag.
Hoe groter het rad des te meer spaken. Zo is het kruirad van ‘De Wachter’ te Zuidlaren voorzien van een recordaantal van 32 spaken! Twee doorgaande spaken zijn kruiselings door de kop van de munnik gestoken, halfhouts in elkaar gewerkt en aan de achterzijde met een opsluitwig vastgezet.
Verdere versteviging van het kruirad wordt verkregen door het aanbrengen van

gordingen handgrepen kruihaspel

één of meerdere metalen ringen, de gordingen.
Bij een kruiwiel of kruirad is de buitenste gording langs de handgrepen vastgezet zodat de molenaar in het rad kan lopen. Bij een kruihaspel bevindt de gording zich ongeveer halverwege de spaken en is ‘lopend kruien’ niet mogelijk.

© Het Gilde van Molenaars

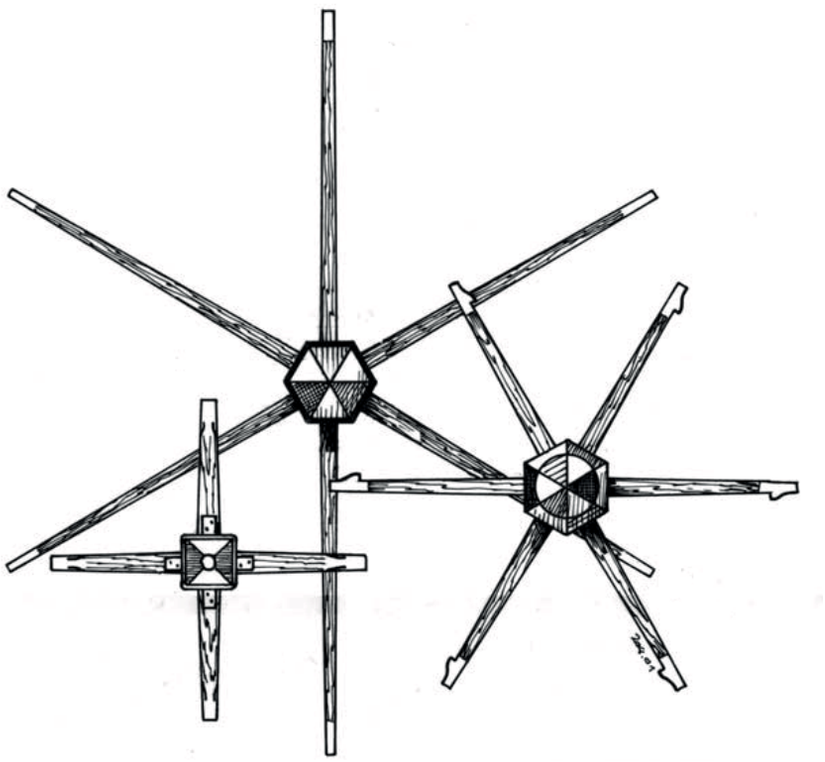


Fig. 5.8.5.2
Een drietal voorbeelden van de kruihaspel

Verder bezit een kruihaspel doorgaans minder spaken dan een kruirad, meestal zes. De eenvoudigste vorm van een kruihaspel heeft slechts twee doorgaande spaken die bovendien niet halfhouts maar achter elkaar langs door de munnik zijn gestoken. Deze uitvoering wordt ook wel windkoppel genoemd. De spaken liggen hier dus niet in één vlak.

windkoppel

Op vele grote molens gaat het kruien zo zwaar dat de molenaar vaak zijn voeten erbij gebruikt om het rad rond te krijgen. Om dit voetenwerk te vergemakkelijken zien we op menige Zuid-Hollandse molen een kruibank.

kruibank

Dit is een klein houten platform, onderaan de staart hangend of ter hoogte van de munnik bevestigd waarop de molenaar met handen en/of voeten het kruirad kan bedienen. Andere molenaars lopen in het kruirad. Om dit lopen te vergemakkelijken zijn er loopklossen aangebracht tussen de spaken en de buitenste gording. Omdat het kruirad schuin staat is het relatief eenvoudig om rechtop, zonder achterover te hangen, in het kruirad te lopen.

loopklossen

5.8.6 Kruilieren

kruilier, kruibok

De opkomst van de kruilier of kruibok maakte het kruien lichter. Via gietijzeren tandwielen kon de overbrenging kleiner gemaakt worden. Het ijzerwerk van de kruilier bestaat in principe uit een as, waarop één of twee slingersgeplaatst kunnen worden, met een klein tandwiel grijpend in een groot tandwiel, dat met de liertrommel op een tweede as is vastgezet.

slinger

liertrommel

Het kleine tandwiel (met 10 of 12 tanden) is vaak schuifbaar op de slingeras aangebracht. Hiermee kan de liertrommel vrijgezet worden om de (stalen)

© Het Gilde van Molenaars

kruidraad, kruiketting

kruidraad of -ketting te verleggen. Het afwikkelen van de ketting gaat daardoor erg licht. Soms is er een dubbele vertraging zodat men kan kiezen voor snel maar zwaar kruien of voor langzaam en licht
Een pal op een der assen zet de lier en daarmee de staart vast. De kruilier kent door het hele land veel uitvoeringen en wordt op vele manieren, maar wel altijd horizontaal, aan de staartbalk bevestigd

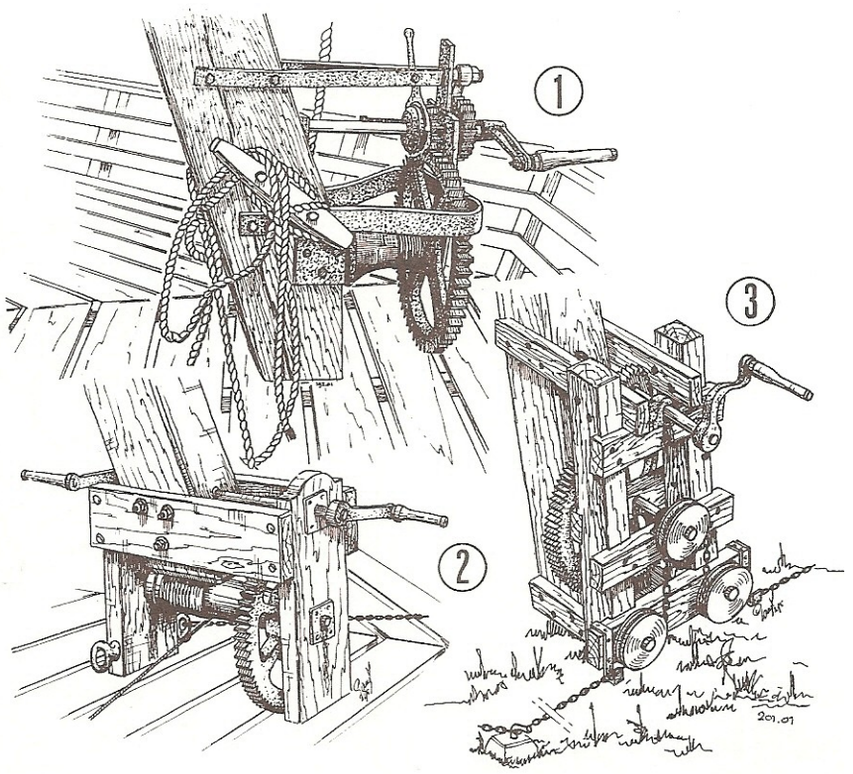


Fig. 5.8.6.1
Voorbeelden van kruilieren

1. *geheel metalen lier*
2. *houten kruibok*
3. *lier met doorlopende ketting*

rondgaande ketting

Op enkele molens ligt er rond de molen een z.g. rondgaande ketting die op zijn plaats gehouden wordt door boven de grond of stelling uitstekende ijzeren pennen of haken. De ketting loopt via twee geleiderollen om de as van de lier en er hoeft slechts aan de slinger gedraaid worden om te kruien. Het verleggen van de bezet- en de kruiketting behoort hiermee tot het verleden. Nog simpeler is om de slinger te vervangen door een elektromotor, zoals op enkele molens voorkomt. De molenaar hoeft dan nog slechts op een knop te drukken om te kruien.

5.8.7 De zelfkruier

zelfkruier

We kennen in Nederland ook een molen met zelfkruiïng, namelijk ‘De Sterrenberg’ te Nijeveen (Dr). Een van oorsprong Duitse molen die in 1977 in Nijeveen is herbouwd. In Duitsland wordt zelfkruiïng nog veel toegepast. Een zelfkruier heeft geen staart maar is wel een buitenkruier.
Naast bovengenoemde molen staat er in Wedderveer (Gr) nog een achtkante spinnekop met zelfkruiïng.

windroos

Achter op de kap van de molen draait, loodrecht op het gevlucht, een windroos.

© Het Gilde van Molenaars

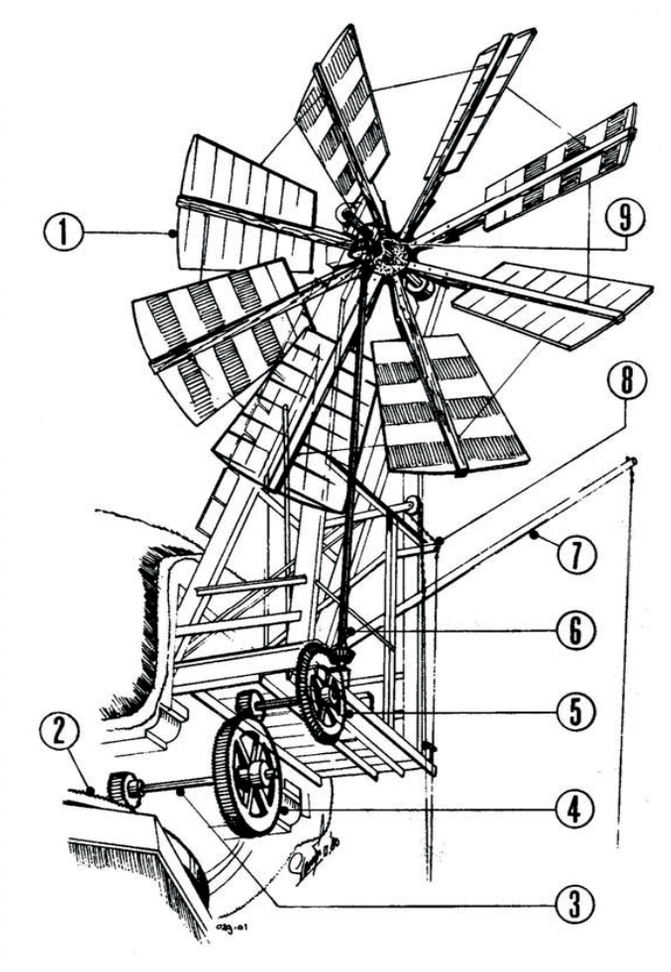


Fig. 5.8.7.1
Windroos voor een zelfkruier

1. *windroos*
2. *tandkrans*
3. *kruias*
4. *kruiwiel*
5. *tussenas*
6. *verticale as*
7. *vangstok*
8. *kleppenstok*
9. *aandrijving van de krui installatie*

Staat het gevlucht precies op de wind dan waait het langs beide zijden van de windroos even sterk en staat hij dus stil. Maar zodra de wind krimpt of ruimt, wordt de windroos in beweging gebracht.
Via een serie vertragingen wordt deze beweging overgebracht op een tandkrans, die zich rond de kruivloer bevindt. Zo kruit de molen vanzelf met de draairichting van de wind mee. Om een soepele werking te garanderen moet al het ijzerwerk van het kruimechanisme goed in het vet worden gehouden.

5.8.8 Het kettingkruiwerk

kettingkruiwerk

Een kruisysteem dat enige overeenkomst met de windroos vertoont is het kettingkruiwerk. Het betreft echter geen zelfkruiing want de windroos ontbreekt. In plaats daarvan is het kruiwiel dat zich achter aan de kap bevindt als gaffelwiel uitgevoerd. Om dit gaffelwiel is een rondgaande ketting bevestigd. Door hier aan te trekken wordt via een tandkrans rond de kruivloer de kap gekruid. Dit type kruiwerk kwam in ons land alleen nog voor op ‘De Buitenmolen’ in Zevenaar maar het is bij de restauratie van de ‘Kilsdonkse Molen’ te Dinther ook weer aangebracht conform de vroegere situatie.

© Het Gilde van Molenaars

5.9 KRUIWERKEN

5.9.1 Inleiding

Hoewel er op veel plaatsen in de wereld windmolens waren of nog zijn die niet kunnen kruien zijn er geen aanwijzingen dat deze ook in Nederland voorkwamen. Met de in onze omgeving vaak wisselende windrichtingen ligt dat ook niet voor de hand.
De eerste windmolens in West-Europa waren standerdmolens. De kruiwerken zoals die op onze molens worden toegepast zijn in het kort reeds aangeduid in hoofdstuk 4.5.3. In onderstaand overzicht zijn ze op een rijtje gezet.

We kunnen de kruiwerken in twee groepen indelen:

A. Rollenkruiwerken:
houten en gietijzeren rollenkruiwerk
engels kruiwerk
kruiwerk van de paltrokken

B. Schuif- of sleepkruiwerken
zetelkruiwerk
neutenkruiwerk
voeghoutenkruiwerk

Op bovenkruiers zien we:
- houten of gietijzeren rollenkruiwerk;
- engels kruiwerk;
- neutenkruiwerk;
- voeghoutenkruiwerk

Op standerdmolens, wipmolens en spinnekoppen uitsluitend:
- zetelkruiwerken.

Op paltrokken:
- kruiwerk van de paltrok: een zetel én rollen

© Het Gilde van Molenaars

5.9.2 Kruiwerken op bovenkruiers

5.9.2.a De kruivloer

kruivloer

De kruivloer bestaat uit een aantal rond bezaagde houten stukken die met lassen tot een zuiver ronde ring zijn samengevoegd. De bovenzijde van de kruivloer van een rollenkruiwerk ligt niet zuiver horizontaal maar naar buiten toe enigszins schuin aflopend omdat de houten of ijzeren rollen die er op rondgaan kegelvormig zijn. Bij toepassing van een schuifkruiwerk ligt de kruivloer horizontaal. Bij houten achtkanten is de kruivloer op het boventafelement bevestigd. Bij stenen molens

kardoezen

rust de kruivloer op het muurwerk en wordt daarop verankerd m.b.v. kardoezen die tussen de bovenste rij stenen, de rollaag, zijn aangebracht. Ook andere constructies van verankering van de kruivloer komen voor.
Op veel molens heeft men later tegen overmatige slijtage en indrukken door het grote gewicht van de kap een ring van plaatijzer, van 6 tot 12 mm dik, op de kruivloer aangebracht.

5.9.2.b De kuip

kuip, keerkuip

De kuip of keerkuip is een houten ring, opgebouwd uit een aantal stukken, die rondom met zware bouten tegen de buitenkant van de kruivloer is vastgezet.
Om de samengestelde delen waaruit de kuip bestaat tot een hecht geheel te maken zien we vaak een rond de kuip strakgetrokken ijzeren klemband, de

kuipband overkruien

kuipband. De kuip dient om de kap op zijn plaats te houden. Tijdens het kruien wil de kap overkruien d.w.z. zijdelings van de kruivloer afschuiven. Bovendien ondervindt de kap tijdens het malen een achterwaartse druk, veroorzaakt door de wind op het wiekenkruis. Deze ongewenste bewegingen worden door de kuip gekeerd. Vandaar de naam keerkuip.

kuipbouten

De kuip is rond de kruivloer vastgezet met lange bouten, de kuipbouten, die schuin omlaag, dwars door de kruivloer en het boventafelement gaan. Op stenen molens die geen boventafelement bezitten gaan de kuipbouten horizontaal door de kruivloer.
Om de wrijving tussen de overring en de binnenzijde van de kuip te verkleinen zijn er in de kuip op regelmatige afstanden verticaal staande hardhouten neuten,

kuipneuten keerschijven

kuipneuten, met zwaluwstaartverbindingen aangebracht.
Op enkele oude molens treffen we in plaats van kuipneuten nog keerschijven aan in de kuip of de buiten gebruik zijnde uitsparingen daarvoor.
Op molens met een houten of gietijzeren rollenkruiwerk en op molens met een neutenkruiwerk is de kuip noodzakelijk.
Op molens met een Engels kruiwerk en bij de paltrok kan de kuip gemist worden (zie 5.9.2.e).
Bij een voeghoutenkruiwerk is er zelfs geen plaats voor een kuip (zie 5.9.2.g).

5.9.2.c De overring

overring

De overring is de basis van de kap en vormt er een onderdeel van. Hij is op gelijke wijze uitgevoerd als de kruivloer maar zwaarder daar hij minder ondersteuning heeft. De binnenomtrek is gelijk aan die van de kruivloer. De buitenomtrek is enkele centimeters kleiner dan de binnenomtrek van de kuip, zodanig dat de overring binnen de kuipneuten past.

© Het Gilde van Molenaars

Tijdens het kruien schuift de buitenomtrek van de overring langs een aantal kuipneuten.
Evenals de kruivloer is ook de overring bij gebruik van een rollenkruiwerk naar buiten en naar boven toe afgeschuind wegens de kegelvorm van de rollen. En ook menige overring heeft vanwege de optredende slijtage geheel of gedeeltelijk een ring van plaatijzer onder het loopvlak.
De overring van een neutenkruiwerk is aan de onderzijde horizontaal. Op molens met een voeghoutenkruiwerk ontbreekt de overring.

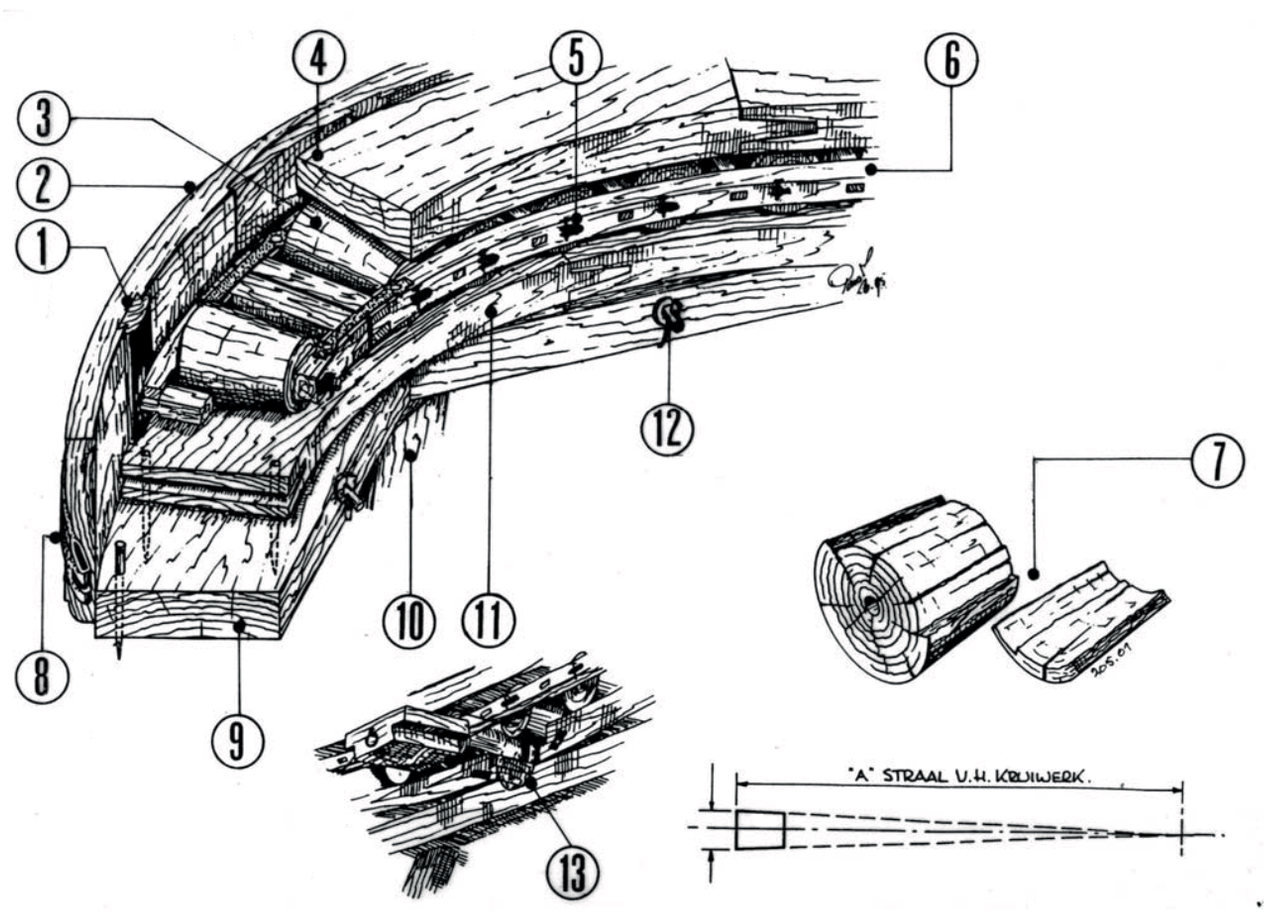


Fig. 5.9.2.1
Voorbeeld van een rollenkruiwerk

1.	*kuipneut*	*4.*	*overring*	*7.*	*geknapte rol*	*10.*	*achtkantstijl*	*13.*	*rollensluis*
2.	*kuip*	*5.*	*rolasje*	*8.*	*kuipband*	*11.*	*kruivloer*		
3.	*kruirol*	*6.*	*rollenwagen*	*9.*	*boventafelement*	*12.*	*kuipbout*		

5.9.2.d Het houten en het gietijzeren rollenkruiwerk

rollenkruiwerk

De rollen van een rollenkruiwerk worden zwaar belast door het gewicht van de kap. Vooral wanneer ze onder de windpeluw door gaan. De houtsoort die dat nog het beste verdraagt is iepenhout. Maar toch breken ze regelmatig.
In de tweede helft van 19e eeuw begon men (sterkere) gietijzeren rollen toe te passen. De rollen zijn licht kegelvormig omdat zij een cirkelvormige weg moeten afleggen. Daarom lopen, zoals gezegd, de kruivloer en de overring naar buiten toe schuin af, zodat de rollen over de volle lengte dragen.

© Het Gilde van Molenaars

rollenwagens, rolring

De rollen zijn gevat in een aantal rollenwagens die samen de rolring vormen. De rollenwagens bestaan uit een binnen- en een buitenvelg, door kalven van elkaar gescheiden. De rollen zijn op gelijke afstanden tussen de velgen gelagerd d.m.v. uitneembare asjes. Om aanlopen tegen de buitenvelg zoveel mogelijk te voorkomen zijn de rollen ter plaatse afgerond of voorzien van afstandsringen. Het aantal rollen hangt af van de grootte van de kap en varieert van ca. 20 in kleine molens, 40 tot 54 in grote molens en 55 tot 65 in Noord-Hollandse binnenkruiers.

rollensluis

Een gebroken kruirol moet vervangen kunnen worden. Daarvoor bevindt zich in de kruivloer een uitneembaar deel, de rollensluis. Ter plaatse is het boventafelement of de stenen romp halfrond uitgehold.
Een andere voorziening om een rol te kunnen vervangen is een vierkant gat in de overring ter hoogte van de penbalk, waardoor de rol eruit gehaald kan worden.

Kruiwerken met houten of gietijzeren rollen moeten op de volgende plaatsen worden gesmeerd (zie ook 7.5):
- De buitenzijde van de rollenwagens
- De buitenzijde van de overring
- De kopse kanten van de rollen

Het smeren van de asjes van de rollen is minder belangrijk; ze mogen echter niet roesten.

© Het Gilde van Molenaars

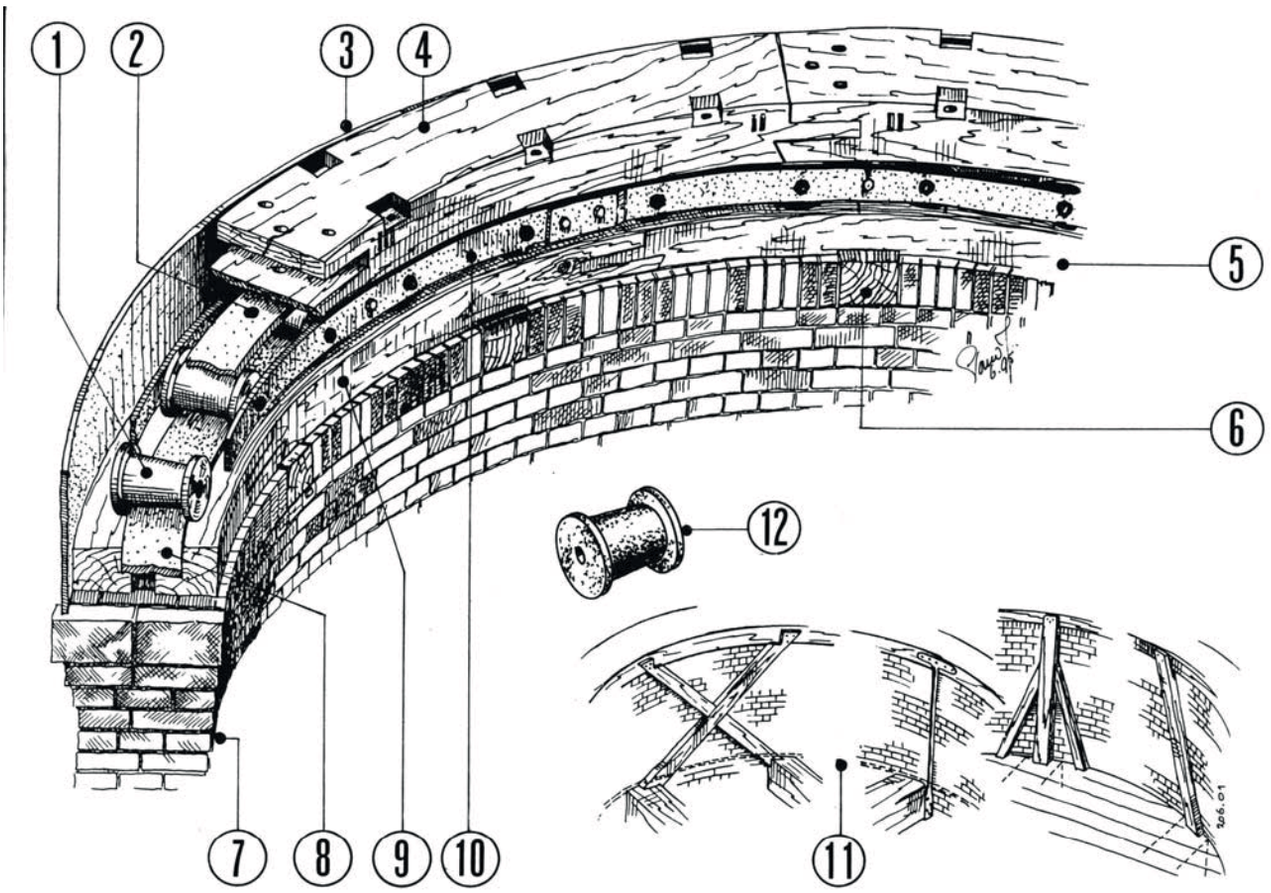


Fig. 5.9.2.2
Engels kruiwerk

1. kruirol	*4. overring*	*7. muurwerk*	*10. rolring*
2. bovenrail	*5. kruivloer*	*8. onderrail*	*11. div. uitvoeringen van kruivloer fixeringen*
3. kuip	*6. kardoes*	*9. kruivloer*	*12. kruirol*

5.9.2.e Het Engels kruiwerk

Engels kruiwerk ijzeren rail

Bij een Engels kruiwerk (fig. 5.9.2.2) is zowel de kruivloer als de onderzijde van de overring voorzien van een ijzeren rail van ca. 10 cm breed en 2,5 cm dik. Tussen deze rails lopen relatief kleine (giet)ijzeren rollen die bovendien zo kort zijn dat ze niet beslist conisch hoeven te zijn, al komt dit wel voor. Deze rollen veroorzaken vrijwel geen wringing tijdens het kruien. Ze zijn ter weerszijden voorzien van 2 cm brede flenzen die langs de beide zijkanten van de rails lopen en het overkruien van de kap voorkomen. De kuip kan daarom gemist kan worden al wordt hij wel gehandhaafd ter afdichting. Soms wordt volstaan met een kuip van plaatijzer. De rollen zijn gelagerd tussen twee ijzeren ringen die met trekbouten en bussen op afstand worden gehouden.
Engels kruiwerk loopt zeer licht en vraagt weinig onderhoud. Een nadeel is dat de kap tijdens het malen gemakkelijk heen en weer ragt. Daardoor wordt de staart extra belast.
Smering van een Engels kruiwerk: de rollenasjes moeten vet worden gehouden.

© Het Gilde van Molenaars

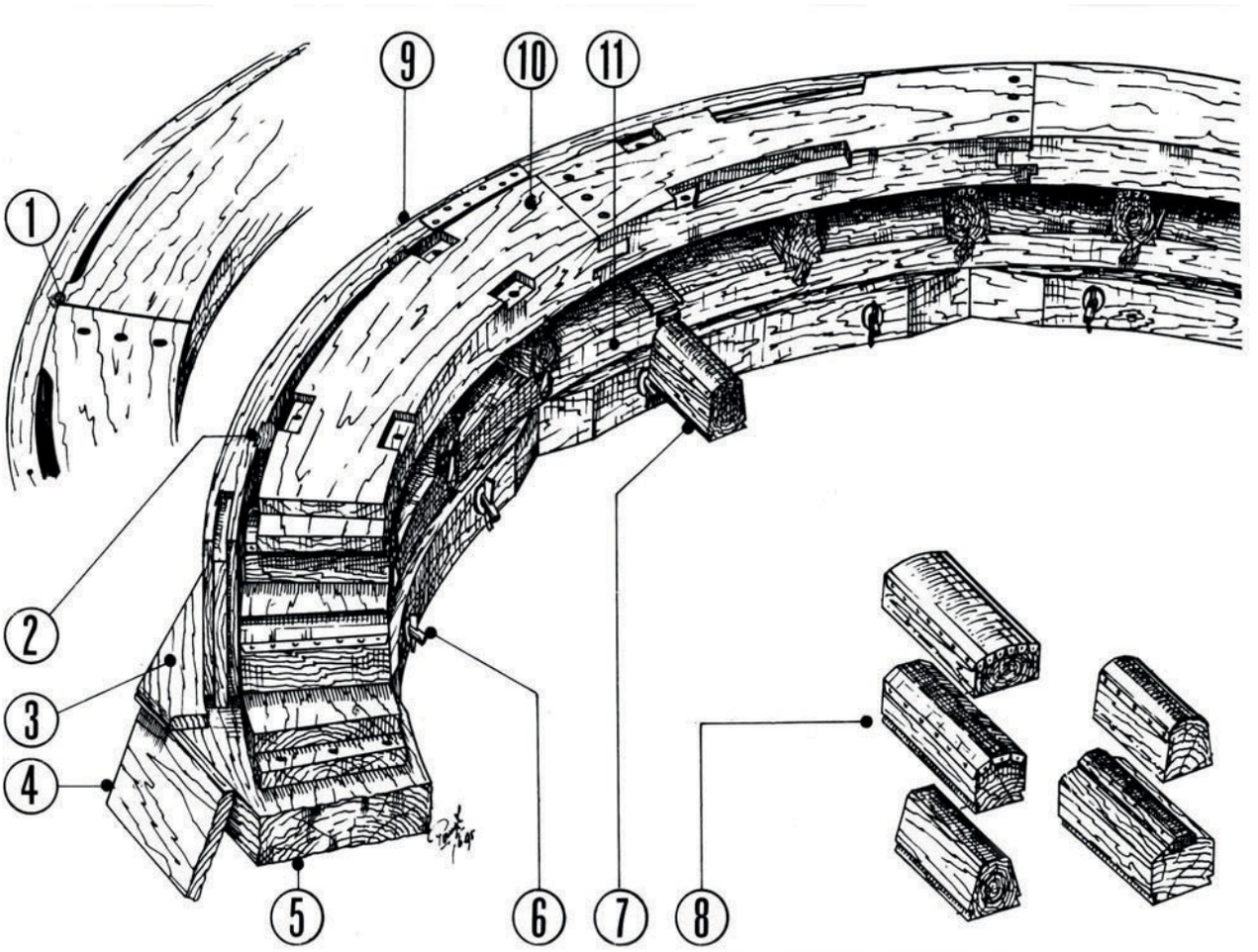


Fig. 5.9.2.3
Neutenkruiwerk

1. *overring met neut*
2. *kuipneut*
3. *spreeuwenbord*
4. *rietplank*
5. *boventafelement*
6. *kuipbout*
7. *kruineut*
8. *div. neutvormen*
9. *kuip*
10. *overring*
11. *kruivloer*

5.9.2.f Het neutenkruiwerk

neutenkruiwerk, schuif- of sleepkruiwerk

Het neutenkruiwerk is een schuif- of sleepkruiwerk (fig.5.9.2.3). De constructie is eenvoudiger (dus goedkoper) dan de rollenkruiwerken. Op gelijke afstanden is de kruivloer, die horizontaal ligt, recht of zwaluwstaartvormig uitgehakt. In deze uitsparingen worden de kruineuten geschoven.
De neuten zijn in de meeste gevallen beukenhouten blokken van 10 à 15 cm breed. Om slijtage tegen te gaan is de afgeronde bovenkant dikwijls beslagen met dun plaatijzer. Daarop ligt de overring met de kap.

© Het Gilde van Molenaars

De neuten zijn eenvoudig te vervangen door ze naar binnen toe uit de kruivloer te trekken.
Een voordeel van een neutenkruiwerk is dat de kap tijdens het malen rustig op zijn plaats blijft en de staart dus niet extra wordt belast. Een nadeel is het zwaarder kruien wanneer er niet goed en regelmatig wordt gesmeerd. Na langdurige stilstand wil de kap soms moeilijk ‘uit zijn nesten’ komen.

Smering van het neutenkruiwerk:
- De onderzijde van de overring.
- De buitenzijde van de overring.

© Het Gilde van Molenaars

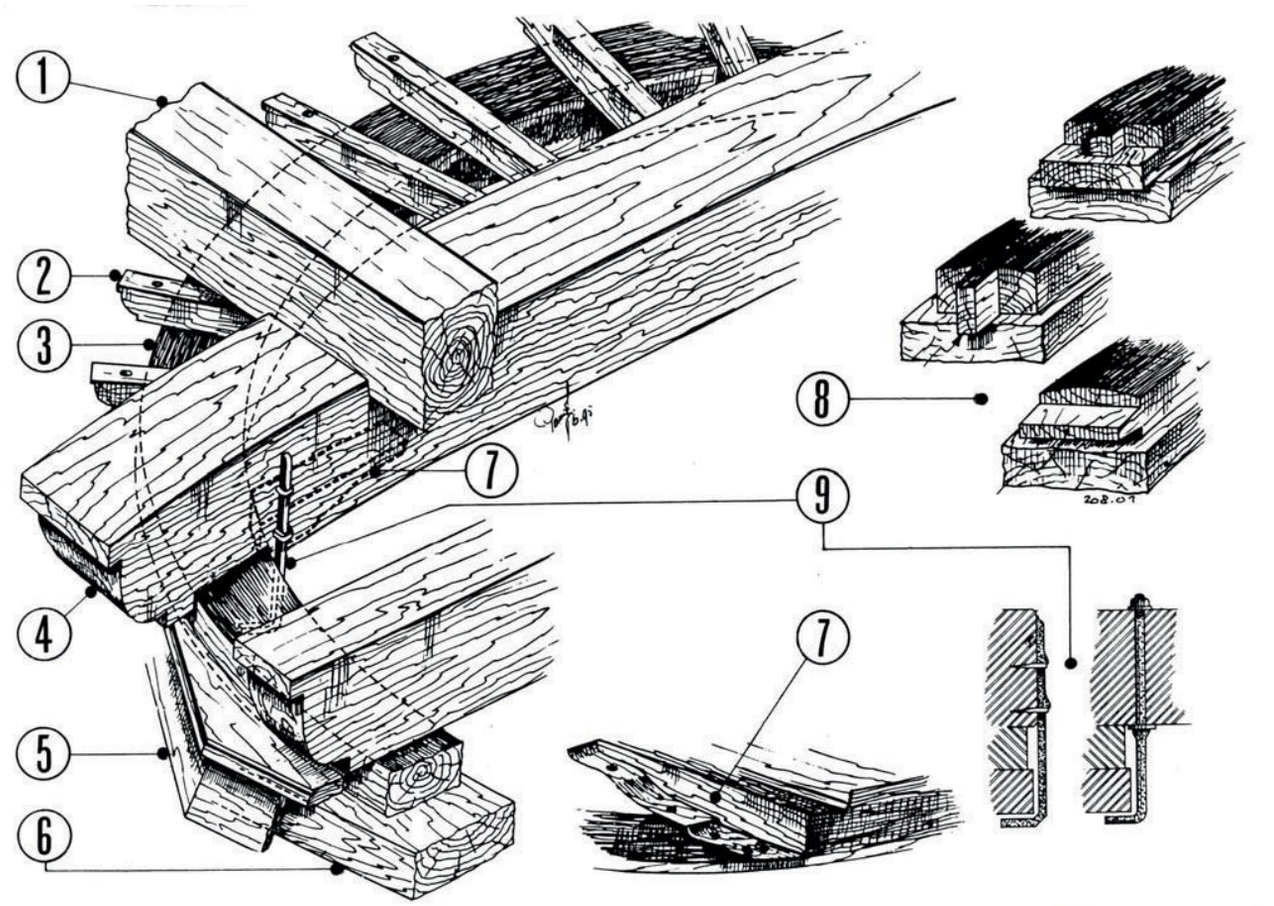


Fig.5.9.2.4
Voeghoutenkruiwerk

1. *lange spruit*
2. *roosterhout*
3. *kruiring*
4. *voeghout*
5. *rietplank*
6. *boventafelement*
7. *keerklamp*
8. *div. kruivloerlassen*
9. *domphaken*

5.9.2.g Het voeghoutenkruiwerk

voeghoutenkruiwerk

Het voeghoutenkruiwerk (fig. 5.9.2.4) dat veel in de noordelijke provincies voorkomt is zeer eenvoudig van constructie. Dit schuif- of sleepkruiwerk treffen we doorgaans aan op molens met kleine kappen.

kruiring

De kruivloer van een voeghoutenkruiwerk wordt kruiring genoemd. Op de kruiring rusten direct de voeghouten. Soms zijn de voeghouten waar ze op de kruiring liggen 3 tot 5 cm ingekeept.
Op molens met een voeghoutenkruiwerk ontbreekt zowel de kuip als de overring.

© Het Gilde van Molenaars

In enkele gevallen zijn de voeghouten voorzien van een metalen slijtvoering. De steunder en de roosterhouten schuiven tijdens het kruien mee over de kruiring.

keerklampen

Om het overkruien te voorkomen zijn er onder de voeghouten stevige keerklampen bevestigd die langs de binnenzijde van de kruiring schuiven.

domphaken

De kap van een kleine molen zou bij een zware storm omhoog kunnen komen. Daarom zijn er in of tegen de voeghouten soms ijzeren domphaken aangebracht. Die lopen langs de kruiring en het boventafelement en zijn aan de onderzijde haaks omgebogen.

Smering van het voeghoutenkruiwerk:
- Bovenzijde van de kruiring
- Binnenzijde van de kruiring (indien keerklampen zijn toegepast).

© Het Gilde van Molenaars

5.9.3 Zetelkruiwerken

zetelkruiwerken

Zetelkruiwerken vinden we op standerdmolens, wipmolens en spinnekoppen. Ze zijn van een geheel afwijkende constructie en daarmede een andere groep kruiwerken dan de tot nu toe behandelde.

5.9.3.a Het kruiwerk van de standerdmolen

De standerdmolen bezit één zetel. Deze wordt gedragen door de steekbanden (zie 5.1.2). In theorie rust de kast van een standerdmolen slechts voor een klein deel op de zetel, meestal via de slekken die onder de lange burriebalken zijn bevestigd (zie 5.1.3). Voor het grootste deel echter wordt de kast gedragen door de steenbalk, al of niet versterkt met een brasem, die op de top van de standerd rust. In het achterkalf, tussen de lange burriebalken is een halfrond

smeergat

smeergat uitgespaard. Een soortgelijk smeergat bevindt zich in de steenbalk of in de brasem.

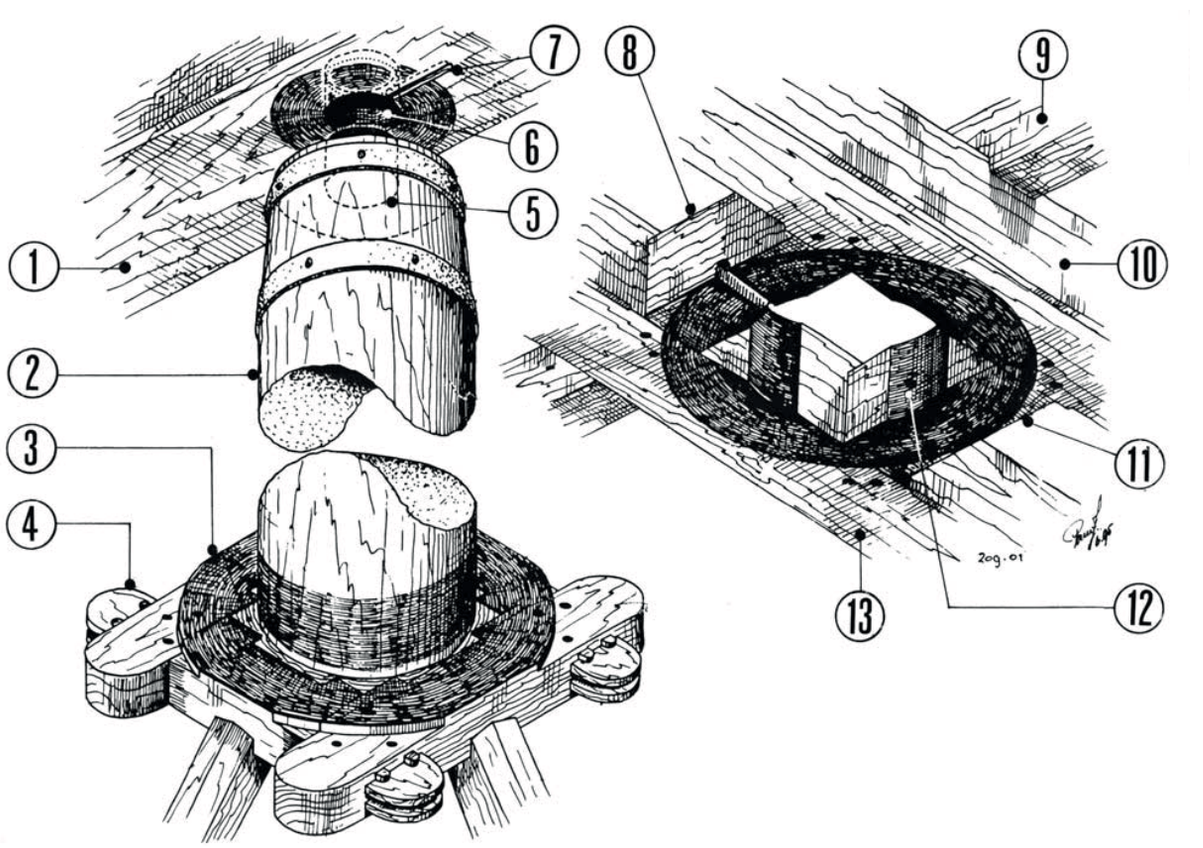


Fig. 5.9.3.1
Zetel en pen van het kruiwerk van een standerdmolen

1. *steenbalk*
2. *standerd*
3. *draagvlak van de zetel*
4. *zetel*
5. *pen*
6. *pengat met draagvlak onder de steenbalk*
7. *smeergleuf*
8. *achterkalf met smeergleuf*
9. *middenzomer*
10. *lange burriebalk*
11. *voorkalf*
12. *wrijvingsvlak van de standerd*
13. *lange burrie balk*

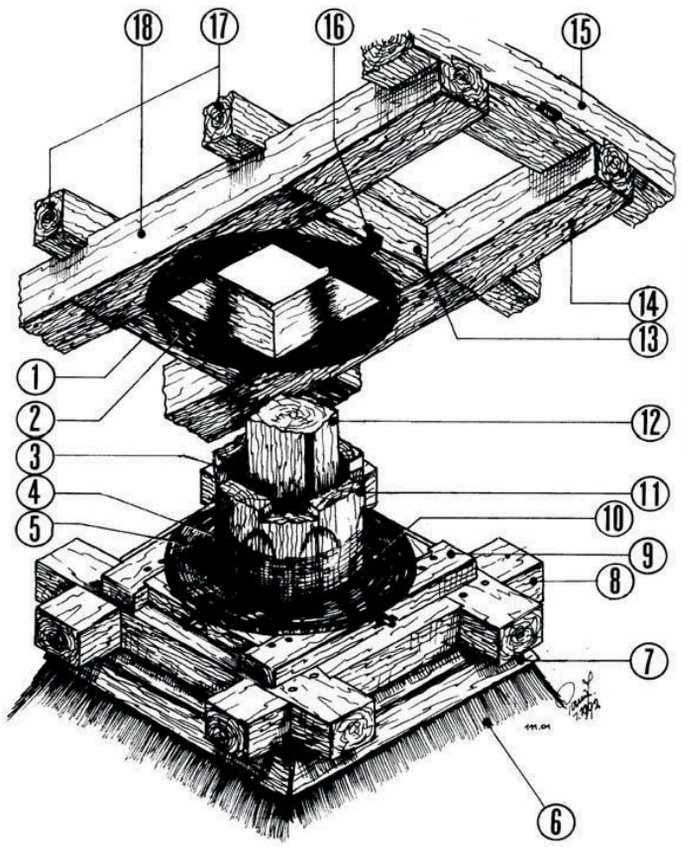


Fig. 5.9.3.2
Onderzetel met voegburrie

1. *kalf*
2. *wrijvingsvlak onderzetel*
3. *kokerplank*
4. *wrijvingsvlak voegburrie*
5. *draagvlak voegburrie*
6. *rietdek van de ondertoren*
7. *rietplanken*
8. *boventafelement*
9. *onderzetel*
10. *vulstuk*
11. *kokerstijl*
12. *koningsspil*
13. *kalf*
14. *voegburriebalk*
15. *voorzomer*
16. *smeergat*
17. *middenzomers*
18. *voegburriebalk*

5.9.3.b Het kruiwerk van de wipmolen

De wipmolen heeft twee zetels, de onder- en de bovenzetel (zie 5.2.2)
De onderzetel rust op het boventafelement en is met zwaluwstaarten aan de koker bevestigd.
Tijdens het kruien schuift de voegburrie over de onderzetel.

consoles

De bovenzetel rust op vier zware consoles die aan de kokerstijlen vastzitten (fig. 5.9.3.3). Meestal zijn er op de bovenzetel hardhouten neuten aangebracht. Over deze neuten schuift de steenburrie.
Het grootste deel van het gewicht van het bovenhuis dient, in theorie, op de bovenzetel te rusten. Veel wipmolens kruien echter zwaar omdat deze gewichtsverdeling in de loop van de tijd is verstoord. Een andere belangrijke oorzaak van zwaar kruien is niet of te weinig smeren.

Wipmolens dienen zeker tweemaal per jaar als volgt te worden gesmeerd:
De onderzetel:
- De raakvlakken tussen de voegburrie en de onderzetel, via de smeersleuf in het voorste kalf van de voegburrie
- De raakvlakken tussen de voegburrie en de kokerstijlen en -planken.

De bovenzetel:
- De raakvlakken tussen de steenburrie en de neuten. Bij afwezigheid van neuten bevindt zich een smeersleuf in het kalf van de steenburrie
- De raakvlakken tussen de steenburrie en de kokerstijlen en -planken.

© Het Gilde van Molenaars

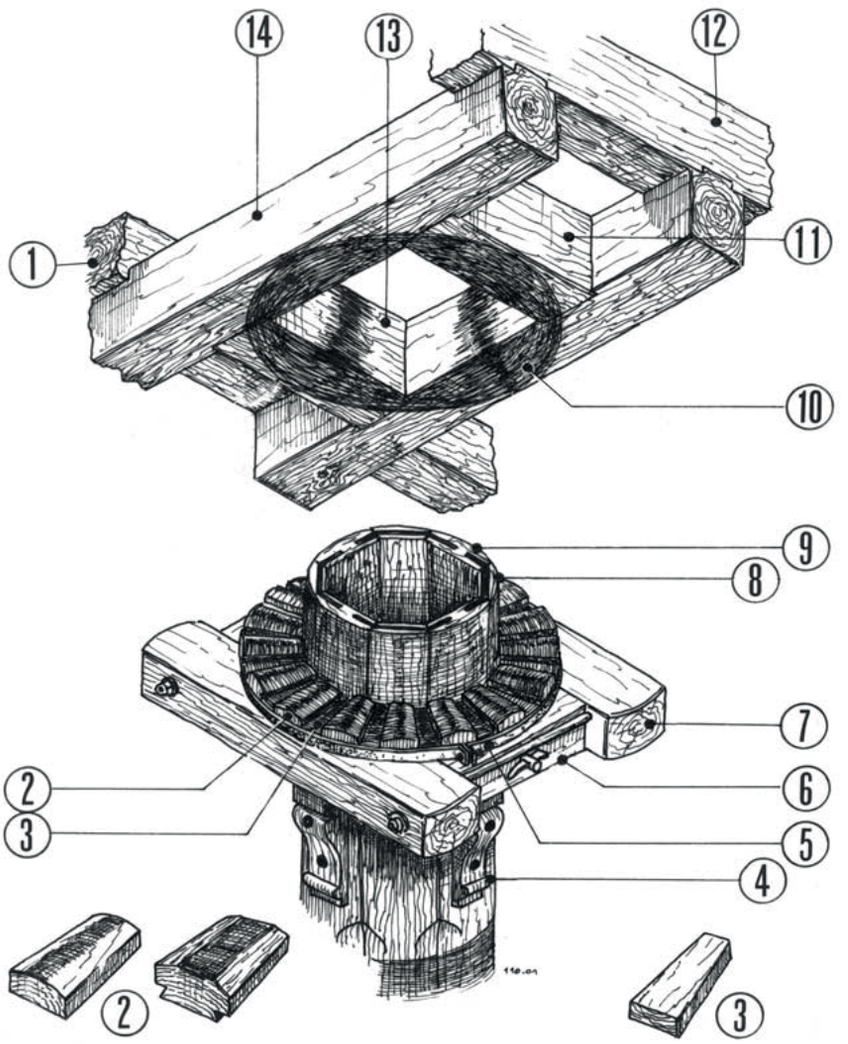


Fig. 5.9.3.3
Bovenzetel met steenburrie

1. *steenlijst*
2. *neuten*
3. *vulstukken of dammen*
4. *console*
5. *klemring*
6. *kalf van bovenzetel*
7. *bovenzetelbalk*
8. *kokerplank*
9. *kokerstijl*
10. *wrijvingsvlak bovenzetel*
11. *kalf*
12. *steenlijst*
13. *kalf*
14. *steenburriebalk*

5.9.3.c Het kruiwerk van de spinnekop

zetelplaat

Spinnekoppen rusten met hun bovenhuis niet op de koker. Het bovenhuis rustte oorspronkelijk rechtstreeks op het boventafelement maar tegen slijtage is er later vaak een houten plaat, de zetelplaat, tussen voegburrie en boventafelement aangebracht (fig. 5.4.3.1)
De zetelplaat heeft hier dezelfde functie als de slekken bij de standerdmolen.
De z.g. 'bovenzetel' die rond de bovenzijde van de spinnekopkoker is aangebracht heeft als enige functie het bijeenhouden van de acht kokerplanken.

Smering van de spinnekoppen: De onderzetel
- De raakvlakken tussen de voegburrie en de bovenzijde van de zetelplaat
- De raakvlakken tussen de voegburrie en de koker.

© Het Gilde van Molenaars

5.9.4 Het kruiwerk van de paltrok

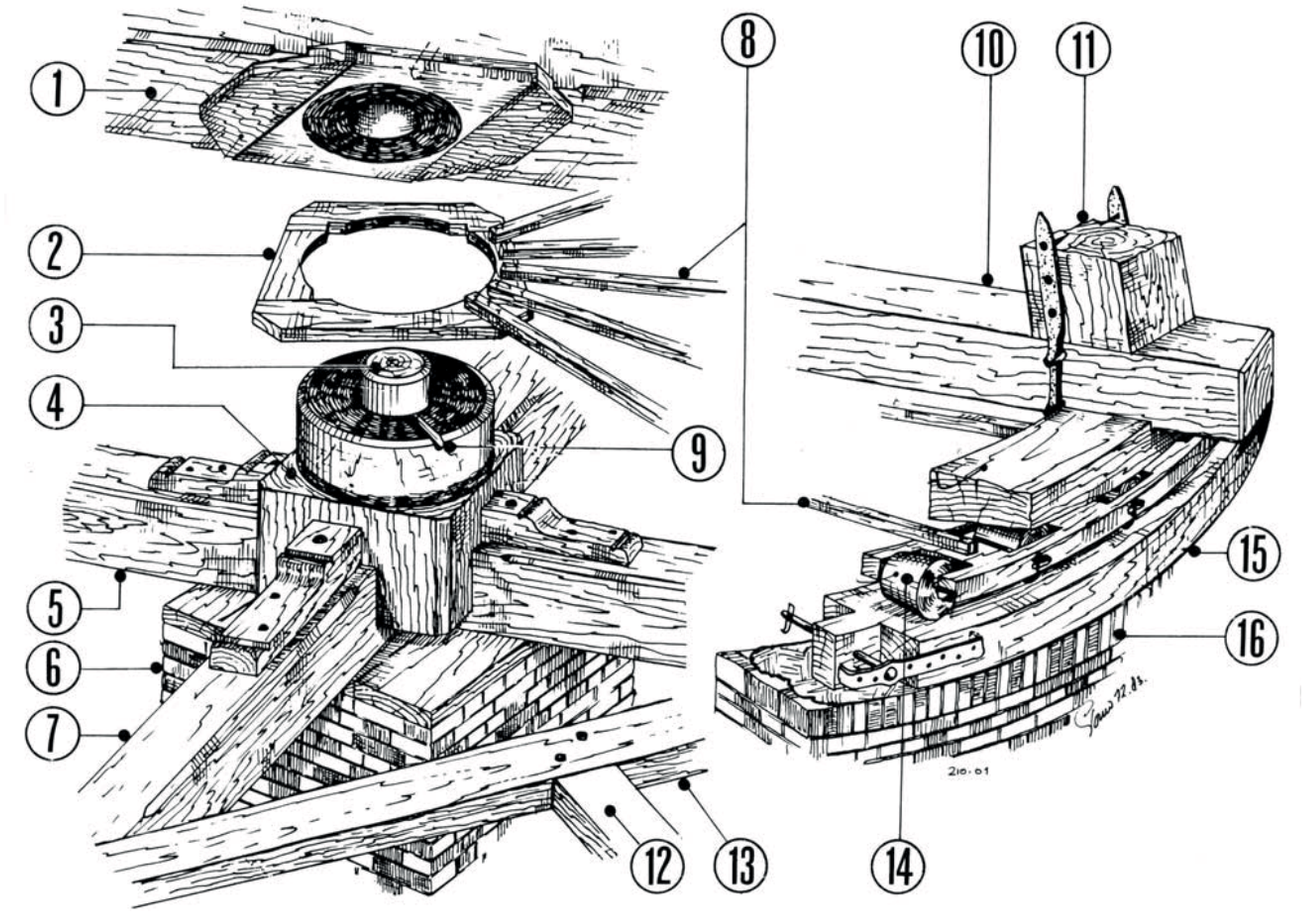


Fig. 5.9.4.1
Kruiwerk van de paltrok

1. *staart- of sleutelbalk*
2. *kraag of kraagstuk*
3. *pen*
4. *koning met afgerond deelvoor het kraagstuk*
5. *kruisbalk*
6. *penant, poer of stiep*
7. *kruisbalk*
8. *schaar- of spoorstok*
9. *smeergleuf*
10. *kotbalk*
11. *kotstijl*
12. *spruit*
13. *zwaard*
14. *kruirol*
15. *kruivloer*
16. *ringmuur*

Met het kruiwerk van een paltrok (zie 5.3.2) komen we weer terug bij het rollenkruiwerk. Dit kruiwerk omvat de ons reeds bekende onderdelen als kruivloer, rolring en overring. Maar er is geen kuip want de koning zorgt ervoor dat de hele molen op zijn plaats blijft
Gewoonlijk is de kruivloer, met een diameter van ca. 9 meter, zwaarder uitgevoerd dan die van bovenkruiers. De afmeting bedraagt ca. 12 x 32 cm en hij is uit kromgegroeid hout samengesteld.

rolring

De paltrok kruit in zijn geheel over ca. 50 iepenhouten kruirollen die gelagerd zijn in een achttal rollenwagens, samen de rolring vormend. Kruirollen van een paltrok liggen verder uit elkaar dan die van bovenkruiers. Omdat ze veel minder

© Het Gilde van Molenaars

gewicht hoeven te dragen is het aantal rollen relatief gering t.o.v. de grote diameter van de rolring.

schaar- of spoorstokken kraagstuk

Zoals reeds beschreven in hoofdstuk 5.3.2 wordt de rolring op zijn plaats gehouden m.b.v. de schaar- of spoorstokken welke straalsgewijs op het kraagstuk zijn bevestigd. De kraag ligt om het afgeronde deel van de koning.
Op de rollen ligt de eveneens uit kromgegroeide eiken platen samengestelde overring. Die is ook zwaarder van uitvoering dan bij bovenkruiers.
Om de rollen te kunnen vervangen is meestal bij de sleutelbalk een rechthoekig gat, de rollensluis, in de overring aangebracht.
Gewoonlijk rekenen we het kruiwerk van een paltrokmolen tot de rollenkruiwerken. Echter, het grootste deel van het gewicht van de molen rust via de sleutelbalk op de koning. Deze sleutelbalk draait bij het kruien om de afgeronde pen van de koning, een zetel dus.
Men kan dus van een combinatie van zetel- en rollenkruiwerk spreken.

De kruirollen dragen slechts een klein deel van het gewicht van de molen. Ze dienen ter ondersteuning en dan vooral van de voorkant van de molen. Bij een juiste gewichtsverdeling raakt de overring aan de achterkant de kruirollen niet. Bij flinke winddruk op de molenromp kan de molen iets achterover wiegen en dragen de kruirollen achter een deel van het gewicht.

Smering van de paltrok:
- De pen en het draagvlak van de koning; hiervoor is een smeergat aanwezig in de zaaggrond
- De zijkant van het ronde deel van de koning.
- De asjes van de kruirollen zo nu en dan smeren om roesten te voorkomen

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 6 Het gaande werk

Inhoud pagina

6.1 Assen en spillen 3

6.1.0 Inleiding
6.1.1 De bovenas
a. De houten bovenas
b. De gietijzeren bovenas
c. De houten bovenas met gietijzeren insteekkop
d. Het halslager
e. Het Dekkerlager
f. Het penlager
g. Lagering en smering
6.1.2 De koningsspil
a. Lagering en smering

6.2 Het gevlucht 17

6.2.0 Inleiding
6.2.1 Houten roeden
6.2.2 Metalen roeden
6.2.3 De bevestiging van de roeden
6.2.4 Het Oud-Hollands wieksysteem
6.2.5 De zeeg en de windborden

6.3 Molenzeilen 26

6.3.0 Inleiding
6.3.1 Voorzieningen op de roeden
6.3.2 Nieuwe zeilen
6.3.3 De zwichtstanden
6.3.4 Het voordragen of ophangen van een zeil

6.4 Wieksystemen 33

6.4.0 Inleiding
6.4.1 Zelfzwichting
6.4.2 De Dekker wieksystemen
a. Dekkerwiek
b. Spleet- of half-Dekkerwiek
6.4.3 De Van Bussel-stroomlijnroede
6.4.4 De Fokwiek
6.4.5 Het Bilau-wieksysteem
6.4.6 Het Van Riet-wieksysteem
6.4.7 Het Ten Have-wieksysteem
6.4.8 Remkleppen

6.5 Molenwielen 55

6.5.0 Inleiding
6.5.1 Het bovenwiel of het aswiel
6.5.2 De bonkelaar
6.5.3 De schijfloop of het rondsel

© Het Gilde van Molenaars

6.5.4 Het spoorwiel, takrad, ravenswiel en steenwiel
6.5.5 Het sterrewiel of varkenswiel
6.5.6 Het waterwiel of onderwiel
6.5.7 Het vijzelwiel
6.5.8 Conische kamwielen en schijflopen
6.5.9 Gietijzeren wielen
6.5.10 De wielen van het luiwerk

6.6 De vang 75

6.6.0 Inleiding
6.6.1 De blokvang
a. De Vlaamse vang
b. De Hollandse vang of stutvang
6.6.2 De band of hoepelvang
a. De houten bandvang
b. De stalen bandvang
6.6.3 Sabelijzer, vangbalk, ezel of voorste hanger, achterste hanger en hangereel
a. Het sabelijzer
b. De vangbalk
c. De ezel of voorste hanger
d. De achterste hanger en hangereel
6.6.4 Rijklamp en rust, lendestut, vorkstutten en kettingen
a. De rijklamp en rust
b. De lendestut
c. De vorkstutten
6.6.5 De wijze van ophangen van de gelichte vangbalk
a. De haak of klink
b. De duim
c. De klamp
6.6.6 Het lichten en het opleggen van de vang
a. De wipstok of vangstok
b. De binnenvangstok
c. De evenaar
d. De vangtrommel
6.6.7 De vang van de tjasker en de spinnekop
a. De vang van de tjasker
b. De vang van de spinnekop
6.6.8 Het borgen van de vang en het bovenwiel
a. De kneppel
b. De trekvang
c. De pal

6.1 ASSEN EN SPILLEN

6.1.0 Inleiding

assen
spillen
bovenas, molenas
koningsspil

In molens zitten assen, van hout of van ijzer. Liggende assen worden assen genoemd, staande assen spillen.
Alle molens hebben een bovenas of molenas, waaraan het gevlucht is bevestigd. Een tweede belangrijke as is de koningsspil. De koningsspil komt niet in alle molentypen voor.

luias
steenspil, bolspil
wateras
vijzelbalk
wentelas
krukas

- Korenmolens zijn, behalve met een luias voor het ophijsen van zakken graan en het neerlaten van zakken meel, ook uitgerust met één of meer steenspillen en bolspillen, die tot het maalkoppel behoren.
- Poldermolens die een scheprad aandrijven hebben een wateras.
- Poldermolens die een vijzel aandrijven hebben een vijzelbalk.
- Olie-, papier-, verf- en snuifmolens hebben een wentelas.
- Zaagmolens hebben een krukas.

In de hoofdstukken waarin de diverse molenfuncties worden behandeld, komen deze assen en spillen weer ter sprake.

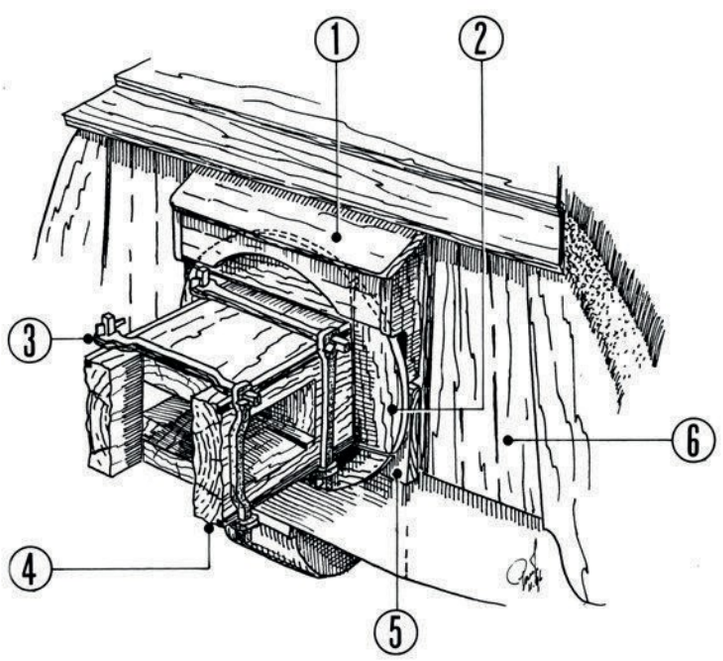


Fig. 6.1.1.1
Het pothok

1. *pothokkap*
2. *kraag*
3. *knuppelstrop*
4. *houten askop (gedeeltelijk)*
5. *steenbord*
6. *stormluik*

© Het Gilde van Molenaars

6.1.1 De bovenas

askop, hals, staart, pen
houten bovenas
gietijzeren bovenas

Een bovenas bestaat uit de askop, hals, staart en pen.
Gedurende de eerste zeven eeuwen van hun bestaan hadden molens houten bovenassen. Pas sinds de 19e eeuw is men in staat gietijzeren assen te vervaardigen.

6.1.1.a De houten bovenas

Voor een houten bovenas kwamen slechts eiken stammen met een dikte van 80 à 90 cm in aanmerking. De vierkante askop maakte men van het worteleinde omdat de stam daar het dikst is en de houtstructuur het sterkst. In die askop hakte men grote gaten waarin later de roeden werden gestoken (fig. 6.1.1.2).

roedegaten
kraag

Deze roedegaten verzwakken de askop echter. Daarom werd de askop verstevigd met ijzeren hoeken en een aantal stroppen. Tegen inwateren zat er een kraag om de as. Deze kraag draaide onder een op het voorkeuvelens bevestigde kast, het pothok (fig. 6.1.1.1).

pothok

hals, halssteen

Het afgeronde deel achter de askop is de hals, die op de halssteen draait.

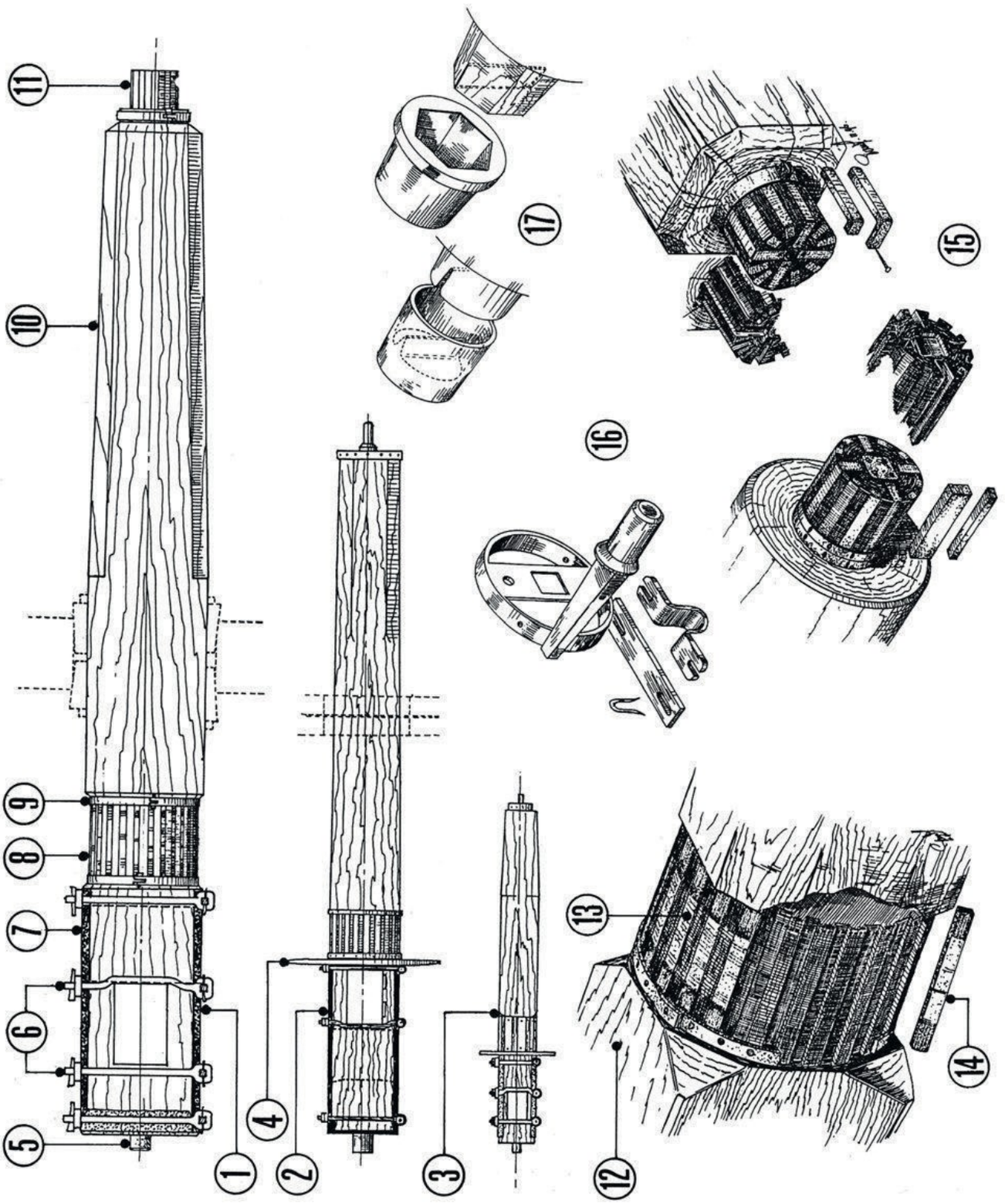
schenen
pen
muts

Tegen snelle slijtage van het hout werden op gelijke afstanden ijzeren strippen, schenen, in de hals ingelaten.
De achterzijde van de bovenas, de pen, had eveneens vaak schenen. De pen werd ook wel voorzien van een z.g. ijzeren muts, strak om de pen geslagen. Daarmee was dan tevens het achtervlak van de pen gelagerd.

Fig. 6.1.1.2
Houten bovenassen

1. *houten bovenas voor een grote molen*
2. *houten bovenas voor een kleiner type molen*
3. *houten bovenas voor een spinnekop*
4. *kraag*
5. *walpen*
6. *knuppelstroppen*
7. *askop*
8. *hals met schenen*
9. *spijlband*
10. *staart*
11. *pen*
12. *houten bovenas*
13. *hals met schenen*
14. *losse scheen*
15. *twee voorbeelden van de pen*
16. *penlagering voor een spinnekop*
17. *twee voorbeelden van mutsen*

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

6.1.1.b De gietijzeren bovenas

Gietijzer kent men al sinds de Middeleeuwen. Men goot relatief kleine voorwerpen, zoals ronde (kanons)kogels en huishoudelijk gerei. Toen de industriële revolutie in het begin van de 19e eeuw zijn intrede deed, leerde men, met name in Engeland, grote ijzeren voorwerpen en constructiedelen te gieten. De eerste gietijzeren bovenassen kwamen dan ook uit Engeland. Maar al snel kwam er een eind aan deze Engelse import en vanaf 1836 leverde de NSM (Nederlandsche Stoomboot Maatschappij), later Fyenoord, Nederlandse assen. Deze Fyenoordassen waren bijzonder kort. Ze reikten slechts tot even over de ijzerbalk (fig. 6.1.1.3).

Enkele fabrikanten van gietijzeren bovenassen:

L.I. Enthoven	Den Haag	Prins van Oranje	Den Haag
Fyenoord	Rotterdam	D.A. Schretlen	Leiden
Kon. Ned. Grofsmederij	Leiden	Wed. Sterkman	Den Haag
Penn & Bauduin	Dordrecht		

De periode van het gieten van bovenassen duurde relatief kort, tot aan het begin van de 20e eeuw. Toen kwamen er door het slopen van veel molens ruim voldoende tweedehands exemplaren beschikbaar.
Door dit hergebruik zijn de diverse fabricaten min of meer over het hele land verspreid. Sinds de 80-er jaren van de 20e eeuw zijn er echter geen oude bovenassen meer voorhanden. Daarom worden er nu weer nieuwe assen gegoten t.b.v. molenherbouw of -restauratie. De Gieterij Hardinxveld te Hardinxveld-Giessendam is tegenwoordig de grootste producent.

broosheid

De bovenas is, zoals gezegd, gemaakt van het bepaald niet onbreekbare gietijzer. Bij erg zwaar vangen kan een askop van gietijzer tussen de hals en het bovenwiel afbreken en met gevlucht en al naar beneden komen. De broosheid van gietijzer is bovendien temperatuurafhankelijk. ‘s Winters, vooral bij vorst, is de kans op breuk groter.

walpen

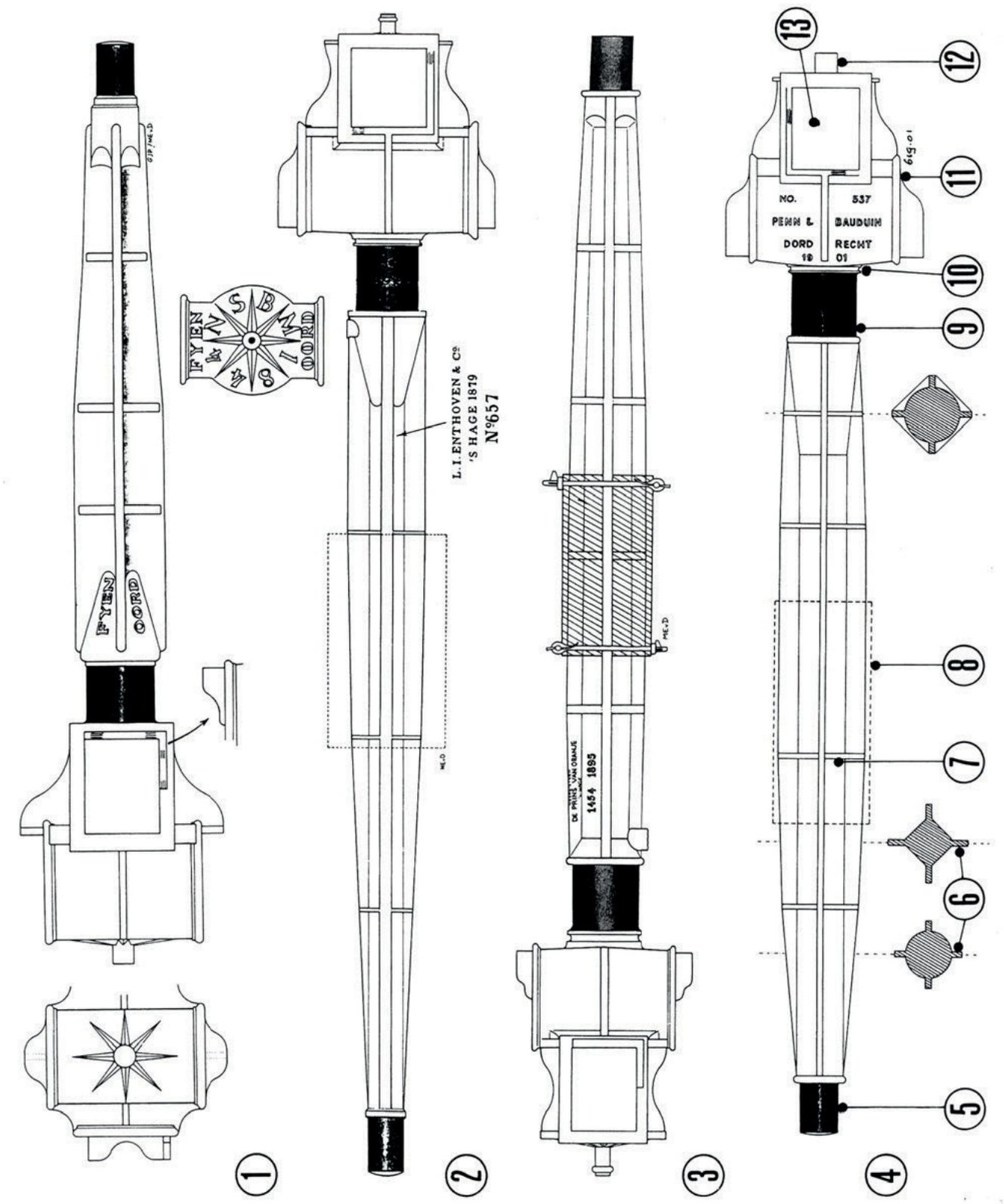
Op het voorvlak van de askop dat vaak met een ster is gesierd, zit de walpen. Aan de uitvoering van het voorvlak is meestal van buitenaf al te zien van welk fabricaat de as is. Het gedeelte tussen de hals en de pen, de staart, is rond het aslichaam versterkt met vier ribben. Deze ribben zijn ter plaatse van het bovenwiel bekleed met vier vulstukken, die met ijzeren stroppen zijn vastgeklemd.

staart
ribben
vulstukken

Fig. 6.1.1.3 (rechts)
Gietijzeren bovenassen

1. *Fyenoord-as*
2. *L.I. Enthoven & Co.- as*
3. *Prins van Oranje-as*
4. *Penn & Bauduin-as*
5. *pen*
6. *ribben*
7. *aslichaam*
8. *vulstukken*
9. *hals*
10. *waterhol*
11. *askop*
12. *walpen*
13. *roegat*

© Het Gilde van Molenaars


FYEN
L.I.ENTHOVEN & Cie
'S HAGE 1879
N°657
NO. 537
PENN & BAUDUIN
DORD RECHT
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

6.1.1.c De houten bovenas met gietijzeren insteekkop

insteekkop

Als derde type as kennen we de houten bovenas met gietijzeren insteekkop. Die insteekkop bestaat uit een normale gegoten askop, een hals en vier vleugels. Van de houten bovenas gingen de staart en de pen, die zich permanent in de molen bevinden, een mensenleven lang mee. Maar de houten askop en de hals, die voortdurend aan weer en wind en aan slijtage onderhevig waren, werden vervangen door een insteekkop.

vleugels

De (oude) houten bovenas werd daarbij achter de hals afgezaagd en van de noodzakelijke inkepingen voorzien waarin de vleugels werden gestoken. Met zware bouten door de as en door de vleugels en ijzeren stroppen om de as vormden beide onderdelen één geheel. (fig. 6.1.1.4)
In Nederland zijn diverse molens ermee uitgerust.

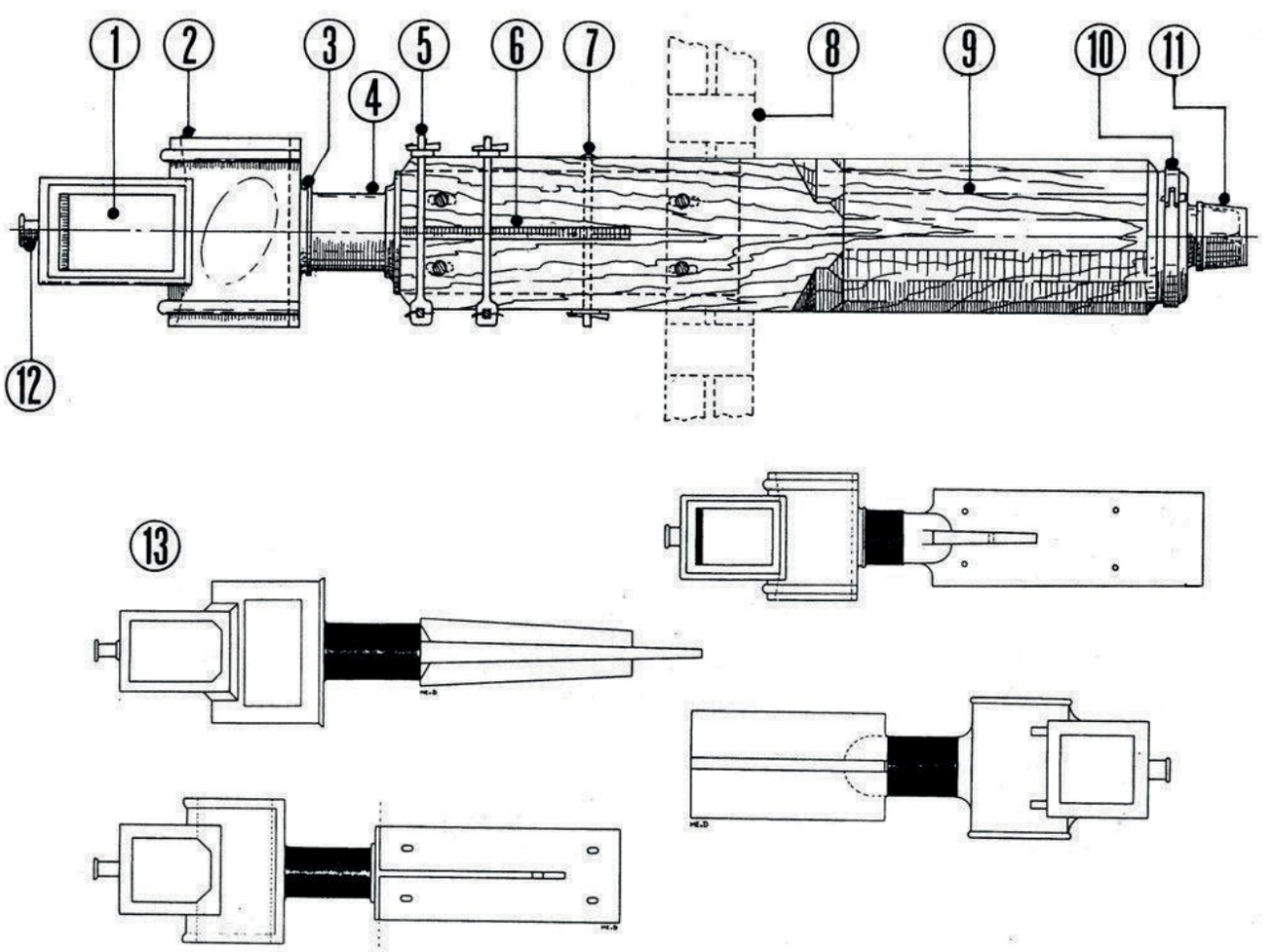


Fig. 6.1.1.4
Houten bovenas met insteekkop

1. *roedegat*
2. *askop*
3. *waterhol*
4. *hals*
5. *knuppelstrop*
6. *vleugel van de askop*
7. *spijlbout*
8. *bovenwiel*
9. *staart*
10. *spijlband*
11. *pen met muts*
12. *walpen*
13. *enkele voorbeelden van insteekkoppen*

6.1.1.d Het halslager

halslager
halssteen, arduin

Bovenassen zijn op twee plaatsen gelagerd, nl. bij de hals en bij de pen. Achter de askop, onder de hals, bevindt zich het halslager. Dit lager bestaat meestal uit een halssteen, gemaakt van een harde kalksteensoort, arduin. Maar ook andere materialen werden wel gebruikt, zoals pokhout of een gietijzeren of houten lagerblok met een bronzen schaal (fig. 6.1.1.5).

steenbed

De halssteen, die een gewicht van 8 á 9 ton torst, rust via het steenbed op de windpeluw. Met dit steenbed, dat doorgaans bestaat uit een aantal steenbedwiggen, -blokken en opvulplankjes wordt de bovenas op de juiste hoogte gebracht. Voor het bovenste opvulplankje kiest men kwastvrij vurenhout, zodat de halssteen zich daarin kan 'zetten'. Daarmee wordt breuk van de halssteen voorkomen.

steenbedwiggen
steenbedblokken, opvulplankjes
kwastvrij vurenhout

steenbord

Door de schuine stand van de bovenas is het steenbed wigvormig. De halssteen wil daarom naar voren. Dit wordt voorkomen door het steenbord dat met flinke bouten en zware strippen verankerd is tegen de keer- en weerstijl. In het zuiden van het land wordt soms in plaats van een steenbord een steenbeugel toegepast.

steenbeugel

wrijfklamp

De halssteen wordt m.b.v. houten wiggen tussen de keer- en weerstijl op zijn plaats gehouden. Tegen de keerstijl is een wrijfklamp gespijkerd. Deze voorkomt het naar rechts rollen van de bovenas, vooral bij straf vangen.

waterhol

Vlak buiten het steenbord heeft de bovenas een ronde groef, het waterhol, die het regenwater belet langs de schuine as naar binnen te sijpelen. Soms wordt daarvoor ook nog een metalen kraag aangebracht.

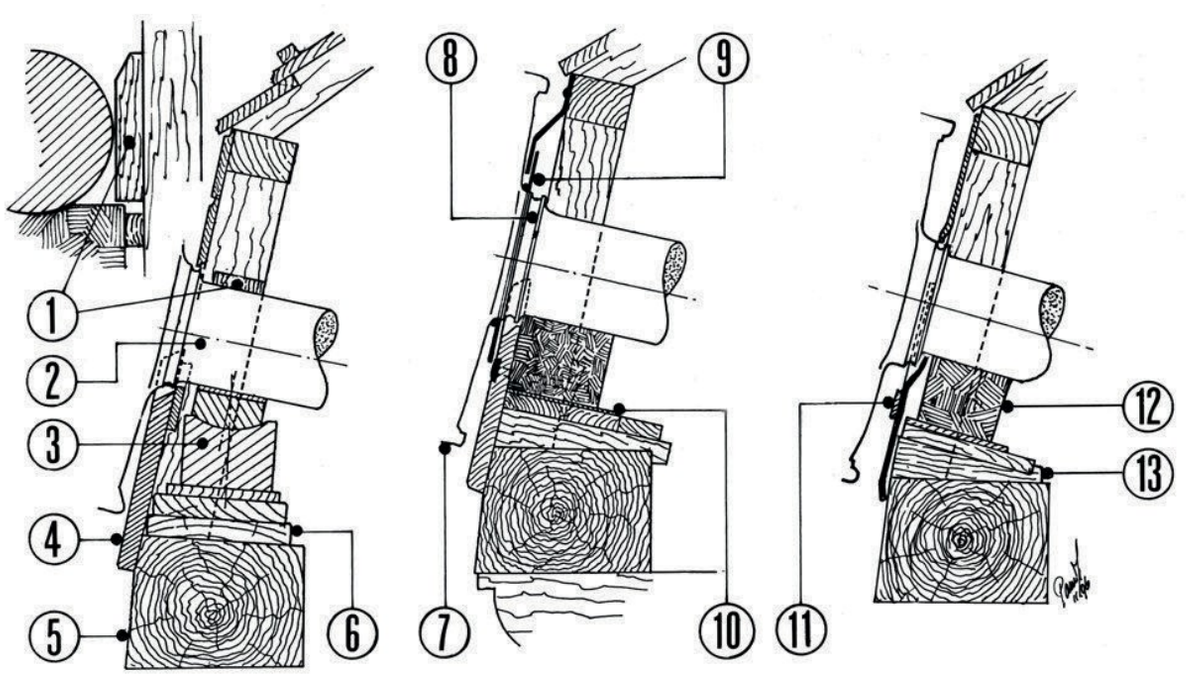


Fig. 6.1.1.5
Opstelling halslager

smeerfilm

In een nieuwe halssteen zit een uitholling van niet meer dan 2 à 3 cm diepte. Daarin draait de hals van de bovenas. Deze uitholling moet iets wijder zijn dan de hals van de as om een goede smering (smeerfilm) tussen as en halssteen te verzekeren (fig. 6.1.1.6).

Een diep ingesleten halssteen draagt de bovenas over een te groot en bovendien precies passend oppervlak waardoor de smering, maar vooral ook de warmteafvoer stagneert. De as kan dan zo heet worden dat er brand ontstaat! Wanneer de as niet over de volle breedte van de halssteen wordt gedragen, doordat de halssteen scheef ligt, kan de hals ook te heet worden. Verder kan de halssteen breken.

Ook niet of onvoldoende smeren kan oorzaak zijn van warmlopen. De hals smeren we doorgaans met varkensreuzel,

Fig. 6.1.1.6
Halslageringen

1. *steen voor houten as*
2. *steen voor ijzeren as*
3. *ijzeren lager met bronzen of witmetalen voering*
4. *Vlaamse steen*
5. *schommellager*
6. *inloopspleet voor het smeervet*

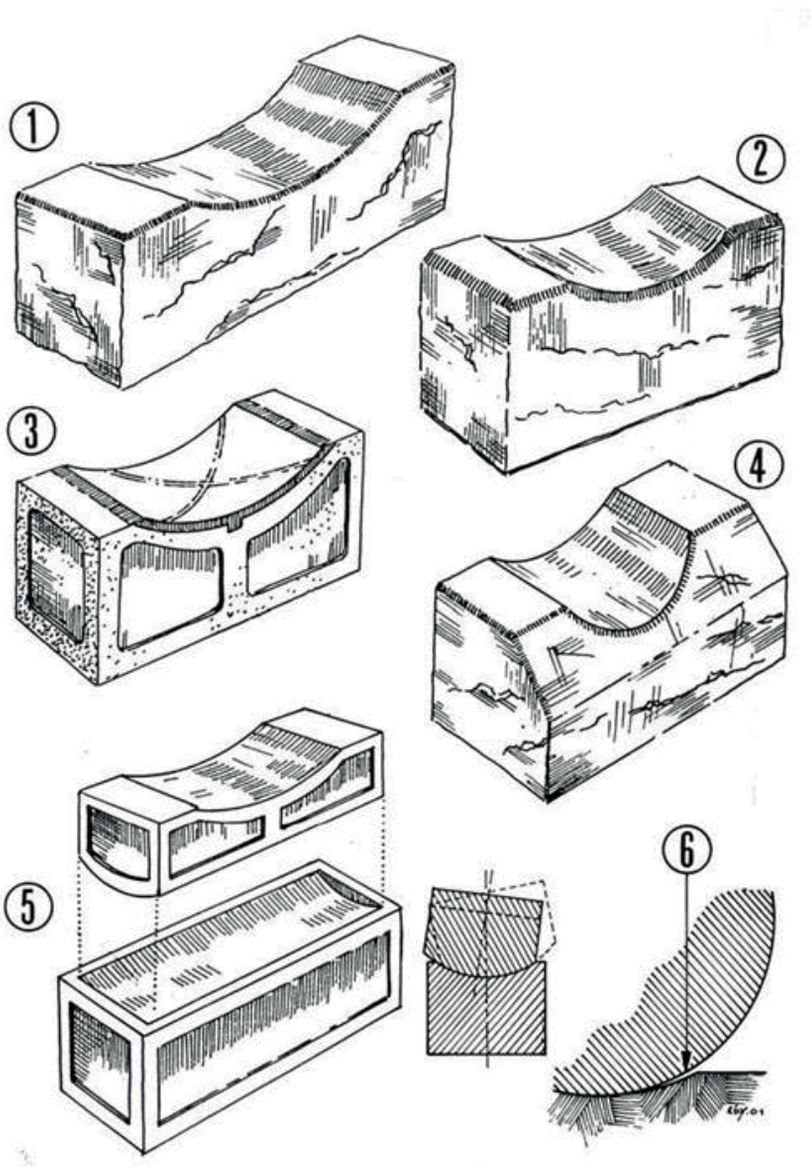


Fig. 6.1.1.5 (vorige pagina)
Opstelling halslager

1. *wrijfklamp*
2. *hals*
3. *schommellager*
4. *steenbord*
5. *windpeluw*
6. *vulblokken*
7. *askop*
8. *waterhol*
9. *metalen kraag*
10. *kwastvrij plankje*
11. *steenbeugel*
12. *halssteen*
13. *steenbedwiggen*

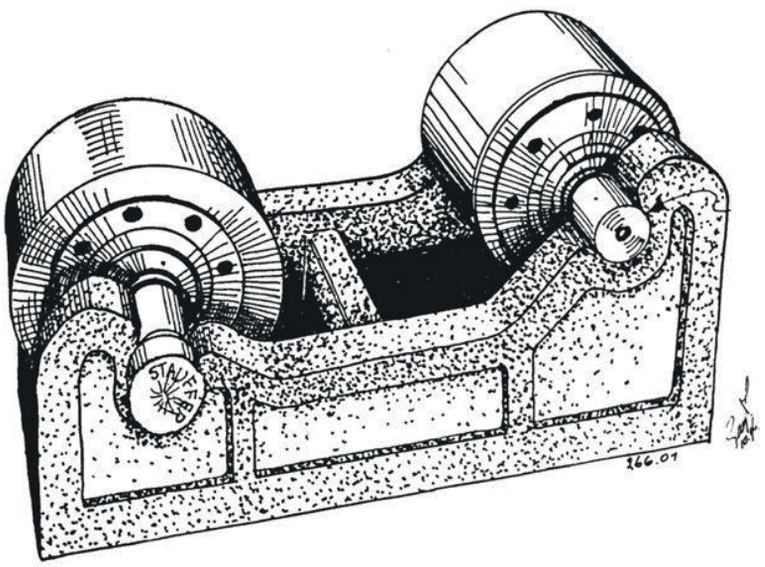


Fig. 6.1.1.7
Het Dekkerlager

6.1.1.e Het Dekkerlager

Dekkerlager

Een bijzonder halslager is het Dekkerlager (fig. 6.1.1.7). Het bestaat uit een gietijzeren lagerstoel met twee rollen. De rechterrol, bij de keerstijl, is iets kleiner en ligt wat hoger dan de linker. De bovenas draait op beide rollen. De hals van de bovenas is, indien een Dekkerlager is toegepast, voorzien van een tweedelige hardstalen manchet die overmatige slijtage van de gietijzeren hals moet voorkomen.
Het Dekkerlager bleek in de praktijk geen succes. De grote kwaal was, dat het lager de zware druk van de bovenas niet aankon en snel heet werd, doordat de smering te wensen overliet.
De 'Buitenwegse Molen' in Oud-Zuilen heeft nog een Dekkerlager.

6.1.1.f Het penlager

penlager

Het tweede lager van de bovenas is het penlager (fig. 6.1.1.8). Hoewel het veel minder gewicht hoeft te dragen (ongeveer 20%) is het meestal eveneens van arduin gemaakt.

pensteen

De pensteen ligt met wiggen verankerd in de penbalk. Deze balk ligt onder dezelfde hoek als de bovenas op en tussen de daklijsten of de voeghouten en is in het horizontale vlak verstelbaar, om:

- een naar achteren gezakte as weer naar voren te kunnen brengen.
- de as precies in het midden van de kap te kunnen leggen.

Het penlager kent diverse uitvoeringen (fig. 6.1.1.9):

- De pensteen is over de volle breedte uitgehold. In deze uitholling past de pen van de bovenas. Achter de pensteen staat, in de broekbalk, gewoonlijk een losse arduinen tegel, de tegelsteen of een bronzen tegelplaat. Beide zijn voorzien van een smeergleuf. Hier tegenaan draait het achtereind van de pen. Het broekstuk vangt samen met de tegelsteen de achterwaartse druk op die de wind op het gevlucht uitoefent.

broekbalk
tegelsteen, bronzen tegelplaat

broekstuk

- De pensteen is niet over de volle breedte uitgehold. Het niet uitgeholde gedeelte fungeert als het ware als tegelsteen. Een dergelijke steen wordt broeksteen genoemd.

broeksteen

taats

- De pen is voorzien van een hardstalen taats. De pen draait hierbij weer in een over de volle breedte uitgeholde pensteen. Maar de tegelsteen is nu vervangen door een ijzeren plaat met in het midden een gehard stalen knol, de z.g. knolplaat, waar de taats van de pen tegen draait.

knolplaat

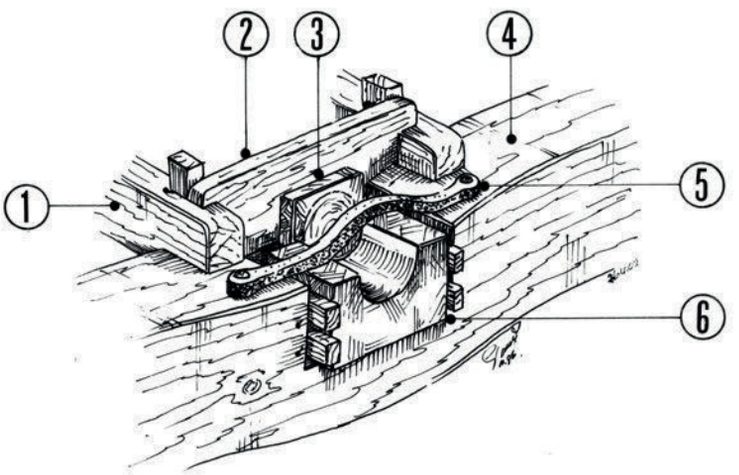


Fig. 6.1.1.8
Het penlager

1. *broekbalk*
2. *broekstuk*
3. *tegelsteen*
4. *penbalk*
5. *springbeugel*
6. *pensteen*

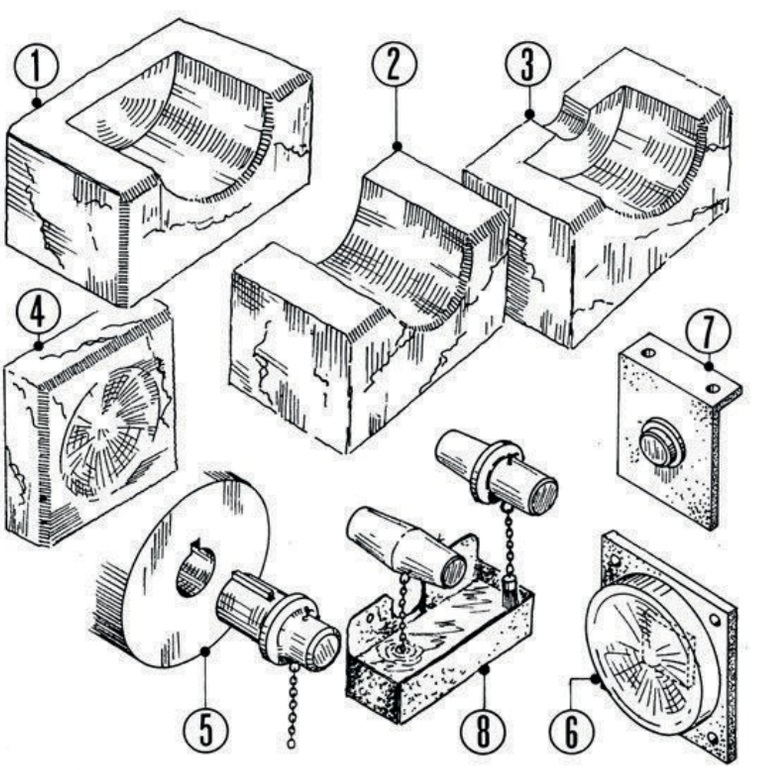


Fig. 6.1.1.9
Penlagers

1. *broeksteen*
2. *pensteen*
3. *broeksteen met uitsparing voor de zwichtstang*
4. *tegelsteen*
5. *pen met verwisselbare taats*
6. *bronzen tegelplaat*
7. *tegelplaat met gehard stalen knol*
8. *smeeroliebakje*

dompen

Door het grote verschil in gewicht tussen hals en pen zou de as kunnen dompen tijdens hevige windvlagen achter op het wiekenkruis. Bij dompen kantelt het gevlucht iets naar voren, waardoor de pen uit het penlager komt. Ook tijdens het vangen kan de pen omhoog of zijwaarts bewegen. Om dit te voorkomen is een springbeugel over de pen heen op de penbalk bevestigd. Om dezelfde redenen als beschreven bij het halslager kan ook de pen warmlopen. Een droge of versleten taats meldt zich met hevig gekrijs.

springbeugel

6.1.1.g Lagering en smering

varkensreuzel

De aslagers worden gesmeerd met varkensreuzel, al of niet gesmolten. De taats, die tegen de knolplaat drukt wordt gesmeerd d.m.v. een meedraaiend kettinkje dat bij elke omwenteling van de bovenas wat motorolie uit een onder de knolplaat liggend smeeroliebakje meeneemt.

smeeroliebakje

6.1.2 De koningsspil

koningsspil

Alle bovenkruiers, wipmolens en spinnenkoppen hebben een koningsspil. Deze verticaal staande as dient om de draaiing van het wiekenkruis via kamwielen (of kamwielen en rondsels) over te brengen op de in de molen geplaatste werktuigen.
Standerdmolens met twee koppels stenen en paltrokken hebben geen koningsspil. De werktuigen – die met de molen meekruien – worden direkt door het bovenwiel aangedreven.
Het werktuig van de tjasker, de ton, bevindt zich op de molenas.

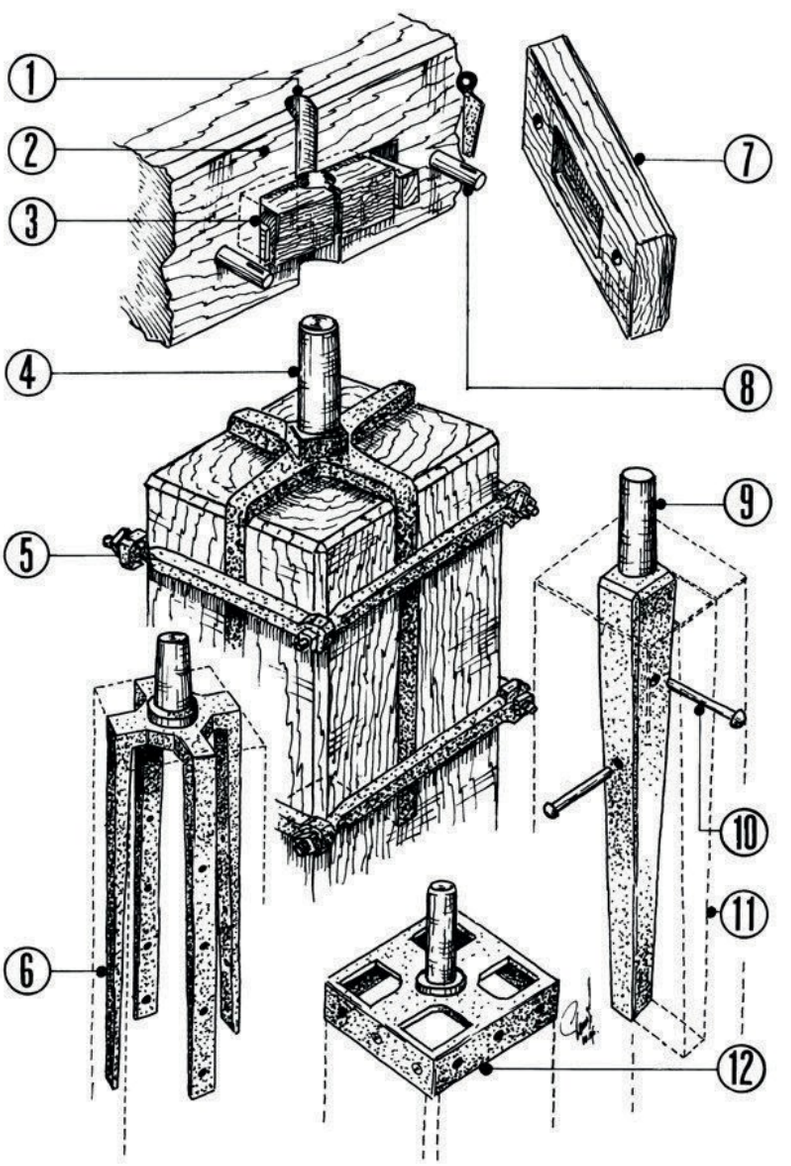


Fig. 6.1.2.1
Bovenlagering van de koningsspil: bus- of ijzerlager

1. *smeergat*
2. *bus-, slot- of ijzerbalk*
3. *pokhouten tapneuten*
4. *tapijzer met in de spil gekeepte vleugels*
5. *knuppelstrop*
6. *kroonijzer*
7. *busdeur*
8. *spijlbout voor busdeur*
9. *insteekijzer*
10. *borgpen*
11. *sluitstuk*
12. *muts over insteekijzer*

© Het Gilde van Molenaars

ijzerbalk

De lengte van de koningsspil varieert van ca. 3 meter (in een bovenkruier-zaagmolen) tot ca. 16 meter (in een papiermolen). De dikte is daarop aangepast (ca. 50 x 50 cm in een papiermolen). De koningsspil staat in het hart van de molen, omdat de kap met het bovenwiel rondom de bovenbonkelaar of de bovenschijfloop moet kunnen kruien. In elke positie van de kap moet het bovenwiel goed in de bovenbonkelaar of bovenschijfloop grijpen. Om de koningsspil juist te kunnen afstellen, is de ijzerbalk, waarin het bovenlager is gevat, verstelbaar.

6.1.2.a Lagering en smering

kroon, tapijzer

slotbalk, busbalk
tapneuten

Het bovenlager van de koningsspil, de kroon of het tapijzer, bestaat uit een stalen pen met daaraan vier vleugels, die in de spil passen. Midden in de ijzerbalk, ook wel slotbalk of busbalk genoemd, is een rechthoekige ruimte uitgehakt waarin twee pokhouten of bronzen tapneuten zijn gevat. Tussen deze neuten, die aan één kant halfrond uitgehold zijn, draait de tap (fig. 6.1.2.1).

poortplaat, slotplaat, busdeur

poortstokken

kneveltouw, knevelhoutje

De neuten zijn opgesloten door de poortplaat, slotplaat of busdeur, die met twee krammen en wiggen of met bouten aan de ijzerbalk is vastgezet. De achterwaartse druk van het bovenlager op de slotplaat wordt mede door één of twee poortstokken opgevangen. Deze poortstokken liggen klem tussen de slotplaat en de penbalk, bij wipmolens tussen de slotbalk en de koppel-of trekbalk. Een kneveltouw met knevelhoutje tussen beide stokken houdt ze op hun plaats (fig. 6.1.2.2)
Rond de tap wordt wat reuzel gelegd voor de smering van het lager. Vaak ook wordt hiervoor een stauffervetpot gebruikt

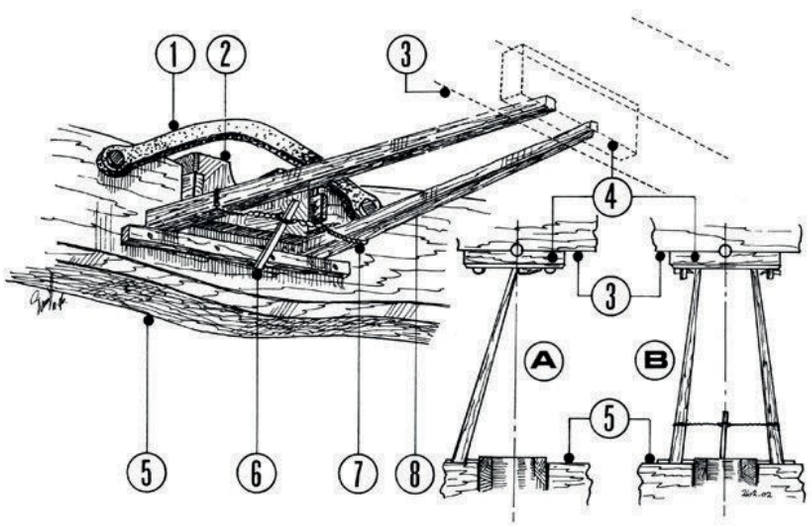


Fig. 6.1.2.2
De poortstokken

A. borging met een enkele poortstok
B. borging met twee poortstokken
1. springbeugel
2. pensteen
3. bus-, slot of ijzerbalk
4. poort- of busdeur
5. penbalk
6. knevelhoutje
7. kneveltouw
8. poortstok

© Het Gilde van Molenaars

kroonijzer
taatspot

Onder in de koningsspil is een kroonijzer gestoken, met daarin een gehard stalen taats, die in de taatspot draait. De taatspot bestaat uit een gietijzeren bak, waarin een tweede bakje van hardstaal met lood is vastgegoten. In dit tweede bakje is een bij de taats passend rond gat uitgespaard. Soms is dit gat voorzien van een bronzen bekleding. Onder in dit gat ligt een hardstalen plaatje, het tegeltje, waarop de bol afgewerkte taats van de spil draait (fig. 6.1.2.3).

tegeltje

In de taatspot wordt dikke machineolie gebruikt voor de smering. De taatspot is opgesloten in een horizontale balk. De naam van die balk varieert; in poldermolens rust de koningsspil op het spilkalf; in korenmolens op de draag- of donsbalk.

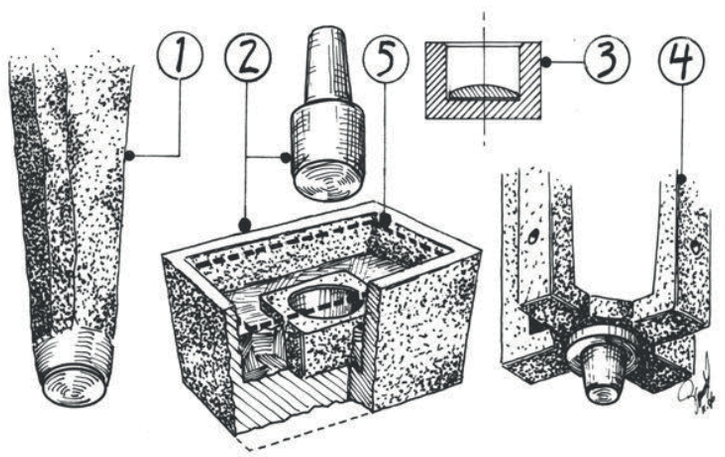


Fig. 6.1.2.3
Onderlagering van de koningsspil: het taatslager

1. *smeedijzeren taats*
2. *losse taats met taatspot*
3. *doorsnede van de taatspot met tegeltje*
4. *kroonijzer met dubbele vorken*
5. *vulniveau machineolie*

Overige assen en spillen

Deze assen worden behandeld in de hoofdstukken waarin de desbetreffende molentypen en functies worden beschreven.

© Het Gilde van Molenaars

6.2 HET GEVLUCHT

6.2.0 Inleiding

Bij het ontstaan van de eerste windmolens waren de gevluchten van hout. Pas in de tweede helft van de negentiende eeuw begon men de houten roeden geleidelijk te vervangen door metalen roeden.

gevlucht, wiekenkruis, kruis roeden, enden

Het gevlucht, wiekenkruis, of kortweg kruis, bestaat uit twee roeden, die kruislings door de askop zijn gestoken. Elke roede heeft twee enden. Een gevlucht heeft dus vier enden (in het buitenland komen gevluchten met meer enden voor!). In deze enden zijn de heklatten gestoken.

heklatten

Tot in de 17e eeuw waren heklatten aan beide zijden van de roede even lang. Ze staken eenvoudigweg schuin door de roeden, terwijl er in deze schuinte weinig of géén verloop zat. Een dergelijk gevlucht noemt men tegenwoordig dwarsgetuigd (fig. 6.2.0.1).

dwarsgetuigd

Zo'n dwarsgetuigd of middeleeuws kruis is verre van volmaakt want er wordt slechts een zeer klein gedeelte van de beschikbare wind in nuttige energie omgezet. Toch hebben onze voorganger-molenaars het er wel zo'n 500 jaar mee gedaan.

Tijdens de 17e eeuw werd in Nederland vanuit de praktijk en waarschijnlijk met veel vallen en opstaan een beter wieksysteem ontwikkeld. We kennen dit als het Oud-Hollands wieksysteem. Bij dit wieksysteem steken er alleen aan de linkerzijde heklatten in de roede (staande voor een beneden staand end). De hoek waaronder ze in de roede steken, heeft een schroefvormig verloop. Rechts van de roede bevinden zich uitneembare windborden. Dit Oud-Hollands wieksysteem leverde een veel hoger rendement op. De meeste Nederlandse molens zijn er nog altijd mee uitgerust.

Oud-Hollands wieksysteem

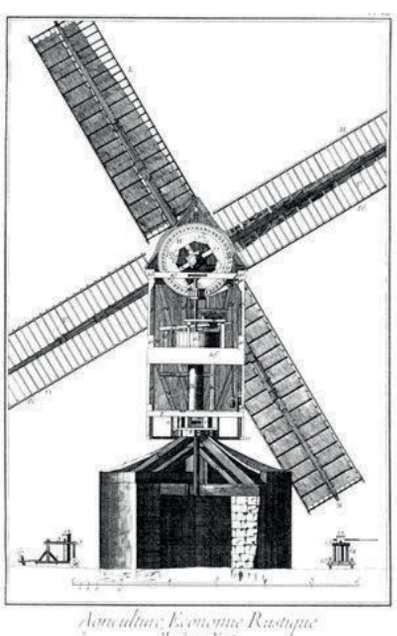


Fig. 6.2.0.1
Voorbeeld van een molen met een dwarsgetuigd gevlucht.

Het hekwerk is ter weerszijden van de roede even breed en de windborden ontbreken.

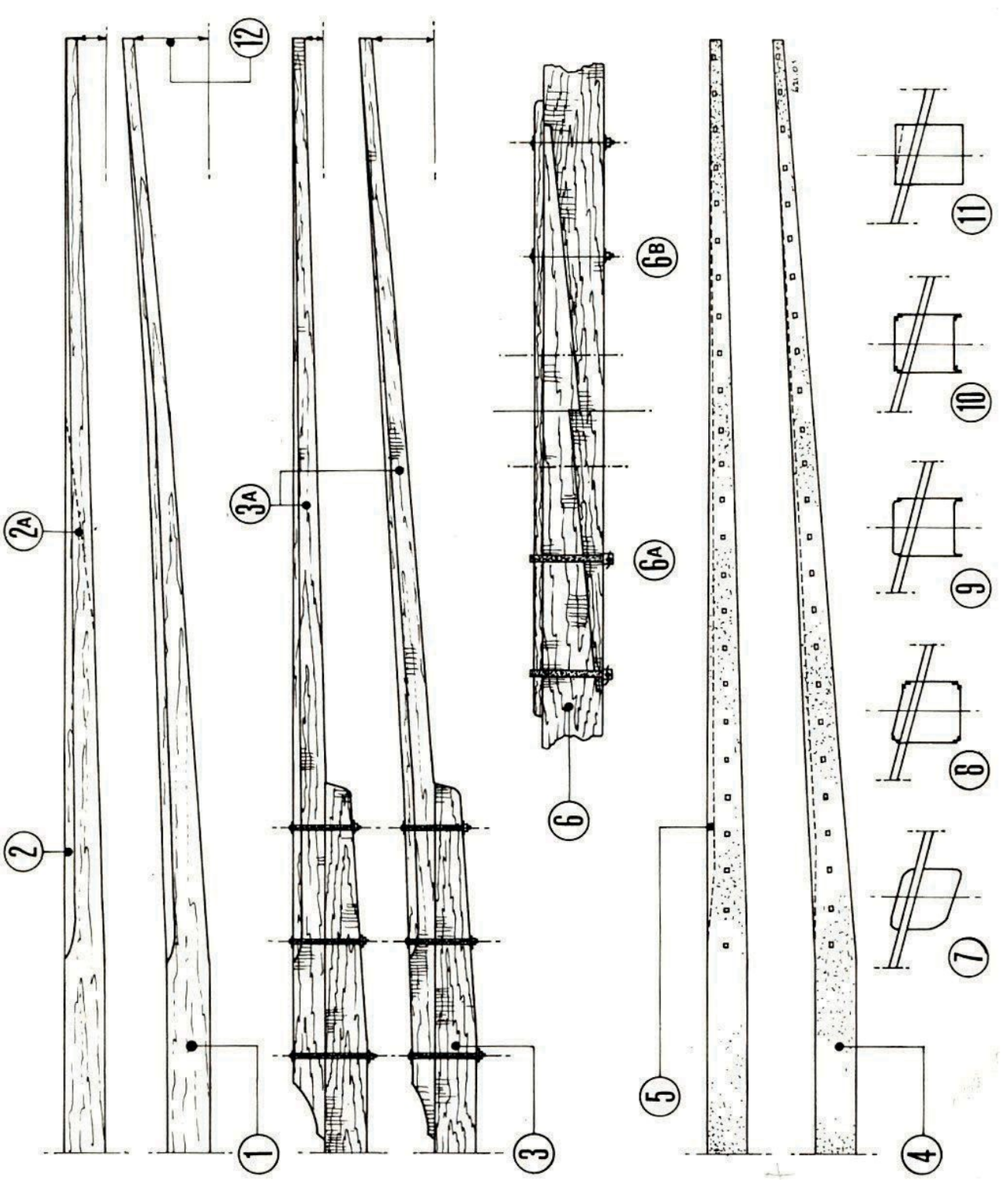


Fig. 6.2.1.1
Houten en ijzeren roeden

6.2.1 Houten roeden

borstroede, borst

oplangers

Tot in de 19e eeuw werden er houten roeden vervaardigd. De oudste vorm, borstroede geheten, bestond uit drie delen. De borst, een eikenhouten balk van 6 à 7 m lengte en in het midden ca. 40 x 30 cm dik, stak in de askop en werd aan beide zijden tot de gewenste wieklengte verlengd d.m.v. oplangers. Deze oplangers werden met behulp van stroppen en bouten op de voorkant van de borst vastgeklemd.

tweedelige houten roede

In de 19e eeuw werd de tweedelige houten roede geïntroduceerd. Zo'n roede bestond uit twee gelijke enden, die d.m.v. een lange haaklas aan elkaar werden gekoppeld. Het midden van de las bevond zich dus in de askop. De las werd versterkt door metalen roedeplaten, bouten en stroppen. Soms was een boom zo lang, dat er voor kleinere molens een roede uit één stuk van kon worden gemaakt.

haspelkruis

Een bijzondere tweedelige roede vinden we bij het haspelkruis. Hierbij zijn de vier enden niet door, maar langs de houten askop aangebracht. Bij een gietijzeren as met een haspelkruis staken de enden wel in de askop, maar lagen ze naast elkaar in twee aparte gaten, gescheiden door een tussenschot. De eerste meters van twee evenwijdige enden liggen parallel tegen de askop aan. Ze zijn rond de askop verankerd met een aantal stutten en stroppen. Ze vormen een stevig geheel rond de askop, die op deze wijze niet werd verzwakt door grote roedegaten. Bijkomend voordeel was, dat de askop bij deze constructie veel kleiner kon zijn dan tot op dat moment gebruikelijk was. En bij breuk hoefde vaak maar één end vervangen te worden.
In Nederland staat nog één molen met een houten haspelkruis, nl. de 'Robonsbosmolen' te Alkmaar (fig. 6.2.1.2).

Fig. 6.2.1.1
Houten en ijzeren roeden

1. houten roeden
2. biljoening
2a. lange haaklas
3. borstroede
3a. oplanger
4. ijzeren roede
5. soms aangebrachte biljoening
6. tweedelige houten roede met lange haaklas
6a. stroppen
6b. bouten
7. houten roede
8. Potroede (doorsnede)
9. Fransenroede
10. Verhaegheroede
11. gelaste roede
12. porring

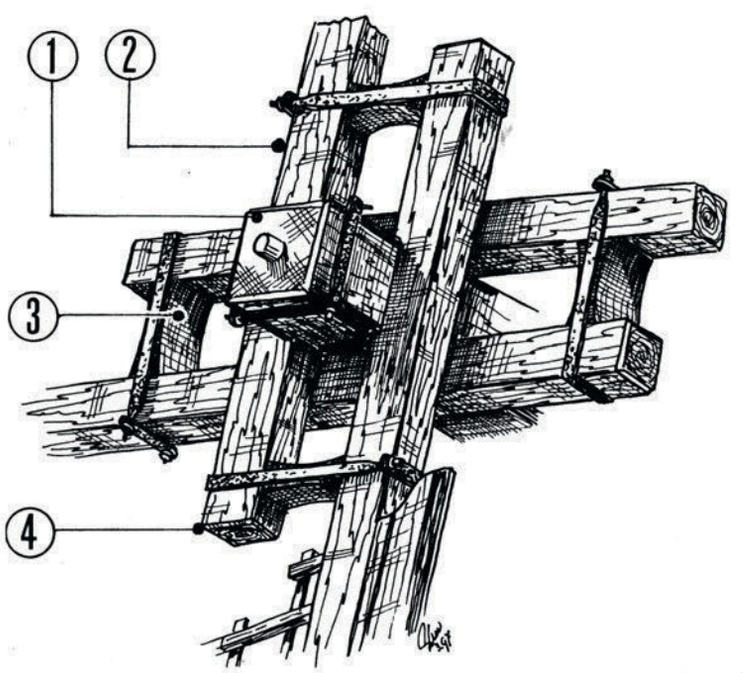


Fig. 6.2.1.2
Het haspelwiekenkruis

1. houten bovenas
2. halve roede
3. stut
4. strop

6.2.2 Metalen roeden

Potroede

Fransenroede

Verhaegheroede

Vanaf de tweede helft van de 19e eeuw werden, min of meer gelijktijdig met de opkomst van ijzeren bovenassen, de houten roeden langzaam maar zeker vervangen door ijzeren, geklonken roeden. De firma Pot uit Elshout (bij Kinderdijk) was de bekendste leverancier. De Potroeden bestaan uit lange platen die met klinknagels op vier hoeklijnen aan elkaar zijn geklonken. Een ander bedrijf, Fransen uit Vierlingsbeek, maakte roeden van ijzeren platen met omgezette randen, waartegen vlakke stroken werden geklonken. Zonder hoeklijnen dus. Eenzelfde procedé volgde de Belgische firma Verhaeghe uit Ruddervoorde. De Fransenroede leek veel slapper dan de Potroede, maar was veerkrachtiger. De plaatdikte van metalen roeden varieert, over de volle lengte gerekend, van ca. 12 mm in de askop tot ca. 6 mm aan de toppen van de enden. Het in de askop zittende deel van de roede is versterkt met enkele dwarsschotten. Deze vangen de druk van de roewiggen op (zie 6.2.3).
Na 1945 werden roeden niet meer geklonken maar gelast. De firma Bremer uit Adorp in Groningen was de eerste die deze leverde.

deelbare roeden

Begin 21e eeuw werden ook deelbare gelaste roeden gemaakt: de twee enden werden met bouten aan elkaar gekoppeld. De firma Vaags uit Aalten ging als eerste hiertoe over. Na enkele jaren gebruik bleek de koppeling d.m.v. bouten niet betrouwbaar; bouten braken. Alle deelbare roeden zijn al enkele jaren na de invoering weer vervangen door roeden uit één stuk.

6.2.3 De bevestiging van de roeden

keerklossen

roewiggen
spitijzers

Beide roeden worden door de gaten van de askop gestoken en op de volgende wijze verankerd: allereerst beletten twee keerklossen per roede, ter weerszijden van de askop, het wegschuiven van de roede uit de askop. Verder worden de roeden in de askop vastgeslagen met 16 houten roewiggen (8 per roede). Tenslotte worden de roewiggen geborgd met spitijzers (fig. 6.2.3.1)
Een uitzondering op deze wijze van vastzetten zien we bij ‘De Vier Winden’ in Sint Annaland: daar ontbreken de roewiggen. De roeden zijn daar van oudsher met bouten in de askop vastgezet. Bij de reconstructie van de ‘Kilsdonkse Molen’ is deze bevestiging ook toegepast.

binnenroede

buitenroede

De binnenroede verschilt van de buitenroede. De roeden zijn achter elkaar door de askop gestoken, waarbij de binnenroede het dichtst bij het molenlijf zit. De buitenroede is aan de voorkant nagenoeg recht, maar aan de achterzijde niet. De dikte van een roede neemt nl. af van ca. 40 cm in de askop tot ca. 10 cm aan de uiteinden. Om de vier enden toch zoveel mogelijk in hetzelfde vlak te laten draaien (te laten sporen), is de binnenroede naar voren gebogen. Deze gebogen vorm van de binnenroede heet porring (fig. 6.2.1.1).

porring

biljoening

Om aan de roeden enige stroomlijn te geven, werden de houten roeden aan de voorkant en aan de achterkant afgeschuind ter bevordering van de geleiding van de invallende wind. Deze afschuining heet biljoening. Potroeden werden alleen aan de voorzijde gebiljoend.

wanwichtig

Wanneer het gevlucht zich bij windstilte, na enig heen- en terugdraaien, steeds in dezelfde stand stilzet, is het wanwichtig. Dit euvel kan men opheffen door lichtere enden te verzwaren, bijv. met een plak ijzer.

doorhalen

Roeden moeten na maximaal tien à twaalf jaar worden doorgehaald. D.w.z. ze worden beurtelings, verticaal staand, ontdaan van spitijzers, wiggen en keerklossen en vervolgens opgetakeld om het gedeelte in de askop te kunnen behandelen tegen corrosie.

© Het Gilde van Molenaars

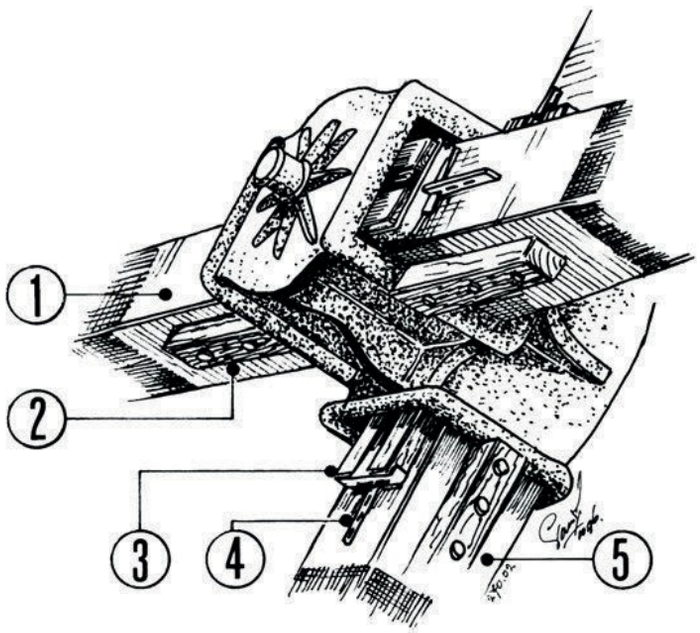


Fig. 6.2.3.1
Bevestiging van de roeden

1. *buitenroede*
2. *keerklos*
3. *roewig*
4. *spitijzer*
5. *binnenroede*

6.2.4 Het Oud-Hollandswieksysteem

heklatten
hekwiggen

In de enden zit, volgens een bepaald verloop, een aantal gaten waardoor heklatten (hekstokken, hekscheien) zijn gestoken. Ze worden met hekwiggen vastgeklemd. Een spijker achter elke hekwig moet voorkomen dat deze zich loswerkt (fig. 6.2.4.1).

hekwerk
zeeg

Om toestromende wind maximaal te benutten verloopt het hekwerk (het totale aantal heklatten per end) volgens een schroefvorm, de zeeg (zie 6.2.5). De zeeg, die al ruwweg is bepaald door het verloop van de heklatgaten in de roede, kan nauwkeurig worden afgesteld met de hekwiggen. Bij de askop staan de heklatten naar achteren, bij de top van een end naar voren t.o.v. het draaivlak.

zoomlatten
buitenzoom, achterzoom
binnenzoom, middenzoom
zwichtlatje

De heklatten worden per end onderling verbonden door drie zoomlatten, te weten één buitenzoom of achterzoom en twee binnenzomen of middenzomen. Tussen beide binnenzomen is in veel gevallen nog een zwichtlatje aangebracht. Er zijn streken waar dit latje ontbreekt maar ook waar er twee zijn toegepast. De buitenzoom ligt vóór de heklatten, de beide binnenzomen erachter. Dit laatste is nodig om het zeil vlak op het hekwerk te kunnen leggen.

enkele wafel

Vaak is de bovenste heklat van de binnenroede verkort tot aan de buitenste middenzoom, omdat het uiteinde tijdens het draaien het voorkeuvelens zou kunnen raken. In dit geval spreken we van een enkele wafel. Het gebeurt ook wel dat de twee bovenste heklatten worden verkort, de bovenste tot de binnenste middenzoom en die daaronder tot de buitenste middenzoom. Dan spreken we

dubbele wafel

van een dubbele wafel.

bordzijde
kluften

Alle heklatten steken door de roede heen. De uiteinden ervan komen aan de andere zijde van de roede, de bordzijde, tevoorschijn. Een aantal heklatten (soms alle) is langer en hierop zijn wigvormige klampen, kluften, bevestigd. Met de kluften wordt de schuine stand van de bordzijde bepaald.
Omdat het hekwerk volgens een zeeg door de roeden steekt, worden de kluften naar de top van een end toe steeds dikker.

© Het Gilde van Molenaars

bordschroot

Aan de bordzijde ligt de bordschroot direct tegen de roede aan. Hij is bevestigd op de door de roede heen stekende heklatten. Soms ontbreekt echter de bordschroot.

voorzoom

Op de uiteinden van de kluften is de voorzoom bevestigd. In het westen van het land worden, tussen de eerste en de tiende heklat, in plaats van kluften soms

scheerhouten

scheerhouten toegepast. Dat zijn doorgaans drie stevige stukken hout die aan de bordzijde in de roede zijn gestoken. Hiervoor zijn extra gaten in de roede gemaakt. Scheerhouten liggen los van de heklatten, de bordschroot en de voorzoom. Tussen bordschroot en voorzoom is een aantal uitneembare of

windborden, steekbord

omklapbare windborden aangebracht. Het onderste windbord, het steekbord

bordveer

(stormbord of onderhout) is meestal voorzien van een bordveer of wiggen en daardoor gemakkelijk uit te nemen.

Fig. 6.2.4.1
Het Oud-Hollands wieksysteem

1. *hekwig*
2. *bordschroot*
3. *steekbord*
4. *bordveer*
5. *kluft*
6. *voorzoom*
7. *scheerhout*
8. *roede*
9. *korte zeilklamp*
10. *lange zeilklamp*
11. *zwichtlatje*
12. *binnen- of middenzoom*
13. *buiten- of achterzoom*
14. *heklat of –stok*
15. *bordzijde*
16. *hek of hekwerk*
17. *dubbele wafel*
18. *enkele wafel*
19. *div. windbordvergrendelingen*

© Het Gilde van Molenaars

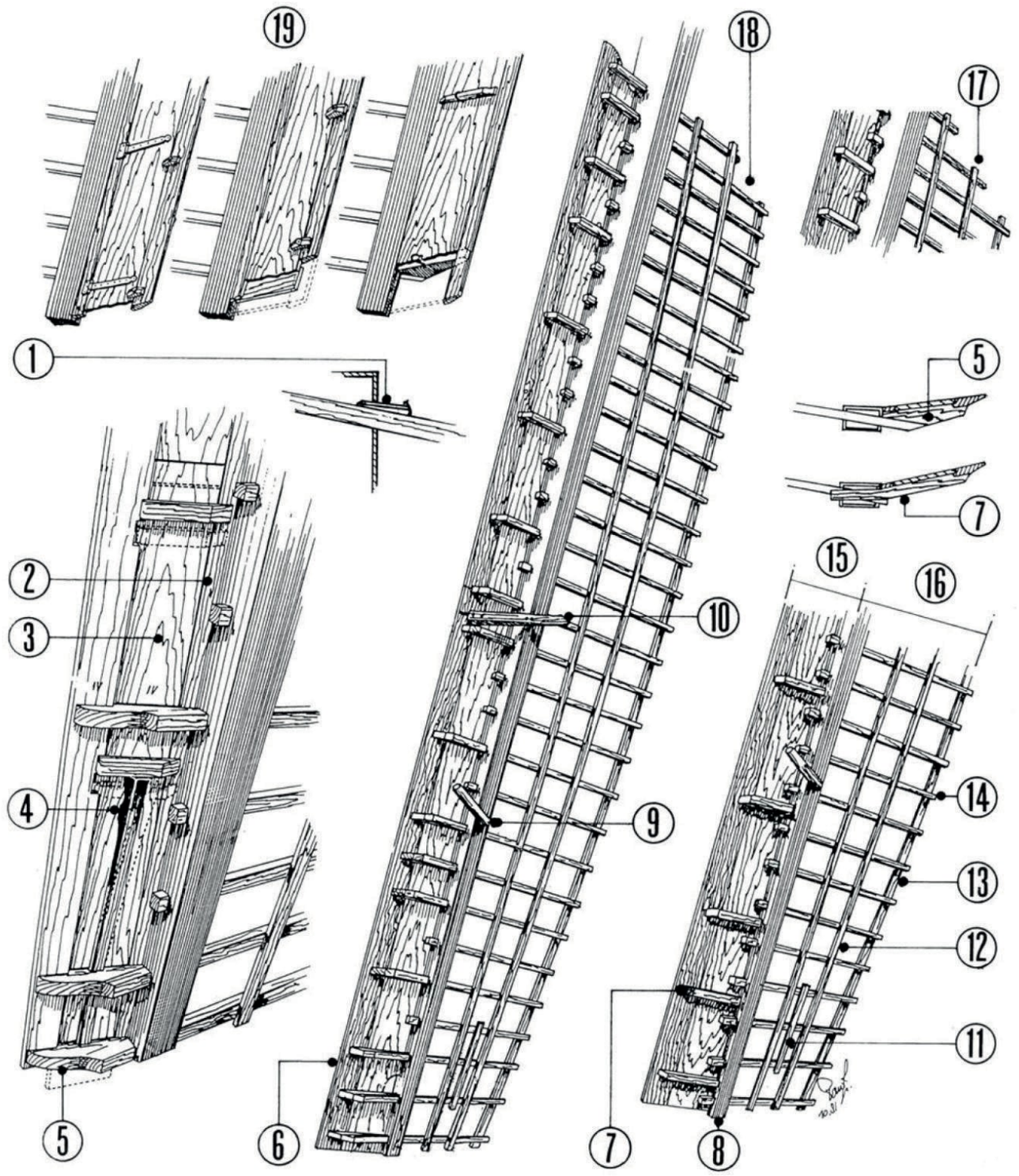


Fig. 6.2.4.1
Het Oud-Hollands wieksysteem

© Het Gilde van Molenaars

6.2.5 De zeeg en de windborden

zeeg

Om de windkracht maximaal te kunnen benutten heeft men het hekwerk een hol verloop gegeven. Dit noemen we de zeeg (fig. 6.2.5.1).
Aan het uiteinde van de roede staan de heklatten naar voren t.o.v. het draaivlak. Ongeveer op driekwart vanaf het uiteinde van de roede staan de heklatten het verst naar achteren, waarna ze dichter bij de askop weer wat minder ver terugwijken. De hoek tussen een heklat en het draaivlak van het gevlucht is de schoot.

schoot

Behalve in het hekwerk zit er ook een verloop in de stand van de windborden. Het windbord bij de as staat wat vlakker dan dat bij de roedetop. De breedte van roede plus windbord is over de gehele lengte van een end gelijk. Dit betekent dat de windborden vanaf de askop naar de top toe steeds breder worden, omdat de roede over diezelfde lengte smaller wordt.

De wijze van ophekking en de stand van de windborden is afhankelijk van de functie van de molen. Er zijn kortweg vier factoren, die het gedrag van een molen bepalen:
- de stand van het hekwerk t.o.v. het draaivlak (de diepte van de zeeg, de schoot
- de stand van de windborden t.o.v. het draaivlak
- de stand van het hekwerk en die van de borden t.o.v. elkaar
- de breedte van het hekwerk en de breedte van de bordzijde

Een gevlucht trekt goed, als de windborden schuiner staan dan het hekwerk.

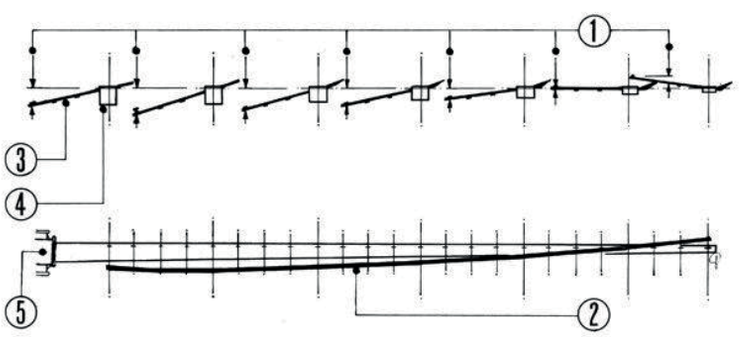


Fig. 6.2.5.1
Zeeg en schoot

1. *de schoothoeken*
2. *de zeeglijn*
3. *hekstok*
4. *roede*
5. *askop*

Molens waarvan veel kracht wordt geëist, zoals pelmolens, zaagmolens en poldermolens met een grote opvoerhoogte, hebben een diepe of holle zeeg. Dat wil zeggen dat de hoek tussen het diepste gedeelte van het hekwerk en het vlak waarin de roeden draaien relatief groot is. Het hekwerk is in zo'n geval relatief breed. De windborden van zo'n zwaar belaste molen staan relatief ver naar voren en zijn breed.
Zo'n molen loopt gemakkelijk aan, levert een grote trekkracht en draait, bij een gegeven windkracht, langzaam. Op windvlagen reageert de molen traag. Een zwaar trekkende molen draait rustig. Maar bij het vangen van zo'n molen merkt men hoeveel kracht er in het gevlucht zit. Om goed te kunnen functioneren heeft de molen veel wind nodig.

© Het Gilde van Molenaars

Duidelijk anders is het bij molens waarvan weinig trekkracht wordt geëist, zoals oliemolens, korenmolens met een kleine versnelling en poldermolens met een geringe opvoerhoogte. Die molens hebben een ondiepe of vlakke zeeg. Dat wil zeggen dat de hoek tussen het diepste gedeelte van het hekwerk en het vlak waarin de roeden draaien relatief klein is. Het hekwerk is relatief smal. De windborden van zo'n licht belaste molen staan vlakker en zijn smal.
Zo'n molen loopt minder gemakkelijk aan, levert minder trekkracht, maar draait, bij een gegeven windkracht, sneller. De molen reageert direct op windvlagen. Een licht belaste molen loopt onregelmatig, maar laat zich makkelijk vangen. De molen heeft relatief weinig wind nodig om goed te kunnen functioneren.

© Het Gilde van Molenaars

6.3 MOLENZEILEN

6.3.0 Inleiding

molenzeilen

Van oudsher worden molenzeilen voor het hekwerk gelegd om de draaisnelheid van het gevlucht te regelen. Bij zwakke wind wordt het windvangend oppervlak vergroot door de zeilen verder uit te rollen. Bij toenemende wind wordt het windvangend oppervlak verkleind door de zeilen gedeeltelijk op te rollen. Dit

zwichten

heet zwichten. Bij harde wind worden de zeilen geheel opgerold.

linnen

Zeilen werden vroeger gemaakt van hennep en linnen (vlasdoek). Dit gebruikte men ook voor zeilschepen. Linnen is in alle richtingen rekbaar en daarom sterk. Het nadeel van rekbaarheid is, dat het zeil bij flinke wind door het hekwerk bolt.

katoendoek

In de negentiende eeuw werd katoendoek geïntroduceerd. Dit materiaal is steviger geweven en in verschillende gewichten per m^2 verkrijgbaar.
Het blijft daardoor glad en vlak op het hekwerk liggen. Het is echter niet zo sterk als het rekbare linnen en ook minder weerbestendig. Als het nat wordt neemt het veel vocht op en krimpt flink. Bovendien zijn natte katoenen zeilen stug en moeilijk hanteerbaar. Daar staat tegenover dat katoen veel goedkoper is en daarom heeft het, ondanks de nadelen, het linnen toch verdrongen.

kunststofvezel

Op zijn beurt heeft het katoen geleidelijk aan plaatsgemaakt voor kunststofvezel (WK77). Die mist de nadelen van katoen. Dit materiaal neemt nauwelijks vocht op en is weerbestendig. Het is dunner en lichter in gewicht en daarom beter hanteerbaar. Het materiaal is verkrijgbaar in half katoen/half polyester óf volledig kunststofdoek.
Begin 21e eeuw wordt WK77 opgevolgd door Atlantex 44, een halfom polyster/katoendoek, iets zwaarder dan WK77.

lijken

Een zeil bestaat uit: zeildoek, voorlijk, achterlijk, linker- en rechteronderhoektouw, rechterbovenhoektouw of korte halstouw, linkerbovenhoektouw of lange halstouw c.q. ketting, een aantal zwichtlijnen met

bokkepoten, kikkerlussen, litsen

bokkepoten of slijtstukken en kikkerlussen of litsen (fig. 6.3.1.1). De vorm van de bek is ook een belangrijk kenmerk van een zeil. Veelvoorkomende kleuren zijn bruin en wit. In sommige streken voert men ook rode of gele zeilen.

6.3.1 Voorzieningen op de roeden

De zeilen worden voor het hekwerk gelegd. Daarvoor zijn op de roeden enkele voorzieningen aangebracht. Voor de bevestiging van de linkerbovenhoek van een

zeilarm

zeil op een binnenroede is er dwars op de buitenroede een zeilarm aangebracht.

zeiloog

Voor het ophangen van de linkerbovenhoek van een zeil op de buitenroede zit er een zeiloog aan de binnenroede.

kikkers

Om de zeilen tijdens het draaien voor het hekwerk te houden, bevindt zich een aantal kikkers op elk end waarachter de lussen of litsen van de zeilen worden geslagen.

veer, kieft

Op het uiteinde van ieder end is soms een veer of een kieft aangebracht om het rechteronderhoektouw van het zeil vast te zetten.

korte en lange slinger- of zeilklamp

Op de achterzijde van elk end bevinden zich doorgaans een korte en een lange slingerklamp of zeilklamp. Daarachter wordt het opgerolde zeil geklampt. Eén zeilklamp komt ook voor. Bij fokwieken zijn er drie klampen aan de voorzijde.

zeilrail, schuifijzer

Sommige molens hebben een zeilrail of schuifijzer boven de eerste heklat. Er zijn dan geen zeilarmen, - ogen en kettingen nodig en het goed oprollen tot aan de bovenhoeken gaat wat gemakkelijker.

© Het Gilde van Molenaars

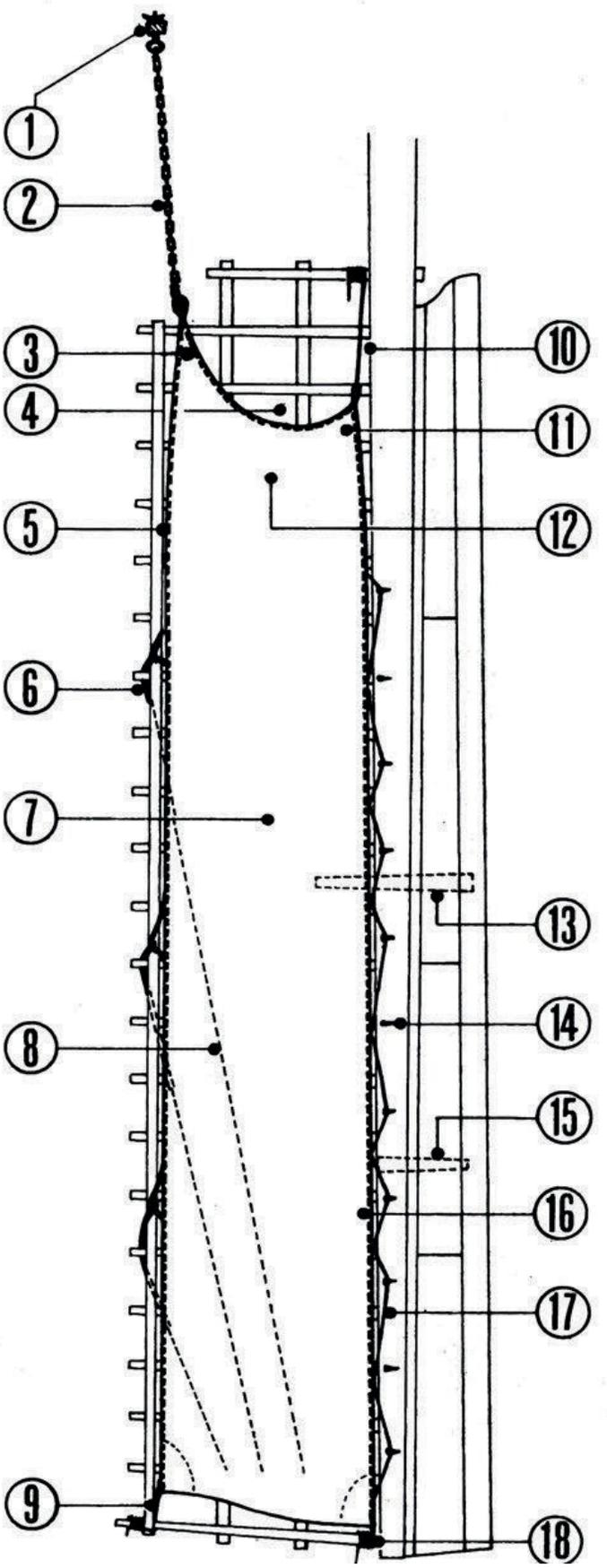


Fig. 6.3.1.1
Het molenzeil

1. *zeilarm*
2. *zeilketting of lange halstouw*
3. *lange hals*
4. *bek*
5. *achterlijk*
6. *bokkepoot of slijtstuk*
7. *molenzeil*
8. *zwichtlijn*
9. *linkeronderhoektouw*
10. *korte halstouw*
11. *korte hals*
12. *zeildoek*
13. *lange slingerklamp of zeilklamp*
14. *kikker*
15. *korte slingerklamp of zeilklamp*
16. *voorlijk*
17. *kikkerlus*
18. *rechteronderhoektouw*

© Het Gilde van Molenaars

6.3.2 Nieuwe zeilen

Voordat een nieuw zeil (fig. 6.3.1.1) bij de zeilmakerij wordt besteld dient een aantal zaken opgemeten te worden. Aan de hand hiervan maakt de zeilmaker de zeiltekening.

Gemeten dient te worden:
- de afstand tussen de bovenste en de onderste heklat.
- de breedte van het hekwerk gemeten tussen de roede en de buitenzoom. Deze breedte moet op drie plaatsen gemeten worden: bovenaan, in het midden en onderaan.
- het aantal kikkers en de afstand tussen de kikkers onderling.
- de afstand tussen de onderste kikker en de onderste heklat.
- bij gebruik van een zeilrail: de afstand tussen het laagste punt van die rail en de onderste heklat.

Geef verder aan:
- gebruik van een touw of een zeilketting aan de linkerhalshoek.
- het gewenste aantal zwichtlijnen.
- de vorm van de bek. Deze kan in diverse streken van ons land sterk verschillen. Raadpleeg hiervoor, indien mogelijk, oude foto's; er is al heel veel origineels verloren gegaan!
- de gewenste kleur van het zeil; die is vaak streekgebonden.

lijken
lijkentouw

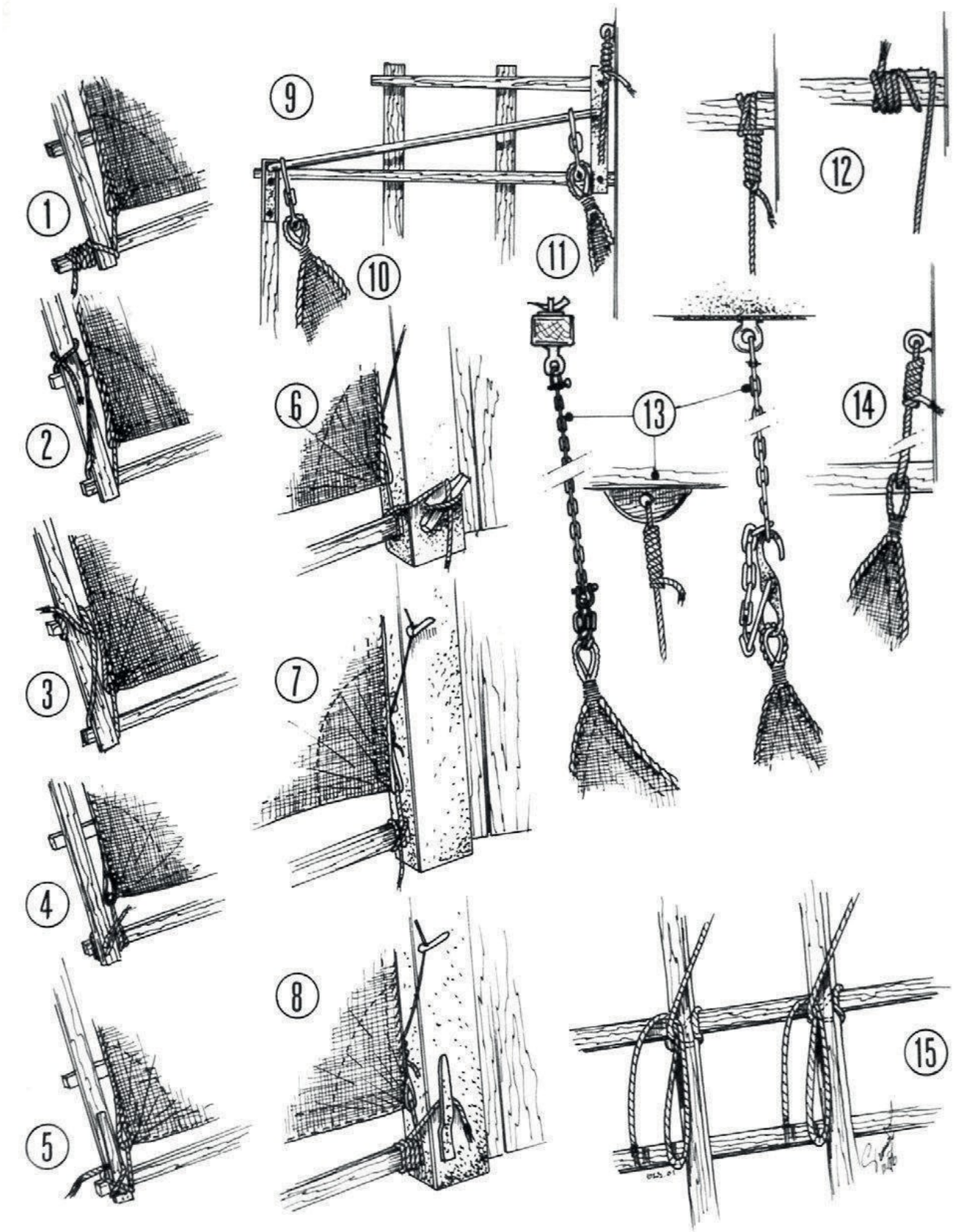
Het op maat geknipte zeil wordt gelijkt, d.w.z. er wordt ter versteviging rondom, behalve aan de onderzijde, een touw aan het zeil genaaid. Het beste naaigaren daarvoor is nylon- of polyestergaren.
Het gebruikte touw is tegenwoordig vaak van kunststof (polypropyleen). Het ziet eruit als henneptouw. Evenals kunststof zeildoek krimpt of rekt het nauwelijks en is het weerbestendig.

Voor onderhoud van molenzeilen zie 7.6.6.

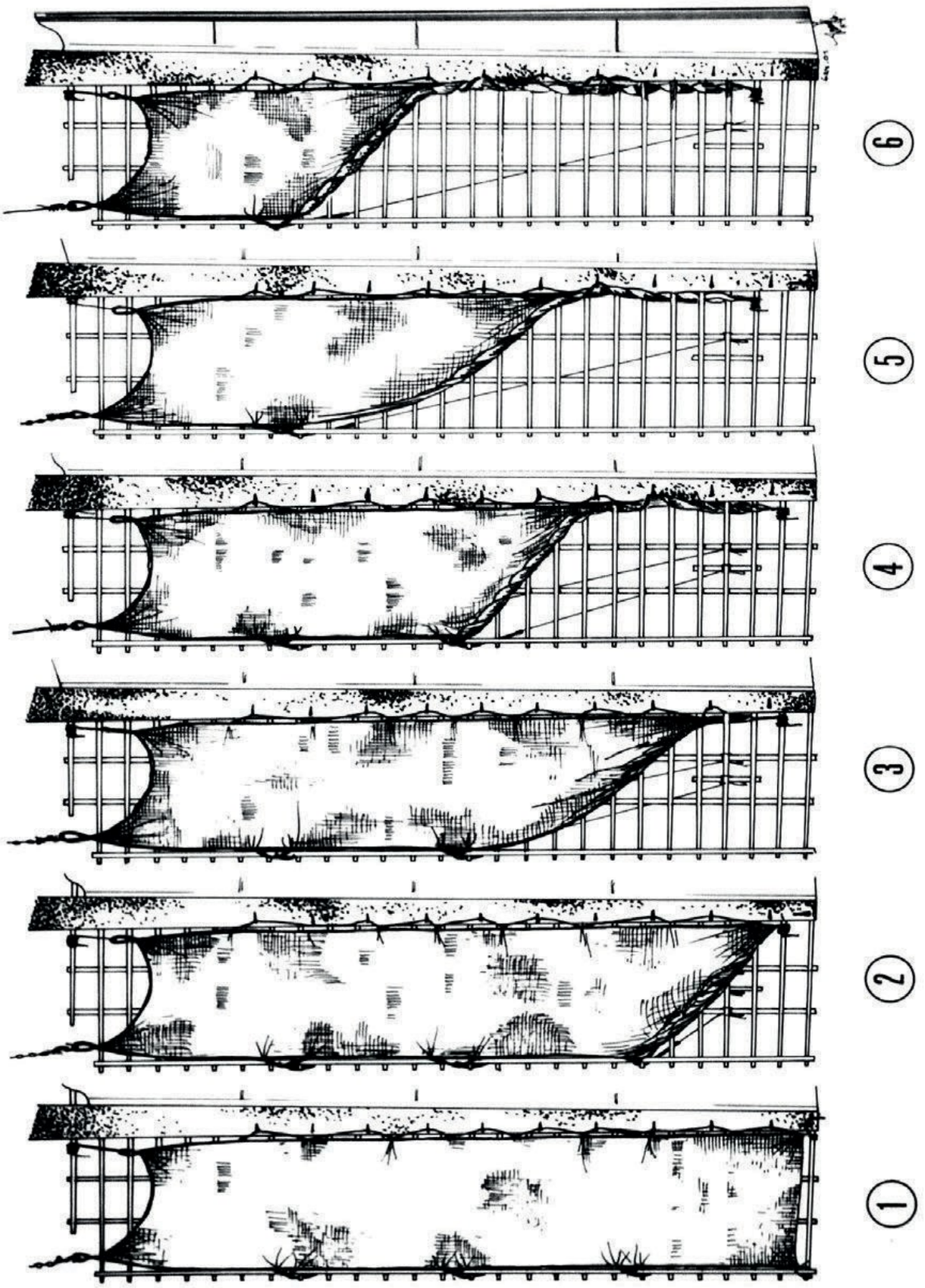
Fig. 6.3.1.2
Diverse bevestigingen van molenzeilen

1 t/m 5. bevestiging linkeronderhoektouw
6 t/m 8. bevestiging rechteronder-hoektouw
9. zeilrail
10. linkerbovenhoek bij voorgelegd zeil bij zeilrail
11. linkerbovenhoek bij weggerold zeil
12. bevestiging rechterbovenhoek-touw op de bovenste heklat
13. bevestiging linkerbovenhoek met een ketting of een touw
14. bevestiging rechterbovenhoektouw aan een zeiloog
15. vastzetten van de zwichtlijnen

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

6.3.3 De zwichtstanden

volle zeilen

zwichten

De molenaar legt, voor zover de wind het toelaat, zoveel mogelijk zeil voor, om maximale energie aan de maalwerktuigen toe te voeren. Bij zwakke tot matige wind zijn dat bij voorkeur vier volle zeilen.
Neemt de wind toe en draait de molen naar het oordeel van de molenaar te snel dan moet gezwicht worden, d.w.z. de zeilen (voor een deel) wegrollen. Hierbij dient men te bedenken, dat de buitenroede een grotere hefboomwerking op de bovenas heeft dan de binnenroede. Anders gezegd: de buitenroede wringt wat heftiger aan de bovenas dan de binnenroede. De molenaar zwicht daarom het eerst op de buitenroede, behalve als de binnenroede of het hekwerk daarvan van slechte(re) kwaliteit is. Soms kiest men ervoor vanwege zeilslag ook eerst te zwichten op de binnenroede.

duikertje
lange halve
halve
hoge lijn
stormeindje
lege

De volgende zwichtmogelijkheden staan ter beschikking (fig. 6.3.3.1):
- zeil opgerold tot de eerste zwichtlijn: duikertje
- zeil opgerold tot de tweede zwichtlijn, maar lang gelaten: lange halve
- zeil opgerold tot de tweede zwichtlijn, maar kort gehouden: halve
- zeil opgerold tot de derde zwichtlijn, maar lang gelaten: hoge lijn
- zeil opgerold tot de derde zwichtlijn, maar kort gehouden: stormeindje
- alle zeilen weggerold: lege (hekken)
- als laatste zwichtmogelijkheid kunnen de steek- of stormborden worden uitgenomen.

Ook hier zien we streekeigen gewoonten; in de Zaanstreek bijv. hebben molenzeilen vier zwichtlijnen. De benamingen voor de verschillende zwichtstanden kunnen ook verschillen.

Het opgerolde deel van het zeil wordt doorgaans één, soms twee keer tussen de heklatten doorgestoken en alleen aan het ondereind.

Meerdere combinaties van de genoemde zwichtmogelijkheden zijn toepasbaar, onder voorwaarde dat:
- op beide enden van een roede dezelfde zwichtstand wordt gebruikt.
- er zoveel mogelijk op beide roeden wordt gezwicht.

Dat betekent dat het draaien met twee volle en twee lege enden in het algemeen moet worden ontraden. Vier halve is in zo'n geval veel beter.
Met twee volle en twee lege draait de molen nl. veel onregelmatiger dan met vier halve. Bij een sterke windvlaag gaat een molen met twee volle zeilen veel sneller aan de haal, immers de toppen van de beide opgezeilde enden reageren het felst op windvlagen. Verder is het bekend, dat de kap of het bovenhuis van een op deze manier opgezeilde molen meer de neiging vertoont om heen en weer te raggen, vooral als er enige windbelemmering is. Vandaar de voorkeur voor vier halve zeilen. De molen loopt dan veel regelmatiger en de staart en de schoren hebben minder te lijden.

Fig. 6.3.3.1
De diverse zwichtstanden

1. *vol zeil*
2. *duiker*
3. *lange halve*
4. *halve*
5. *hoge lijn*
6. *stormeindje*

Wanneer de molen recht op de wind staat kan er zeilslag ontstaan.
Vóór de molenromp wordt de wind namelijk afgeremd, met als gevolg dat het zeil van het passerende end van het hekwerk wordt gelicht. Net voorbij de romp klapt het zeil, in de volle wind, weer terug op het hekwerk. Dit verschijnsel doet zich vooral voor op onbelast draaiende molens. Ook door windbelemmering neemt de kans op zeilslag toe.
Zeilslag kan worden tegengegaan door de molen iets krimpend (linksom) te kruien, zodat het onderste end wat meer 'wind mee' heeft of door te zwichten.

© Het Gilde van Molenaars

6.3.4 Het voordragen of ophangen van een zeil

Vooraf: bij werkzaamheden op hoogte – boven 2,50 m – is het gebruik van valbeveiligingsmiddelen verplicht!
Men wacht op een dag met weinig wind, kruit de molen op de wind en legt de roekettingen strak vast.
Dan wordt het op te hangen zeil klaargelegd. Leg het zeilpakket op de molenwerf of de stelling en vouw het helemaal uit. De zwichtlijnen erop.
Rol het zeil losjes op in de lengterichting óf vouw het op in de breedte, in grote zigzag-plooien, te beginnen bij het onderlijk. De bek van het zeil eindigt dan bovenop de stapel. Deze rol of stapel legt men daarna dicht bij de roede.
Als men alléén werkt dan zet men eerst het rechteronderhoektouw vast op de onderste heklat zodanig dat het onderlijk een ruime handbreedte boven deze lat komt. Werkt men samen dan kan de juiste hoogte later worden bepaald.

Het rechterbovenhoektouw wordt vervolgens vastgezet op het oog in de linkerbovenhoek. De zo gevormde lus legt men over een schouder (niet kruislings!) en men loopt naar boven en trekt het zeil mee. Zo heeft men beide handen vrij en in geval van nood of om andere redenen kan men deze lus gemakkelijk van zijn schouder laten glijden. Het zeil mag onder geen enkele voorwaarde aan het lichaam worden vastgebonden.

Bovengekomen steekt men eerst een been door het hekwerk en zet de voet achter de heklat eronder. Zo staat men steviger. Dan wordt het rechterbovenhoektouw losgemaakt van het oog, rond de bovenste heklat geslagen en strakgetrokken. Zit de rechteronderhoek nog niet vast bepaal dan in overleg met de helper beneden de juiste hoogte. Sla het touw nog enkele keren rond de heklat en zet het vast. Bevindt zich boven de bovenste heklat nog een zeiloog gebruik dat dan want dat vergemakkelijkt het wegrollen en klampen.
Hierna wordt de linkerbovenhoek van het zeil bevestigd aan de ketting of aan het touw dat aan de zeilarm of aan het oog van de andere roede hangt.
Men klimt nu tussen het zeil en hekwerk naar beneden en legt daarbij de lussen achter de kikkers. Beneden controleert men het zeil op plooien. Als die er zijn dan hangt de linkerbovenhoek van het zeil te hoog of te laag. Slechts door het verhangen van de linkerbovenhoek moet men de plooien gladstrijken. Hangt b.v. de plooi van rechtsboven naar linksonder dan moet de linkerbovenhoek omhoog. Hangt de plooi van linksboven naar rechtsonder dan moet de linkerbovenhoek omlaag. Laat de rechterbovenhoek ongemoeid anders komt het hele zeil te hoog of te laag te hangen.

Enkele tips:
- Ligt het voor te dragen zeil opgerold klaar dan kan men het te dragen gewicht enigszins verminderen door eerst het onderste deel van de zeilrol een eindje omhoog te trekken en in een lus door het hekwerk te hangen en daarna met het bovenste deel omhoog te lopen.
- Een andere werkwijze is, om met een katrol of touw vanuit het luik het zeil aan het linkerbovenhoektouw omhoog te hijsen
- Bij het afnemen van zeilen moeten de zeilkettingen strak aan een heklat worden vastgezet. Neem daarvoor een eindje touw mee.
- Bij het weer ophangen van (gerepareerde) zeilen moet men de beste reserveren voor de binnenroede, omdat die het meest worden gebruikt.

Is een molen voorzien van een zeilrail dan is de verstelmogelijkheid van de linkerbovenhoek beperkt. Om plooien glad te strijken moet soms toch de rechterbovenhoek iets bijgesteld worden.

© Het Gilde van Molenaars

6.4 WIEKSYSTEMEN

6.4.0 Inleiding

In het begin van de twintigste eeuw was de technische vooruitgang vergevorderd. De productie van consumptiegoederen werd gaandeweg onafhankelijk van wind- en waterkracht. Vele industrieën en huishoudens waren geëlektrificeerd. Poldermolens werden massaal vervangen door mechanische gemalen. Daar kwam bij dat er door het voortdurend inklinken van de veenbodem méér water hóger moest worden opgepompt.
Korenmolenaars ontdekten het gemak van motormaalkoppels. Ze hoefden niet meer op wind te wachten en het tijdrovende werk aan het gevlucht, het kruiwerk en de vang behoorde tot het verleden. De prestatie van de windmolen bleef bedenkelijk achter bij die van machines aangedreven door nieuwe energiebronnen als elektriciteit.
Om molens te behouden zou er het een en ander aan moeten worden verbeterd. Al aan het eind van de negentiende eeuw was de zelfzwichting geïntroduceerd in Groningen. Daarbij werden de zeilen vervangen door klepjes die men met één handeling kon openen en sluiten.

Na de Eerste Wereldoorlog, rond 1918, was de kennis op het gebied van de aerodynamica flink toegenomen. In Nederland en Duitsland deden respectievelijk ir. A.G. von Baumhauer en Kurt Bilau onderzoek aan molens. De in 1923 opgerichte vereniging 'De Hollandsche Molen' trok zich het lot van de molens sterk aan en schreef een prijsvraag uit die tot doel had het rendement van molens te verhogen. Deze stimulans resulteerde in tal van ontwerpen. Later ontwierpen ook anderen diverse wiekverbeteringen.
De meeste verbeteringen zocht men in het stroomlijnen van het gevlucht. Andere systemen betreffen het vervangen van het hekwerk door een draaibare klep.

Sommige wiekverbeteringen waren zo efficiënt dat veel molens die ermee werden uitgerust bij harde wind te snel liepen, met extra belasting van de vang tot gevolg. Dit probleem wist men grotendeels op te lossen door de toepassing van remkleppen of regelborden
In deze paragraaf beperken we ons tot de in Nederland nog bestaande verbeterde wieksystemen.

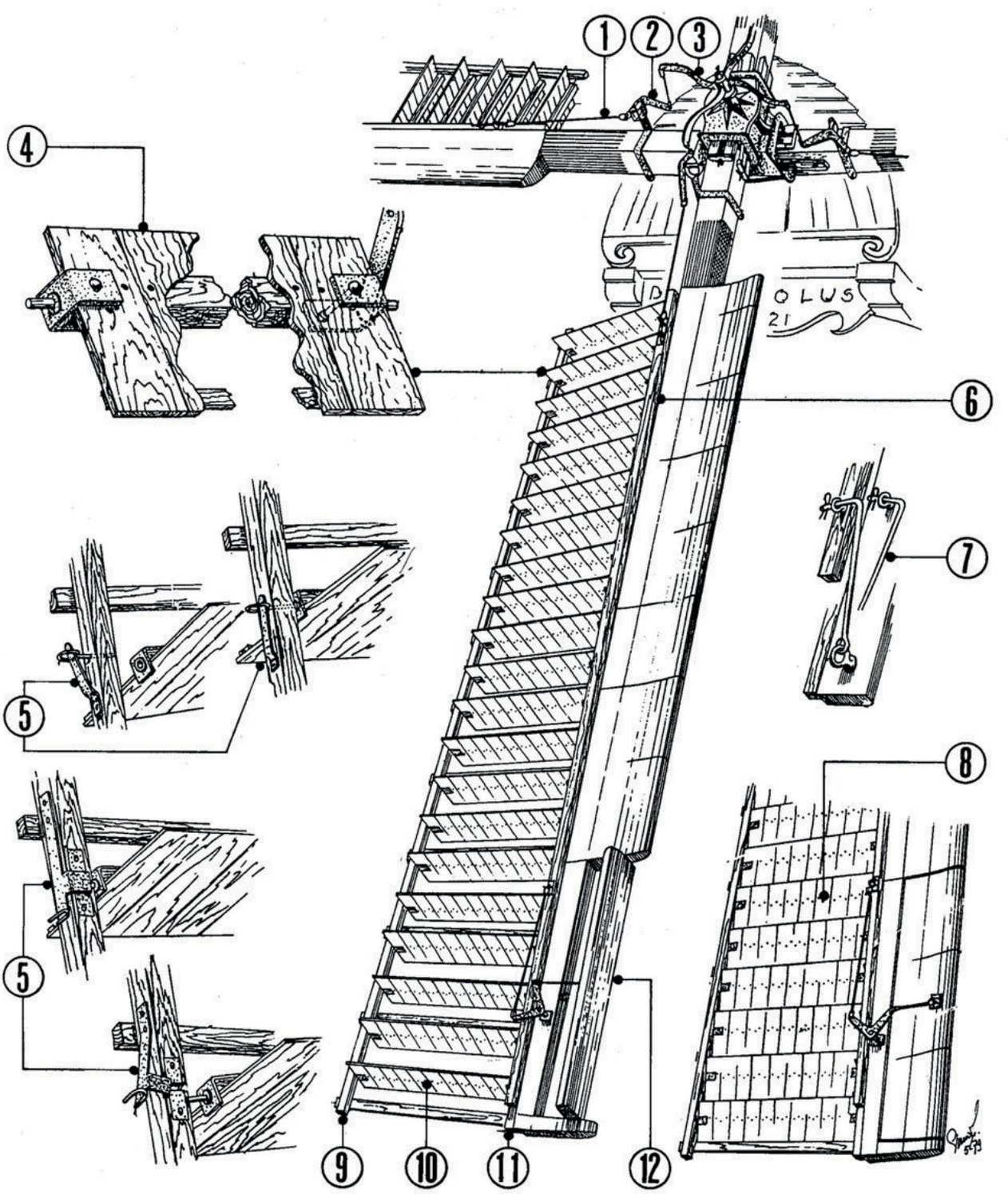
We kunnen alle wiekverbeteringen globaal in twee groepen indelen:

- verbeteringen aan de hekzijde van het gevlucht;
  Deze vergroten het bedieningsgemak voor de molenaar.
  Het zijn: zelfzwichting, systeem Ten Have, systeem Van Riet

- verbeteringen aan de windbordzijde van het gevlucht:
  Deze verhogen het rendement van het gevlucht door een betere stroomlijn.
  Het zijn: de Dekkerwiek, Van Bussel stroomlijnneus en het systeem Fauël (bekend als 'de fokwiek').

Het Bilau-wieksysteem kan tot beide groepen worden gerekend omdat zowel aan de windbordzijde als aan de hekwerkzijde een verbetering is aangebracht.

© Het Gilde van Molenaars


1
2
3
4
5
5
6
7
8
9
10
11
12
OLUS
21

6.4.1 Zelfzwichting

zelfzwichting

Zelfzwichting is geen wiekverbetering in die zin dat men er een hoger rendement mee verkrijgt; het dient vooral het gemak van de molenaar.
Een gevlucht met zelfzwichting (maar wel Oud-Hollandse windborden) levert geen grotere prestatie dan een opgezeild Oud-Hollands wiekenkruis maar bespaart de molenaar wel heel wat tijd die anders nodig zou zijn voor het voorleggen, zwichten, bijleggen, wegnemen enz. van de zeilen.
Zelfzwichting regelt namelijk automatisch het wijzigen van het windvangend oppervlak. Het grootste voordeel van zelfzwichting is dus tijdwinst. Een tweede voordeel is de regelmatiger gang van het gevlucht, mits alles goed gesmeerd en afgesteld is.

klepjes
looplatten, klepasjes
treklat

koppelstangen
kniehefbomen, spin
zwichtstang
zwichtboomz
wichtketting
bezaan

Zelfzwichting werd in het begin van de negentiende eeuw ontwikkeld in Engeland en aan het eind van die eeuw voor het eerst in Nederland toegepast in Groningen. Bij zelfzwichting wordt een zeil vervangen door een reeks houten klepjes. Die klepjes staan dwars op de roede tussen aangepaste 'heklatten'. De zomen zijn vervangen door looplatten waarin de klepasjes kunnen draaien (fig. 6.4.1.1). Op elk end zijn de klepjes onderling gekoppeld door een treklat die ervoor zorgt dat ze allemaal dezelfde stand innemen. De treklatten van de vier enden komen via koppelstangen samen bij de askop waar ze met kniehefbomen zijn verbonden met de spin. De spin bevindt zich recht voor de askop en is bevestigd aan de zwichtstang die door de hele bovenas loopt en achter de pen weer tevoorschijn komt. Daar is de zwichtstang gekoppeld aan de zwichtboom, waaraan een ketting zonder einde, de zwichtketting, verbonden is. Boven de zwichtstang hangt de ketting via een katrol aan een vaste balk, de bezaan.

Fig. 6.4.1.1
Zelfzwichting

1. *lange koppel- of trekstang*
2. *kniehefboom*
3. *spin*
4. *klepje*
5. *div. vergrendelingen*
6. *treklat*
7. *grendelhaak tegen dichtslaan*
8. *gesloten klepjes*
9. *buiten looplat*
10. *geopende klepjes*
11. *binnen looplat*
12. *remklep*

Als men beneden aan één der 'einden' van de ketting trekt, sluiten de kleppen zich. De molen gaat draaien. Doordat de klepasjes echter niet in het midden van de klepjes zitten, maar iets daarboven, wil de wind de klepjes open drukken. Dit wordt verhinderd door aan de zwichtketting een gewicht te hangen. Tijdens het malen kan de molenaar het moment (aantal enden) van opengaan ('zelf zwichten') wijzigen door het aanpassen van dat gewicht. Door méér gewicht aan de ketting te hangen blijven de klepjes langer gesloten en krijgt het gevlucht meer snelheid. Met minder gewicht drukt de wind de klepjes eerder open en verliest het gevlucht snelheid.
Voor het stilzetten van de molen wordt eerst het gewicht verwijderd. Door het andere eind van de ketting aan te trekken gaan de klepjes open. De ketting wordt vastgezet op de staart.

De nadelen zijn:
- ook bij stilstand moet het kruis recht op de wind staan. Schuin invallende wind belast de horizontale roede en daarmee het hele gevlucht en de kap.
- komt de wind recht van achteren dan worden de klepjes, ondanks de vastgezette ketting, door de speling in het hele systeem dichtgedrukt! De molen kan dan achteruit gaan draaien! Dit kan men voorkomen door de treklatten te borgen.
- het schilderwerk en de vele draaipunten vergen veel onderhoud. Door de toepassing van modern weer- en windbestendig materiaal is het intensieve onderhoud echter wel vereenvoudigd.

In ons land kent de provincie Groningen de meeste molens met zelfzwichting: bijna de helft is op één of beide roeden met zelfzwichting uitgerust. Ook Friesland heeft een aantal molens met zelfzwichting.

© Het Gilde van Molenaars

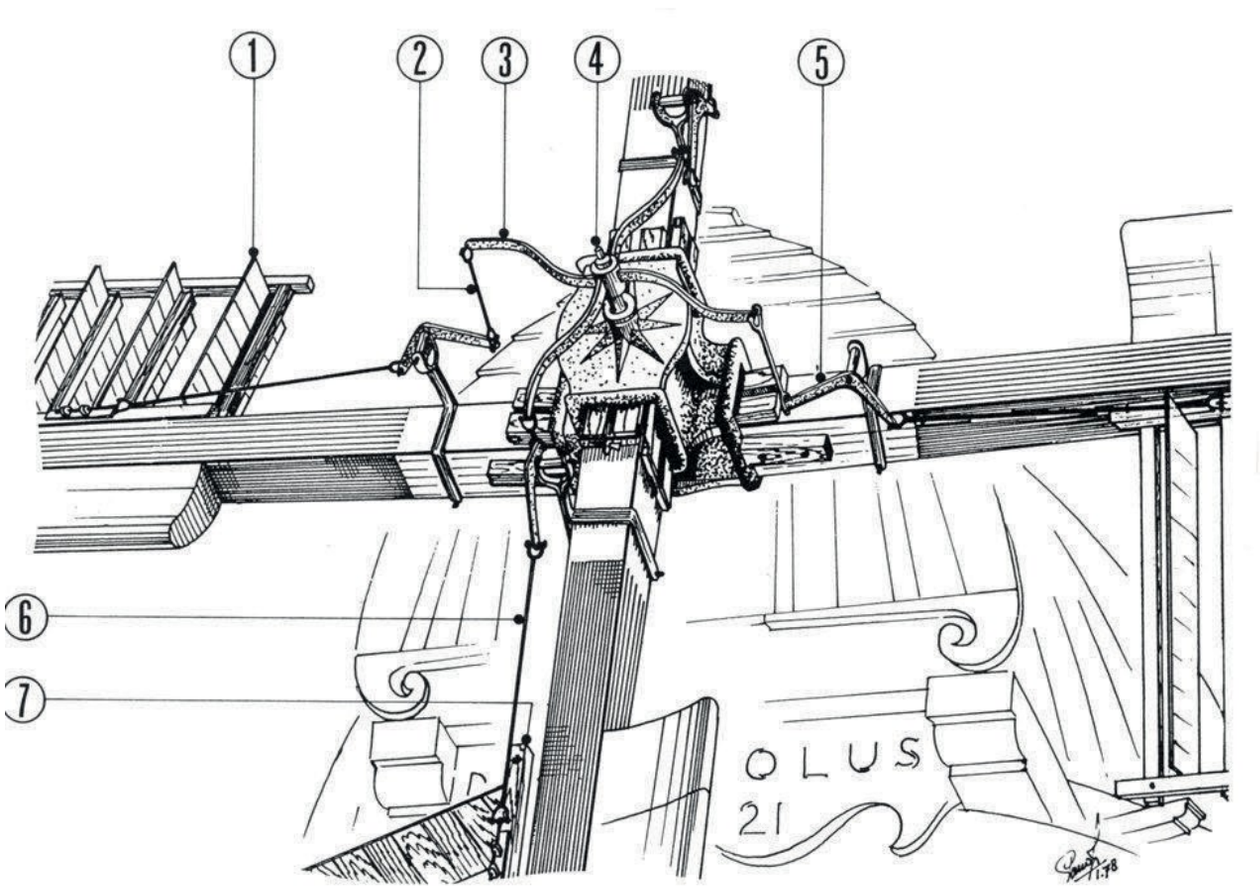


Fig. 6.4.1.2
Askop met spin

1. *klepjes*
2. *korte koppel- of trekstang*
3. *spin*
4. *zwichtstang*
5. *kniehefboom*
6. *lange koppel- of trekstang*
7. *treklat*

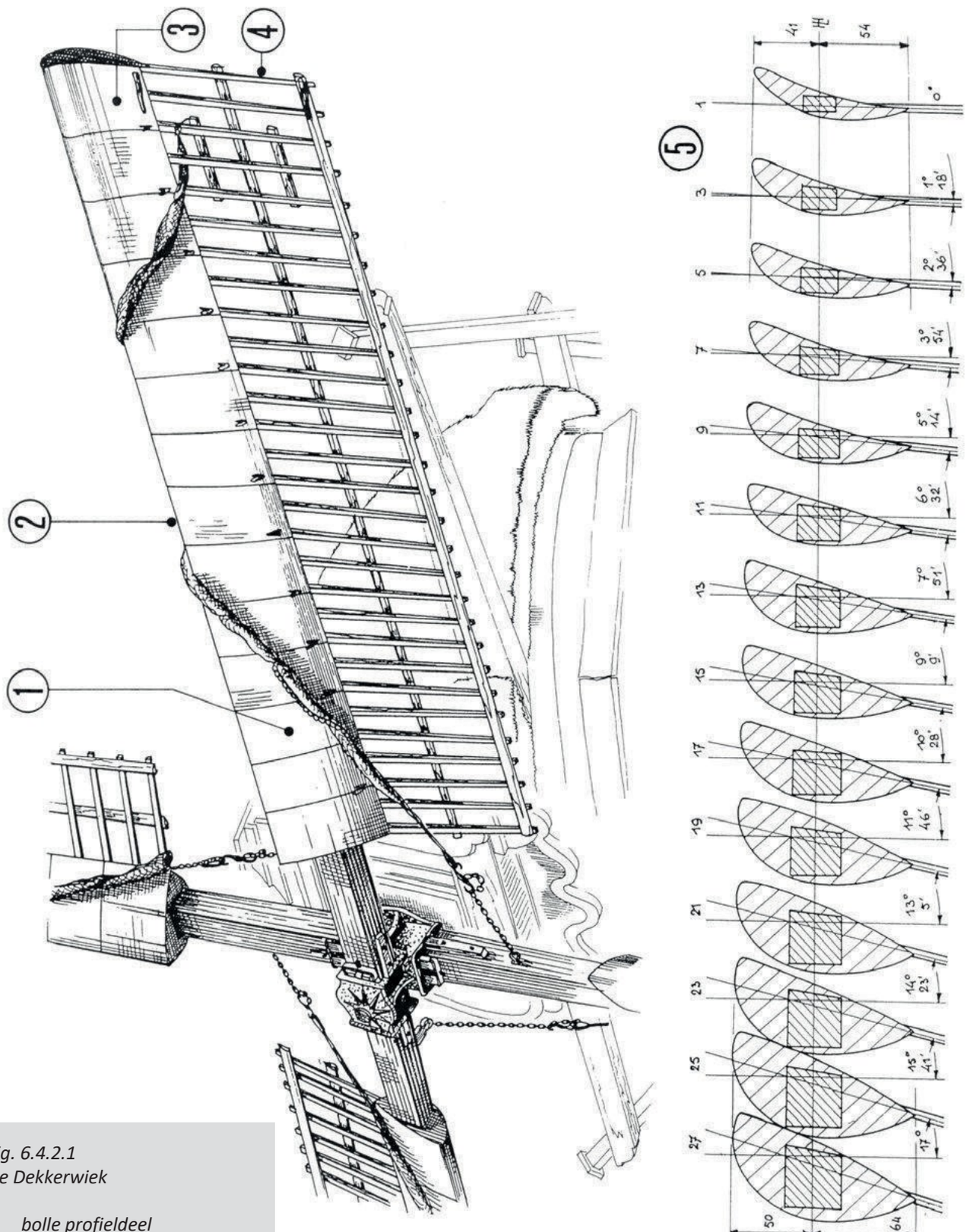


Fig. 6.4.2.1
De Dekkerwiek

1. *bolle profieldeel*
2. *stroomlijnprofiel*
3. *holle profieldeel*
4. *hek met twee zoomlatten*
5. *de diverse profielen*

© Het Gilde van Molenaars

6.4.2 De Dekker- en half-Dekker-stroomlijnroede

6.4.2.a De Dekkerwiek

De stroomlijn van het Oud-Hollands gevlucht is lang niet ideaal. De bordzijde en de roede veroorzaken storende luchtwervelingen.

Dekkerwiek

Molenmaker A.J. Dekker uit Hazerswoude ontwikkelde de Dekkerwiek. Hij omsloot de roede met een profiel dat reikte van de voorzoom tot de eerste binnenzoom (fig. 6.4.2.1). Het gedeelte van het hekwerk vanaf de eerste binnenzoom tot en met de achterzoom liet hij intact. De zeilen bleven gehandhaafd maar werden smaller. Het stroomlijnprofiel zelf bestond uit zinken of aluminium platen die op voorgevormde houten profielen werden gespijkerd. Deze profielen werden bevestigd op de heklatten. Het profiel had een vlak/holle voorkant, een spitse neus en een bolle achterkant.

stroomlijnprofiel

De stroomlijnroede van Dekker verhoogde het rendement van het gevlucht en daarmee de prestatie van de molen. Vooral bij weinig wind was het verschil met het Oud-Hollands wieksysteem groot. Bij toenemende wind moest men daarentegen eerder zwichten.
De molen werd ook 'hollerig', dat wil zeggen: reageerde snel op wisselende windsterktes. Door regelkleppen probeerde men dat weer tegen te gaan.

De nadelen van Dekker-wieken zijn:
- de gemakkelijk optredende zeilslag. Door de zeeg vlakker te maken wordt zeilslag enigszins beperkt, maar afdoende is het niet. Dit probleem is nooit helemaal opgelost. Zwaar belaste molens hebben er minder hinder van dan licht belaste.
- aan de ingebouwde roede kan men geen onderhoud verrichten. Ook het vernieuwen van heklatten is problematisch.
  Daar staat tegenover dat de roeden minder aan weer en wind zijn blootgesteld.
- het gehele systeem voegt veel gewicht toe aan het gevlucht.
- het gevlucht vangt bij stilstand veel wind. Het systeem is daardoor minder stormveilig.

In de jaren 1928-1934 werden veel molens (83) 'verdekkerd'. Men begon eerst poldermolens te verdekkeren, later ook korenmolens. In Nederland zijn nu nog ongeveer vijftien molens met Dekker-stroomlijnroeden uitgerust.

© Het Gilde van Molenaars

6.4.2.b De spleet- of half Dekkerwiek

spleet- of half Dekkerwiek

Een tweede stroomlijnroede van Dekker was de spleet- of half-Dekkerwiek. Hierbij bleef de voorzoom met de windborden gehandhaafd. Slechts de achterzijde ervan werd gestroomlijnd (fig. 6.4.2.2). Het stroomlijnprofiel, vervaardigd van metaal of hout, werd zodanig aangebracht, dat er zowel vóór als achter de roede een luchtspleet overbleef waardoor de wind kon wegstromen. Een voordeel was dat de windborden breder gemaakt konden worden én verder naar voren konden staan. Hierdoor kreeg de molen een grotere trekkracht en een regelmatiger gang.

luchtspleet

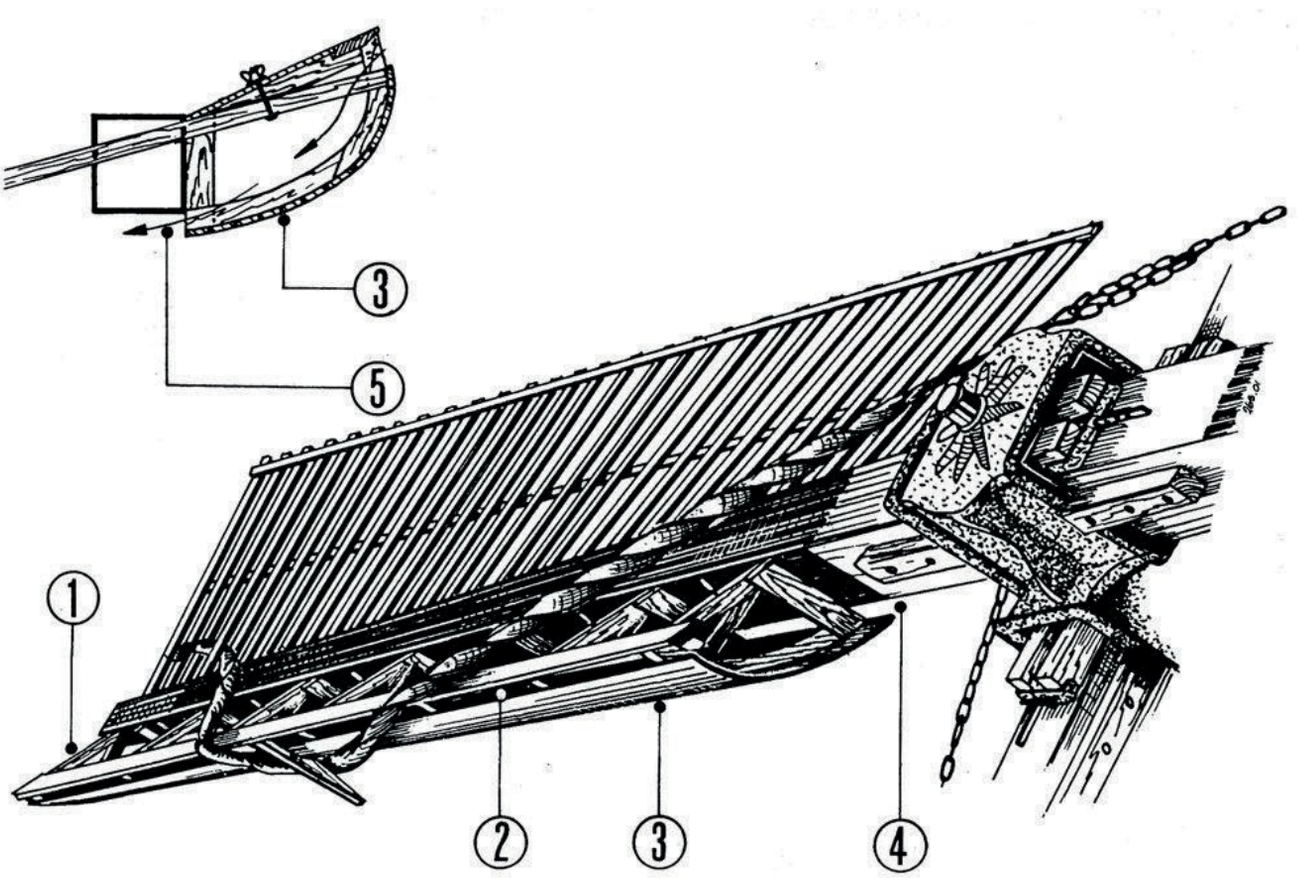
Andere voordelen t.o.v. de eerstgenoemde Dekkerwiek waren:

- de roede blijft bereikbaar voor onderhoud
- het veroorzaakt minder zeilslag
- het is goedkoper en van geringer gewicht
- het is mooier om te zien

Aangezien het principe van de spleet echter beschermd was door een octrooi van ir. Fauël (zie 6.4.4) mocht het niet worden toegepast. Slechts de stroomlijn achter de windborden bleef ervan over. Vandaar de naam: half-Dekkerwiek. Het is dus uiteindelijk niet meer dan een stroomlijnroede met Oud-Hollandse voorkant. Toch zijn er nog enkele molens mee uitgerust: De 'Broekzijdse Molen' te Abcoude en de 'Groenendijkse Molen' te Hazerswoude.

Fig. 6.4.2.2
De spleetwiek

1. *uitgenomen windborden*
2. *voorspleet*
3. *stroomlijn bekleding*
4. *achterspleet*
5. *luchtstroom*



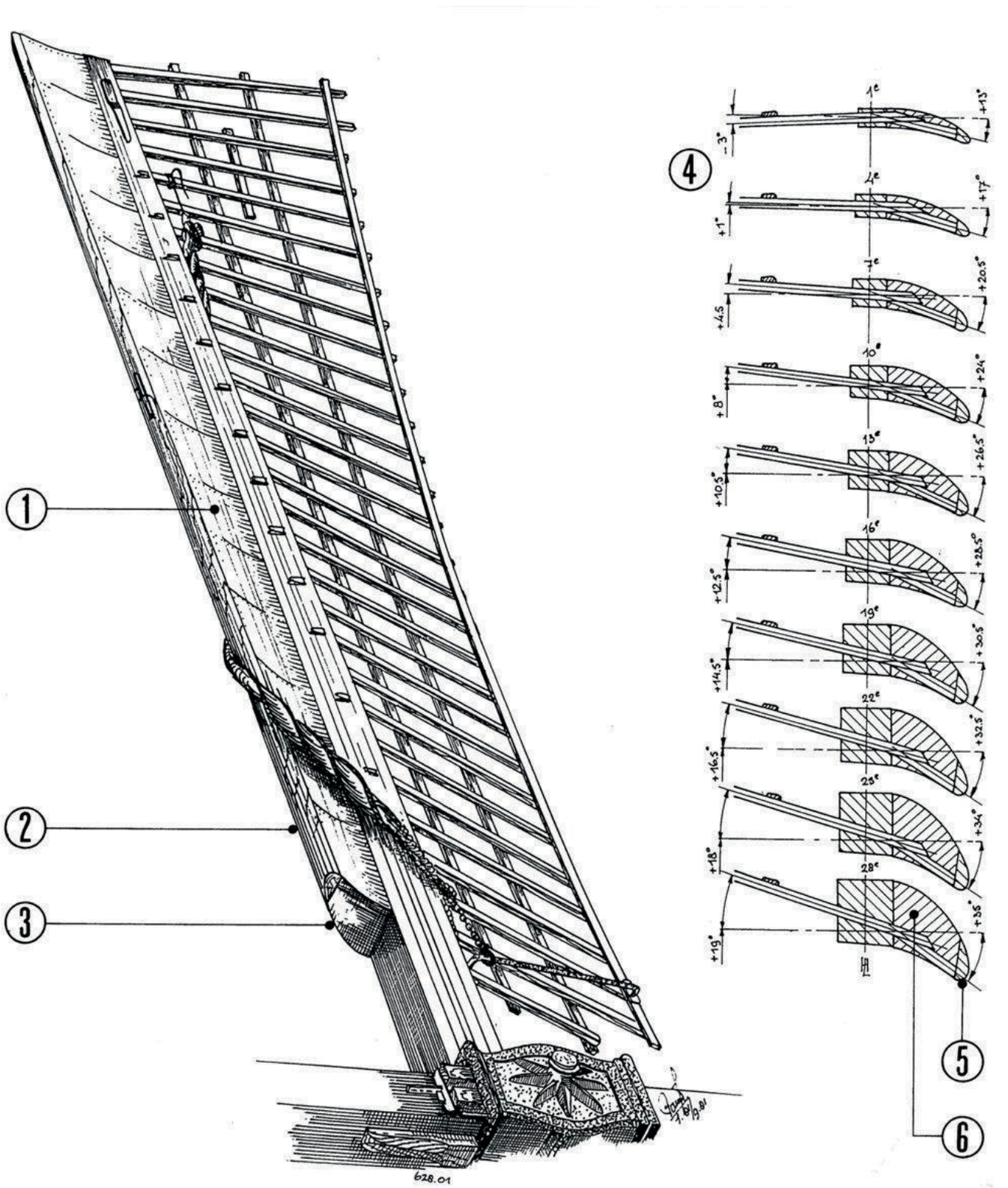


Fig. 6.4.3.1
De Van Bussel stroomlijnneus

6.4.3 De Van Bussel-stroomlijnneus

Busselwiek
Busselneus

Chris van Bussel, molenmaker te Weert, zag de nadelen van de Dekkerwiek en kwam in 1934 met een verbetering die bekend werd als de 'Bussel-wiek' of 'Busselneus'. Daarbij wordt de roede niet bekleed maar voorzien van een stroomlijnneus. Het hekwerk blijft ongewijzigd (fig. 6.4.3.1).

profielen, schenkels
lepelvorm

De neus is hol van voren, bol van achteren en stomp. Het stroomlijnprofiel is opgebouwd uit een aantal voorgevormde profielen of schenkels waarop dun plaatijzer of aluminium is gespijkerd. Deze lepelvorm zoals Van Bussel het zelf noemde heeft grote voordelen t.o.v. de Dekkerwiek:

- de zeilslag wordt sterk gereduceerd.
- het hol/bolle profiel geeft de molen een grotere trekkracht en de molen loopt sneller aan.
- de molen draait regelmatiger.
- het is goedkoper want er is minder materiaal nodig; het is dus ook lichter.
- het is mooier om te zien; drie kanten van de roede blijven zichtbaar.
- de stompe neus van Van Bussel is aerodynamisch beter dan de spitse neus van Dekker.
- het is stormveiliger, omdat het windvangend oppervlak kleiner is.

Nadeel:

- onbelaste of licht belaste molens slaan met dit systeem sneller op hol. Daarom hebben korenmolens meestal remkleppen in de Van Busselneus. Deze kleppen gaan open bij toenemende wind zodat de molen gelijkmatig doordraait (fig. 6.4.8.1).

Busselneuzen zorgen dus voor een rendementsverbetering van het gevlucht. Omdat de zeilen gehandhaafd blijven wordt het bedieningsgemak voor de molenaar niet vergroot
In de jaren na 1936 werden er veel korenmolens 'verbusseld'
Op poldermolens werd het systeem minder vaak toegepast. Momenteel zijn er ruim 80 Nederlandse molens mee uitgerust.

Fig. 6.4.3.1
De Van Bussel stroomlijnneus

1. *holle voorzijde*
2. *houten neuslijst*
3. *bolle achterzijde*
4. *de diverse profielen*
5. *stompe voorzijde*
6. *profiel of schenkel*

© Het Gilde van Molenaars

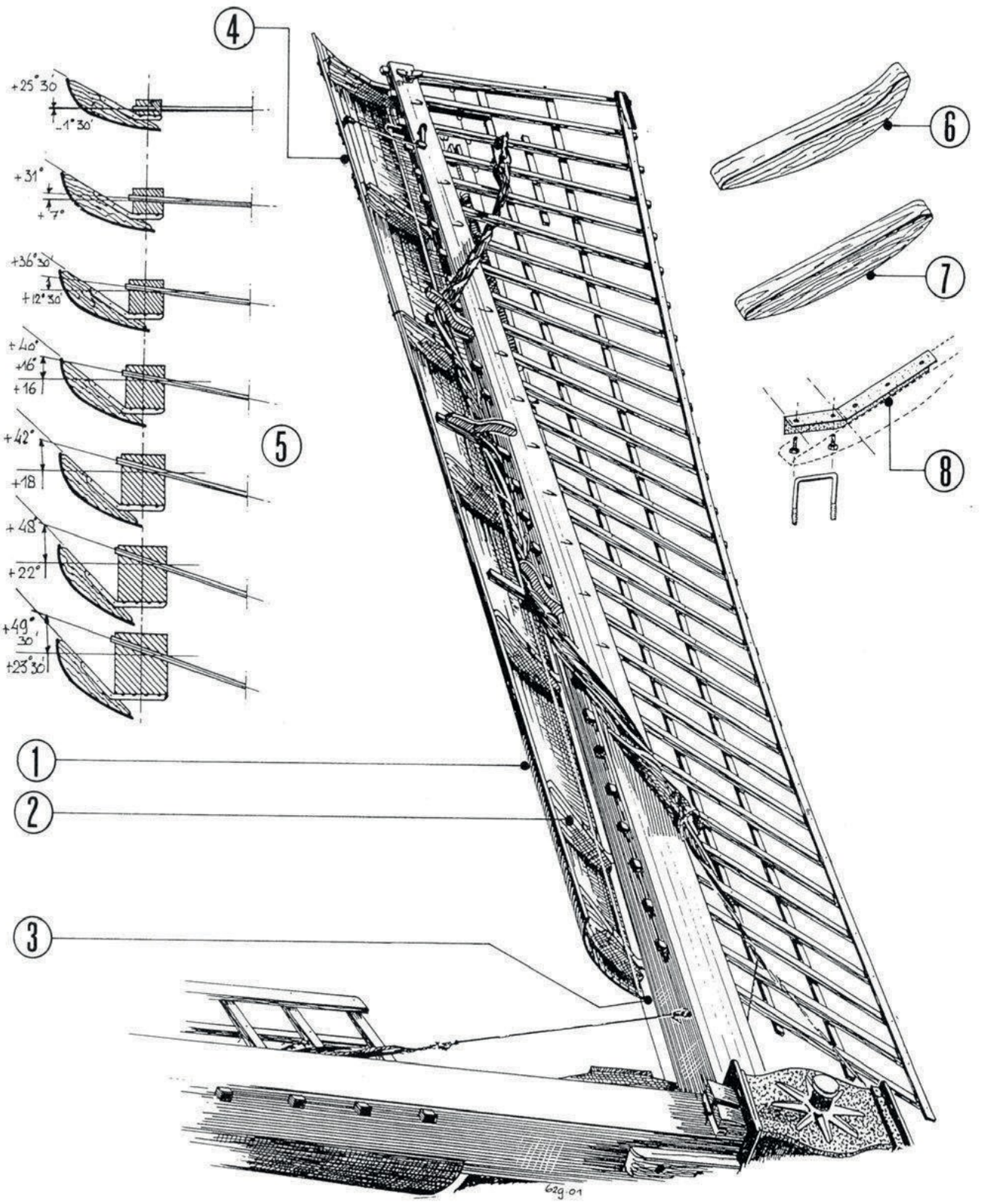


Fig. 6.4.4.1
De fokwiek

6.4.4 De fokwiek

fokwiek

In 1946 deed de fokwiek van ir. Fauël zijn intrede. Ook hier ging het om een verbetering van de windbordzijde. De naam 'fok' was van Fauël zelf. Hij had goed naar zeilboten gekeken. Al in 1936 was hij aan het experimenteren met een fokzeil op het gevlucht van korenmolen 'Den Arend' in Bergambacht, met veelbelovend resultaat. Doordat Fauël ook andere werkzaamheden had en door het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog werd het 1946 alvorens er een molen met dit systeem werd uitgerust.
Bij een fokwiek is het windbordgedeelte van het Oud-Hollands tuig geheel vervangen door een gebogen houten profiel dat eindigt achter de roede en een brede luchtspleet openlaat (fig. 6.4.4.1). De fok bestaat uit smalle planken die met messing en groef passend op voorgevormde schenkels worden geschroefd. Deze schenkels worden gemonteerd op hoekijzers, de fokkestoelen, die op de roede zijn bevestigd. Elke fokkestoel heeft een andere hoek zodat de fok een voor de windgeleiding gunstige draaiing krijgt.

schenkels

fokkestoel

De fok is een open stroomlijnneus. De holle binnenzijde vangt en geleidt de wind waardoor trekkracht ontstaat terwijl de bolle achterkant de gewenste stroomlijn oplevert. Hierdoor ontstaat een relatieve onderdruk achter het hekwerk/zeil.
Een fok trekt door zijn vorm ook al bij stilstaand gevlucht.
De kromming van de fok kan verschillen. Bij fokken volgens een cirkelboog (enkelstraalsprofiel) ligt het diepste punt van de kromming in het midden van de fok.
De meeste fokken zijn echter volgens een ellipsboog gemaakt (dubbelstraalsprofiel). Deze hebben de diepste kromming meer naar voren, waardoor een aerodynamisch betere stroomlijn ontstaat.

Voordelen van fokwieken:
- een molen met fokken loopt zeer gemakkelijk aan, ook bij weinig wind. Omdat bij het draaien een sterke luchtstroom ontstaat tussen de fok en de roede neemt de onderdruk achter het zeil sterk toe waardoor de trekkracht groot is.
- door deze verhoogde onderdruk behoort de zeilslag tot het verleden mits de fok goed geconstrueerd is.
- aan roeden en hekwerk wordt niets veranderd.
- alles blijft gemakkelijk bereikbaar voor onderhoud en reparatie.

Nadelen:
- boven een snelheid van 50 à 60 enden reageert het gevlucht sterk op plotseling toenemende wind en op windvlagen.
  Een molen met fokken gaat gauw hollen.
- de vang schiet soms vanwege de grotere trekkracht tekort om de molen onder alle omstandigheden te stoppen.
  Dit nadeel is te ondervangen met remkleppen (zie 6.4.8).

Fig. 6.4.4.1
De fokwiek

1. *fok*
2. *schenkel*
3. *luchtspleet*
4. *remklep*
5. *de diverse schenkelstanden*
6. *schenkel met dubbelstraalsprofiel*
7. *schenkel met enkelstraalsprofiel*
8. *fokkestoel*

Van alle wiekverbeteringen wordt in ons land de fokwiek het meest toegepast. Er zijn ruim 150 molens met fokwieken uitgerust.

Fokwieken vergroten, net als Dekkerwieken en Van Busselneuzen, het rendement. Maar er is wel een verschil in werking. Een fok zal door zijn vorm altijd het gevlucht in beweging willen brengen als de wind er in valt, ook als de molen stilstaat.
De stroomlijnprofielen van Dekker en Van Bussel gaan hun werk pas doen als de wind erlangs stroomt, dus als het gevlucht enige snelheid heeft gekregen. Je kunt dit vergelijken met het profiel van een vliegtuigvleugel: pas als er voldoende snelheid is ontstaat lift.

© Het Gilde van Molenaars

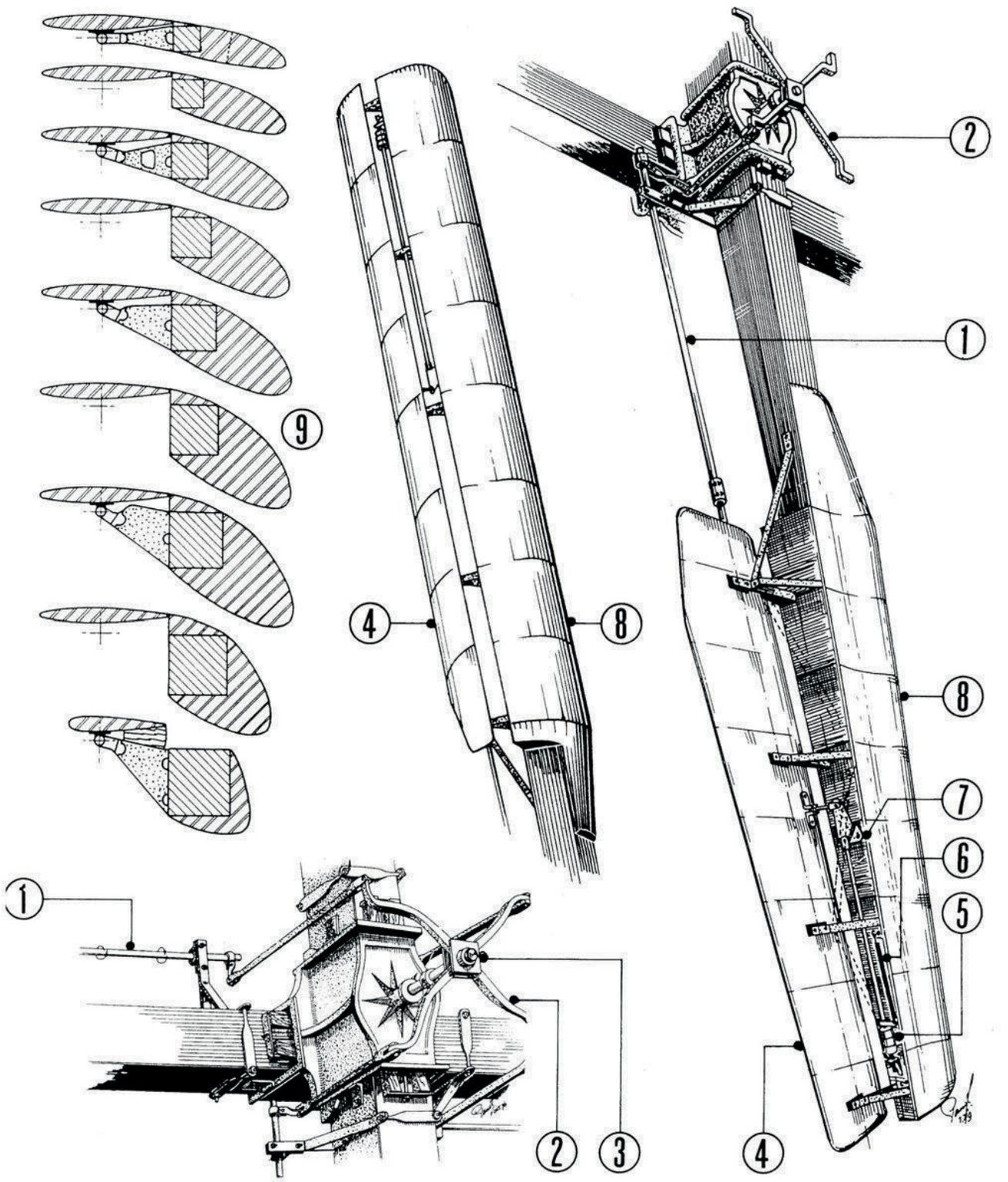


Fig. 6.4.5.1.
De Bilauwiek

© Het Gilde van Molenaars

6.4.5 Het Bilau wieksysteem

Bilau-wiek

De Duitse majoor Kurt Bilau voerde begin twintigste eeuw vele berekeningen uit aan molens en kwam rond 1930 in Duitsland met een revolutionair wieksysteem, 'Ventikanten' geheten, in ons land beter bekend als Bilau-wiek. De korenmolen te Ovezande bij Goes werd er in 1935 als eerste Nederlandse molen mee uitgerust.

gestroomlijnde klep

Bilau ging uit van de vliegtuigvleugel (fig. 6.4.5.1), bekleedde de roede met een aerodynamisch geteste plaatijzeren stroomlijn en verving het hekwerk door één lange gestroomlijnde klep. De klep is smaller dan de hekkens en ongeveer even breed als het neusprofiel. De klep is draaibaar op vier of vijf aan de roede bevestigde lagersteunen. In gesloten toestand vormt de achterzijde van de klep met de neus één gestroomlijnd geheel. De kleppen worden bediend met een

zwichtketting

zwichtketting zoals beschreven in 6.4.1. Bij stilstand van de molen staan de kleppen open. Door aan de ketting te trekken sluit men de kleppen en gaat de molen draaien. Een gewicht aan de ketting houdt de kleppen gesloten.

centrifugaalregulateur

Daarnaast voorzag men soms ieder end van een centrifugaalregulateur. Dit is een fijnregeling om bij windvlagen de ingestelde wieksnelheid constant te houden.

centrifugaalgewichten
trekveer

Deze regulateur ligt aan de voorzijde van de roede. Hij bestaat uit een aantal centrifugaalgewichten op een geleidestang die door een trekveer in ruststand worden gehouden. Bij een windvlaag neemt de snelheid van het gevlucht toe en trekken de gewichten door de centrifugaalkracht een op de roede

tuimelaar

bevestigde tuimelaar aan waardoor de klep zich opent ('kieren'). Hierdoor wordt de stroomlijn verstoord waardoor de molen weer terugvalt op de ingestelde snelheid. De trekveer brengt de gewichten en daarmee de klep weer terug in de oude stand.

De regulateurs werken het gunstigst wanneer de kleppen op de gewenste draaisnelheid al iets open staan zodat de trekkracht van de veer en de centrifugaalkracht elkaar in evenwicht houden.

Niet alleen de centrifugaalgewichten bedienen de kleppen maar - via de spin, de zwichtstang en de zwichtboom - ook de bovengenoemde zwichtketting met het gewicht. Door dit gewicht te vergroten of te verkleinen kan de molenaar het moment van open gaan bepalen en daarmee de draaisnelheid van het gevlucht.

Voordelen:
- het Bilaugevlucht loopt aan bij weinig wind, ontwikkelt een grote trekkracht en levert een hoog rendement.
- de klep van de Bilauwiek hoeft slechts weinig open te gaan om de stroomlijn totaal te verstoren (fig. 6.4.5.1) met als gevolg, dat de draaisnelheid snel afneemt.
- het bedieningsgemak voor de molenaar is groot.

Nadelen:
- Het grote nadeel is de zware en dure constructie. De oude roeden waren niet berekend op zoveel extra gewicht (ca. 1 ton!). Men onderschatte de grote krachten die bij het vangen optreden, waardoor deze oude roeden soms braken of knikten ter plaatse van de hekstokgaten.
- Bij stilstand vangt het kruis veel wind. Het systeem is dan ook weinig stormveilig.

Voor zover bekend waren er in de jaren dertig van de vorige eeuw ca. 14 molens in Nederland mee uitgerust. Molen 'De Hoop' te Norg in Drenthe was jarenlang de enige overgebleven molen met het Bilau wieksysteem maar in 2010 is dit systeem ook weer op de buitenroe van de molen te Ovezande aangebracht.

Fig. 6.4.5.1
De Bilauwiek

1. *klepas*
2. *spin*
3. *zwichtstang*
4. *klep*
5. *regulateurgewichten*
6. *regulateurveer*
7. *tuimelaar*
8. *stroomlijnneus*
9. *de diverse profielen*

© Het Gilde van Molenaars

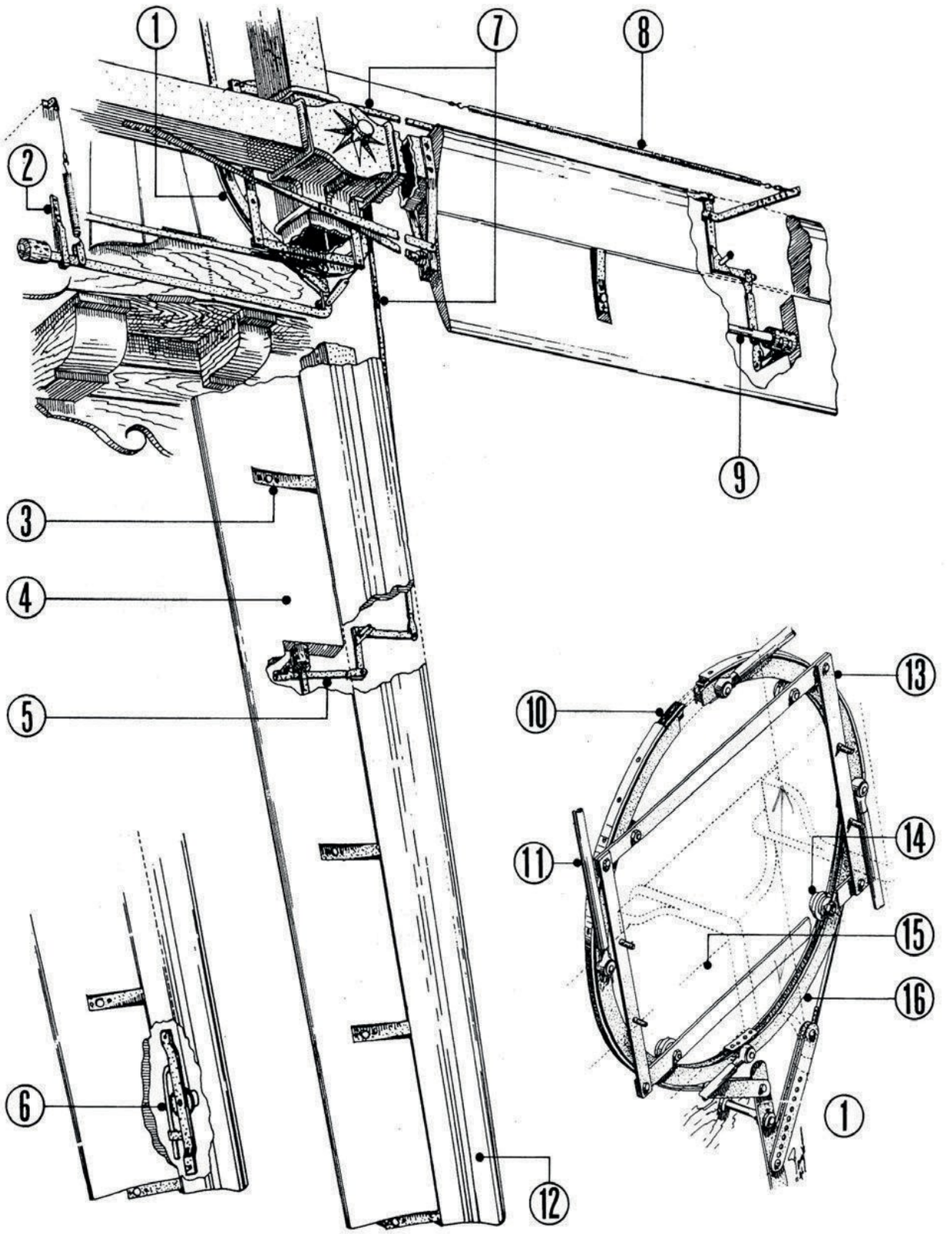


Fig. 6.4.6.1
Wieksysteem Van Riet
met zwichtring

6.4.6 Het wieksysteem van Van Riet

De molenmakers Van Riet uit Zeeland en Ten Have uit Gelderland bouwden hun naar hen genoemde wieksystemen volgens hetzelfde principe als Bilau. Zij gingen beide uit van een uit één stuk bestaande draaibare klep.

Van Riet-systeem

Omstreeks 1935 ontwikkelde Van Riet een systeem dat van deze twee systemen het meest op dat van Bilau leek. Ook bij dit systeem sluit een klep met een vleugelvorm in gesloten toestand aan op een gestroomlijnde roede. De as van deze klep is gelagerd in een aantal metalen lagersteunen die op de roede zijn bevestigd.

gestroomlijnde roede

Het geheel benadert bijna volledig de vorm van een vliegtuigvleugel.
Deze uitvoering van het Van Riet-systeem is echter maar éénmaal toegepast, nl. op de molen te Nispen (N.Br.).
In deze uitvoering wordt het systeem bediend d.m.v. een sluitmechanisme bestaande uit een klein sluitliertje, spandraden en diverse zwichtstangen.

sluitliertje, spandraden zwichtstangen, zwichtring geleiderollen

De zwichtstangen zijn bevestigd aan een zwichtring (fig. 6.4.6.1) die is gevat in vier geleiderollen waarover hij kan draaien. De geleiderollen zijn gemonteerd op een ijzeren raamwerk dat achter de askop op de binnenroede is vastgezet.

remband

Rond de zwichtring bevindt zich een remband die met een staaldraad kan worden aangetrokken. Deze staaldraad loopt door de kap heen en komt uit bij de kruilier onderaan de staart. Er bestaan verschillende uitvoeringen van de zwichtring, maar de werking is bij alle gelijk.

Wil de molenaar gaan malen dan worden eerst de kleppen gesloten met het kleine sluitliertje dat op één van de roede-einden is aangebracht.
Dit eind dient dus altijd beneden te staan.
Na een aantal slagen van het liertje zijn de kleppen dicht. Met nog twee of drie extra slagen komt er spanning op de regulateurveer. Met deze spanning bepaalt de molenaar het moment van opengaan van de kleppen tijdens het malen.

regulateurveer

Wanneer de staalkabel, komende van de zwichtring, tijdens het malen wordt aangetrokken wordt de zwichtring door de remband enigszins afgeremd. De kleppen gaan open en de molen kan gevangen worden.
Later verving Van Riet te Oud-Zevenaar het mechanisme van de zwichtring door dat van de spin zoals o.a. wordt toegepast bij zelfzwichting, dus met een doorboorde bovenas.

Fig. 6.4.6.1
Wieksysteeem Van Riet, uitvoering Nispen

1. *zwichtring*
2. *hefboom bediening*
3. *kleplagersteun*
4. *klep*
5. *korte zwicht- ofkoppelstang*
6. *sluitliertje*
7. *zwichtstangen*
8. *regulateurveer*
9. *klepas*
10. *remband van de zwichtring*
11. *zwichtstang*
12. *stroomlijnneus*
13. *zwichtringraam*
14. *geleide rol*
15. *binnenroe*
16. *zwichtring*

In nog latere uitvoeringen kwam de zwichtring terug, maar werd de stroomlijn vereenvoudigd (Eindewege, fig. 6.4.6.2). Hierbij is de klep een simpele vlakke of licht gebogen draaibare metalen plaat geworden.
Het Van Riet-systeem heeft nooit een grote toepassing gekend. Men treft dit systeem nog aan op de beltmolen te Nispen, op ‘De Oude Molen’ te Colijnsplaat en molen ‘Nooit Gedacht’ te Eindewege.

© Het Gilde van Molenaars

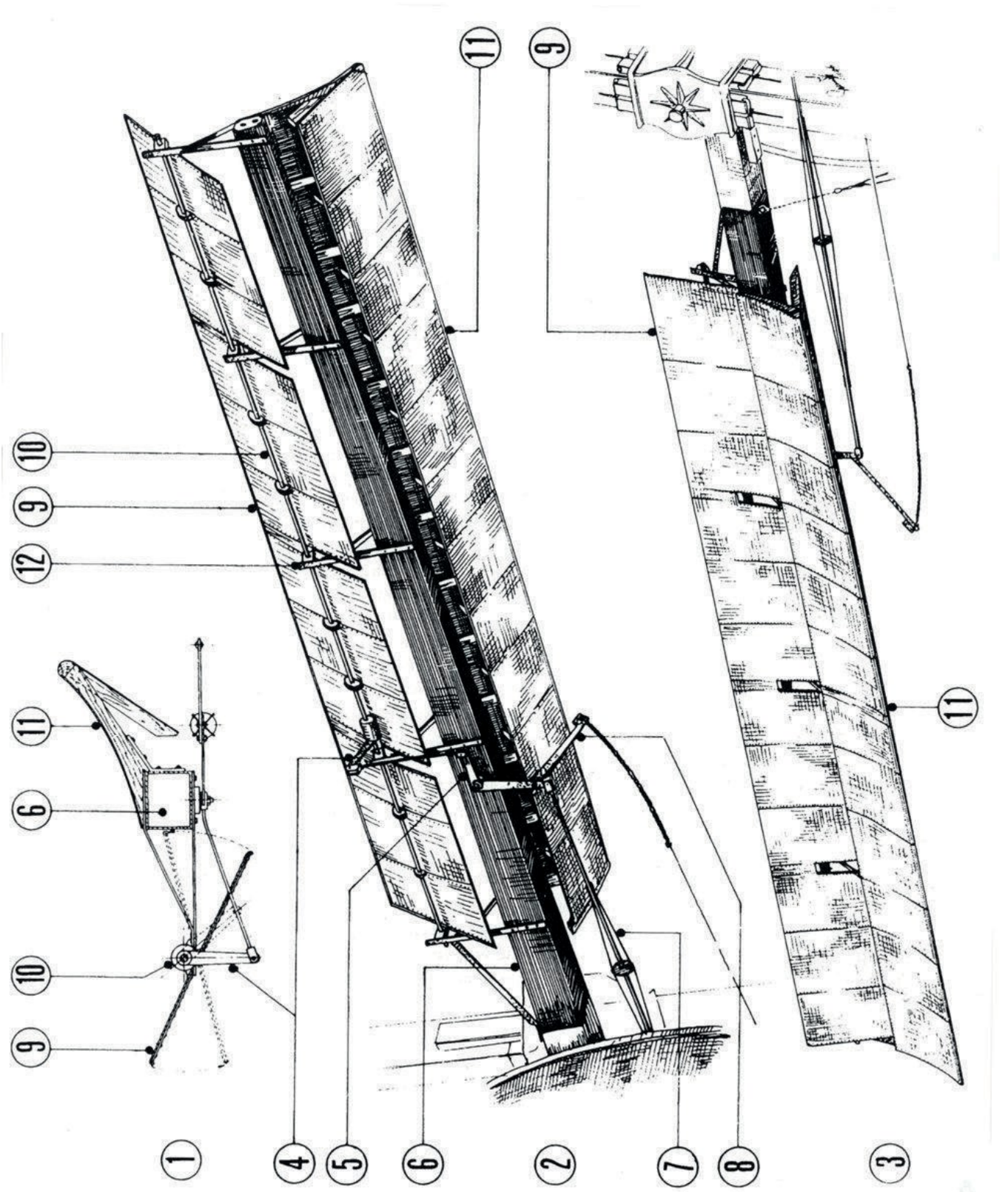


Fig. 6.4.6.2
Wieksysteem Van Riet,
uitvoering Eindewege

6.4.7 Het Ten Have wieksysteem

holle houten kleppen

Dit systeem is eind jaren ‘30 bedacht door molenmaker Ten Have uit Vorden (Gld). Hij verving het Oud-Hollandse hekwerk door enigszins holle houten draaibare kleppen die elk bestaan uit een viertal gekoppelde delen. De kleppen bestaan uit dunne schroten die zijn gespijkerd op ribben die de holle vorm bepalen. Door de genoemde ribben loopt de klepas die gelagerd is op een vijftal licht gebogen metalen klepassteunen. Over deze steunen ligt zowel direct tegen de roede als aan de uiteinden een zware zoomlat. Op het hiermede gevormde raamwerk sluiten de kleppen precies aan en vormen samen zo een egaal windvangend oppervlak.

ribben
klepas
klepassteun
zoomlat

Het Ten Have systeem wordt, op een enkele uitzondering na, slechts op één roede toegepast t.w. de binnenroede.
Dit systeem wordt in veel gevallen gecombineerd met stroomlijnbekleding van het Van Bussel systeem.
De buitenroede is dan voorzien van het Oud-Hollands hekwerk, al of niet met van Bussel stroomlijnneuzen of fokken

Voor de bediening van de kleppen paste Ten Have aanvankelijk een zwichtring toe, later gebruikte hij een doorboorde as met een zwichtstang.

trekstangen

Het openen en sluiten van de kleppen wordt gedaan met trekstangen die evenwijdig aan de roede liggen. Deze trekstangen zijn gekoppeld aan de spin voorop de askop welke door de zwichtstang wordt bediend. Ook hier is de werking gelijk aan die zoals beschreven bij het zelfzwichtende wieksysteem.

Ten Have paste twee verschillende systemen toe om de zwichtstang door de bovenas naar voren en naar achter te bewegen.

zwichtboom, -stok

Bij het eerste systeem werd deze stang m.b.v. een zwichtboom of -stok achter op de kap naar voren of naar achter getrokken.(fig. 6.4.7.2 & 3

zwichtketting

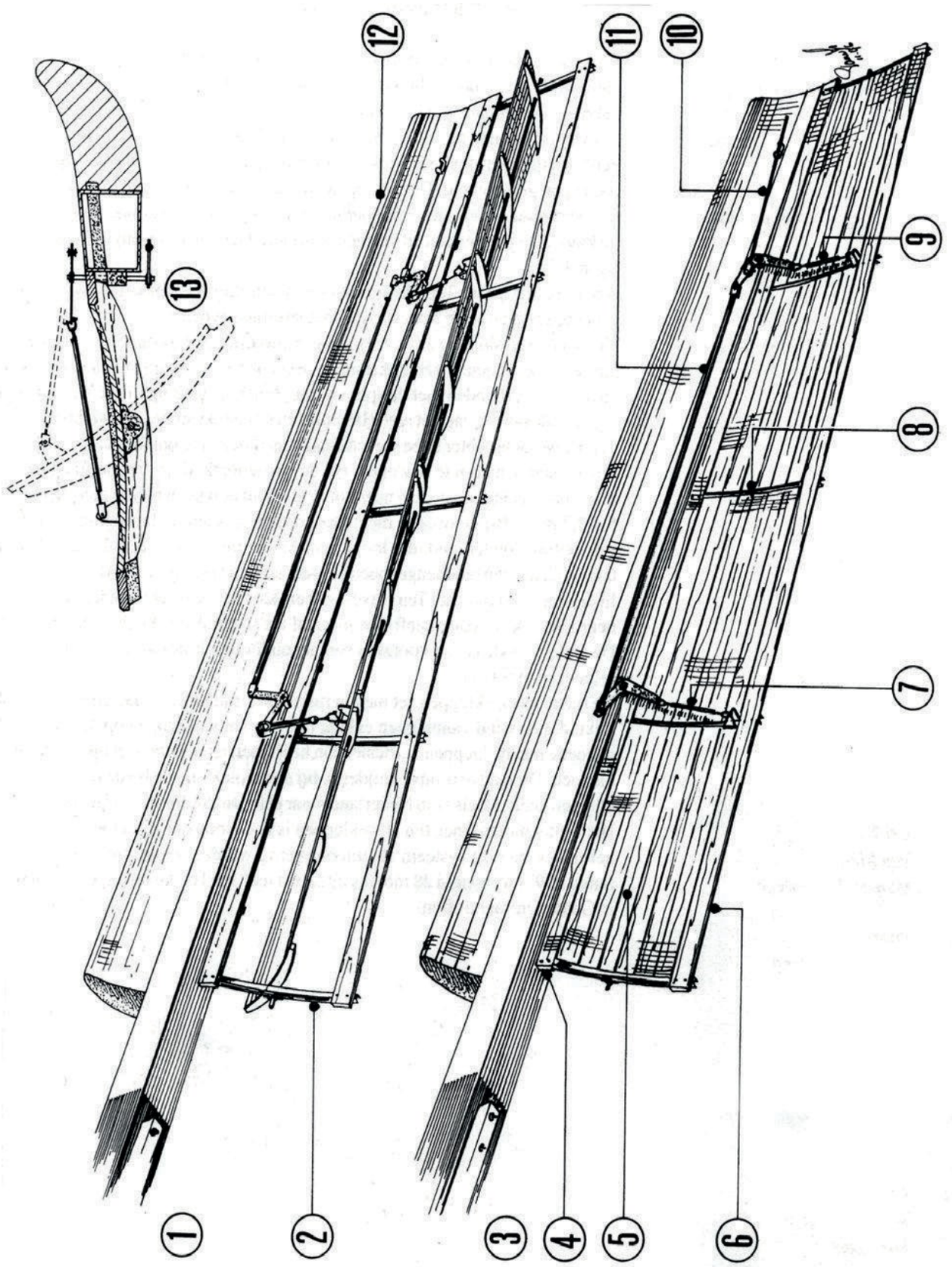
Bij het tweede systeem werd dit gedaan m.b.v. een rondlopende ketting waarmee via tandwielen en een tandheugel de zwichtstang naar voren of achteren wordt bewogen (fig. 6.4.7.4).
Bij toenemende snelheid van het gevlucht willen de kleppen zich openen, voornamelijk t.g.v. optredende onderdruk achter de klep. Om dit tegen te gaan wordt aan de zwichtketting een gewicht gehangen. Door de grootte van het gewicht kan men het moment van openen van de kleppen bepalen.

Bij het verlaten van de molen staat de binnenroede met de kleppen altijd horizontaal waarbij de kleppen geopend zijn. Zo kan de wind vanuit geen enkele richting vat kan krijgen op de kleppen. Staat de roede met de kleppen verticaal, dan geeft met name de wind van opzij druk op de kleppen.
In ons land waren anno 1996 welgeteld 28 molens uitgerust met Ten Have wieken. Vooral op korenmolens in het oosten van het land tref je deze wiekverbetering aan; zo telt Gelderland er 21.
Het malen met dit systeem wordt door molenaars als prettig ervaren.

Fig. 6.4.6.2
Wieksysteem Van Riet, uitvoering Eindewege

1. *doorsnede*
2. *wiek met open klep*
3. *wiek met gesloten klep*
4. *klephefboom*
5. *kniehefboom*
6. *binnenroe*
7. *zwichtstang*
8. *arm voor regulateurveer*
9. *klep*
10. *klepas*
11. *stroomlijnneus*
12. *kleplagersteun*

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

Fig. 6.4.7.2.
Zwichtboom achter op de kap

1. *bezaanstok*
2. *zwichtboom, -stok*
3. *vangstok*
4. *zwichtketting*

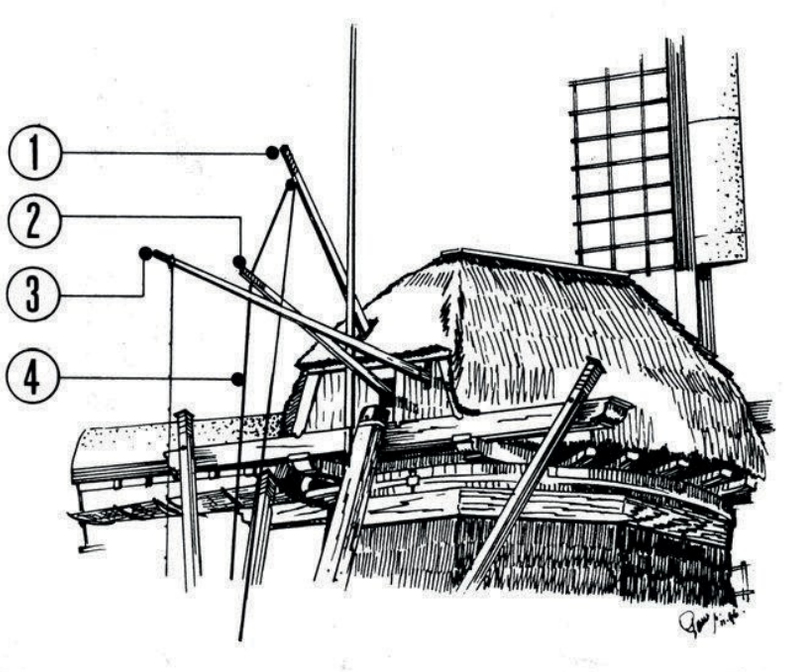


Fig. 6.4.7.1
Wieksysteem Ten Have

1. *wiek met open klep*
2. *kleplagersteun*
3. *wiek met gesloten klep*
4. *voorzoom of koppellat*
5. *gesloten klep*
6. *achterzoom of koppellat*
7. *binnenste klepstang met kniehefboom*
8. *scheiding tussen de twee klephelften*
9. *buitenste klepstang met kniehefboom*
10. *borgstang*
11. *klepkoppelstang*
12. *stroomlijnneus (v.Bussel)*
13. *doorsnede*

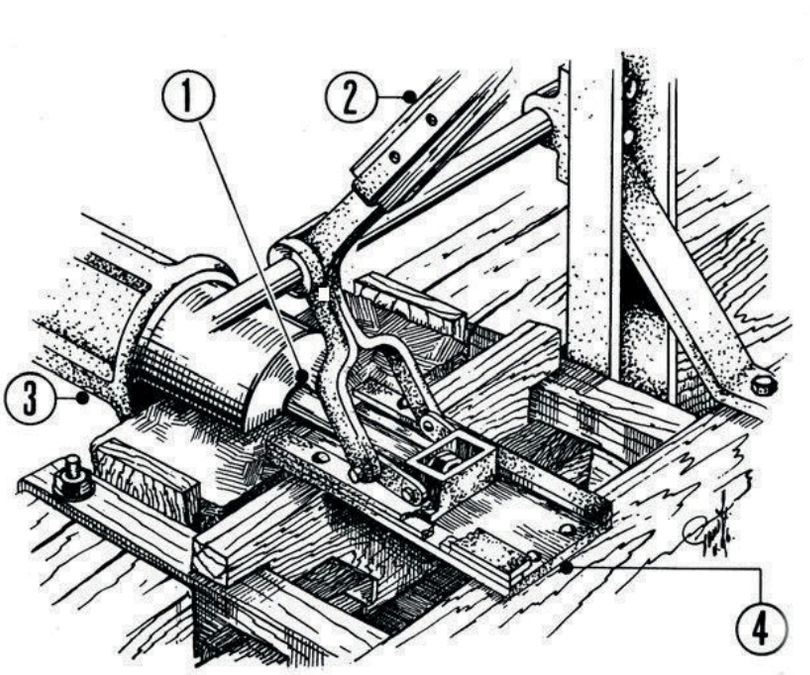


Fig. 6.4.7.3
Bediening met zwichtboom

1. *zwichtstang door de as*
2. *zwichtboom*
3. *bovenas*
4. *geleiding zwichtstang*

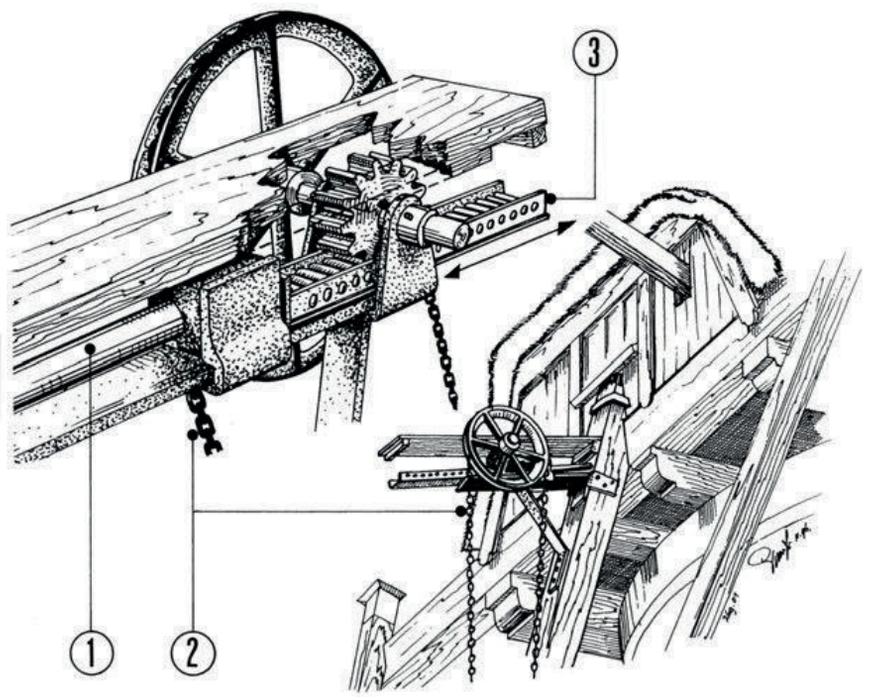


Fig. 6.4.7.4
Bediening met tandheugel

1. *zwichtstang*
2. *zwichtketting*
3. *tandheugel*

6.4.8 Remkleppen

Wiekverbeteringen leidden ertoe dat molens met minder wind konden malen. Spoedig werd echter duidelijk dat gestroomlijnde gevluchten bij flinke wind moeilijker of zelfs helemaal niet meer waren te vangen. Molens met verbeterde gevluchten moesten al stoppen onder omstandigheden waarin molens met Oud-Hollands gevlucht nog konden blijven doormalen. Het voordeel van meer maalvaardige dagen bij zwakke wind dreigde te worden tenietgedaan door minder maalvaardige dagen bij harde wind.
Korenmolenaars zagen dat hun verbeterde gevluchten te heftig reageerden op windvlagen, met als gevolg een onregelmatiger maalproces.

remkleppen, regelkleppen

Dit probleem werd opgelost door het toepassen van remkleppen of regelkleppen (regelborden).

Remkleppen en regelkleppen zijn delen van de stroomlijnneus van het gevlucht die draaibaar zijn om hun langsas. Door ze te openen wordt de stroomlijn van het gevlucht verstoord en remt de molen af. Bij enkele molens met zelfzwichting, bijv. molen ‘Eureka’ in Wetsinge, zitten de remkleppen echter niet in de stroomlijnneus maar fungeren de onderste twee of drie zwichtkleppen als remkleppen die in dat geval dwars op de overige zwichtklepjes zijn aangebracht. Omdat bij deze constructie de remkleppen verder van de stroomlijnneus verwijderd zijn is de remmende werking echter geringer.
Remkleppen worden vooral toegepast bij wiekverbeteringen als Dekker, Van Bussel en de fokwiek van Fauël. Ook enkele molens met Oud-Hollands gevlucht zijn voorzien van remkleppen omdat ze zo efficiënt zijn.

© Het Gilde van Molenaars

Het bedienen van de rem- of regelkleppen gebeurt op twee manieren: handmatig of automatisch.

handmatige bediening

Bij handmatige bediening wordt gebruik gemaakt van een doorboorde as met een bedieningsstang en een spin op de askop zoals eerder beschreven bij zelfzwichting. Soms worden ze bediend met een zwichtring. We spreken hier bij voorkeur van remkleppen: als de molen te hard gaat zet de molenaar de remkleppen open en vermindert de snelheid. Daarna kan men vangen en zwichten.

zwichtring
remkleppen

automatische bediening
centrifugaalkracht
regulateurarm
instelbare trekveer

Bij automatische bediening wordt gebruik gemaakt van de centrifugaalkracht (middelpuntvliedende kracht) die een draaiend gevlucht oplevert.
Aan de koppelstang van de remklep is een regulateurarm bevestigd met daaraan een gewicht. Aan deze regulateurarm zit ook een instelbare trekveer die het gewicht neutraliseert en ervoor zorgt dat de klep gesloten wordt.
Bij draaiend gevlucht wil het gewicht onder invloed van de centrifugaalkracht richting het roe-einde bewegen. Dit wordt aanvankelijk tegengegaan door de trekveer maar als de draaisnelheid hoger wordt en de middelpuntvliedende kracht toeneemt wordt de veer uitgerekt en gaat de klep open. De snelheid van het gevlucht neemt af en de trekveer sluit de klep weer. Bij deze constructie spreken we liever van regelkleppen of -borden i.p.v. remkleppen.

regelkleppen, regelborden

Regelkleppen regelen de gang van het gevlucht door het effect van windvlagen te neutraliseren. Door de trekveer meer of minder strak af te stellen wordt bepaald wanneer de kleppen opengaan.
Verder zijn de trekveren van twee tegenover elkaar liggende enden vaak onderling verbonden door een staaldraad en een evenaar om gelijktijdig openen en sluiten van beide regelkleppen te verkrijgen.
Een nadeel van automatische bediening is dat de molen bij harde wind moeilijk te vangen is. Zodra de vang de molen afremt sluit de veer de kleppen en neemt de snelheid weer toe. Hierdoor wordt de vang extra belast.

remklepdemper

Als oplossing hiervoor wordt een hydraulische remklepdemper op de regulateurarm aangebracht. Deze vertraagt het sluiten van de remklep en geeft de molenaar de gelegenheid de molen te vangen vóór de klep weer gesloten is.

Bij wieksystemen met zelfzwichting zit de remklepstang bevestigd aan de treklat voor de klepjes zodat zwichtklepjes en remklep synchroon werken. Hierdoor kunnen ze zowel automatisch als handmatig bediend worden: door de winddruk op de klepjes én de centrifugaalkracht uitgeoefend op het gewicht van de treklatten gaan de klepjes open en daarmee ook de remkleppen. De grootte van het gewicht aan de zwichtketting bepaalt bij welke snelheid dat gebeurt. Maar door handmatig de zwichtketting te bedienen kan de molenaar op elk moment ook zelf de klepjes en daarmee de remkleppen openen.

Bij aanwezigheid van rem- of regelkleppen geldt te allen tijde: langdurig draaien met geopende kleppen (‘kieren’) zorgt voor een verkeerde belasting van het gevlucht. Dit getuigt niet van goed molenaarschap: er moet nl. gezwicht worden! Het is een goede gewoonte bij het verlaten van de molen de remkleppen open te zetten waardoor de invloed van de wind op het gevlucht afneemt.

Fig. 6.4.8.1 (volgende pagina)
Rem- en regelkleppen

1. *houten remklep in Oud-Hollands windbord*
2. *klep in fokwiek voor een spinnekop*
3. *regelklep in een fokwiek*
4. *regelklep in een Dekker stroomlijnwiek*
5. *remklep in een Van Busselneus met zelfzwichting*
6. *regulateurmechanisme met hydraulische demper*

© Het Gilde van Molenaars

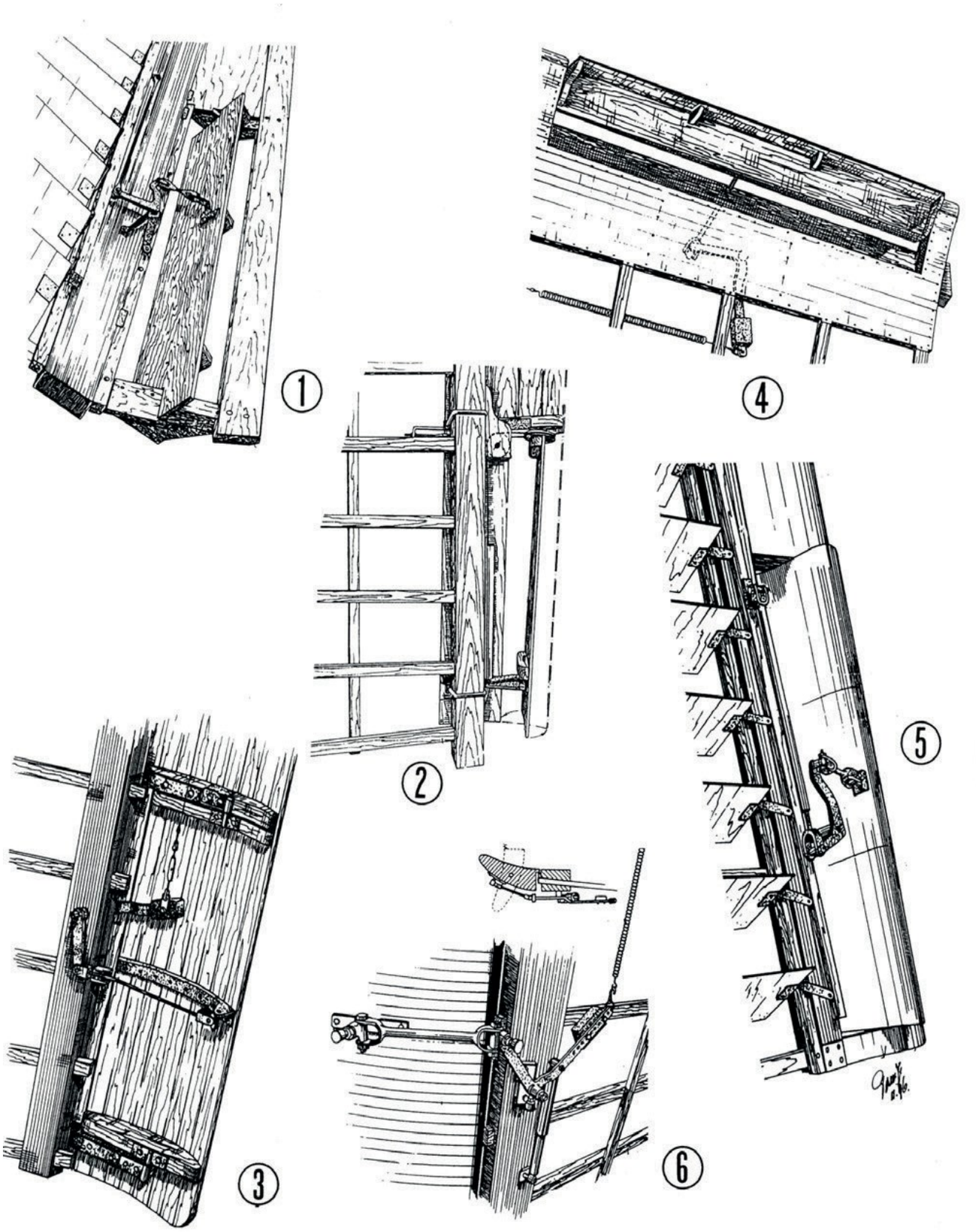


Fig. 6.4.8.1
Rem- en regelkleppen

6.5 MOLENWIELEN

6.5.0 Inleiding

De verschillende molenwielen in een molen maken het mogelijk de beweging van de bovenas over te brengen op het werktuig of de werktuigen. De wielen zorgen er tevens voor dat het werktuig de juiste omwentelingssnelheid krijgt ten opzichte van de snelheid van het gevlucht. Afhankelijk van het type of de functie van de molen kan het aantal wielen sterk variëren: van drie à vier in een standerdmolen tot elf in een oliemolen. Ook in de grootte is er veel variatie: van een diameter van 60 cm voor een schijfloop in een standerdmolen tot een diameter van 6 meter voor het waterwiel in een poldermolen.

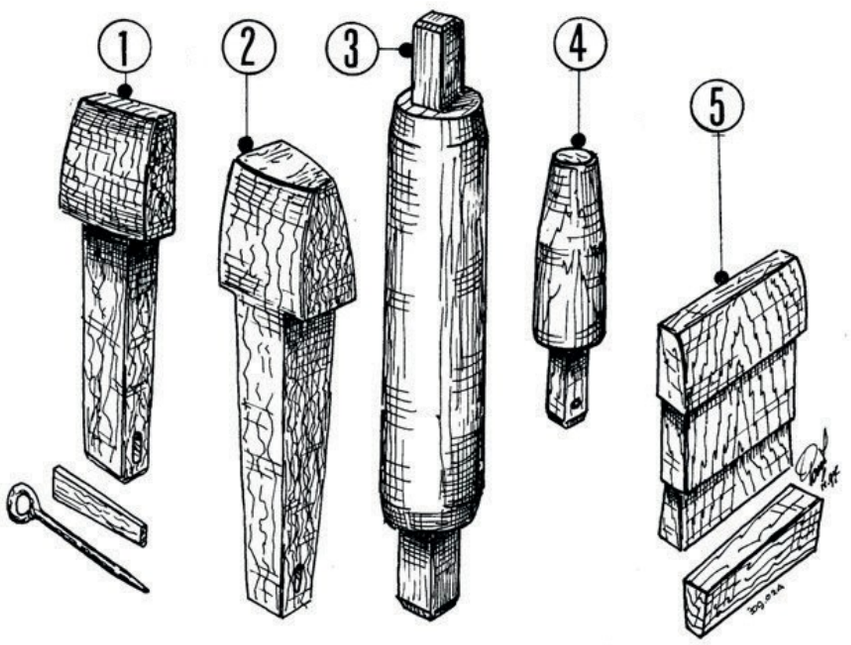


Fig. 6.5.0.1
Kammen en staven

1. *spoorwielkam met kamnagel en borgspijker*
2. *kam voor een haakse aandrijving*
3. *staaf*
4. *dol*
5. *kam voor een gietijzeren wiel*

Bij de keuze van vorm en afmetingen spelen naast functie en belasting ook streekgewoonten een rol.

kroonwiel
kranswiel

schijfloop, rondsel

Gelet op de vorm onderscheiden we:
- kroonwielen: de kammen staan haaks op het draaivlak (o.a. bonkelaar).
- kranswielen: de kammen liggen straalsgewijs in het draaivlak (spoorwiel, varkenswiel).
- schijflopen: twee schijven met haaks geplaatste staven (rondsels).

steek

op steek staan

Er is echter een aantal kenmerken dat geldt voor ieder wiel:
- De hart-op-hart-afstand tussen de kammen of staven van één wiel, de steek genoemd, moet exact gelijk zijn voor alle kammen van dat wiel (fig. 6.5.0.2). Als de kammen niet ‘op steek’ staan is dit te horen aan het bonken en stoten van het gangwerk. De kammen gaan hierdoor loszitten of slijten in ongelijke mate.
- Gelijkmatige slijtage wordt ook bereikt als een kam van het ene wiel met alle kammen of staven van het andere wiel even vaak in aanraking komt.

© Het Gilde van Molenaars

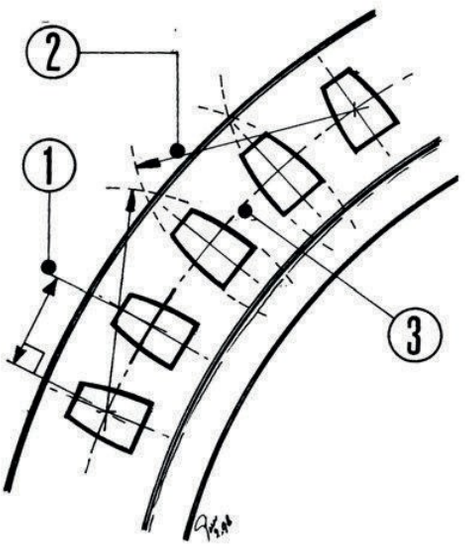


Fig. 6.5.0.2
De steek

1. *de afstand tussen de hartlijnen van de kammen (of staven) is de steek*
2. *de afschrijflijnen voor de kammen*
3. *steekcirkel*

Dit gebeurt als de aantallen kammen van beide wielen niet op elkaar deelbaar zijn. Zijn de aantallen wel op elkaar deelbaar dan komt een kam van het ene wiel vaker in aanraking met dezelfde kam of staaf van het andere wiel dan met andere kammen of staven ervan, met als gevolg: ongelijkmatige slijtage.
Voorbeeld: als de bovenschijfloop 30 staven heeft en het bovenwiel 60 kammen dan wordt elke staaf steeds door dezelfde twee kammen aangedreven.
Heeft de schijfloop bijv. 34 staven, dan treffen dezelfde kam en staaf elkaar pas weer na 17 omwentelingen van het bovenwiel.

- De houtsoorten van op elkaar ingrijpende kammen zijn bij voorkeur niet gelijk want ook dit blijkt in de praktijk te leiden tot snellere slijtage, zelfs als de gebruikte houtsoorten zeer hard zijn.
  Goede combinaties zijn o.a.: azijnhout en palmhout; groenhart en bolletrie; groenhart en pokhout.
  Kammen en staven worden gesmeerd met zuivere bijenwas. Ook dat verminderd slijtage.

azijnhout, palmhout, groenhart
bolletrie, pokhout
zuivere bijenwas

Andere onderhouds- en controlewerkzaamheden aan molenwielen worden besproken in hoofdstuk 7, De Praktijk.

6.5.1 Het bovenwiel

Iedere molen, met uitzondering van de tjasker, heeft een bovenwiel, in standerdmolens soms grootwiel genoemd. Sommige standerdmolens hebben er zelfs twee. Het bovenwiel wordt met zware wiggen vastgezet op de vulstukken van de bovenas. De wiggen worden tegen losraken en uitvallen geborgd m.b.v. de z.g. woutermannen, wouters of wouterlatjes.

vulstukken
woutermannen
wouters, wouterlatjes

Fig. 6.5.1.1
Het bovenwiel
(zie voor ontbrekende onderdeelnummers fig. 6.5.1.2)

1. achtervelg	*8. plooistuk*	*13. wigkeep*
2. voorvelg	*10. voering of hoep*	*14. borgpen (armkam)*
3. spouwarm	*11. kam*	
6. kruisarm	*12. kamstaart*	

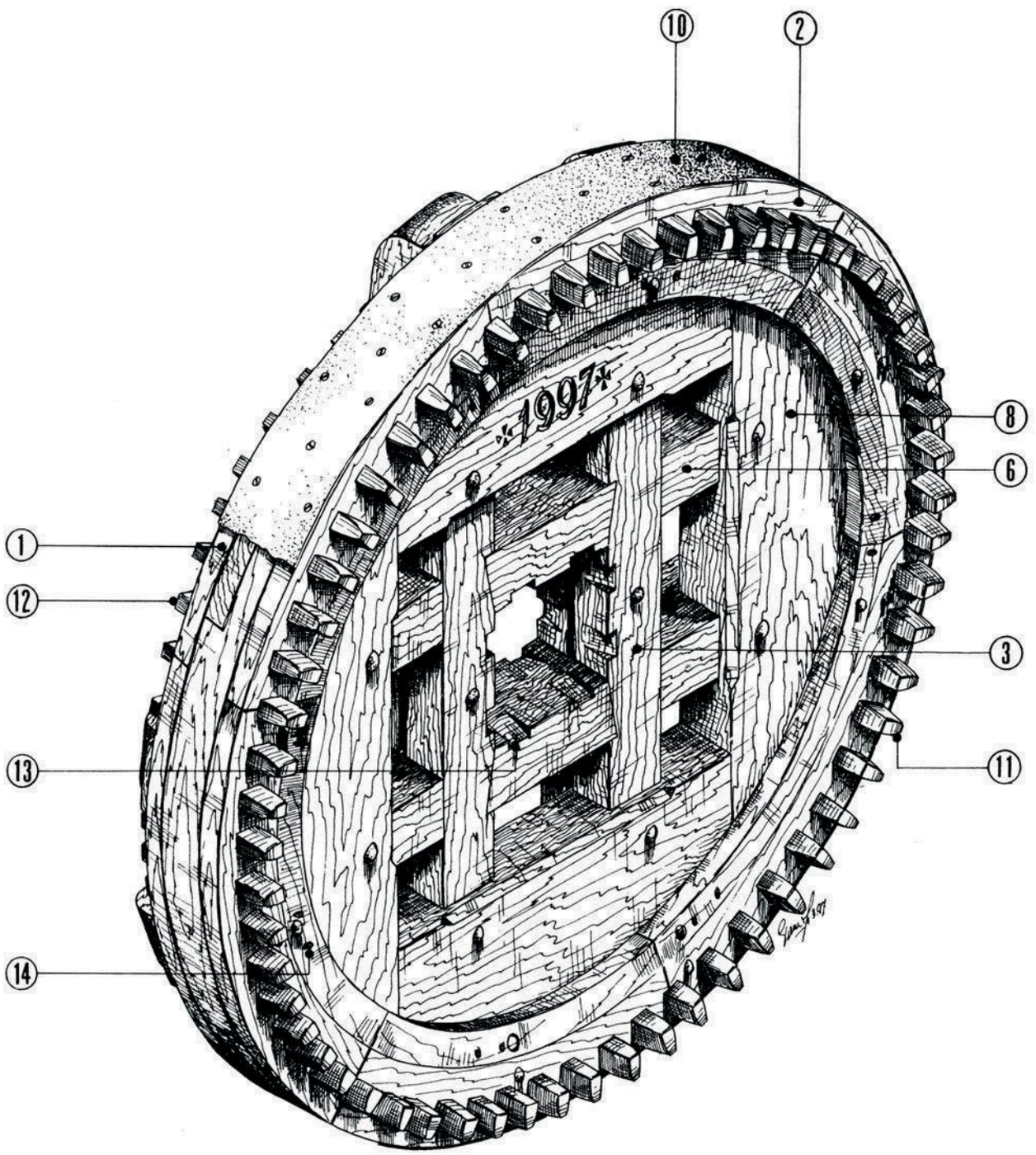


Fig. 6.5.1.1
Het bovenwiel

© Het Gilde van Molenaars

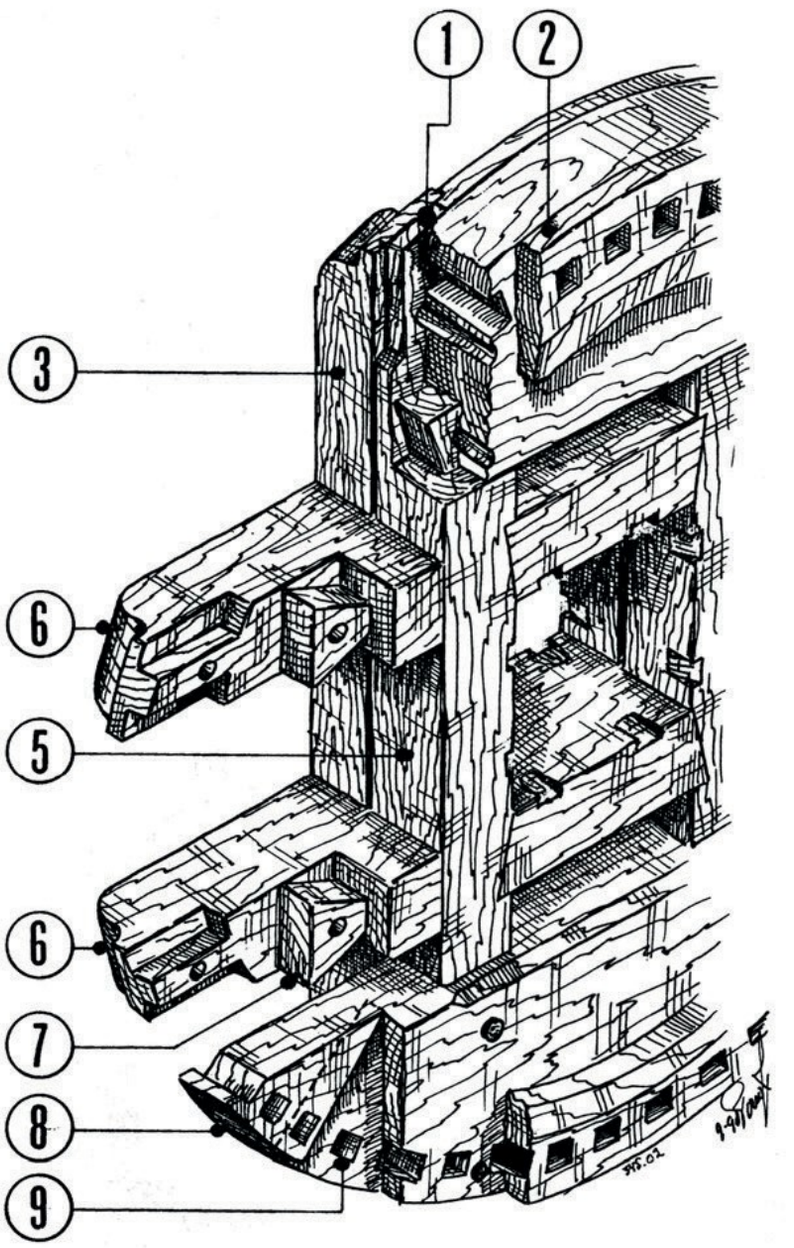


Fig. 6.5.1.2
Opbouw van een bovenwiel

1. *achtervelg*
2. *voorvelg*
3. *spouwarm*
5. *spouwarm*
6. *kruisarm*
7. *zwaluwstaart*
8. *plooistuk*
9. *kamgat*

kruisarmen

spiegel, spiegelgat

spouwarmen

spouw

De opbouw van het wiel begint met het in elkaar zetten van de vier zware kruisarmen die bijna net zo lang zijn als de diameter van het wiel. De armen worden twee aan twee evenwijdig in elkaar gewerkt. Door de vierkante opening in het midden, de spiegel of het spiegelgat wordt de bovenas gestoken.
Voor het in elkaar werken van de kruisarmen zijn er twee methoden. De eenvoudigste is het halfhouts in elkaar inlaten van de kruisarmen.
De andere mogelijkheid is een constructie met spouwarmen. Hierbij bestaan twee kruisarmen uit één stuk en de andere twee uit twee helften. Die twee helften omklemmen een kruisarm. Tussen die halve kruisarmen blijft een spleet open van ca. 2 cm, de spouw.

steunklossen, plooien
plooistukken

zwaluwstaartverbinding
haaklassen

Om de grote druk op te vangen van de wiggen waarmee het wiel op de as wordt vastgezet worden de verbindingen tussen de kruisarmen vaak voorzien van een schuine tand. Daarnaast worden op de hoeken soms nog extra steunklossen aangebracht. Aan het einde van de kruisarmen komen de plooien of plooistukken die ervoor zorgen dat het wiel zijn ronde vorm krijgt. In de regel zijn er vier plooistukken, maar er komen ook wielen voor met zes of acht plooistukken. De plooien worden met de kruisarmen verbonden door middel van zwaluwstaartverbindingen. Vervolgens worden ze onderling verbonden door haaklassen. De plooien worden met zware bouten vastgezet op de kruisarmen. De kruisarmen en de plooien worden in de regel van eikenhout gemaakt.

voorvelg

achtervelg

Tegen de plooistukken wordt, aan de penzijde van de bovenas een ring van zware platen bevestigd, de voorvelg. De naar de penbalk van de molen gerichte kant van het bovenwiel wordt als de voorzijde ervan beschouwd! Ook aan de achterzijde van de plooistukken komen, tussen de kruisarmen, dergelijke platen; die vormen samen de achtervelg. Door de voor- en achtervelg krijgt het bovenwiel een grotere breedte, waarmee het aangrijpingsoppervlak van de vang wordt vergroot.
Bij oudere bovenwielen ontbreekt soms de achtervelg.

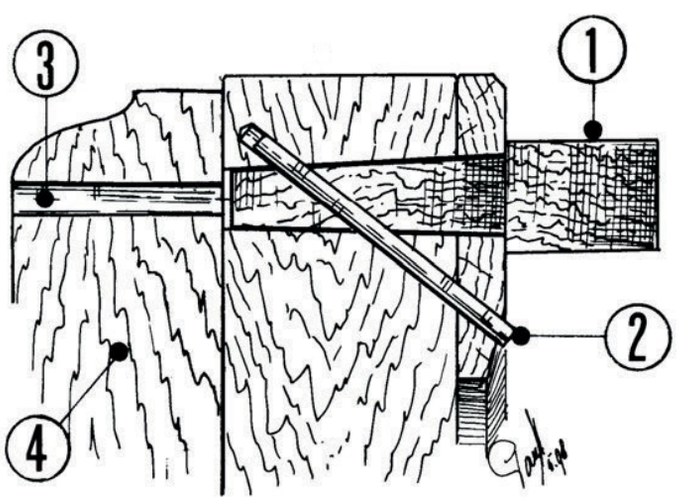


Fig. 6.5.1.3
Het vastzetten van armkammen

1. *armkam*
2. *borgpen*
3. *stootgat*
4. *kruisarm*

In de velgen en plooien steekt men gaten waarin de kammen worden gestoken. Het zal duidelijk zijn dat deze gaten de sterkte van de diverse onderdelen niet ten goede komen. Door de druk op de kammen tijdens het malen kan het

dammen

hout tussen de kamgaten, de dammen, splijten, losbreken en eruit vallen met als gevolg dat de kammen los komen te zitten. Daarom worden de voor- en

iepenhout

achtervelg gemaakt van iepenhout. Deze houtsoort splijt moeilijk, is hard, taai en voldoende sterk. De velgen worden door zware bouten verbonden met de plooien en de kruisarmen.

kam, kop, staart

Een kam bestaat uit een kop en een staart. De taps toelopende staart steekt door de achtervelg heen. Hierdoor kan de kam worden geborgd met een houten

kamnagel,borgspijker

kamnagel of een ijzeren borgspijker. De kamnagels of borgspijkers worden op hun beurt weer geborgd met een klein spijkertje.

armkammen

De kammen ter plaatse van de kruisarmen, de z.g. armkammen kunnen niet door het hele wiel heen steken. Hun kamstaarten zijn korter en worden vanaf de voorzijde van het wiel geborgd. Schuin door de voorvelg steekt men een houten

borgpen

borgpen in de staart van een dergelijke kam (fig. 6.5.1.3).

Om een armkam te kunnen verwijderen moet men eerst de houten nagel

stootgat

uitboren. In de kruisarm heeft men een gat geboord in de richting van het kamgat zodat men daarna met een ijzeren staaf de kam uit het wiel kan stoten. Armkammen komen ook voor bij andere wielen met kruisarmen.

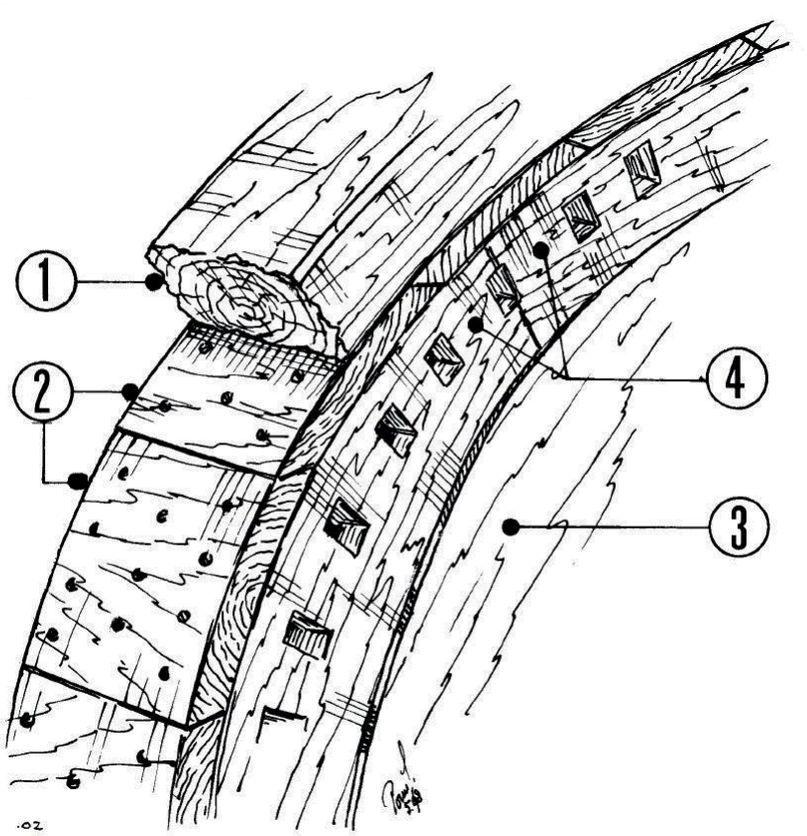


Fig. 6.5.1.4
Belegstukken

1. *vangstuk*
2. *belegstukken*
3. *plooistuk van het bovenwiel*
4. *dammen*

Kammen worden in de regel gemaakt van azijnhout, pokhout of groenhart maar ook andere houtsoorten komen voor.

hoep
voering

Op de buitenomtrek van het wiel brengt men een bekleding aan, de hoep of voering. Daarmee voorkomt men dat plooien en velgen slijten tijdens het vangen van de molen. Deze voering kan van hout of ijzer zijn. Een te ver afgesleten wiel kan weer op de juiste diameter gebracht worden d.m.v. een ring van korte dwarsplanken, de belegstukken op de buitenomtrek (fig. 6.5.1.4). Ook een combinatie van belegstukken met een ijzeren voering komt voor als bekleding. De voering of bekleding is bij te ver voortgaande slijtage tamelijk eenvoudig te vervangen.

belegstukken

Het bovenwiel of aswiel in de meeste standerdmolens heeft naast een gang kammen aan de voorzijde van het wiel ook een gang kammen aan de achterzijde ervan. Daarvoor is op de kruisarmen een zware iepen velg aangebracht, waarin die tweede gang kammen steekt (fig. 12.3.2). Met deze tweede gang kammen wordt de achtermolen aangedreven

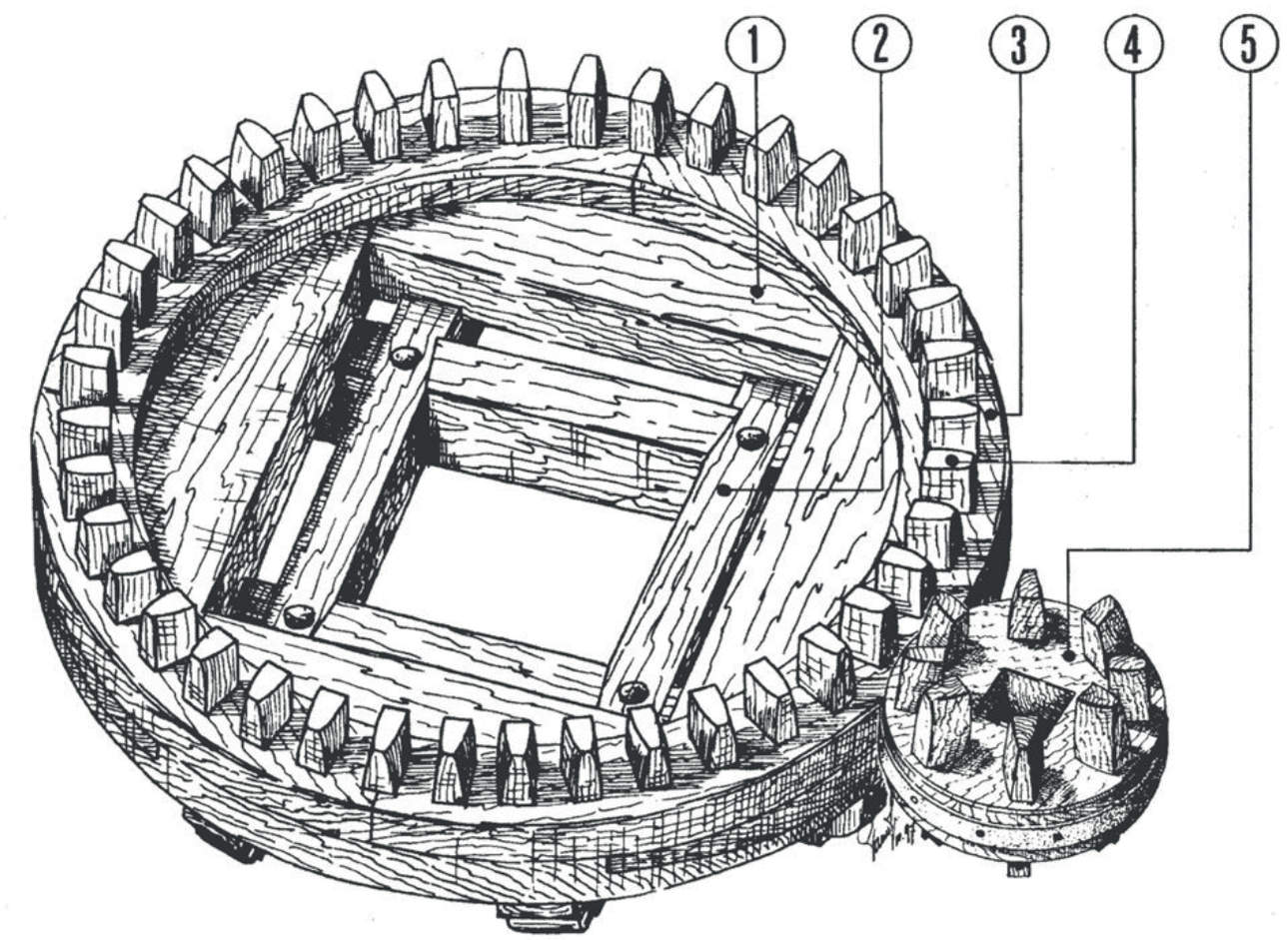
Fig. 6.5.2.1
Bonkelaars

1. *plooistuk*
2. *kruisarm*
3. *velg*
4. *kam*
5. *bonkelaartje voor een weidemolen*

6.5.2 De bonkelaar

bovenbonkelaar, onderbonkelaar

Een bonkelaar is een kroonwiel dat de beweging overbrengt op een andere as. Het verschil tussen een bovenbonkelaar en een onderbonkelaar betreft alleen de plaats op de koningsspil; de constructie is in beide gevallen gelijk (fig. 6.5.2.1).



De boezelaar wordt met wiggen op de koningsspil vastgezet. Ook hier worden de wiggen geborgd met wouterlatjes. Een bonkelaar bestaat gewoonlijk uit vier kruisarmen die, net als bij het bovenwiel, halfhouts in elkaar zijn gewerkt. Op de kruisarmen komen met een zwaluwstaartverbinding de plooistukken. Deze worden onderling verbonden met een haaklas.
Op de plooien komt een ring, de velg. Voor kruisarmen, plooien en velgen worden dezelfde houtsoorten gebruikt als bij het bovenwiel.

maanstukken pen en gatverbinding

klembanden

Er is nog een andere manier om een bonkelaar te vervaardigen. Hierbij worden vier iepen maanstukken van ca. 15 cm dikte met pen- en gatverbindingen in elkaar gewerkt en vervolgens in cirkelvorm gezaagd (fig. 6.5.2.4). In het midden laat men een vierkante opening over voor de spil. Aan de omtrek wordt de plaat verstevigd met één of twee ijzeren klembanden (zie fig. 6.5.2.2).
Langs de omtrek van de bonkelaar steekt men vierkante gaten waarin de kammen worden gestoken. De vorm en de bevestiging daarvan zijn min of meer gelijk aan die van de kammen in het bovenwiel.

licht en zwaar werk

Een bijzonder soort bonkelaar komt men tegen in vijzelmolens die zijn uitgerust met z.g. 'licht en zwaar werk' (zie fig. 6.5.2.3).
Bij aldus uitgeruste molens is de onderbonkelaar voorzien van twee concentrische gangen kammen die uiteraard dezelfde steek hebben. De buitenste gang heeft natuurlijk een groter aantal kammen dan de binnenste gang en levert daarom het zware werk want bij één omwenteling van de koningsspil wordt de vijzel over een grotere hoek gedraaid en krijgt een grotere snelheid.

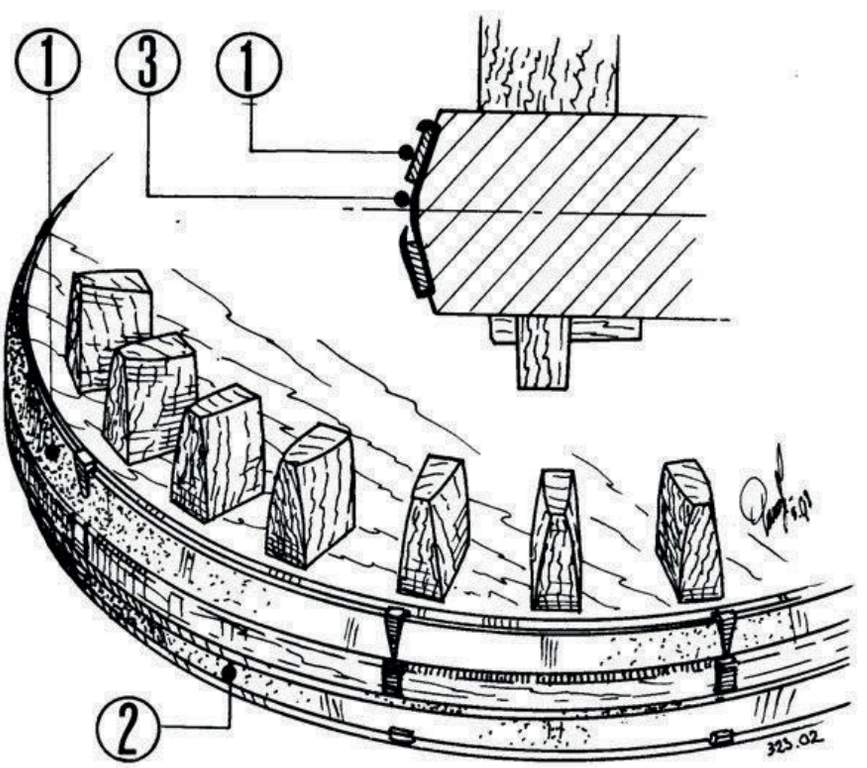


Fig. 6.5.2.2
Klembanden om de bonkelaar

1. *bovenklemband*
2. *onderklemband*
3. *borgstrip*

wervel

Door de koningsspil m.b.v. de wervel zodanig te verschuiven dat de kammen van het vijzelwiel aangrijpen op de binnenste gang kammen van de onderbonkelaar wordt de snelheid van de vijzel vertraagd. De molen staat dan in zijn lichte werk. Welk werk wordt ingeschakeld is o.a. afhankelijk van de heersende wind. De afstand tussen beide gangen kammen is zo groot dat de kammen van beide gangen ter weerszijden van die van het vijzelwiel kunnen vrijlopen b.v. als de molen voor de prins draait.

dollen
dollenwielen

Kleine bonkelaars met ronde kammen, de dollen, voor lichtlopende kleine werktuigen en overbrengingen noemt men dollenwielen.

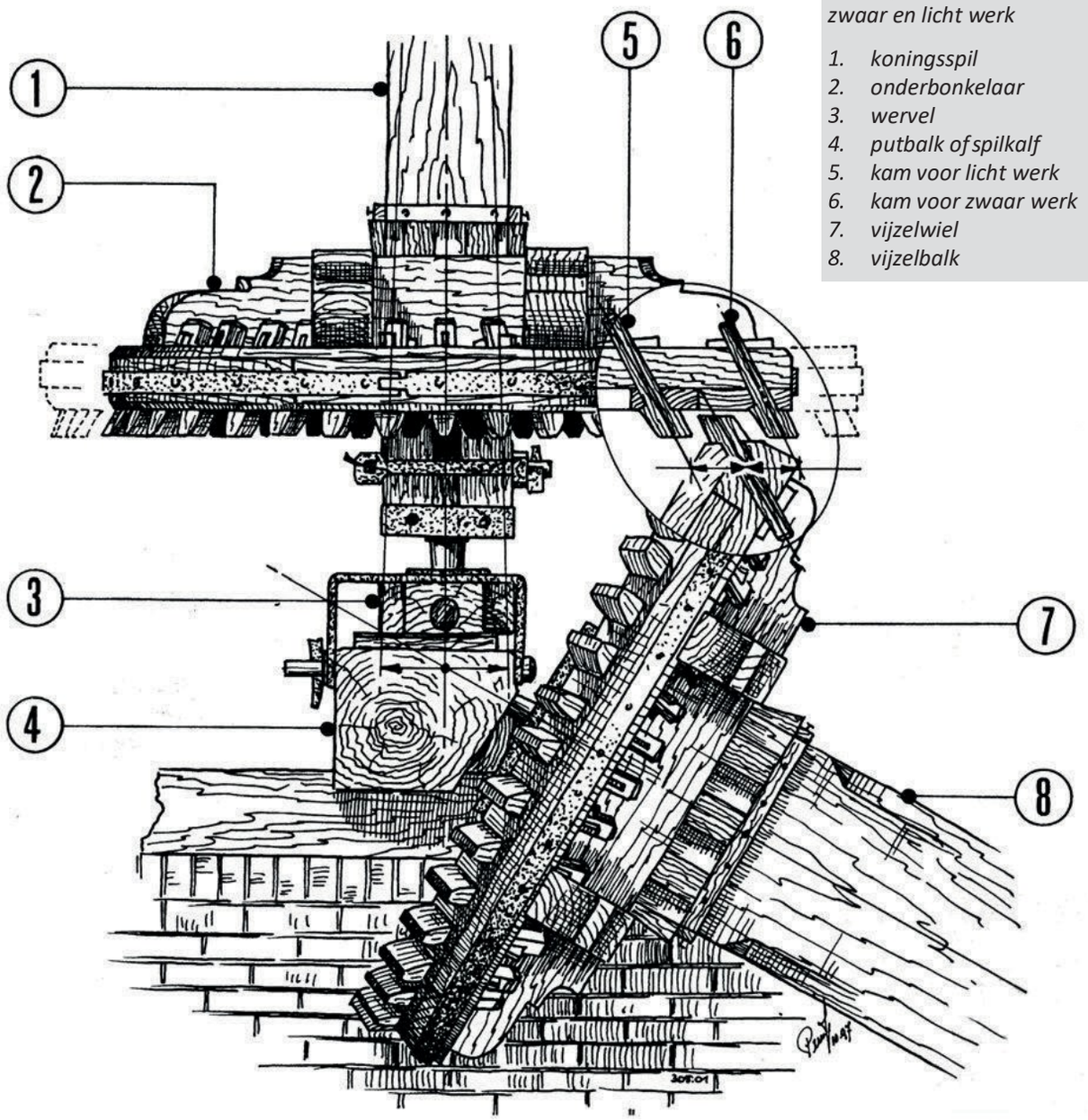


Fig. 6.5.2.3
Aandrijving voor een vijzel met zwaar en licht werk

1. *koningsspil*
2. *onderbonkelaar*
3. *wervel*
4. *putbalk of spilkalf*
5. *kam voor licht werk*
6. *kam voor zwaar werk*
7. *vijzelwiel*
8. *vijzelbalk*

© Het Gilde van Molenaars

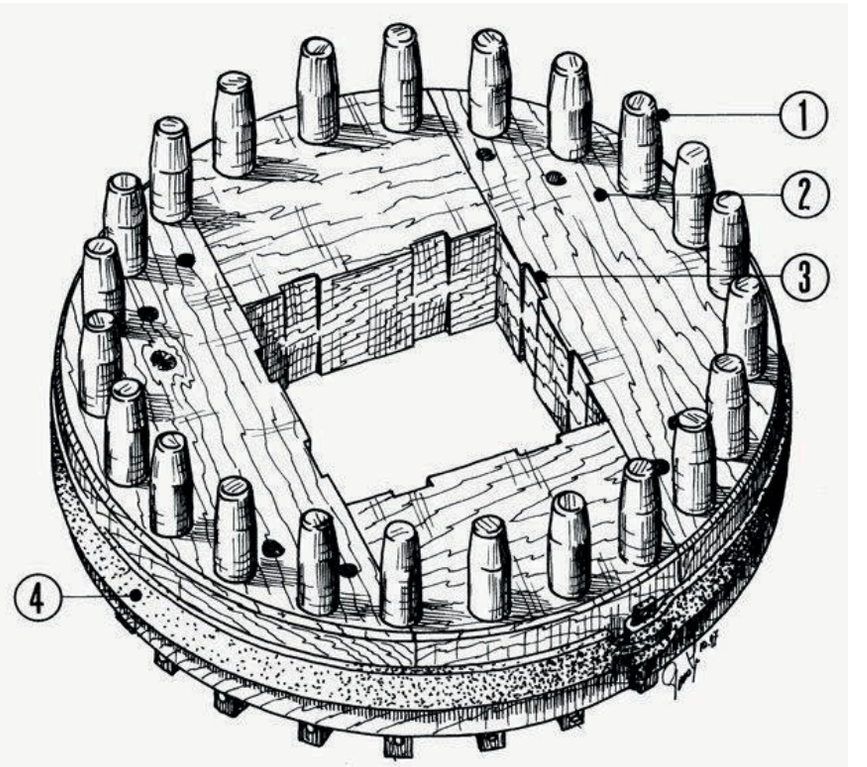


Fig. 6.5.2.4
Dollenwiel

1. *dol*
2. *plooistuk*
3. *wigkeep*
4. *spijlband*

6.5.3 De schijfloop of het rondsel

schijfloop, rondsel

Schijflopen of rondsels (fig. 6.5.3.1) kunnen op diverse plaatsen in de molen voorkomen. De schijflopen boven of onder aan de koningsspil worden resp. bovenschijfloop en onderschijfloop genoemd; de schijfloop op de steenspil in een korenmolen is de steenschijfloop. De constructie van al deze rondsels is min of meer hetzelfde.

bovenschijfloop, onderschijfloop
steenschijfloop

iepen plaat
maanstukken

Een schijfloop of rondsel bestaat uit twee iepen platen met daartussen de staven. Elk van beide platen bestaat uit vier maanstukken. Deze maanstukken zijn met pen- en gatverbindingen in elkaar gewerkt. In het midden wordt ook hier een spiegelgat uitgespaard. Rond de buitenomtrek van de platen worden ijzeren banden geklemd die het geheel stevig bij elkaar houden. Langs de omtrek van iedere plaat worden vierkante gaten gestoken waarin de pennen van de staven komen. De platen zijn ook hier van iepenhout om te voorkomen dat de tussen deze gaten liggende dammen uitscheuren.

staven

In de naar elkaar toegekeerde binnenzijden van beide platen worden de gaten verwijd tot een ondiep rond gat dat enigszins conisch is, met het vierkante deel precies in het centrum ervan. De gewoonlijk ronde staven zijn aan de beide uiteinden voorzien van een vierkante pen. Deze pennen passen precies in de vierkante gaten van de twee platen.
Het ronde gedeelte van de staven is aan de uiteinden ook enigszins conisch gemaakt. Hierdoor passen de staven precies in de gaten en de platen en vormen ze daarmee een onwrikbaar geheel. De twee platen worden met vier zware trekbouten bijeengehouden.

trekbouten

© Het Gilde van Molenaars

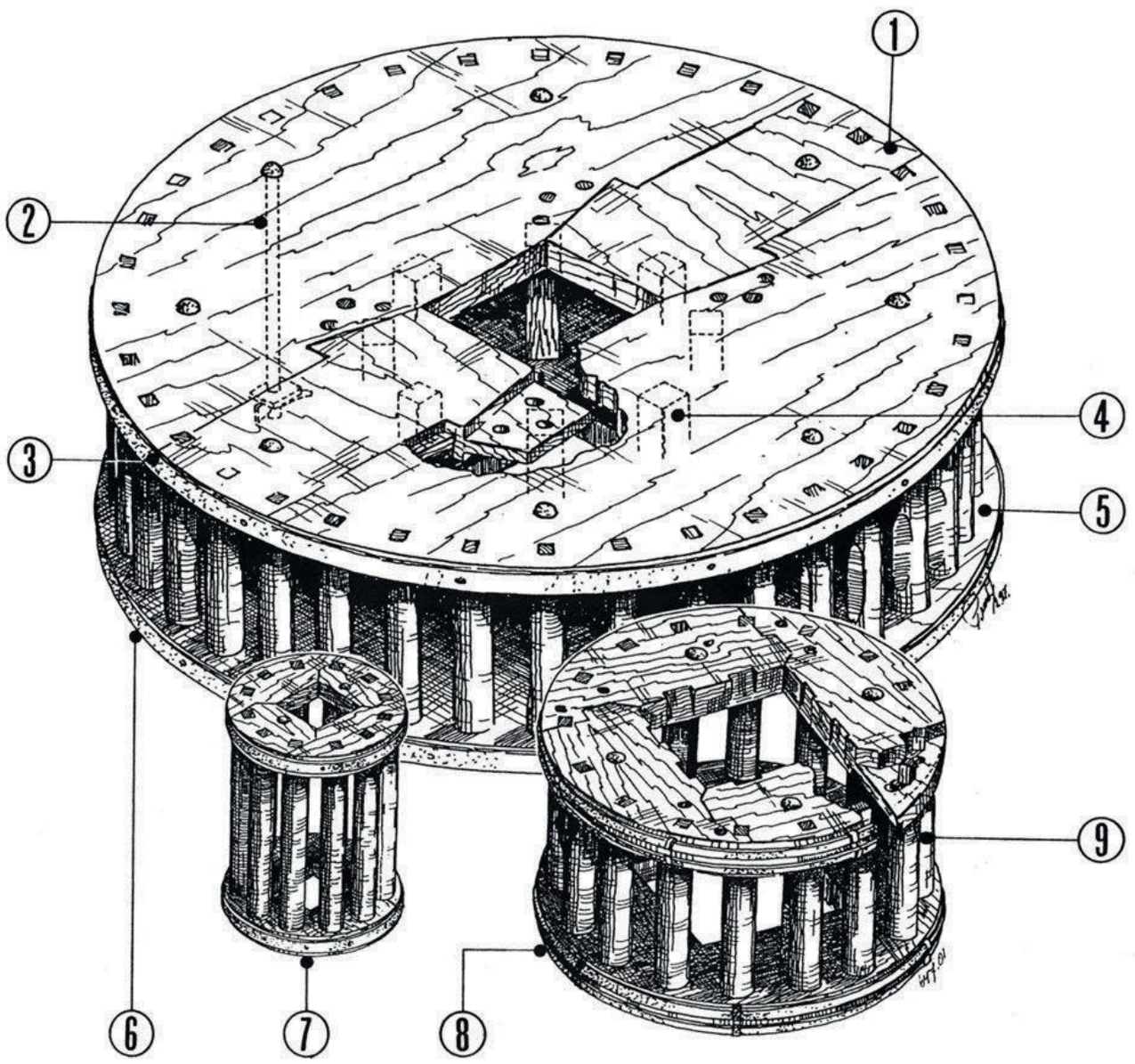


Fig. 6.5.3.1
Rondsels of schijflopen

1. bovenplaat	*4. stutstaaf*	*7. lantaarnwiel*
2. trekbout	*5. onderplaat*	*8. steenrondsel*
3. klemband	*6. klemband*	*9. staaf*

© Het Gilde van Molenaars

stutstaven

Men zet de schijfloop op de spil vast door wiggen te slaan tussen de spil en de randen van het spiegelgat. Door de druk van deze wiggen én door de trekkracht van de bouten worden de twee platen bij de spiegel naar elkaar toe gedreven en getrokken. Om dit te voorkomen plaatst men vlak bij het spiegelgat rondom de spil gewoonlijk vier afstandhouders, de z.g. stutstaven.

keren van de staven

Het voordeel van een schijfloop t.o.v. een bonkelaar is tweeledig. In de eerste plaats is een schijfloop sterker omdat de staven op twee plaatsen worden gesteund. Ze kunnen daardoor minder doorbuigen. In de tweede plaats kunnen de staven door hun ronde vorm en vierkante pen bij slijtage een kwartslag worden gedraaid waardoor er weer een nieuw loopvlak ontstaat. Dit zogenaamde 'keren' van de staven kan maar liefst acht keer worden gedaan. De staven kunnen namelijk ook nog ondersteboven in de schijfloop worden geplaatst. Ondersteboven keren kan echter niet met schietstaven.

schietstaven

Een nadeel van een schijfloop is dat een gekraakte of gebroken staaf moeilijker is te vervangen. Daarvoor moet men de gehele schijfloop losmaken en de platen van elkaar halen. Om dit probleem te ondervangen paste men soms z.g. schietstaven toe (fig. 6.5.3.2 & 3).

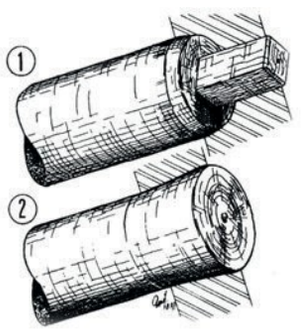


Fig. 6.5.3.2
Voorbeelden van staven

1. *normale staafkop*
2. *schietstaafkop*

Een schietstaaf heeft aan de onderzijde dezelfde vorm als een gewone staaf. Aan de bovenzijde ontbreekt echter de vierkante pen. Aan dit uiteinde is de staaf conisch iets verwijd. In het bovenblad van de schijfloop zitten geen vierkante gaten maar naar beneden toe conisch toelopende ronde gaten. De schietstaven worden nu van bovenaf door de bovenste plaat op hun plaats gestoken. Aan de bovenzijde worden de staven geborgd door een borgstrip of ring die wordt vastgezet op de bovenzijde van het bovenblad van de schijfloop.

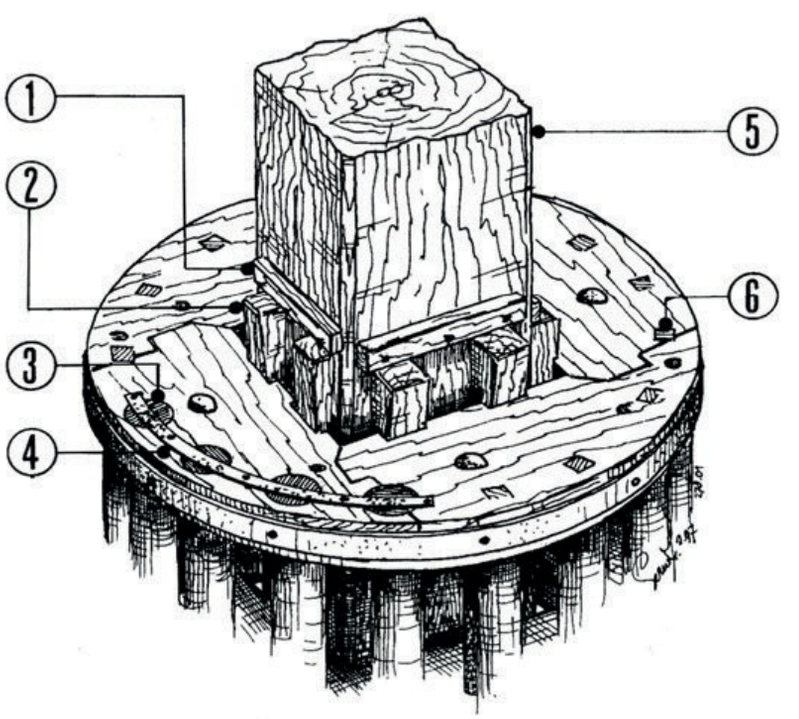


Fig. 6.5.3.3
Rondsel met schietstaven

1. *wouterlatje*
2. *wig*
3. *schietstaaf*
4. *borgstrip*
5. *koningsspil*
6. *pen van een gewone staaf*

© Het Gilde van Molenaars

Door nu deze ijzeren borging los te maken kan men een versleten staaf eenvoudig vervangen. Schietstaven worden ook wel gebruikt in schijflopen die op een eenvoudige manier uit hun werk gezet moeten worden. Men past dan een constructie toe met vier of vijf schietstaven en voor de rest gewone staven. Staven worden in de regel gemaakt van palmhout, bolletrie of azijnhout.

wieg

Tot slot nog iets over andere benamingen voor schijflopen of rondsels. In het zuiden van het land wordt de bovenschijfloop over het algemeen de wieg genoemd.

lantaarnwiel

Wanneer de diameter van een schijfloop kleiner is dan de hoogte spreken we van een lantaarnwiel.

6.5.4 Het spoorwiel, takrad, ravenwiel en steenwiel

spoorwiel

Het spoorwiel is te vinden in korenmolens aan de onderzijde van de koningsspil. Het zorgt voor de aandrijving van één of enkele steenschijven. Dezelfde constructie maar een andere naam hebben het takrad, het ravenwiel en het steenwiel. Takrad is de Groningse benaming voor het spoorwiel. Het ravenwiel is het spoorwiel van een pelmolen. Het steenwiel is te vinden in industriemolens, die zijn uitgerust met kantstenen zoals olie-, specerij- en verfmolens. Het steenwiel zit dan op de spil die deze stenen in beweging brengt.

takrad, ravenwiel steenwiel

In tegenstelling tot bijvoorbeeld het bovenwiel en de bonkelaar zijn dit geen kroonwielen maar kranswielen waarvan de kammen naar buiten gericht zijn en de kamstaarten naar het hart van het wiel wijzen.

Ook de constructie van het spoorwiel begint men met het halfhouts in elkaar werken van vier kruisarmen. Voor de verdere opbouw van het wiel zijn er twee varianten.

In de eerste variant worden er op de kruisarmen plooien bevestigd. Op deze plooien komen dan een of twee velgen waartussen de kammen worden gestoken in de daarvoor uitgehakte kepen. In de velgen van het spoorwiel hakt men, in tegenstelling tot die van het bovenwiel, geen gaten voor het aanbrengen van de kammen. In plaats daarvan worden voor het vastzetten van de kammen tussen de velgen klossen aangebracht, de z.g. losse dammen.

losse dammen

Deze dammen worden tussen de velgen vastgezet door middel van bouten die door beide velgen heen steken. De kammen worden tussen deze dammen vastgeslagen en daarna geborgd. Naast deze losse dammen kent men ook vaste dammen (fig. 6.5.4.1).

In de tweede variant worden geen plooien gebruikt maar worden de velgen direct op de kruisarmen bevestigd. Om de velgen voldoende steun en het wiel voldoende stijfheid te geven brengt men aan de bovenzijde een extra stel kruisarmen aan. De velg wordt dus ingeklemd tussen in totaal vier dubbele kruisarmen. Ook in deze variant zitten de kammen ingeklemd tussen dammen. De toegepaste houtsoorten zijn dezelfde als die voor het bovenwiel: meestal eiken voor de kruisarmen en de plooien, iepen voor de velgen en groenhart of azijnhout voor de kammen

© Het Gilde van Molenaars

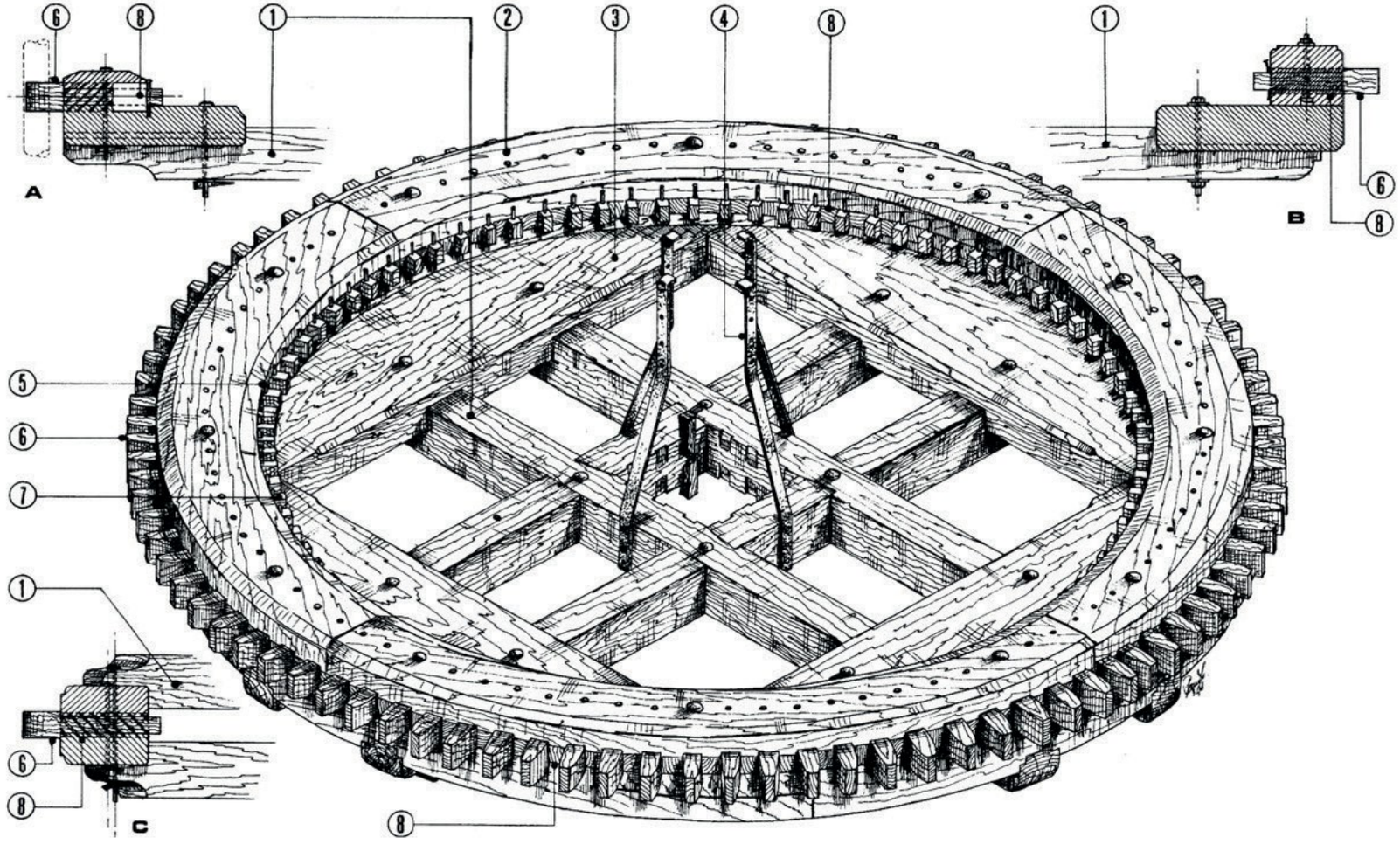


Fig. 6.5.4.1
Het spoorwiel

1. *kruisarm*
2. *velg*
3. *plooistuk*
4. *hangijzer*
5. *kamnagel*
6. *kam*
7. *kamstaart*
8. *dam*

A. *Spoorwiel met een enkele velg (met plooistukken)*
B. *Spoorwiel met dubbele velg (met plooistukken)*
C. *Spoorwiel met dubbele kruisarmen en velgen (zonder plooistukken)*

© Het Gilde van Molenaars

6.5.5 Het sterrewiel ofvarkenswiel

sterrewiel, varkenswiel

Ook een sterre- of varkenswiel (fig. 6.5.5.1) heeft naar buiten gerichte kammen maar het is in diameter niet zo groot. In de regel bestaat een dergelijk wiel uit twee iepen platen waartussen de kammen worden geklemd. Deze iepen platen bestaan uit vier delen en worden op dezelfde wijze geconstrueerd als de platen van schijflopen. De kamgaten worden soms gevormd door uitsparingen in de beide platen maar worden in andere gevallen, net als bij het spoorwiel, gevormd door ruimten tussen losse dammen.

Toepassing van varkenswielen:
In standerdmolens voor de aandrijving van het luiwerk. In paltrokmolens voor de aandrijving van de krukas. In oliemolens zorgen diverse varkenswielen voor de aandrijving van het roerwerk boven de vuisters, de overwerker.
In zeldzame gevallen worden ze toegepast op de steenspil in korenmolens.

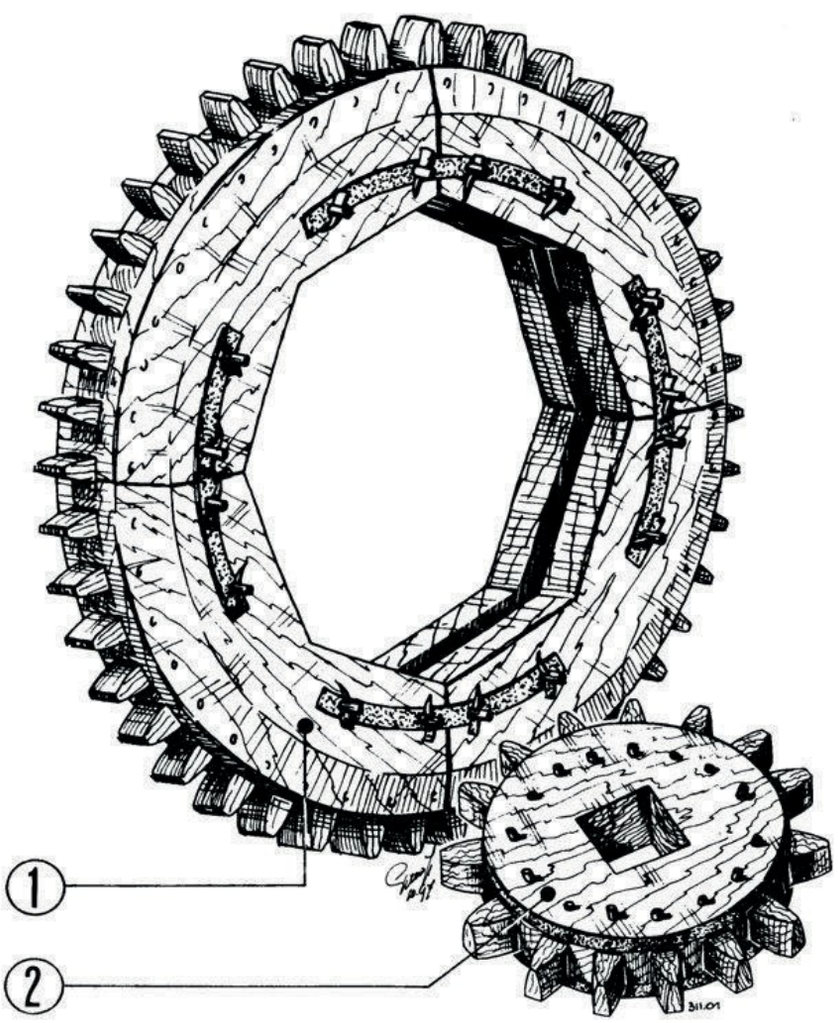


Fig. 6.5.5.1
Voorbeelden van sterre- of varkenswielen

1. *wentelaskranswiel voor een overwerker*
2. *luiaswiel*

6.5.6 Het waterwiel of onderwiel

waterwiel, onderwiel

wateras, onderas

Het water- of onderwiel (fig. 6.5.6.1) zorgt in poldermolens die voorzien zijn van een scheprad voor de overbrenging van de koningsspil naar het scheprad. Het is dan ook, net als het scheprad bevestigd op de wateras of onderas.
Een diameter van 5 à 6 m is voor dit wiel niet uitzonderlijk en maakt dit wiel qua omvang tot het grootste van de in windmolens toegepaste wielen.

De meeste waterwielen zijn uitgerust met spouwarmen zoals is beschreven bij het bovenwiel. Aan de buitenomtrek komen in de regel acht plooistukken. Om te zorgen dat deze plooistukken allemaal ongeveer even lang zijn gebruikt men bij waterwielen vaak gebogen kruisarmen. Hierdoor worden de krachten op het waterwiel gelijkmatiger over de omtrek verdeeld.
De kruisarmen komen dan bij het spiegelgat het dichtst bij elkaar en wijken naar buiten toe steeds verder uiteen.

De plooien worden met zwaluwstaartverbindingen op de kruisarmen bevestigd. Tussen de plooien onderling worden haaklassen toegepast.
Evenals bij het bovenwiel komen op de plooien een voor- en een achtervelg. Bij oudere wielen ontbreekt vaak de achtervelg. Door plooien en velgen worden de kammen gestoken.
De gebruikte houtsoorten zijn dezelfde als bij het bovenwiel: eiken voor de kruisarmen en de plooien, iepen voor de velgen, azijnhout of groenhart voor de kammen.

Fig. 6.5.6.1
Het water- of onderwiel

1. *kam*
2. *achtervelg*
3. *voorvelg*
4. *gebogen kruisarm*
5. *gebogen spouwarm*
6. *kamstaart*
7. *kamnagel*
8. *plooistuk*
9. *stootgat voor armkam*
10. *spijlbout*
11. *stutklos*
12. *spiegelgat*
13. *vulklos of -plaat tussen de spouwarmen*

© Het Gilde van Molenaars

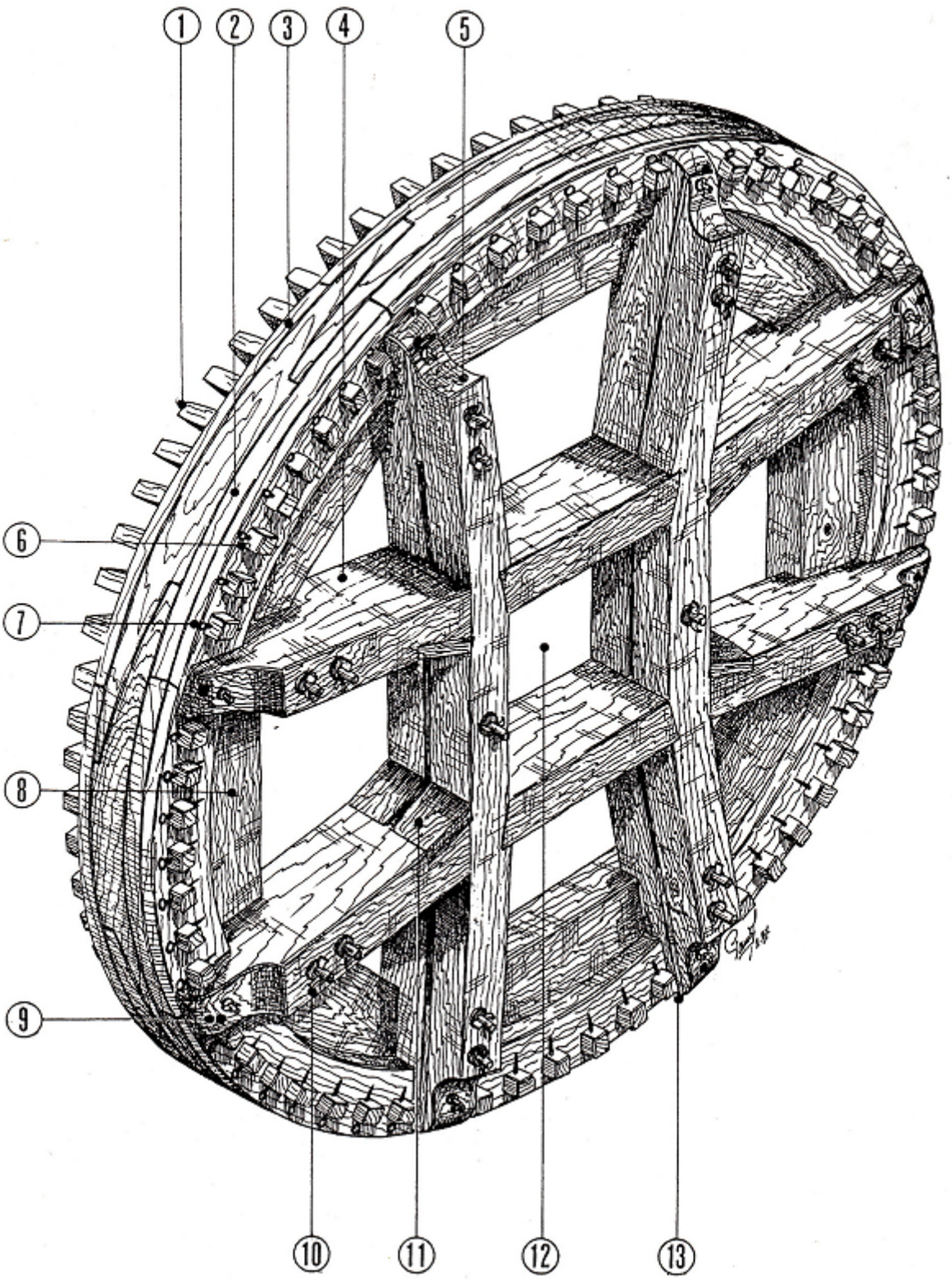


Fig. 6.5.6.1
Het water- of onderwiel

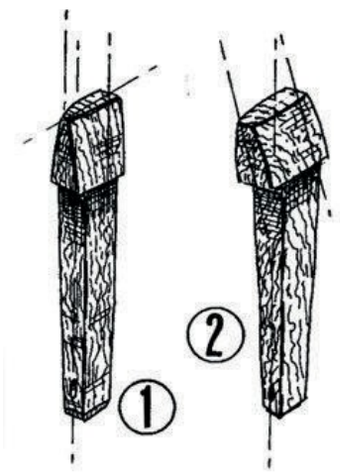
© Het Gilde van Molenaars

6.5.7 Het vijzelwiel

vijzelwiel

Het vijzelwiel zit bovenaan de vijzelbalk en wordt aangedreven door de onderbonkelaar die – al of niet – is uitgerust met een gang kammen voor zowel licht als zwaar werk.
De constructie komt overeen met die van de bonkelaar: kruisarmen en plooien met daarop een velg. De achtervelg ontbreekt gewoonlijk. De kammen worden door plooien en velg heen gestoken.
Vanwege de helling van de vijzel staan de kammen van het vijzelwiel vaak naar buiten gericht waardoor de aangrijping op de kammen van de onderbonkelaar wordt verbeterd. Voor het vijzelwiel worden dezelfde houtsoorten gebruikt als voor de bonkelaar (fig. 6.5.2.3).

Fig. 6.5.8.1
Voorbeeld van een rechte kam (1) en een kam voor conisch werk (2)



6.5.8 Conische kamwielen en schijflopen

De zijkanten van kamkoppen worden altijd rond afgewerkt. Het raakvlak van twee op elkaar ingrijpende kammen wordt daardoor verkleind. Men bereikt hiermee dat beide wielen goed en soepel in elkaar draaien zodat er weinig slijtage optreedt. Doet men dit niet dan stoot het gangwerk met als gevolg grote slijtage of zelfs ontwrichting.

Afronding van kammen is het eenvoudigst bij loodrecht op elkaar ingrijpende kammen (resp. kammen en staven) òf bij in elkaars verlengde op elkaar ingrijpende kammen. Werken beide wielen niet haaks op elkaar of in elkaars verlengde dan moet men de kammen op een andere manier afronden om hun raakvlak zo klein mogelijk te houden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de overbrenging van bovenwiel op bovenbonkelaar of bovenschijfloop of bij de overbrenging van onderbonkelaar op vijzelwiel. Het bovenwiel en zeker het vijzelwiel hebben nl. een schuine stand. Om te zorgen dat kammen (resp. kammen en staven) toch loodrecht op elkaar of in elkaars verlengde in elkaar grijpen geeft men de kammen of de staven een schuine stand. Op deze wijze ontstaan dan conische kamwielen of schijflopen.

conische kamwielen, schijflopen

6.5.9 Gietijzeren wielen

gietijzeren wielen

Vooral in door waterkracht aangedreven molens in Noord-Brabant en Limburg zijn veel houten wielen en spillen in de loop der tijd vervangen door gietijzeren wielen en spillen. Een gietijzeren wiel wordt in zijn geheel gegoten. Bij toepassing van houten kammen spaart men de gaten hiervoor bij het gieten uit.

naaf

In het midden van het wiel zit een zwaar rond gedeelte, de naaf met daarin een spiebaan waarmede het wiel op de spil wordt vastgezet. Aan de naaf zitten zes tot acht spaken met op de uiteinden van deze spaken een gietijzeren ring, de velg. Net als bij houten wielen worden de kammen door deze velg gestoken en

borgklosjes

aan de binnenzijde geborgd met trapeziumvormige borgklosjes.
Kleinere wielen hebben meestal aangegoten kammen.

Twee op elkaar ingrijpende gietijzeren wielen hebben niet allebei gietijzeren kammen. Van het aandrijvende wiel zijn in de regel de kammen van hout.

haagbeuk

Voor deze kammen wordt vaak haagbeuk gebruikt. Bij een haakse overbrenging zijn gietijzeren gangwerken zowel conisch als recht uitgevoerd. Ook enkele windmolens hebben een geheel of gedeeltelijk ijzeren gangwerk.

© Het Gilde van Molenaars

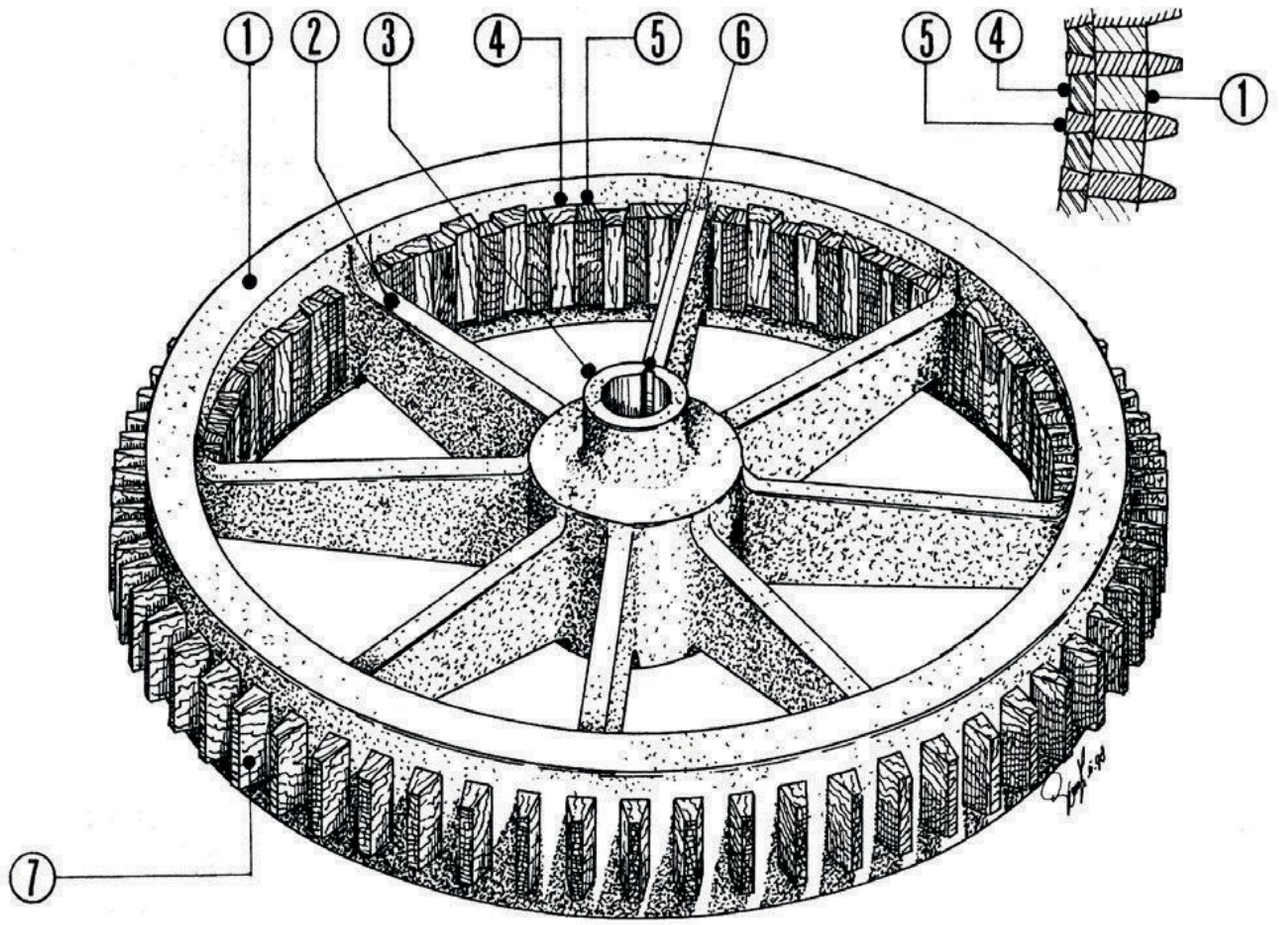


Fig. 6.5.9.1
Gietijzeren wiel

1. *velg*
2. *spaak*
3. *naaf*
4. *borgklosje*
5. *kamstaart*
6. *spiebaan*
7. *kam*

© Het Gilde van Molenaars

6.5.10 De wielen van het luiwerk

kammenluiwerk
sleepluiwerk

Er zijn twee types luiwerken te onderscheiden: het kammenluiwerk en het sleepluiwerk (12.8.1, fig. 12.8.1.1 t/m 3). Bij een kammenluiwerk wordt er op de koningsspil een bonkelaar aangebracht. Ook op de luias zit een bonkelaar, het luiwiel dat in de kammen van de bonkelaar op de spil kan worden getrokken. Soms gebruikt met dollen i.p.v. kammen.

luiwiel

6.5.10.a Het kammenluiwerk

Bij standerdmolens wordt het luiwerk aangedreven door een varkenswiel op de luias dat tussen de kammen van het aswiel getrokken wordt.

6.5.10.b Het sleepluiwerk

Het sleepluiwerk heeft ook twee wielen maar deze hebben geen kammen. Het wiel rond de koningsspil, de luitafel, is samengesteld uit kruisarmen en plooien. Op de plooistukken komt een slijtlaag van blokjes wilgenhout die eenvoudig te vervangen zijn. Het luiwiel wordt aan de buitenomtrek van een wilgenhouten slijtlaag voorzien.
In veel molens zit om het luiwiel echter een metalen voering of een oude autoband.

luitafel

gaffelwiel

Aan het andere uiteinde van de luias is meestal een gaffelwiel bevestigd. Dit gaffelwiel bestaat uit twee kruisarmen die door de luias zijn gestoken of uit vier kruisarmen die om de luias zijn aangebracht en vastgezet met wiggen. Aan de omtrek van het gaffelwiel komen plooien of een krans. Daarop worden de houten of metalen gaffels bevestigd waartussen het gaffeltouw loopt. Met dit rondgaande touw kan het luiwerk handmatig worden bediend. Een gaffelwiel is meestal van eikenhout.
In plaats van met kruisarmen worden gaffelwielen ook wel opgebouwd uit een ronde houten plaat.

gaffels

© Het Gilde van Molenaars

6.6 DE VANG

6.6.0 Inleiding

vang

Met de vang kan een draaiende molen tot stilstand worden gebracht. Bovendien zorgt de vang ervoor dat een stilstaande molen zelfs bij storm niet gaat draaien. Vanwege deze twee zeer belangrijke taken moet de molenaar goed op de hoogte zijn van de werking en bediening van de vang.
Regelmatig moet gecontroleerd worden of de vang in goede staat is en naar behoren functioneert want als de vang het begeeft tijdens het vangen van de molen is deze alleen met zeer grote moeite nog te stoppen.
De molenaar moet klein afstel- en onderhoudswerk aan de vang zelf kunnen verrichten. Zie voor het controleren en het afstellen van de vang hoofdstuk 7, de Praktijk.

Er zijn twee verschillende vangtypes die elk weer twee uitvoeringen kennen:

De blokvang: een krans van blokken om het bovenwiel
a. de Vlaamse vang.
b. de Hollandse vang of stutvang

De band- of hoepelvang: een band om het bovenwiel
a. de houten bandvang
b. de stalen bandvang

6.6.1 De blokvang

blokvang

Een blokvang bestaat uit een aantal vangstukken die onderling gekoppeld zijn en als een krans om het bovenwiel liggen.

vangstukken of vangblokken

Deze vangstukken of -blokken worden bij voorkeur uit kromgegroeid wilgen- of populierenhout gezaagd. Dit is zacht, taai maar vooral slijtvast hout.

6.6.1.a De Vlaamse vang

Vlaamse vang
buikstuk, teenstuk, schouderstuk
kopstuk, sabelstuk

De Vlaamse vang (fig. 6.6.1.1) omsluit vrijwel het gehele bovenwiel en bestaat meestal uit vier of vijf vangstukken: buikstuk, teenstuk, schouderstuk, kopstuk en sabelstuk. Zijn er vier stukken dan ontbreekt het schouderstuk. Het buikstuk is direct of indirect met koebouten bevestigd aan de rechterdaklijst of aan het

koebouten, vanganker

rechtervoeghout. De koebouten en het vanganker vormen het vaste punt van de vang. Ze voorkomen dat de vangstukken meedraaien met het bovenwiel.

maanijzers

De vangstukken zijn onderling gekoppeld met boogvormige ijzeren strippen aan beide zijkanten, de maanijzers. Deze maanijzers zijn in de regel over zo'n 50 à 60 cm aan een vangstuk bevestigd.

vaste of stijve vang

Bij een vaste of stijve vang koppelt één paar maanijzers twee vangstukken aan elkaar. Deze kunnen daardoor ten opzichte van elkaar niet bewegen (scharnieren).

losse, scharnierende vang

Bij een losse of scharnierende vang bestaat elke koppeling uit twee paar maanijzers, die door middel van een bout met elkaar zijn verbonden. Deze bout bevindt zich tussen de twee vangstukken die nu wel ten opzichte van elkaar kunnen bewegen met de bout als scharnierpunt.

© Het Gilde van Molenaars

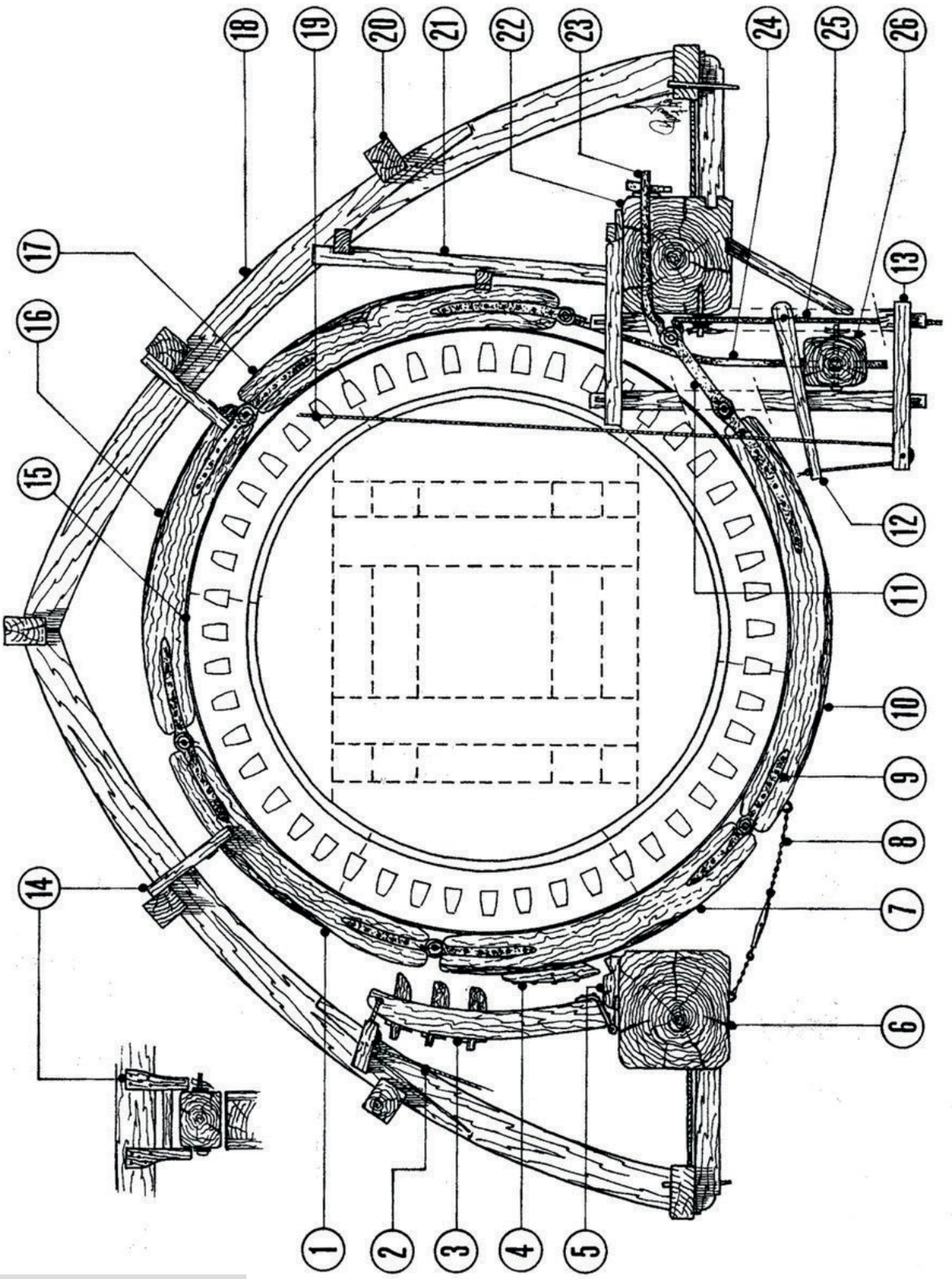


Fig. 6.6.1.1
De Vlaamse vang

doorgaande maanijzers

Soms heeft een scharnierende vang maanijzers die over de volle lengte van het vangblok lopen. Dan spreken we van doorgaande maanijzers.
De maanijzers worden in het midden van de zijkanten van de vangstukken ingelaten en vastgezet met zware spijkers en minstens twee doorgaande bouten. Door slijtage van de vangstukken komen de maanijzers steeds dichter naar het bovenwiel toe. Als de maanijzers het bovenwiel bijna raken moeten ze worden verzet. Het buikstuk slijt het snelst omdat dit het eerst en het zwaarst belast wordt als men de vang oplegt.

6.6.1.b De Hollandse vang of stutvang

Hollandse vang of stutvang
stutkast
stut

Bij de Hollandse vang of stutvang (fig. 6.6.1.2) ontbreekt het buikstuk. Bij deze vang is in het linkervoeghout en in het teenstuk een ruimte, de stutkast, uitgehakt waarin een houten stut is geplaatst. De stut wijst in de richting van de onderkant van de kammen van het bovenwiel en is geborgd tegen uitvallen.
De stut heeft dezelfde functie als de koebouten bij de Vlaamse vang. Als de molen wordt gevangen drukt de stut het teenstuk extra tegen het bovenwiel. Hierdoor vangt een stutvang feller dan een Vlaamse vang. Het teenstuk slijt dan ook het snelst.
Daarom vindt men op de kapzolder van een molen met een stutvang gewoonlijk een aantal reservestutten want door de slijtage van het teenstuk staat de stut op den duur niet meer in de juiste stand.
Dit probleem kan men verhelpen door de stut te vervangen door een langer exemplaar. Ook bij de stutvang komen vaste of scharnierende maanijzers voor.
De stutvang komt vooral voor in Noord-Holland.

Fig. 6.6.1.1
De Vlaamse vang (vorige pagina)

1. *schouderstuk*
2. *paltouw*
3. *pal*
4. *rijklamp*
5. *rust*
6. *linkervoeghout*
7. *teenstuk*
8. *spanketting*
9. *maanijzer*
10. *buikstuk*
11. *vanganker*
12. *kneppel*
13. *hangereel*
14. *vorkstut*
15. *hoep of voering*
16. *kopstuk*
17. *sabelstuk*
18. *kapspant*
19. *kneppeltouw*
20. *kapgording*
21. *lendestut*
22. *rechtervoeghout*
23. *koebout*
24. *sabelijzer*
25. *klink of haak*
26. *vangbalk*

© Het Gilde van Molenaars

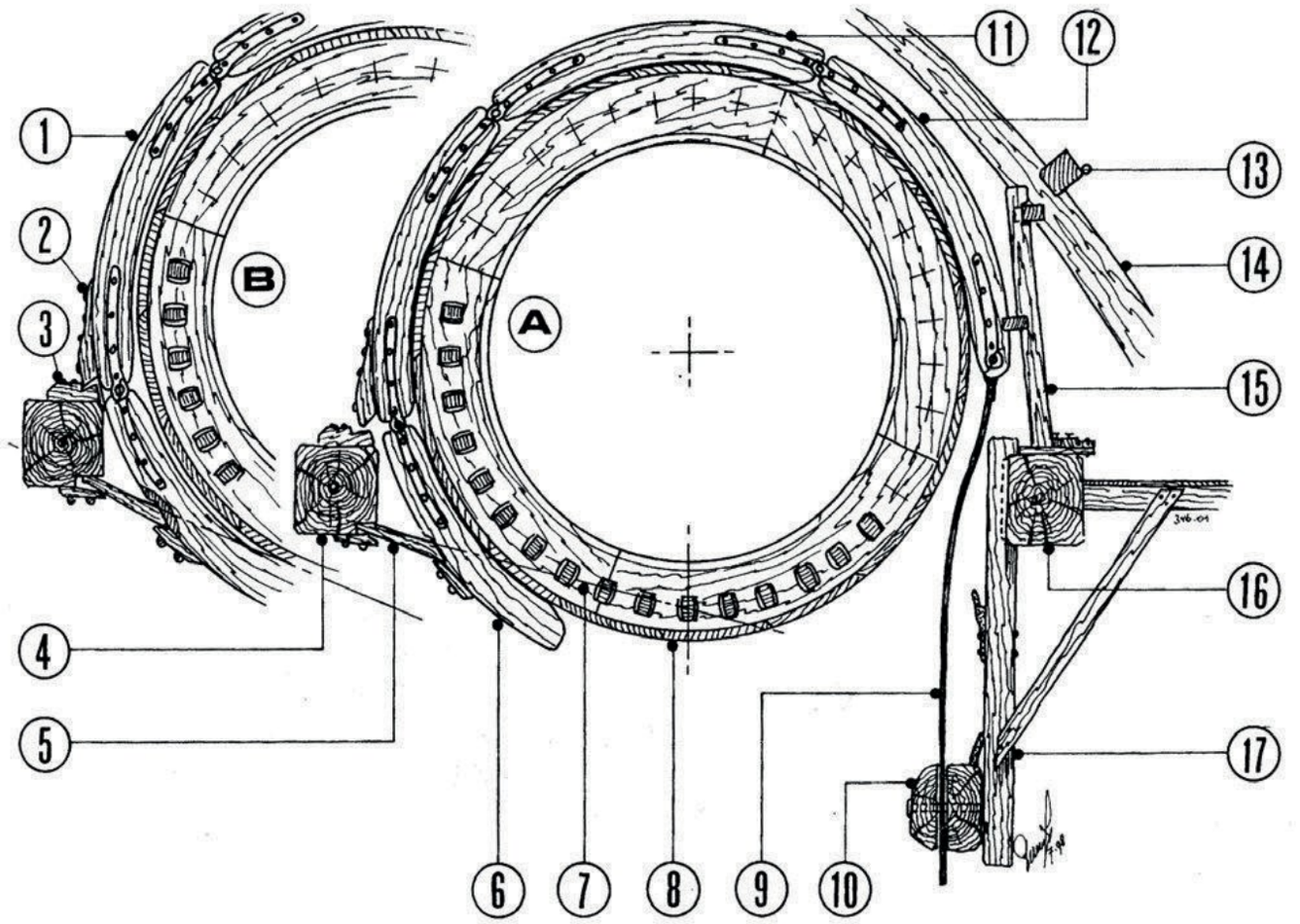


Fig. 6.6.1.2
De Hollandse vang of stutvang

A. vang opgelegd
B. vang gelicht

1. *schouderstuk*
2. *rijklamp*
3. *rust*
4. *linkervoeghout*
5. *stut*
6. *teenstuk*
7. *raaklijn stut/kam*
8. *houten voering*
9. *sabelijzer*
10. *vangbalk*
11. *kopstuk*
12. *sabelstuk*
13. *kapgording*
14. *kapspant*
15. *lendestut*
16. *rechtervoeghout*
17. *achterste hanger*

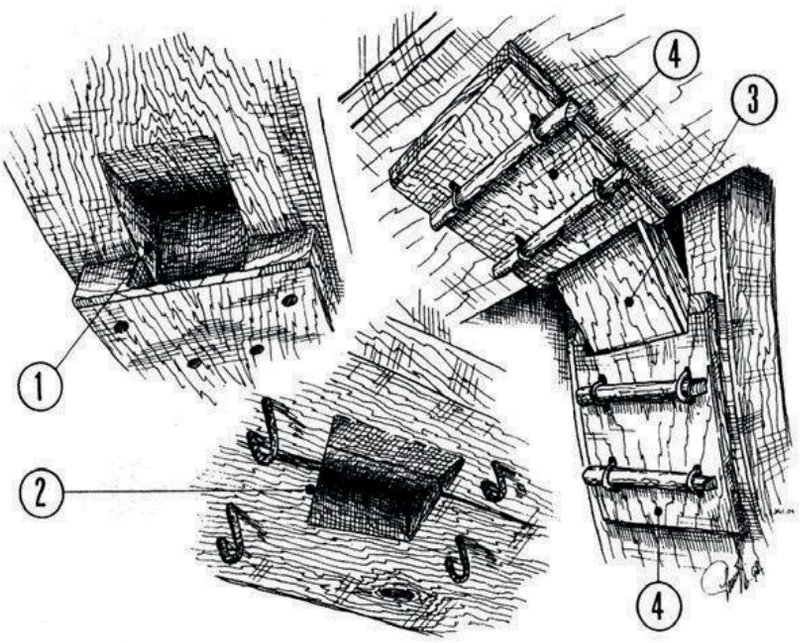


Fig. 6.6.1.3
De stut

1. *stutkast in teenstuk*
2. *stutkast in linker voeghout*
3. *stut, geplaatst tussen voeghout en vangstuk en afgesloten stutkasten*
4. *stutkastplaat met borging*

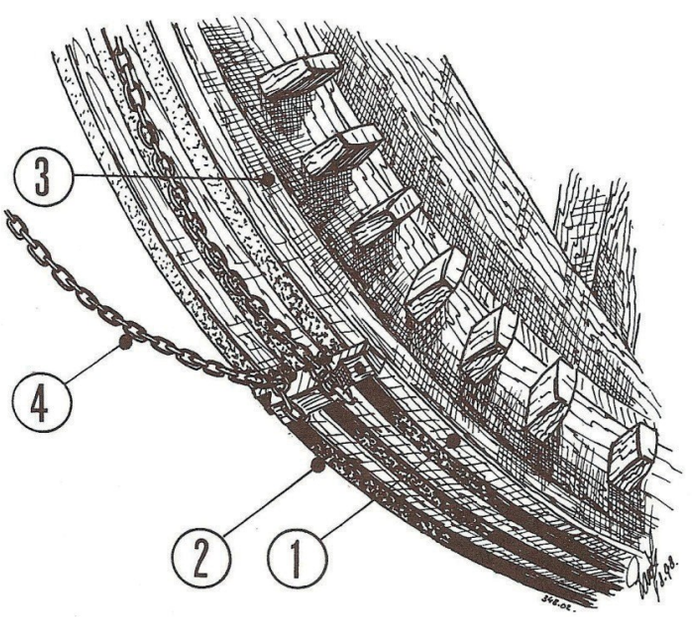


Fig. 6.6.2.1
Houten bandvang

1. *band- of hoepelvang*
2. *metalen band*
3. *bovenwiel*
4. *spanketting*

6.6.2 De band- of hoepelvang

band- of hoepelvang

De band- of hoepelvang is een uit één stuk bestaande houten of metalen band die vrijwel de gehele buitenomtrek van het bovenwiel omsluit, ongeveer als bij de Vlaamse vang.

6.6.2.a De houten bandvang

houten bandvang

Bij een houten bandvang (fig. 6.6.2.1) zijn de vangstukken vervangen door een 4 cm dikke gebogen houten plank uit één stuk. Een dergelijke vang is gemaakt van iepenhout dat redelijk buigbaar is en niet snel stuk springt. Om de buigzaamheid te bevorderen maakt men er soms dwarse zaagsneden in. Dit verzwakt de vang echter wel. Tegen scheuren of breken spijkert men soms ijzeren banden op de buitenomtrek. De bandvang wordt met koebouten opgehangen aan het rechtervoeghout of de rechterdaklijst.
Houten bandvangen zijn tamelijk zeldzaam in Nederland. Een aantal molens in Zeeuws-Vlaanderen is ermee uitgerust.

6.6.2.b De stalen bandvang

De stalen bandvang (fig. 6.6.2.2) bestaat uit een rond het bovenwiel gebogen ca. 6 mm dikke ijzeren plaat, meestal uit één stuk. Ook deze vang is met koebouten vastgezet aan het rechtervoeghout of de rechterdaklijst.

stalen bandvang

De stalen bandvang heeft aan het begin, bij de koebouten vaak een houten vulling van wilgenhout die ervoor moet zorgen dat de vang het bovenwiel goed omsluit.
Bij een stalen bandvang kan het bovenwiel uiteraard niet zijn voorzien van een ijzeren voering.

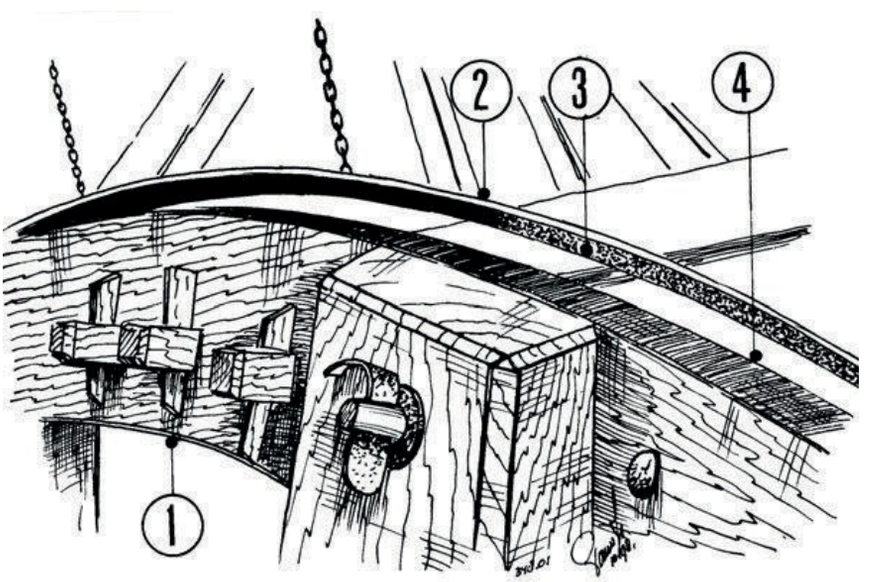


Fig. 6.6.2.2
Stalen bandvang

1. *bovenwiel*
2. *stalen bandvang*
3. *binnenzijde bandvang*
4. *wrijvingsvlak bovenwiel*

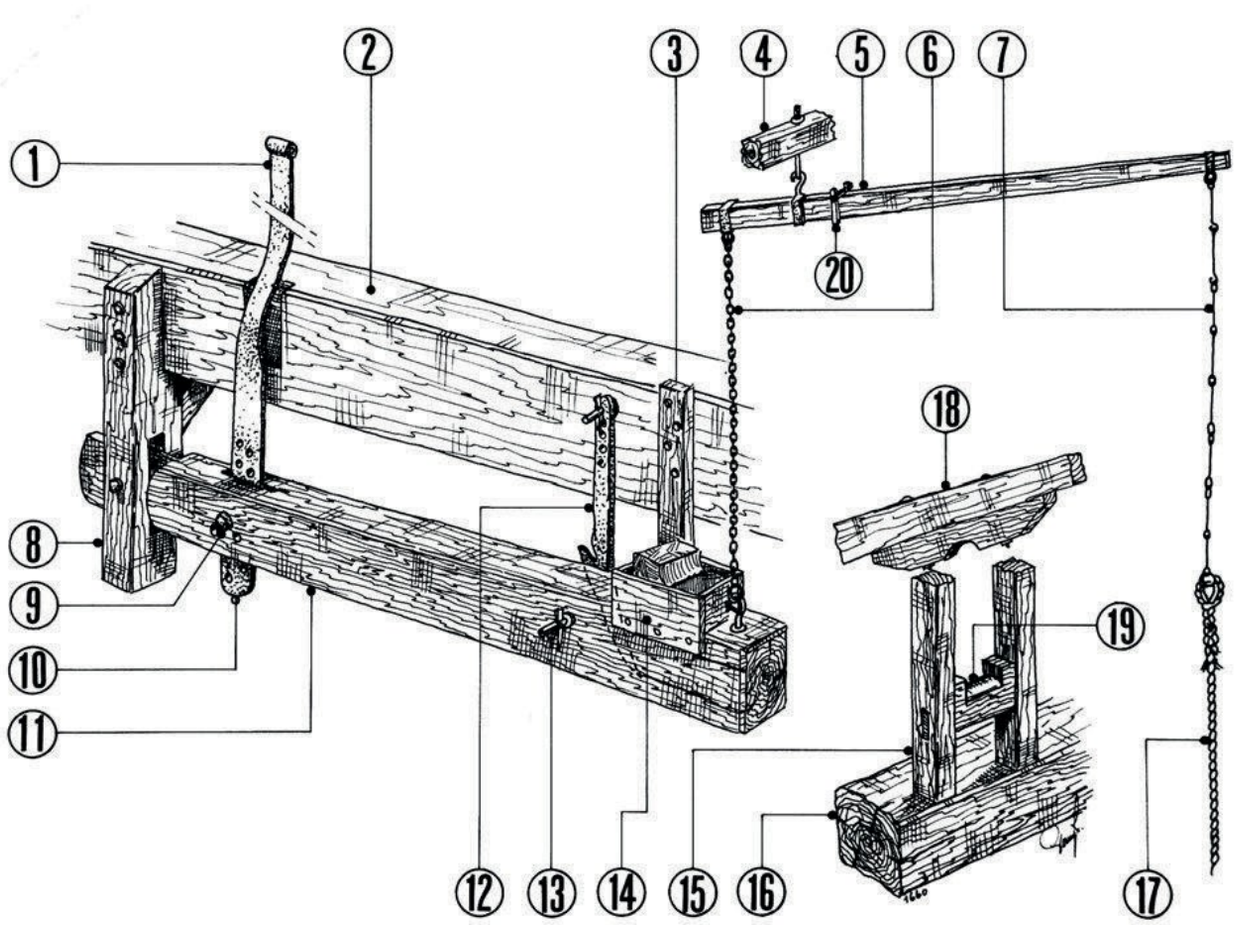


Fig. 6.6.3.1
De vangbalk met toebehoren

1. *bevestigingsoog voor sabelstuk*
2. *rechtervoeghout*
3. *achterste hanger*
4. *achterkeuvelensbalk*
5. *wip- of vangstok*
6. *binnenvangketting*
7. *vangketting*
8. *ezel of voorste hanger*
9. *spijlbout*
10. *sabelijzer*
11. *vangbalk*
12. *haak of klink*
13. *klinkpen*
14. *ballastkist*
15. *keuvelensstiltje*
16. *korte spruit*
17. *vangtouw*
18. *wipstok*
19. *oplegging*
20. *leklatjes*

6.6.3 Sabelijzer, vangbalk, ezel of voorste hanger, achterste hanger en hangereel

6.6.3.a Het sabelijzer

sabelijzer

Het sabelijzer vormt de verbinding tussen de eigenlijke vang en de vangbalk. Het is een zware ijzeren strip die aan de bovenzijde is voorzien van een oog. Door dit oog is een bout gestoken waarmee het sabelijzer is gekoppeld aan de maanijzers van het sabelstuk. Aan de onderzijde heeft het sabelijzer een reeks gaten. Door middel van een bout door één van die gaten is het sabelijzer verbonden met de vangbalk (fig. 6.6.3.1). Deze reeks gaten is nodig om de stand van de vangbalk te kunnen wijzigen.
In een enkel geval is het 'sabelijzer' gedeeltelijk van hout en is dan soms versterkt met ijzeren beslag.

© Het Gilde van Molenaars

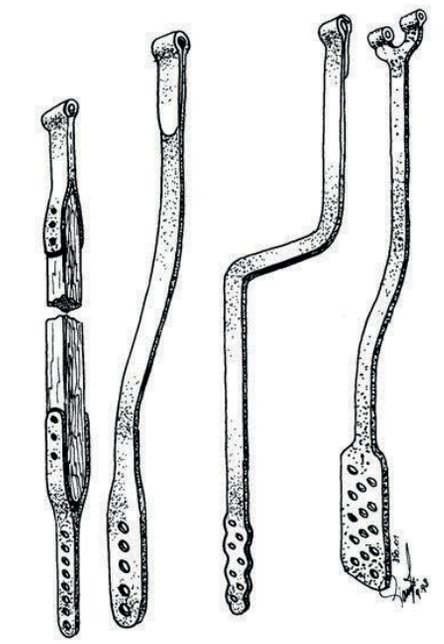


Fig. 6.6.3.2
Het sabelijzer komt men tegen in diverse vormen en afmetingen

6.6.3.b De vangbalk

vangbalk

De vangbalk behoort tot het bedieningsmechanisme van de vang. Het is een zware eiken balk met een doorsnede van ca. 20 x 30 cm en een lengte die afhankelijk is van de plaatsruimte in de molen. Via het sabelijzer is de vangbalk verbonden met de vang.

ezel of voorste hanger

De vangbalk heeft twee scharnierpunten. Het eerste scharnierpunt bevindt zich in de ezel of voorste hanger (fig. 6.6.3.3). In deze ezel scharniert het voorste uiteinde van de vangbalk dat daarvoor is voorzien van een houten pen. Ongeveer 60 á 80 cm daarachter bevindt zich het tweede scharnierpunt, het verbindingspunt van vangbalk en sabelijzer. Voor deze verbinding is er in de vangbalk een verticale sleuf gemaakt waardoor het sabelijzer steekt. Haaks op deze sleuf is er door de vangbalk een horizontaal gat geboord. Hierdoor en door één van de gaten van het sabelijzer is een spiebout gestoken en geborgd. De diverse gaten in het sabelijzer bieden de mogelijkheid om sabelijzer en vangbalk t.o.v. elkaar te kunnen verstellen (fig. 6.6.3.1 & 2).

De vangbalk maakt men zo lang en zo zwaar mogelijk. Daarmee vergroot men de hefboomwerking en dus de vangkracht. Vaak verzwaart men de vangbalk aan het achtereinde extra door er een kist op te monteren en daarin een zwaar voorwerp te leggen b.v. een oude halssteen. Bij een molen van gemiddelde grootte trekt de vangbalk met een kracht van ca. 500 kg aan het sabelijzer.

In de meeste bovenkruiers hangt de vangbalk onder het rechtervoeghout. In wipmolens hangt deze onder de steenburriebalken. In standerdmolens hangt de vangbalk tussen de daklijst en de steenlijst. Bij enkele bovenkruiers hangt de vangbalk boven het voeghout.

Aan het achtereinde van de vangbalk is een voorziening aangebracht waarmee de vangbalk kan worden gelicht (zie 6.6.6). Wanneer de vang wordt gelicht, drukt de vangbalk het sabelijzer omhoog en komen de vangstukken los van het bovenwiel. Wanneer de vang wordt opgelegd trekt de vangbalk het sabelijzer naar beneden en klemt daarmee de vangstukken om het bovenwiel waardoor de molen wordt gevangen.

© Het Gilde van Molenaars

6.6.3.c De ezel of voorste hanger

ezel of voorste hanger

Het draaipunt van de vangbalk bevindt zich in de ezel of voorste hanger (fig. 6.6.3.3). In een bovenkruier hangt de ezel, gesteund door een aantal schoren aan het rechtervoeghout, een wat zwakke constructie. In een standerdmolen en een wipmolen kan de ezel op twee plaatsen worden bevestigd: aan de steenlijst en de waterlijst of aan de daklijst en de steenlijst, een steviger constructie.

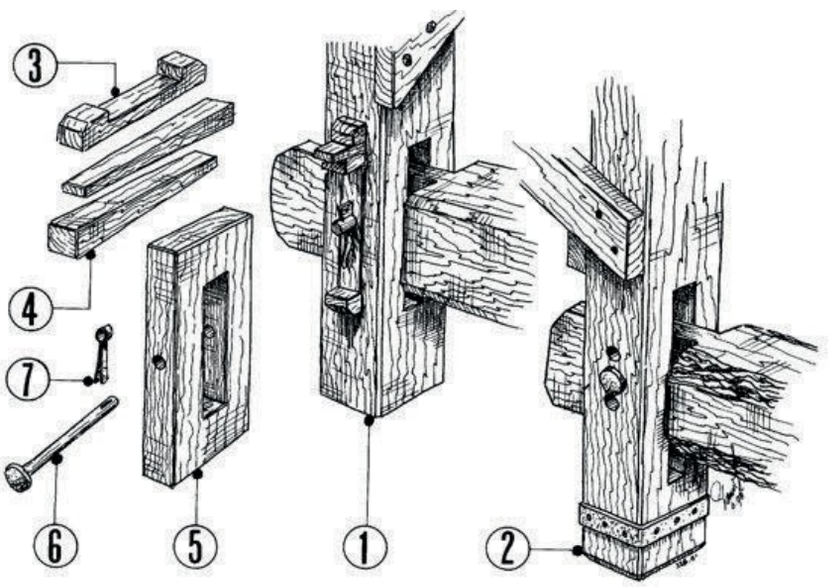


Fig. 6.6.3.3
De ezel of voorste hanger

1. *ezel met schuif of lade*
2. *ezel met vast draaipunt*
3. *keephout*
4. *leidzame wiggen*
5. *schuif of lade*
6. *lunsbout*
7. *luns*

Het draaipunt van de vangbalk in de ezel kent twee gangbare uitvoeringen.

vast draaipunt

Een vast draaipunt: in de ezel is een verticale sleuf aangebracht waarin de pen van de vangbalk steekt. Haaks op die sleuf wordt er door de ezel en door het oog in de pen van de vangbalk een spiebout gestoken waar de vangbalk om draait. Enige verstelbaarheid is mogelijk, door meerdere gaten in de ezel te maken.

schuif of lade

Een verstelbaar draaipunt: in de ezel zijn twee haaks op elkaar staande verticale sleuven aangebracht. In de sleuf haaks op de lengterichting van de vangbalk past een houten blok, de schuif of de lade met daarin een gat. De pen van de vangbalk steekt in dit gat. Een bout door de schuif en door het oog in de pen van de vangbalk vormt het scharnierpunt.
De schuif wordt met wiggen en keephouten vastgezet in de ezel en is daardoor verstelbaar zodat de vangbalk in hoogte afgesteld kan worden.

6.6.3.d Achterste hanger en hangereel

achterste hanger

hangereel

kneppel

lekenpen, lekentouw

De achterste hanger (fig. 6.6.3.1) die aan het rechtervoeghout is bevestigd dient ter geleiding van de vangbalk tijdens het lichten en opleggen van de vang. Vaak is de achterste hanger uitgebreid tot een houten raamwerk, het hangereel, waarbinnen het achtereind van de vangbalk beweegt (fig. 6.6.3.4). Bij veel molens is in het hangereel ook het draaipunt opgenomen voor de kneppel. Aan de onderzijde in het verlengde dwarsdeel is dan een leischijf aangebracht voor geleiding van het kneppeltouw (fig. 6.6.3.4). Vaak is de achterste hanger of het hangereel nog voorzien van een z.g. lekenpen of -touw waarmede de vang geblokkeerd kan worden tegen onbevoegd gebruik.

© Het Gilde van Molenaars

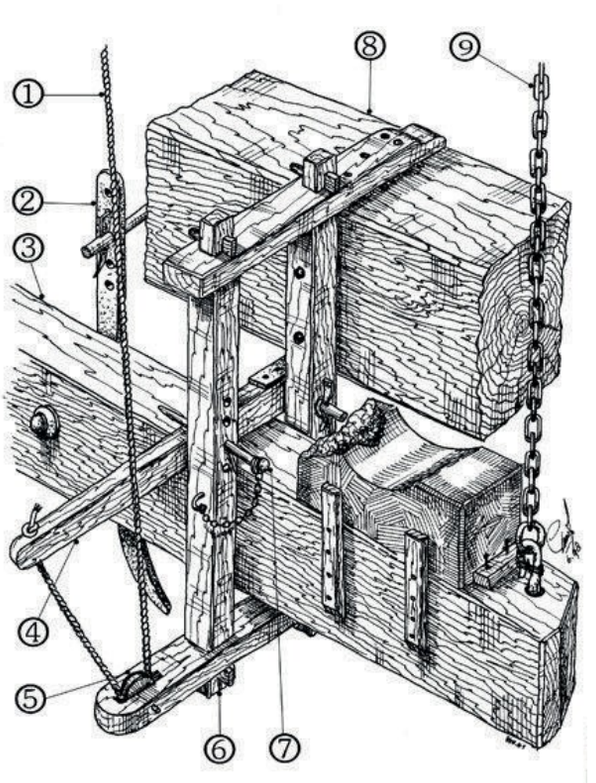


Fig. 6.6.3.4
Het hangereel

1. *kneppeltouw*
2. *haak of klink*
3. *vangbalk*
4. *kneppel*
5. *leischijf voor kneppeltouw*
6. *hangereel*
7. *lekenpen*
8. *rechtervoeghout*
9. *binnenvangketting*

6.6.4 Rijklamp en rust, lendestut, vorkstutten en kettingen

Wanneer de vangbalk gelicht wordt drukt het sabelijzer het sabelstuk of het begin van de bandvang omhoog.
Vervolgens komt de rest van de vang los van het bovenwiel. Dat gebeurt echter alleen dankzij een aantal geleiders zonder welke de vang door zijn eigen gewicht boven op het bovenwiel zou blijven hangen en slepen.
Over deze geleiders gaat het hier. Zijn ze goed afgesteld dan komt er bij een gelichte vang langs het gehele vangoppervlak een ruimte van ca. 1 cm tussen vang en bovenwiel.

6.6.4.a Rijklamp en rust

Als de vangbalk via het sabelijzer de vang losdrukt van het bovenwiel is het zaak dat de ruimte die daarbij tussen bovenwiel en vang ontstaat evenredig over de gehele omtrek wordt verdeeld anders blijft de vang aanlopen. Dat gebeurt niet automatisch want door het eigen gewicht van de vang zou deze aan de bovenkant op het bovenwiel blijven slepen terwijl er onderaan bij het buikstuk een flinke ruimte tussen bovenwiel en vang zou ontstaan. Dit voorkomt men als volgt:

© Het Gilde van Molenaars

rijklamp of teen

rust

Aan het teenstuk van de vang (aan een bandvang op overeenkomstige hoogte) wordt een houten klos bevestigd, de rijklamp of teen. Op het linkervoeghout of de linkerdaklijst wordt eveneens een houten klos bevestigd met een schuine keep, de rust. Bij een gelichte vang steunt de rijklamp op de rust. Samen voorkomen ze dat de vang te ver naar beneden kan zakken. Bovendien houden ze door de schuine onderkant het teenstuk c.q. de bandvang op de juiste afstand van het bovenwiel Als fijnafstelling kan men, indien nodig, één of meer dunne plankjes aanbrengen tussen rust en rijklamp.
Indien een metalen bandvang is toegepast zijn ook de rijkklamp en rust in metaal uitgevoerd (fig. 6.6.4.1).

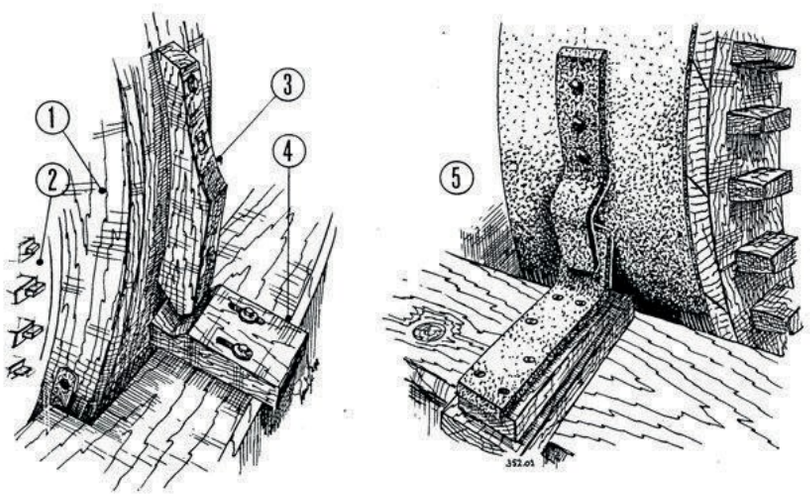


Fig. 6.6.4.1
Houten en metalen rijklamp en rust

1. *teenstuk van de vang*
2. *achterzijde bovenwiel*
3. *rijklamp*
4. *rust*
5. *metalen rijklamp en rust*

6.6.4.b De lendestut

lendestut

De lendestut staat op het rechtervoeghout of op de rechterdaklijst en is aan de bovenzijde vastgemaakt aan een gording. De lendestut heeft tot taak om het sabelstuk (of het begin van de bandvang) te geleiden en te voorkomen dat het te ver zijwaarts van het bovenwiel wordt weggedrukt als de vang wordt gelicht. Zodoende komt de vang ook bovenaan los van het bovenwiel. Vaak is de lendestut zijwaarts verstelbaar i.v.m. slijtage van bovenwiel en vang.

© Het Gilde van Molenaars

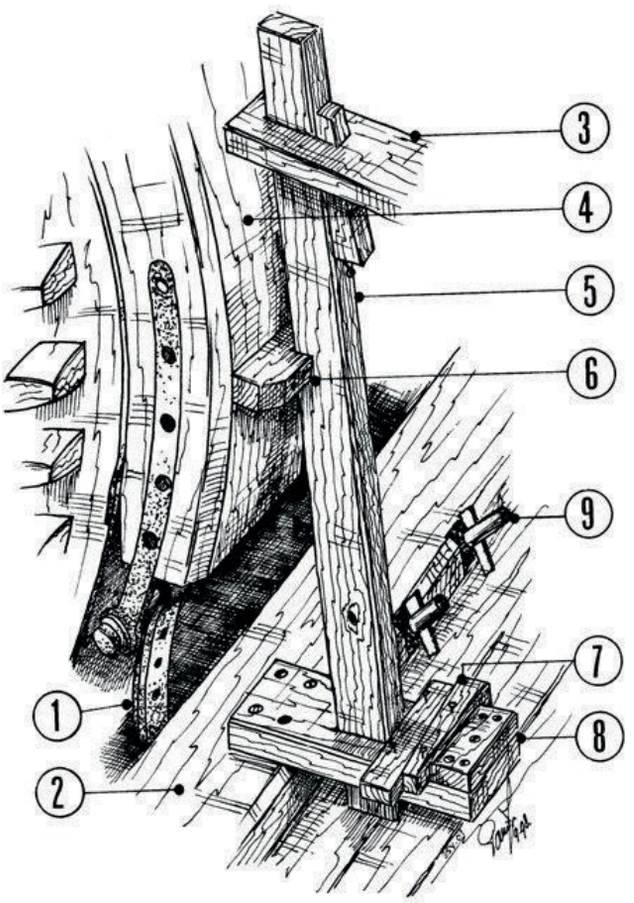


Fig. 6.6.4.2
De lendestut
1. *sabelijzer*
2. *rechtervoeghout*
3. *steun op kapgording*
4. *sabelstuk van de vang*
5. *lendestut*
6. *keephout op vangstuk*
7. *stelwiggen*
8. *ondersteun*
9. *koebouten*

6.6.4.c Vorkstutten

vorkstutten en kettingen

Om het voor- en achterwaarts bewegen van de vang te voorkomen heeft men vorkstutten en kettingen bevestigd aan de kapspanten of aan de gordingen. (fig. 6.6.1.1).

6.6.5 De wijze van ophangen van de gelichte vangbalk

Om de gelichte vangbalk in zijn gelichte positie te houden zijn er verschillende voorzieningen mogelijk.

6.6.5.a De haak of klink

haak of klink

De haak of klink is een min of meer sabelvormig stuk ijzer van 1 à 1,5 m lengte. Het is aan de bovenzijde voorzien van een aantal gaten. Met een bout door één van deze gaten is de klink opgehangen aan het rechtervoeghout (in een wip- of standerdmolen aan een andere balk). De benaming ‘korte sabelijzer’ voor de haak is onterecht, ondanks de sabelvorm.

Op ca. 25 tot 40 cm van de onderste punt van de haak is er een schuin naar beneden gerichte inkeping in gemaakt waardoor de eigenlijke haak ontstaat. Door de vangbalk is er ter plaatse van de haak een bout gestoken waarvan de kop aan de haakzijde enkele centimeters uitsteekt.

© Het Gilde van Molenaars

Als de vangbalk bij het lichten van de vang omhoogkomt schuift de uitstekende bout langs de bolle achterkant van de haak omhoog en drukt deze iets naar voren. Als de bout de inkeping is gepasseerd kan men de vangbalk voorzichtig laten zakken. De bout komt dan in de inkeping terecht en de gelichte vangbalk is opgehangen. De molenaar moet altijd goed controleren of de bout inderdaad in de haak hangt en b.v. niet op de punt ervan rust. Dat laatste is uiterst gevaarlijk, want als de bout aan de verkeerde kant van deze punt afschiet wordt de draaiende molen ongecontroleerd gevangen, met asbreuk als mogelijk gevolg! Het controleren doen we door de vangbalk één keer rustig – niet meer dan enkele centimeters – op te trekken en weer te laten zakken.
Dit noemen we wel 'tokkelen'.

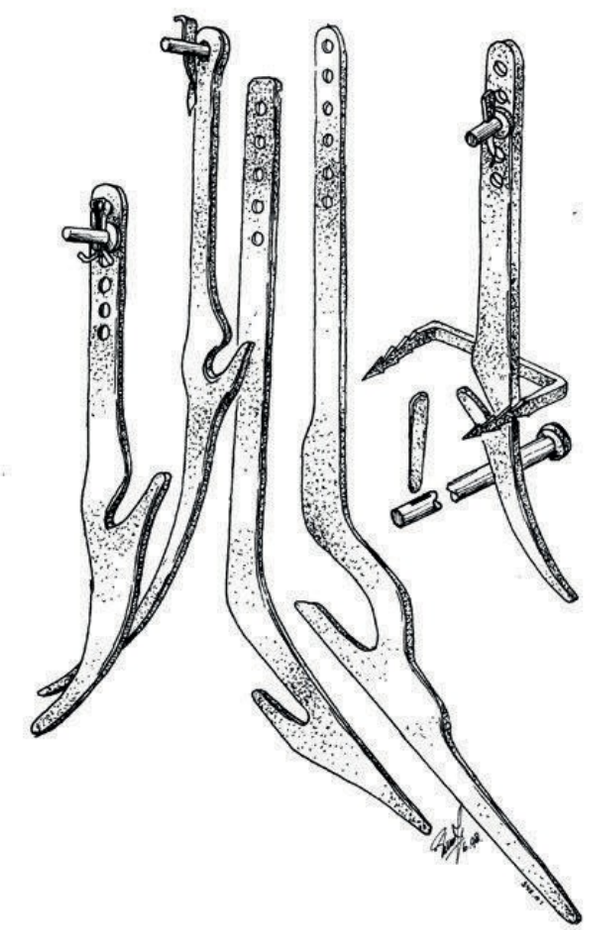


Fig. 6.6.5.1
De haak of klink komt in veel vormen en maten voor

Bij het vangen moet eerst spanning op de vangketting worden gezet waarna de vangbalk met een kort rukje een eindje omhoog worden gebracht. Daardoor schiet de bout uit de haak en zwaait de haak naar voren. Bij sommige molens naar achteren.

Tijdens de zwaai laat de molenaar de vangbalk snel een eindje zakken om te voorkomen dat de bout opnieuw in de inkeping terechtkomt als deze weer in zijn normale positie is teruggekomen. Met deze handeling moet men even vertrouwd raken om het 'gevoel' van een vang te leren kennen. Dat verschilt per molen nogal eens.
Bij gebruik van een haak om de vangbalk op te hangen hoeft de vangbalk dus alleen maar een verticale beweging te maken. De haak of klink kan men overal in het land op molens aantreffen.

© Het Gilde van Molenaars

6.6.5.b De duim

duim

Voor het ophangen van de vangbalk kennen we nog een andere voorziening nl. de duim. Deze is aangebracht op de achterste hanger (fig. 6.6.5.2). Het is een ijzeren pen die schuin omhoogsteekt en aan de onderzijde is ingehakt in de balk. Even onder het boveneinde is de pen voorzien van een bout die door de achterste hanger steekt. Het boveneinde steekt dus iets boven de bout uit. Het geheel doet denken aan een omhoog wijzende duim waarmee de naam ervan is verklaard.

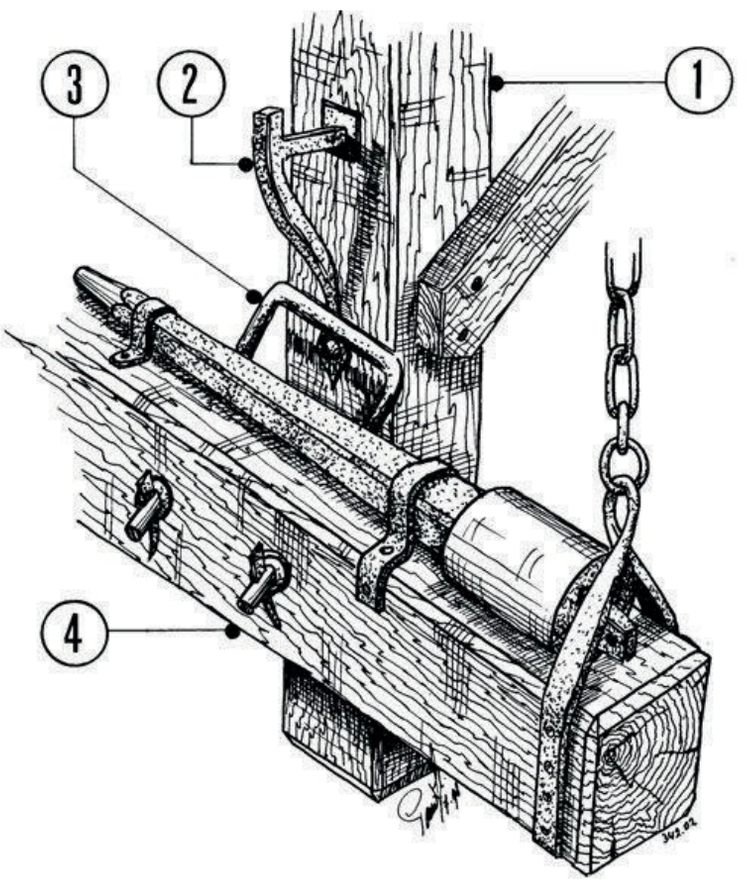


Fig. 6.6.5.2
De achterste hanger met duim

1. *hanger*
2. *duim*
3. *beugel*
4. *vangbalk*

beugel

Ter plaatse van deze duim is er op de rechterzijkant van de vangbalk een beugel bevestigd. Bij het lichten van de vangbalk schuift de beugel langs en tegen de duim omhoog. Als de beugel de duim voorbij is kan men de vangbalk weer laten zakken. De beugel komt dan in de duim te hangen en de vangbalk is opgehangen. Ook hier moet de molenaar controleren of de beugel niet op de top van de duim is blijven hangen. Dit kan ook hier tot gevolg hebben dat de beugel aan de verkeerde kant van de duimtop afschiet. De molen wordt dan te plotseling gevangen met als mogelijk gevolg breuk van de bovenas.
Als men de molen wil vangen moet men de vangbalk iets optrekken zodat de beugel vrijkomt van de duimtop. Om te voorkomen dat de beugel bij het laten zakken van de vangbalk weer in de duim terugvalt, moet men de vangbalk eerst een eindje naar links bewegen. Dat doet men door met het vangtouw de wipstok wat naar rechts te trekken. Bij toepassing van een duim moet de vangbalk dus behalve een verticale ook een zijwaartse beweging kunnen maken.

© Het Gilde van Molenaars

Dit is van invloed op het systeem waarmee de vangbalk wordt gelicht (zie 6.6.6). De duim komt voornamelijk voor in het noorden van ons land.

6.6.5.c De klamp

klamp

Als derde mogelijkheid kennen we de klamp voor het ophangen van de gelichte vangbalk. Deze klamp is ingelaten in de achterste hanger en is aan de bovenzijde afgeschuind in de richting van de achterste hanger. Op de klamp is een stukje hardhout aangebracht tegen slijtage. Ter hoogte van deze klamp is er in de

kast

vangbalk een kast uitgehakt die dezelfde vorm heeft als de klamp

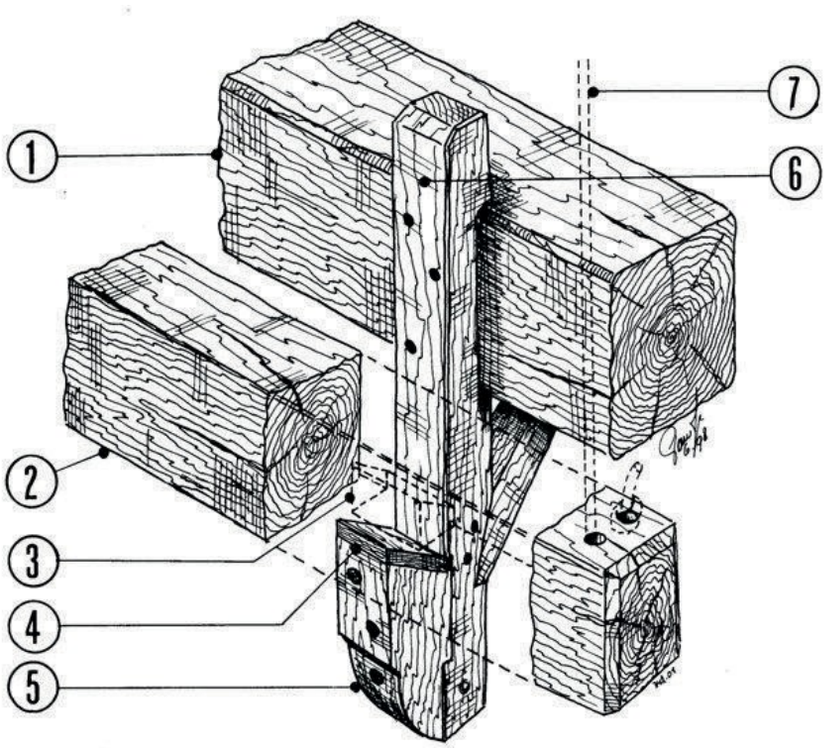


Fig. 6.6.5.3
Achterste hanger met klamp

1. *rechtervoeghout*
2. *vangbalk*
3. *kast in de vangbalk (gestippeld)*
4. *hardhouten plaatje*
5. *klamp*
6. *hanger*
7. *binnenvangtouw, -ketting*

De bovenzijde van deze kast loopt dus eveneens schuin af in de richting van de achterste hanger. In opgehangen toestand hangt de gelichte vangbalk over de klamp waarbij de afgeschuinde bovenkanten van kast en klamp ervoor zorgen dat de vangbalk tijdens het malen niet van de klamp kan vallen.
Bij het vangen gaat men op dezelfde wijze te werk als bij de duim. Ook bij gebruik van een klamp moet de vangbalk een zijwaartse beweging kunnen maken om de vangbalk te kunnen laten zakken.
De vang met klamp treft men voornamelijk aan in Noord-Holland.

© Het Gilde van Molenaars

6.6.6 Het lichten en het opleggen van de vang

Voor het lichten van de vang bestaan er verschillende systemen die soms een streekgebonden oorsprong hebben.

6.6.6.a De wipstok of vangstok

wipstok of vangstok

De wipstok of vangstok (fig. 6.6.3.1) steekt achter uit de kap van een bovenkruier of uit het bovenhuis van een wipmolen. De vangstok wordt met een beugel of met een bout opgehangen aan de achterkeuvelensbalk of wolfsbalk. Het

binnenvangketting

binneneinde ervan is met de binnenvangketting verbonden met het achtereinde van de vangbalk.

vangketting

Aan het andere uiteinde ervan is de vangketting bevestigd die ruimschoots tot op de grond, de belt of de stelling reikt. Ter verbetering van de grip is het

vangtouw

ondereinde ervan voorzien van een touw, het vangtouw, of (in het noorden van het land) van houten kralen.

Als men aan het vangtouw of de vangketting trekt gaat het buiteneinde van de vangstok naar beneden maar het binneneinde ervan komt omhoog. Via de daaraan verbonden binnenvangketting komt dan ook de vangbalk omhoog. Dat hiervoor niet al te veel kracht nodig is komt door de hefboomwerking van de wipstok: het gedeelte buiten de molen waaraan de molenaar trekt is ongeveer 3 tot 5 maal zo lang als het gedeelte binnen de molen waaraan de vangbalk hangt. Bovendien is de opwaartse beweging van het achtereinde van de vangbalk ook 3 tot 5 maal zo klein als de neerwaartse beweging van het buiteneinde van de vangstok. Trekt de molenaar de vangstok een halve meter naar beneden, dan komt de vangbalk ongeveer 10 tot 15 cm omhoog.

Een nadeel van de wipstok is dat deze altijd onderhevig is aan weer en wind. Omdat de wipstok als de molen stilstaat schuin omhoog wijst kan daarlangs regenwater de molen in lopen. Dit is grotendeels te voorkomen door het aanbrengen van leklatjes of een stuk touw om de wipstok even buiten de kap. De wipstok kan men in het gehele land aantreffen maar wordt weinig toegepast in Brabant, Limburg en de Achterhoek, waar men vaak gebruik maakt van de vangtrommel (zie 6.6.6.d).
De wipstok kan gebruikt worden bij alle drie methoden voor het ophangen van de vangbalk (haak, duim of klamp) omdat met de wipstok de vangbalk ook zijwaarts kan worden bewogen.

Om de vang te lichten bij een molen die is uitgerust met een duim of een klamp trekt de molenaar aan de vangketting waardoor het achtereinde van de vangbalk omhoogkomt. Door vervolgens iets naar links te lopen (gezicht richting wiekenkruis) beweegt het binneneinde van de vangstok en dus ook de vangbalk naar rechts. Het achtereinde van de vangbalk komt daarbij tegen de achterste hanger aan. Nu kan de molenaar de vangbalk rustig laten zakken zodat het achtereinde ervan in de duim komt te hangen of op de klamp komt te rusten.

Het opleggen van een vang die is uitgerust met een duim of een klamp gaat als volgt: de molenaar licht eerst de vangbalk en loopt vervolgens iets naar rechts (gezicht naar het wiekenkruis). Door deze zijwaartse beweging gaat het binneneinde van de vangstok naar links en daarmee ook het achtereinde van de vangbalk. De vangbalk kan daarna langs de duim of de klamp worden neergelaten.

© Het Gilde van Molenaars

6.6.6.b De binnenvangstok

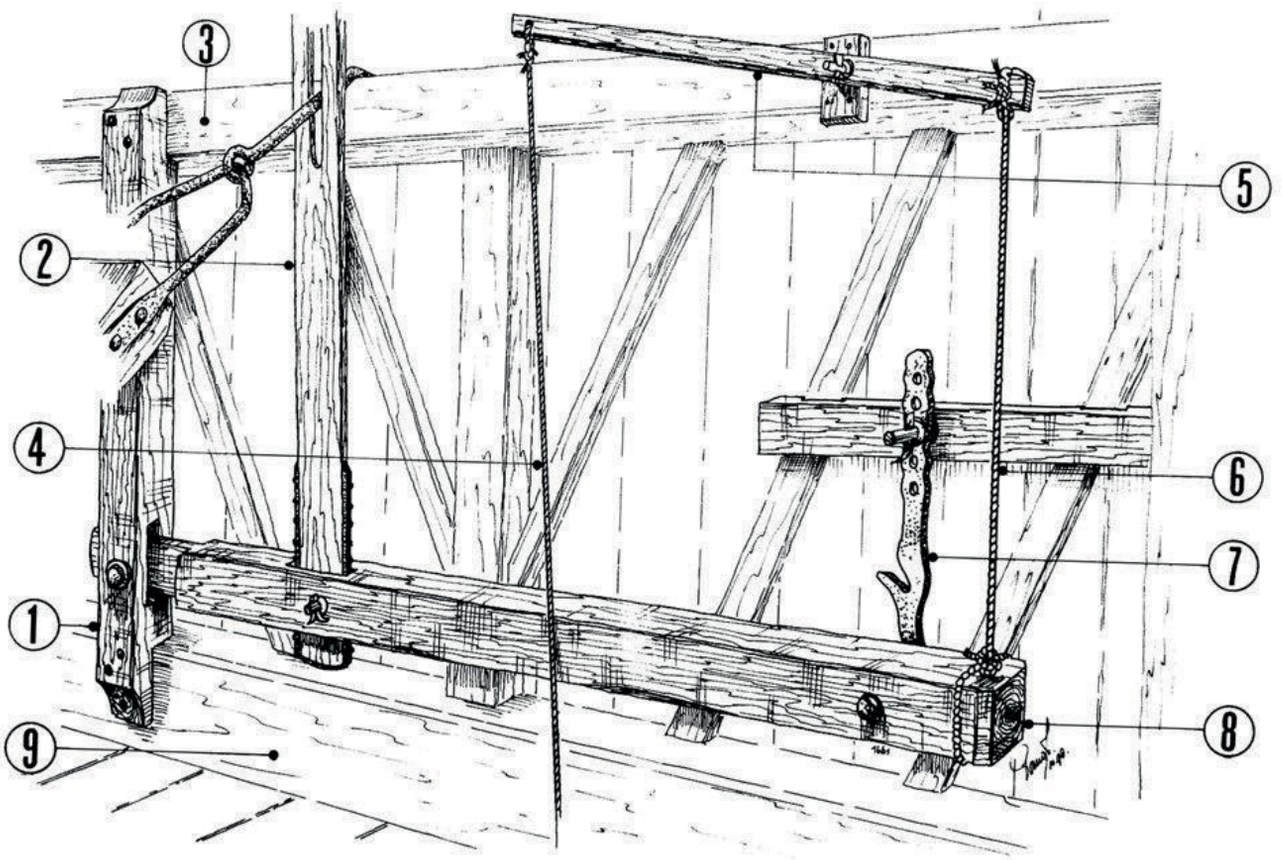
binnenvangstok

De binnenvangstok werkt volgens hetzelfde hefboomprincipe als de gewone vang- of wipstok. Met de binnenvangstok kan de vangbalk alleen op en neer, maar niet zijwaarts worden bewogen. Dat betekent dat voor het ophangen van de vangbalk alleen een haak maar geen duim of klamp kan worden gebruikt. Er zijn verschillende uitvoeringen van de binnenvangstok te onderscheiden:
Bij een standerdmolen hangt de binnenvangstok aan een hanebalk of daklijst, evenwijdig aan de vangbalk (fig. 6.6.6.1).
Het lange einde van de stok wijst in de richting van de windpeluw. De eerste meters van het vangtouw bevinden zich binnen in de kast. Dan verlaat het touw de kast en de rest hangt erbuiten. Hierdoor kan men de vang zowel in de kast als op de begane grond bedienen.
Bij de paltrok hangt de binnenvangstok evenwijdig aan de vangbalk onder de krukzolder (fig. 6.6.6.3). De paltrok heeft een vangtouw met twee uiteinden. Het ene touw verlaat de molen via een gat in het beschot van het borstbint en hangt tot op het schavot. Het wordt alleen gebruikt bij het op- en afzeilen of zwichten van de molen om een volgend roe-end te kunnen voorzetten. Het andere touw hangt binnen de molen tot op de zaagvloer, zodat de molen ook daar is te vangen. De paltrok heeft geen haak of klink maar de vang wordt gelicht gehouden door het vangtouw vast te zetten. Even boven de raamzolder is er door het vangtouw een knevel gestoken. Het gat in de raamzolder waardoor het vangtouw naar beneden hangt heeft een keep in de vorm van een sleutelgat. Als de vang is gelicht bevindt de knevel zich juist beneden de zolder. Men houdt de vang in gelichte toestand door het vangtouw zijwaarts in de gleuf te trekken waardoor de knevel onder de vloer blijft vastzitten en het vangtouw niet meer door het gewicht van de vangbalk naar boven kan worden teruggetrokken als men het loslaat.

knevel

Een derde type binnenvangstok treffen we aan op enkele wipmolens in de Alblasserwaard. De binnenvangstok is (haaks op de vangbalk) bevestigd aan het trapbint met het draaipunt aan de balk boven de deur (fig. 6.6.6.2). Het vangtouw verlaat het bovenhuis aan de linkerkant door een gat in de vloer.

© Het Gilde van Molenaars



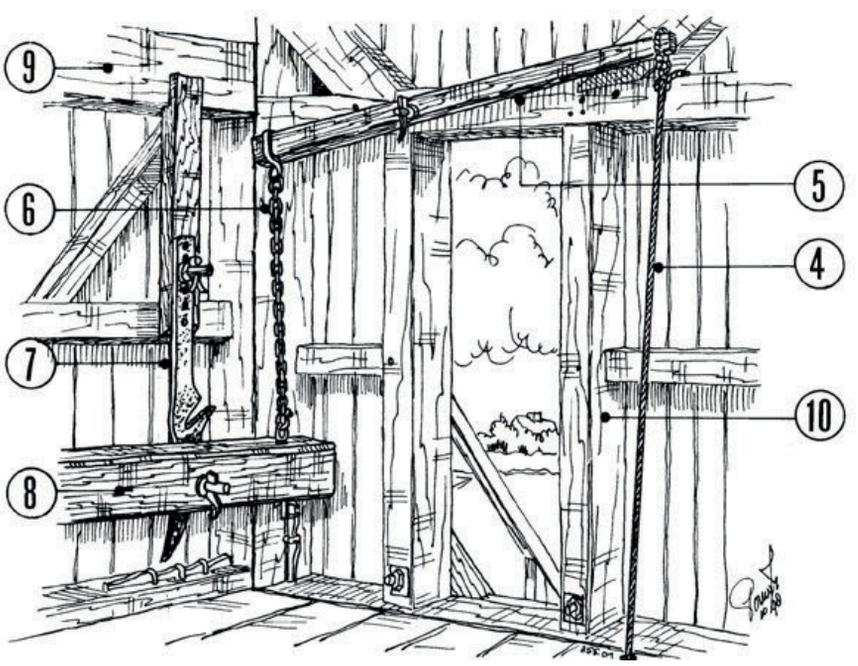


Fig. 6.6.6.1 & 6.6.6.2
De binnenvangstok van de standerdmolen en van de wipmolen

1. *ezel*
2. *sabelijzer of -plank*
3. *daklijst*
4. *vangtouw*
5. *binnenvangstok*
6. *binnenvangketting of -touw*
7. *klink of haak*
8. *vangbalk*
9. *steenlijst*
10. *deurstijl*

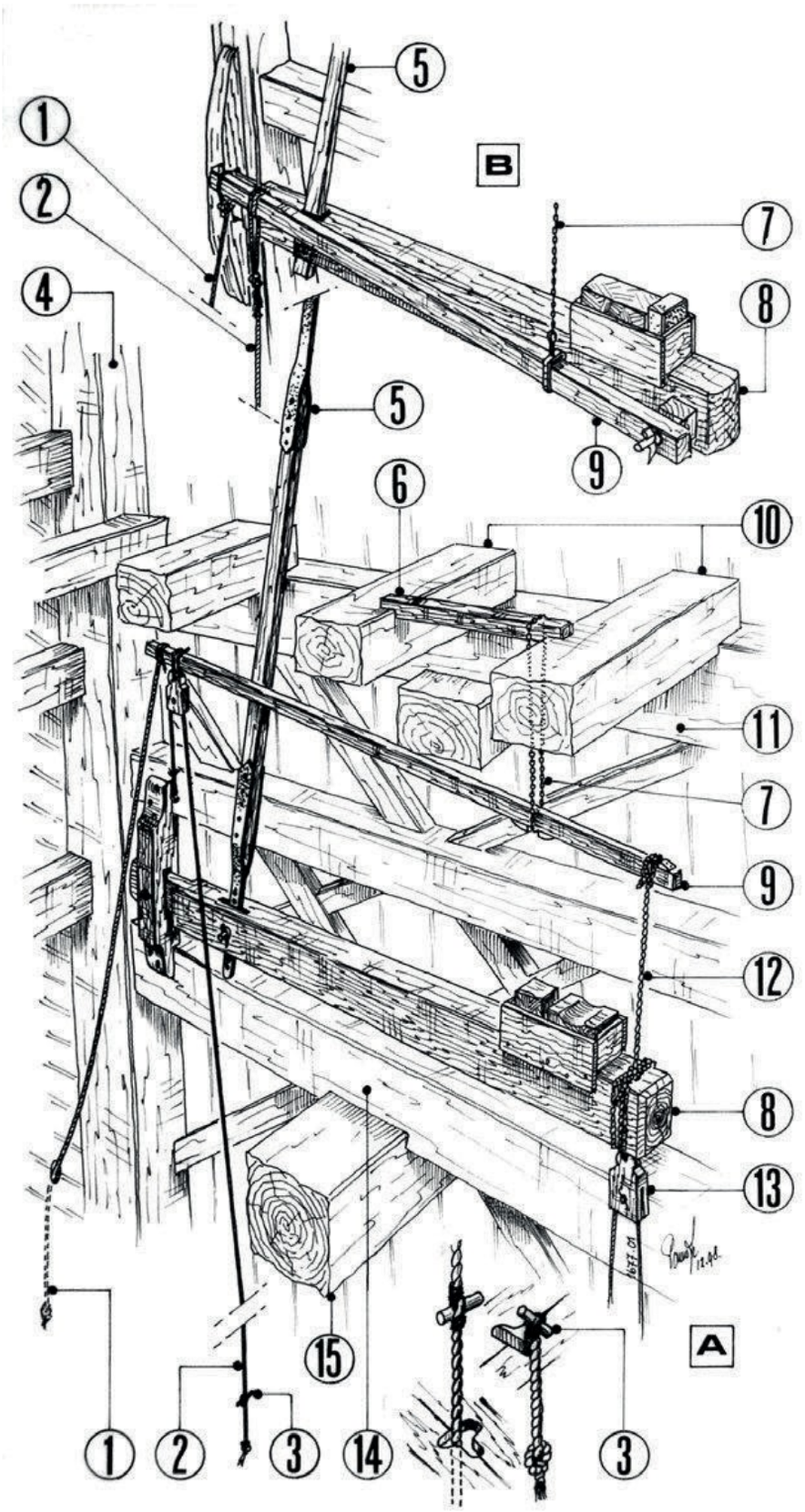
© Het Gilde van Molenaars

Fig. 6.6.6.3
De binnenwipstok van de Paltrok

A. Systeem zoals toegepast in de paltrok 'Held Jozua'
B. Systeem zoals toegepast in de paltrok 'De Eenhoorn'

1. *vangtouw naar het schavot buiten*
2. *vangtouw naar de zaagvloer*
3. *dwarshoutje of kneveltje**
4. *kotstijl*
5. *sabelijzer of –hout*
6. *balkje voor ophanging van de wipstok*
7. *wipstokketting*
8. *vangbalk*
9. *wipstok*
10. *krukbalken*
11. *krukbint*
12. *binnenvangtouw, -ketting*
13. *trekvangblok*
14. *zwarebint*
15. *koningsbalk*

**links: vangtouw bij opgelegde vang*
rechts: vangtouw bij gelichte vang



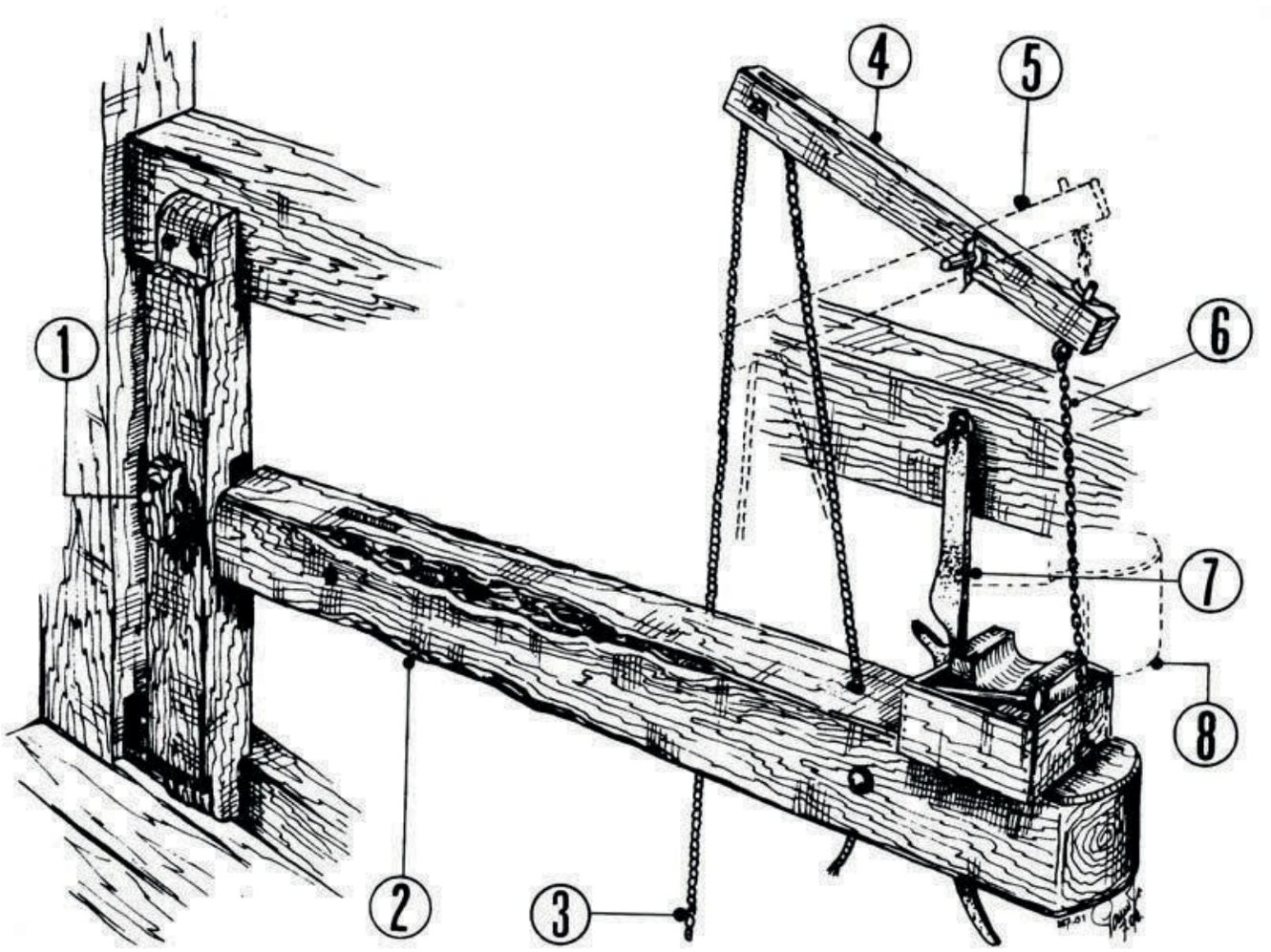
6.6.6.c De evenaar

evenaar

De evenaar wordt zowel op de standerdmolen als op de wipmolen toegepast. Tegen de rechtersteenlijst van resp. de kast of het bovenhuis is een draaibare balk bevestigd, de evenaar, met zijn draaipunt iets uit het midden. Aan de achterzijde is de evenaar met een ketting verbonden aan de vangbalk. Aan de voorzijde heeft de evenaar een verticale sleuf waarin een schijf is aangebracht. Over deze schijf loopt het vangtouw waarvan het uiteinde is bevestigd aan de vangbalk. Het vangtouw verlaat de kast resp. het bovenhuis door een gat in de vloer en gaat daarbij soms door de vangbalk heen via een daarin gemaakte opening. Bij opgelegde vang heeft de evenaar een schuine stand: de voorkant ervan met de schijf wijst omhoog, de achterkant naar beneden. Als men aan het vangtouw trekt wordt de vangbalk door twee elkaar ondersteunende krachten omhoog getrokken. De eerste kracht wordt rechtstreeks overgebracht door het vangtouw zelf waarvan het uiteinde immers aan de vangbalk is bevestigd. De tweede wordt overgebracht via de evenaar en de ketting. Als men aan het vangtouw trekt komt de voorzijde van de evenaar nl. naar beneden omdat het vangtouw over de schijf loopt. De achterzijde van de evenaar moet dan wel omhoog komen en neemt via de ketting de vangbalk mee.
Als voor het vangen gebruik wordt gemaakt van een evenaar kan de vangbalk feitelijk alleen een verticale en geen zijwaartse beweging maken. Voor het ophangen van de vangbalk komt dan ook alleen de klink in aanmerking.

Fig. 6.6.6.4
De vang met een evenaar

1. *draaipunt met borgklos*
2. *vangbalk*
3. *vangtouw*
4. *evenaar bij opgelegde vang*
5. *evenaar bij gelichte vang*
6. *binnenvangketting*
7. *klink of haak*
8. *vangbalk bij gelichte vang*



6.6.6.d De vangtrommel

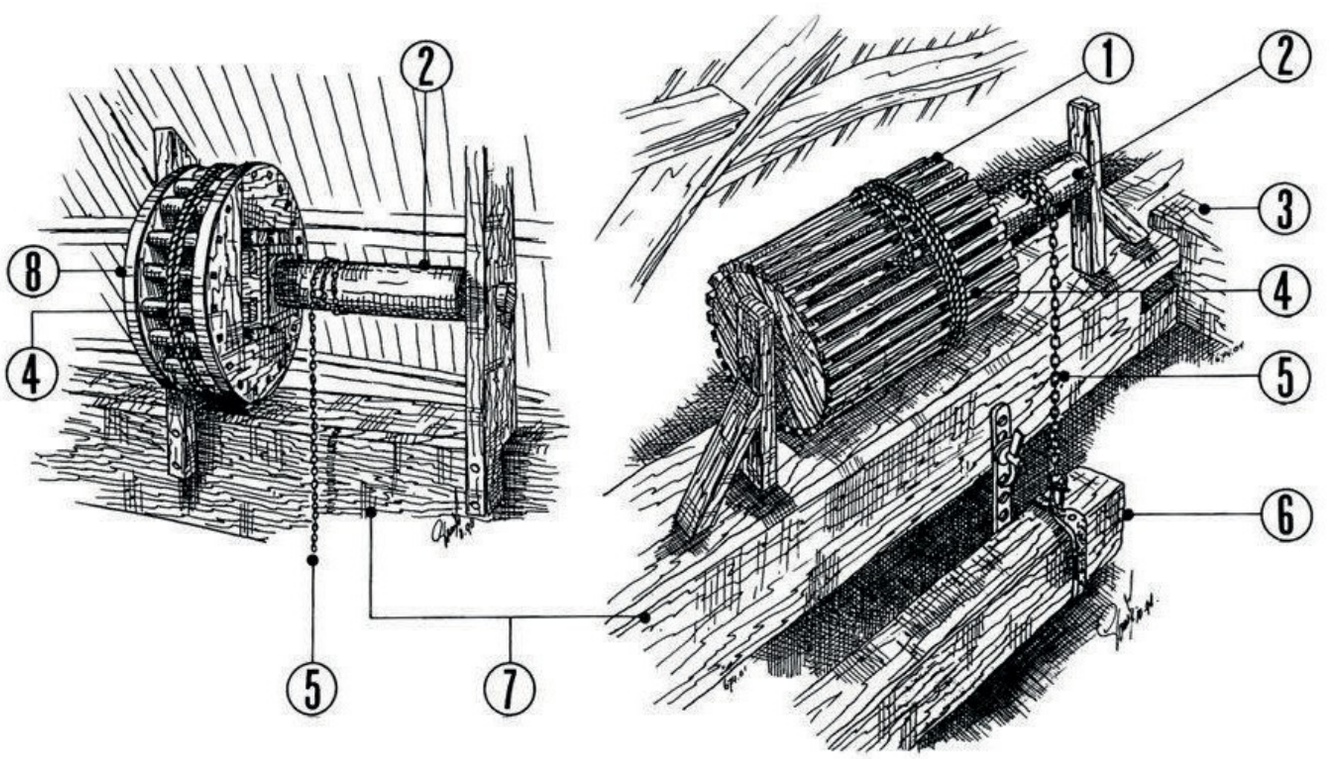
vangtrommel

In het zuiden en oosten van ons land is de wipstok vaak vervangen door een vangtrommel. Op het rechtervoeghout (bovenkruier) of de rechterdaklijst (standerd- of wipmolen) zijn twee jukken gemonteerd waarin een stevige as is gelagerd. Op het achterste gedeelte van deze as is een touw, ketting of kabel vastgemaakt dat (die) enige malen om de as is gewonden en vervolgens aan de vangbalk bevestigd. Rond het voorste gedeelte van deze as is een houten trommel aangebracht bestaande uit twee schijven waarop evenwijdig aan de as latten zijn gespijkerd. Om deze trommel is het vangtouw resp. de vangketting vastgemaakt en er enige malen omheen gewonden. De winding ervan is tegengesteld aan die van het touw naar de vangbalk. Het vangtouw komt altijd aan de rechterzijkant van de kap, het bovenhuis of de kast naar buiten.

Trekt men aan het vangtouw dan wordt het van de trommel afgewonden maar het touw dat verbonden is met de vangbalk wordt daarentegen opgewonden zodat de vangbalk wordt gelicht. Omdat trommel en as een flink verschil in diameter hebben wordt de beweging van het vangtouw vertraagd overgebracht op het touw naar de vangbalk. Deze vertraging is vergelijkbaar met de vertraging die bij de wipstok wordt gerealiseerd door de hefboomwerking.
Ook bij een trommelvang kan de vangbalk alleen worden opgehangen in een haak of klink omdat de trommel slechts verticale beweging van de vangbalk mogelijk maakt.
Een voordeel van de trommelvang is dat de gehele constructie zich binnen in de molen bevindt en dus niet onderhevig is aan weersinvloeden.
Op sommige molens is er geen trommel maar een vangwiel om de as aan te drijven. Dit vangwiel is uitgevoerd als gaffelwiel of als flenswiel.

Fig. 6.6.6.5
De trommelvang

1. *trommel*
2. *trommelas*
3. *penbalk*
4. *vangtouw*
5. *binnenvangketting*
6. *vangbalk*
7. *rechtervoeghout of -daklijst*
8. *schijfloop als vangtrommel*



6.6.7 De vang van de tjasker en van de spinnenkop

6.6.7.a De vang van de tjasker

De vang van de tjasker is even eenvoudig als het molentype zelf (zie 5.6.2). Links op het raamwerk is het uiteinde van een gebogen ijzeren band bevestigd. De band loopt over het z.g. vangwieltje dat op de molenas is bevestigd naar de rechterzijde van het raam. Het andere uiteinde ervan is daar vastgemaakt aan een hefboom.
Beweegt men deze hefboom omhoog, dan wordt de vang gelicht. Drukt men de hefboom naar beneden dan wordt de molen gevangen. Het uiteinde van de hefboom wordt vervolgens onder een pen of een klos gedrukt waardoor de vang aangetrokken blijft.

6.6.7.b De vang van de spinnenkop

Het bijzondere van de vang van een spinnenkop is de bediening ervan.
De spinnenkop heeft geen wipstok, geen evenaar en ook geen trommel. Het vangtouw is rechtstreeks aan de vangbalk bevestigd en loopt via een draaibare schijf aan de penbalk naar de begane grond.
Bovendien ontbreekt een ophangingsmogelijkheid voor de vangbalk zoals een klink of een duim. De vang wordt gelicht en het vangtouw wordt daarna eenvoudig vastgezet op een kieft. Daardoor blijft de vang gelicht.
Vanwege de geringe hoeveelheid ruimte in het bovenhuis van een spinnenkop is er geen ruimte voor een ballastkist op de vangbalk. Om de vangbalk toch voldoende vangkracht te geven heeft men aan het uiteinde van de vangbalk een tweede touw met katrol bevestigd.
Hiermee kan de vangbalk naar beneden worden getrokken. Hier is dus sprake van een trekvang (zie 6.6.8.b). Bij opgelegde vang wordt dit tweede touw vastgezet op een kieft en nog extra aangetrokken door het achter een keephout te steken.

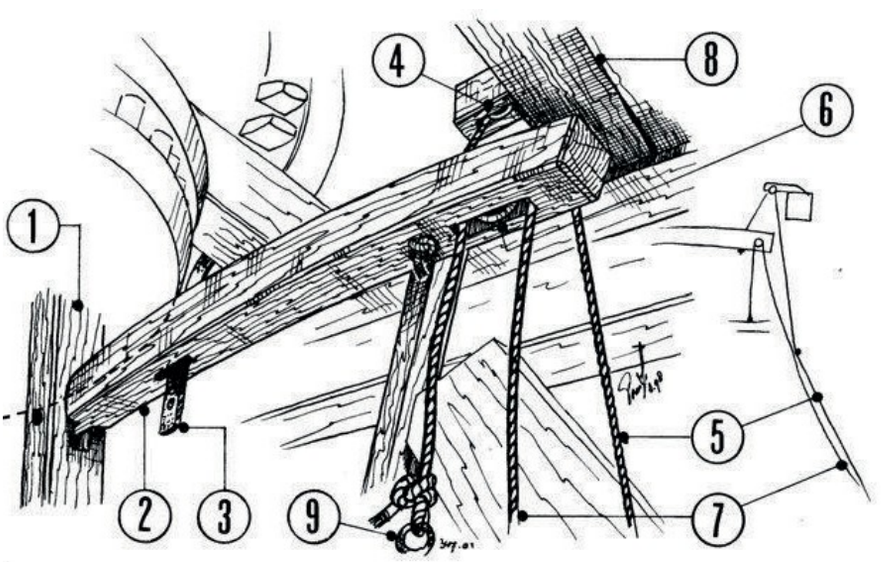


Fig. 6.6.7.1
De vang in een spinnenkop

1. *hoekstijl als hanger*
2. *vangbalk*
3. *sabelijzer*
4. *katrol voor het vangtouw*
5. *vangtouw*
6. *katrol voor het trekvangtouw*
7. *trekvangtouw*
8. *penbalk*
9. *vast punt voor het trekvangtouw*

© Het Gilde van Molenaars

6.6.8 Het borgen van de vang en het bovenwiel

Er zijn ook enkele voorzieningen waarmee de vang en het bovenwiel kunnen worden geborgd als de molen wordt stilgezet.

6.6.8.a De kneppel

kneppel

Een kneppel verhindert dat de vangbalk omhoog kan. Hij houdt de druk op de vangbalk en daarmee de trekkracht aan het sabelijzer zodat zowel vooruit- als achteruitlopen van de molen wordt voorkomen.
Met de kneppel, een stevig stuk hout met een doorsnee van ca. 7x10 cm en een lengte van 75 à 100 cm kan de vangbalk in opgelegde toestand worden geborgd. De kneppel in een bovenkruier is met een bout bevestigd aan het hangereel (fig. 6.6.3.4). Bij een wipmolen gewoonlijk aan een hoekstijl van het bovenhuis.

kneppeltouw

Om deze bout kan de kneppel draaien, haaks op de vangbalk. Bij het borgen trekt men met het kneppeltouw dat aan het losse uiteinde ervan is bevestigd de kneppel strak over het achtereinde van de vangbalk en zet het touw vast onderaan de staart(balk). Hierdoor wordt de vangbalk nog iets verder naar beneden gedrukt zodat het sabelijzer de vang nog krachtiger aantrekt.

lekentouw
lekenpen

De kneppel kan in de kap nog worden geborgd d.m.v. een touw, het lekentouw of een pen, de lekenpen (fig.6.6.3.4) die men boven de aangetrokken kneppel kan steken in één van de gaten in de achterwand van het bovenhuis (wipmolen), resp. in het hangereel (bovenkruier). Hiermee voorkomt men dat onbevoegden van buitenaf de kneppel losmaken en de vang kunnen lichten.
De kneppel komt vooral voor in Zuid-Holland en Utrecht.

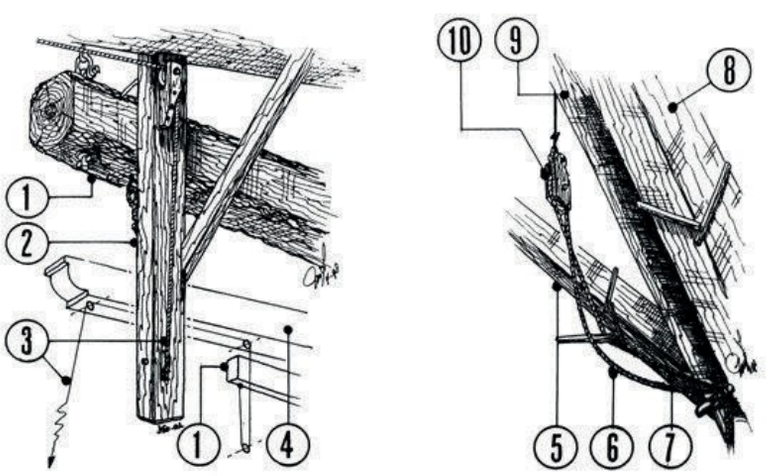
6.6.8.b De trekvang

trekvang

De trekvang komt alleen voor in de Zaanstreek en op spinnenkoppen. Aan het achtereinde van de vangbalk is een touw bevestigd dat via enkele touwschijven aan de achterste hanger en in de kap loopt naar de onderzijde van de staartbalk.

Fig. 6.6.8.1
De trekvang

1. *vangbalk*
2. *achterste hanger*
3. *trekvangtouw*
4. *rechtervoeghout*
5. *rechter lange schoor*
6. *losse part van het trekvangtouw*
7. *vaste part van het trekvangtouw*
8. *linker lange schoor*
9. *staartbalk*
10. *trekvangblok*



Daar bevindt zich een katrol waarover het touw van de trekvang strak kan worden aangehaald en op de staartbalk vastgezet.
De trekvang heeft dezelfde functie als de kneppel.

© Het Gilde van Molenaars

6.6.8.c De pal

Bij wind van achteren heeft het wiekenkruis de neiging achteruit te gaan draaien. Als de wind zeer sterk is kan het bovenwiel zelfs de vang lichten. Het hoeft daarbij alleen maar de kracht, uitgeoefend door het gewicht van de vangbalk te overwinnen.

pal

Tot elke prijs moet dan ook worden voorkomen dat het bovenwiel achteruit kan gaan draaien. Daarvoor is de pal aangebracht (fig. 6.6.8.2). Dit is een stevige balk die scharnierend is bevestigd op het linkervoeghout (in een wipmolen op de daklijst) in de onmiddellijke nabijheid van het bovenwiel. In deze balk steken drie of vier kammen met dezelfde steek als die van het bovenwiel. Deze kammen hebben een vlakke bovenzijde. Als de molen aan het eind van de dag is stilgezet wordt de pal met zijn kammen tussen die van het bovenwiel 'ingelaten'. De onderzijde van de kammen van de pal zijn rond afgewerkt. Deze ronde afwerking zorgt ervoor dat als men heeft verzuimd de pal weg te trekken voor men de vang licht de kammen van het bovenwiel de pal uit het wiel drukken. Na iedere passage van een kam van het bovenwiel valt de pal echter weer terug zodat een duidelijk bonkend geluid te horen is.

paltouw

Men trekt de pal uit het bovenwiel d.m.v. het paltouw. Dit touw is bevestigd aan de bovenkant van de pal en komt via een aantal touwschijven uit bij het ondereind van de staart, aan de linkerkant. Een tweede touw in de kap met daaraan een contragewicht, zorgt ervoor dat de pal in het bovenwiel valt als men het paltouw losmaakt.
De pal komt voornamelijk voor in het westen van het land.
Voor de pal op de tjasker zie 5.6.2.

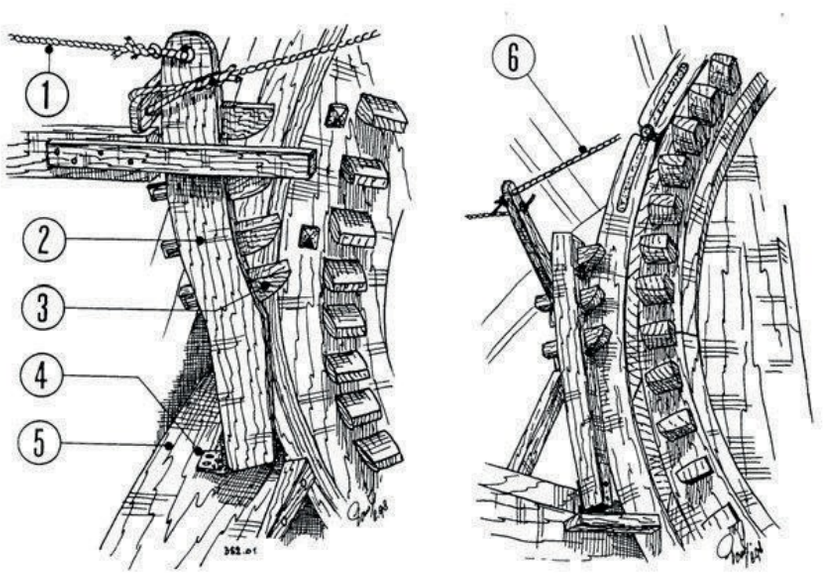


Fig. 6.6.8.2
De pal

1. *paltouw*
2. *pal*
3. *halfronde kammen*
4. *scharnierpunt*
5. *linkervoeghout of -daklijst*
6. *touw voor het contragewicht*

Let op: De pal mag alleen worden gebruikt om een stilstaande molen tegen achteruitdraaien te borgen. Men mag nooit proberen een reeds achteruit-draaiende molen te stoppen door het inlaten van de pal want dat heeft zonder twijfel tot gevolg dat de kammen van de pal en een aantal kammen van het bovenwiel zullen breken!

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 7 De praktijk

Inhoud pagina

7.0 Inspectie van de molen op draaivaardigheid 5

7.0.0 Inleiding
7.0.1 Inspectie in de kap
a. De vang
b. Het bovenwiel
c. De bovenas en z'n lagers
d. Het kruiwerk
e. De koningsspil
f. De bonkelaar of de schijfloop
7.0.2 Visuele controle rond de molen
a. Het wiekenkruis en toebehoren
b. De staart
c. De stelling
7.0.3 Controle van de molen op smering
7.0.4 De eerste omwentelingen
7.0.5 Het testen van de vang

7.1 Het kruien 10

7.1.0 Het bepalen van de windrichting
7.1.1 Controle vooraf bij verschillende molenfuncties
7.1.2 Handelingen vóór het kruien
7.1.3 Het kruien
7.1.4 Het kruien van een binnenkruier

7.2 **Het gebruik van de zeilen** 16

7.2.0 Inleiding
7.2.1 Het voorleggen van een zeil
7.2.2 De zeilvoering
a. De zeilvoering op een onbelaste molen
b. De zeilvoering op een belaste poldermolen
c. De zeilvoering op een belaste korenmolen
7.2.3 Zeilslag
7.2.4 Het zwichten
a. Algemeen
b. Zwichten op welke roede?
c. Het malen zonder zeilen
d. Het malen zonder steekborden
e. Het malen onder de wind
7.2.5 Afzeilen en klampen
a. Het gevlucht wegzetten
7.2.6 Afzeilen in noodsituaties

© Het Gilde van Molenaars

7.3 **Het bedienen van de vang** 27

7.3.0 Inleiding
7.3.1 Inspectie van de vang
a. Een onvoldoende functionerende of uitgewerkte vang
b. De vangbalk klemt in de voorste hanger
c. Het sabelijzer loopt klem
d. Het achtereinde van de vangbalk loopt vast
e. De wipstok loopt aan
f. Problemen met de trommelvang
g. Problemen met de evenaar
7.3.2 Het controleren van koebouten, maanijzers en vangstukken
a. De koebouten
b. De maanijzers
c. De vangstukken
7.3.3 Het controleren van de voorste hanger en de vangbalk
a. De voorste hanger of ezel
b. De vangbalk
7.3.4 Het controleren van de rijklamp en de lendestut
a. De rijklamp
b. De lendestut
7.3.5 Het controleren van de haak, de duim of de klamp
7.3.6 Het controleren van de vangstok, vangketting of het vangtouw
7.3.7 Het afstellen van de vang
a. Het buikstuk sleept langs het bovenwiel
b. Het kopstuk sleept langs het bovenwiel
c. Een te laag hangende vangbalk
d. Een stotende of brommende vang
7.3.8 Het lichten van de vang
7.3.9 Het opleggen van de vang
7.3.10 Wat te doen bij vangbreuk
7.3.11 Wat te doen als de molen achteruit draait

7.4 **Het wegzetten of vastleggen van de molen** 45

7.4.0 Inleiding
7.4.1 Het vastleggen van de molen
a. Het vastleggen van de roeketting
b. Het vastleggen van de bliksemafleider
c. Het gebruik van de pal
d. Het gebruik van de kneppel
e. Het gebruik van de trekvang
f. Het gebruik van de stutten in het bovenwiel
7.4.2 Het vastleggen van de staart
7.4.3 Extra maatregelen bij zware storm
7.4.4 Speciale standen van het wiekenkruis
a. Overhek
b. In de vreugd
c. In de rouw

© Het Gilde van Molenaars

7.5 **Het smeren van de molen** 53

7.5.0 Inleiding
7.5.1 De smeermiddelen
a. Traditionele smeermiddelen
b. Moderne smeermiddelen
c. Smeervetten
7.5.2 Het smeren van het kruiwerk
a. Kruirad, -wiel of -lier
b. De kruiwerken van de bovenkruier
Het neutenkruiwerk
Het voeghoutenkruiwerk
Het rollenkruiwerk
Het Engels kruiwerk
c. Het kruiwerk van de standerdmolen
d. Het kruiwerk van de wipmolen
e. Het kruiwerk van de paltrok
7.5.3 Het smeren van het gaande werk
a. Het wiekenkruis
b. De bovenas
c. De koningsspil
d. Kammen, staven, vuisten en spaken
e. Specifieke assen van de poldermolen
f. Specifieke assen en spillen van de korenmolen

7.6 **Klein onderhoud** 74

7.6.0 Inleiding
a. De taken van de molenaar
b. Specifiek molenmakerswerk
7.6.1 Losse kammen en staven
7.6.2 Het in elkaar grijpen van kammen en staven
7.6.3 Controle van wiggen, stroppen en bouten
7.6.4 Schilder- en teerwerk
7.6.5 Ingraven van kruipalen
7.6.6 Onderhoud van molenzeilen
7.6.7 Maatregelen bij schade aan het rietdek
7.6.8 Bestrijding van vogels
a. Het gevlucht
b. De kap
c. Het rietdek
7.6.9 Het schoonhouden van het kruiwerk en vervangen van kruirollen
7.6.10 Houtsoorten in de molenbouw
a. Eigenschappen van enkele in molens gebruikte houtsoorten en hun toepassingen

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

7.0 INSPECTIE VAN DE MOLEN OP DRAAIVAARDIGHEID

7.0.0 Inleiding

Iedere molenaar die met een molen gaat draaien of malen dient zich er eerst van te overtuigen of de molen wel draaivaardig c.q. maalvaardig is. Gebreken, slijtage enz. sluipen langzaam maar zeker de molen binnen. Daarom is altijd vóór het draaien een inspectie nodig.
Wie de eigen molen goed kent en er regelmatig mee draait kan volstaan met een korte inspectie met zo nu en dan wat uitgebreidere controles. Zo zal men bijvoorbeeld in het voorjaar meer moeten letten op vogelnesten en in lange droge periodes op loszittende wiggen.
Gaat men voor het eerst op een onbekende molen draaien of op een molen die geruime tijd heeft stilgestaan dan is een uitgebreide inspectie nodig om te kunnen bepalen of die molen wel draaivaardig is. Vraag zo mogelijk ook informatie aan (oud)-molenaars, bekijk het logboek enz.

7.0.1 Inspectie in de kap

Het belangrijkst is de kapzolder. Kijk op de vloer of daar voorwerpen worden aangetroffen die daar niet horen: wiggen, onderdelen, houtsplinters, vuil e.d. Die kunnen je op het spoor zetten van gebreken of te controleren onderdelen.

7.0.1.a De vang

Controleer, voor zover op de molen van toepassing:

1. De conditie van de vangstukken, de maanijzerogen, de koppelbouten en het sabelijzer. Let hier vooral op kleine scheurtjes: het begin van breuk.
2. De passing van de vangstukken rond het bovenwiel en de stand van de stut.
3. Rijklamp en rust, lendestut, vorkstutten en kettingen.
4. De achterste hanger met de haak en de pen in de vangbalk, de klamp of de duim met beugel, het hangereel
5. De wipstok, de ophangging ervan en de bevestiging van het vangtouw, de vangketting of de staalkabel. Hangt de wipstok ongeveer horizontaal?
6. De binnenvangketting of het binnenvangtouw en de bevestiging daarvan aan de wipstok en aan de vangbalk.
7. De vangtrommel, de astappen en de staanders waarin hij is opgehangen en de bevestiging en de staat van de kettingen en/of touwen. Voldoende touw rond de trommel.
8. De ophanging van de voorste hanger of ezel aan het rechter voeghout.
9. De ophanging van de vangbalk in de voorste hanger of ezel.
10. De vangbalk zelf en de pen, waarmee deze in de voorste hanger of ezel draait.
11. De pal en de kneppel.

Ad.5 De bevestiging van het vangtouw aan de wipstok kan gecontroleerd worden door de vangbalk te blokkeren, - bijv. met de kneppel – en dan een flinke kracht uit te oefenen op het vangtouw.

© Het Gilde van Molenaars

7.0.1.b Het bovenwiel

Controleer:
1. De conditie van het bovenwiel. Let op scheurvorming op de kruisingen van de kruisarmen en in de velgen tussen de kammen.
2. De kammen:
   a. of ze los zitten, gescheurd zijn of een onregelmatig slijtvlak hebben.
   b. op voldoende smering met bijenwas.
3. De wielwiggen: of ze goed vastzitten en met woutermannen zijn geborgd.
4. De hoep:
   Indien van hout: of deze nog goed vastzit en of er geen nagels uitsteken.
   Indien van metaal: of er geen scheuren inzitten en of er geen spijkers of schroeven uitsteken en of de rijgspieën vastzitten.
5. De stroppen rond de vulstukken

7.0.1.c De bovenas en z'n lagers

Controleer, indien van toepassing:
1. De hals- en pensteen op breuk. Als de delen netjes tegen elkaar zitten gewigd en de as loopt niet heet dan is dat geen probleem.
2. De beide lagers
   a. op voldoende smering met reuzel. Is er voldoende reuzel aanwezig in de molen?
   b. op een gelijkmatig smeerpatroon (geen glimmende banen).
3. De taats van de pen op voldoende olie van goede kwaliteit
4. De vulstukken op raaklopen tegen de middelbalk, lange spruit of ijzerbalk.
5. Het waterhol, of dit niet binnen de kap ligt waardoor water binnenkomt

7.0.1.d Het kruiwerk

Controleer, indien van toepassing:
1. De conditie van het kruiwerk.
2. De kruivloer. Is deze schoon en liggen de kruivloer- en overringdelen gelijk?
3. Het kruiwerk op voldoende smering.

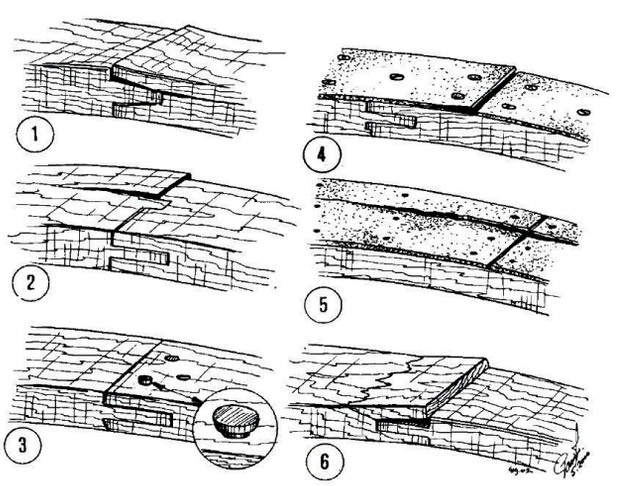


Fig. 7.0.1.1
Enkele voorbeelden van mogelijke gebreken in een kruivloer

1. *door droging opengewerkte verbinding*
2. *kruivloerdeel op de las opgewerkt*
3. *omhoog gewerkte pen of bout*
4. *losgeraakte plaat*
5. *gescheurde kruivloerplaat*
6. *gebroken lipverbinding*

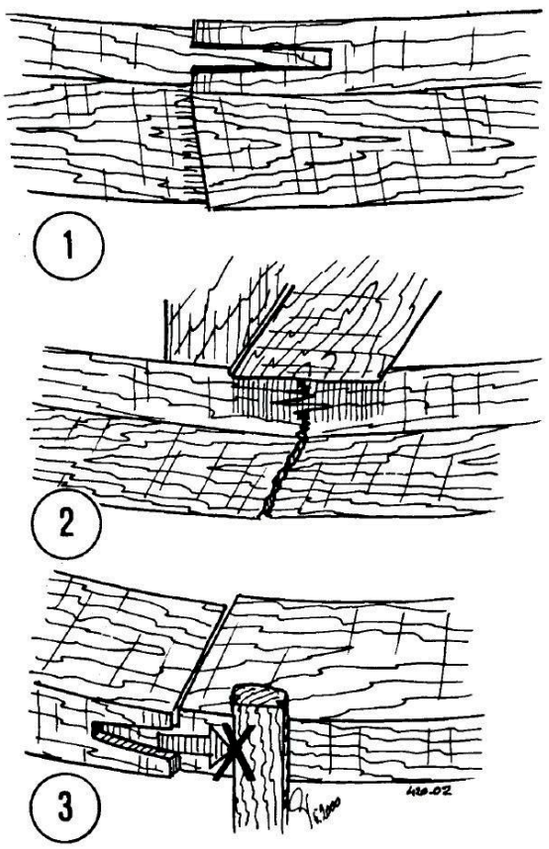


Fig. 7.0.1.2
Enkele voorbeelden van gebreken in de overring.
Deze kunnen dezelfde zijn als die bij de kruivloer.

1. *opengewerkte verbinding*
2. *gebroken overring*
3. *zijwaarts verschoven delen van de overring, deze haakt achter de kuipneuten*

7.0.1.e De koningsspil

Controleer, indien van toepassing:
1. Het bovenlager op speling en voldoende smering.
2. Het onder- of taatslager op voldoende olie.
3. De stroppen.
4. De poortstokken en de poortplaat (busdeur).

7.0.1.f de bonkelaar of de schijfloop

Controleer, indien van toepassing:
1. De conditie van de bonkelaar of de schijfloop. Zijn kammen of staven voorzien van voldoende was en vertonen ze een regelmatig slijtagepatroon? Zitten de kammen vast?
2. De wiggen en hun borging.
3. Of de bovenbonkelaar/bovenschijfloop aanloopt tegen het bovenwiel. In dat geval is de bovenas te ver naar achteren of naar beneden gezakt.
4. Of de kammen van het bovenwiel het onderblad van de bovenschijfloop raken. In dat geval is de bovenas te ver naar beneden gezakt.

Als dit alles in orde is, is het gaande werk in de kap draaivaardig.

© Het Gilde van Molenaars

7.0.2 Visuele controle rond de molen

Inspecteer de molen vervolgens van buiten. Kijk of er geen voorwerpen op het erf liggen. Let daarna op de volgende punten:

7.0.2.a Het wiekenkruis en toebehoren

Controleer, voor zover van toepassing:
1. De conditie van de roeden, de heklatten, de zomen, de hekwiggen, de windborden en hun bevestiging of het wiekverbeteringssysteem op de roeden.
2. De roewiggen, de spitijzers en de keerklossen.
3. De zeilen door ze één voor één uit te rollen. Kijk daarbij naar het zeildoek en naar het touwwerk. N.B. Zet de molen eerst op de wind!
4. De roekettingen op conditie, dikte en ingesleten schakels.
5. De bliksemafleiderkabel op de aansluiting van de klemmen en op de conditie van de rubberen mantel.

7. 0.2.b De staart

Controleer, voor zover van toepassing:
1. De conditie van de staartbalk, de schoren en hun onderlinge verbindingen.
2. Het kruisysteem zoals b.v. het kruirad, lier, enz.
3. De conditie van de kruiketting, de bezetketting en het spaakkettinkje.
4. De bevestiging van de bezetketting.
5. De kruipalen.

7.0.2.c De stelling

Controleer, voor zover van toepassing:
1. De stellingschoren, de stellingliggers en de sluitingen.
2. De stellingplanken.
3. Het stellinghek.

7.0.3 Controle van de molen op smering

Het smeren van sommige onderdelen kan bij de inspectie vóór het draaien gelijk gedaan worden; neem dus smeermiddelen mee.
Moet er veel gesmeerd worden, bijv. het hele kruiwerk of alle kammen en staven, dan is dat een uitgebreide klus. Neem daarvoor de tijd!
Voor uitgebreide aanwijzingen betreffende smeren zie paragraaf 7.5

© Het Gilde van Molenaars

7.0.4 De eerste omwentelingen

Houd de zeilen nog even geklampt en laat de molen rustig in beweging komen. Leg de vang meteen weer op om te testen of dit goed werkt. Als dit in orde is, wordt de vang opnieuw gelicht. Ga dan naar de kap en let op de zojuist geïnspecteerde delen. Luister of het gangwerk goed loopt en of de vang niet aanloopt. Let ook op of ieder wiel nog netjes centrisch vastzit. Loopt een wiel aan de omtrek erg heen en weer of op en neer dan moet het door de molenmaker opnieuw afgehangen worden.
Als dit allemaal in orde is zeil dan de molen op.

7.0.5 Het testen van de vang

De vang wordt nu getest bij een hogere snelheid van het gevlucht. Wacht tot het gevlucht bij de heersende wind een redelijk aantal enden loopt. Ga dan vangen en stel vast of de molen er goed op reageert. Hoeveel enden nog voorbij mogen komen alvorens stil te staan nadat men met vangen is begonnen is o.a. afhankelijk van de windsterkte, de vang en de grootte van het gevlucht. Als vuistregel kunnen we aanhouden: ca. 1/6 van het aantal enden mag nog passeren

Sommige vangen hebben de neiging te brommen als ze het gevlucht tot stilstand brengen. Op zich is dit niets verontrustends. Het is in ieder geval een duidelijk signaal dat de vang pakt. Het brommen mag echter niet ontaarden in het stoten van de vang. Stoten is een teken dat de vang hapt omdat men te straf vangt. Licht de vang even zodra deze hapt en het euvel is over.
Is het niet mogelijk de molen binnen twintig á dertig seconden tot stilstand te brengen en gaat het om een molen die lange tijd heeft stilgestaan dan kan loskomende roest van de hoep of voering daarvan de oorzaak zijn. Men brengt in dat geval de molen weer op gang en laat vervolgens de vang enige tijd (maar niet te lang!) slepen tegen het bovenwiel. In het uiterste geval kan men met wat scherp zand tussen vang en bovenwiel proberen de voering glad te schuren.(zie 7.3.7.d). Meestal is de molen daarna beter te vangen.

Gaat het echter niet om een molen die geruime tijd heeft stilgestaan dan moet er een andere oorzaak zijn. Het euvel kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door een te lichte vangbalk. Probeer in dat geval te vangen met een verzwaarde vangbalk. Helpt dat niet dan wordt het tijd de molenmaker te waarschuwen. Zie voor andere oorzaken van slecht vangen paragraaf 7.3.

© Het Gilde van Molenaars

7.1 HET KRUIEN

7.1.0 Het bepalen van de windrichting

windrichting

Wanneer de molenaar bij de molen aankomt, heeft deze zich vooraf al een beeld gevormd van het weer en gezien hoe de windrichting is t.o.v. het wiekenkruis. Het wiekenkruis moet recht in de wind gezet worden.
De beste manier om de juiste positie te bepalen is het opzoeken van de windstille plek achter de molenromp. Op die plaats moet de staart komen. Het gevlucht staat dan op de wind.
De windwijzer achter op de kap kan ook een hulpmiddel zijn om de windrichting te bepalen maar door het bovenstaande roe-end wijst die vaak niet nauwkeurig. Een windwijzer kan bovendien stroef draaien of zelfs vastgeroest zijn.
Andere hulpmiddelen bij het bepalen van de windrichting zijn: vlaggen, rook uit schoorstenen, golven op het water, wuivend riet of gras e.d.

ruimend kruien

krimpend kruien

Meestal staat de molen niet goed op de wind en moet de molenaar dus kruien. Als de molenaar, staande bij het kruirad, de wind voelt op de rechterwang moet rechtsom gekruid worden, ofwel: ruimend kruien. De staart moet dan naar links. Als de molenaar, staande bij het kruirad, de wind voelt op de linkerwang moet j linksom gekruid, ofwel: krimpend kruien. De staart moet dan naar rechts.

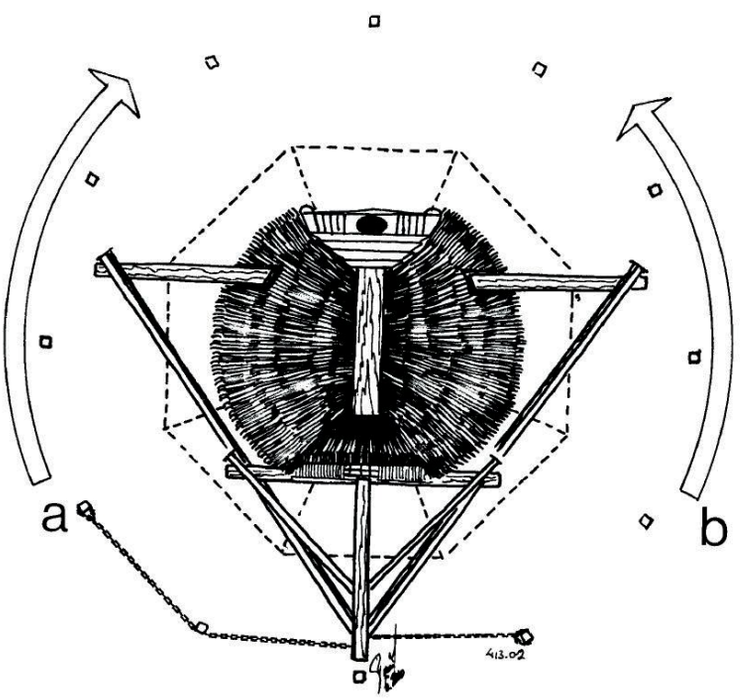


Fig. 7.1.0.1.
Wat we verstaan onder ruimend of krimpend kruien

a. ruimend
b. krimpend

7.1.1 Controle vooraf bij verschillende molenfuncties

Het is belangrijk om te beseffen dat als een molen in zijn werk staat de koningsspil en dus ook de rest van het gaande werk bij het kruien meedraait! Dat levert voor verschillende molens specifieke aandachtspunten op.

poldermolen

Voordat men een poldermolen kruit moet men de waterloop controleren op de aanwezigheid van (grof) vuil. Een simpel latje tussen het scheprad of vijzel en de krimpmuur c.q. vijzelkom kan kammen en staven kosten. Soms staat de wachtdeur open m.b.v. een stukje hout om water in te laten. Deze dient men vooraf te sluiten.
Bij vorst moet men controleren of het scheprad of de vijzel is vastgevroren (zie voor het ijsvrij maken van het wateropvoerwerktuig: 11.6.6). In dat geval kan men niet kruien zonder breuk in het gaande werk te riskeren. Wil men desondanks kruien dan moet men de molen uit het werk zetten.

korenmolen

Voordat men een korenmolen kruit moet men eerst alle lopers uitlichten. Deze zijn immers als veiligheidsmaatregel vóór het verlaten van de molen in het werk gezet en bijgezet of bijgestoken, wat betekent dat de lopers op de liggers rusten. Als men in deze situatie kruit wordt het gangwerk te zwaar belast en kan beschadigd worden.
Wanneer men ‘voor de prins’, d.w.z. onbelast wil draaien zet men de maalkoppels uit het werk. Het is absoluut verkeerd een uitgelichte loper te laten meedraaien zonder te malen. Dit is een zware belasting voor de kammen en staven die door de vliegwielwerking van de steen afwisselend worden afgeremd en aangedreven. Ook geeft dit extra belasting op het taatslager en dat kan leiden tot heetlopen en sterke slijtage ervan.

oliemolen

Als men een oliemolen kruit moeten alle heien en stampers geschort zijn. Bij het kruien draait namelijk de wentelas mee, maar bij ruimend kruien in omgekeerde richting waardoor de spaken van de wentelas de vuisten van de stampers en heien omlaag kunnen drukken (fig.7.1.1.1). Ook zet men de kantstenen uit het werk. Beide doet men doorgaans al vóór de molen stilgezet wordt.

pelmolen, zaagmolen

Een pelmolen en een zaagmolen kan men kruien zonder gevaar voor het gaande werk. Voor de zaagmolen geldt nog dat de zaagtanden los moeten zijn van het hout. Als dat niet het geval is trek dan de zaagslede iets terug met behulp van het krabbelrad. Ook het krabbelwerk en het haalwerk staan uit het werk.

7.1.2 Handelingen vóór het kruien

Men maakt de roeketting en de bliksemafleiderkabel los en leg ze in de buurt van de plek waar het wiekenkruis zal gaan draaien maar zodanig dat men er niet over kan struikelen. Ze zijn dan direct bij de hand in geval van nood.
Let op: de bekleding van bliksemafleiderkabels is kwetsbaar; leg er geen kettingen overheen en zorg dat niemand erop kan gaan staan.

spaakketting

Dan ontspant men de kruiketting door het losmaken van het spaakkettinkje. Dit spaakkettinkje kan men het beste ophangen want als het achter de staart aansleept kan het oog ervan gemakkelijk blijven haken, bijvoorbeeld tussen stelling-delen. Op sommige molens blokkeert men het kruirad met een schuifhout. Bij een kruilier gebruikt men een pal.

schuifhout

.

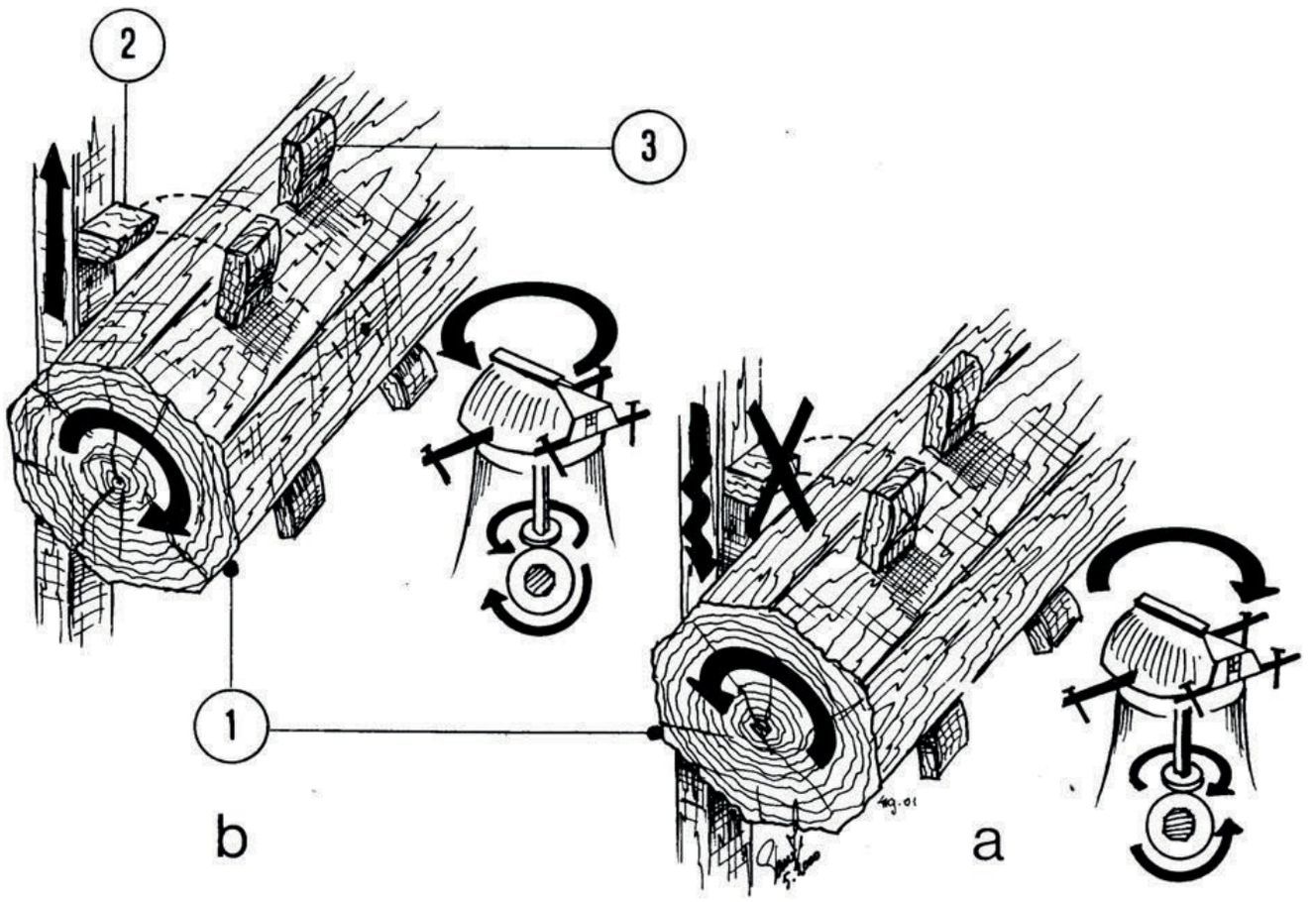


Fig. 7.1.1.1

Het kruien van een oliemolen Wanneer men een oliemolen ruimend (a) kruit draait de wentelas tegen de normale draairichting in. Als de heien en stampers dan niet zijn geschort kunnen de spaken schade veroorzaken. Als men een oliemolen krimpend kruit (b) draait de wentelas normaal

1. *wentelas*
2. *vuist*
3. *spaak*

Vervolgens maakt men de bezetketting los en legt hem op de grond of op de stelling. Als de bezetketting aan de staart vastzit, is het een goede gewoonte om hem tijdens het kruien aan de staart op te hangen of op de slof te leggen en hem niet te laten slepen
Nu windt men de kruiketting, voor zover nodig, van de munnik af. Als de munnik goed is gesmeerd kan de ketting afgewonden worden door er flink aan te trekken.
Let op: bij het uitlopen van de kruiketting kan het snel ronddraaiende kruiwiel gevaar opleveren.

Als men, staande bij de staart met het gezicht naar de molen, rechtsom (ruimend) moet kruien legt men de kruiketting naar links. Moet men linksom (krimpend) kruien dan legt men hem naar rechts. De lus, ring of haak aan het eind van de kruiketting legt men om de volgende kruipaal. Is de kruiketting zo lang dat men een kruipaal kan overslaan dan dient men de ketting buitenom de tussenliggende kruipaal te leggen (pas op voor losschieten) anders trekt men de staart teveel naar het molenlijf. Bovendien kruit het lichter.
Ook op een stellingmolen moet de kruiketting zo veel mogelijk haaks op de kruias (munnik) blijven om de staart niet naar het molenlijf te trekken. De haak aan het eind van de kruiketting steekt men achter een stellingligger.

Beveiligingen als pal en kneppel haalt men er pas af als de molen op de wind staat. Als de wind van achteren komt zou de molen anders achteruit kunnen gaan draaien

© Het Gilde van Molenaars

7.1.3 Het kruien

Windkoppels, kruihaspels, kruiraderen en kruilieren kunnen alle met de hand worden bediend. De molenaar kruit de molen met spierkracht. In een (groot) kruirad kan men bovendien lopen en de molen in dat geval met het lichaamsgewicht kruien. Het kruirad is dan vaak voorzien van loopklossen (fig. 5.8.5.1). De molenaar dient er dan rechtop in te lopen en de ene hand zo dicht mogelijk bij de kruias te houden om het houvast te kunnen bewaren voor het geval het kruirad plotseling doorschiet. De andere hand pakt de spaken. De kleinere kruiwielen en windkoppels hebben minder spaken en men kan er niet in lopen. De molenaar moet hier met handkracht kruien. Soms is er aan de staart een kruibank getimmerd. Van daaraf kan de molenaar het kruiwiel of kruirad met de hand en vooral met de voet bedienen.

kruibank

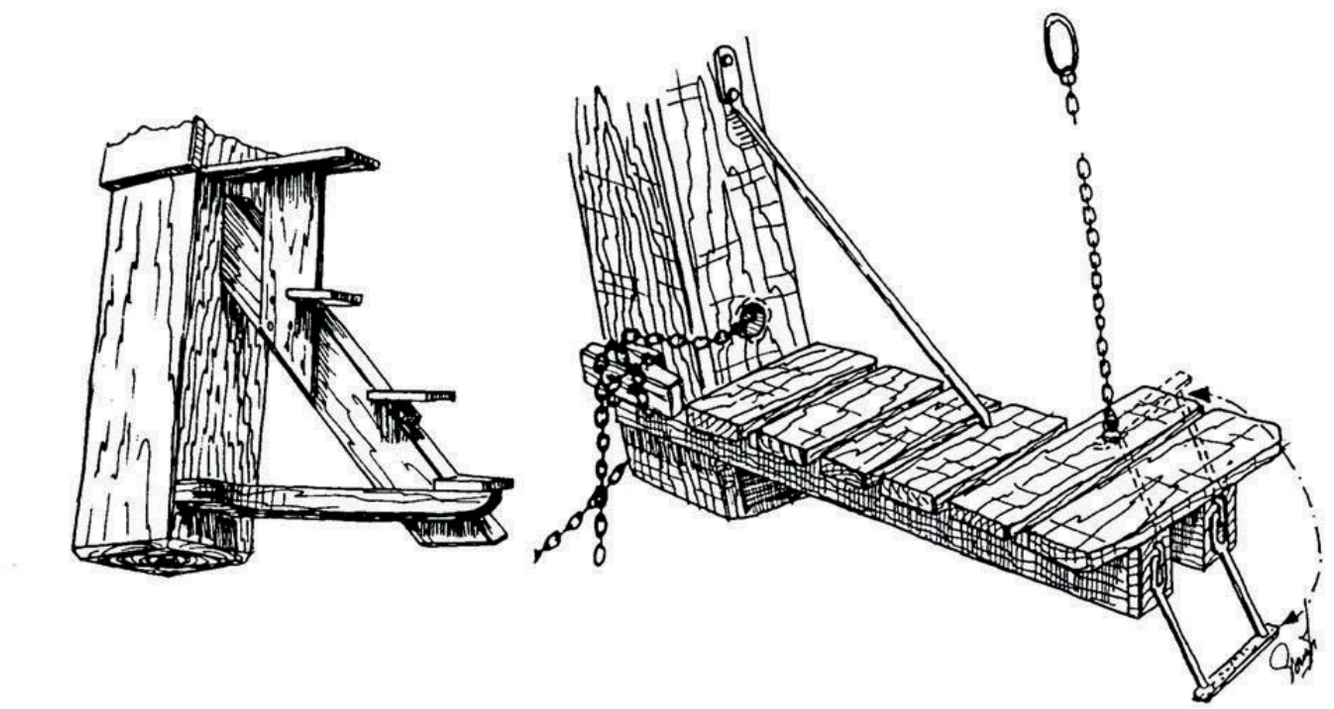


Fig. 7.1.3.1
Twee voorbeelden van kruibanken

Kruilieren zijn er in vele uitvoeringen. Let er bij het opwinden van de kabel vooral op dat men zo ver mogelijk van buitenaf begint. Dit kruit makkelijker en de staart wordt minder naar de romp getrokken. Een conische liertrommel zorgt zelf voor het goed opdraaien van de kruikabel.

Bij het ontspannen en uitlopen van de kruikabel kan de snel ronddraaiende slinger gevaar opleveren; de slinger kan iemand raken of wegvliegen. Als bij het uitlopen onbedoeld de pal invalt kunnen tandwielen beschadigen.
Veel kruilieren hebben daarom een voorziening om het aandrijvende tandwiel uit zijn werk te schuiven waardoor het afwinden gemakkelijker gaat.

Kruirad en kruihaspel kunnen zowel rechtsom als linksom draaien. Het ijzerbeslag op de hoeken van de staartbalk of de brilplaat en de bovengenoemde loopklossen laten in de regel maar één juiste richting toe. Ook het bevestigingspunt van het spaakkettinkje bepaalt de kruirichting.

© Het Gilde van Molenaars

Tijdens het kruien dient de molenaar te voorkomen dat de opgewonden slagen over elkaar rond de munnik komen te liggen. De diameter van de munnik wordt dan a.h.w. groter waardoor de molen zwaarder kruit. De ketting kan ook plotseling in zijn normale positie terugspringen met als mogelijk gevolg dat de in het rad lopende molenaar een buiteling maakt.
Bovendien is het dubbel opwinden van de kruikabel of -reep slecht voor het materiaal. Wanneer de kruikabel zich vastklemt tussen de vorige windingen is deze moeilijk los te krijgen.
Een ander gevaar is dat de lus aan het andere uiteinde van de ketting plotseling omhoogschiet tot onder de kraag van de kruipaal. Ook hierdoor kan de molenaar uit het plotseling doorschietende kruirad vallen.

Staat de molen op de wind dan legt men als regel de kruiketting zodanig dat men de molen ruimend kan kruien (vanaf de staart: naar links). En men legt deze ook zo lang mogelijk uit. Bij ruimende wind kan men dan meteen beginnen met kruien zonder eerst de ketting te hoeven omleggen of verlengen.
Heeft men de molen ruimend om op de wind moeten kruien, dan kan de kruiketting zo blijven liggen. Moest de molen krimpend om op de wind gekruid worden en verwacht men niet dat de wind verder gaat krimpen dan wordt de kruiketting dus weer omgelegd voor ruimend kruien.

De bezetketting legt men tegenover de kruiketting, dus als regel naar rechts en altijd zo kort en strak mogelijk om het raggen van de kap en de staart te voorkomen.
Slechts in twee situaties legt men de kruiketting gereed voor krimpend kruien:
1. als er een warmtefront nadert waarbij de wind steeds verder krimpt
2. wanneer de depressie in het zuiden langstrekt en de wind zal krimpen van zuidwest via zuid naar noordoost tot noord (Hfdst. 8).

In die situaties ligt dus de bezetketting kort en naar links

Het vastleggen van de kruikettingen mag men nooit doen met een of andere knoop. Een knoop kan zo vast komen te zitten dat men deze niet meer loskrijgt. Leg de ketting in een lus of gebruik een harpsluiting.
Met het kruirad resp. de kruilier trekt men beide kettingen strak. Het rad blokkeert men tegen terugdraaien d.m.v. het spaakkettinkje of het schuifhout. De lier blokkeert men d.m.v. de pal.

Om het raggen van de kap tegen te gaan plaatst men met name in het noorden en oosten van ons land een balkje tussen de staartbalk en de molenromp. Hierdoor worden ook de verbindingen tussen de schoren en de spruiten minder belast. Deze staartstut dient zo laag mogelijk tegen de staartbalk te worden geplaatst (zie 10.2.4, fig. 10.2.4.7).

staartstut

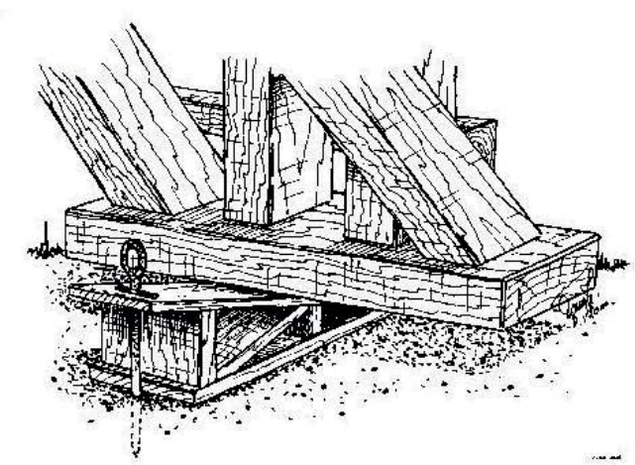
steekslof

Een andere oplossing is om een steekslof onder de trap of de staartbalk te plaatsen om bewegen van de staart tegen te gaan.
Zodra de molen vaststaat kunnen de zeilen worden voorgelegd.

© Het Gilde van Molenaars

Fig. 7.1.3.2

Steekslof onder de slof van een wipmolen tegen het raggen van de staart



7.1.4 Het kruien van een binnenkruier

Voordat de molenaar van een binnenkruier naar boven gaat om te kruien wordt beneden eerst bepaald bij welke achtkantstijl of welk veld het gevlucht moet komen. Eenmaal boven kan de molenaar niet meer zien of de molen goed op de wind staat maar kan dat wel voelen. Beschreven is de situatie dat de molenaar ruimend aan het kruien is. (fig. 7.1.4.1)
Voelt men bij C wat wind en bij A bijna niets en bij B en D helemaal niets, dan is er nog een heel eind te kruien. Voelt men bij C wel wind en bij A een beetje, dan is men er bijna. Voelt men tenslotte bij A, B, C en D ongeveer evenveel wind, dan staat de molen recht op de wind. Na het kruien zet men de bezetketting en de doodketting met een schotel vast op een kruikram (fig. 5.8.3.2).
In een binnenkruier ligt de kruireep tijdens het malen naar rechts (zie 5.8.3).

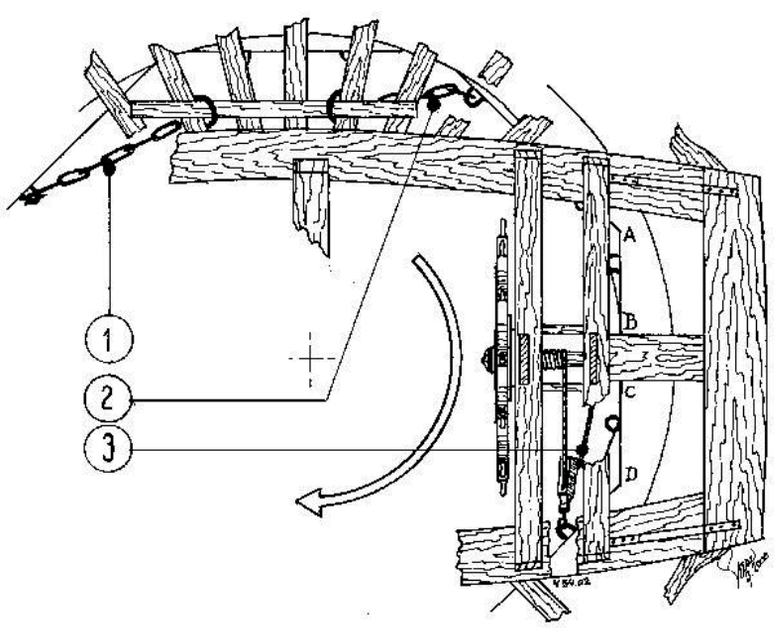


Fig. 7.1.4.1
Het binnenkruiwerk

1. *bezetketting*
2. *doodketting*
3. *kruireep*

7.2 HET GEBRUIK VAN DE ZEILEN

7.2.0 Inleiding

Men legt zoveel zeil voor als nodig is om de molen optimaal te laten werken. Dit kan voor de diverse molentypen zeer verschillen. Verder hangt het ook van een aantal andere factoren af hoeveel zeil men kan voeren:
- het zwaar of licht malen van de molen.
- het belast of onbelast draaien van de molen.
- de sterkte van de wind en het weertype.

Soms is de wind zo sterk, b.v. windkracht 6 of 7 dat de molen zonder zeilen kan werken. Maar in de meeste gevallen moet men zeilen voorleggen of 'de molen opzeilen'. Uiteraard staat de molen op de wind bij het opzeilen.

7.2.1 Het voorleggen van een zeil

Hieronder wordt beschreven hoe een vol zeil wordt voorgelegd.
Het geklampte zeil is met een mastworp of met halve steken vastgemaakt aan een heklat. Men dient het zeil bij de meeste wieksystemen los te maken aan de achterkant van het hekwerk, dat is staande tussen de roede en de molenromp. Bij roeden met fokken of met slechts één zeilklamp maakt men het zeil los staande vóór het hekwerk.
Als de knoop is losgemaakt haalt men het opgerolde zeil uit het hekwerk en slingert het met een royale zwaai van achter de beide zeilklampen naar de voorzijde van het hekwerk. Daarbij moet men ervoor zorgen dat het zeil tijdens de zwaai niet langs de voorzoom en de kikkers schuurt. Bij fokwieken ligt het opgerolde zeil reeds aan de voorzijde van de roede. Het is meestal geklampt achter drie zeilklampen.

Men houdt het opgerolde zeil in beide handen en ontrolt het enige meters van bovenaf. Dit is een speciale slag die men bereikt met korte rechtsom draaiende bewegingen. Het zeil ontrolt zich dan vanzelf van bovenaf. Zorg er wel voor dat de rol niet ergens in het midden loskomt waardoor de wind er vat op kan krijgen. Het zeil kan dan een grote ballon worden en onhandelbaar voor de molenaar.
De bovenste meters van het zeil zijn nu uitgerold, de rest ligt nog als een rol voor het hekwerk. Het is dan niet noodzakelijk om het opgerolde zeil vooraf van onderen vast te leggen. Als de molen goed op de wind staat en het zeil nog voor minstens de helft is opgerold en dus vrijwel geen wind zal vangen zijn er geen risico's voor de molenaar. Het onderste einde tussen het hekwerk door steken zoals soms gebeurt voegt dan ook weinig toe. Wanneer men het zeil eerst geheel uitrolt is de kans dat de wind er vat op krijgt veel groter. Bovendien ligt het zeil dan voor een groot deel op het hekwerk. Dit bemoeilijkt het naar boven lopen.

De molenaar klimt nu links van het zeil omhoog tussen de roede en de eerste zoomlat. Dit is het veiligst. Hoe dichter men bij de roede loopt hoe kleiner het risico is dat er een heklat breekt. Op sommige plaatsen in het zuiden klimt men omhoog tussen het zeil en de roede.
Boven aangekomen begint de molenaar de lussen achter de kikkers te haken. Het is vaak beter om de bovenste lus niet te gebruiken. Het zeil 'ligt' dan beter. Bovendien rolt het makkelijker op bij het afzeilen. De molenaar gaat nu weer naar beneden, houdt zich met de linkerhand vast aan de heklatten en houdt met de rechterhand het zeil vast en haakt de lussen vast.
Tijdens het naar beneden gaan worden tevens de borgingen van de windborden gecontroleerd.

© Het Gilde van Molenaars

Wanneer een kikker ongunstig zit, haakt men er geen lus achter. Het is ook onjuist om één lus achter twee kikkers te leggen. Er kunnen dan plooien in het zeil komen omdat het zeil niet vlak op het hekwerk ligt.

Beneden aangekomen trekt de molenaar het rechteronderhoektouw strak onder de onderste heklat door en bevestigt het op deze heklat of op de ter plaatse aanwezige klamp, kikker of veer. Nu wordt het zeil volledig ontrold door het linkeronderhoektouw met niet te veel kracht naar links en enigszins naar onderen te trekken waardoor het vanzelf uitrolt. Gebruikt men te veel kracht, dan lijdt het onderste stuk van het zeil te veel en zou het zelfs kunnen scheuren. Het uitrollen gaat het best met de rechterhand. De linkerhand is dan gereed om de vrijkomende zwichtlijnen te grijpen. Deze mogen niet wegwaaien.

De molenaar trekt nu met behulp van de zwichtlijnen het zeil in volle breedte voor de heklatten. Het voorleggen van zeilen op molens die zijn uitgerust met zeilrails vergemakkelijkt men door af en toe een beetje vet op de rails aan te brengen.
Voor het straktrekken van droge zeilen heeft de molenaar weinig kracht nodig; natte zeilen plakken wat meer op het hekwerk en vragen wat meer kracht. Het domweg trekken aan de zwichtlijnen leidt vaak tot niets. Onderaan trekt men dan te hard en bovenaan te zacht. Men kan ook de bovenste twee lijnen elk met één hand bedienen en intussen de onderste zwichtlijn laten hangen. Deze kan nooit zover wegwaaien dat het tot problemen leidt.
De molenaar slaat de zwichtlijnen met hun slijtstuk (het dikke gedeelte) om de achterzoom. Dat hoeft niet boven de hoogst mogelijke heklat maar ook niet vrijwel verticaal langs de zoomlat naar beneden.
De lijnen slaat men vervolgens al één slag om de heklat of men laat ze binnen de rechterbovenarm voor de borst hangen zodat men beide handen vrij heeft om de lijnen vast te zetten.

Men legt de zwichtlijnen nu vast op de kruisingen van een heklat met het zwichtlatje en/of met de beide middenzomen met diezelfde heklat. Eerst de bovenste zwichtlijn, vervolgens de middelste en tenslotte de onderste.
Het vastzetten gaat als volgt: men leidt het touw voorlangs naar de linker onderkant van de kruising, vervolgens achterlangs naar de rechterbovenkant ervan, daarna vóór de heklat recht naar beneden en tenslotte achter de zoomlat om weer naar linksonder (fig. 6.3.1.2). Men trekt de zwichtlijn strak (niet snaarstrak!) en steekt het losse eind ervan dubbel tussen de zoomlat en het zojuist strak getrokken vaste deel zodat er een lus ontstaat. Men hoeft dan slechts aan het losse eind te trekken om de zwichtlijn weer los te maken. De genoemde lus blijft redelijk klem zitten tussen de zoomlat en het vaste gedeelte van de zwichtlijn maar kan tijdens het draaien van de molen toch wel eens losraken. Wanneer men de lus op de kruising linksonder tot onder de heklat trekt zit de zwichtlijn zodanig klem dat deze niet vanzelf loskomt. Maar daardoor kan men hem weer minder gemakkelijk lostrekken. De lus en het losse uiteinde laat men het liefst even lang.
Steek het losse eind niet door de lus want dan bestaat het risico dat er bij het lostrekken een knoop in getrokken wordt. Soms zet men de bovenste twee zwichtlijnen samen op één kruising vast, b.v. als een zwichtlatje ontbreekt.

Als laatste zet men het linkeronderhoektouw vast. Hiervoor worden verschillende methoden gebruikt (fig. 6.3.1.2). Zet dit touw niet zo strak dat het zeil loskomt van het hekwerk.

Belangrijk: als men niet op alle enden zeil voorlegt moet ook bij de lege enden gecontroleerd worden of de zeilen strak in de klampen liggen en goed zijn vastgezet. Dit voorkomt slijtage ter plaatse van de klampen of losraken van zeilen tijdens het draaien.

© Het Gilde van Molenaars

Als de touwen en de zeilen nat zijn bij het opzeilen moet men na verloop van tijd controleren of alles nog goed vastzit. Natte zeilen en touwen worden nl. langer als ze drogen.

Bij matige of krachtige wind plaatst men tegelijk met het opzeilen van ieder end het eventueel uitgenomen steekbord. Het volgende end zal dan wel naar beneden komen ondanks het feit dat de molen door het geplaatste windbord wanwichtig is geworden.
Is de wind echter zwak dan kan men, zeker als men alleen is op de molen, beter eerst alle enden opzeilen en pas daarna de steekborden plaatsen.
De vier volle zeilen geven dan voldoende kracht om de wanwichtigheid te compenseren. Met deze methode bespaart men zich veel geduw en getrek aan het gevlucht en heen en weer lopen tussen wiekenkruis en vangtouw.
Men kan echter ook roede voor roede opzeilen i.p.v. end voor end. Dan hoeft men nooit meer dan één windbord tegelijk tegen de zwaartekracht in omhoog te duwen.

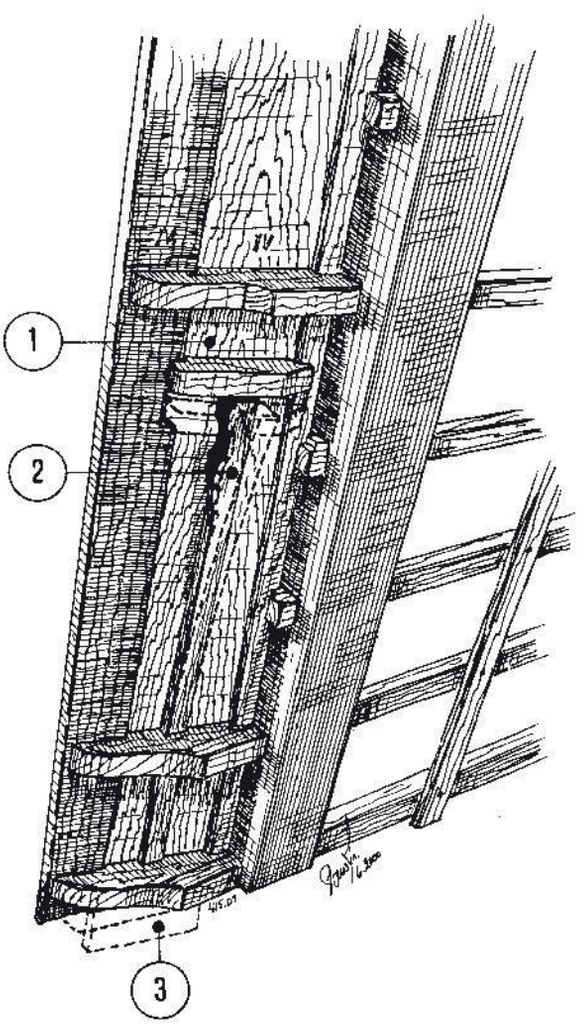


Fig. 7.2.1.1
Steekbord

1. *steekbord*
2. *houten bordveer*
3. *stand van het bord bij het steken of uitnemen*

7.2.2 De zeilvoering

Over het algemeen maalt een poldermolen met een hogere snelheid dan een korenmolen. En een kleine poldermolen met een gevlucht van ca. 16 m mag veel sneller draaien dan zijn grote broer met een gevlucht van 28 m. Een poldermolen kan gemakkelijk 80 à 90 enden of meer lopen; een gemiddelde korenmolen loopt doorgaans niet meer dan zo'n 70 enden. Een standerdmolen draait weer iets sneller vanwege de kleinere overbrengingsverhouding.
Op een molen die uit zijn werk staat en dus 'voor de prins', d.w.z. onbelast, draait hoeft men minder zeil te voeren dan wanneer men hem belast.

Bij het vangen van een met vier volle zeilen draaiende molen tijdens een plotseling invallende bui wordt de vang van die molen maximaal belast. Soms is de molen onder deze omstandigheden maar moeilijk tot stilstand te krijgen. Buiig en vlagerig weer zal vaak een reden zijn de zeilvoering aan te passen. In die situatie bepaalt dus het weertype en niet de windsterkte de hoeveelheid zeiloppervlak. Bij zwakke tot matige wind en onder normale omstandigheden voert men altijd vier volle zeilen en zijn alle steekborden geplaatst.

7.2.2.a De zeilvoering op een onbelaste molen

Wanneer de molen voor de prins draait en de wind zwak tot matig is voert men onder normale omstandigheden vier volle zeilen. Omdat men bij een onbelast lopende molen snel last krijgt van zeilslag is het verstandig deze bij toenemende wind wat onder de wind te zetten en op tijd te zwichten. Waait het harder en draait de molen sneller dan helpt het werktuig niet mee om de molen af te remmen en is de betrouwbaarheid van de vang van groot belang.

Tijdens een windvlaag neemt de snelheid van het wiekenkruis van een onbelaste molen aanmerkelijk sneller toe dan die van een belaste molen. Het verdient daarom aanbeveling de zeilvoering hieraan aan te passen. Een plotseling invallende windvlaag heeft namelijk veel minder vat op een gevlucht zonder zeilen dan op een gevlucht met zeilen.
Dit mag echter voor niemand een reden zijn om dan maar gemakshalve altijd met (te) weinig zeil te draaien. Dit getuigt niet van goed molenaarschap.

7.7.2.b De zeilvoering op een belaste poldermolen

Op een belaste poldermolen voert men zoveel zeil als nodig is om het wateropvoerwerktuig zijn maximale rendement te laten leveren.
Een poldermolenaar zwicht met grotere stappen dan z'n collega korenmolenaar. Bijvoorbeeld direct van vier volle naar twee volle en twee (lange) halve. Op poldermolens zijn duikertjes niet gebruikelijk.
In het uitzonderlijke geval dat men 'op 't scherp van de snede' moet malen vanwege het hoge polderpeil dient men continu attent te zijn op plotseling invallende windvlagen. Wanneer men, staande bij het vangtouw, zo'n windvlaag hoort invallen is het nog net niet te laat om snel te vangen vóórdat het gevlucht in snelheid toeneemt.
Draait de molen eenmaal te snel dan kan de vang te kort schieten. Wacht dan een zaam (een korte afname van de windkracht) af om alsnog te vangen. Raak echter niet in paniek. Een windvlaag duurt gewoonlijk hooguit een minuut.

zaam

© Het Gilde van Molenaars

Bij een poldermolen schuilt het gevaar eerder in het feit dat het water niet snel genoeg kan toestromen waardoor het wateropvoerwerktuig te ondiep in het water staat en minder weerstand ondervindt. Daardoor gaat de molen nog sneller draaien. Een ander gevaar is dat het scheprad bij te hoge snelheid het water meeneemt over de kop. Ook hierdoor vermindert de weerstand en neemt de snelheid toe. Dit geeft slechts onnodige belasting van het gaande werk en de lagers maar geen verhoging van de capaciteit.

7.7.2.c De zeilvoering op een belaste korenmolen

Op korenmolens geldt dat er een goed product moet worden gemalen. Het gevlucht van een korenmolen moet daarvoor zo constant mogelijk draaien. Bepalend voor een goed product is de omtreksnelheid van de loper. Als een korenmolen te snel draait kan het zwichten met twee duikertjes al voldoende zijn om de snelheid met b.v. vijf omwentelingen terug te brengen. De loper draait in dat geval dan ongeveer 30 á 40 omwentelingen per minuut langzamer. Op een korenmolen zwicht men met kleinere stappen dan op een poldermolen. Men maalt op een korenmolen nooit zodanig dat men a.h.w. bij het vangtouw moet staan om het op hol slaan te voorkomen. De molenaar staat op de maalzolder en heeft, vooral bij vlagerig weer, alle aandacht nodig voor de licht. Om een goed product te krijgen moet de steen continu bijgehouden of uitgelicht worden.

7.2.3 Zeilslag

Zeilslag (zie 6.3.3) komt het meest voor wanneer men vier volle zeilen voert. Tijdens het draaien van de molen kunnen de zeilen gaan slaan. D.w.z. ze komen tijdens het passeren van de romp even los van het hekwerk en slaan daarop na de passage weer terug. Als dat af en toe gebeurt is het geen bezwaar. Maar als het zeil regelmatig voor een groot deel loskomt van het hekwerk en met een harde klap terugslaat heeft dat slijtage tot gevolg en dient de molenaar in te grijpen. Een ander gevolg van zeilslag kan zijn het losraken van de heklatten in de roede of zelfs het afbreken van een deel van slecht hekwerk.

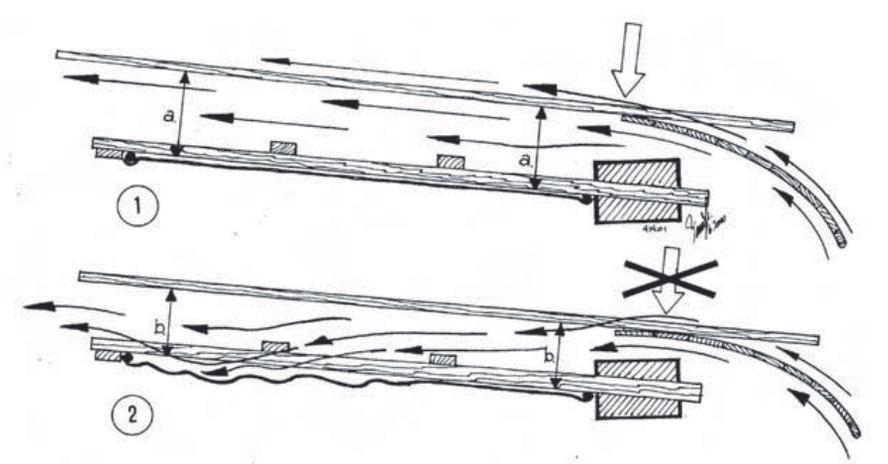


Fig. 7.2.3.1
De luchtstroom bij een goed en een fout gemonteerde fok

1. Goed.
Men houdt de rij (rechte lat) evenwijdig met de hekstokken, de afstanden a-a zijn gelijk.
Het raakpunt ligt precies op de rand van de fok.

2. Fout.
Het raakpunt ligt 10 à 12 cm binnen de rand van de fok.
De fok buigt de luchtstroom af naar het zeil met als gevolg zeilslag.

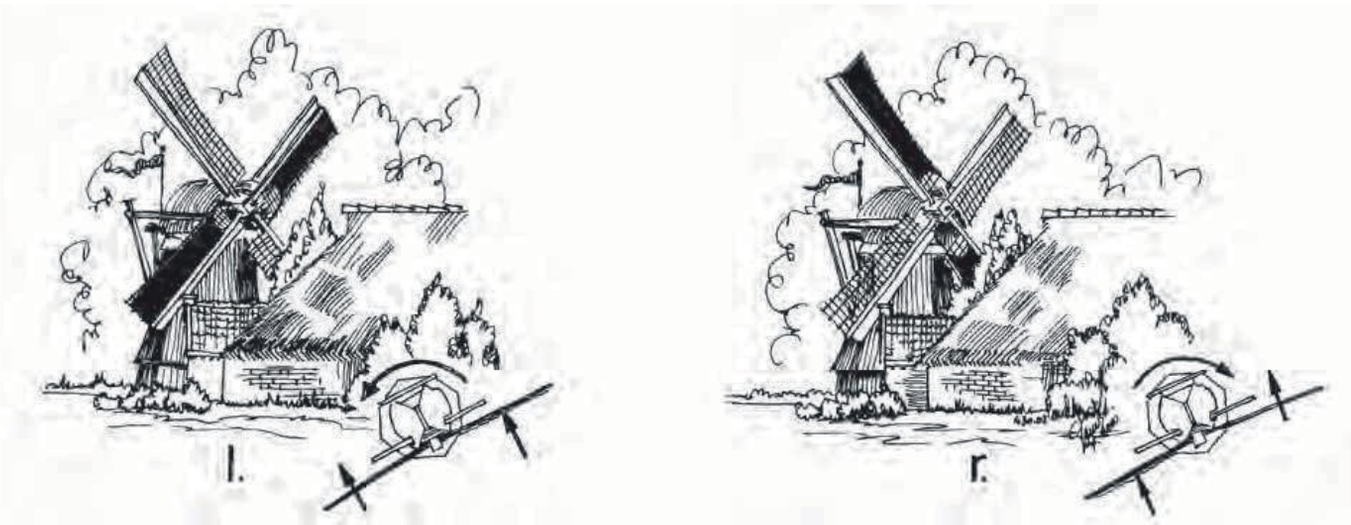


Fig. 7.2.4.1
Oorzaak van het raggen van de kap bij windbelemmering

l. In deze situatie wil de kap krimpend om
r. In deze situatie wil de kap ruimend om

Zeilslag komt voor:
- bij windbelemmering in welke vorm dan ook
- bij een onjuiste zeeg; een diepe hekstand levert eerder zeilslag op.
- bij een onjuiste stroomlijnvorm of een foutieve stand van de fokken (fig. 7.2.3.1)
- bij het Dekker stroomlijnprofiel.
- als de molen te ruim staat (de wind te krimpend invalt).
- als het wiekenkruis dicht langs de molenromp gaat.
- als de molen onbelast draait.
- bij vlagerige wind: als de winddruk wegvalt terwijl het gevlucht nog zijn snelheid behoudt.

In de meeste gevallen vermindert of voorkomt men de zeilslag door de molen iets krimpend om te kruien waardoor de wind ruimer invalt. Hierdoor neemt weliswaar de wieksnelheid iets af maar de zeilslag bestrijdt men ermee. Mochten de zeilen ondanks deze maatregel blijven slaan dan moet men zwichten. Veel molenaars zetten de molen bij het kruien altijd al iets onder de wind om zeilslag te voorkomen. Dit is echter niet in alle gevallen nodig.
Zeilslag is vooral te horen maar het is ook te zien: ga links van de molen staan en let op het omhooggaande onderend.

7.2.4 Het zwichten

7.2.4.a Algemeen

Voor alle molens gelden onderstaande hoofdregels:
- men zwicht wanneer het gevlucht te snel draait.
- men zwicht per roede op beide enden.
- men tracht grote verschillen in zeilvoering op de vier enden te vermijden.
-

Het is het beste als men op alle enden dezelfde zeilvoering toepast. Daarmee worden de askop en de kap gelijkmatig belast. Daarom wordt afgeraden om vaak met twee volle zeilen te malen. De molen wordt in dat geval onevenwichtig belast. Immers, de uiteinden van de enden reageren op de wind het sterkst. Daarbij komt het draaiende wiekenkruis steeds viermaal per omwenteling met één end in de luwte terwijl het tegenoverstaande end de volle wind krijgt.

© Het Gilde van Molenaars

raggen

Zo ontstaat een hefboomwerking die de kap doet heen en weer bewegen, het 'raggen'. Niet alleen de askop wordt erdoor belast. Ook de staart, de lange spruit, de stelling en het achtkant zelf lijden er sterk onder.
Bij windbelemmering bijvoorbeeld door een gebouw, is de winddruk op de onderste enden steeds kleiner dan op de bovenste enden en verergert het heen en weer bewegen en de slijtage (fig. 7.4.2.1). Het raggen treedt makkelijker op bij molens met een licht kruiend rollenkruiwerk. Een kap met een schuifkruiwerk ligt rustiger.
Er zijn situaties waarin het voeren van twee volle zeilen verstandig kan zijn, bijvoorbeeld bij vlagerig, buiig of onweerachtig weer. Men kan dan vóór de komst van een (onweers)bui snel zwichten of de zeilen wegrollen.

7.2.4.b Zwichten op welke roede?

Over het algemeen voert men het meeste zeil op de binnenroede. Ofwel, men zwicht gewoonlijk het eerst op de buitenroede. De askop wordt dan minder belast. Dit gold vooral in de tijd van de houten assen maar is nu minder belangrijk geworden aangezien thans nagenoeg alle bovenassen van gietijzer zijn. Men houdt deze goede gewoonte echter in ere.
De Noord-Hollandse binnenkruier vormt hierop een uitzondering. Op deze molen zwicht men ter vermijding van zeilslag vaak eerst op de binnenroede omdat deze zo dicht langs de brede romp draait.
Een tweede reden voor een uitzondering is de conditie van de roeden of het hekwerk. Is deze slecht dan zwicht men het eerst op de slechtste roede, ook al is dat de binnenroede.

Wanneer men vier volle zeilen voert en zeer snel moet afzeilen zwicht men eerst al het zeil op de buitenroede (of de zwakste) en daarna pas het zeil op de binnenroede (of de sterkste).
Als twee volle en twee halve zeilen voorliggen worden eerst de twee volle zeilen weggenomen om zodoende snel het grootste gedeelte van het zeiloppervlak kwijt te zijn.

stoppen

Wanneer men na het afzeilen van één der beide roeden gedwongen moet stoppen door een (onweers-) bui dan laat men de molen staan met twee volle op de verticale roede. Geen prettige situatie maar het is beter dan één of twee volle op de horizontale roede.
Heeft men zeer weinig tijd dan één end afzeilen en dit boven zetten!

7.2.4.c Het malen zonder zeilen

geklampte zeilen in de lijnen leggen

Wanneer in de loop van de dag de wind steeds verder toeneemt zwicht men zo gelijkmatig mogelijk over het wiekenkruis. Uiteindelijk kan het zo hard waaien, dat de molen tenslotte maalt met geklampte zeilen. Maalt men langdurig 'in de lege' dan legt men in Noord-Holland de zeilen bij voorkeur 'in de lijnen'. Voor het behoud van de zeilen is dit het beste.

Het in de lijnen leggen gaat als volgt:
Leg het strak opgerolde zeil over de volle lengte langs de roede op het hekwerk en maakt de onderhoektouwen vast op de gebruikelijke wijze. Klim dan naar boven met een touw dat ruim één end lang is en voorzien is van een oogsplits. Haak deze oogsplits achter de bovenste kikker en gooi het touw door het hekwerk zodat het achter het hekwerk hangt.

© Het Gilde van Molenaars

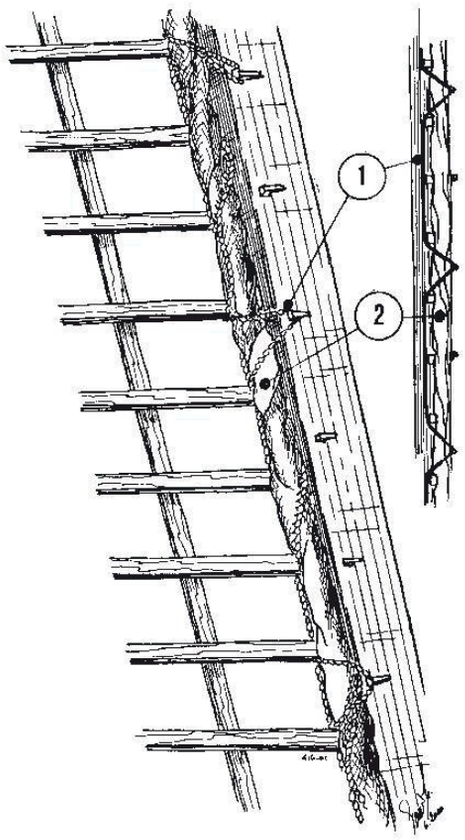


Fig. 7.2.4.2
Zeil in de lijn gelegd

1. *zwichtlijn of extra touw*
2. *geheel opgerold zeil*

Haal bij het omlaag klimmen bij iedere tweede of derde kikker het touw in een lus door het hekwerk naar voren en leg het achter die kikker. Sla het opgerolde zeil plat met de vuist in de hoek tussen de roede en het hekwerk en trek het touw strak.
Zet, beneden aangekomen, het eind van het touw vast op een heklat. Het opgerolde zeil ligt nu stevig vast.
Malen met vier zeilen 'in de lijnen´ wordt in de Zaanstreek 'malen met blote benen' genoemd.
Als men de zeilen niet in de lijnen legt maar (langdurig) met geklampte zeilen blijft malen, schuiven de zeilen bij elke omwenteling langs de voorzomen of de stroomlijnprofielen waardoor ze slijten. Dit geldt met name voor Oud-Hollandse gevluchten en in mindere mate voor Dekkerprofielen en Van Busselneuzen. Deze slijtage kan men enigszins voorkomen door de zeilen zo strak mogelijk om de voorzomen of de stroomlijnprofielen te trekken. En dit gedurende de dag nog minstens een keer te herhalen.
Het is onnodig om op fokwieken de zeilen in de lijnen te leggen. Daar worden de zeilen immers niet om de fok heen maar binnen de fok geklampt. Ze schuren dus nooit langs de voorzoom.

Het malen met geklampte zeilen beïnvloedt overigens de snelheid van het gevlucht. Op een Oud-Hollands gevlucht is dit effect gering maar een rond een Dekkerwiek of een Van Busselneus geslagen zeil verstoort het stroomlijnprofiel zodat de molen een deel van z'n trekkracht verliest.
Een gevlucht met fokken verliest trekkracht wanneer men de opgerolde zeilen om de fok heenslaat en achter het hekwerk vastzet. Dit kan men gebruiken als extra zwichtmogelijkheid als de molen zonder zeil nog te hard gaat.

© Het Gilde van Molenaars

7.2.4.d Het malen zonder steekborden

Wanneer de molen met lege hekken nog te snel draait zwicht men verder door de steekborden uit te nemen, zo nodig in twee stappen. Bij de eerste stap de borden van de buitenroede (of de slechtste) en bij de tweede stap die van de andere. Het is zeer ongebruikelijk borden uit te nemen als men nog zeil voert. De meeste steek-, storm- of windborden verwijdert men eenvoudig door de bordveer naar zich toe te trekken. Het steekbord zakt dan iets omlaag en kan aan de voorzijde uit de sponning worden getrokken. Veel molens hebben borden zonder veer. Dergelijke borden zijn dikwijls op zodanige wijze geborgd dat ze niet of moeilijk uitneembaar zijn. Steekborden in fokken zijn veelal geborgd met twee wervels en/of borgbeugels.
Wanneer borden worden verwijderd bij harde wind dient de molenaar voorzichtig te werk te gaan om niet met bord en al weggeblazen te worden. Men kantelt een uitgenomen bord zo snel mogelijk horizontaal en houdt het vlak, zodat de wind er geen vat op krijgt. Bij het vervoeren loopt de molenaar tussen de wind en het windbord.
Kleinere borden kan men verticaal onder de arm klemmen en de wind het andere eind – als een vaan – laten meevoeren. Zo vangt het de minste wind.

7.2.4.e Het malen onder de wind

onder de wind zwichten met de staart

Het is niet uitgesloten dat de molen nog te snel draait als men alle hierboven beschreven zwichtmogelijkheden heeft toegepast. Men zet de molen dan onder de wind, ook wel genoemd ‘zwichten met de staart’ (niet te verwarren met ‘vangen met de staart’, een noodmaatregel die slechts wordt toegepast als de vang kapot is (zie 7.3.10).

Men zwicht met de staart door de molen krimpend te kruien zodat de wind ruimend invalt. Wind heeft namelijk de eigenschap om tijdens buien en uitschieters te ruimen èn in kracht toe te nemen. Door dit ruimen van de wind komt de molen nog verder onder de wind te staan en zou daarom langzamer moeten gaan draaien. Maar door het tegelijkertijd toenemen van de windkracht houdt het gevlucht over het algemeen z’n oorspronkelijke snelheid.

boven de wind

Als de molen boven de wind, dus ruimend, uit de wind wordt gekruid dan zal een ruimende en in kracht toenemende vlaag recht op het gevlucht komen. De molen gaat dan juist sneller draaien en is moeilijker te vangen.

Het onder de wind zetten doet men doorgaans niet verder dan een half veld (achtkant) of ca. 1 kruipaal. Gaat men nog verder dan wordt de molen en met name het halslager te eenzijdig belast. De molenaar doet er dan verstandig aan te stoppen.

© Het Gilde van Molenaars

7.2.5 Afzeilen en klampen

Alvorens met afzeilen te beginnen moet men eerst controleren of de molen nog wel goed op de wind staat! Zo niet, dan eerst kruien voordat zeil wordt losmaakt.
Men begint het afzeilen achter de roede met het eenvoudig lostrekken van de zwichtlijnen, ook wanneer men met gezwichte zeilen draait. De steek is immers zo gelegd dat deze met één korte ruk aan het losse eind direct loskomt. Men zwaait de zwichtlijnen naar de voorkant van het hekwerk waarbij men ervoor zorgt dat ze niet achter een heklat blijven steken.
Nu wordt het linkeronderhoektouw los gemaakt. Dan pakt men het zeil bij het achterlijk, vouwt de zwichtlijnen onderaan dubbel, zodat ze niet onder het zeil uitsteken en rolt het zeil linksom op met de zwichtlijnen erin.
Trek regelmatig aan het onderlijk van het zeil om te zorgen dat het zeil hogerop ook dicht rolt. Maak met de rechterhand vervolgens het rechteronderhoektouw los en rol verder.
Werk bij het rollen dicht op het hek, zodat de wind niet achter het zeil slaat.
Op (polder)molens is het soms de gewoonte om het zeil bij het midden te pakken en het dubbel op te rollen. Dit werkt sneller, vooral in noodgevallen.
Het oprollen moet niet te strak gebeuren: dit veroorzaakt niet alleen extra slijtage aan het zeil maar belemmert ook het opdrogen van het zeil als het nat is.

Terwijl men het zeil oprolt, stapt men naar rechts tot voorbij de voorzoom.
Probeer daarbij de rol zo veel mogelijk in een rechte lijn te houden, in het verlengde van het linker halstouw.
Het is niet verstandig alle lussen in één beweging los van de kikkers te trekken want dan schuurt het zeil bij het oprollen voortdurend langs de bovenste kikkers waardoor het onnodig slijt.
Bovendien is het gevaarlijk omdat de wind het loshangende zeil kan grijpen.
Als ook de laatste lussen los zijn, trekt men flink aan het al grotendeels opgerolde zeil waardoor het zichzelf moeiteloos tot boven aan toe dicht rolt. Desnoods geeft men het daartoe een extra zwaai.

zeilklampen, smakhouten

Daarna klampt men het zeil: men pakt het onderaan vast, zwaait het krachtig naast de voorzoom omhoog en slingert het in één beweging om de voorzoom achter de slingerklampen (smakhouten, zeilklampen).
Op een molen met Oud-Hollands gevlucht of Van Busselneuzen vereist dit enige oefening. Op fokwieken zitten er doorgaans drie klampen aan de voorzijde van de fok. Dit klampt wat gemakkelijker.
Men steekt het opgerolde zeil vanaf de onderste slingerklamp tussen twee heklatten door en haalt het een heklat lager weer naar zich toe. Daarna legt men het zeil vast aan een van de onderste heklatten. Daarbij maakt men de vrij hangende onderhoektouwen met halve steken, een mastworp of op andere wijze vast, al naar gelang dit in de diverse streken van het land gebruikelijk is.
Sommige molenaars slaan het ondereind van het zeil eerst nog een slag om een heklat.
Tijdens het end voor end afzeilen neemt men, indien nodig, tevens het steek- of stormbord uit. Net als bij het inzetten van de borden maakt men de molen hierdoor wanwichtig maar nu dan zodanig dat de enden die naar beneden komen zwaarder zijn doordat hun windbord nog niet is uitgenomen.

7.2.5.a Het gevlucht wegzetten

Houten roeden waren van naaldhout. De hardere houten roewiggen veroorzaakten deuken in dit zachte hout en kwamen los te zitten. Daarom zette men de horizontale roede niet weg met de wiggen onder. Bij ijzeren roeden speelt dit probleem echter niet. Het indrukken van de wiggen door het gewicht

van de roe staat niet in verhouding tot de grote druk die door het aanslaan van de roewiggen hierop wordt uitgeoefend.

Ook werd de binnenroede meestal verticaal gezet om bij storm de belasting van de houten askop te verminderen. Bij gietijzeren askoppen is dat echter nauwelijks van belang.
Hoewel de noodzaak er dus niet meer is wordt toch nog vaak vastgehouden aan bovengenoemde gewoonten. Doet men dit consequent dan is het gevolg dat het gevlucht steeds in dezelfde stand wordt weggezet. Daardoor loopt er altijd in dezelfde roede water en zullen van hetzelfde end de heklatten en windborden eerder verrotten.
Bij ijzeren assen en roeden is het daarom beter het gevlucht regelmatig in een andere stand weg te zetten. Hiermee voorkomt men dat regenwater steeds op dezelfde plaats in dezelfde roe blijft staan. Zet bovendien het gevlucht ook nog een klein eindje komend waardoor het regenwater beter kan aflopen. Dit wordt zeker aangeraden als er geen ontwateringsgaten in de roe zijn.
Bij molens met een doorboorde as kan het echter gebeuren dat door de as regenwater naar binnen komt als de binnenroede verticaal staat. Dan is het verstandig om in natte perioden de buitenroede verticaal te zetten

7.2.6 Afzeilen in noodsituaties

Maak er een vaste gewoonte van bij het oprollen het zeil zo vlak mogelijk op het hekwerk te laten liggen om te voorkomen dat de wind erachter slaat en het de molenaar uit handen rukt. Probeer nooit een zeil vast te houden waar de wind is ingeslagen. Men kan door het zeil worden meegetrokken.
Is het zeil onverhoopt toch zijwaarts weggeslagen probeer het dan als volgt weer onder controle te krijgen: loop zo hoog mogelijk het hekwerk in en trek het zeil een beetje naar je toe. Sla om dat deel een lange hulplijn en zet het provisorisch vast. Stap dan twee of drie heklatten naar beneden en herhaal dezelfde handeling net zolang tot je weer beneden bent.

Heeft men bij harde wind deels gezwichte zeilen voorliggen, bijv. een halve of een hoge lijn en wil men deze wegrollen en klampen, rol dan niet eerst het opgerolde deel van het zeil weer uit maar maak de resterende zwichtlijn(en) los en rol deze samen met het al gedeeltelijk opgerolde zeil verder op. Ook kan men ervoor kiezen, de zwichtlijnen bij harde wind niet allemaal tegelijk los te malen en in het zeil te rollen, maar één voor één.
Zo houdt men het zeil beter in bedwang. De zwichtlijnen liggen nu niet bij elkaar in het opgerolde zeil maar dat is minder belangrijk.

Wordt men overvallen door een bui en is er nog gelegenheid één of meerdere zeilen weg te rollen dan is snel werken belangrijker dan netjes werken. Maak de zwichtlijnen los, leg ze in het midden op het zeil, trek daar een plooi in het zeil en rol het dubbel op met enkele flinke slagen. Lukt het klampen niet bij de eerste poging, sla het zeil dan om de voorzoom en zet het vast. Zet dan dit lege end boven en kijk of er nog tijd is om een tweede zeil te klampen.
Nadat de bui weggetrokken is worden de provisorisch weggerolde zeilen beter opgerold en goed vastgezet.

Het wordt dringend aanbevolen bovenstaande handelingen eens te oefenen bij rustig weer. Snel werken is daarbij van groot belang: hoe meer zeil men nog kan wegrollen voor de bui losbarst des te beter.

© Het Gilde van Molenaars

7.3 HET BEDIENEN VAN DE VANG

7.3.0 Inleiding

De vang is misschien wel het belangrijkste onderdeel van de molen. De molenaar moet daarom regelmatig de vang controleren. Dit geldt niet alleen voor een molen die geruime tijd niet heeft gedraaid. Ook een regelmatig gebruikte vang vraagt zorg en aandacht. Het mag niet gebeuren dat de molenaar bij zwaar weer merkt dat de vang om welke reden dan ook niet goed functioneert. De vang moet de molen in principe onder alle normale omstandigheden kunnen stoppen. Gaat de molenaar draaien met een voor hem onbekende molen dan vraagt ook de vang extra aandacht van hem.

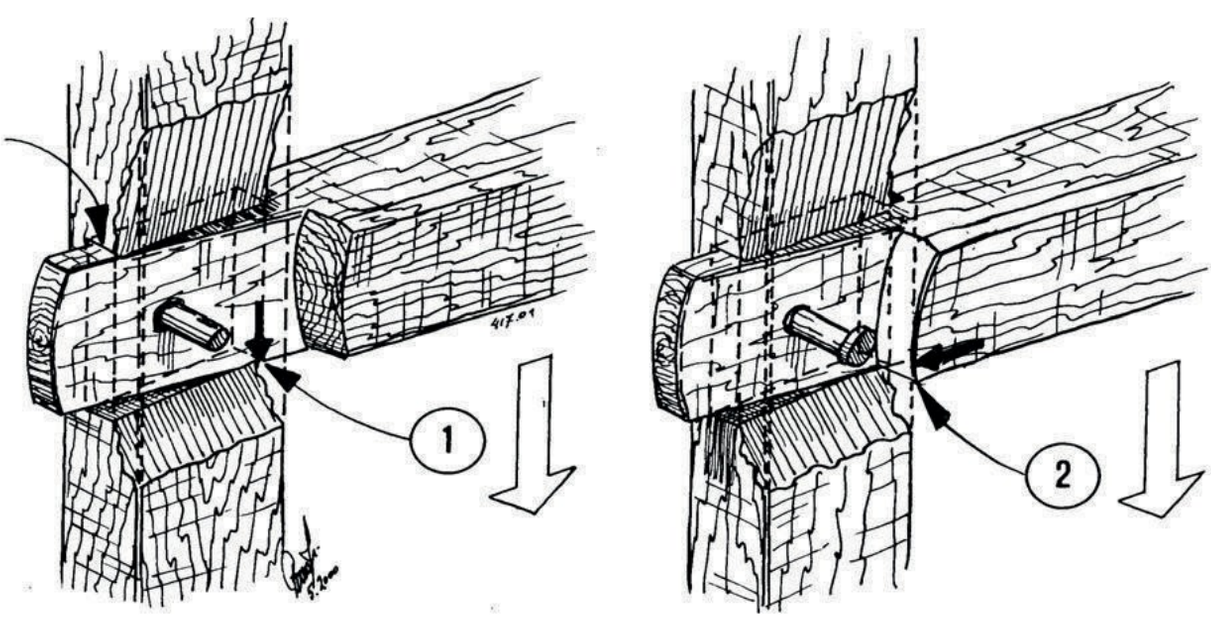
7.3.1 Inspectie van de vang

7.3.1.a Een onvoldoende functionerende of uitgewerkte vang

Een vang functioneert onvoldoende of is uitgewerkt als de vangbalk om welke reden dan ook niet ver genoeg of helemaal niet meer kan zakken. Dat heeft tot gevolg dat de vangbalk de vangstukken niet voldoende strak om het bovenwiel klemt. De molen is dan niet te vangen.
Men controleert dit eenvoudig door op de vangbalk te gaan zitten. Men moet daarbij kunnen voelen dat er nog voldoende vering in de vangbalk aanwezig is, m.a.w. men moet kunnen merken dat de vangbalk nog extra kan zakken zonder dat de ezel heen en weer beweegt.

Fig. 7.3.1.1
Het z.g. vastknaaien van de vangbalk in de voorste hanger

1. *de pen van de vangbalk stuit tegen de onder- en bovenzijde van het gat in de voorste hanger*
2. *de afronding van de vangbalk knijpt tegen de achterzijde van de voorste hanger*



Slijtage van de vangstukken is een gebruikelijke oorzaak van problemen met de vang. Door deze slijtage wordt de binnenomtrek van de cirkel, gevormd door de vangstukken, langzamerhand groter. Anders gezegd: de vang komt ruimer om het bovenwiel te liggen. Daardoor moet de vangbalk verder zakken om nog voldoende vangkracht te leveren. Dat kan weer andere problemen opleveren:

7.3.1.b De vangbalk klemt in de voorste hanger

voorste hanger of ezel

Als de pen van de vangbalk bij de voorste hanger of ezel niet lang genoeg is of de afronding van de kop ter weerszijden van de pen onvoldoende is of te dicht bij het draaipunt zit komt de vangbalk bij het zakken tegen de ezel aan. Ook kan de pen vastlopen op de onderzijde van het gat in de ezel. Dit noemt men het

vastknaaien van de vangbalk

'vastknaaien' van de vangbalk. Dit euvel treedt gewoonlijk op als het achtereinde van de vangbalk te ver naar beneden moet zakken om de vang voldoende aante trekken (fig. 7.3.1.1).

7.3.1.c Het sabelijzer loopt klem

Het sabelijzer heeft gewoonlijk een aantal bochten waardoor het vrij kan bewegen langs diverse constructiedelen van de molen. Bij een dergelijke bocht kan het sabelijzer vastlopen op bijvoorbeeld het voeghout, de daklijst of de steenburrie. Het verhelpen van een dergelijk probleem is molenmakerswerk. Een ander euvel (bij kleinere molens) is dat het door de vangbalk heen stekende deel van het sabelijzer de vloer raakt van de kapzolder of het bovenhuis.

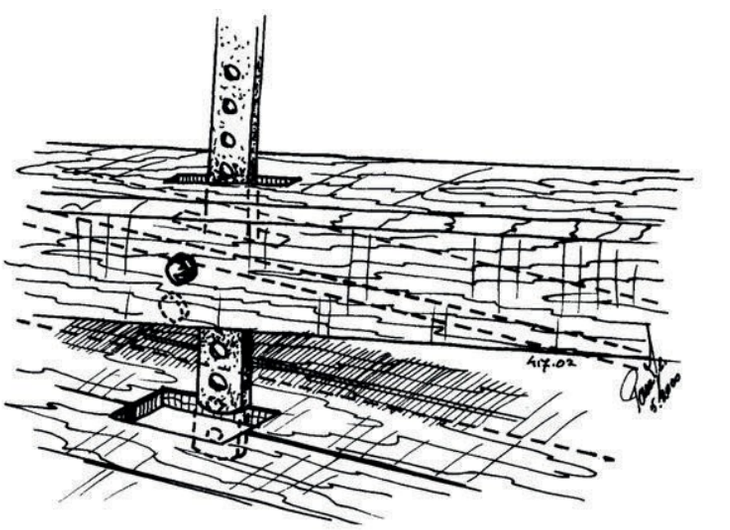


Fig. 7.3.1.2

Gat in de vloer t.b.v. sabelijzer bij laag hangende vangbalk in wipmolens

7.3.1.d Het achtereinde van de vangbalk loopt vast

Door slijtage van de vangstukken kan het achtereinde van de vangbalk op de vloer van de kap of het bovenhuis komen te rusten maar bijvoorbeeld ook op de onderzijde van het hangereel.
Tussen vangbalk en vloer of onderzijde van het hangereel moet een minstens 10 cm hoge vrije ruimte blijven. Als deze ruimte kleiner is moet de vangbalk omhoog worden gebracht (zie 7.3.7.c).
Het kan eveneens gebeuren dat de vangbalk boven in het hangereel klem komt te zitten. Als men de molen dan wil vangen, lukt dat niet omdat de vangbalk niet naar beneden zakt.

© Het Gilde van Molenaars

Als het hangereel te ver naar achteren is bevestigd en de vangbalk vrij kort is kan het gebeuren dat men de vangbalk tussen de stijlen van het hangereel uittrekt als men hem te ver ophaalt. Als gevolg daarvan kan de vangbalk blijven hangen tegen één van de stijlen van het hangereel en niet naar beneden zakken zodat men de molen onmogelijk kan vangen.
Ook kan de vangbalk zo laag is komen te hangen dat de haak er bovenop komt te staan. De vang is dan niet meer te lichten en de molen niet te vangen.

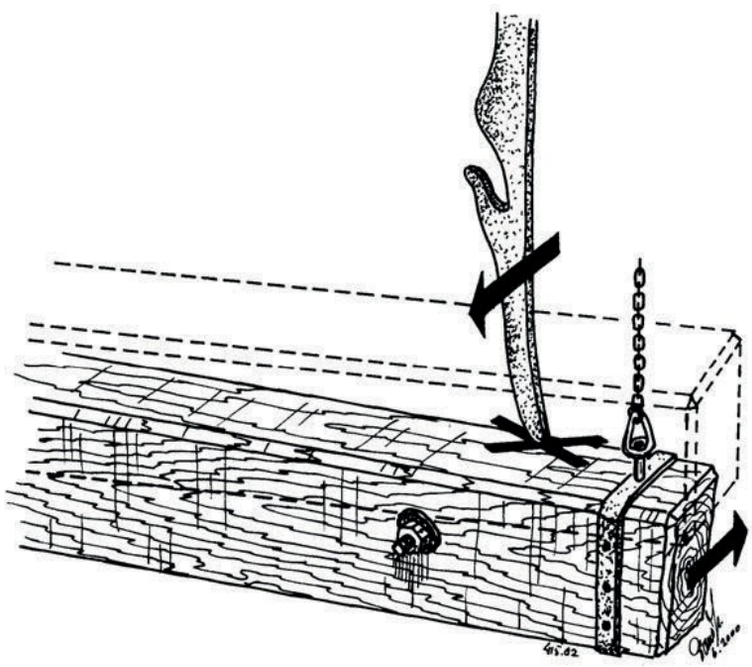


Fig. 7.3.1.3

Probleem met de vang als de vangbalk zo laag hangt dat de haak op de balk komt te staan

7.3.1.e De wip- of vangstok loopt aan

Als de wipstok op de penbalk terecht komt terwijl men bezig is met vangen kan de vangbalk niet verder zakken. Indien de vangbalk juist is afgesteld kan men dit euvel oplossen door de ketting tussen vangbalk en wipstok te verlengen.
De wipstok moet bij opgelegde vang wel ongeveer horizontaal hangen ter voorkoming van inlopend regenwater.
Is de vangbalk niet juist afgesteld dan moet men deze eerst versteken.
De vangbalk kan evenmin verder zakken als men heeft verzuimd onder de wipstok of de vangbalk liggend materiaal op te ruimen.
Tenslotte kan de wipstok klem lopen op het kleedhout van het bovenhuis of op de luiken van het achterkeuvelens.

7.3.1.f Problemen met de trommelvang

De trommelvang raakt uitgewerkt als het binnenvangtouw of de binnen-vangketting geheel van de trommelas is afgewonden vóórdat de vangbalk z'n laagste stand heeft bereikt. De remedie van dit euvel is simpel: een langer touw of een langere ketting aanbrengen en daarna één of twee slagen extra om de trommelas leggen. Ook hier dient men eerst vast te stellen of de vangbalk wel juist is afgesteld.

© Het Gilde van Molenaars

7.3.1.g Problemen met de evenaar

De evenaar raakt uitgewerkt als deze in één lijn komt met de ketting naar de vangbalk. Het verlengen van de ketting van evenaar naar vangbalk is gewoonlijk de oplossing voor dit euvel, maar ook hier dient men eerst vast te stellen of de vangbalk wel juist is afgesteld.
Een ander euvel is het aanlopen van de evenaar tegen een balk van het bovenhuis of de kast.

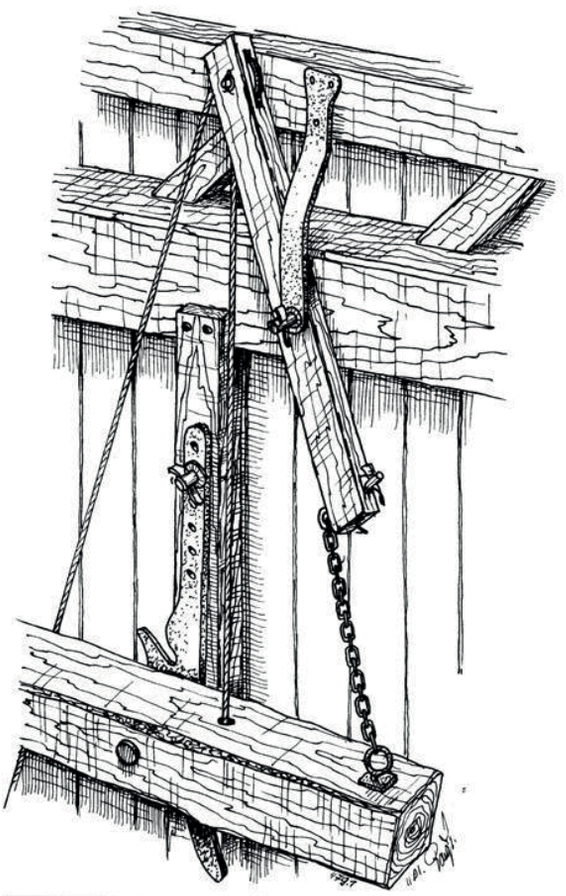


Fig. 7.3.1.4

Voorbeeld van een uitgewerkte evenaar

7.3.2 Het controleren van de koebouten, de maanijzers en de vangstukken

7.3.2.a De koebouten

vanganker

Van tijd tot tijd moet men nagaan of de koebouten nog goed vastzitten en absoluut geen speling hebben. De spieën of moeren ervan kunnen losgeraakt zijn of in het voeghout of de daklijst getrokken zijn. Ook de verbinding tussen koebouten en het maanijzer, het vanganker, moeten worden gecontroleerd; deze wordt zwaar belast bij aanrijgen van de vang.
Bij sommige molentypen steken de koebouten soms door de daklijst naar buiten en zijn dan vaak afgedekt. Controle van de koebouten is dan lastiger maar nog veel belangrijker dan wanneer alles droog in de kast of het bovenhuis zit.

7.3.2.b De maanijzers

De maanijzers vormen de schakels van de vang en ook hier geldt: de vang is zo sterk als zijn zwakste schakel.
Doordat de vangstukken voortdurend in beweging zijn als men de vang licht of oplegt treedt er slijtage op aan ogen en bouten van de maanijzers. Deze slijtage kan na enkele tientallen jaren ernstige vormen hebben aangenomen. Controleer daarom regelmatig of de bouten en ogen wellicht sterk zijn ingesleten.

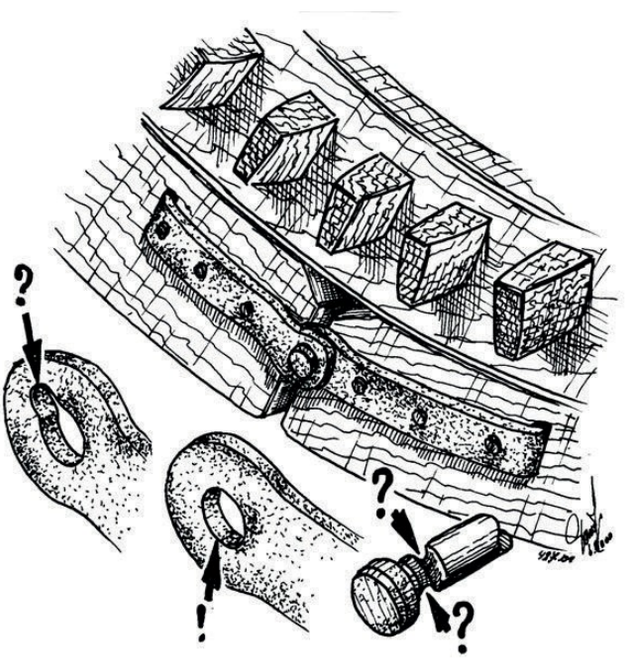


Fig. 7.3.2.1

Voorbeelden van slijtage aan de maanijzers en de bouten van de vang

Controleer verder of alle moeren nog goed vastzitten en of spieën niet afgebroken of uitgevallen zijn of zich hebben losgewerkt.
Door de voortdurende trekkracht die erop wordt uitgeoefend kunnen de ogen van de maanijzers bijvoorbeeld opengebogen zijn of scheurtjes vertonen. Als er ringen zijn gebruikt is dit niet te zien! Bij het losdraaien van de moeren, het loshalen van de spieën en het wegnemen van de ringen kan dan ook aan het licht komen dat de conditie van de ogen slecht is.

Controleer of de maanijzers als gevolg van slijtage van de vangstukken niet het bovenwiel raken. In dat geval is het tijd de molenmaker te waarschuwen. Indien mogelijk kan deze de maanijzers verder naar de buitenkant verzetten. Zo niet, dan dienen de vangstukken te worden vervangen.

Ga na of de bevestiging van de maanijzers aan de vangstukken nog stevig is, vooral als voor de bevestiging eenvoudigweg spijkers zijn gebruikt. Door de voortdurende trekkracht die op deze spijkers wordt uitgeoefend werken ze zich los uit het hout. Het terugslaan van die spijkers is geen afdoende oplossing omdat de spijker geen houvast meer heeft in het uitgelubberde gat. Een betere remedie is het aanbrengen van bouten door het hele vangstuk en door beide maanijzers (ter weerszijden van dat vangstuk) heen.

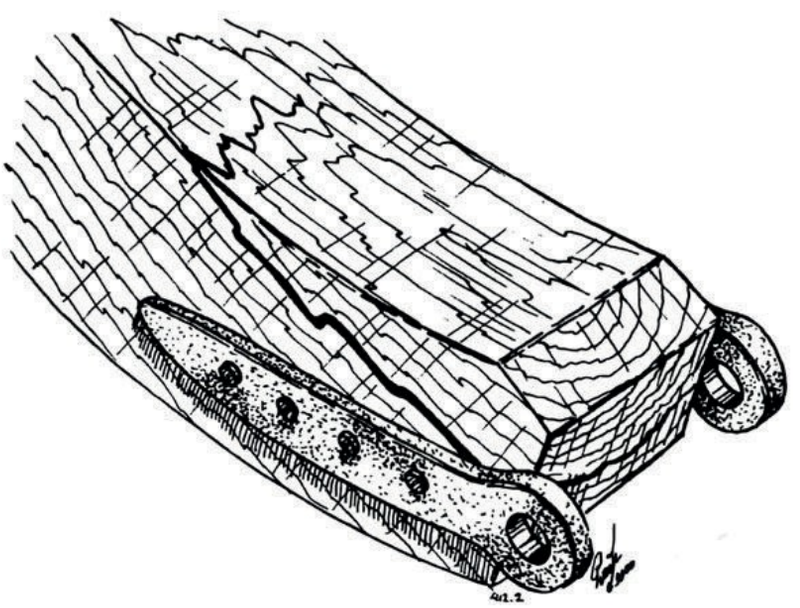


Fig. 7.3.2.2

Voorbeeld van scheurvorming in een vangstuk

7.3.2.c De vangstukken

De afzonderlijke vangstukken of de bandvang moeten regelmatig worden gecontroleerd op scheuren of breuken. Door de ronde vorm van een vangstuk loopt de houtdraad er ter plaatse van de maanijzers min of meer diagonaal doorheen. Op die plek kan het vangstuk dan scheuren of breken, vooral als de vang al flink is afgesleten.
.

Waar men bij de vangstukken of de bandvang eveneens op moet letten is de stand ten opzichte van het bovenwiel. Het is nl. niet ondenkbaar, dat de vangstukken of de bandvang op den duur gedeeltelijk naast het bovenwiel terechtkomen met als gevolg een verkleind vangoppervlak. Dit gaat ten koste van de vangkracht. Een bijkomend gevolg hiervan is dat de vangstukken onregelmatig of scheef afslijten. Dit kan veroorzaakt worden doordat de positie van de bovenas is veranderd. Het verstellen van de vang t.o.v. het bovenwiel of van het bovenwiel t.o.v. de vang is dan nodig.
Dit is doorgaans molenmakerswerk.

7.3.3 Het controleren van de voorste hanger en de vangbalk

7.3.3.a Voorste hanger of ezel

In een bovenkruier zit de voorste hanger of ezel alleen met de bovenkant vast aan het voeghout, meestal gesteund door één of twee schoren. Het is belangrijk om zo nu en dan te controleren of deze hanger nog goed vastzit. Dit doet men met twee man: de een licht de vang een eindje, de ander schudt in de kap tegen de voorste hanger. Door het vastknaaien van de vangbalk wordt de onderkant van de ezel in de richting van de windpeluw geduwd. Deze kan dan losraken en een heel eind heen en weer worden bewogen. De ezel moet dan met nieuwe schoren en bouten onwrikbaar worden vastgezet. Maar ook de oorzaak van het knellen van de vangbalk moet worden verholpen.

vastknaaien

7.3.3.b De vangbalk

Bij een opgelegde vang moet de vangbalk iets boven de horizontale stand hangen. Het achtereinde van de vangbalk zakt verder naarmate men feller vangt. Dit noemt men het aanrijgen van de vang.
Hangt de vangbalk te ver naar beneden door dan kan dat problemen geven:
- de vangkracht vermindert.
- het achtereinde van de vangbalk komt op de vloer of op het hangereel te rusten waardoor er nog meer vangkracht verloren omdat de vangbalk dan niet meer met z'n volle gewicht aan de vangstukken trekt.
Deze problemen doen zich juist dan voor als men van de vang het uiterste verlangt om de molen tot stilstand te brengen.
- bij te laag hangen van de vangbalk neemt de kans op vastknaaien in de ezel toe.

aanrijgen van de vang

7.3.4 Het controleren van de rijklamp en de lendestut

7.3.4.a De rijklamp

Omdat de rijklamp bij het lichten van de vang steeds op de rust zakt draagt deze het halve gewicht van de vang. De bevestiging van de rijklamp aan het teenstuk moet dan ook regelmatig worden gecontroleerd op losraken.

7.3.4.b De lendestut

De lendestut moet ervoor zorgen dat de ruimte tussen het sabelstuk en het bovenwiel beperkt blijft. Het sabelstuk druk de lendestut buitenwaarts. De bevestiging van de lendestut moet dan ook regelmatig worden gecontroleerd. Men doet er goed aan de lendestut dan meteen een likje vet te geven zodat het sabelstuk er soepel langs kan glijden. (fig. 6.6.4.2)

© Het Gilde van Molenaars

7.3.5 Het controleren van de haak, de duim of de klamp

Het is van groot belang dat de haak, de duim of de klamp niet kan losschieten want als dat gebeurt terwijl de molen draait valt de vangbalk met z'n volle gewicht naar beneden en wordt de molen zo plotseling en krachtig gevangen dat de kans op breuk van de bovenas groot is.
De punt van de haak moet scherp zijn zodat de bout van de vangbalk direct in de haak zakt (fig. 7.3.5.1). Even scherp moet de punt van de duim zijn zodat de beugel van de vangbalk er direct achter zakt.

Op een te platte punt kan de bout resp. de beugel gevaarlijk blijven hangen. Houd er verder rekening mee dat ook de bout of de beugel aan de vangbalk op den duur slijt of los kan raken.
De vorm van de haak kan sterk verschillen. Ook slingeren sommige haken bij het lichten van de vang naar achteren in plaats van naar voren. Door deze verschillen komt het op de punt liggen van de vang bij sommige molens regelmatig voor, bij andere nooit. De molenaar moet dus weten hoe de haak zich gedraagt.

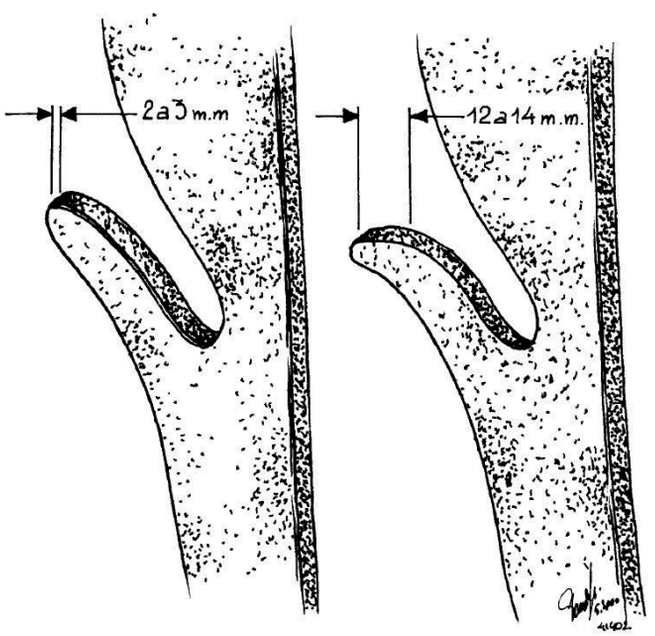


Fig. 7.3.5.1

Goede (l) en verkeerde (r) vorm van de haak of klink

7.3.6 Het controleren van de vangstok en de vangketting of het vangtouw

De vangstok moet regelmatig worden gecontroleerd op houtrot. De ophanging ervan aan het achterkeuvelens of aan het bovenhuis moet eveneens regelmatig gecontroleerd worden.
De vangstok is door de wind namelijk voortdurend in beweging en in de praktijk is gebleken dat de bout of het oog waaraan de vangstok hangt verbazend snel kan slijten.
Van de vangketting is met name de bevestiging aan het uiteinde van de vangstok een belangrijk punt van controle. De schakels ervan kunnen op den duur doorslijten als gevolg van het voortdurend bewegen in de wind.
Dit controleren kan o.a. gedaan worden door de kneppel strak te trekken en dan beheerst enkele keren met flinke kracht aan het vangtouw te trekken.

© Het Gilde van Molenaars

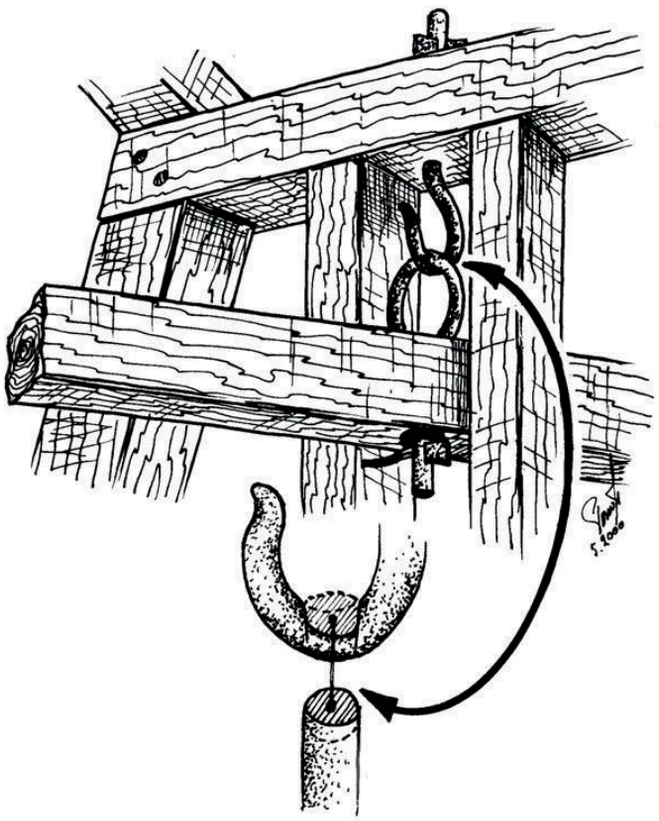


Fig. 7.3.6.1

Voorbeeld van gevaarlijke slijtage aan de ophanging van de vangstok

Het gebruik van een staalkabel voor de vang is af te raden omdat de conditie daarvan niet is te controleren. Een staalkabel kan er aan de buitenzijde nog prima uitzien terwijl van binnen al vele strengen zijn geknapt of doorgeroest. Touw van natuurlijke vezels vergaat zeer snel. Kunststof voldoet beter.
De molenaar moet er verder op bedacht zijn dat als de vangketting of het vangtouw vervangen wordt door een zwaarder exemplaar de vangkracht in nadelige zin wordt beïnvloed.
Verder moet voorkomen worden dat een roestvrijstalen ketting in contact komt met gewoon of verzinkt staal.

7.3.7 Het afstellen van de vang

Klein afstelwerk aan de vang moet de molenaar zelf kunnen verrichten. Roep er eventueel een ervaren molenaar bij of vraag deze om advies. Lukt het niet de vang op eenvoudige wijze weer in orde te krijgen laat dit werk dan over aan de molenmaker.
Neem altijd de volgende veiligheidsregel in acht: werk nooit aan de vang van een molen die draait. Dat is levensgevaarlijk! Het enige dat men moet controleren als de molen draait is of de vang nergens langs het bovenwiel sleept.

De meest voorkomende problemen met de vang zijn:

© Het Gilde van Molenaars

7.3.7.a Het buikstuk sleept langs het bovenwiel

vulplankje

Iedere molenaar zal kunnen meemaken dat het buikstuk langs het bovenwiel sleept. Dit probleem is eenvoudig op te lossen door een vulplankje tussen de rust en de rijklamp weg te halen, indien dat tenminste aanwezig is. Daardoor kan het buikstuk iets verder naar beneden zakken en vrijkomen van het bovenwiel. Een vulplankje verwijderen kan alleen worden gedaan als de vang is opgelegd, dus de molen stilstaat: dan is de rijklamp namelijk vrij van de rust!
De molen kan weer draaien maar het probleem is slechts tijdelijk opgelost!

gezakte bovenas

Belangrijker is dan ook dat men de oorzaak van een slepend buikstuk onderkent: een gezakte bovenas! Oorzaken hiervan kunnen zijn:

1. zetting en krimp van (nieuw) hout.
2. de voeghouten buigen door of de koppen ervan zijn verrot.
3. de windpeluw is verrot waardoor de halssteen zakt of kantelt.
4. de stopping onder de halssteen, het steenbed, is verrot.
5. de halssteen is te diep uitgesleten of gebroken.

Hoewel bovenstaande oorzaken duidelijk zijn, zijn ze moeilijk waarneembaar. Beter zichtbaar zijn echter de met een verzakte as samenhangende verschijnselen:

1. het halslager draagt de as over een kleiner dan het oorspronkelijke oppervlak; let op strepen in de vetfilm op het halslager en eventueel het warmlopen van de as.
2. de vulstukken rond de bovenas beginnen aan te lopen tegen de ijzerbalken/ of de lange spruit.
3. de kammen van het bovenwiel grijpen te diep in op de kammen van de bovenbonkelaar of op de staven van de bovenschijfloop. Ook kunnen de kammen van het bovenwiel op de onderste schijf van de schijfloop zakken

7.3.7.b Het kopstuk sleept langs het bovenwiel

Het slepen van het kopstuk langs het bovenwiel wordt veroorzaakt doordat bij het lichten van de vang er onvoldoende ruimte tussen bovenwiel en kopstuk ontstaat óf doordat de aanwezige ruimte ongelijk verdeeld wordt. Dit probleem doet zich niet zoveel voor maar kan ook het gevolg zijn van het versteken.
Dit kan op diverse manieren worden verholpen:

vulhoutje

1. plaats een extra vulhoutje tussen rijklamp en rust. Hierdoor wordt de beschikbare ruimte tussen bovenwiel en vang anders verdeeld: boven méér, onder minder ruimte. Er moet daarbij wel voldoende ruimte overblijven tussen buikstuk en bovenwiel.
2. als de lendestut los zit wordt het sabelstuk bij het lichten van de vang niet omhoog maar zijwaarts weggedrukt. Het kopstuk komt dan onvoldoende omhoog. Het vastzetten van de lendestut is dan in de meeste gevallen voldoende om het kopstuk weer vrij te krijgen van het bovenwiel. Bij molens met een verstelbare lendestut kan men de lendestut iets verplaatsen in de richting van het bovenwiel.
3. geven oplossing 1 en 2 geen resultaat dan moet de ruimte tussen de vang en het bovenwiel eenvoudigweg groter worden gemaakt, m.a.w. de vang moet verder worden gelicht. Dit kan men bereiken door de haak hoger op te hangen. Heeft de molen een klamp dan een dikker hardhouten slijtstuk aanbrengen op de klamp
   Het hoger hangen van de haak (resp. verhogen van klamp of duim) kan gevolgen hebben voor de stand en bewegingsruimte van de vangstok.
   Als laatste mogelijkheid valt te overwegen het sabelijzer een gat lager in de vangbalk te steken.

© Het Gilde van Molenaars

7.3.7.c Een te laag hangende vangbalk

Door slijtage van de vangstukken ontstaat er meer ruimte tussen bovenwiel en vang. Bij het opleggen komt het sabelijzer en daarmee de vangbalk dus steeds lager te hangen. Hierdoor gaat vangkracht verloren aangezien deze het grootst is als de vangbalk iets boven de horizontale stand staat (zie 7.3.3.b). Slijtage van bouten en ogen van de maanijzers versterken dit proces.

versteken van de vangbalk

Het versteken van de vangbalk doet men op een dag met weinig wind. Men klampt de zeilen en legt de molen strak aan de roekettingen.
Er zijn nu twee opties: 1. het sabelijzer verstellen. 2. de schuif verstellen.

1. Het sabelijzer verstellen kan worden uitgevoerd door één persoon als die de beschikking heeft over een autokrik, dommekracht o.i.d. Markeer vooraf met een krijtje de huidige positie van de vangbalk t.o.v. het sabelijzer. Met de krik wordt de vangbalk enigszins gelicht zodat de bout door vangbalk en sabelijzer eruit kan worden getrokken (op dat moment functioneert de vang niet meer omdat de vangbalk niet meer aan het sabelijzer trekt!). Is er een vangtrommel, evenaar of binnenvangstok dan kan een tweede persoon hiermee de vangbalk iets lichten. Daarna wordt de vangbalk nog iets verder omhoog gebracht totdat de bout door een hoger gat in het sabelijzer kan worden gestoken. Het achtereind van de vangbalk komt hierdoor beduidend omhoog.

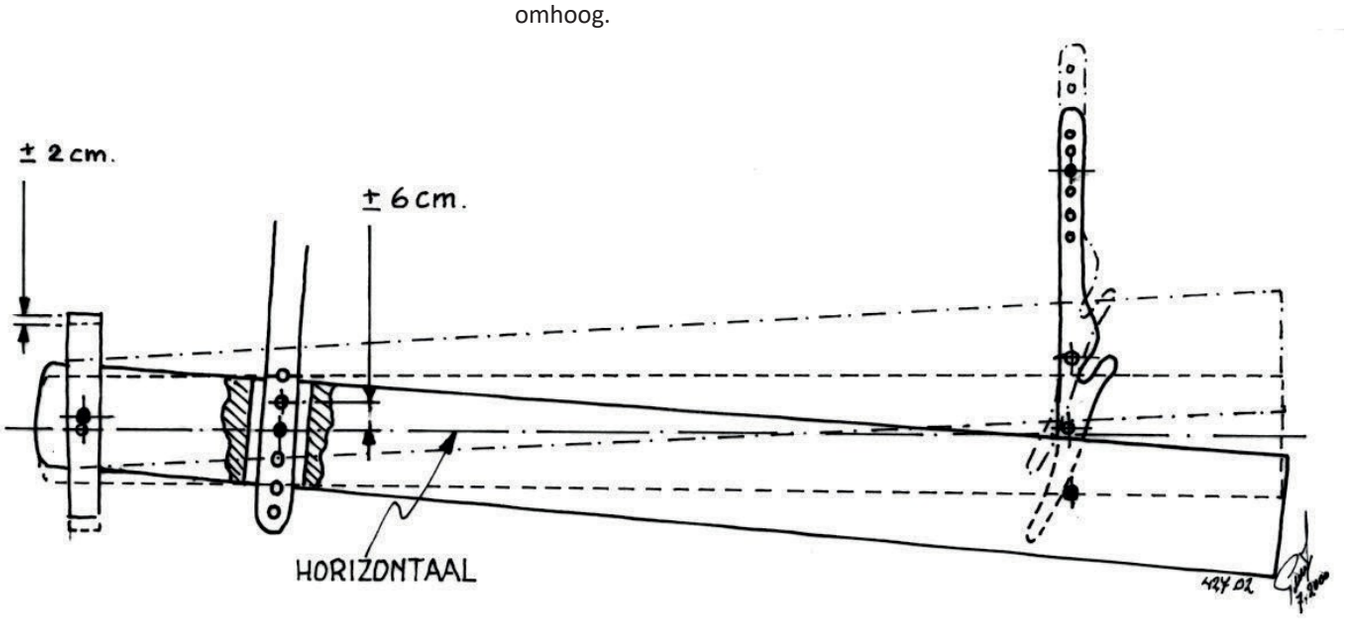


Fig. 7.3.7.1

Het voordeel van een schuif of lade in de ezel.
Door de schuif slechts 2 cm omlaag te brengen hangt de vangbalk precies goed.
Versteekt men de pen in het sabellijzer één gat dan komt de vangbalk veel te hoog.

2. Is er een schuif of lade in de ezel (fig. 6.6.3.3) dan verstelt men de vangbalk door de onderste wig van de schuif te lossen en de bovenste wig aan te slaan. Hierdoor zakt de schuif en komt het achtereind van de vangbalk omhoog.
   Met de schuif kan de afstelling nauwkeurig(er) geregeld worden.

In plaats van een schuif zijn soms enkele gaten in de ezel aangebracht waarmee het voorste ophangpunt kan worden versteld.
Is er geen schuif dan heeft het sabelijzer gewoonlijk een dubbele rij gaten die schuin ten opzichte van elkaar verspringen of er liggen vulplankjes op en onder de pen van de vangbalk. Ook hiermee bereikt men een redelijk nauwkeurige afstelling.

© Het Gilde van Molenaars

Na het omhoog brengen van de vangbalk moet de vang in de regel opnieuw worden afgesteld omdat er nu minder ruimte is tussen bovenwiel en vangstukken waardoor de kans bestaat dat met name het kopstuk aanloopt. Door een extra vulplankje op de rust lossen we dit aanlopen meestal wel op. Hierdoor wordt de ruimte bij het buikstuk weliswaar kleiner maar omdat het buikstuk het hardst slijt was hier de meeste ruimte ontstaan.
Is een vulplankje erbij niet voldoende dan moet eventueel de lendestut versteld worden of de haak hoger gehangen (resp. het ophogen van de klamp of duim).

7.3.7.d Een stotende of brommende vang

stotende of brommende vang

Er zijn enkele oorzaken aan te geven voor het stoten of brommen van de vang:

1. De metalen voering is roestig en daardoor ruw. De molenaar kan dit probleem veelal zelf oplossen door de voering een aantal malen te schuren. De molen wordt aan de ketting gelegd en de vang wordt gelicht. Dan wordt fijn, gezeefd zand tussen het buikstuk en het bovenwiel gegooid. Daarna moet de molen draaien en vervolgens langzaam met een slepende vang gevangen worden. Deze procedure een aantal malen herhalen.

oploopkanten

2. De z.g. oploopkanten aan de vangstukken ontbreken of zijn te klein. Hierdoor is de houtdraad aan de uiteinden van het gebogen vangstuk eerder kops dan langs. Dat vangt aanzienlijk stugger. Door oploopkanten wordt het meeste dwarse hout verwijderd. Dit aanpassen is molenmakerswerk.

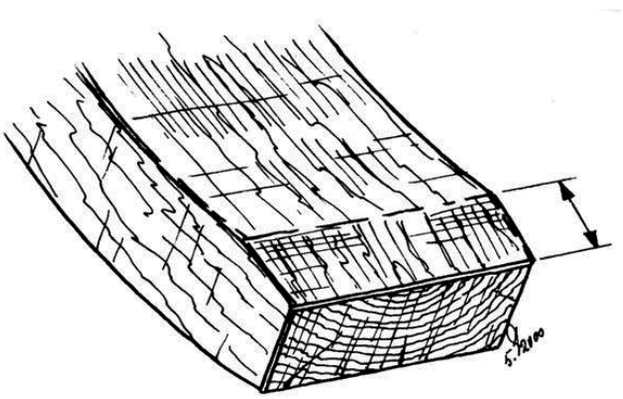


Fig. 7.3.7.2

Voorbeeld van een oploopkant aan de einden van de vangstukken

3. De vang sluit niet goed rond het bovenwiel. Dit heeft tot gevolg dat de vang het bovenwiel niet overal raakt. De remedie is het opnieuw pas schaven van de vangstukken en/of het afschrooien (afdraaien) van het bovenwiel waardoor dit weer zuiver rond wordt. Dit is molenmakerswerk want ook hiervoor moet de vang worden gedemonteerd.
4. De bovenas is te licht of heeft te korte vulstukken. De enige remedie is het aanbrengen van zwaardere en langere vulstukken (molenmakerswerk). Hiermee wordt de massa van de as groter en het geheel minder trillingsgevoelig.

© Het Gilde van Molenaars

7.3.8 Het lichten van de vang

lichten van de vang

De handelingen bij het lichten van de vang zijn afhankelijk van de wijze van ophanging van de vangbalk: in een haak, aan een duim of op een klamp.
Is de molen uitgerust met een haak dan trekt de molenaar de vangbalk ver omhoog waarna door het vangtouw of de vangketting langzaam weer te vieren de bout van de vangbalk in de haak kan zakken.
Is de molen uitgerust met een duim dan trekt de molenaar de vangbalk omhoog, doet vervolgens één stap naar links, waardoor de vangbalk tegen de achterste hanger boven de duim komt te hangen. Door daarna de vangbalk te laten zakken kan de beugel achter de duim vallen. Dezelfde werkwijze geldt voor molens uitgerust met een klamp.

Na het lichten van de vang moet de molenaar controleren of de vangbalk wel goed in de haak resp. de duim of op de klamp hangt. Licht de vangbalk een paar centimeter op en laat deze weer neer. Als dat rustig gedaan wordt is één keer voldoende om er zeker van te zijn dat de vangbalk niet op de punt van de haak of de duim of het randje van de klamp rust (zie 7.3.5).
Bij te grote uitslagen bestaat het gevaar de vang juist weer op de punt van de haak te leggen. De ophanging en de vorm van de haak en punt spelen ook een rol: soms blijkt het z.g. 'tokkelen' niet nodig. De molenaar moet dus goed weten hoe de haak zich gedraagt!

Na deze controle legt de molenaar het vangtouw om de daartoe bestemde klamp of kikker, zodanig dat het snel is los te maken bij een eventuele noodstop.
Het vangtouw moet daarbij niet helemaal strak worden aangetrokken.
Het vangtouw los laten hangen is niet raadzaam. Gebeurt er onverhoopt toch iets met de ophanging van de vangbalk dan kan een vastgezet vangtouw voorkomen dat de vang in één klap opgelegd wordt.
Ook kan een loshangend vangtouw voor bezoekers een uitnodiging zijn er aan te gaan trekken. Als de vangbalk daardoor uit z'n ophangpunt raakt wordt de molen vrijwel zeker te plotseling gevangen met alle risico's van dien.

7.3.9 Het opleggen van de vang

Ook de wijze van handelen bij het opleggen van de vang is afhankelijk van de wijze van ophanging van de vangbalk maar in alle gevallen moet de vangbalk eerst vrijkomen van z'n ophangpunt.

Is de molen uitgerust met een haak dan geeft de molenaar eerst een korte ruk aan het vangtouw. De bout in de vangbalk geeft de haak daardoor een zwaai naar voren (bij sommige molens naar achteren). Direct daarna laat men de vangbalk snel een eindje zakken tot voorbij de inkeping in de haak.
Na het vrijmaken van de vangbalk uit het ophangpunt laat men het vangtouw zo ver vieren dat men kan voelen dat de vang pakt en zien dat de snelheid van het gevlucht afneemt. Bij het vieren het vangtouw niet door de handen laten slippen maar hand-over-hand overpakken.
Gaat dit afremmen te snel trek dan het vangtouw weer wat op. Afhankelijk van de windkracht, de zeilvoering, de draaisnelheid en de belasting zal de molen nu in kortere of langere tijd gelijkmatig tot stilstand komen. Het vangen gebeurt op elke molen weer anders. Dat is niet afhankelijk van het type vang, hoewel stalen bandvangen erom bekend staan dat ze vaak fel en straf vangen.

© Het Gilde van Molenaars

De molenaar mag niet te snel of te abrupt vangen omdat er dan kans is op breuk van de bovenas. Bij te langdurig vangen kan de vang echter zo heet worden dat er brand kan ontstaan. Een vuistregel is dat er nog 1/6 van het aantal enden dat de molen draait mag passeren tot het moment dat de molen stilstaat.
Draait de molen 60 enden, dan mogen er dus nog 10 enden passeren voordat de molen stilstaat.
Bij grotere snelheden mag de vang er gelijk helemaal op. Bij weinig snelheid dient men voorzichtiger te zijn om abrupt stoppen te voorkomen.
Net voordat het wiekenkruis tot stilstand komt moet men de vang heel even lichten en er daarna definitief opleggen. Hiermee voorkomt men het terugveren van het gevlucht waardoor grote spanningen in de askop ontstaan. (fig. 7.3.9.1)

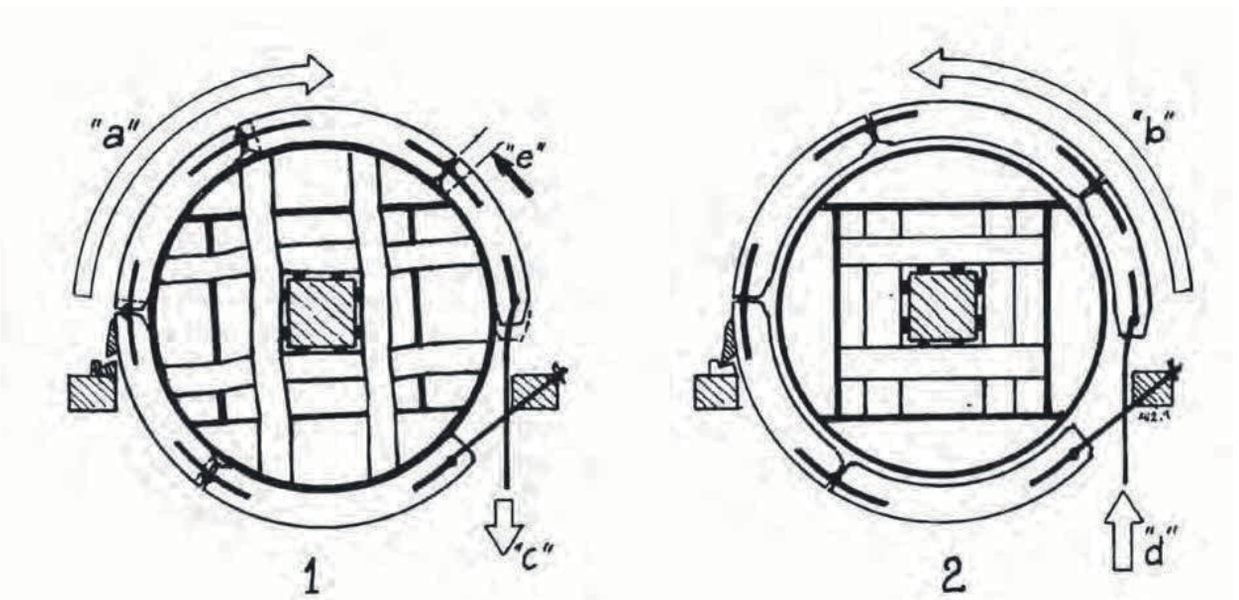


Fig. 7.3.9.1
Het vangen

1. *Situatie tijdens het vangen*
   a. De trekkracht van de vangstukken op het bovenwiel veroorzaakt enige vervorming in de kruisarmen ervan
   c. Trekkracht op het sabelijzer
   e. Het aanrijgen van de vang
2. *Vang op het moment van het tot stilstand komen van het bovenwiel*
   b. De trekkracht op de vangstukken wordt kortstondig opgeheven door het even lichten van de vang (d); de vangstukken springen dan terug in hun ruststand

wiekverbeteringen

Wiekverbeteringen die de trekkracht vergroten vragen een krachtiger manier van vangen dan wieksystemen zonder deze verbeteringen.

regelkleppen

Wanneer de molen is uitgerust met automatische regelkleppen die werken onder invloed van centrifugaalkracht en niet bij de staart zijn te bedienen dan vraagt het vangen extra aandacht. Als men begint te vangen terwijl de molen zo'n hoge snelheid heeft dat de kleppen openstaan dan moet men er rekening mee houden dat de kleppen zich door de snelheidsvermindering van het gevlucht langzaam zullen sluiten. Het gevlucht krijgt door dit sluiten weer meer trekkracht en eist meer vangkracht.

© Het Gilde van Molenaars

remkleppen

Daarentegen zijn molens met remkleppen die te bedienen zijn via een doorboorde as of een sleepring makkelijker te vangen. Men zet daartoe vóór het vangen de remkleppen open en vast met de zwichtketting. De snelheid en de trekkracht van het gevlucht nemen dan al aanzienlijk af voordat men met vangen begint.
Wanneer de molenaar een bui onderschat heeft of te laat in actie komt dan kan de molen zo snel gaan draaien dat deze niet meer is te vangen. Om dan brand door langdurig vangen te voorkomen moet de molenaar de vang weer lichten.

zaam

Het is beter de molen maar even te laten doorrazen en te wachten op een zaam; dit is een tijdelijke afname van de wind. In zo'n zaam die vooral hoorbaar is aan het geluid van het wiekenkruis moet de molenaar de vang er direct vol opleggen. Alleen bij uiterste noodzaak (!) mag daarbij ook aan de kneppel getrokken worden maar hieraan zijn grote risico's verbonden: er wordt namelijk veel extra kracht op het sabelijzer gezet en daarmee indirect op de bovenas. Asbreuk is dan niet uitgesloten! Zodra de snelheid wat terugloopt moet de kneppel er weer af en kan de vang het doorgaans alleen wel af.
Lukt het ook dan niet de molen te vangen dan moet men wachten tot de bui is overgetrokken. Dat is niet aangenaam maar duurt doorgaans niet zo lang.

kap wil ruimend om

We willen zeer nadrukkelijk waarschuwen om in een bui de molen niet uit de wind te kruien als deze door de vang loopt. De kans is dan groot dat bij het losmaken van de kettingen de kap snel ruimend omgaat. De molenaar kan door het gevlucht geraakt worden en de kap kan van de romp schuiven.
Alleen bij uitzonderlijke weersomstandigheden, bijvoorbeeld als de molen in een storm op hol geslagen is, kan men het z.g. 'vangen-met-de-staart' overwegen en dan nog slechts met grote voorzichtigheid en liefst met hulp van meerdere mensen. Zie 7.3.10 hoe er dan gehandeld dient te worden.

controle na noodstop

Als het vangen van de molen veel moeite en tijd heeft gekost (b.v. bij een noodstop) dan moet de molenaar hierna eerst het gevlucht aan de ketting leggen en in de kap poolshoogte nemen. Neem daarbij een brandblusser, een emmer water en/of natte lappen mee. Vonken en brandende houtresten dienen zo snel mogelijk gedoofd te worden. De vangstukken dienen op schroeiplekken te worden gecontroleerd. Ze kunnen onder deze omstandigheden zo heet zijn geworden dat ze gaan smeulen. Als de vang dan gelicht wordt kan door de toestromende zuurstof het smeulen gemakkelijk overgaan in brand. Als men niet op schroeiplekken controleert kan er zelfs anderhalf tot twee uur na de noodstop nog brand ontstaan. Deze controle moet men daarom na een paar uur herhalen. Op menige molen stond vroeger een bak water of zand klaar op de kapzolder.
Schroeiplekken hebben nog een vervelende bijwerking; de ontstane houtskool vormt een soort smering op de vang waardoor deze slechter functioneert.

7.3.10 Wat te doen bij vangbreuk

Als er een onderdeel van het vangsysteem breekt terwijl men bezig is met vangen spreken we van vangbreuk. Men kan dan niet meer vangen. De vang moet daarom regelmatig grondig gecontroleerd worden om de kans op vangbreuk kleiner te maken, hoewel een dreigende materiaalbreuk daarmee niet altijd opgespoord kan worden.
Breekt er toch iets tijdens het vangen probeer dan éérst vast te stellen wat er gebeurd is: is de vang zelf kapot of alleen de bediening? Bijv. een gebroken maanijzer of een losse binnenvangketting? Bij een kapotte bediening kun je mogelijk met handkracht samen de vangbalk uit de haak tillen. Is echter de vang zelf kapot dan moet de molen uit de wind worden gekruid. Dit noemt men 'vangen met de staart'.

vangen met de staart

© Het Gilde van Molenaars

Daarbij is het volgende van belang:
- Licht indien mogelijk de vang weer: afhankelijk van de oorzaak van de vangbreuk verminder je daardoor misschien het slepen als de vang op de rijklamp rust.
- Heb je handbediende remkleppen, zet die dan geheel open.
- Zet bij zelfzwichting, Ten Have en Van Riet de klepjes/kleppen geheel open.
- Een korenmolen kan nog extra afgeremd worden door het kropgat helemaal met graan te vullen en de steen geheel bij te zetten. Dat kost echter wel extra tijd.
- Het kruien moet snel gebeuren, zelfs bij een matige gang van de molen, wanneer er vangstukken tegen het bovenwiel slepen en de kans op brand toeneemt.
- Hoe de molen reageert als je de bezetketting losmaakt en/of gaat kruien hangt van diverse factoren af; hoe hard draait de molen, draait deze belast of onbelast, welk type molen en welk type kruiwerk betreft het?

N.B. Aan een defecte vang gaan werken terwijl de molen draait is zeer gevaarlijk en wordt daarom afgeraden.

Bij een binnenkruier brengt kruien in de kap tijdens het draaien, met een defecte vang die tegen het bovenwiel hangt, extra risico's mee. Toch moet er gekruid worden dus men moet hierbij zeer voorzichtig te werk gaan.

Beoefen het vangen met de staart eens bij rustig weer om te ervaren hoe de molen reageert op vangen met de staart. Houd er daarbij wel rekening mee dat de krachten op de molen bij harde wind veel groter zullen zijn.

Bij vangbreuk kruit men bij voorkeur de molen ruimend uit de wind.
Om snel te kruien kan men gebruik maken van het verschijnsel dat een belaste molen (met uitzondering van de standerd- en paltrokmolen) ruimend om wil gaan. Het bovenwiel zet zich namelijk af tegen de weerstand van het maalwerktuig. Omdat de kruiketting gewoonlijk over een zo groot mogelijke lengte naar links is uitgelegd en de bezetketting zo kort mogelijk naar rechts is vastgezet (gezien vanachter de staart) kan de molenaar onmiddellijk beginnen met ruimend kruien. Het losmaken en voorzichtig laten slippen van de bezetketting kan al voldoende zijn om het ruimend omgaan op gang te brengen, vooral bij licht lopende kruiwerken of een flinke snelheid van het gevlucht.

De molenaar mag de bezetketting onder geen voorwaarde helemaal losmaken omdat er grote krachten op de bezetketting kunnen staan. Als de ketting uit je handen getrokken wordt kan de kap of het bovenhuis doorschieten als deze eenmaal in beweging is, met mogelijk schade tot gevolg. Daarom altijd een slag om de kruipaal of klamp laten en hand-over-hand bijsteken!
Houd de ketting daarbij nooit vlak bij de kruipaal of klamp vast!

Als de molen nog steeds draait terwijl de bezetketting helemaal is gevierd dan moet de bezetketting eerst weer kort gezet worden voordat men verder kan kruien. Is de roeketting bereikbaar dan kan die gebruikt worden als tweede bezetketting. Zo niet, dan moet de kruiketting naar de andere kant gelegd worden en vastgezet. De kruiketting neemt dan tijdelijk de taak van de bezetketting over. Daarna wordt de bezetketting verkort, vastgezet en de kruiketting weer lang naar links gezet.
Een extra lange bezetketting van ca. 15 m. kan ook een oplossing zijn.

Een tweede reden om bij vangbreuk ruimend om te kruien is dat van het onderstaande end nu het voorlijk van het zeil met de kikkerlussen naar de wind toegekeerd is. Maakt men dan de zwichtlijnen los, dan blaast de wind het zeil niet achter de kikkers vandaan.

© Het Gilde van Molenaars

Staat de molen bij vangbreuk echter al krimpend, bijvoorbeeld om wat minder snel te draaien (zwichten met de staart) dan is krimpend kruien te overwegen want de molen staat dan sneller stil.

Andere zaken die meewegen of je ruimend of krimpend om gaat kruien zijn: hoe ligt de kruiketting? Draait de molen belast? Heeft de molen de (sterke) neiging ruimend om te willen of niet? Als er zeil voorligt, geeft krimpend kruien meer moeite om zeilen weg te rollen.

Door het kruien komt de molen vanzelf tot stilstand. Bij een molen die in z'n werk staat is dat vaak al vóór hij helemaal dwars op de wind staat. Krui dan niet verder door want in deze positie is er nog enige winddruk op het zeil en gaat afzeilen wat makkelijker dan helemaal dwars. Met de roehaak wordt het eerstkomende end beneden gezet. De molenaar zet nu het gevlucht vast met de roeketting. Daarna moet eerst de vang gecontroleerd worden op heetlopen.

Liggen er geen zeilen voor dan wordt de molen verder vastgelegd. De vang werkt niet dus alle gebruikelijke maatregelen voor veilig wegzetten dienen te worden genomen. Ook wordt de molen in z'n werk gezet om extra weerstand op te roepen.
Ligt er wel zeil voor dan moet dit zo mogelijk weggerold en geklampt worden.

Blijkt het euvel aan de vang zodanig, dat de molenaar dit provisorisch kan repareren of kan de molenmaker snel langskomen dan kan daarna de molen op de wind gekruid worden en afgezeild.
Lukt reparatie niet meteen proberen dan de zeilen weg te rollen. Het afzeilen bij ongeveer dwarse wind gaat in principe net zoals het afzeilen op de wind, maar moet voorzichtiger gebeuren. Het kost vaak meer kracht, vooral bij wat hardere wind. De kans op wegwaaien is zeker aanwezig. Bedenk vooraf of je als molenaar dit ziet zitten! En roep assistentie in!

Enkele aandachtspunten:
- probeer bij voorkeur hulp van anderen in te schakelen.
- maak de zwichtlijnen en hoektouwen niet allemaal tegelijk los. Zo blijft het zeil beter onder controle.
- maak de zwichtlijnen eventueel één voor één los bij het oprollen van het zeil.
- maak bij een deels gezwicht zeil de zwichtlijn(en) los en rol ze mee in de reeds aanwezige rol. Ga niet eerst het zeil weer uitrollen.
- houd bij het oprollen het zeil zo dicht mogelijk op het hekwerk.
- rol na het losmaken van het rechteronderhoektouw zover mogelijk door, doe een stap naar rechts, trek een paar kikkerlussen los en ga gelijk met flink gewicht aan het zeil hangen. Door de spanning in het zeil zal dit voor een groot deel vanzelf dichtklappen.
Hierna nog een aantal slagen inrollen, weer een stap naar rechts doen en in een vloeiende beweging de overige kikkerlussen lostrekken en nogmaals flink aan het zeil gaan hangen.
Zorg ervoor dat bij het opzij stappen het linkerbovenhoektouw in één lijn ligt met het opgerolde zeil alvorens er stevig aan te gaan trekken, anders heeft dit minder effect.
- Is het zeil niet te houden laat het dan los om niet zelf mee omhoog te gaan (zie ook 7.2.5 en 7.2.6).

Is het zeil weggerold, klamp het dan. Lukt dit tegen de wind in niet met een zwaai, loop dan om de voorzoom heen en maak het vast.
Hierna moet een volgend end voor komen. Om eventueel achteruit draaien te voorkomen wordt de pal ingelaten.

© Het Gilde van Molenaars

7.3.11 Wat te doen als de molen achteruit draait

achteruit draaien

Om een achteruit draaiende molen te stoppen moet men eerst proberen op normale wijze te vangen. Lukt dat niet vergroot dan de vangkracht door de kneppel aan te trekken. Let op: dit moet deskundig gebeuren want er komen zo grote krachten op de vang en bovenas!
Heeft de molen geen kneppel en is er nog iemand anders aanwezig dan kan deze op de vangbalk gaan duwen. Belangrijk daarbij is dat de molenaar met de persoon in de kap contact kan houden om aanwijzingen te geven.

Als het niet lukt het achteruitdraaien te stoppen dan moet de molen zo snel mogelijk gekruid worden. Of dat ruimend of krimpend gebeurt hangt af van de weerssituatie die het achteruitdraaien veroorzaakt èn de ligging van de kruiketting.
De meest waarschijnlijke situaties zijn:
- een bui trekt ruimend langs.
- een depressie trekt recht over de molen.

Als er een bui ruimend langs trekt dan kan de wind zover ruimend om gaan – ze komt bij de bui vandaan! – dat de molen achteruit gaat lopen. Is deze op de normale wijze niet te vangen krui dan ruimend mee tot het achteruitdraaien afneemt of stopt. Leg dan de vang erop.
Het kruien moet liefst snel gebeuren: naarmate de bui langs trekt, komt de wind meer van achteren. Er moet dan verder gekruid worden alvorens de molen gaat stilstaan.
De molenaar die dan de gulden regel heeft gevolgd om de kruiketting lang en gereed voor ruimend kruien te leggen bespaart zich nu veel tijd: er kan direct begonnen worden met kruien. Het slippend bijsteken van de bezetketting is in deze situatie niet nodig omdat de molen achteruit draait en daardoor niet ruimend om zal gaan. Nadat de bui weggetrokken is kruit men terug naar de oorspronkelijke positie omdat de wind daar terugkeert.
Ook een krimpend langstrekkende bui kan tot achteruit draaien leiden, hoewel de wind in dat geval vaak wat minder sterk is. Lukt het vangen niet, dan moet krimpend om gekruid worden.

Wordt het achteruitdraaien veroorzaakt doordat te laat gereageerd is op een recht overtrekkende depressie waarbij de wind snel van ongeveer zuidoost naar west tot noordwest kan ruimen, krui dan de molen – als normaal vangen niet lukt – zo snel mogelijk dwars op de wind zodat het achteruitdraaien stopt. Snelheid is geboden omdat door de verwachte toename van de wind de zeilen het hekwerk kapot kunnen trekken.
Of ruimend dan wel krimpend kruien het snelste is, is afhankelijk van hoever de wind al is uitgeruimd en in welke positie de kruiketting ligt. Als de kruiketting eerst nog omgelegd moet worden kost dat misschien meer tijd dan een paar meter extra kruien. Die afweging moet de molenaar dan snel maken.
Zodra de molen stopt wordt de vang erop gelegd. De molenaar kruit vervolgens verder tot de molen op de wind staat om te kunnen zwichten.

Vergelijk dit met de in 7.3.10 beschreven situatie van vangbreuk waarbij de molen ook dwars op de wind gekruid moet worden om het gevlucht tot stilstand te brengen. In die situatie kruien we bij voorkeur ruimend om.

© Het Gilde van Molenaars

7.4 HET WEGZETTEN OF VASTLEGGEN VAN DE MOLEN

7.4.0 Inleiding

Het is van groot belang dat de molen goed is beveiligd tegen extreme weerssituaties, zoals zware storm en blikseminslag. De molenaar is hiervoor de eerstverantwoordelijke, ook voor de dagen dat hij of zij niet op de molen is. Alvorens de molen achter te laten dienen enkele maatregelen te worden genomen. Hiertoe kunnen de volgende middelen op de molen aanwezig zijn:

roeketting

reserveketting

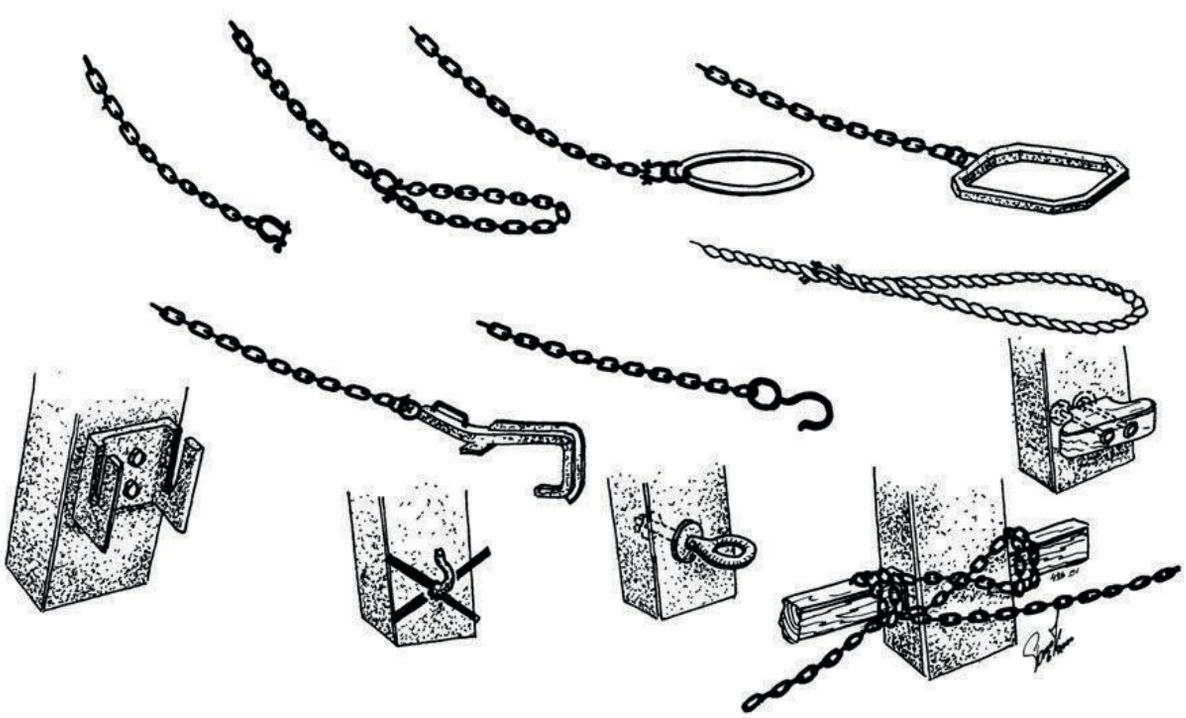
- Eén lange (ca. 10 m) of twee korte (ca. 6 m) roekettingen of touwen van voldoende dikte, aan één eind voorzien van een lus, een ring of een haak, al naar gelang het type molen.
  N.B. voor overhek zetten gebruiken we touwen.
- Een reserveketting van ca. 6 m als vervanging voor de roe-, bezet- of kruiketting.
- Een bliksemafleiderkabel van ca. 6 m lengte voor aansluiting op het gevlucht en, indien nodig, een kabel voor aansluiting op een ijzeren staart. Het verdient aanbeveling een reservekabel op de molen achter de hand te hebben. Die is ook te gebruiken bij het overhek zetten van de molen.
- Minimaal één zware stut ter blokkering van het bovenwiel, ook al is de molen voorzien van een kneppel.

Belangrijk om te weten is dat een roeketting of -touw, vèr verwijderd van de as, veel effectiever is dan een stut vlak bij de as. Deze laatste moet in verhouding veel grotere krachten kunnen weerstaan.

Fig. 7.4.0.1

Voorbeelden van roeketting- en reepeinden en van bevestigings-punten op de roede.

Voor het wegzetten wordt aangeraden, regelmatig een andere stand van het gevlucht te kiezen. Dat vanwege inwateren langs de heklatten.
Bij gelaste roeden is het argument, dat de horizontale roede niet op de roewiggen mag liggen niet belangrijk. Ook de binnenroede altijd verticaal wegzetten vanwege de gunstiger belasting van de askop is bij gietijzeren assen van minder belang. Beide argumenten golden ooit wel voor houten roeden.



7.4.1 Het vastleggen van de molen

7.4.1.a Het vastleggen van de roeketting

De wijze van vastleggen van het wiekenkruis moet 100% betrouwbaar zijn.
Het is daarom het veiligst om de roeketting minstens met één maar liever met twee volle slagen rond de roede te leggen, al of niet in combinatie met een z.g. kettingklem. Maar zodanig dat de roede niet kan slippen.
Niet elk type gevlucht laat deze oplossing echter toe.
Als men de roede alleen aan de kettingklem vastlegt riskeert men het openbuigen daarvan bij zware storm.
Sla, indien mogelijk, de ketting boven de tweede heklat om de roede. Rukt de storm deze lat kapot, dan kan de onderste heklat de ketting opvangen. De heklatten dienen ter plaatse 100% betrouwbaar te zijn. Het losse eind van de ketting slaat men eerst enkele malen rond een kruipaal en vervolgens een paar slagen om het kettingdeel tussen de paal en de roede.
Leg geen knopen in kettingen. De wind trekt ze namelijk zó vast dat ze nauwelijks meer zijn los te krijgen. Gebruik eventueel een harpsluiting als men de ketting wil vastmaken.
De roeketting tegen het vooruitlopen van het gevlucht moet niet helemaal strak gezet worden om zo de vang de ruimte te geven eerst nog wat aan te rijgen. De roeketting tegen het achteruitlopen mag strakker omdat de vang bij achteruitlopen niet werkt. Dit geldt zeker als de molen geen pal of kneppel heeft.
Altijd geldt: leg de roekettingen niet zó strak, dat het normale schommelen van het gevlucht in de wind voortdurend leidt tot rukken aan de ketting.

kettingklem

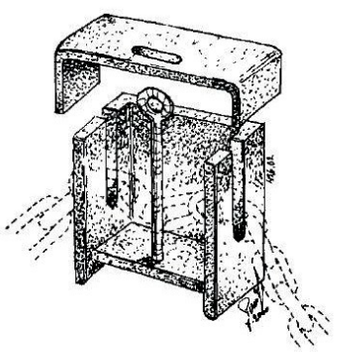


Fig.7.4.1.1
De kettingklem

7.4.1.b Het vastleggen van de bliksemafleiderkabel

Het is verstandig en vooral veilig om de bliksemafleiderkabel eerst aan de ringleiding vast te leggen. Een naderende onweersbui kan het wiekenkruis namelijk statisch laden. Een dergelijke statische lading in het wiekenkruis kan ook ontstaan als de molen een hele dag draait bij warm en droog weer.
Men houdt de bliksemafleiderkabel vast aan de rubberen mantel en tikt met de bronzen klem tegen de aardingsbeugel op de roede. Op deze wijze voert men een eventueel opgebouwde statische lading af.

7.4.1.c Het gebruik van de pal

De pal dient om te voorkomen dat een stilstaande molen achteruit gaat draaien. De pal mag alleen worden ingelaten als de molen stilstaat en nooit als de molen reeds achteruit draait want dat kost zeker kammen van bovenwiel en/of pal.
Om een achteruit draaiende molen te stoppen kan de molenaar proberen de vangkracht te vergroten door (voorzichtig!) aan de kneppel te trekken. Lukt dat niet dan moet de molen zo snel mogelijk naar de wind gekruid worden.

Het juiste gebruik van de pal is als volgt: aan het begin van de maaldag, nadat de molen op de wind gekruid is, trekt de molenaar de pal m.b.v. het paltouw uit het bovenwiel en zet dit touw vast. Meestal loopt het paltouw naar beneden tot bij de staart, soms moet de bediening in de kap gebeuren.
Aan het eind van de maaldag laat de molenaar de pal in door het paltouw los te maken en te laten vieren. Door het contragewicht zal de pal vanzelf richting bovenwiel bewegen. De molenaar kan vanaf de werf of de stelling niet vaststellen of de kammen van de pal tussen die van het bovenwiel steken. Ze kunnen er ook tegenaan staan maar dat is geen bezwaar. Wanneer de pal is voorzien van een goed contragewicht en het paltouw met enige speling is

© Het Gilde van Molenaars

vastgemaakt zullen de kammen van de pal alsnog vanzelf tussen die van het bovenwiel vallen zodra het bovenwiel iets achteruit draait.
Als de pal is ingelaten en het bovenwiel draait iets terug dan kan het gebeuren dat de pal vast komt te zitten. De molenaar moet de vang dan een beetje lichten en meteen daarna weer laten zakken. Het bovenwiel zal dan door de rijgende werking van de vang iets vooruit draaien zodat de molenaar de pal eruit kan trekken.

draaibare stut

Meerdere Noord-Hollandse binnenkruiers hebben in plaats van een pal een draaibare, horizontale stut onder het rechter voeghout. Deze kan tegen een kruisarm van het bovenwiel worden gezet om achteruitlopen tegen te gaan. Dit werkt overigens alleen als het gevlucht recht wordt weggezet.

7.4.1.d Het gebruik van de kneppel

Bij wind van achteren werkt de vang niet goed want als de molen achteruit draait licht het bovenwiel de vangbalk op. Door de kneppel aan te trekken wordt dit voorkomen. Bij stilstand van de molen voorkomen roeketting of -touw het achteruitdraaien maar tijdens het kruien zijn deze losgemaakt. Daarom worden kneppel en pal pas losgemaakt nadat de molen op de wind is gezet.
Kneppel en pal hebben dus dezelfde functie en daarom hebben veel molens alleen een pal. De kneppel heeft als voordeel boven de pal dat men hem ook kan gebruiken als de molen al aan het achteruit draaien is.

Verder kan men met de kneppel de vangkracht vergroten als de molen door de vang loopt. Dit moet overigens zeer voorzichtig gebeuren want de kans op asbreuk is dan zeker aanwezig. Door de kneppel in zo'n situatie slechts kort te gebruiken kan de grootste snelheid uit het gevlucht worden gehaald waardoor langdurig vangen en het ontwikkelen van veel warmte wordt voorkomen. Vanwege de risico's kan dit gebruik van de kneppel maar beter aan de ervaren molenaar worden overgelaten.
Een normale goedwerkende vang voorkomt dat de molen bij storm vooruit gaat lopen. Voorwaarde daarbij is wel dat de vangbalk zwaar genoeg is of anders van voldoende extra gewicht is voorzien.
Het kneppeltouw moet men bij het wegzetten van de molen strak vastzetten. Pas na het aanhalen van de kneppel zet men het vangtouw vast, maar wel zodanig dat het nog wat speling heeft. Wanneer de vang zich onder invloed van een (zware) storm nog wil aanrijgen mag dit niet worden verhinderd door een te strak vastgezet vangtouw. (Om dezelfde reden mag ook de roeketting tegen vooruitlopen niet te strak worden gezet!)
Met de lekenpen of het lekentouw (fig. 6.6.3.4) kan men op eenvoudige wijze voorkomen dat onbevoegden de vang lichten.

7.4.1.e Het gebruik van de trekvang

De trekvang die men aantreft op de molens in de Zaanstreek heeft dezelfde functie als de kneppel. Aan het eind van de maaldag trekt men het touw van de trekvang zo strak mogelijk aan en haalt daarmee de vang extra aan (fig.6.6.8.1). Spinnenkoppen zijn meestal ook uitgerust met een trekvang. De vangstok ontbreekt dan en ook de ballastkist op de vangbalk. Met een trekvang kan men de vang toch voldoende vangkracht geven. Onder uit het bovenhuis komen twee touwen, het vangtouw of lichttouw en het trekvangtouw. De molenaar trekt bij het lichten van de vang aan het lichttouw en zet dit vast op een kruisklamp omdat er geen haak, duim of klamp is. Het trekvangtouw is dan ontspannen.

vangtouw of lichttouw
trekvangtouw

Bij het vangen wordt met de ene hand de vangbalk met het trekvangtouw naar beneden getrokken. De andere hand houdt het lichttouw vast om de vangbalk te kunnen lichten als het vangen te straf gaat of om het gevlucht in de gewenste stand te krijgen. Staat de spinnenkop eenmaal stil dan zet de molenaar het trekvangtouw flink strak en trekt het achter een keephout. (fig. 6.6.7.1).

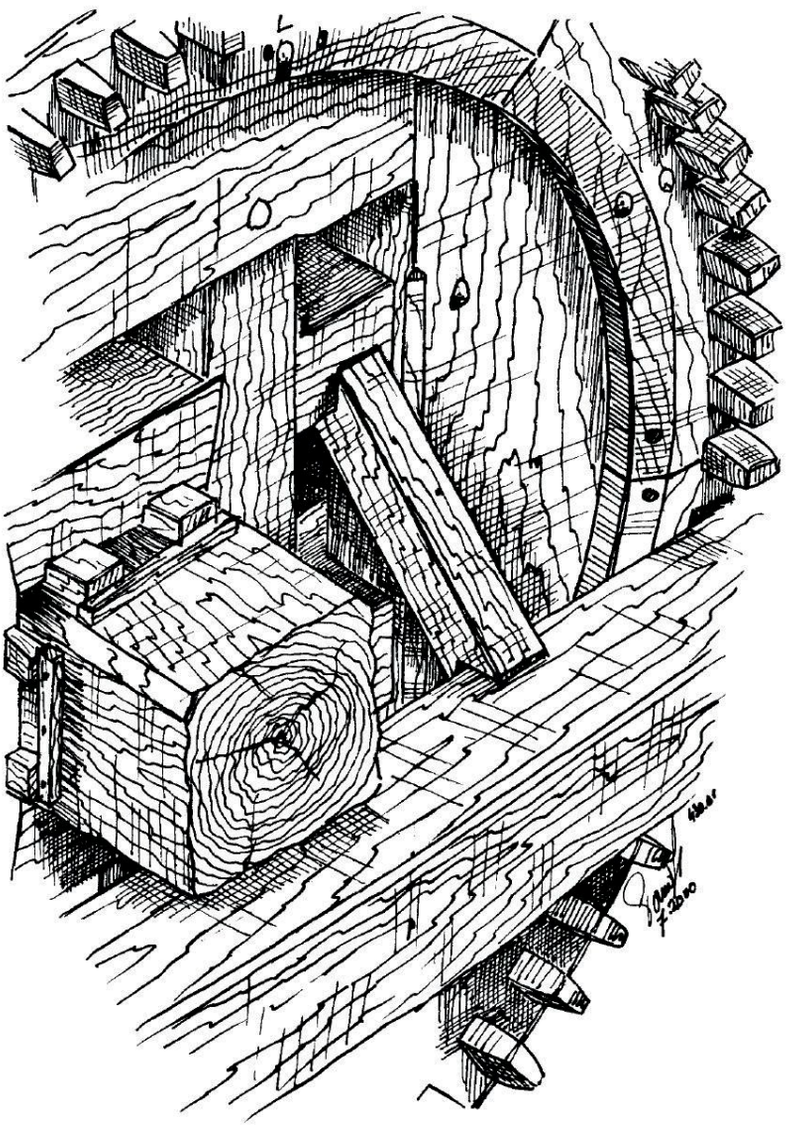


Fig. 7.4.1.2
Bovenwielstut

Geplaatst tussen de ijzerbalk en een kruisarm van het bovenwiel rechts naast de bovenas

7.4.1.f Het gebruik van de stutten in het bovenwiel

bovenwielstutten

Als laatste maatregel kan men het bovenwiel blokkeren m.b.v. bovenwielstutten. Deze stutten plaatst men tussen een kruisarm en de ijzerbalk of de lange spruit maar nooit onder één der kammen van het bovenwiel. Deze zijn daarop niet berekend. Wees erop bedacht dat de stutten zich er uit kunnen werken door het bewegen van het bovenwiel.

© Het Gilde van Molenaars

De vang, de pal, de kneppel, de stutten en de roeketting(en) moeten samen zorgen dat de molen zelfs bij de zwaarste storm niet zal gaan draaien.
Stutten krijgen met enorme krachten te maken. Zijn kettingen, touwen, ogen en kruipalen in orde, dan moeten deze voldoende veiligheid bieden. Bij twijfel daaraan kunnen stutten extra zekerheid bieden.
Bij een korenmolen heeft men nog een extra mogelijkheid tot het vastleggen van de molen: het in zijn werk zetten en bijzetten van de stenen.

7.4.2 Het vastleggen van de staart

De bezetketting, de kruiketting en het spaakkettinkje liggen reeds vast. Maar het is een goede gewoonte om de spanning die men ter voorkoming van het raggen van de kap op de kruiketting heeft gezet zodanig te verlagen dat de staart en de lange spruit de gelegenheid krijgen om terug te veren. Hierdoor voorkomt men dat de einden van de lange spruit steeds verder omhoog buigen en op den duur zelfs zo blijven staan. Een stut tegen de staartbalk kan ook dit ongewenste effect veroorzaken.
Voor een stellingmolen geldt bovendien dat men door het verminderen van de spanning op de staart (en de lange spruit) ook de stelling ontlast.

Heeft de molen een stalen staartbalk dan is het belangrijk deze te aarden. Wordt ook het peneind van de bovenas met de stalen staart verbonden dan is de molen tijdens het malen beveiligd en zijn er bij stilstand meerdere wegen om de bliksem af te voeren. Hoewel er altijd een kans is dat de bliksem inslaat, wordt die kans niet groter door de aanwezigheid van metalen onderdelen.

7.4.3 Extra maatregelen bij zware storm

Rechtgeaarde molenaars vragen zich bij een verwachte (zware) storm af of de molen het naderende onheil goed zal doorstaan. Bij twijfel gaat men naar de molen om ter plaatse te controleren of de normale beveiligingsmaatregelen tegen storm zijn getroffen.
Bovendien kan men nog speciale maatregelen treffen:

- Verwijder alle steek- of stormborden voor zover dat nog niet gebeurd is.
- Krui de molen op de wind voordat het begint te stormen. Dit geldt in nog sterkere mate voor molens met zelfzwichting.

extra roeketting

- Breng een extra roeketting aan als het te gevaarlijk is om de molen los te maken om te gaan kruien. Men legt deze ketting tegen de richting in, waarin het wiekenkruis wil gaan draaien en om een volgende kruipaal of stellingligger zodat de kracht wordt verdeeld over twee punten.

7.4.4 Speciale standen van het wiekenkruis

molentaal

Molenaars gebruikten vroeger het wiekenkruis om verschillende mededelingen te doen, de z.g. molentaal. Als vrijwilligers hebben wij deze gewoonten overgenomen en houden die daarmee in stand. Als we dat goed willen doen moeten we daarbij de tradities streeksgewijs kennen en in ere houden. Informeer naar deze tradities bij (oud)-molenaars in je omgeving.

© Het Gilde van Molenaars

7.4.4.a Overhek

overhek zetten

Vroeger was het overhek zetten van een poldermolen gedurende de zomermaanden gebruikelijk. Men nam de zeilen af en sloeg ze op of bracht ze weg voor reparatie. Overhek wordt daarom soms 'lange rust' genoemd.
Met het overhek zetten van de molen verlengde men de levensduur van de (houten) as en roeden. Het regenwater liep er beter af en de roeden bogen minder door. Voor een betere afvoer van het regenwater wordt tegenwoordig door veel molenaars het gevlucht ook wel een klein beetje komend gezet.

blikseminslag

Ook dacht men door de overhekstand de kans op blikseminslag te verkleinen. Dit is echter niet het geval: het verschil in hoogte t.o.v. een rechtstaand gevlucht is daarvoor te gering.
Tegenwoordig zet men een molen ook wel overhek uit nostalgische overwegingen, voor het mooizetten of om te voorkomen dat iemand in het gevlucht klimt. Andere redenen kunnen zijn dat vogels niet graag op schuine latten zitten of omdat men zo het erf wat meer vrijhoudt.

7.4.4.b In de vreugd

in de vreugd zetten

Men kan de molen op twee manieren in de vreugd zetten t.w. met en zonder vlaggen.
Zet men de molen zonder vlaggen in de vreugd dan dient men het end dat boven staat zo te zetten dat dit ruim een heklatlengte vóór het hoogste punt van de draaicirkel van het wiekenkruis staat.
Gebruikt men wel vlaggen bij het in de vreugd zetten dan zet men de molen overhek. Ook de wijze van in de vreugd zetten is sterk streekgebonden.

Zaans mooimakersgoed

Daarom moeten we bijvoorbeeld buiten de Zaanstreek een molen niet met Zaans mooimakersgoed uitdossen ondanks het feit dat dit een prachtig gezicht is.
Om de streekeigen gewoonten in ere te houden beelden we hierbij een aantal molens af met versieringen zoals vroeger gebruikelijk (fig. 7.4.4.1). In Friesland werden molens recht gezet met drie vlaggen, in Rijnland in de vreugd met één vlag aan een verticale vlaggenstok aan het bovenend.

vlaggenlijnen

Tot slot willen we er nog op wijzen dat men voor de vlaggenlijnen van end naar end doorgaans te kleine vlaggen gebruikt. Voor een fraai gezicht dient men gebruik te maken van vlaggen die een afmeting hebben van minimaal 45 x 30 cm of 55 x 35 cm dus met een lengte/breedte-verhouding van ca. 3:2. Die afmeting is overigens ook weer afhankelijk van de grootte en de hoogte van de molen.

Een andere manier om een heuglijk feit te vieren is het op elk end bevestigen van een vlag aan de achterzoom ter hoogte van de onderste heklatten of een vlaggenlijn langs de gehele achterzoom van het hekwerk.

Daarbij is het onvermijdelijk dat er altijd vlaggen op de kop hangen. Volgens het protocol hoort dat niet bij de Nederlandse vlag. Als de molen draait dus geen Nederlandse vlaggen in het gevlucht maar aan een vlaggenmast.
Bij stilstand moet van de Nederlandse driekleur in ieder geval de rode baan van de vlag boven staan. Staat de molen daarbij in de vreugd dan dient toch de vlaggenstok verticaal te staan.

© Het Gilde van Molenaars

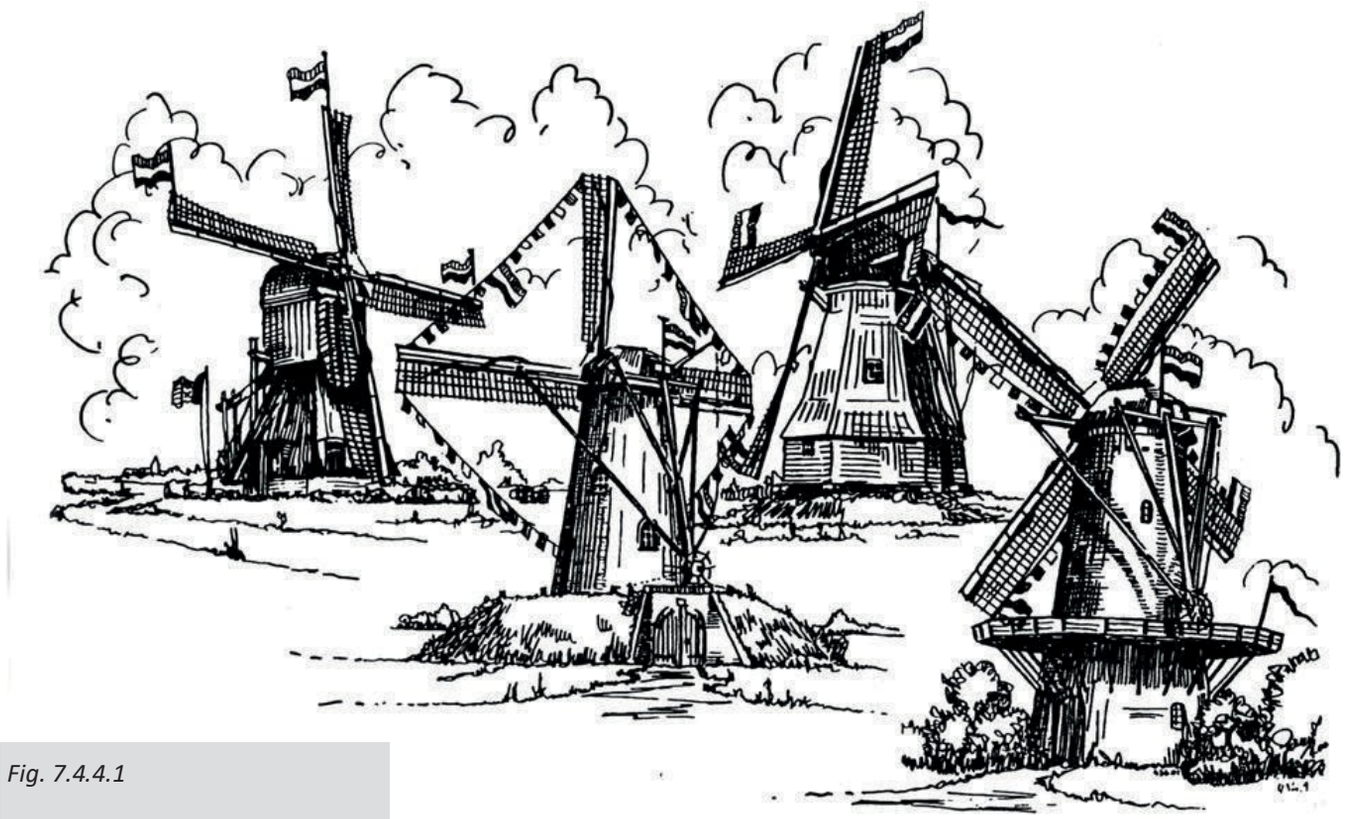


Fig. 7.4.4.1

Enkele voorbeelden van mooi gezette molens.

Een Nederlandse vlag die aan een vlaggenstok achter op de kap of op het bovenste end wordt gevoerd dient men een uur na zonsondergang binnen te halen

oranje wimpel

De oranje wimpel mag alleen gevoerd worden op feestdagen van het koninklijk huis en alleen bevestigd boven de nationale driekleur aan een vlaggenstok achter op de kap of naast de molen. Dit is nl. de officiële wijze van het voeren van een vlag met wimpel op een molen.
De vlag-etiquette verbiedt ook dat de Nederlandse vlag samen met een andere vlag aan dezelfde vlaggenstok wordt gehesen. Ook de blauwe wimpel mag niet samen met de Nederlandse vlag aan één vlaggenstok.
Worden er meerdere vlaggen gevoerd dan kunnen dat ook verschillende zijn, zoals provincie of dorpsvlaggen waarbij een Nederlandse vlag boven hoort te staan.

7.4.4.c In de rouw

in de rouw zetten

Aangezien het hier gaat om een gebruik dat gepaard gaat met verdriet moeten we ervoor zorgdragen dat we het in de rouw zetten op de streekeigen wijze doen. Deze stand is in het grootste deel van het land het spiegelbeeld van de vreugdestand. Het bovenste end moet nu ongeveer een heklatlengte voorbij het hoogste punt van de draaicirkel van het gevlucht staan.
In het oosten van Noord-Brabant staat bij rouw de molen echter komend.

© Het Gilde van Molenaars

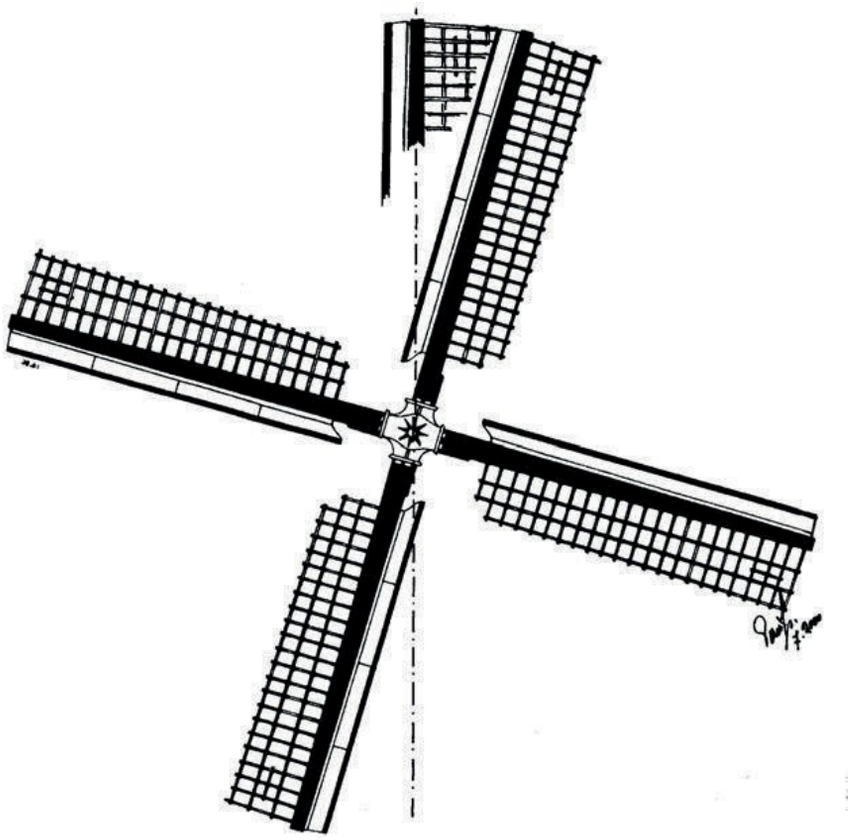


Fig. 7.4.4.2
Vreugdestand

De top van het bovenstaande end staat ruim een hekbreedte vóór het hoogste punt.
Het gevlucht staat 'komend'.

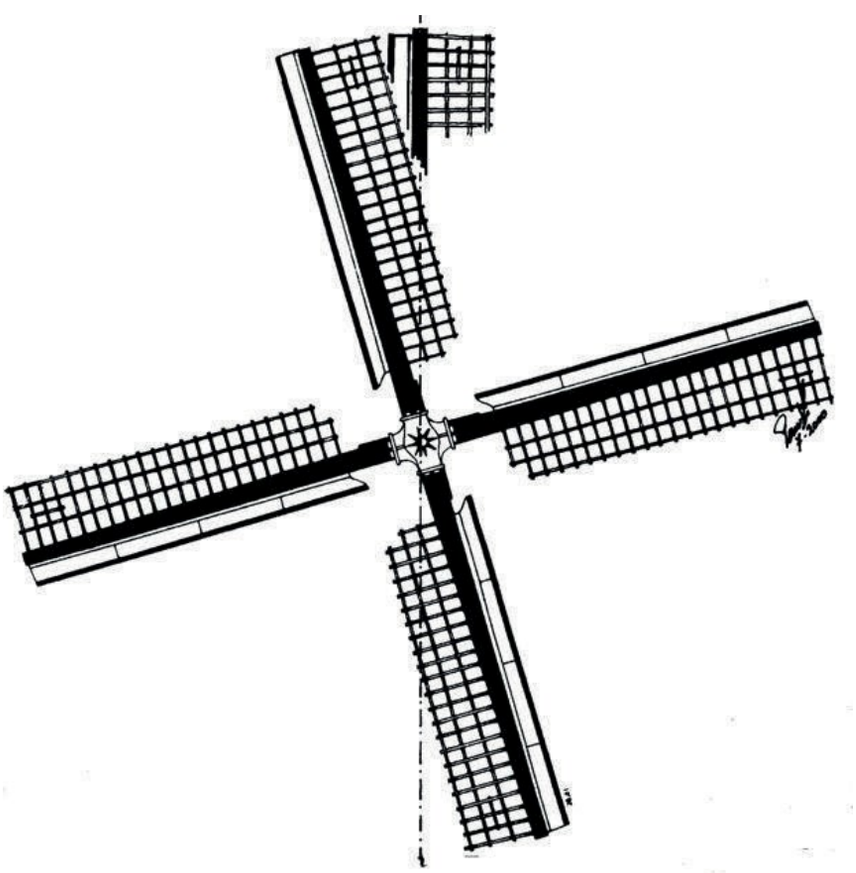


Fig. 7.4.4.3
Rouwstand

De top van het bovenstaande end staat ruim een hekbreedte voorbij het hoogste punt.
Het gevlucht staat 'gaand'.

© Het Gilde van Molenaars

7.5 HET SMEREN VAN DE MOLEN

7.5.0 Inleiding

smeren

Het smeren houdt in dat men alle smeerpunten binnen en buiten de molen voorziet van het juiste smeermiddel in de juiste dosering. De plaatsen en onderdelen die voor smering in aanmerking komen zijn:

- Alle bewegende delen van het gevlucht en hun bedieningssysteem.
- De bedieningssystemen van het kruiwerk.
- Schuifkruiwerken (incl. zetels) en rollenkruiwerken.
- Lageringen en wrijvingsvlakken van het gaande werk.

Te weinig smeren is niet goed maar te veel ook niet. Overbodig vet wordt weggedrukt, valt naar beneden en trekt nieuw vuil aan. Schraap van tijd tot tijd oud vet en vuil weg. Vervuild vet of vervuilde olie kunnen het warm- of heetlopen van een lager veroorzaken.

vervuild vet

7.5.1 De smeermiddelen

7.5.1.a Traditionele smeermiddelen

De traditionele smeermiddelen werden al in molens toegepast voordat de uit minerale oliën vervaardigde smeermiddelen hun intrede deden. Het zijn:

varkensvet reuzel

- Varkensvet, beter bekend als reuzel. Het is het buikvet van varkens. Dit moet minstens een half jaar lang besterven voordat het een geschikt smeermiddel voor de molen is. Daarvoor hangt men het vaak op in de kap. Als het witte vet geel wordt, is het bruikbaar voor smering. Bij lage temperaturen is het goed te gebruiken wanneer men het fijnmaalt in een oude gehaktmolen of in kleine stukjes hakt. Smelten van reuzel is af te raden. Gesmolten reuzel is van structuur veranderd waardoor de smerende eigenschappen ervan deels verloren zijn gegaan. Gesmolten reuzel kan in de zomer ook problemen geven omdat het bij hoge temperaturen gemakkelijk wegloopt. ‘s Winters daarentegen heeft gesmolten reuzel een direct smerend effect omdat gewone reuzel dan te hard is.
  Reuzel is ook zeer geschikt voor het smeren van sleepkruiwerken, hoewel het sneller uitgewerkt is.

paardenvet

- Paardenvet lijkt qua eigenschappen op reuzel maar is minder stijf. Het is echter moeilijker verkrijgbaar.

talgvet

- Talgvet (niet te verwarren met talkvet, dat een mineraal product is) komt van dierlijke vetten. Het wordt voornamelijk gewonnen uit schapenvet en slachtafval en is verkrijgbaar in blokken van ca.1 kg. Talgvet kan men gebruiken voor smering van de bovenas.

raapolie

- Raapolie wordt gewonnen uit raapzaad. Het heeft, net als de hierboven beschreven vetten, een uitermate goed smerend vermogen in langzaam draaiende lagers of kleine wrijvingsoppervlakken. Het is daarom het aangewezen smeermiddel voor taatslagers.

wonderolie of Ricinusolie

- Wonderolie of Ricinusolie is een vette oliesoort en zeer geschikt voor toepassing in taatspotten.

groene of gele zeep

- Groene of gele zeep gebruikt men voor het smeren van neuten- of voeghoutenkruiwerken en de zetels van standerd- en wipmolens. De zeep wordt echter op den duur plakkerig door uitdroging wat het kruien sterk bemoeilijkt. Sprenkelen met wat water heft dit nadeel weer op.

bijenwas

- Bijenwas wordt gebruikt voor het smeren van kammen en staven.

© Het Gilde van Molenaars

7.5.1.b Moderne smeermiddelen

transmissieolie

Moderne smeermiddelen produceert men door distillatie van ruwe aardolie en andere chemische producten. Van deze machineoliën is transmissieolie het meest geschikt voor toepassing in molens. Het is speciaal bestemd voor lageringen of wrijvingsoppervlakken die onder grote druk staan, zoals bij taatslagers.
Gebruik de dikste soort transmissie-olie, aangeduid met de code SAE 250.

7.5.1.c Smeervetten

smeervetten
multi-purpose-vet
grafietvet

- Van de smeervetten is multi-purpose-vet, een lagervet op zeepbasis, het meest geschikt. Het is watervast en bestand tegen een hoge temperatuur.
- Grafietvet is een normaal soort smeervet waaraan meer stabiliteit is gegeven door er grafietpoeder aan toe te voegen. Omdat het grafietpoeder zich aan het te smeren oppervlak hecht loopt het vet niet weg. Deze eigenschap maakt het geschikt voor de smering van schuifkruiwerken, rollenkruiwerken en zetels waarvan de smeervlakken moeilijk te bereiken zijn. Ook geschikt voor de munnik. Grafietvet maakt echter het hout ook zacht: dat is een nadeel bij gebruik op neutenkruiwerken.

7.5.2 Het smeren van het kruiwerk

In principe dient het kruiwerk zo vaak als nodig is te worden gesmeerd. Voor een rollenkruiwerk is dat ongeveer twee keer per jaar, een schuifkruiwerk moet wekelijks of maandelijks gesmeerd worden.
Zwaar kruien kan namelijk te wijten zijn aan te zuinig, te zelden, ondeskundig of in het geheel niet smeren van de wrijvingsoppervlakken.

7.5.2.a Kruirad, -wiel of -lier

kruilier

Wanneer men de kruiketting niet of moeilijk kan uitlopen, draait de munnik te zwaar. Men kan hem dan het beste smeren met het waterbestendige multipurpose vet. Men kan ook grafietvet of reuzel gebruiken.
De astappen van de kruilier moet men regelmatig voorzien van dikke olie. De tandwielen moet men licht invetten met één der twee bovengenoemde vetten. Ook verdient het aanbeveling de munnik in te vetten. Ketting of staalkabel gaan daardoor minder snel dubbel en de opgewonden delen er van beschadigen elkaar zo minder. De staalkabel beschermt men tegen roest met het watervaste multi-purposevet.

© Het Gilde van Molenaars

7.5.2.b De kruiwerken van de bovenkruier

We laten hierna de verschillende kruiwerken de revue passeren:

- Het neutenkruiwerk

neutenkruiwerk
kruineuten, kuipneuten
wrijvingsoppervlakken

Bij een neutenkruiwerk schuift de onderzijde van de overring tijdens het kruien over de kruineuten en de buitenzijde van de overring strijkt langs de kuipneuten (zie 5.9.2.f). Men smeert niet de neuten maar de wrijvingsoppervlakken. Dat zijn de onderzijde en de buitenzijde van de overring. Smeert men al sinds jaar en dag met reuzel, paardenvet of groene zeep, ga dan geen andere smeermiddelen gebruiken.

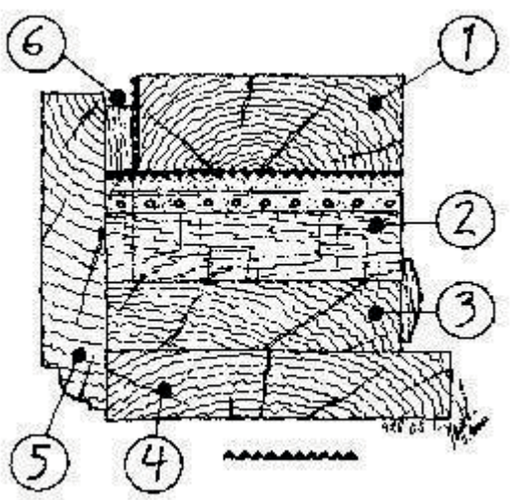


Fig. 7.5.2.1
Het neutenkruiwerk

De te smeren vlakken zijn de buiten- en onderzijde van de overring
De kartelrandjes geven de te smeren vlakken aan
1. *overring*
2. *kruineut*
3. *kruiring*
4. *boventafelement*
5. *kuip*
6. *kuipneut*

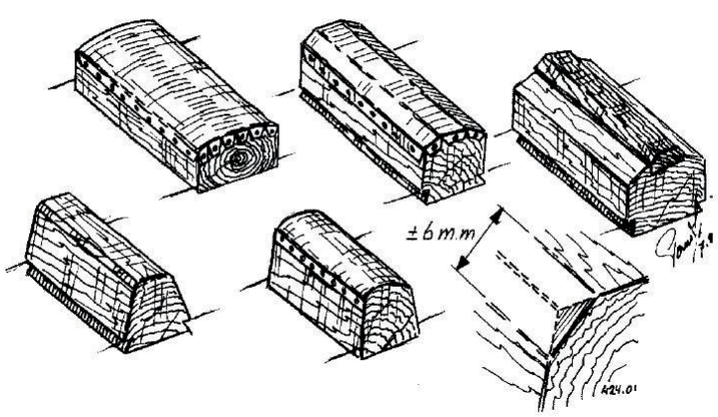


Fig. 7.5.2.2
Diverse neutvormen

putten of nesten

Grafietvet heeft als nadeel dat het hout zacht maakt zodat door de druk van de kap de koppen van de kruineuten putten of nesten in de overring persen.
Ook olie of vet van minerale oorsprong maakt houtcellen samendrukbaar. Het smeren werkt dan averechts waardoor de kap nog moeilijker kruit.

© Het Gilde van Molenaars

oploopkanten

Neuten moeten licht schuin of bol worden afgeschaafd zodat het vet er goed tussen kan komen. Zijn deze oploopkanten door slijtage verdwenen dan moeten ze opnieuw worden aangebracht anders schrapen de neuten het aangebrachte vet weer van de overring af en wordt het smeerwerk tenietgedaan (fig. 7.5.2.2). Tegen slijtage worden neuten wel met blik beslagen maar hout op hout kruit lichter.

- Het voeghoutenkruiwerk

voeghoutenkruiwerk

Bij een voeghoutenkruiwerk glijden de voeghouten, de steunder en de roosterhouten direct over de bovenzijde van de kruiring. De keerklampen schuiven langs de binnenzijde ervan (zie 5.9.2.g). Men smeert dus de bovenzijde en de binnenzijde van de kruiring met reuzel.

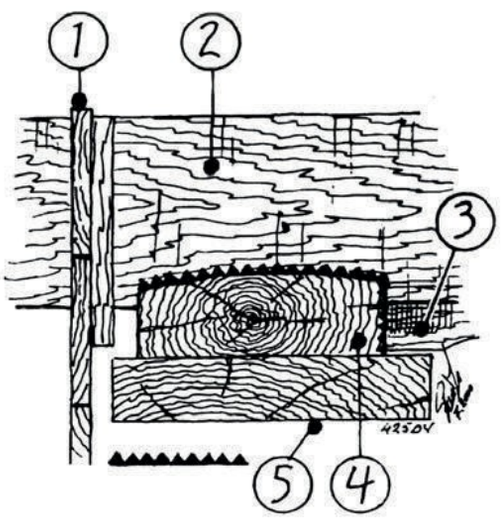


Fig. 7.5.2.3
Het voeghoutenkruiwerk

De te smeren vlakken zijn: de boven- en binnenzijde van de kruiring
De kartelrandjes geven de te smeren vlakken aan
1. *baard*
2. *voeghout*
3. *keerklamp*
4. *kruiring*
5. *boventafelement*

Vóór het smeren verwijdert men het vuil van de kruiring en het opgehoopte en hard geworden oude vet ter weerszijden van de voeghouten en de steunder. Tegelijk met deze schoonmaak controleert men of de voeghouten en de keerklossen nog zijn voorzien van oploopkanten. Zo niet, dan schrapen de voeghouten en de keerklossen het aangebrachte vet weer van de kruiring af. (zie ‘neutenkruiwerk’)

- Het rollenkruiwerk

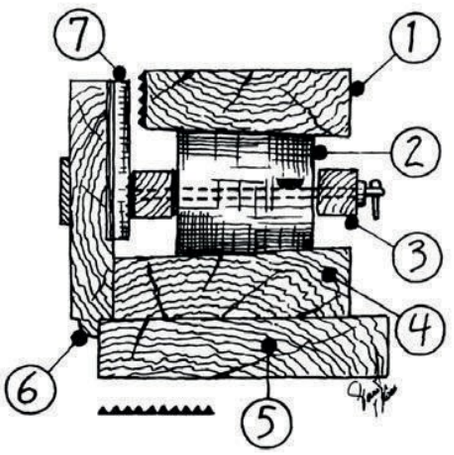
rollenkruiwerk

Heeft de molen een rollenkruiwerk, dan smeert men:
- De buitenkant van de overring met grafietvet of reuzel. Doe dit vooral aan de achterkant van de kap, want die drukt meestal tegen de kuipneuten.
- De buitenkant van de rollenwagen met grafietvet of reuzel.
- De kopse kant van de rollen met grafietvet of reuzel. Smeer alleen het midden als de buitenkant van de rol (nog) bol is.
- De asjes van de rollen eens per twee jaar in lichte mate met grafietvet

© Het Gilde van Molenaars

Fig. 7.5.2.4
Het rollenkruiwerk

De te smeren vlakken zijn:
- De buitenzijde van de overring
- De buitenzijde van de rollenwagen en de achterzijde van de rollen
De kartelrandjes geven de te smeren vlakken aan.
1. *overring*
2. *kruirol*
3. *rollenwagen*
4. *kruivloer*
5. *boventafelement*
6. *kuip*
7. *kuipneut*



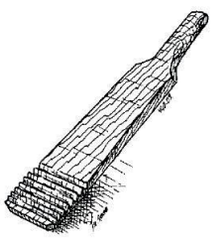
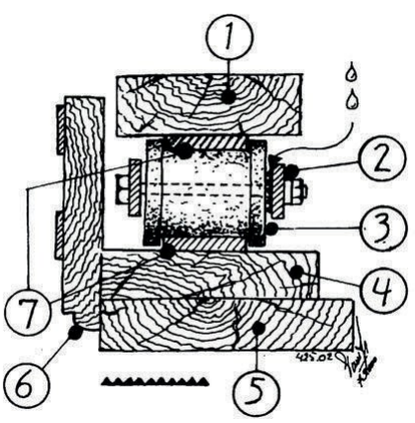


Fig. 7.5.2.5
Een smeerspaan

Op sommige molens zitten de kuipneuten aan de buitenzijde van de overring en de rollenwagens i.p.v. aan de binnenzijde van de kuip.
In die gevallen smeert men de binnenzijde van de kuip.
Gebruik voor het smeren een smeerspaan, eventueel voorzien van groeven (fig. 7.5.2.5) die voorkomen dat het vet van de spatel afglijdt en op de kruivloer valt.

Fig. 7.5.2.6
Het Engels kruiwerk

Alleen de asjes worden gesmeerd .
1. *overring*
2. *rolring*
3. *kruirol*
4. *kruivloer*
5. *boventafelement*
6. *kuip*
7. *onder- en bovenrail*



- Het Engels kruiwerk

Engels kruiwerk

Van het Engels kruiwerk kan men af en toe de asjes van de rollen smeren met een paar druppels olie.

© Het Gilde van Molenaars

7.5.2.c Het kruiwerk van de standerdmolen

stormpen, smeergat

De stormpen smeert men via een smeergat waar vet doorheen kan worden geperst. Regelmatig smeren is nodig.
Zodra men tijdens het kruien de pen in de lagering hoort knarsen of kraken is direct smeren met reuzel of paardenvet een vereiste.

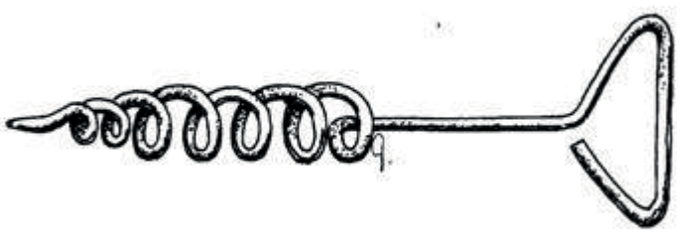


Fig. 7.5.2.7
De vetboor

Hoewel de zetel de molenkast maar voor een klein gedeelte mag dragen moet men de wrijvingsoppervlakken toch goed smeren. Daartoe brengt men grafiet-vet aan tussen de voegburriebalken en de kalven rond de standerd. Het smeergat daarvoor bevindt zich in één van die kalven. Men dient het gat geheel vol te proppen, de kast daarna 180° te kruien en de handeling te herhalen.

smeerstok

Om het smeergat goed te kunnen vullen gebruikt men een smeerstok die precies in het gat past zodat men enige druk kan uitoefenen bij het naar binnen persen van het vet. Het verdient aanbeveling beide smeergaten zo nu en dan te

vetboor

ontdoen van het oude vet m.b.v. een vetboor. Op veel standerdmolens is dit nuttige instrument verdwenen of men kent de functie van deze uit zijn krachten gegroeide kurketrekker niet (fig. 7.5.2.7).
Nadat men de smeergaten heeft gevuld smeert men ook de raakvlakken van de burriebalken, de kalven en de ter plekke afgeronde standerd zelf.

© Het Gilde van Molenaars

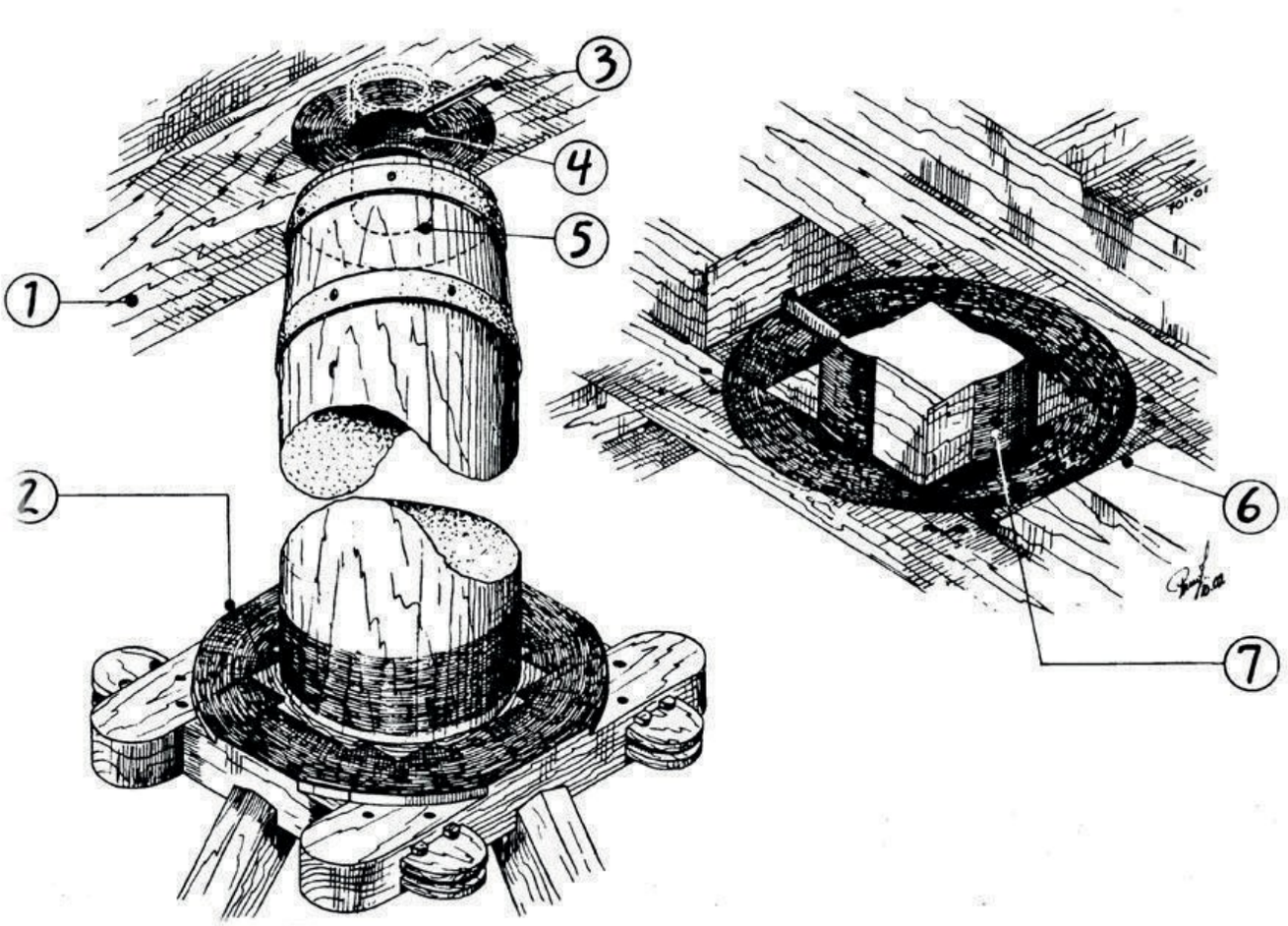


Fig. 7.5.2.8
Smeerpunten van het kruiwerk van een standerdmolen

1. *steenbalk*
2. *draagvlak van de zetel*
3. *smeergat in de steenbalk*
4. *pengat*
5. *stormpen*
6. *draagvlak van de voegburrie*
7. *wrijvingsvlak van het kalf*

7.5.2.d Het kruiwerk van de wipmolen

bovenzetel
smeergat in de steenburrie

De bovenzetel is zonder of met neuten op de zetel uitgevoerd. Bij een bovenzetel zonder neuten vult men het smeergat in de steenburrie geheel met grafietvet en duwt het aan met de bij de standerdmolen genoemde smeerstok. Ook hier het bovenhuis 180° kruien en dan nogmaals vet bijvullen. Bij een bovenzetel met neuten smeert men eenvoudig de onderzijde van de steenburrie tussen de neuten met grafietvet.
In enkele gevallen zijn de neuten aan de onderzijde van de steenburrie bevestigd. Dan smeert men uiteraard de bovenzijde van de bovenzetel.
Ook de raakvlakken van de koker met de steenburrie moet men smeren.

© Het Gilde van Molenaars

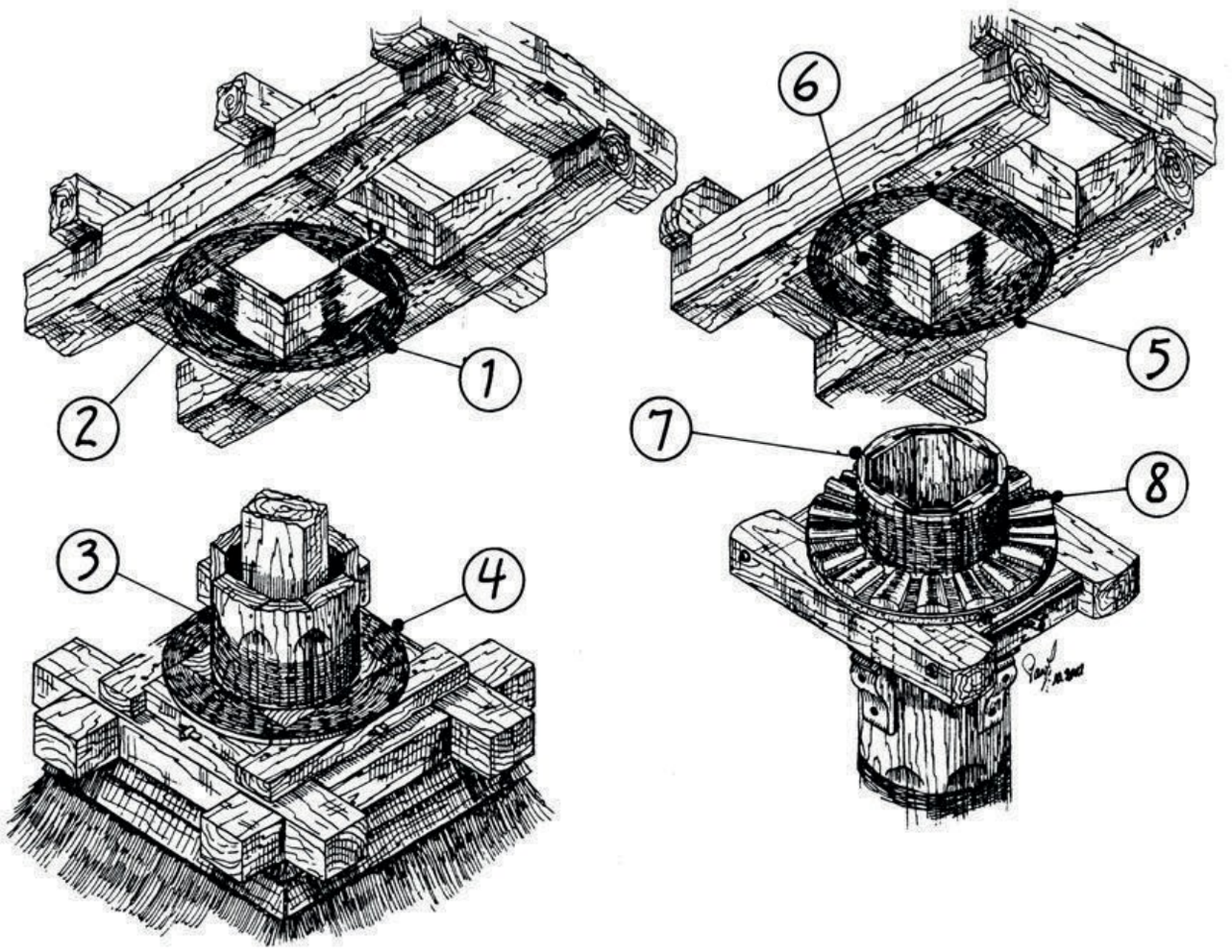


Fig. 7.5.2.9
Smeerpunten van het zetelkruiwerk van een wipmolen

Onderzetel
1. *draagvlak van de voegburrie*
2. *wrijvingsvlakken in de voegburrie*
3. *wrijvingsvlak rond de koker*
4. *draagvlak van de onderzetel*

Bovenzetel
5. *draagvlak van de steenburrie*
6. *wrijvingsvlakken in de steenburrie*
7. *wrijvingsvlak rond de koker*
8. *draagvlak op de bovenzetel, al of niet voorzien van neuten*

Via de losse vloerdelen van het bovenhuis bereikt men de bovenzijde van de onderzetel. Men smeert deze, voor zover hij niet afgedekt wordt door de voegburrie, met een lange smeerspaan of een bokkepoot.
Van daaruit smeert men tevens de buitenzijde van de koker, waarlangs de voegburrie wrijft.

Van een spinnenkop smeert men de bovenzijde van het boventafelement of de kruischijf. Van de steenburrie alleen de naar de koker gekeerde zijkanten.

© Het Gilde van Molenaars

7.5.2.e Het kruiwerk van de paltrok

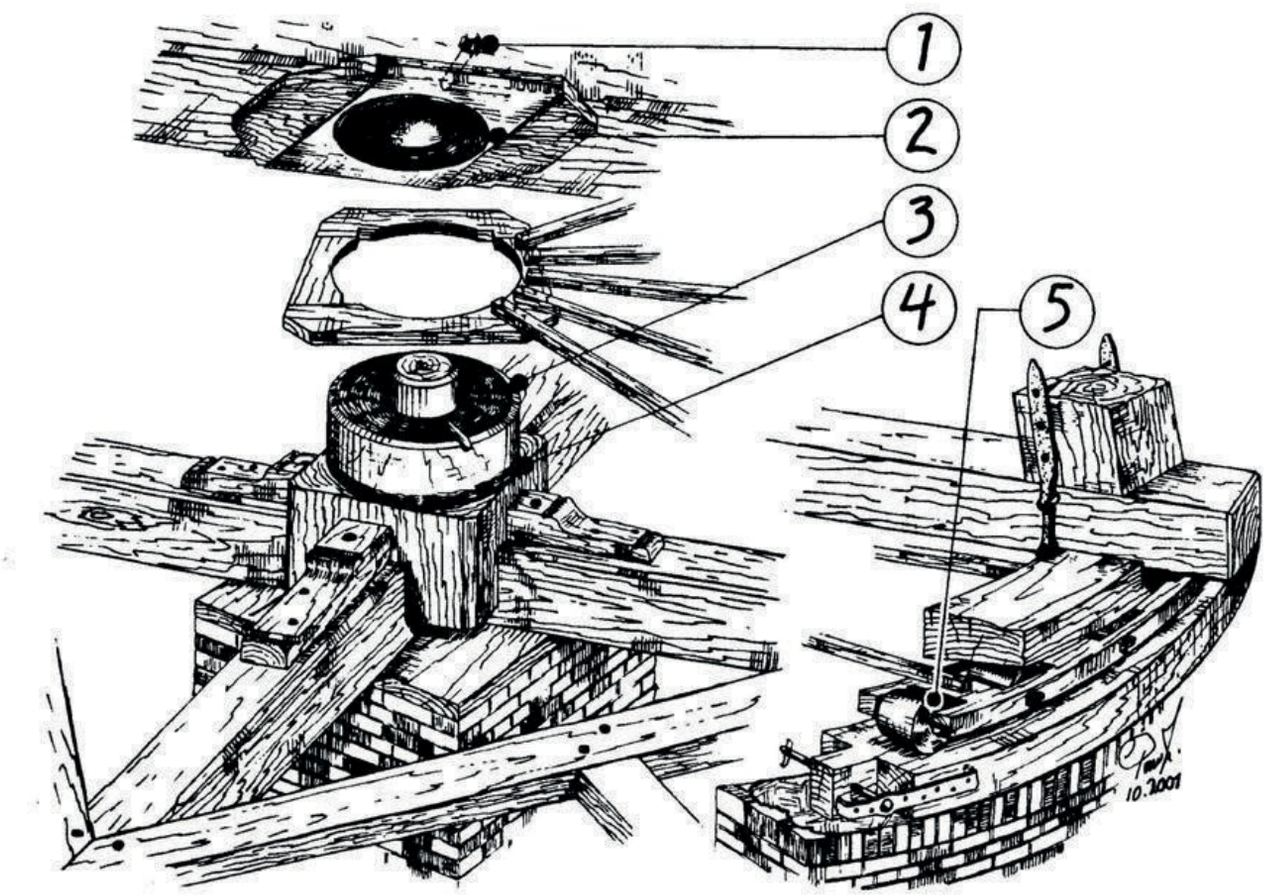


Fig. 7.5.2.10
Smeerpunten van het kruiwerk van een paltrok

1. *smeergat in de sleutelbalk*
2. *draagvlak van de sleutelbalk*
3. *draagvlak van de koning*
4. *wrijvingsvlak rond de koning voor de kraag*
5. *buitenzijde van de kruirollen*

De rolring van de paltrok vraagt weinig aandacht. Men kan af en toe de asjes van de rollen en de buitenkant van de rollen smeren.

draagvlak van de koning smeerkoker

De pen en het ronde draagvlak van de koning in de sleutel- of staartbalk smeert men met grafietvet. Daartoe is soms een smeerkoker aangebracht. Smeer deze regelmatig, 90% van het totale gewicht van de molen draait en rust op de pen, tijdens het kruien (fig. 5.9.4.1).

7.5.3 Het smeren van het gaande werk

7.5.3.a Het wiekenkruis

draaipunten van de kleppen
smeernippels
trekstangen
kniehefbomen
geleiderollen

Is de molen uitgerust met een automatisch zwichtsysteem dan smeert men de draaipunten van de kleppen regelmatig met wat dikke olie. Smeernippels pompt men door met de vetspuit.
Zijn de aanwezige kleppen onderling verbonden met trekstangen en kniehefbomen dan moet men de geleidings- en draaipunten hiervan invetten. Geleiderollen voor de eventueel toegepaste koppeldraden moet men voorzien van smeerolie.
De zwichtstang is maar licht en ondervindt niet veel wrijving. De voorkant met de spin is het zwaarst. Door de zwichtstang naar buiten te bewegen kan men hem daar smeren. Ook alle andere draaipunten dienen zo nu en dan gesmeerd te worden.

7.5.3.b De bovenas

halslager
warmlopen

Van de bovenas wordt het halslager het zwaarst belast en dat verdient daarom de meeste aandacht. In oude molenaarscontracten vinden we duidelijke aanwijzingen in die richting: ‘De molenaar dient om de twee uur het lager op de windpeluw te controleren op smering en warmlopen’.
Dit is geen overdreven voorschrift want de as kan door meerdere oorzaken heet lopen:

gebroken halssteen

- Een gebroken halssteen

De breukrand van de barst kan soms al het vet van de hals schrapen.
De hals krijgt dan onvoldoende smering en wordt door de wrijving steeds warmer. Het vet smelt en verdwijnt tussen de steen en het steenbord.
Zitten de beide delen echter netjes tegen elkaar gewigd en loopt de as niet warm dan hoeft er geen actie te worden ondernomen.

insluitsel

- Een insluitsel

Soms heeft de halssteen een insluitsel in de vorm van een stuk kwarts dat door de slijtage van de steen aan de oppervlakte kan komen. Kwarts heeft een sterk slijpende werking die met een behoorlijke warmteontwikkeling gepaard gaat.

diep ingesleten halssteen

- Een diep ingesleten halssteen

Het wrijvingsvlak wordt hierdoor groter maar de lagerdruk wordt evenredig kleiner. Problemen kunnen voornamelijk ontstaan door verminderde toetreding van vet.
Bronzen lagers kunnen in het midden te dun worden en gaan doorbuigen waardoor de uiteinden zwaar tegen de hals gaan drukken.

gekantelde halssteen

- Gekantelde halssteen

Wanneer de halssteen naar binnen of naar buiten gekanteld is draagt hij niet meer over de volle breedte waardoor de as warm kan lopen. Een kleine temperatuurstijging maakt de reuzel al licht vloeibaar waardoor de smeerfilm te dun en de as snel warmer wordt. Voldoende redenen dus om het lager in de loop van de dag regelmatig te controleren op smering en temperatuur.
Gaat het kantelen niet verder dan kan na enige tijd door slijtage van de steen dit probleem weer verdwijnen. Bij een diep ingesleten halssteen duurt dit overigens wat langer.
De hals van de bovenas mag nimmer warmer worden dan handwarm. In het algemeen mag men stellen: zolang de as koel blijft is er niets aan de hand.

© Het Gilde van Molenaars

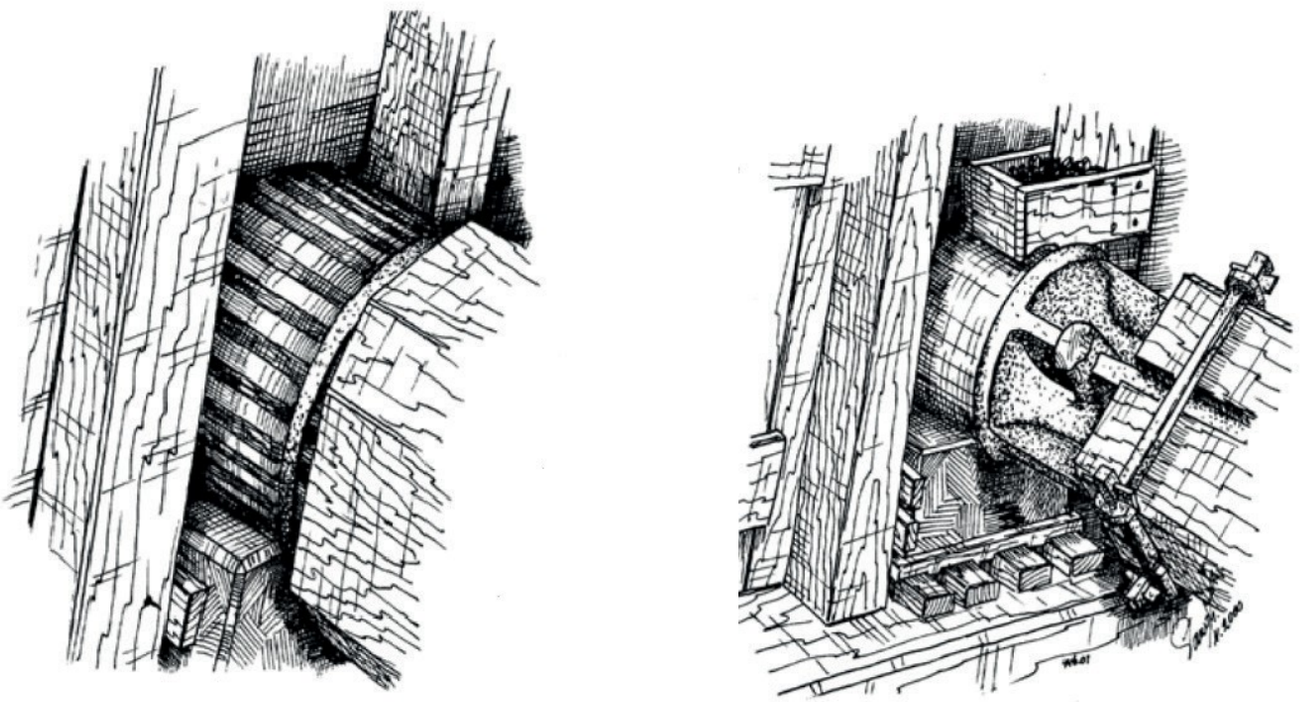


Fig. 7.5.3.2
Twee verschillende halslageringen; links van een houten as en rechts van een gietijzeren as

vetkluit
smeerspaan

We noemden al reuzel als meest geschikte smeermiddel maar talgvet in blokvorm is een goede vervanger. De vetkluit tussen de hals en de smeerklos en/of keerstijl drukt men aan met een smeerspaan.
Na verloop van tijd kan de vetkluit erg hard geworden zijn en geen enkel smeervermogen meer hebben. Ook dan kan de zaak heetlopen. De as neemt dan te weinig reuzel mee zodat er spoedig een dunne spleet ontstaat en er van smeren geen sprake meer is. Vervang oude en harde reuzel door verse.

Het smeren van de bovenas-lagers kan aan het begin of aan het eind van de dag worden gedaan. Met name bij koud weer is de reuzel echter moeilijk smeerbaar; aan het eind van de dag gaat het dan – als de as iets warmer is - beter.
In beide gevallen dient echter na enige tijd draaien de as op temperatuur te worden gecontroleerd.

© Het Gilde van Molenaars

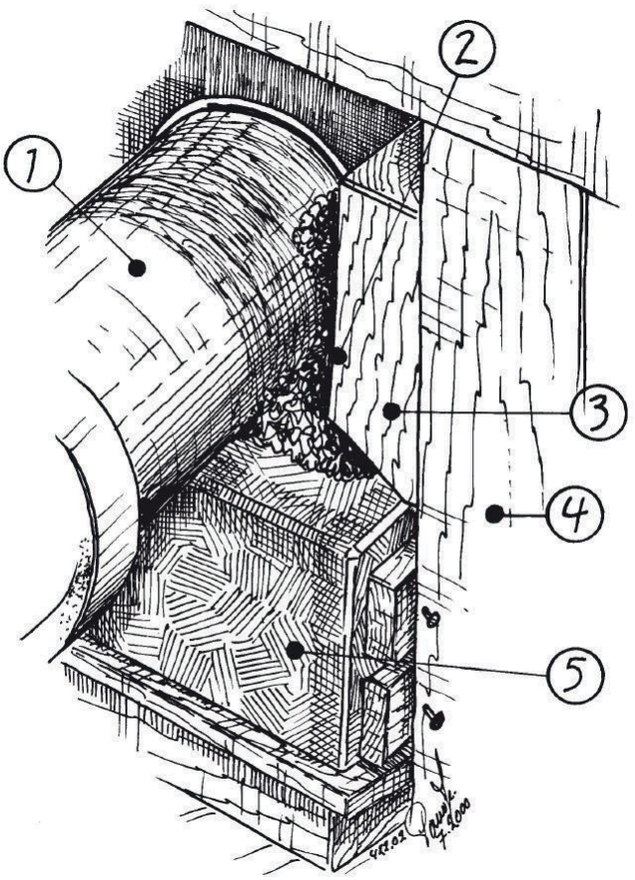


Fig. 7.5.3.3
De vetkluit tussen de hals en de smeerklos c.q. keerstijl

1. *hals*
2. *vetkluit*
3. *smeerklos*
4. *keerstijl*
5. *halssteen*

Uit het oogpunt van veiligheid wordt de bovenas alleen gesmeerd als de molen stilstaat!
Ga bij het smeren aan de kant van de weerstijl naast de as staan.

penlager

Het penlager wordt belast in meerdere richtingen:
- neerwaartse druk door het gewicht van de as
- achterwaartse druk door de wind op het wiekenkruis
- zijwaartse druk bij belasting

Het penlager kent drie verschillende uitvoeringen:

tegelsteen of bronzen plaat

a. het penlager met pensteen en tegelsteen of bronzen plaat.
Dit smeert men met reuzel. De smering verbetert sterk als de tegel of plaat een naar het centrum taps toelopende smeergleuf heeft.

broeksteen

b. het penlager met een broeksteen.
Ook deze smeren we met reuzel. De smering kan men verbeteren door een inlooprandje bij de pen aan te brengen.

taats en knolplaat

c. het penlager met taats en knolplaat.
De pen smeert men met reuzel. De taats en de knolplaat smeren zichzelf met dikke transmissie- of raapolie d.m.v. een meedraaiend kettinkje dat bij iedere omwenteling in het oliebakje valt en zo olie op de taats brengt (zie 6.1.1.f).

© Het Gilde van Molenaars

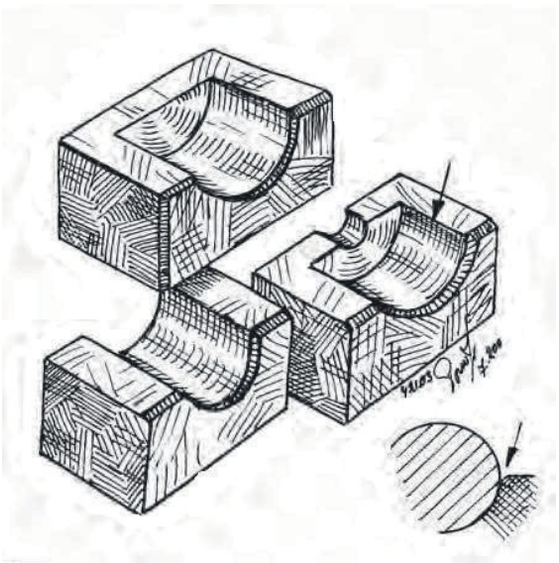


Fig. 7.5.3.4
Een drietal penstenen: een broeksteen, een pensteen en een broeksteen met uitsparing voor een zwichtstang

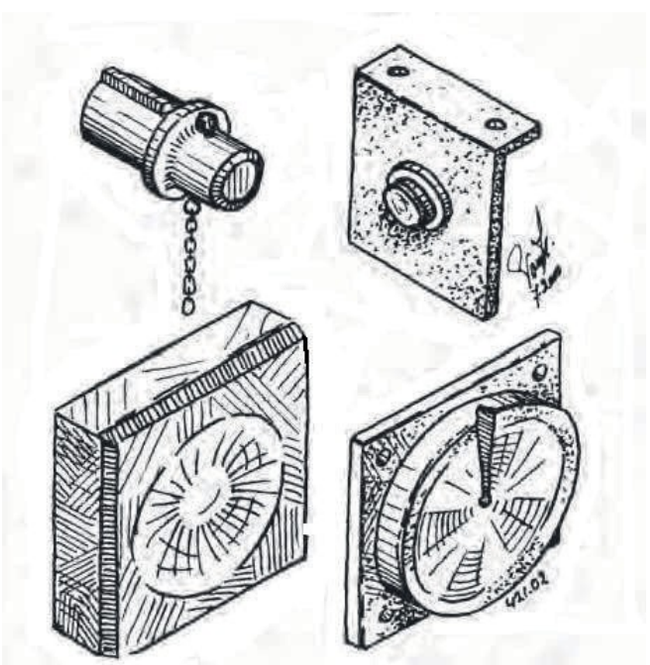


Fig. 7.5.3.5
Enkele uitvoeringen van tegels achter het penlager en een taats met smeerkettinkje

7.5.3.c De koningsspil (zie ook 6.1.2)

De bovenste tap behoeft meestal niet veel vet maar dient wel geregeld te worden gesmeerd. Voorkomen moet worden dat de tap heet loopt. Druk iedere keer voor het draaien de reuzel wat aan met een spaan of stokje.

© Het Gilde van Molenaars

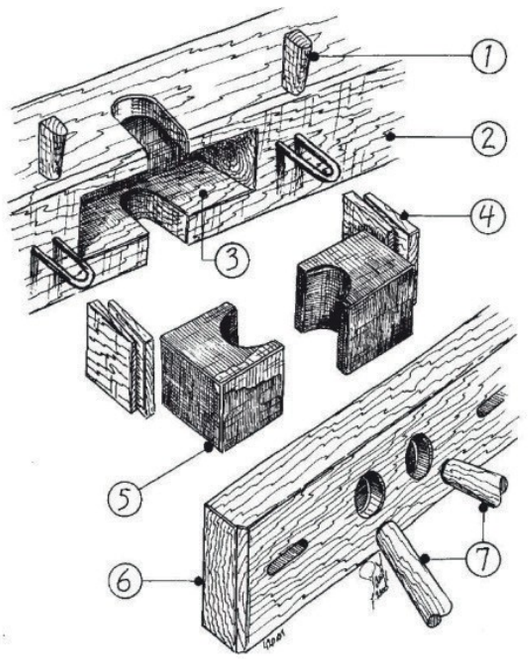


Fig. 7.5.3.6
Het taplager in de bus- of ijzerbalk

1. *borgwigje*
2. *bus- of ijzerbalk*
3. *poort*
4. *vulstukjes*
5. *tapneuten*
6. *busdeur of slotplaat*
7. *poortstokken*

Het is verstandig dit lager zo nu en dan te controleren op warmlopen, maar ook op speling. Beweeg daarvoor de bonkelaar of schijfloop flink heen en weer. Is er teveel ruimte of zit het bovenijzer los dan moet het lager worden losgehaald. Men begint met het zekeren van de koningsspil met een touw dat men eromheen slaat en waarvan men de uiteinden door het bovenwiel haalt en vastzet. Dan haalt men het kneveltouw van de poortstok(ken) en de poortstok(ken) weg. Laat het kneveltouwtje niet direct los want het kan razendsnel in de rondte vliegen en fikse tikken uitdelen. Vervolgens verwijdert men de borgwiggen of -moeren van de poortplaat of busdeur zodat men deze kan wegnemen. Voorts verwijdert men de eventueel aangebrachte vulhoutjes. Onthoud de plaatsing van deze houtjes goed want daarmee werd de spil te lood gezet.

poortstok(ken), kneveltouwtje

vulhoutjes

Men laat nu het touw voorzichtig iets vieren zodat men de koningsspil uit het lager weg kan duwen. De tapneuten komen daarbij vanzelf mee. Deze kan men nu controleren. Ze mogen niet te droog zijn en moeten een gelijkmatig slijtoppervlak hebben. De astap moet glimmen over de volle lengte waarmee hij in de neuten loopt. Een zwart tot blauw aangelopen slijtoppervlak duidt op heetlopen van de tap. Men was dan te zuinig met smeren. De remedie is het dunne zwarte koollaagje te verwijderen en de astap weer goed in het vet te zetten. Na de smering brengt men alles weer op zijn plaats. Is de keerneut erg ingesleten en zijn de neuten identiek dan kan men ze ook omwisselen.

tapneuten

Is één van de neuten een bronzen exemplaar dan plaatst men deze links in de poort terug. Deze bronzen neut is de keerneut: die vangt de zijwaartse druk op die het bovenwiel op de koningsspil uitoefent.
Door het touw voorzichtig aan te halen trekt men de koningsspil met de neuten weer in de poort. Nu brengt men de poortplaat en de overige onderdelen weer op hun plaats. Controleer of de spil niet in het lager rammelt. Is dat wel het geval, dan hebben de neuten te veel ruimte. Dat moet met vulhoutjes worden gecorrigeerd. Let er ook op dat de koningsspil in het lood blijft. Controleer ten slotte gedurende enkele draaidagen of het lager niet warmloopt.

© Het Gilde van Molenaars

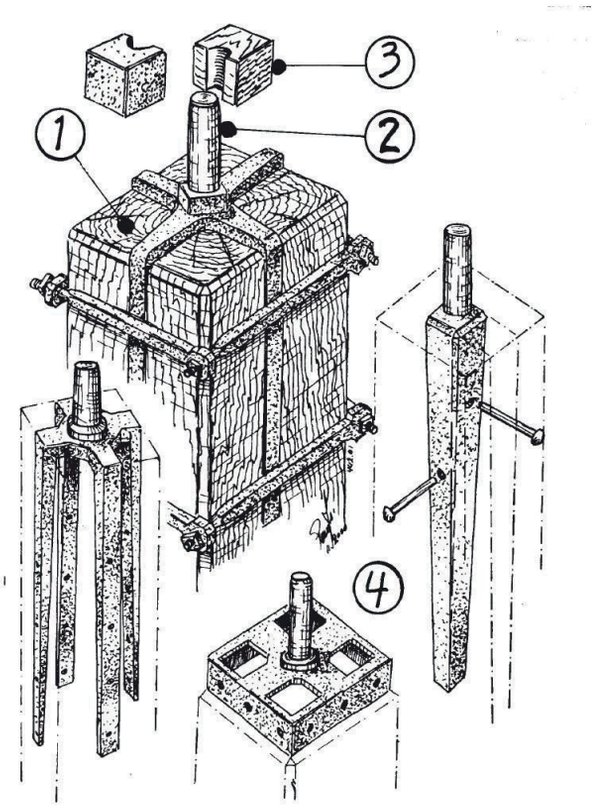


Fig. 7.5.3.7
Voorbeeld van diverse bovenijzers van de koningsspil

1. *kop van de koningsspil*
2. *tap*
3. *tapneuten*
4. *twee modellen bovenijzers links een kroonijzer, rechts een insteekijzer, midden een muts over een insteekijzer*

taatslager

Het taatslager onderaan de spil dient men regelmatig te controleren op warmlopen; handwarm of koeler is goed. Wordt het warmer dan moet het lager worden nagekeken.
Hoe vaak men de olie in de taatspot moet verversen is afhankelijk van de functie van de molen. Voor een poldermolen kan dit eens per jaar zijn maar in stoffige molens controleert men vaker. Alvorens olie bij te vullen maakt men de taatspot geheel schoon met petroleum.

Vroeger gebruikte men raapolie maar daar is tegenwoordig niet gemakkelijk meer aan te komen. Thans kan men hiervoor het beste transmissieolie van het dikste type nemen.
In stoffige molens is de levensduur van de olie aanmerkelijk te verlengen door rond de taats een nauwsluitend stuk leer aan te brengen dat de taatspot afdekt.

druklager

De laatste jaren worden steeds meer taatslagers vervangen door moderne druklagers die zowel zijwaartse als neerwaartse druk kunnen opvangen. Ook voor deze lagers kan men transmissieolie gebruiken. Omdat de spil maar langzaam draait is kogellagervet ook geschikt voor deze lagers.

© Het Gilde van Molenaars

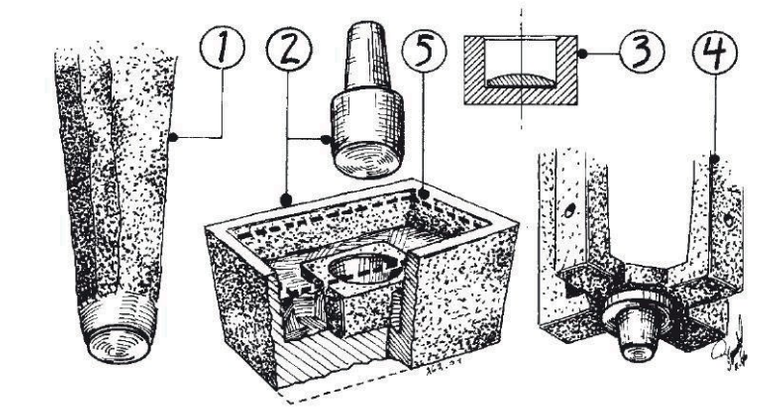


Fig. 7.5.3.8
De taatslageringen

1. *taats*
2. *losse taats met taatspot*
3. *taatslagerpotje (doorsnede)*
4. *kroonijzer met vaste taats*
5. *minimaal niveau van de olie*

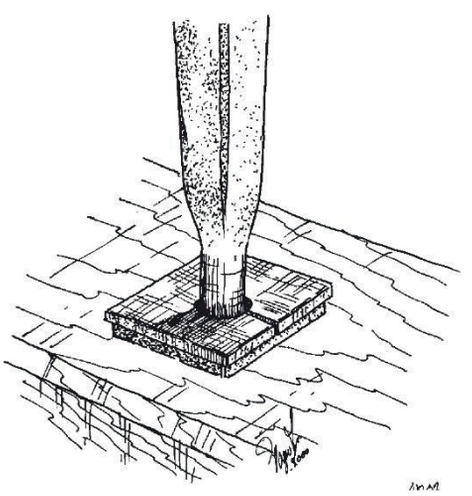


Fig. 7.5.3.9

Afdekking van het taatslager met een lapje leer

7.5.3.d Kammen, staven, vuisten en spaken

beet wassen

Het wrijvingsoppervlak van kammen en staven, de beet, moet regelmatig worden behandeld. Dit smeren of wassen doen we uitsluitend met zuivere bijenwas. Men verwarmt een blokje zuivere bijenwas en smeert dit met een kwastje op de beet. Het hout verwarmen met een verfföhn en daarna met een blokje was er overheen werkt ook prima. Het is voldoende om de kammen van het grootste van de op elkaar inwerkende wielen van was te voorzien. De bijenwas verspreidt zich tijdens het draaien vanzelf op de kammen of staven van het kleinere wiel. Wees zuinig met bijenwas: breng geen was aan op delen die elkaar toch niet raken. Was op verwarmd hout aanbrengen werkt zuiniger dan verwarmde was op koud hout aanbrengen.
Hoe vaak men kammen moet wassen hangt af van de belasting van het gaande werk en van het aantal bedrijfsuren. De kammen van een molen die alleen maar voor de prins draait behoeft men minder vaak te wassen dan die van een zwaar belaste industrie- of poldermolen.
Slecht onderhouden kammen melden zich door een piepend of jankend geluid als de molen langzaam draait. Een ander gevolg van slecht onderhoud is dat de jaarringen in het hout van de kammen en/of staven zich onder de zware druk van elkaar loswerken, ‘vlees op de kammen’ geheten. Dit kan ook gebeuren als twee wielen niet in lijn staan; in dat geval wringen de kammen en/of staven op elkaar.

vlees op de kammen

© Het Gilde van Molenaars

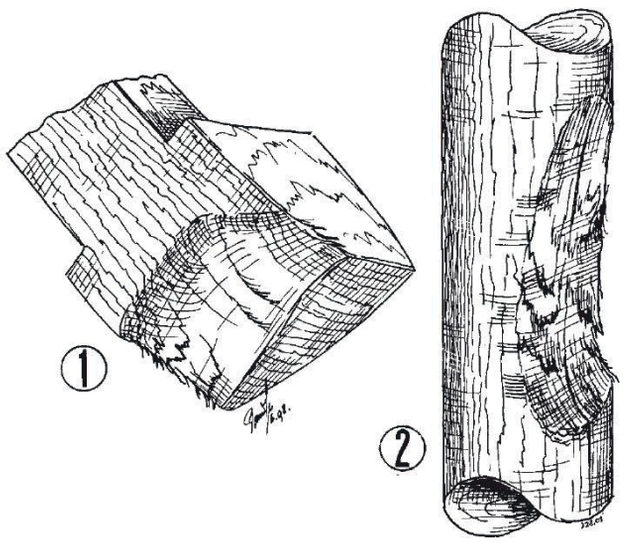


Fig. 7.5.3.10
Voorbeeld van vlees op kammen en staven

1. *kamkop die te lang heeft gelopen zonder voldoende bijenwas*
2. *staaf met vlees op de beet en de randen*

7.5.3.e Specifieke assen van de poldermolen

scheprad, onderas, wateras

Poldermolens zijn uitgerust met een scheprad op een onderas of wateras of met een vijzel. De wateras ligt nagenoeg altijd in twee hardstenen lagers die met reuzel worden gesmeerd. Houten vijzels rusten aan de bovenkant vaak ook op een dergelijke steen.
Deze lagerstenen zijn te vergelijken met de halssteen van de bovenas: half cilindrisch uitgehaald en soms met een iets hogere kant aan de drukzijde. Men smeert met reuzel of talgvet. Voor het vet zijn er meer belangstellenden dan alleen de molenaar: ratten en muizen. Het vet moet dan ook opgeborgen zijn in een kistje dat op de astap van de wateras past. Dit geldt in het bijzonder voor het buitenlager van het scheprad.

buitenlager

binnen-, buitenlappen lapbalk

De binnenlap en de buitenlap (lapbalk) tegen de uiteinden van de wateras zijn voorzien van een tegelsteentje of een taatsplaat of knol. Deze smeert men ook van tijd tot tijd met reuzel om overmatige slijtage te voorkomen. Dit geldt in het bijzonder voor de buitenlap die de buitenwaarts gerichte druk van de wateras moet opvangen.

vijzel

In een molen met een houten vijzel bevindt het bovenlager zich meestal direct achter het vijzelwiel. De halssteen wordt opgesteld op de halsbalk die tussen de muren van de waterloop ligt (fig. 7.5.3.12.C). Het bovenlager is vrijwel identiek aan dat van de hals van de bovenas. De hellingshoek bedraagt ca. 30°. Het bovenlager wordt gesmeerd met reuzel.
Soms worden vijzels onder en boven voorzien van een tap voor de lagering.
De bovenlagers van moderne metalen vijzels moeten af en toe gesmeerd worden met kogellagervet. Hiervoor is een staufferpot of een smeernippel aanwezig

© Het Gilde van Molenaars

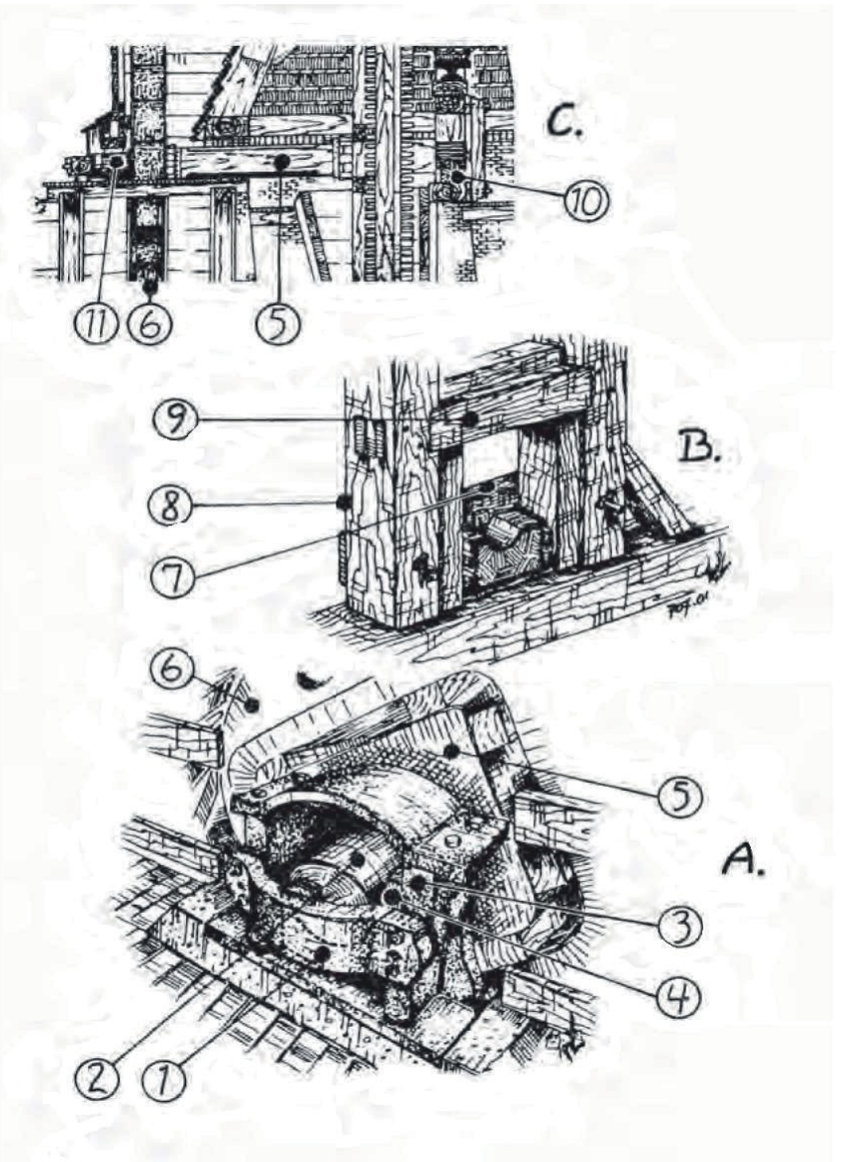


Fig. 7.5.3.11
Buiten- en binnenlagering van de wateras

A. de buitenstoel
B. de binnenstoel
C. de plaats in de molen

1. buitenlap
2. pen van de wateras
3. stoel
4. smeerklos
5. wateras
6. scheprad
7. binnenlap
8. schaarstijlen
9. spilkalf
10. binnenlager
11. buitenlager

waterpeluw

potbalk

Het onderlager van de vijzel bevindt zich uiteraard onder water. Vroeger was dit aangebracht op een horizontale waterpeluw. Deze zat geheel onder water waardoor het lager bij aanlopen van de vijzel moeilijk te verstellen was. Tegenwoordig zit het onderlager vaak op een verticale potbalk en is dan met wiggen verstelbaar.(fig. 7.5.3.13)

staufferpot

smeerautomaat,

Oudere vijzels draaien met een zware tap in een hardstenen of een bronzen lager en worden door het water gesmeerd. Soms heeft men later een staufferpot aangebracht waarmee druksmering met kogellagervet mogelijk is.
Motorisch aangedreven metalen vijzels hebben dikwijls een smeerautomaat die al of niet met de hand is te bedienen. Hiervoor is speciaal milieuvriendelijk vet verkrijgbaar dat ook geschikt is voor staufferpotten en vetspuiten.

© Het Gilde van Molenaars

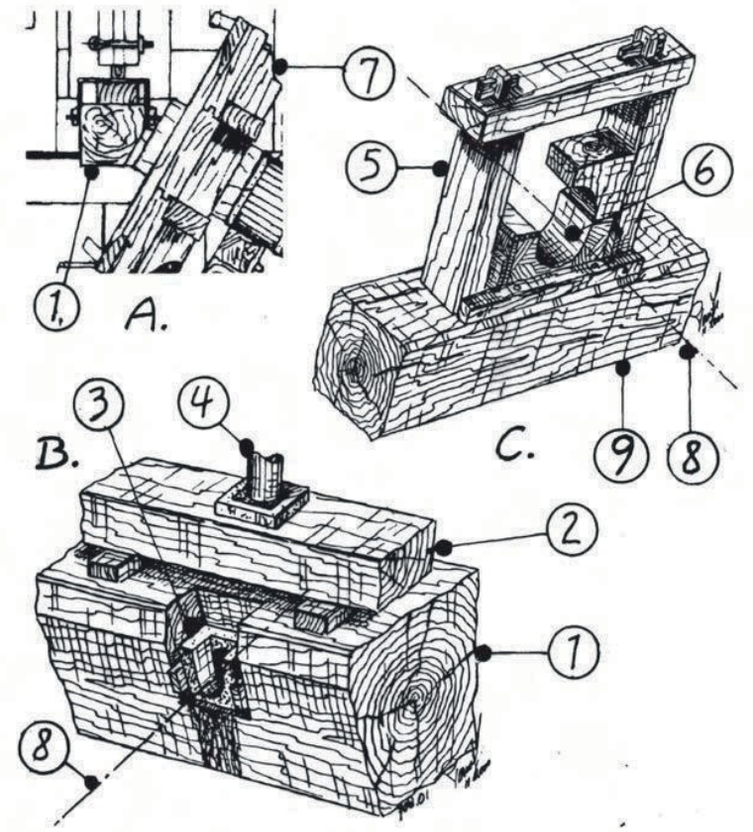


Fig. 7.5.3.12
Voorbeelden van een bovenlager van de vijzel zoals aangegeven in de detailtekening

A. De plaats in de molen
B. De lagering voor een vijzel voorzien van tappen
C. De lagering voor een houten vijzel met hals

1. spil- of vijzelkalf
2. wervel
3. taplager
4. taats van de koningsspil
5. lagerstoel
6. hardstenen lager
7. vijzelwiel
8. hartlijn van de vijzelbalk
9. halsbalk

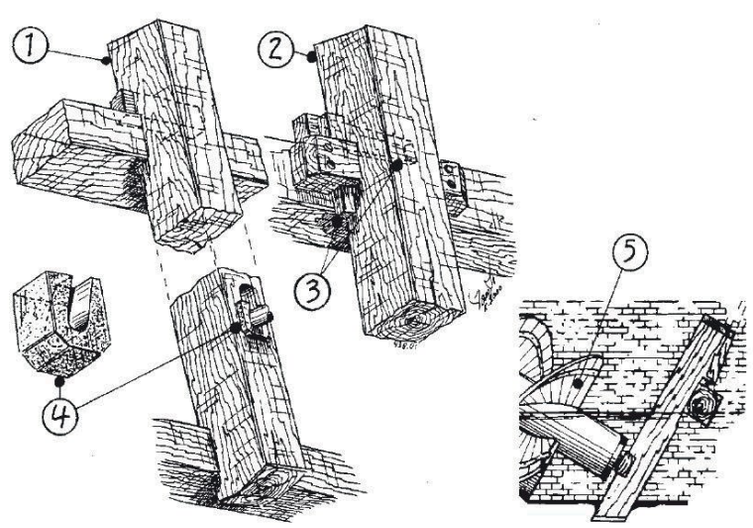


Fig. 7.5.3.13
De onderlagering van de vijzel

1. potbalk
2. verstelbare potbalk
3. stelwiggen
4. losse bronzen neut
5. ondereinde van de vijzel

© Het Gilde van Molenaars

7.5.3.f Specifieke assen en spillen van de korenmolen

Als men de korenmolen van boven naar beneden doorloopt passeert men de luizolder, de steenzolder en de maalzolder. Alleen de assen en spillen die tot de oorspronkelijke uitrusting van de korenmolen behoren worden behandeld. Mengers, pletters, jakobsladders e.d. blijven buiten beschouwing.

luias

De luias heeft gewoonlijk twee houten astappen die doorgaans zijn gelagerd in hardhouten neuten. Men smeert ze van tijd tot tijd met wat reuzel.

steenspil

De steenspil is alleen aan de bovenzijde gelagerd waar de astap behoorlijk kan heetlopen. Die verdient dan ook de nodige aandacht, temeer omdat men er moeilijk met smeervet bij kan. Het beste is om de astap iedere keer een lik reuzel of smeervet mee te geven als hij in het werk wordt gezet. Het is daarom nuttig om een potje met smeervet dicht in de buurt te hebben.

bolspil

De hals van de bolspil in de steenbus kan men alleen smeren als het koppel stenen wordt opengelegd. Metalen steenbussen en ook houten steenbussen kan men smeren met een staufferpot die men vanaf de maalzolder kan aandraaien en vullen.
De onderzijde van de bolspil is in bijna alle gevallen uitgevoerd als taatslager op het kussen van de pasbalk. Hier gelden dezelfde regels als voor het taatslager van de koningsspil. Het afdekken met een stuk drijfriem of leer is hier noodzaak, gezien de stoffige omgeving.

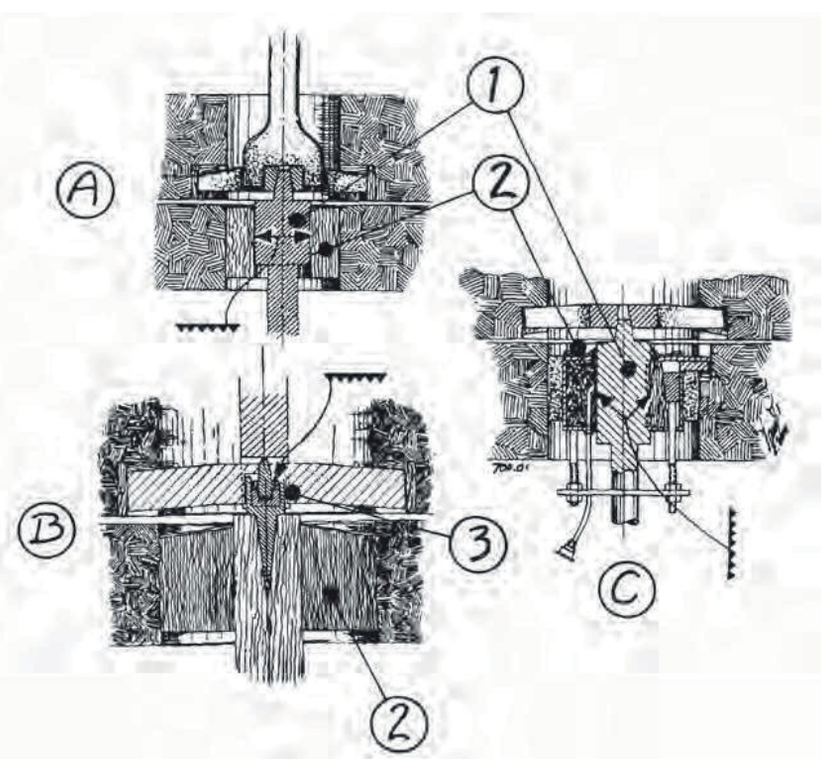


Fig. 7.5.3.14
Smering van de bolspillagering

A. houten steenbus
B. steenbus met pennetjes-werk
C. metalen steenbus

1. hals van de bolspil
2. steenbus
3. taatspot met pennetje

De kartelrandjes geven de te smeren plaatsen aan

De laatste jaren gaat men bij restauratie van maalkoppels steeds meer over op een combinatie van druk- en rollagers die in een lagerbus zijn gevat. Deze moeten voorzien worden van zware transmissieolie. Smeren met kogellagervet heeft als voordeel dat men beter stof en vuil uit het lager kan houden door het vet er een klein beetje uit te persen.

© Het Gilde van Molenaars

regulateur

De twee lagertjes van de regulateur moet men regelmatig voorzien van een paar druppels transmissieolie. De regulateuras smeert men ter plaatse van de schuifklos met wat lagervet.

schuifklos

Overige apparatuur en machines zijn gewoonlijk jonger dan de molen zelf. Die hebben in veel gevallen modernere lageringen als kogel- of rollagers in gesloten lagerhuizen met druksmering of met staufferpotten. Dergelijke apparatuur heeft haar eigen specifieke vetsoorten voor de smering ervan.

© Het Gilde van Molenaars

7.6 KLEIN ONDERHOUD

7.6.0 Inleiding

7.6.0.a De taken van de molenaar

signaleren van gebreken

Behalve het draaien met de molen is het tijdig signaleren van gebreken of van gewenst onderhoud een belangrijke taak van de molenaar. Door actie te ondernemen en het probleem snel te (laten) verhelpen kan vaak erger worden voorkomen. Daarom moet de molenaar contact houden met de eigenaar over onderhoud, reparaties en afspraken maken over zelfwerkzaamheid enz.

onderhoud, reparaties

Deze paragraaf is een opsomming van eenvoudig onderhoudswerk dat de meeste molenaars zelf kunnen doen. Sommigen gaan daarin zo ver dat zij ook omvangrijke klussen voor hun rekening nemen zoals bijv. het complete schilderwerk. Weer anderen zijn in de loop der jaren doorgegroeid tot bijna 'vrijwillig molenmaker' of hebben er zelfs hun beroep van gemaakt.
Iedereen is vrij in de keuze hoever men gaat in het uitvoeren van onderhoudswerk.
En de moleneigenaar moet met de eigenwerkzaamheid akkoord gaan.

Men dient echter met een paar belangrijke zaken rekening te houden:

zelfwerkzaamheid

- Zelfwerkzaamheid mag niet ten koste gaan van de beroepsmolenmakers. De molenmakerij is een uitzonderlijke bedrijfstak waar continuïteit zeer belangrijk is. Ervaren molenmakers moeten hun vakkennis over kunnen dragen aan de jongere generatie.
- Als men een klus zelf wil uitvoeren mag dit er niet toe leiden dat de molen langdurig buiten bedrijf raakt.
- Voor in eigen beheer uitgevoerd werk moet men de juiste materialen gebruiken en rekening houden met monumentale waarden en streekgebonden details. De afwerking mag niet onderdoen voor molenmakerswerk.

Arbowet

- Voer het werk veilig uit. Molenaars vallen ten aanzien van werken op hoogte onder de voorschriften van de Arbowet.
- Gebruik bij schilderwerk uitsluitend verfsoorten die de vakman en/of de molenmaker ook gebruikt. Houd rekening met de juiste kleuren.

7.6.0.b Specifiek molenmakerswerk

aanslaan van wiggen

Het afstellen van het gaande werk zoals twee op elkaar werkende wielen en de lagers van de hals en de pen is molenmakerswerk. Kammen en staven moeten goed op elkaar ingrijpen om slijtage te voorkomen. Slecht of scheef afgestelde lagers lopen snel warm. Ondeskundig aanslaan van wiggen waarmee de wielen op de assen zijn vastgezet kan grote schade aanbrengen aan kammen en staven of de wielen zelf als het wiel a-centrisch of niet haaks op de as of spil zit.

aanslaan van roewiggen

Losse roewiggen vragen om snel ingrijpen: de roe gaat heen en weer schuiven tussen de keerklossen. Elke keer als de losse roe verticaal staat hoort men een luide dreun. Het aanslaan van roewiggen is molenmakerswerk. Het brengt risico's met zich mee en vereist de nodige ervaring. Slaat men de wiggen te vast of raakt men de askop dan kan deze inscheuren, al ziet men dit niet direct. Maar wanneer men later bij vriezend weer stevig vangt lopen de onzichtbare scheuren verder en kan het gevlucht naar beneden komen.
Ook het afstellen van lagers en het afhangen van wielen is molenmakerswerk.

© Het Gilde van Molenaars

7.6.1 Losse kammen en staven

losse kammen

Losse kammen en staven rammelen of stoten bij elke omwenteling van de wielen wat de levensduur niet bevordert.

houten hamer

Losse kammen zijn eenvoudig weer vast te zetten. Door met een houten hamer tegen de kamkoppen te tikken hoort men welke los zit. Is de losse kam gevonden, sla hem dan eerst aan met een paar flinke tikken maar houd daarbij een blok hardhout tussen de kam en de hamer. Sla vervolgens de wig of borgnagel vast die door de kamstaart steekt. Soms helpt dit niet en zit de kam nog los. Tik dan de wig of borgnagel uit de staart en sla de kam uit het wiel.

zeildoek aan werkzijde

drukzijde

Om de juiste hart-op- hart afstanden van de kammen niet te verstoren legt men een strook zeildoek in het kamgat aan de werkzijde, d.w.z. de zijde waarmee de kam duwt of geduwd wordt. Steek dan de kam terug. Laat het zeildoek iets uitsteken om te voorkomen dat het met de kam in het gat verdwijnt. De drukzijde van de kam blijft zo op zijn plaats.
Zit de kam nog los gebruik dan dikker materiaal of leg het zeildoek om beide zijden van de kamstaart (fig. 7.6.1.1).

losse staven trekbouten

Losse staven zijn iets moeilijker vast te zetten. Soms is het voldoende om de trekbouten iets aan te draaien. Het tapse deel van de staven wordt dan iets dieper in de onder- en bovenbladen gedrukt. Lukt dit niet probeer dan de staaf vast te zetten met leidzame houten of ijzeren wiggetjes langs de werkzijde van de vierkante pen.

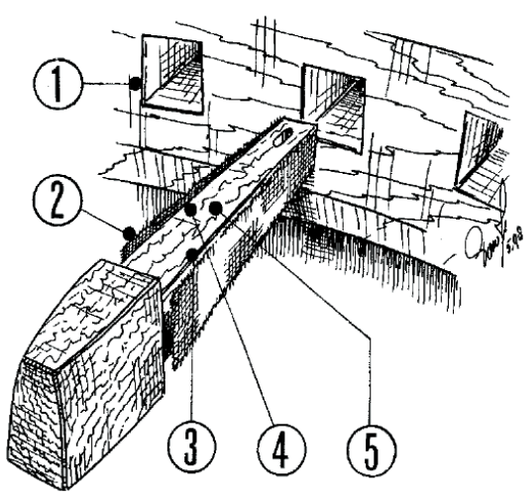


Fig. 7.6.1.1
Hoe een strookje zeildoek aan te brengen

1. *kamgat in de voorvelg*
2. *strook zeildoek*
3. *drukzijde van de kam*
4. *werkzijde van de kam*
5. *kamstaart*

7.6.2 Het in elkaar grijpen van kammen en staven

te diep in het werk

Als twee wielen te diep in het werk staan kunnen de kammen vastknaaien in de kammen of staven van het andere wiel. Naast extra slijtage geeft dit ook extra druk op de lagers. Is er veel ruimte, dan ziet men soms dat de kammen van het ene wiel splinters hout van de achterzijde van de andere kammen of staven afdrukken.

© Het Gilde van Molenaars

niet in lijn

Wanneer de hartlijnen van twee wielen niet samenvallen staan ze niet in lijn. Dat geeft meer wrijving en slijtage.
Verder kunnen kammen de bladen van een schijfloop raken. Dat is te zien aan slijtplekken op de kamkoppen en op de bladen.
Ook kunnen de staven van een schijfloop de voorvelg van een bovenwiel raken,

spiegeltjes

dit ziet men aan de z.g. spiegeltjes op de velg. Dat wordt molenmakerswerk.

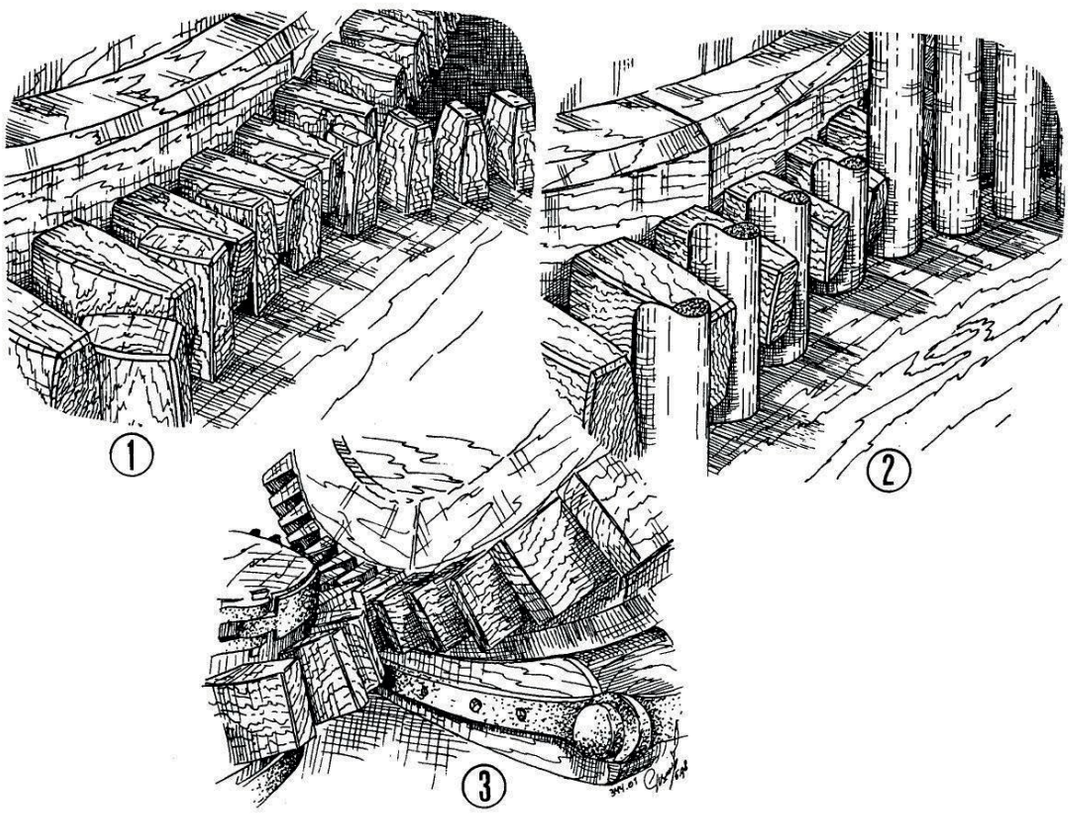


Fig. 7.6.2.1
Voorbeelden van een goede aangrijping van kammen en staven onderling

1. *de bovenzijde van de kamkoppen staat gelijk met de achterzijde van de aangedreven kam*
2. *de kammen steken hier een paar millimeter voorbij of zijn gelijk met de achterzijde van de staven*
3. *de kammen grijpen hier voor meer dan driekwart van de kop lengte in elkaar*

7.6.3 Controle van wiggen, stroppen en bouten

losse wiggen

Wanneer men gedurende een lange droge periode, in de zomer of bij vorst, een wig gemakkelijk heen en weer kan tikken is het tijd om het hele gaande werk op losse wiggen te controleren. Dit geldt vooral voor onderdelen die recent vernieuwd, gerepareerd en/of los zijn geweest. Door losse wiggen kan een wiel op de as verschuiven met in het ergste geval grote schade.

© Het Gilde van Molenaars

Hoewel het aanslaan van wiggen in principe molenmakerswerk is laat men hem niet voor elk los wiggetje langskomen. Kleine wiggen kan men zelf aanslaan. Het aanslaan van wiggen van wielen, balken enz. dient men bij voorkeur aan de molenmaker over te laten. Grotere wiggen dienen beurtelings en gelijkmatig te worden aangeslagen.

wouterlatten, borgspijkers

Daarna plaatst men de wouterlatten en borgspijkers weer achter de wiggen. Het is ook nuttig om op een windstille dag alle heklatwiggen eens na te lopen. Neem een zak nieuwe wiggen en borgspijkers mee want er zal een flink aantal nieuwe in moeten.

opsluitringen, knuppelstroppen

Vooral van nieuwe schijflopen moet men in het begin regelmatig de trekbouten controleren en zo nodig vastzetten. Evenzo opsluitringen en knuppelstroppen rond steenspillen en zwaardere assen die los kunnen komen door het krimpen van het hout dat ze bijeen moeten houden.

7.6.4 Schilder- en teerwerk

vochtregulerende verfsoorten

Een goede bescherming van het houtwerk bieden vochtregulerende verfsoorten die de vakman ook gebruikt.
Het dichtsmeren van scheuren, kieren of barsten met een vulmiddel of plamuren is af te raden. Door het werken van het hout laat dit materiaal na verloop van tijd los en dringt er weer vocht binnen dat houtrot bevordert.
Metalen molenonderdelen behandelt men het beste met roestwerende metaallak.

teervervangende producten
Stockholmer teer

Vroeger was er koolteer en 'Black Varnish' maar die zijn tegenwoordig verboden en teervervangende producten hebben geen lange levensduur.
Oud geteerd hout kan men het beste behandelen met Stockholmer teer, waaraan zwart poeder is toegevoegd want vervangende materialen worden snel door de oude teerlaag afgebroken.
Draag bij het afkrabben van oude verflagen een veiligheidsbril. Van oude verf kunnen glasharde splinters afspringen die de ogen kunnen beschadigen.

loodwitverf, giftig

Bovendien moet men een mondkapje dragen bij het afkrabben van eventueel aanwezige loodwitverf die zeer giftig en inmiddels verboden is.
Ook bij schilderwerk boven het hoofd is een veiligheidsbril aan te raden. Na het werk zitten er vele verfspatjes op de bril.
Neem zoveel verf op de ladder mee als men bijvoorbeeld in een halfuur kan verwerken. Het is minder erg dat een klein busje met verf naar beneden valt dan een blik van 5 liter.

7.6.5 Ingraven van kruipalen

houten kruipalen

Houten kruipalen rotten op de scheiding van natte en droge grond. Daar groeit vaak hoog gras omheen waardoor de paal langdurig vochtig is. Houd het gras rond de paal kort of haal het over een strook van ± 10 cm helemaal weg. Verder graaft men bijv. jaarlijks de grond rondom de palen één schop diep weg om ze met een waterafstotend middel te impregneren.
Het uitgraven van een paal die men wil vervangen doet men zodanig dat de stevige grond rond de oude paal zo min mogelijk wordt verstoord:

a. Graaf een sleuf vanaf de te vervangen paal, van de molen vandaan. (fig. 7.6.5.1). Trek, als men diep genoeg is, de paal achterover en verwijder hem uit de sleuf.
b. Plaats de nieuwe paal in het vrijgekomen gat achter in de sleuf op de juiste diepte.

© Het Gilde van Molenaars

c. Dicht de sleuf met kleine hoeveelheden grond, maak die nat en stamp het laag voor laag aan.

Met deze werkwijze bereikt men dat de grond goede weerstand biedt in de kruirichtingen.

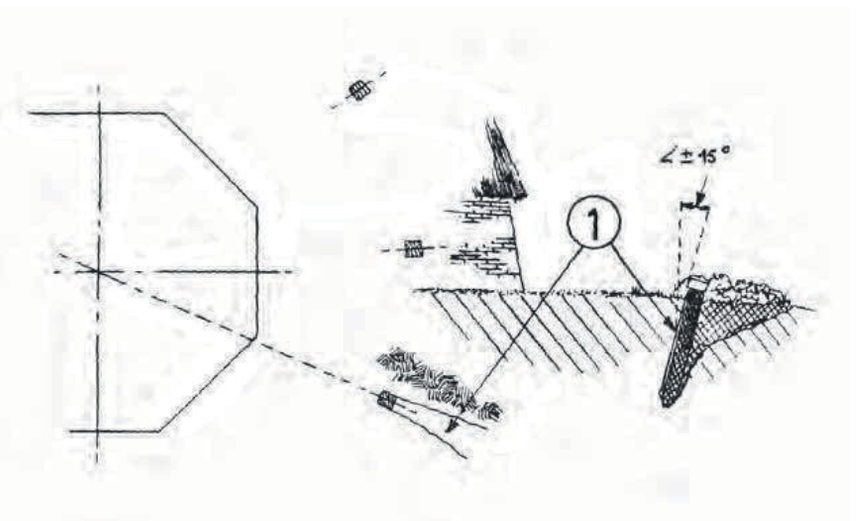


Fig. 7.6.5.1
De te volgen werkwijze bij het vervangen van oude kruipalen

1. de te graven sleuf

7.6.6 Onderhoud van molenzeilen

katoendoek

Molenzeilen van katoendoek die men tot in de jaren '80 van de 20e eeuw nog gebruikte gingen na zeven of acht jaar snel in kwaliteit achteruit.

half synthetisch Atlantex44

Twintig jaar daarvóór ging men daarom al half katoen/half synthetisch materiaal gebruiken. Een voorbeeld van zulk gemengd doek is Atlantex44, verkrijgbaar in wit (ecru) en bruin. Het doek is kwetsbaarder dan 100% polyester omdat het katoen sneller slijt. Door de breedte van 205 cm is het geschikt voor hekwerken breder dan 155 cm, omdat er geen naad in de lengte van het zeil hoeft. Het rolt bovendien prettig op. Gewicht: 440gr/m^2.

dekkledensmeer

Men kan de levensduur van katoen- of half synthetisch doek sterk verlengen door de zeilen om de paar jaar te impregneren met dekkledensmeer (Hydrolin), waarmee ze enigszins waterafstotend worden. Spreid de zeilen uit op de grond, maak ze eerst schoon met water en (groene) zeep, laat ze goed drogen en smeer ze in met een luiwagen, harde stoffer of grote bokkenpoot. Verdun de Hydrolin eventueel met terpentine. Na de behandeling krijgen de zeilen een mooie egale kleur. Hydrolin is in diverse kleuren verkrijgbaar.

WK77

In 1977 verscheen een zeildoek op de markt onder de handelsnaam WK77, een traditioneel ogend doek, geheel vervaardigd uit kunststofvezels. Het was verkrijgbaar in de kleuren wit, bruin en steenrood. WK77 is een sterk en duurzaam doek; levensduur 15-25 jaar. Gewicht: 320 gr/m^2. Het is in tegenstelling tot katoendoek ongevoelig voor vocht en schimmel, veel minder zwaar en daarom uitermate geschikt voor molenzeilen. Het werd op heel veel molens toegepast. Inmiddels is de productie gestaakt waardoor het niet meer te verkrijgen is.
Polyester zeilen impregneren met Hydrolin heeft voor de duurzaamheid geen zin maar om de kleur op te frissen kan men het zeil insmeren met sterk verdunde Hydrolin.
Het is verder zinvol zeilen om de twee jaar met water, zeep, borstel en pannenspons schoon te maken en te ontdoen van groene aanslag.

© Het Gilde van Molenaars

oogsplits

Versleten touwwerk, zoals zwichtlijnen en hoektouwen, snijdt men los en vervangt ze. Bevestig het nieuwe touw met een oogsplits aan het lijk (fig. 7.6.6.1 & 2).

takeling

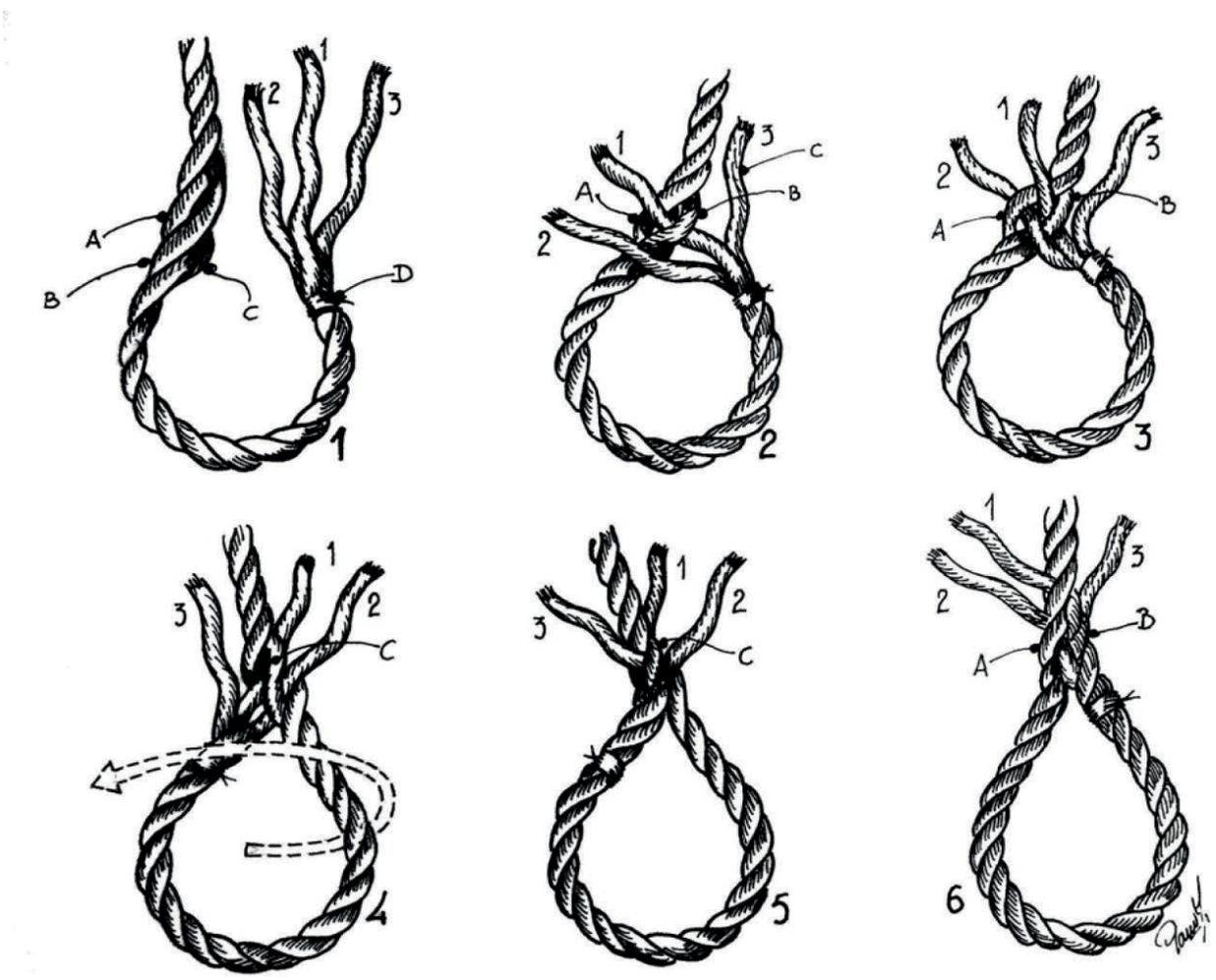
Uitrafelen van touwen voorkomt men met een takeling (fig. 7.6.6.3). Knopen of terugsplitsen in plaats van een takeling maakt het eind van het touw dikker en dit is minder gemakkelijk los te krijgen.
Ook natuurtouw is tegenwoordig vervangen door kunststof. Voor lijkentouw gebruikt men 'Grypolen' en voor touwwerk dat men beetpakt 'Hempex'. Het verschil tussen natuur- en kunststoftouw is nagenoeg niet vast te stellen.
Voor het overige zeil- en touwwerk is men aangewezen op de zeilenmaker, al is het niet moeilijk te leren om kleine reparaties zelf netjes uit te voeren.

Fig. 7.6.6.1

Het maken van een oogsplits in 6 stappen

Het maken van een oogsplits

1. Draai de uiteinden van de strengen 1, 2 en 3 uit elkaar. Leg tegen het te ver uitdraaien een tijdelijke takeling (D). Buig het losse eind terug over een lengte van ± 10 x de touwdikte Bepaal de plaats waar de splits gesloten wordt en draai de strengen daar uit elkaar.



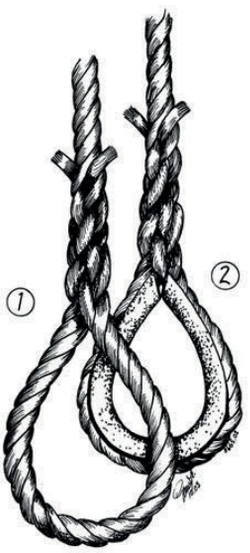


Fig. 7.6.6.2
Oogsplitsen

1. *normale oogsplits*
2. *oogsplits met touwkous*

2. Steek streng 1 onder streng B van het vaste part door en trek streng 1 aan tegen de takeling. Maakt men een oogsplits met touwkous trek dan de te maken splits strak om de touwkous.
3. Steek streng 2 op dezelfde wijze onder streng A door.
4. Keer het touw om, leg streng 3 over streng C heen en steek hem er vervolgens onderdoor.
5. De strengen 1, 2 en 3 steken nu naar drie richtingen uit het touw.
6. Herhaal handeling 2, 3 en 4 nog minimaal twee keer: steeds de losse streng óver een vaste heen en onder de volgende vaste door.

Het maken van een takeling (fig. 7.6.6.3)

4. Leg 8 à 9 cm takelgaren langs het af te werken touw vanaf het eind. Sla het lange werkeind minimaal 5 x strak om het touw en over het losse eind van het garen. Leg het losse eind met een ruime lus terug langs het touw, over de slagen.
5. Sla het lange werkeind nogmaals minimaal 5 slagen strak om het touw én het teruggelegde losse eind van het garen. Snijd het lange werkeind af en steek het door de lus.
6. Trek de lus dicht door het er uit stekende eind aan te trekken tot de lus onder de takeling is verdwenen. Knip de twee eindjes af.

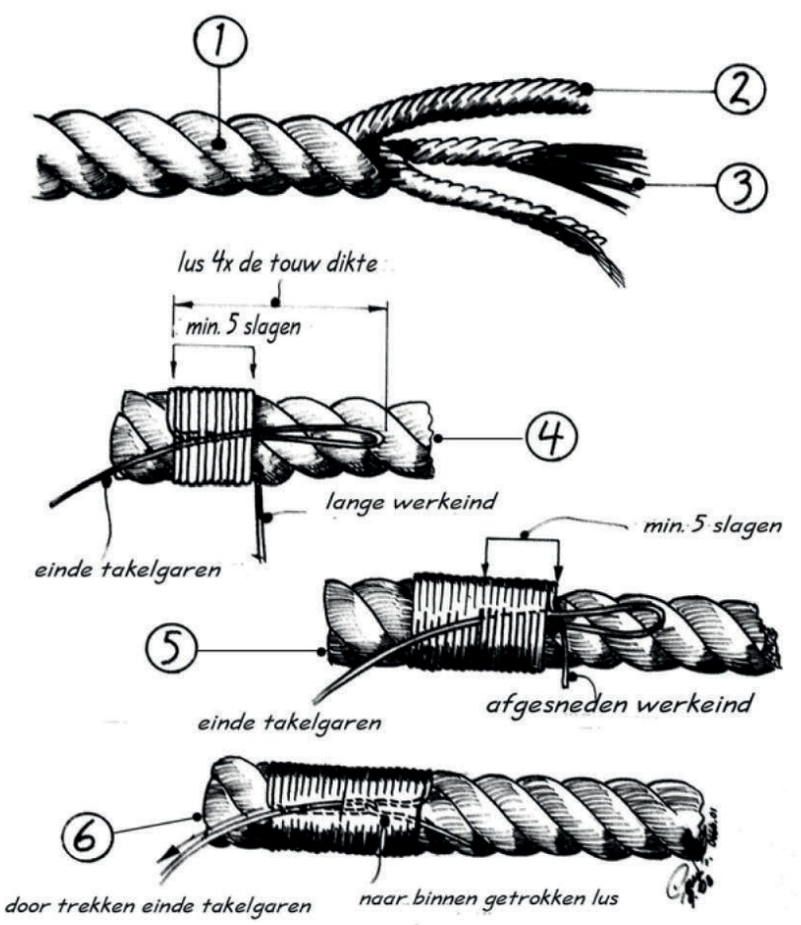


Fig. 7.6.6.3
Het maken van een takeling

1. *touweinde*
2. *streng*
3. *kabelgarens*
4. *eerste fase*
5. *tweede fase*
6. *derde fase en afwerken*

7.6.7 Maatregelen bij schade aan het rietdek

rietgedekte molen

Na elke zware storm kan een rietgedekte molen schade aan het rietdek hebben. Meestal ontstaat er een gat bij een dakkist, onder een rietplank of bij de vorstplanken op de kap. Op deze plaatsen is het riet korter, minder goed te binden en bovengenoemd hout moet het riet bijeenhouden. Vroeger verstevigde men dit korte riet met verse koeienmest.

rietdekker

Om te voorkomen dat een gat in het riet groter wordt propt men er een jute zak of een paar lappen in. Dit drukt het omringende riet weer enigszins vast. Wel moet men de rietdekker het gat zo spoedig mogelijk laten dichten.
Wanneer er een groter gat is ontstaan of een deel van een veld is weggeblazen, kan men het riet rond het gat van binnenuit vastzetten. Neem enkele latten die langer zijn dan het gat en knoop in het midden van iedere lat een stuktouw. Steek elke lat naar buiten, leg hem horizontaal over het gat ter hoogte van een rietlat en bind de lat strak vast aan genoemde rietlat. Met deze noodmaatregel kan men de komst van de rietdekker iets rustiger afwachten.

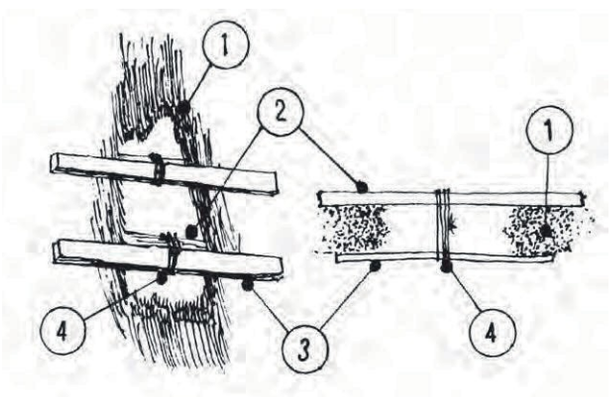


Fig. 7.6.7.1
Schade aan het rietdek

1. *gat in het rietdek*
2. *rietlatten*
3. *noodlatten*
4. *bindtouw*

Overigens kan men rietschade voorkomen door op kwetsbare plaatsen gaas aan te brengen. Gebruik hiervoor kopergaas dat lang meegaat. Door het enigszins giftige koperoxide wordt mos- en algengroei tegengegaan.
Vanaf het hekwerk van de binnenroe kan men gaas aanbrengen langs de onderzijde van de rietplanken. Wanneer men de binnenroe dwars zet kan men vanaf de askop gaas langs het voorkeuvelens plaatsen. Ook langs de vorstplanken is gaas aan te brengen. Het is onnodig te zeggen dat men bij dit werk op grote hoogte valbeveiliging draagt.
De ene zijde van het gaas spijkert men op de betreffende plank met krammen of koperen asfaltnagels. De andere zijde zet men in het riet vast met riethaken. Deze haken zijn zelf te buigen van dik koperdraad of gegalvaniseerd ijzerdraad. Om lekkage te voorkomen steekt men de haken schuin omhoog in het riet.

© Het Gilde van Molenaars

7.6.8 Bestrijding van vogels

vogeloverlast

Er zijn diverse plaatsen op de molen waar vogels overlast kunnen veroorzaken.

7.6.8.a Het gevlucht

spreeuwenplaatjes

De uiteinden van oude (Pot-)roeden zijn vaak open; er kunnen dan vogels in nestelen. Nieuwe roeden zijn met spreeuwenplaatjes ontoegankelijk gemaakt. Om regenwater af te voeren zijn de spreeuwenplaatjes van twee gaten voorzien en zijn de hoeken schuin weggeknipt. Voor roeden zonder plaatjes kan men deze door een smid laten maken. Ook kan men een houten prop maken. Zaag de hoeken eraf voor de waterafvoer. Zet de plaatjes of de proppen goed vast met tapbouten of schroeven want de middelpuntvliedende kracht is groot.
Duiven en spreeuwen nestelen graag tussen de roewiggen en op de askop. Tussen de roewiggen kan men gaas plaatsen maar de enige remedie tegen nesten op de askop is veel malen.
Vogels zitten graag op het hekwerk. Op zich geen probleem maar de uitwerpselen kunnen de molen flink bevuilen. Soms spant men een draad boven de bovenste heklat of de voorzoom van het bovenend maar die moet iedere keer verwijderd worden voor het malen. Ook een spijkerlat met klittenband aan de heklat werkt goed. Het overhek wegzetten van het gevlucht blijkt ook een goede oplossing; vogels waarderen een schuine zitplaats niet zo.

7.6.8.b De kap

vogelschotjes

Op sommige molens ontbreken vogelschotjes tussen de roosterhouten. Veel vogels zitten graag droog onder de kap, op de keerkuip. Soms komen ze via het kruiwerk in de kap. Ook proberen ze een nest te bouwen op de overring, tussen het kruiwerk of achter de baard. Door de openingen met gaas of planken te dichten voorkomt men ongewenste gasten en vervuiling.
Wanneer een torenvalk in de molen logeert, houd zijn vliegopening dan open. Hij houdt alle andere vogels buiten de molen en laat alleen wat droge braakballen achter.

7.6.8.c Het rietdek

Vogels trekken soms, op zoek naar insecten, stengels uit het rietdek, vooral onder de rietplanken, vorstplanken of dakkisten. Met het aanbrengen van gaas op de genoemde plaatsen kan men problemen voorkomen. Zie 7.6.7.

7.6.9 Het schoonhouden van het kruiwerk en het vervangen van kruirollen

De kruivloer moet men goed schoonhouden. Ieder takje of houtspaantje kost extra inspanning tijdens het kruien. Bovendien is de kans groot dat een houten rol er bij het passeren op knapt. Wees er tijdens het werken in de kap alert op dat er niets tussen de rollen op de kruivloer valt. Zelfs een gietijzeren rol overleeft een verdwaalde spijker mogelijk niet.

krabber en een stoffertje

Met een krabber en een stoffertje van ca. 50 cm is de kruivloer goed schoon te houden. Ook een plat verlengstuk van de stofzuigerslang voldoet goed.

© Het Gilde van Molenaars

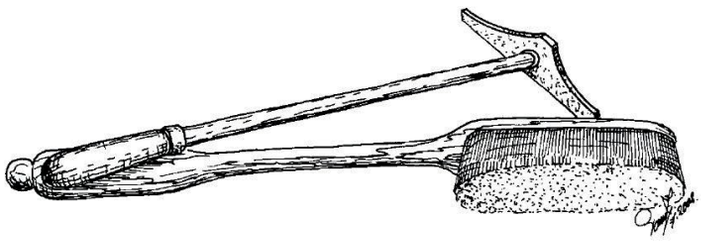


Fig. 7.6.9.1

Stoffertje en krabber voor het reinigen van de kruivloer

Andere kruiwerken dient men eveneens goed schoon te houden. Vuil trekt vuil aan en ongemerkt gaat het kruien steeds zwaarder. Verwijder oud vet; vaak is het verdroogd, uitgewerkt en hard geworden. Bovendien schraapt het oude vet het nieuw aangebrachte vet meteen weer weg.

geknapte houten rol

Wanneer een houten rol is geknapt mag men niet meer kruien. Probeer dan eerst de rol zodanig te draaien dat deze nergens de kruivloer en overring raakt. Zet hem dan vast met een spijkertje boven de rollenwagen. Verwijder ook alle afgebroken stukken om schade aan overige rollen te voorkomen. Hierna kun je weer kruien. Als het niet lukt om de kapotte rol door draaien vrij te laten hangen dan kan men proberen met hamer en beitel een stuk van de rol af te hakken. Daarbij dient de buitenzijde van de rollenwagen tegen de kuip ondersteund te worden om beschadiging ervan te voorkomen. Probeer daarna opnieuw de rol te draaien. Wanneer er één rol ontbreekt is vervanging ervan niet urgent. De naastliggende rollen hebben voldoende draagkracht. Op een gegeven moment komt de kapotte rol of de lege plek in de buurt van de rollensluis. Dat is het moment om de rol te vervangen.

rollensluis

gietijzeren rol

Bij breuk van een gietijzeren rol dient men uitermate alert te zijn bij het verder kruien na controle. Bij dit type rol willen nog wel eens kleine stukjes gietijzer wegspringen waardoor de ernaast liggende rol ook kan knappen. Zo'n rol breekt overigens niet zomaar. Onderzoek wat hiervan de mogelijke oorzaak kan zijn.

7.6.10 Houtsoorten in de molenbouw

houtsoorten

Molens zijn in wezen machines die voor het grootste deel uit hout bestaan. Alle onderdelen, vooral die van het gaande werk, worden op bijzondere wijze belast. Daarom worden houtsoorten toegepast die deze belasting zonder moeite aan kunnen. Elke houtsoort heeft namelijk zijn specifieke eigenschappen waardoor het voor de ene toepassing uitstekend geschikt is en voor de andere nu juist niet of minder.
Er zijn veel houtsoorten maar ook binnen één houtsoort komen verschillen voor. Hoe langzamer een boom groeit des te beter zal het hout zijn. Op armere grond en in koudere streken groeit een boom bijvoorbeeld langzamer maar levert zwaarder hout. Vaak is dat ook duurzamer.
Het bekende gezegde 'alle hout is geen timmerhout' geldt zeker voor molens. Naast geschiktheid speelde echter ook vroeger al de beschikbaarheid en de prijs een belangrijke rol bij de keuze voor bepaalde houtsoorten in de molenbouw. Tegenwoordig maakt men ook gebruik van houtsoorten die vroeger niet bekend waren in ons land. Duurzaamheid of prijs zijn daarbij belangrijke overwegingen.

© Het Gilde van Molenaars

Het leren herkennen van allerlei houtsoorten is niet eenvoudig. Dit leert men alleen in de praktijk. Het verzamelen van monsterstukjes kan hierbij goed helpen. Een molenaar hoeft echter geen deskundige te worden. Wel mag van een molenaar enige kennis verwacht worden van de houtsoorten die in de molen zijn gebruikt en wat voornaamste eigenschappen daarvan zijn.
Hieronder volgt een overzicht van diverse houtsoorten en de mogelijke toepassingen hiervan in de molenbouw.
Naaldhout komt van bomen met naalden, die altijd groen blijven. Loofbomen hebben bladeren, die meestal in de winter afvallen. In het algemeen is naaldhout zachter dan loofhout.

© Het Gilde van Molenaars

7.6.10 a Eigenschappen van enkele in molens gebruikte houtsoorten en hun toepassingen

Soort	**Duurzaam-heid**	**Toepassingen**
NAALDHOUT:		
Amerikaans Grenen	matig/laag	Ook: Pitch Pine. Vooral geschikt voor houtconstructies en gebruik binnen.
Europees Grenen	matig/laag	Vroeger: achtkanten, roeden. Nu timmerwerk binnen: vloerhout, kozijnen, kapbeschot, windborden. Indien gecreosoteerd ook buiten te gebruiken: heklatten, stellingdelen.
Dennen	laag	Geschikt voor onderwaterwerk: heipalen, kespen, beschoeiingen, funderingsplanken
Lariks	matig	Zware lange balken, vloerbalken, vloerhout, kapspanten, staartschoren. Indien gecreosoteerd ook buiten te gebruiken: heklatten
Oregon Pine	matig/laag	Ook: Douglas. Balken, spillen, weeghout, kozijnen, raamwerk, steenkuipen, karen.
Parana Pine	laag	Steenkuipen, meelkokers.
Redwood	goed	Fokken. Moeilijk verkrijgbaar.
Vuren	laag	'Sparrenhout'. Timmerwerk binnen.
Red Cedar	matig/goed	Vroeger: fokken. Kwaliteit nu minder. Timmerwerk binnen.
LOOFHOUT:		
Afzelia	zeer goed	Tropisch hardhout. Onderwielen, waterwielen, bonkelaars, vijzelwielen, Kruisarmen, plooistukken. Grote afmetingen nauwelijks meer verkrijgbaar.
Azobé	(zeer) goed	Zwaar tropisch hardhout. Moeilijk handmatig bewerkbaar. Zinkt in water. Stellingschoren en - liggers, kruipalen, kruirollen, kammen en staven. Paal- en plankhout voor waterwerk zoals beschoeiingen.
Azijnhout	matig/goed	Afkomstig van steeneik. Duur. Het hout bij uitstek voor kammen. Neuten.
Bankirai	(zeer) goed	Zwaar tropisch hardhout. Waterbouw: beschoeiingen, wachtdeur, slagstijlen, waterloopdekken. Ook voor kruipalen, stellingschoren en –liggers.
Beuken	zeer laag	Krui- en kuipneuten, soms kammen. Erg gevoelig voor houtworm.
Bilinga	(zeer) goed	Goede vervanger voor eikenhout. Windpeluw, spruiten, staartbalken, tafelementstukken, zware wielen (exclusief velgen), vulstukken.
Bolletrie	(zeer) goed	Kammen en staven.
Buxus (Palmhout)	goed	Alleen nog in kleine afmetingen beschikbaar. (dunne) Staven.
Demerara Groenhart	zeer goed	Niet meer verkrijgbaar. Kammen.
Eiken	matig/ goed	Zware balken, voeghouten, windpeluw, wielen (exclusief velgen), houten (boven-)assen, draagbalken.
Esdoorn	zeer laag	Kruirollen, staven,
Essen	zeer laag	Kammen van licht belaste wielen. Veren van windborden. Rollenwagens. Hamerstelen.
Haagbeuk	zeer laag	Ook wel: steenbeuk. Kammen, staven. Moeilijk verkrijgbaar, weinig toegepast.
Hickory	laag	Steenkuipen, hamerstelen.

© Het Gilde van Molenaars

Iepen	laag	Moeilijk splijtbaar. Velgen voor wielen, bonkelaars, rondselschijven, luiwerkwielen, kruirollen, rolwagens.
Meranti, rood	goed	Kozijnen, deuren, ramen, luiken enz.
Merbau	zeer goed	Wachtdeur en -kozijnen, brugdekken, onderbalken in waterlopen, kleppen, stophout onder halsstenen.
Pokhout	zeer goed	Staven, halslager blokken, neuten en kruirollen. Moeilijk verkrijgbaar.
Populier	zeer laag	Vangstukken.
Robinia, Acacia	goed	Duurzaamste inlandse hardhout. Niet van de Acacia! Roewiggen, keerklossen en overige in de molen toe te passen zware wiggen. Soms spoorwiel-, bovenwiel- en bonkelaarkammen.
Wilgen	zeer laag	Vangstukken. Slijtvaster dan Populier. Vaker gebogen stukken beschikbaar dan bij Populier.
Yang (Keroewing)	matig/ goed	Kruipalen, waterloopdekken, waterloophekken en veelvuldig natte onderdelen op poldermolens.
Zapatero	goed	Staven, kammen. Vervanger voor palmhout.

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 8 Het weer

Inhoud pagina

8.1 Inleiding 3

8.2 Het grote plaatje 4

8.2.1 De atmosfeer
8.2.2 Troposfeer en tropopauze
8.2.3 Luchtdruk
8.2.4 Seizoenen
8.2.5 De straalstroom
8.2.6 Luchtstromingen en luchtsoorten

8.3 Drukgebieden 9

8.3.1 Hogedrukgebied
8.3.1.1 Verticale stroming in hogedrukgebieden
8.3.1.2 Horizontale stroming rond hogedrukgebieden
8.3.2 Lagedrukgebied of depressie
8.3.2.1 Verticale stroming in lagedrukgebieden
8.3.2.2 Horizontale stroming rond lagedrukgebieden
8.3.2.3 Ontstaan en verdwijnen van lagedrukgebieden
8.3.3 Stroming tussen drukgebieden
8.3.4 Isobaren

8.4 Wind 16

8.4.1 Windrichting
8.4.2 Windrichting bepalen op basis van een weerkaart
8.4.3 Windsnelheid en windsterkte / windkracht
8.4.3.1 Windsnelheid en isobaren
8.4.4 Windstoten
8.4.4.1 Windstoten tijdens stormdepressies
8.4.5 De dagelijkse gang van de wind
8.4.5.1 Vlagerige wind
8.4.5.2 Windtoename overdag na wegtrekkend front
8.4.6 Zeewind

8.5 Fronten **24**

8.5.1 Wat is een front
8.5.2 Het ontstaan van fronten
8.5.3 Warmtefront
8.5.3.1 Bewolking en neerslag bij een warmtefront
8.5.4 Koufront
8.5.4.1 Bewolking en neerslag bij een koufront
8.5.4.2 Koufronten bij stormdepressies
8.5.5 Occlusie
8.5.5.1 Bewolking en neerslag bij een occlusie
8.5.6 Troggen
8.5.7 Vores of convergentielijnen

© Het Gilde van Molenaars

8.5.8 Frontale golven
8.5.9 Oplossende fronten
8.5.10 Hoogte fronten
8.5.11 Jonge en oude depressies

8.6 Weerkaarten 36

8.6.1 Wat is een weerkaart?
8.6.2 Wat zien we op een weerkaart?
8.6.2.a Drukgebieden en isobaren
8.6.2.b Fronten
8.6.2.c Windsprongen
8.6.2.d Een rug van hogedruk
8.6.3 Een serie weerkaarten lezen

8.7 Wolken 41

8.7.1 Indeling van wolken
8.7.2 Frontale wolken
8.7.2.1 Bewolking bij een warmtefront
8.7.2.2 Bewolking bij een koufront
8.7.3 Stapelwolken
8.7.4 De dagelijkse gang van de bewolking

8.8 Neerslag 47

8.8.1 Neerslagvormen
8.8.2 Buien
8.8.3 De trekrichting van buien
8.8.3.1 Afwijkende trekrichting bij onweersbuien
8.8.3.2 Buien rond de molen en windrichting
8.8.4 Onweersbuien
8.8.4.1 Soorten onweersbuien
8.8.5 Hoe te handelen bij een naderende bui?

8.9 Een depressie trekt richting Nederland **59**
8.9.1 De depressie trekt ten noorden langs
8.9.2 De depressie trekt midden over ons land
8.9.3 De depressie trekt ten zuiden langs
8.9.4 De depressie trekt langs de kust naar het noorden
8.9.5 De depressie trekt langs het oosten naar het noorden

8.10 Informatiebronnen **62**

Dit hoofdstuk is samengesteld door David Henneveld, sinds de jaren ‘70 met het weer bezig, eerst als hobby, later professioneel o.a. bij Defensie, waar hij zich wereldwijd met weer en klimaat bezighield. Sinds 2000 is hij werkzaam bij Weathernews in Soest als (maritiem) meteoroloog, waar hij weersinformatie verzorgt voor de offshore-industrie.
Daarnaast is hij sinds 2008 als meteoroloog bij de molenwereld betrokken. Hij verzorgt voor het Gilde weercursussen, schrijft artikelen in de Gildebrief en verzorgt wekelijks op de website voor molenaars een weekend weerbericht.

Leden van het Gilde van Molenaars mogen hem voor vragen of informatie over het weer benaderen:
d.henneveld@casema.nl

8.1 INLEIDING

Voor een molenaar is kennis van het weer erg belangrijk. En van alle weersverschijnselen geldt dat zeker voor de wind. Zonder wind draait geen windmolen. Maar harde wind of windstoten kunnen ook een bedreiging vormen voor de molen. Ook kan een rustige, veilige weersituatie soms in korte tijd veranderen in een onveilige situatie.
Daarom dient een molenaar zicht te hebben op wat er gaande is in de lucht.

waarnemen

Een molenaar moet kunnen waarnemen wat er gebeurt: de wind draait, gaat harder waaien of neemt juist af, de bewolking verandert, de temperatuur daalt, welk soort neerslag valt er, enz.
Maar veranderingen waarnemen is van weinig nut als men niet weet wat de oorzaak van die verandering is. Men weet dan niet, wat er gaande is in de atmosfeer. En dus ook niet, of je als molenaar maatregelen moet nemen.

theoretische kennis

De praktische weerkennis die molenaars vroeger hadden, hebben wij nu niet meer. Iets daarvan moet een molenaar zich weer eigen gaan maken. Daarbij is ook enige theoretische kennis van het weer nodig om bij uiteenlopende weersomstandigheden de molen te kunnen bedienen.
En ook om te kunnen beslissen of onder de heersende omstandigheden of verwachtingen wel veilig gedraaid kan worden.

digitale hulpmiddelen

Gebruik daarbij ‘ouderwetse’ hulpmiddelen zoals de barometer en een windvaan. Maar maak ook gebruik van de hedendaagse middelen, zoals buienradar, windfinders, online gegevens van lokale weerstations e.d. Ze geven een goede aanvulling op de informatie die we nodig hebben.
Besef daarbij echter wel, dat ze hun beperkingen hebben.
Ze kunnen de eigen waarneming nooit vervangen want het weer houdt zich nooit precies aan weerberichten, verwachtingen, radarbeelden enz.

weerkaarten

Ook weerkaarten zijn belangrijke hulpmiddelen. Een weerkaart geeft een overzicht van de toestand van de atmosfeer op een bepaald moment. Met behulp van weerkaarten kan men ook zelf een globale lokale weersverwachting maken. Die moet daarna wel door waarneming ondersteund worden.
Het omgekeerde is ook leerzaam: neem je iets waar in de lucht, bekijk dan de weerkaart en probeer het waargenomen verschijnsel te verklaren.

In dit hoofdstuk worden de voornaamste weersverschijnselen besproken. Je leert samenhang zien tussen deze verschijnselen. En de betekenis ervan voor de molenaar. Ook krijg je theoretische kennis over weersverschijnselen.
En je leert weerkaarten te ‘lezen’.

Dit hoofdstuk over het weer goed bestuderen alléén is niet voldoende. Waarnemen van het weer én kennis van het weer moeten samen gaan. Zo raak je als molenaar steeds vertrouwder met uiteenlopende weersomstandigheden.

Naarmate men zich meer en langer met het weer bezighoudt, groeit het inzicht. De tijd die daarvoor nodig is, is echter langer dan de duur van de opleiding. Zich bezig houden met het weer kan echter elke dag. Beperk dat niet tot de uren die op de molen worden doorgebracht.

© Het Gilde van Molenaars

8.2 HET GROTE PLAATJE

8.2.1 De atmosfeer

Rond de aarde bevinden zich diverse luchtlagen als overgang naar de ruimte. Deze lagen zijn bij elkaar meer dan 1000 km dik. Voor ons is van belang de laag die zich direct om de aarde bevindt omdat daarin al het weer zich afspeelt.

troposfeer, tropopauze

Dat is de Troposfeer met als overgang naar de volgende laag de Tropopauze.

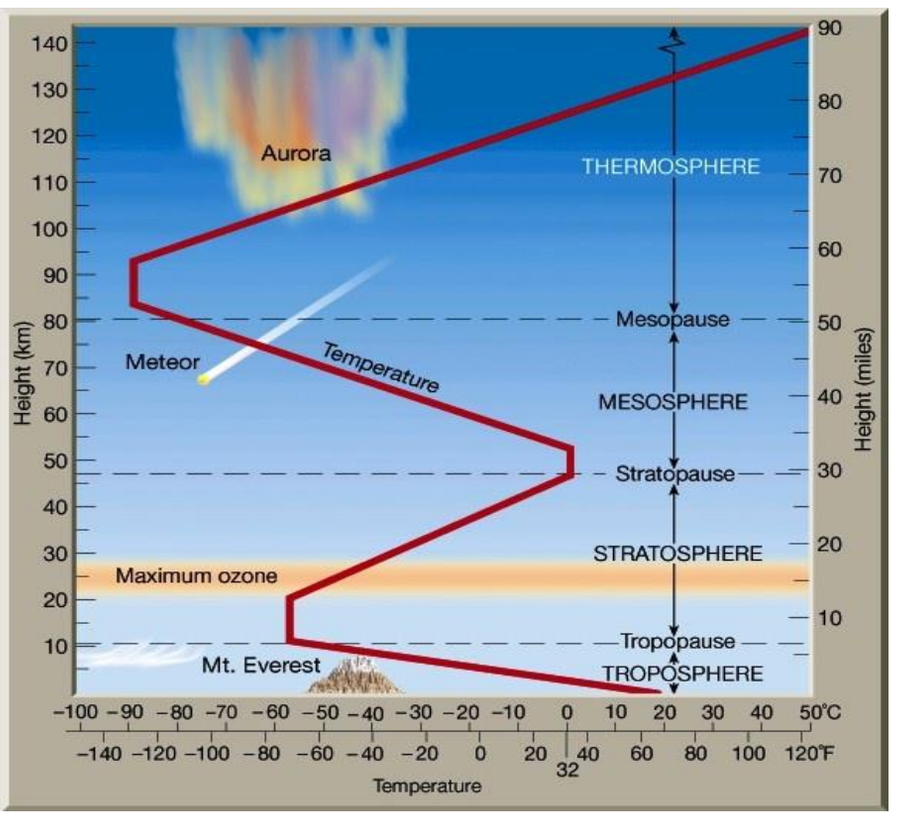


Fig. 8.2.1
De atmosfeer rond de aarde.

In de verschillende lagen daalt of stijgt de temperatuur bij toenemende hoogte.
(copyright KNMI)

8.2.2 Troposfeer en tropopauze

troposfeer

De troposfeer is de luchtlaag waarin wij ons bevinden. Deze is gemiddeld 6-18 km dik en de dikte varieert per dag. Boven Nederland bedraagt deze door het jaar heen 6 tot 16 km, afhankelijk van het seizoen en de temperatuur.
Dit verschil in dikte wordt veroorzaakt door temperatuurverschillen.

> ** lucht krimpt bij afkoeling en zet uit bij verwarming. Daarom is de troposfeer rond de evenaar het dikst en bij de polen het dunst.*

De temperatuur van het aardoppervlak heeft alleen invloed op de temperatuur van de lucht vlak boven de grond. Bij toenemende hoogte neemt die invloed snel af. Vandaar dat de lucht steeds kouder wordt naarmate je hoger komt.

De troposfeer wordt gekenmerkt door een temperatuurafname van gemiddeld 16°C op grondniveau tot gemiddeld -60 tot -70°C tussen 6-18 km hoogte.
Houd als vuistregel aan: een temperatuur-afname van ca. 0,5°C per 100 m.

tropopauze

De bovenlaag van de troposfeer noemen we de tropopauze.
Boven de tropopauze daalt de temperatuur niet verder maar neemt weer langzaam toe in de laag erboven.
Opstijgende – dus afkoelende – lucht kan daarom niet verder stijgen dan tot de tropopauze. 'Het weer' komt daardoor nooit boven de tropopauze.

** de tropopauze vormt als het ware het deksel op de troposfeer waardoor opstijgende lucht niet kan ontsnappen in de ruimte.*

8.2.3 Luchtdruk

luchtdruk

De lucht drukt – als gevolg van de zwaartekracht – op het aardoppervlak met een bepaald gewicht: de luchtdruk. De luchtdruk zal per dag en per plaats anders zijn, omdat de luchtkolom boven die plaats elke dag anders is voor wat betreft temperatuur en hoogte.
Deze twee factoren zijn bepalend voor de druk die we meten aan de grond.

** als de dikte van de luchtlaag door temperatuurverschillen verandert, verandert de hoogte van de luchtkolom boven die plaats en daarmee de luchtdruk aan de grond.*

Met het toenemen van de hoogte neemt ook de luchtdruk af. Dit komt doordat de luchtkolom boven je dan steeds kleiner wordt.

De hoogste druk wordt dan ook altijd gemeten op zeeniveau. In de bergen is de druk al veel lager; de lucht is ijler: minder luchtdeeltjes per volume.

** het gegeven dat de luchtdruk afneemt bij toenemende hoogte wordt bijv. toegepast in vliegtuigen om de hoogte te meten: een hoogtemeter is dus eigenlijk een barometer.*

barometer

millibar, hectopascal

Met een luchtdrukmeter – ofwel een barometer – wordt het gewicht gemeten van de kolom lucht boven het meetpunt. Meten kan zowel analoog – met kwik of een vloeistof - als digitaal. De eenheid is millibar of hPa (hectopascal). Beide eenheden hebben dezelfde waarde.

** alle luchtdrukmetingen worden herleid tot zeeniveau om vergelijken mogelijk te maken. Deze herleide waarden worden op de weerkaarten weergegeven.*

De gemiddelde luchtdruk op zeeniveau is 1013 millibar. De druk neemt per 9 meter hoogte ongeveer 1 millibar af.

Een voorbeeld: bedraagt de luchtdruk in Nederland – dat is ongeveer op zeeniveau - 1025 millibar, dan bedraagt deze in de bergen op bijv. 1800 meter hoogte nog maar 825 millibar (1025 - 1800 / 9 = 825).

De hoogste luchtdruk in Nederland gemeten ligt rond 1050 millibar, de laagste rond 955 millibar. Op wereldschaal kan het nog veel extremer: tussen 1070 en 880 millibar op zeeniveau.

De luchtdruk is geen dag hetzelfde en kan (snel) toe- of afnemen. Veranderingen van luchtdruk zijn een belangrijke voorbode dat er in de atmosfeer iets verandert. Daarom is een barometer een belangrijk instrument voor een molenaar om een beeld te krijgen van wat er gaande is in de lucht.

© Het Gilde van Molenaars

8.2.4 Seizoenen

We danken onze vier seizoenen (lente, zomer, herfst en winter) aan het feit dat de Noord-zuid-as van de aardbol onder een hoek staat ten opzichte van het vlak waarin de aarde om de zon draait. Deze hoek bedraagt ca. 66°.

Door deze schuine stand van de aardas verandert tijdens het draaien om de zon de stand van de aarde ten opzichte van de zon. Daardoor wordt de aarde niet gelijkmatig verwarmd. En zullen zich gedurende de seizoenen (grote) temperatuurverschillen van de lucht op aarde kunnen voordoen.
Hoe groter de afstand tot de evenaar is des te groter worden de temperatuurverschillen van de lucht in de seizoenen.

** we kunnen de veranderende stand van de aarde t.o.v. de zon waarnemen door de baan van de zon boven de horizon.*
Op het noordelijk halfrond wordt deze in het voorjaar en de zomer hoger, in het najaar en de winter wordt deze lager. Zomers zijn daarom de dagen langer en is de verwarming door de zon sterker.

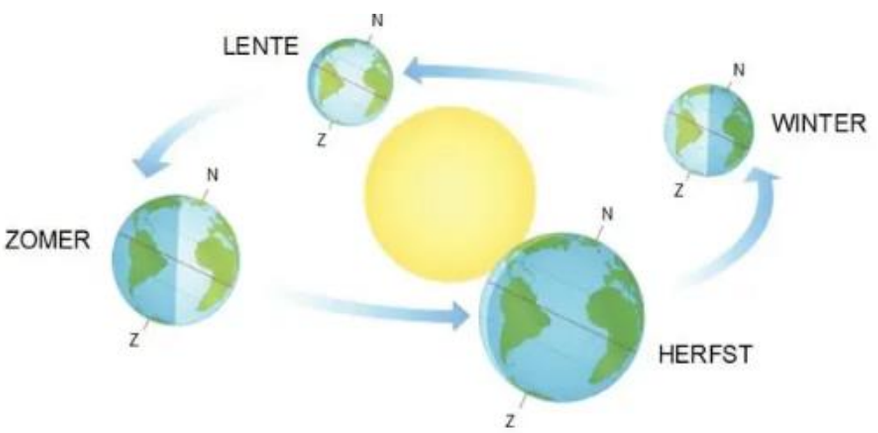


Fig. 8.2.4

De aarde draait om de zon. Door de schuine stand van de aardas verwarmt de zon afwisselend meer het noordelijke dan wel het zuidelijke halfrond. (copyright PeriodeAardrijkskunde)

8.2.5 De straalstroom

straalstroom

Om de aarde heen kronkelen op kilometers hoogte (boven 5 km) brede banden met zeer hoge windsnelheden, de straalstromen. Een soort ‘windrivieren’ of windtunnels van enkele honderden kilometers breed.
De straalstroom is geen continue stroom maar bestaat uit stukken en bochten met hogere of lagere snelheden. Deze liggen elke dag op een andere plaats en hebben wisselende snelheden.

** de straalstroom kan enorm hoge snelheden halen. Vanaf 118 km per uur spreken we van een straalstroom; dat is windkracht 12.*
De windsnelheden kunnen wel oplopen tot maximaal 350-400 km per uur.

polaire straalstroom

Voor ons weer is in het bijzonder de polaire straalstroom van belang. Dat is de scheidslijn tussen vrij zachte lucht op de Atlantische Oceaan rond de Azoren en veel koelere lucht rondom IJsland, Groenland en Noord Scandinavië.

Rond de Azoren zijn de temperatuurverschillen het hele jaar door vrij gering vanwege de relatief warme zee. Op de Noordpool zijn de verschillen heel groot. Daardoor is in de herfst en winter het verschil in temperatuur aan weerszijden

polair front

van deze scheidslijn (het polair front) veel groter dan in de zomer, niet alleen aan de grond maar vooral ook op hoogte (4 – 8 km).
Hierdoor neemt de straalstroom in snelheid toe en worden depressies groter en actiever, met meer wind.

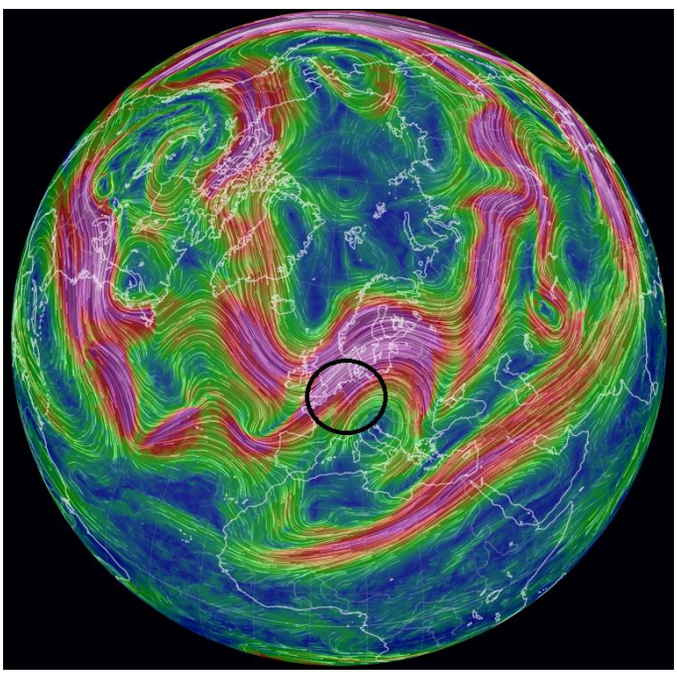


Fig. 8.2.5.1
Straalstromen

De straalstroom kent vele takken. en bochten.

Boven Nederland (in de cirkel) loopt de straalstroom hier van Zuidwest naar Noordoost.

Earth.nullschool.net, 13 okt. 2023

De straalstroom waait doorgaans vanaf Canada en de oostkust van Amerika naar Europa. En heeft daarmee grote invloed op het weer bij ons. Ze bepaalt de trekrichting en activiteit – o.a. de hoeveelheid wind en regen – van depressies in onze omgeving.

Door de golven (‘slingers’) in de straalstroom wordt de ene keer wat koudere, de andere keer wat warmere lucht aangevoerd.

Fig. 8.2.5
De polaire straalstroom

Deze slingert globaal van west naar oost over het noordelijk halfrond.

8.2.6 Luchtstromingen en luchtsoorten

luchtsoorten

De lucht in de troposfeer is niet overal hetzelfde. We onderscheiden verschillende luchtsoorten. Dat zijn enorme luchtmassa’s, die bepaalde eigenschappen hebben en zich daarmee onderscheiden van andere luchtmassa’s.

Het betreft in het bijzonder verschillen in temperatuur en vochtigheid. Die ontstaan als de luchtmassa zich langere tijd in een bepaald gebied bevindt. Bijvoorbeeld rond de polen, de oceaan of het vasteland.

luchtstroming

Ook zijn er algemene luchtstromingspatronen rond de aardbol, die de luchtsoorten in beweging brengen.
De zich verplaatsende luchtsoorten zijn van invloed op het weertype dat we kunnen verwachten.

We noemen de meest voorkomende stromingen:

zuidwest circulatie

Nederland kent vooral de 'zuidwest circulatie'. Er ligt een hogedrukgebied rond de Azoren en ten noorden van ons trekken depressies langs.

maritiem-subtropische lucht

Er wordt vanuit het zuidwesten relatief warme en tamelijk vochtige lucht aangevoerd vanaf de Azoren. Deze lucht noemen we maritiem-subtropisch.
Dit is de lucht in de warme sectoren: na passage van een koufront trekt weer een andere luchtsoort binnen.

De zuidwest stroming zorgt bij ons voor nogal wisselvallig weer.
Ze voert veel bewolking aan met van tijd tot tijd regen en buien van allerlei typen, met en zonder onweer. Echter, geen winterse buien.
In de late lente, zomer en vroege herfst voeren zuid- en zuidweststromingen vaak onweersbuien aan.

> ** de zuidwest-circulatie levert het klassieke weerpatroon voor West-Europa op, waarbij depressies vanaf de Atlantische Oceaan via Schotland naar Scandinavië trekken.*

polaire lucht

Bij een 'noordwest stroming' wordt tamelijk koude lucht aangevoerd, afkomstig van de regio IJsland/Groenland en soms zelfs Canada. Dit is polaire lucht.
Bij het stromen over het steeds wat minder koud wordende zeewater verliest deze lucht wel de ergste kou voor het ons bereikt.
Deze lucht treffen we doorgaans aan achter een koufront.
Noordwest stromingen zorgen voor opklaringen maar voeren het hele jaar door ook polaire buien aan met lokaal een klap onweer.
Ook west stromingen voeren soms dit soort buien aan. Dit is het meest voorkomende type bui in ons land.

continentaal-polaire lucht

Oostelijke stroming brengt ons doorgaans droge lucht. Zomers geeft dat aangenaam weer. In de winter vriest het vaak en soms valt er sneeuw.
Deze lucht noemen we continentaal-polaire lucht.

Stromingen uit het zuidoosten, oosten en noordoosten zijn vaak niet in staat buien op te leveren. De lucht is dan meestal te droog.

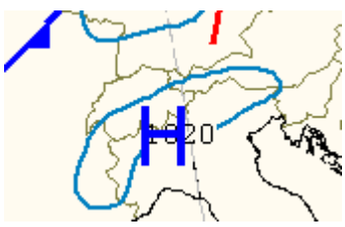
continentaal-tropische lucht

Zuidelijke winden brengen vooral in de zomer soms erg hete lucht naar ons land toe met maxima boven 35 graden. Vaak is deze luchtsoort ook wat vochtig, het wordt dan drukkend en benauwd. Dit is continentaal-tropische lucht.

8.3 DRUKGEBIEDEN

** het weer wordt bepaald door hoge- en lagedrukgebieden*

8.3.1 Hogedrukgebied



Hogedrukgebieden zijn gebieden waar aan de grond de hoogste luchtdruk gemeten wordt. Op de weerkaart worden ze weergegeven met een (blauwe) **H**.
Ze kunnen relatief klein zijn maar ook duizenden kilometers beslaan.
Hogedrukgebieden verplaatsen zich doorgaans langzaam waarbij ze versterken of verzwakken.
De kern is vaak groot. Daar is de druk het hoogst; die ligt meestal tussen 1020 en 1050 millibar. Vanaf de kern naar buiten toe neemt de druk af.

8.3.1.1 Verticale stroming in hogedrukgebieden

dalende lucht

Hogedrukgebieden worden ‘gevoed’ door lucht die vanaf grotere hoogte – van 1 tot 10 km - wordt aangevoerd en dan daalt. In de kern is dus een stroming van boven naar beneden. De dalende lucht botst op de grond en stroomt dan weg naar alle kanten.
Omdat dit dalen rustig gebeurt, stroomt de lucht ook rustig weg over het aardoppervlak. Daarom is er rond een hogedrukgebied meestal weinig wind.

** op weerkaarten liggen rond een hogedrukgebied de isobaren vaak ver uit elkaar.(zie 8.6)*

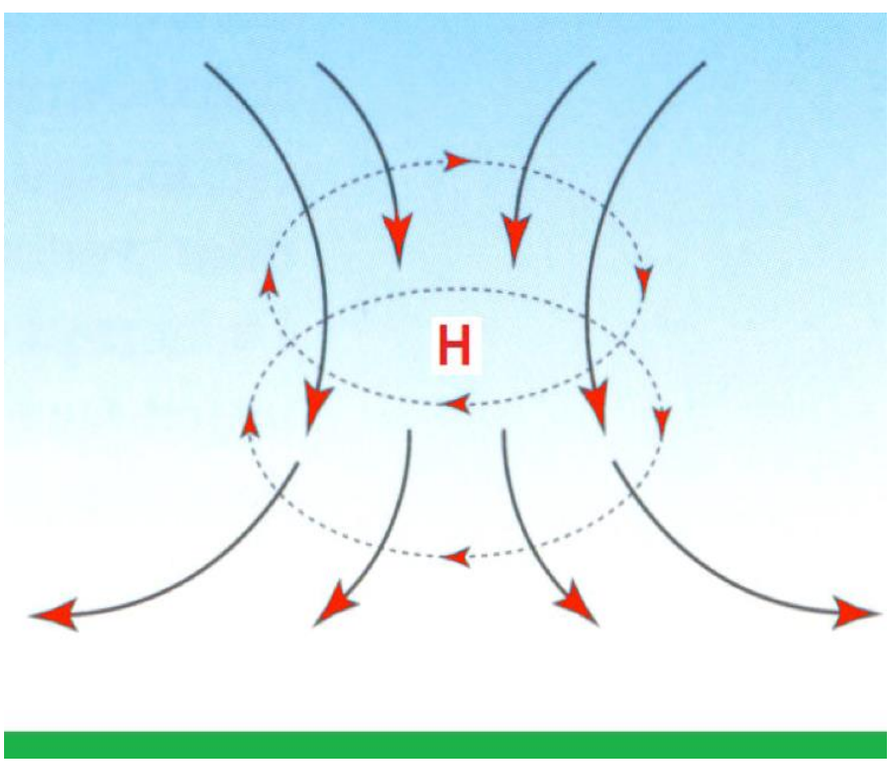


Fig. 8.3.1
Verticale stroming in een hogedrukgebied.

De lucht warmt bij het dalen geleidelijk op, vandaar dat de pijlen rood zijn.

luchtoverschot

Zolang de toestroom van lucht van bovenaf groter is dan het wegstromen van de lucht aan de grond ontstaat een luchtoverschot. De luchtdruk blijft stijgen. Er komt letterlijk een ’bult’ met lucht te liggen in de troposfeer die op de aardbodem drukt. De barometer gaat stijgen.

Wanneer de aanvoer van lucht op hoogte afneemt of ophoudt, neemt de luchtstroom omlaag ook af of stopt geheel. De luchtdruk in het centrum zal dan afnemen en het hogedrukgebied verzwakken of verdwijnen.

De dalende lucht in een hogedrukgebied wordt meer en meer samengedrukt en daardoor warmer. Deze drukverhoging zorgt namelijk voor een toename van de temperatuur.

** samenpersen van lucht veroorzaakt een stijging van de temperatuur. Voel na het gebruik van een fietspomp maar eens aan de buis!*

Door dit opwarmen wordt de lucht ook droger waardoor vaak de wolken verdwijnen.
Hogedruk gaat dan ook vaak gepaard met tamelijk zonnig weer in de lente,

stabiel weer

zomer en herfst. Dit noemen we stabiele lucht ofwel stabiel weer.

** in hogedrukgebieden krijgen we in het algemeen rustig weer met weinig wind en weinig bewolking.*

8.3.1.2 Horizontale stroming rond hogedrukgebieden

De dalende lucht stroomt altijd vanuit het hogedrukcentrum over het aardoppervlak naar buiten toe weg.
Doordat de aarde een draaiende bol is bewegen luchtstromingen niet in een

Coriolis-effect

rechte lijn maar worden naar rechts afgebogen. (Coriolis-effect)

** hogedrukgebied: lucht stroomt vanuit het centrum weg - er is immers een teveel aan lucht - en buigt af met de wijzers van de klok mee.*

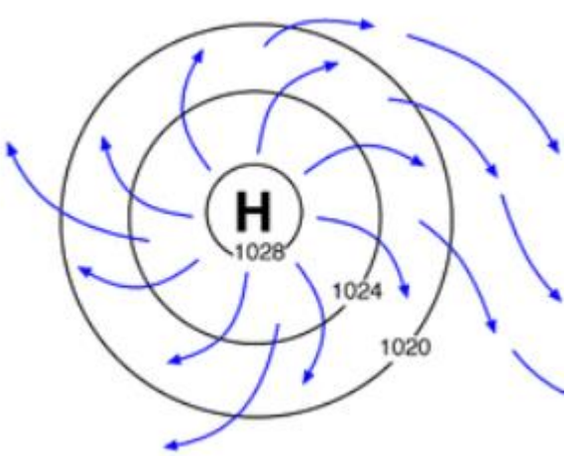


Fig. 8.3.1.1
Horizontale stroming vanuit een hogedrukgebied.

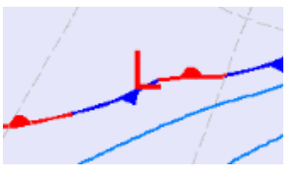
Een bovenaanzicht van de luchtstroming op grondniveau. De lucht stroomt naar buiten toe weg met de wijzers van de klok mee.

8.3.2 Lagedrukgebied of depressie

depressie

Lagedrukgebieden – ook wel: depressies – zijn gebieden, waar aan de grond de laagste luchtdruk gemeten wordt. Op de weerkaart worden ze weergegeven met een (rode) **L.**

De kern is vaak klein maar kernen kunnen soms ook wel duizenden kilometers beslaan.
Lagedrukgebieden verplaatsen zich soms langzaam maar ook vaak met een flinke



snelheid terwijl ze sterker worden (‘uitdiepen’) of verzwakken (‘opvullen’)
In de kern is de druk het laagst; die ligt meestal tussen 940 en 1010 millibar.
Vanaf de kern naar buiten toe neemt de luchtdruk toe.

Kenmerkend voor een lagedrukgebied is, dat de kern omsloten is door een isobaar. Als dat niet het geval is, spreken we niet van een depressie.
Er heerst op die plaats wel een lage druk. Mogelijk kan zich daar alsnog een depressie ontwikkelen. Door opeenvolgende weerkaarten te bekijken wordt dat duidelijk.
Een ‘losse’ **L** kan echter ook een restant van een depressie op hoogte aangeven.

8.3.2.1 Verticale stroming in lagedrukgebieden

Lagedrukgebieden worden ‘gevoed’ door lucht die vanaf de grond wordt aangevoerd en dan omhoog gezogen wordt.
De motor achter deze zuigkracht is de straalstroom.
In de kern is dus een luchtstroming van beneden naar boven. Omdat deze verticale luchtstroom – onder invloed van de straalstroom – vaak met grote snelheid gebeurt, stroomt ook de lucht over het aardoppervlak met grote snelheid toe. De druk in de kern kan dan snel afnemen van bijv. 1000 naar 970 millibar. Door de grotere drukverschillen in lagedrukgebieden waait het vaak veel harder dan rond hogedrukgebieden.
Dit geldt vooral in de herfst, winter en voorjaar, wanneer de straalstroom op zijn sterkst kan zijn ofwel veel lucht kan afvoeren.

stijgende lucht

** op weerkaarten liggen rond een lagedrukgebied de isobaren vaak dicht bij elkaar.(zie 8.6)*

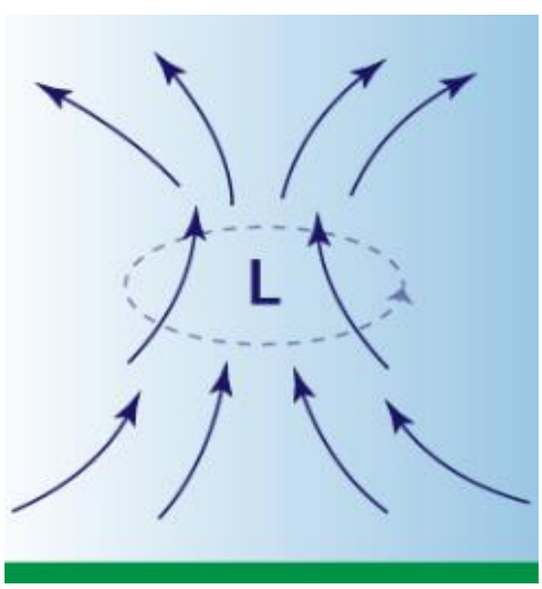


Fig. 8.3.2
Verticale stroming in een lagedrukgebied.

De lucht koelt bij het stijgen geleidelijk af, vandaar dat de pijlen blauw zijn.

Zolang de afvoer van lucht op hoogte groter is dan het toestromen van lucht over het aardoppervlak blijft er een luchttekort en zal de luchtdruk dalen. Er komt letterlijk een ‘kuil’ in de tropopauze te liggen. De luchtkolom die op die plaats op de aarde drukt is kleiner en de luchtdruk lager. De barometer daalt.

Wanneer de afvoer van lucht op hoogte afneemt of ophoudt, neemt de opwaartse luchtstroom ook af of stopt geheel. De luchtdruk in het centrum zal dan weer toenemen en het lagedrukgebied verzwakt (‘vult op’) of verdwijnt.

De opstijgende lucht in een lagedrukgebied zal uitzetten en afkoelen. Hierdoor vormen zich vaak wolken en valt er ook neerslag. Dit gebeurt het hele jaar door.

onstabiel weer

Dit noemen we onstabiel weer; onrustig weer met wolken en buien.
Omdat de straalstroom in herfst, winter en voorjaar op zijn sterkst is, kunnen in die periode ook de drukverschillen groot zijn waardoor het harder zal waaien.

** in lagedrukgebieden is in het algemeen meer wind en veel bewolking.*

8.3.2.2 Horizontale stroming rond lagedrukgebieden

De lucht stroomt altijd over het aardoppervlak naar het lagedrukcentrum toe: daar is immers een luchttekort. Ook bij een lagedrukgebied gebeurt dat door de draaiing van de aarde niet langs rechte, maar langs gebogen lijnen.

** lagedrukgebied: lucht stroomt naar het centrum toe - er is immers een tekort aan lucht - en buigt af tegen de wijzers van de klok in.*

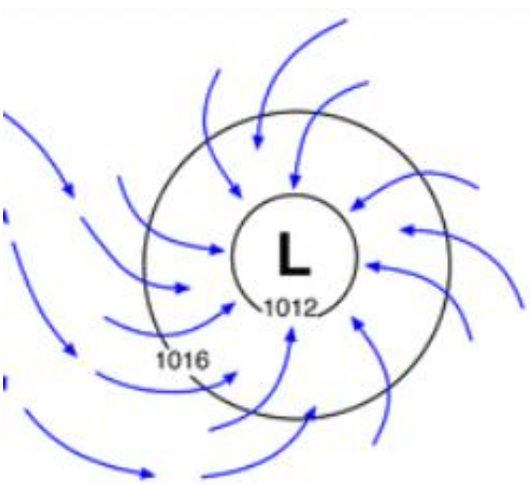


Fig. 8.3.2.1
Horizontale stroming naar een lagedrukgebied toe.

Een bovenaanzicht van de luchtstroming op grondniveau. De lucht stroomt naar het centrum toe tegen de wijzers van de klok in.

8.3.2.3 Ontstaan en verdwijnen van lagedrukgebieden

polair front

Depressies ontstaan langs het polair front, de scheidslijn tussen warmere lucht boven de Atlantische Oceaan en koude lucht van de Noordpool.
Bij het langs elkaar strijken van deze luchtmassa’s ontstaat een golfvorm in het front die onder invloed van de straalstroom steeds verder indraait tot de bekende ‘krul’.

fronten

Daarbij ontstaan ook de fronten, de scheidingsvlakken tussen deze luchtmassa’s.

Depressies kennen een ontwikkeling vanaf hun ontstaan tot hun verdwijnen.
Bij jonge depressies neemt de luchtdruk soms flink af en kan het hard waaien. Ook valt daar de meeste neerslag.
Bij oudere depressies neemt de luchtdruk weer toe en de wind af. Ook worden de fronten voor wat betreft de neerslag minder actief.
Op zeker moment verdwijnt de depressie weer.

N.B. Vanwege de belangrijke betekenis van fronten voor het weer, wordt de vorming van depressies en fronten bij de paragraaf over fronten (8.5) uitgebreider besproken.

8.3.3 Stroming tussen drukgebieden

Hogedrukgebieden hebben een overschot aan lucht – die van hogerop in de atmosfeer wordt aangevoerd.
Lagedrukgebieden hebben een tekort aan lucht – die van onderaf afgevoerd wordt naar de hogere atmosfeer.

> ** omdat de natuur streeft naar evenwicht - dus overal gelijke druk - stroomt lucht altijd van hogedruk(gebieden) naar lagedruk(gebieden)*

De kortste weg zou daarbij zijn: rechtstreeks van hoge druk naar lage druk.

Echter, door de draaiing van de aarde gaat deze stroming met een bocht, vanuit het hogedrukgebied met de wijzers van de klok mee en naar een lagedrukgebied toen tegen de wijzers van de klok in.
De kracht die deze afwijking veroorzaakt noemen we de Coriolis-kracht.

> ** Coriolis kracht: door de draaiing van de aarde stroomt de lucht niet in een rechte lijn maar zal gaan afbuige*n.

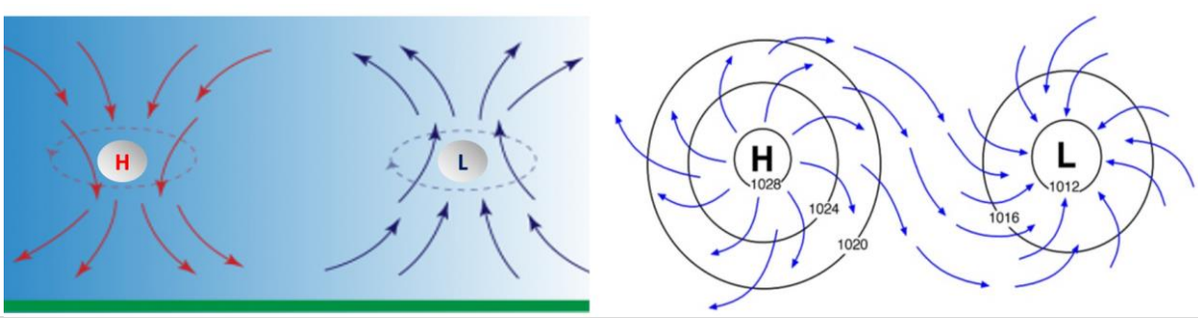


Fig. 8.3.3
Verticale stroming in drukgebieden (links) en horizontale stroming tussen drukgebieden (rechts).

Hogedrukgebieden en depressies werken perfect samen:
- vanuit een hogedrukgebied stroomt de lucht langs de grond naar een depressie.
- de depressie 'zuigt' deze lucht op (dat doet de straalstroom) en voert die weg op hoogte.
- elders hoopt de lucht zich weer op en gaat dalen. Daar vormt zich dan een hogedrukgebied of wordt een al aanwezig hogedrukgebied versterkt.

Zo is de circulatie rond waardoor na enig tijd zowel hoge- als lagedrukgebieden weer verdwijnen.

> ** de (horizontale) stroming van lucht noemen we wind.*

Hoe sterk de stroming tussen hoge- en lagedrukgebieden is – ofwel: hoe hard het waait – hangt af van de afstand én het drukverschil tussen die gebieden.

Lage- en hogedrukgebieden zijn in veel opzichten elkaars tegenpolen

Kenmerk	Hogedruk	Lagedruk
Druk	Hoog in centrum	Laag in het centrum
Verticale stroming	Vanaf hogere luchtlagen naar beneden	Vanaf de grond naar hogere luchtlagen
Horizontale stroming	Vanuit het centrum naar buiten toe	Van buitenaf naar het centrum toe
Stromingsrichting	Met de wijzers van de klok mee	Tegen de wijzers van de klok in
Omvang van de kern	Relatief groot	Klein en compact

Depressies en hogedrukgebieden wisselen elkaar af en daardoor hebben we wisselend weer. Soms beïnvloeden depressies wekenlang ons weer, met wind en regen, soms zijn het hogedrukgebieden die ons voor langere tijd zon en droogte geven.

8.3.4 Isobaren.

isobaren

Om inzicht te krijgen in de luchtdrukverdeling op aarde, maken we gebruik van isobaren. Op een groot aantal plaatsen wordt de luchtdruk gemeten. Op basis van deze waarnemingen en van modelgegevens worden de isobaren getekend.

> ** door alle punten met gelijke luchtdruk te verbinden ontstaan ononderbroken vloeiende lijnen: de isobaren, 'lijnen van gelijke luchtdruk'.*

Er tekenen zich dan patronen af die precies weergeven waar de hoge- en lagedrukgebieden liggen. De isobaren hebben hier vaak een ronde vorm. Isobaren kunnen ook vrij recht zijn of (sterk) gebogen. Zelfs kan er een knik in voorkomen.

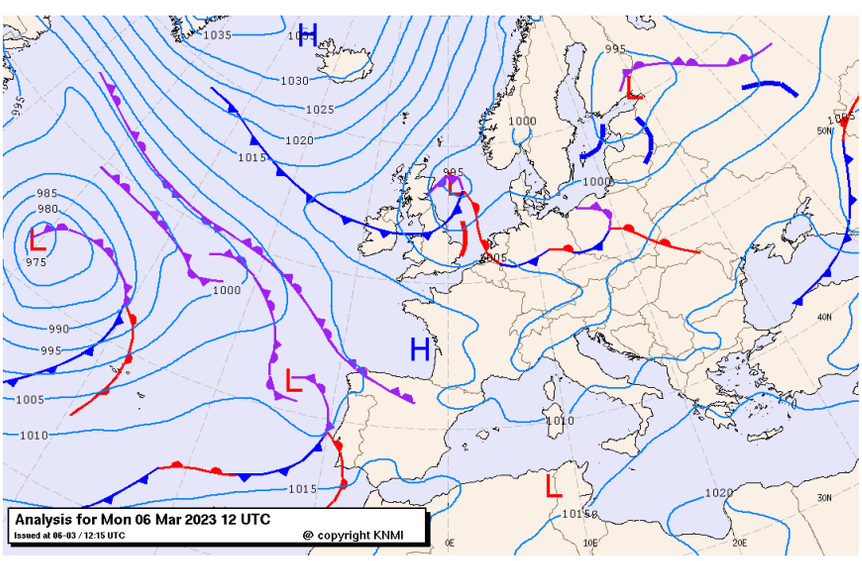


Fig. 8.3.4.1
Isobaren op een weerkaart

Isobaren worden als dunne blauwe lijnen getekend. Ze horen bij een hoge- of lagedrukgebied. In een isobaar is het drukgetal vermeld. Waar een isobaar een front snijdt, kent deze vaak een knik.

> ** isobaren laten de positie van drukgebieden zien. Omdat de wind de isobaren volgt – zij het onder een kleine hoek – geven ze ook informatie over de windrichting (zie Fig. 8.4.2).*

In het algemeen geldt:
Hoe groter het luchtdrukverschil tussen twee plaatsen is, hoe sterker de stroming zal zijn. Ofwel: hoe harder het zal waaien.
De isobaren liggen in die situatie dicht(er) bij elkaar.

En: hoe kleiner het luchtdrukverschil tussen twee plaatsen is, hoe zwakker de stroming zal zijn. Ofwel: hoe zwakker de wind waait.
De isobaren liggen dan verder uit elkaar.

Precies in de kern van een hoge- of lagedrukgebied staat nauwelijks wind. De drukverschillen zijn daar erg klein dus er ontstaat niet of nauwelijks stroming.

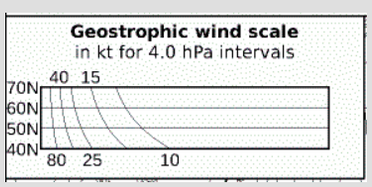
windvelden

Om de kernen heen vinden we dan de windvelden terug.
De sterkste windvelden liggen doorgaan aan de ZW/W-kant van een depressie.

** Isobaren op een KNMI-weerkaart geven niet aan hoe hard het waait;*

Aan de hand van het isobarenpatroon schatten hoe hard het waait is voor niet-meteorologen moeilijk. Het isobarenpatroon geeft ons echter wél een indicatie of er toenemende of afnemende wind te verwachten is.

Fig. 8.3.4.2



Opm: Op Bracknell-weerkaarten staat een wind-schaal, waarmee de windsterkte op een bepaalde positie kan worden afgelezen. (Zie fig. 8.6.1)
Neem op die positie de afstand tussen twee isobaren tussen een steekpasser en zet die – op de juiste breedte - uit op de windschaal linksboven in de kaart. Je leest dan de windsnelheid in knopen (kt).

Voorbeeld: als de afstand tussen de passer op 40° N.Br. een windsterkte van ca. 25 kt. oplevert, is dat op 70° N.Br maar ca. 15 kt.

Eénzelfde afstand tussen twee isobaren betekent op lagere breedte dus een hardere wind dan op hogere breedte.

8.4 WIND

**wind: stroming (verplaatsing) van lucht*

De wind waait altijd van hoge naar lage druk. De windrichting maakt daarbij een kleine hoek met de isobaren.

Wet van Buys Ballot

** als men met de rug in de wind gaat staan, bevindt het lagedrukgebied zich links en het hogedrukgebied rechts (Wet van Buys Ballot).*

De 'motor' achter de wind is dus drukverschil. Maar de gesteldheid van het aardoppervlak is ook van invloed op de wind. Ruwheid van de grond, bebouwing, bossen en steden hebben een sterk afremmende invloed op de wind en kunnen deze vlagerig maken.

Dat verklaart waarom weerberichten vaak vermelden, dat de windsnelheid boven zee en het IJsselmeer wat hoger is dan boven land.
Als de molen bijvoorbeeld aan de rand van een groot meer staat, blijkt ook dat de wind er veel constanter is wanneer deze vanaf het water waait dan vanaf het land.

Tussen 1200 en 1500 meter hoogte zijn deze remmende grondinvloeden zo goed als verdwenen. De windsnelheid zal dan ook vaak toenemen met de hoogte en dat kan soms heel snel gaan.
Die hogere windsnelheden op hoogte veroorzaken soms windstoten of een vlagerige wind (zie 8.4.4)

Voor de molenaar zijn zowel de windrichting als de windsterkte belangrijk.

8.4.1 De windrichting

Lucht stroomt van een gebied met hoge druk (luchtoverschot) naar een gebied met lage druk (luchttekort). De wind volgt daarbij – onder een kleine hoek van ca. 10 à 20° – de isobaren, zoals we hierboven al zagen (zie 8.3.4).
Boven zee is deze hoek kleiner dan boven land vanwege de geringere weerstand.

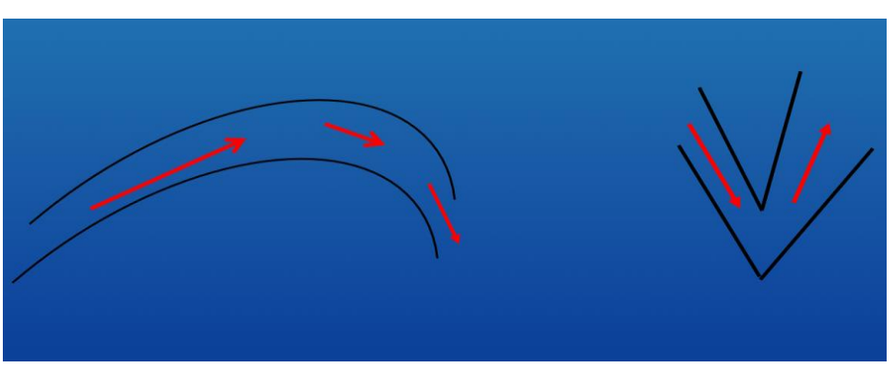


Fig. 8.4.1
De wind volgt ongeveer de richting van de isobaren.

Bij een kromming of knik in de isobaar zal dan ook de wind geleidelijk of zelfs plotseling van richting veranderen.

ruimende wind

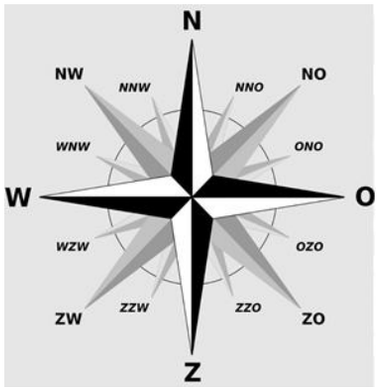
** verandert de windrichting met de wijzers van de klok mee, dan noemen we dat 'ruimend'.*

krimpende wind

Verandert de windrichting tegen de wijzers van de klok in, dan noemen we dat 'krimpend'.

In welke richting de wind een isobaar volgt hangt er vanaf of de wind richting een lagedrukgebied stroomt – tegen de wijzers van de klok in – of richting een hogedrukgebied – met de klok mee.

** verwacht je dat een kromming of een knik in een isobaar over de molen trekt, wees er dan op voorbereid dat de windrichting snel zal veranderen.*



De richting van de wind wordt benoemd naar waar de wind vandaan komt.
Een zuidwestenwind waait altijd vanuit het zuidwesten, een westenwind vanuit het westen enz.

We benoemen de windrichting in overeenstemming met de (wind)streken op een kompas. We hanteren daarbij voornamelijk de hoofdwindstreken (Noord, Oost, Zuid en West) en de hoofdtussenstreken (NO, ZO, ZW en NW)
Een nauwkeuriger onderverdeling (in NNO, ONO, OZO enz.) is voor een molenaar niet zo zinvol. Een globale aanduiding als: 'De wind is zuid/zuidoost' is voldoende duidelijk.
.

8.4.2 De windrichting bepalen op basis van een weerkaart

Als we weten waar de drukgebieden liggen en hoe de wind daar omheen draait, kunnen we de windrichting op een bepaalde plaats bepalen.

De vuistregels zijn daarbij:
- *lucht stroomt vanaf een hogedrukgebied weg met de klok mee.*
- *lucht stroomt naar een lagedrukgebied toe tegen de klok in.*
- *de luchtstroom volgt onder een hoek van 10 à 20° de isobaren.*

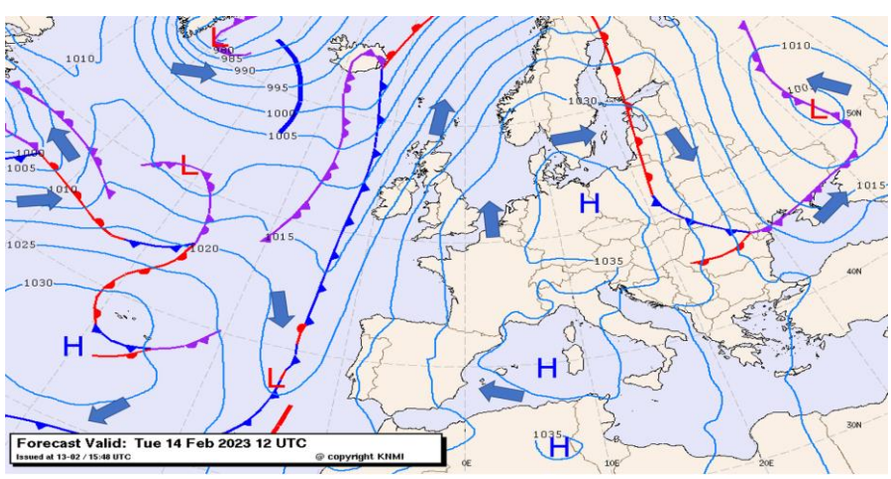


Fig. 8.4.2
De windrichting op een bepaalde plaats wordt bepaald door de positie t.o.v. de drukgebieden.

Ligt het hogedrukgebied:
- ten westen van Nederland -> een stroming uit het noordwesten tot noorden.
- ten zuiden van Nederland -> zuidwest tot westenwinden
- ten noorden van Nederland -> winden uit het noordoosten tot zuidoosten.
- ten oosten van Nederland -> zuidelijke winden.

Ligt het lagedrukgebied:
- ten westen van Nederland -> zuidelijke winden
- ten zuiden van Nederland -> oostelijke winden
- ten noorden van Nederland -> westelijke tot noordwestelijke winden
- ten oosten van Nederland -> noordelijke winden

** onze positie ten opzichte van het drukgebied is bepalend voor de windrichting op die plaats. De windrichting gaat dus veranderen als het drukgebied zich verplaatst.*

8.4.3 Windsnelheid en windsterkte/-kracht

De windsterkte aan de grond is belangrijk voor een molenaar. Met te weinig wind draait de molen niet, teveel wind kan risico's met zich meebrengen.

windsnelheid

De windsnelheid wordt gemeten op 10 meter hoogte. Vanwege wisselingen in de snelheid wordt de gemiddelde snelheid over 10 minuten genomen.

Windsnelheid kan op verschillende manieren worden weergegeven. In ons land doen we dat in meters per seconde of in kilometers per uur. Bracknell-kaarten hanteren knopen (knot, kt): mijlen per uur.

Schaal van Beaufort

Vaak ook wordt de Schaal van Beaufort gebruikt, een 13-punts schaal (van 0 tot 12 Bft.)

windkracht

De schaal van Beaufort geeft de windkracht aan – dus niet de snelheid – en is gebaseerd op de uitwerking van de wind op de mens en de omgeving.
Om de windkracht aan te geven, wordt gebruik gemaakt van omschrijvingen als: zwak, matig, krachtig, stormachtig, zware storm e.d.
Elke Beaufortschaal omvat een bereik van meerdere windsnelheden.
Zo betreft Windkracht 6 – 6 Bft – windsnelheden tussen 39 en 49 km/u.

** weerberichten melden de reguliere wind meestal in omschrijvingen: 'De wind is zwak tot matig uit oostelijke richting.'*

Kracht*	Benaming	Windgemiddelde snelheid over 10 minuten (km/u)	Windgemiddelde snelheid over 10 minuten (m/sec)	Uitwerking boven land en bij mens
0	stil	0-1	0-0,2	rook stijgt recht of bijna recht omhoog
1	zwak	1-5	0,3-1,5	windrichting goed af te leiden uit rookpluimen
2	zwak	6-11	1,6-3,3	wind merkbaar in gezicht
3	matig	12-19	3,4-5,4	stof waait op
4	matig	20-28	5,5-7,9	haar in de war, kleding flappert
5	vrij krachtig	29-38	8,0-10,7	opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen, gekuifde golven op meren en kanalen en vuilcontainers waaien om
6	krachtig	39-49	10,8-13,8	paraplu's met moeite vast te houden
7	hard	50-61	13,9-17,1	lastig tegen de wind in te lopen of fietsen
8	stormachtig	62-74	17,2-20,7	voortbewegen zeer moeilijk
9	storm	75-88	20,8-24,4	schoorsteenkappen en dakpannen waaien weg, kinderen waaien om
10	zware storm	89-102	24,5-28,4	grote schade aan gebouwen, volwassenen waaien om
11	zeer zware storm	103-117	28,5-32,6	enorme schade aan bossen
12	orkaan	>117	>32,6	verwoestingen

Fig. 8.4.3
Tabel met verschillende weergaven van de windsnelheid/-kracht en omschrijvingen volgens Beaufort.

windstoot

Windstoten zijn kortdurende rukwinden of windvlagen van minstens 50 km/uur. Ze worden gemeten over 3 seconden en zijn altijd hoger dan de gemiddelde windkracht.

** weerberichten melden windstoten altijd in km/u*

8.4.3.a Winddruk

winddruk

De temperatuur van de lucht is ook van invloed op de druk van de wind op het gevlucht. Deze winddruk zal bij dezelfde windsnelheid in de winter groter zijn dan in de zomer. De oorzaak daarvan is dat koude lucht zwaarder is dan warme lucht. Koude lucht bevat meer luchtdeeltjes per m^3 – deze zitten dichter op elkaar – en is dus zwaarder ('dikker'). De wind levert dan méér energie.

Bij een oostenwind van 25 km/uur bij +2°C in het winterseizoen zal de molen dan ook sneller draaien dan bij een oostenwind van 25 km/uur bij 30°C in het zomerseizoen.

**bij gelijke windsnelheid draait de molen 's winters sneller dan 's zomers*.

8.4.3.1 Windsnelheid en isobaren

Eerder is al beschreven, dat de afstand tussen de isobaren bepalend is voor de windsnelheid.

Zolang die onderlinge afstand gelijk blijft, verandert de windsnelheid dus niet. Maar isobaren lopen niet altijd parallel aan elkaar. Komen ze dichter bij elkaar te liggen dan neemt de wind toe. De drukverschillen over kleinere afstanden zijn dan namelijk groter. Wijken ze verder uiteen dan neemt de wind af.

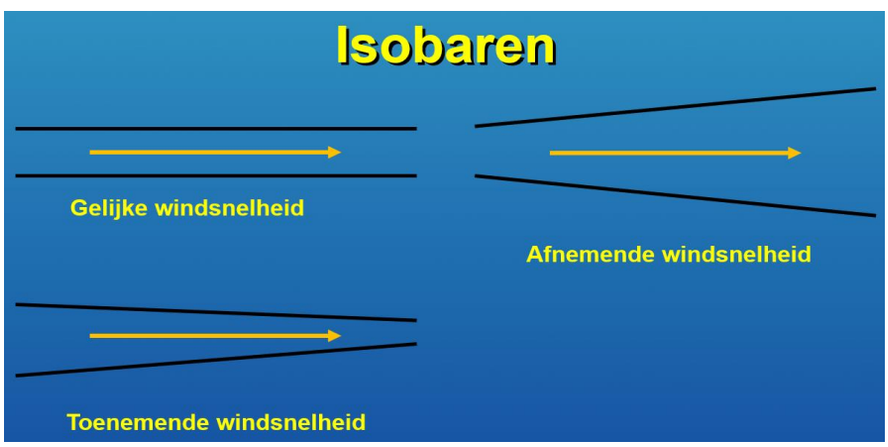
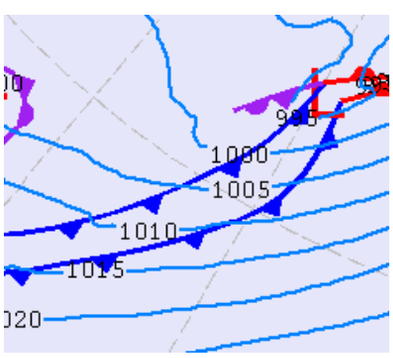


Fig. 8.4.3.1.1
Als de afstand tussen isobaren verandert, verandert ook de windsnelheid.

Verandering van de afstand tussen isobaren zien we nogal eens voorkomen wanneer ze doorsneden worden door een front.



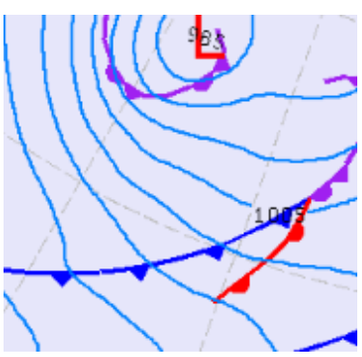


Fig. 8.4.3.1.2

Links: achter het tweede koufront neemt de wind af.

Rechts: achter het koufront neemt de wind toe.

8.4.4 Windstoten

Windstoten zijn korte pieken in de windsnelheid; ze liggen altijd boven de normale windsnelheid en duren maar enkele seconden. Ze komen vaak voor bij buien maar ook zonder buien komen soms flinke windstoten voor.

Windstoten worden gemeten in km/u, m/sec. of knopen. Ze liggen meestal tussen 60 en 120 km/u, maar halen in extreme gevallen soms wel 150 km/u. Dit hangt af van de zwaarte van de bui, het soort bui (regen, hagel, sneeuw of onweer) én hoe hard het waait op hoogte.

(zeer zware) windstoten

We spreken van windstoten (50- 74 km/u), zware windstoten (75-100 km/u) en zeer zware windstoten (101 km/u en hoger)
Windstoten zijn het gevaarlijks als ze bij een periode van weinig wind ineens komen opzetten.

windstoten bij buien

Eén oorzaak van windstoten bij zware (onweers-) buien is de neerslag.
De enorme massa omlaag vallend water – vele honderdduizenden liters – duwt heel veel lucht voor zich uit, die over het aardoppervlak gaat wegstromen.

Een tweede oorzaak is dat grote buien de windbanden op ca. 1 à 2 km hoogte – waar het vrijwel altijd harder waait dan aan de grond – verstoren en deels naar de grond afbuigen.
Door deze effecten wordt de wind aan de grond ineens versterkt: een windstoot.

> ** windstoten komen het meest voor aan de voorkant van een bui, in de buurt van de eerste neerslag.*
> *Belangrijk: windstoten doen zich pas voor als de wolk het buienstadium heeft bereikt én uitregent. Eerder niet!* (zie 8.8.2)

Buiten buien om kunnen ook (lichtere) windstoten ontstaan wanneer door verwarming thermiekbellen ontstaan. (zie 8.4.5.1)

8.4.4.1 Windstoten tijdens stormdepressies

Bij stormdepressies doet zich nog een gevaar voor. Aan de grond waait het boven land dan al gauw 6-9 Bft, aan de kust wellicht 9 à 10 Bft. Op 300 tot 500 m. hoogte kan het dan wel 11 à 12 Bft waaien: zware storm tot orkaan!
Als vervolgens achter de stormdepressie de wind begint af te nemen, gebeurt dat vaak aan de grond eerder dan op enige hoogte. De wind aan de grond kan dan afnemen naar bijvoorbeeld 6 à 7 Bft maar er waait nog steeds een windkracht 10 à 11 Bft. op 500 meter hoogte.

Van die wind op hoogte merk je niet zoveel – behalve dat de wolkenpartijen met grote snelheid voorbijkomen – dus de molenaar zou kunnen overwegen, nog even te draaien.
Echter, elke bui, hoe klein ook, kan dan wind-op-hoogte omlaag buigen en forse windstoten veroorzaken. Veel forser dan je zou verwachten!

8.4.5 Dagelijkse gang van de wind

Behalve de luchtdruk heeft ook de temperatuur (zonnewarmte) invloed op de windsnelheid. Dit merken we tijdens perioden van rustig weer wanneer er weinig isobaren zijn, ofwel: geringe drukverschillen.

Door nachtelijke afkoeling zal de lucht zwaarder worden en vooral aan de

grond tot rust komen; de wind valt weg tegen de avond en in de nacht.
Op enige hoogte (ca. 100 tot 1500 meter) blijft de wind echter gewoon doorwaaien, hoewel je daarvan aan de grond niets merkt.

Wanneer in de ochtend de zon opkomt, verwarmt de zon via de grond ook de lucht daarboven. De lucht wordt daardoor lichter en komt weer in beweging; het gaat (rustig) waaien. Aan het eind van de dag neemt de invloed van de zon af, waardoor de lucht afkoelt, zwaarder wordt en weer tot rust komt.

dagelijkse gang

Deze dagelijkse gang van de wind – 's morgens windstil – 's middags matige wind – 's avonds weer windstil – is een verschijnsel vlak boven het aardoppervlak.

Bij deze weersomstandigheden heeft het weinig zin de molen (te) vroeg op te zeilen. Ook al geeft de weersverwachting voor die dag bijvoorbeeld zwakke tot matige wind aan, pas in de loop van de ochtend wordt die windkracht bereikt.

Niet altijd begint de dag windstil: als het rond zonsopkomst al waait dan zal dit komen door een depressie in de buurt waardoor de isobaren dichter bij elkaar liggen. Ook dan kan er nog sprake zijn van een dagelijkse gang, maar die is minder waarneembar dan bij windstil weer.

8.4.5.1 Vlagerige wind

thermiekbellen

Door de zonnewarmte ontstaan geleidelijk ook bellen warme lucht – thermiekbellen – die 'als een heteluchtballon' gaan opstijgen.
Naarmate gedurende de dag de zonnewarmte toeneemt, worden de thermiekbellen krachtiger en bereiken ze hoogten tussen 100 en 1500 meter. Hierdoor verstoren ze de wind op deze hoogte – die harder waait dan aan de grond. De verstoorde windbanden worden daardoor afgebogen, deels naar het aardoppervlak. De gemiddelde wind aan de grond kan hierdoor toenemen, vaak tot 3 à 4 Bft., maar ook vlagerig worden. Deze vlagen bereiken doorgaans niet de snelheid van windstoten, te weten boven de 50 km/u.

Tegen zonsondergang daalt de temperatuur en zakken de thermiekbellen in. De verstoring van de luchtbanden op hoogte verdwijnt daarmee. De wind aan de grond en de vlagerigheid nemen weer af.

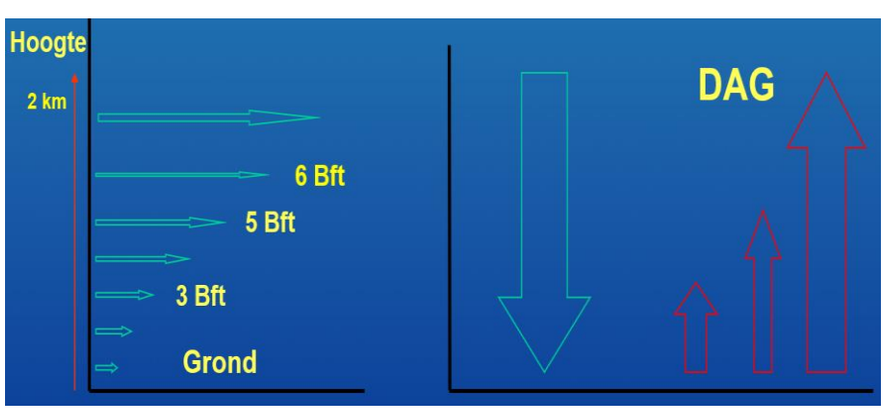


Fig. 8.4.5.1
Door opstijgende thermiekbellen (rode pijlen) wordt lucht op hoogte – die harder waait – deels omlaag gevoerd (blauwe pijl). De wind aan de grond neemt daardoor toe.

8.4.5.2 Windtoename overdag na wegtrekkend front

Hierboven zagen we dat de opwarming van lucht kan leiden tot het ontstaan van thermiekbellen waardoor de wind toeneemt en vlagerig wordt.
Een vlagerige wind doet zich niet alleen voor bij rustig zomerweer, maar

bijvoorbeeld ook als overdag een front overtrekt met veel bewolking, neerslag en zuidwestelijke wind van ca. 3 Bft. Op hoogte is dan dus méér wind!

Als het front in de morgen wegtrekt en het snel opklaart, dan kan de zon de lucht flink opwarmen en kunnen in hoog tempo thermiekbellen ontstaan. Zodra deze enige hoogte bereiken gaan ze de wind daar verstoren waarbij deze deels naar de grond toe wordt afgebogen. Hierdoor kan de heersende wind wat toenemen – met wel één Bft extra – tot 4 à 5 Bft en daarbij vlagerig worden. Bij afnemende zonnewarmte zakken de thermiekbellen weer in en bereiken de hogere luchtlagen niet meer; de wind en vlagerigheid nemen weer af.

**opwarming veroorzaakt opstijgen van lucht en (enigszins) toenemende wind en windvlagen.*

Het omgekeerde kan ook: opwarming van lucht kan leiden tot afnemende wind. Door opstijgende lucht kunnen stapelwolken ontstaan. Raakt een groot deel van de lucht bedekt met stapelwolken, dan beperken die de verwarming door de zon, waardoor de thermiekbellen verzwakken. De wind en vlagerigheid zullen dan iets afnemen.

8.4.6 Zeewind

Zeewind is een wind die vooral voorkomt in het voorjaar en de vroege zomer, vanaf het eind van de ochtend tot diep in de middag. De heersende grondwind is daarbij vrijwel altijd zuid tot zuidoost en hooguit matig, kracht 2 à 3 Bft.

** zeewind: de aanvankelijk zwakke zuid/zuidoostelijke wind klapt in de late ochtend vrij snel om naar een westelijke/noordwestelijke richting en kan dan snel toenemen tot 3 à 4 Bft. en vlagerig worden.*
Aan het eind van de middag keert de wind terug naar de oorspronkelijke richting.

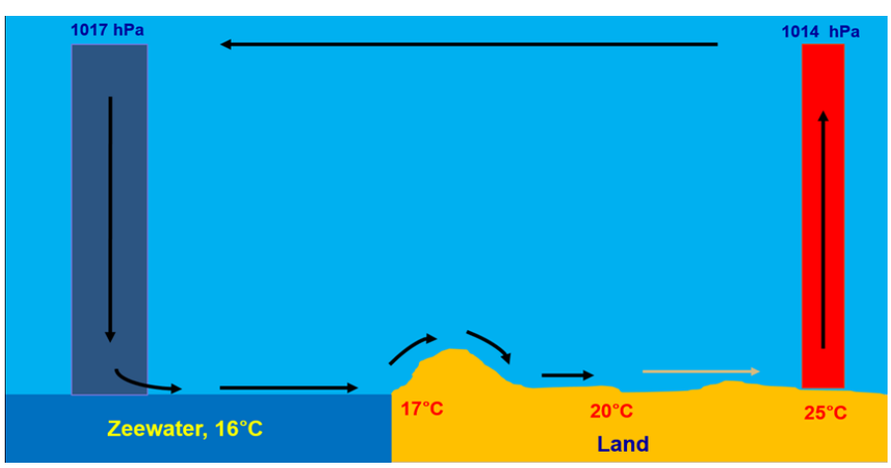


Fig. 8.4.5.1
Zeewind

Door opwarming van het land ontstaat daar een luchttekort, dat door een stroming vanaf zee wordt aangevuld.

Bij het ontstaan van zeewind spelen vier factoren een rol: koud zeewater, een warm binnenland, een matige aflandige wind en de daglengte.

warm(er) binnenland
koud(er) zeewater

- De kuststrook is vaak in het voorjaar en de vroege zomer 8-15°C warmer dan het zeewater. Bij sterke opwarming van het land onder invloed van de zon gaat de lucht opstijgen en ontstaat er een klein lagedrukgebiedje. Om het ontstane tekort aan lucht op te vullen wordt lucht aangetrokken vanaf de koudere zee.

Er trekt dan een windfrontje het land binnen vanaf de kust met een flinke windsprong.
Op dat windfrontje wordt de wind wat vlagerig en 'zoekerig' voordat hij omklapt en vanaf zee komt.

zeewind

Dit is de zeewind en deze zal optreden vanaf een uur of elf 's morgens tot een uur of vijf in de middag.

Naarmate de temperatuur weer afneemt in de kuststrook verdwijnt het lagedrukgebiedje boven land en daarmee ook de aanzuigende werking.
De zeewind verdwijnt.

daglengte

- In het voorjaar is het temperatuurverschil tussen zeewater en land het groots en zal zeewind kunnen ontstaan. Doordat dan de dagen nog niet zo lang zijn en de opwarming door de zon nog niet maximaal, zal de zeewind zich niet zo sterk kunnen ontwikkelen dat deze het hele land binnentrekt.
Zeewind is een lokaal verschijnsel en is merkbaar tot Midden-Nederland – ca. 60 km landinwaarts. Een enkele keer wordt Nijmegen bereikt.
Op kleinere schaal kan het verschijnsel 'zeewind' zich ook voordoen langs de kust van het IJsselmeer

(matige) aflandige wind

- Is de heersende, aflandige wind te sterk, bijv. meer dan 3 Bft, dan levert deze teveel tegendruk aan de stroming landinwaarts en ontstaat geen zeewind.

> ** op een normale weerkaart met isobaren wordt een zeewind niet weergegeven, wel op speciale windkaartjes.*
> *Weerberichten vermelden soms de kans op zeewind.*

Zeewind en de molenaar
Voor een molenaar kan zeewind een lastig verschijnsel zijn. Het is een lokaal en zwabberend windfrontje waarbij de wind ineens vlagerig wordt (2 à 4 Bft) en een totaal andere richting op kan zoeken.
Het windfrontje kan de molen vrij snel passeren maar ook een tijdje blijven hangen.
Het frontje kan men vaak wel zien aankomen doordat de luchtvochtigheid ineens toeneemt en het zicht afneemt vanuit het westen, met soms wat kleine stapelwolkjes.

Draait de molen vanwege de heersende wind op het zuidoosten, dan zal onder invloed van zeewind op enig moment naar het westen/noordwesten moeten worden gekruid.
Snel en op het juiste moment handelen kan dan vereist zijn om te voorkomen dat de molen achteruit gaat draaien.
Omdat de wind ook zal toenemen moet misschien ook gezwicht worden.

8.5 FRONTEN

8.5.1 Wat is een front?

Bij fronten duwen luchtsoorten tegen elkaar. Dat kan geleidelijk gaan of met enig geweld. Hierdoor wordt lucht gedwongen omhoog geduwd en koelt daarbij af, vormt wolken en geeft vaak ook neerslag.
Fronten kunnen Nederland het hele jaar door bereiken. Meestal vanuit westelijke richtingen, maar ook alle andere richtingen komen voor.

front

** een front is het scheidingsvlak van twee luchtsoorten die verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid.*
(Fronten op weerkaarten geven het snijvlak van een front met de aarde aan)

Er zijn grote verschillen in luchtsoorten op de Atlantische Oceaan. Koude polaire lucht van noordelijke breedte ligt hier tegen zachte, subtropische lucht van zuidelijker breedte. De scheidslijn tussen deze twee luchtsoorten is het Polair front en dat is altijd aanwezig ergens op de noordelijke Atlantische Oceaan.

Polair front

luchtsoort

** een luchtsoort is een enorme luchtmassa die voor wat betreft temperatuur en luchtvochtigheid verschilt van andere luchtmassa's.*

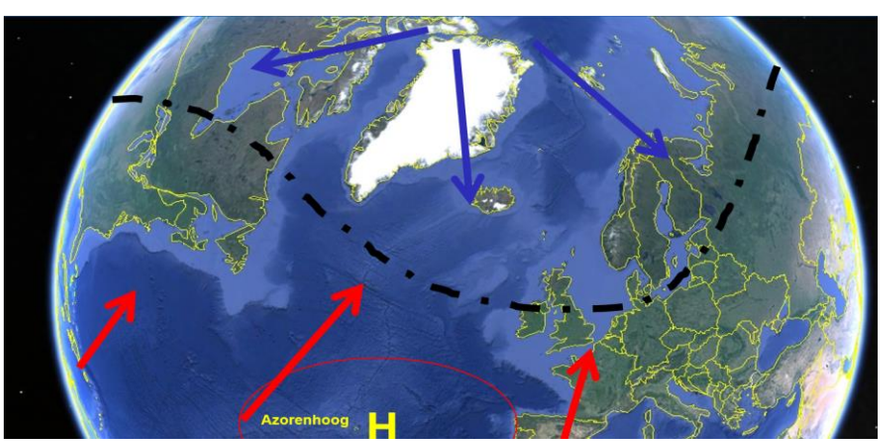


Fig. 8.5.1
Het Polair front (stippellijn)

Ten noorden ervan koude en relatief droge polaire lucht, ten zuiden warme, vochtiger subtropische lucht.
Nabij het polair front waait de straalstroom.

In het voorjaar komt het polair front noordelijker te liggen en rukt de warme lucht verder op vanuit het zuiden.

Depressies en hogedrukgebieden zorgen er vervolgens voor dat het polair front gaat slingeren over de Atlantische Oceaan en onze omgeving. Daarmee kunnen verschillende luchtsoorten ons bereiken vanaf de Atlantische Oceaan.

8.5.2 Het ontstaan van depressies en fronten

Depressies gaan vergezeld van fronten. Ze ontstaan langs het polair front doordat bij het langs elkaar strijken van de luchtsoorten in het polair front een golfvorm ontstaat.

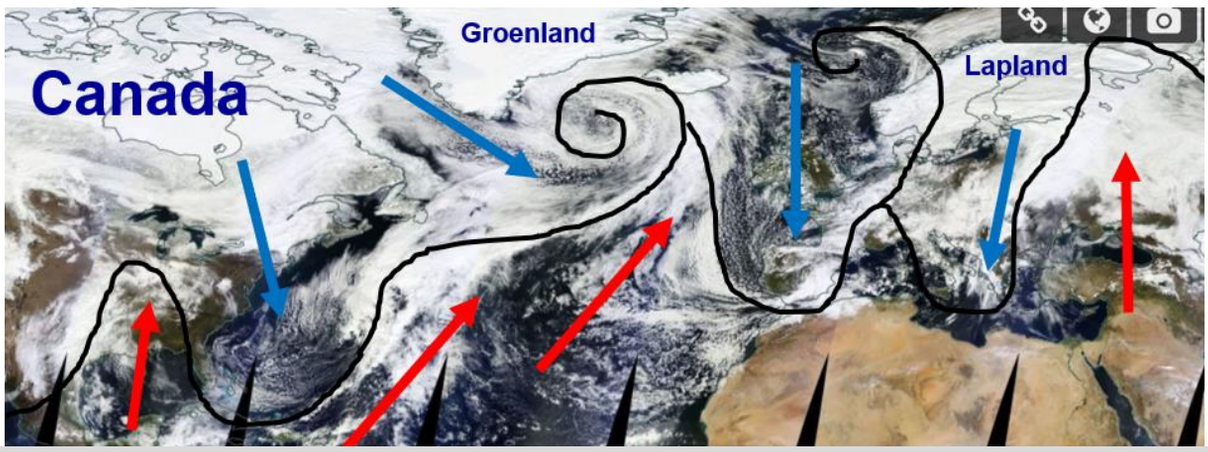


Fig. 8.5.2.1
Het polair front slingert heen en weer van noord naar zuid. De verplaatsing is meestal van zuidwest naar noordoost waarbij er afwisselend warme en koude lucht wordt aangevoerd.

Fig.8.5.2.2a: bij het polair front botst warmere lucht vanaf de oceaan tegen de koudere lucht vanaf de polen.

Fig.8.5.2.2b: in het scheidingsvlak tussen beide luchtmassa's ontstaat een frontale golf: het begin van een depressie met een warmte en een koufront.
De koude lucht rechts in de afbeelding wordt opgevolgd door de warmere lucht: een warmtefront

warmtefront

koufront

De koude lucht links in de afbeelding drukt de warme lucht weg: een koufront.

warme sector

Een depressie heeft in het beginstadium nog een hele grote warme sector. Die ligt altijd aan de zuidzijde van een depressie, gezien de oorsprong van deze lucht.

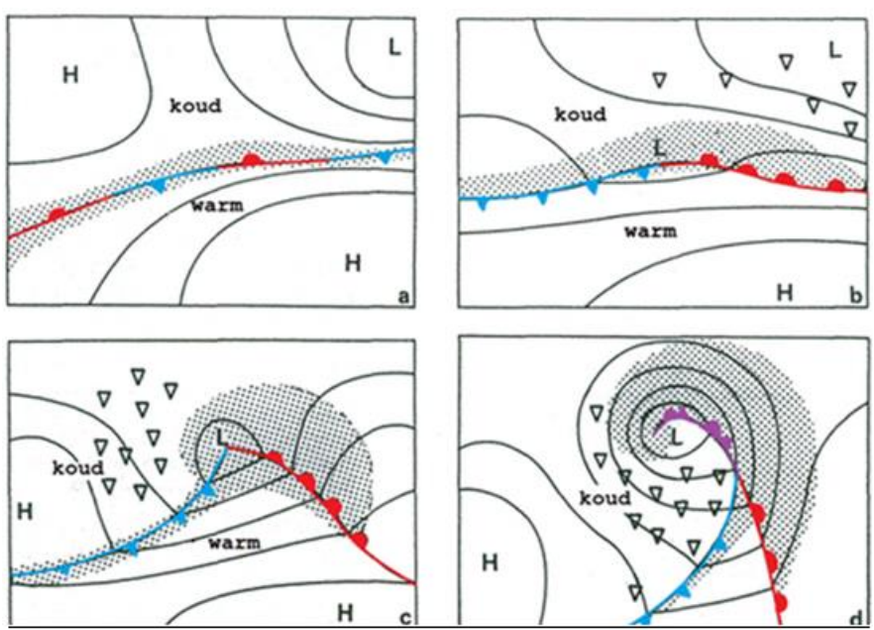


Fig. 8.5.2.2
Het ontstaan van een depressie met bijbehorende fronten langs het polair front.
De arcering geeft de neerslag-zone aan.

Fig. 8.5.2.2c: koude lucht is zwaarder en zal – eenmaal in beweging – zich sneller verplaatsen dan warme lucht. Daardoor haalt het koufront het warmtefront in. De warme sector wordt daarbij steeds kleiner.

occlusie

Fig. 8.5.2.2d: waar het koufront het warmtefront heeft ingehaald, is de lucht in de warme sector geheel omhoog gedrukt; dat noemen we een occlusie. Hoe langer de occlusie wordt en hoe verder deze indraait, des te ouder is de depressie.

Fronten zijn meestal in beweging. Op fronten ontstaat vaak bewolking en neerslag. Ook de windrichting en windkracht kunnen veranderen.
Vandaar dat overtrekkende fronten grote invloed hebben op ons weer.

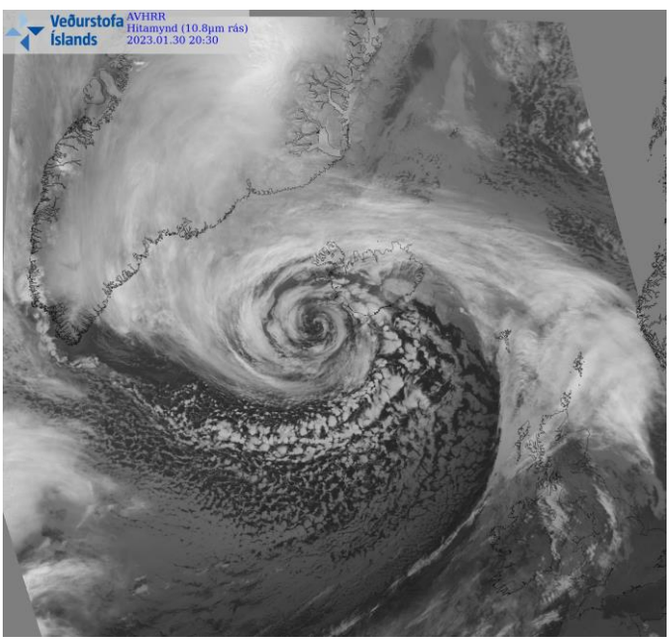


Fig. 8.5.2.3
Een grote, diepe depressie

De lucht stroomt in een grote krul tegen de wijzers van de klok in naar het centrum.
Rond het centrum zijn de wolken meerdere keren rondgedraaid: dat wijst op een volwassen, diepe depressie met veel wind.
De witte en grijze stippen zijn buien achter het koufront.

8.5.3 Het warmtefront

warmtefront

Een warmtefront is het scheidingsvlak tussen koudere lucht en warmere lucht waarbij de warmere lucht de koudere gaat verdrijven.
Warmtefronten liggen meestal aan de voorzijde van depressies.

> ** koud of warm is altijd relatief: het zegt iets over het verschil in temperatuur van beide luchtsoorten, niets over de feitelijke temperatuur*.

Omdat warmere lucht lichter is dan koudere, zal de warmere lucht omhoog glijden langs de koudere. Dit gebeurt tamelijk rustig over een groot gebied.

De hellingshoek van het frontvlak met de grond is vrij klein, ca. 30°.
Het frontvlak – met daarboven warmere lucht en toenemende bewolking – kan zich dan ook al boven ons bevinden terwijl wij ons nog in de koudere lucht bevinden en het grond-warmtefront nog honderden kilometers van ons verwijderd is.

warme sector

De warmere lucht duwt uiteindelijk de koudere lucht weg, als laatste aan de grond. Achter het warmtefront bevindt zich de warme sector.

Na een warmtefront volgt doorgaans een koufront. Deze koude lucht verplaatst zich sneller dan de warme, waardoor de warme sector steeds kleiner wordt en tenslotte verdwijnt. De warme lucht wordt daarbij omhoog gedrukt.

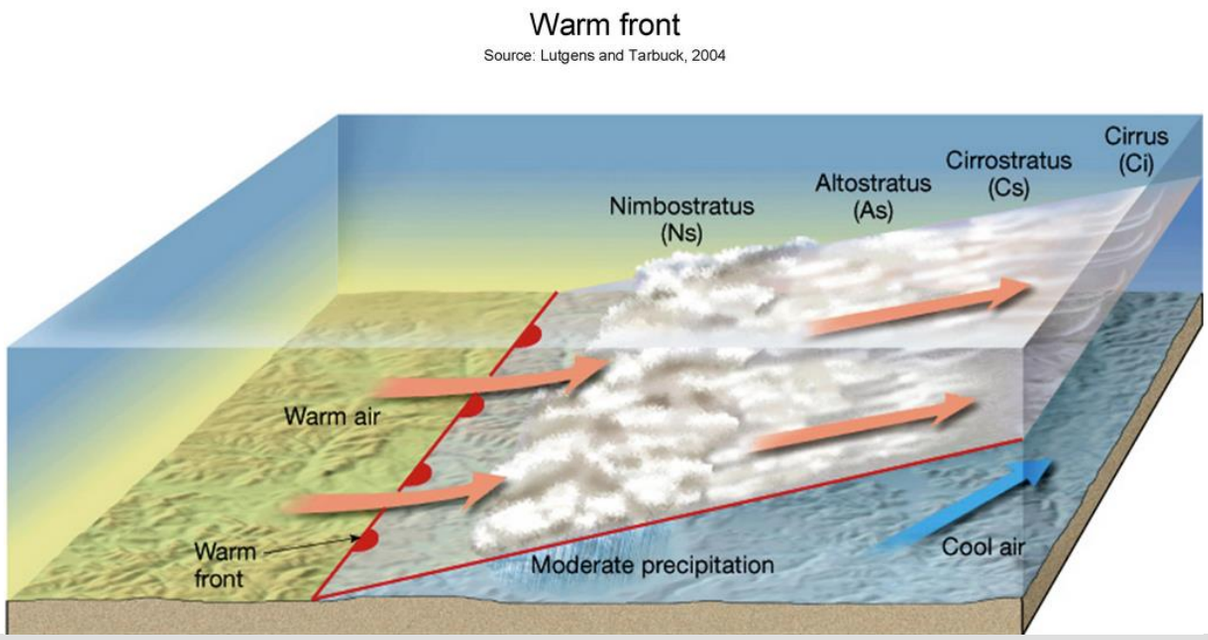


Fig. 8.5.3
Een warmtefront.

De lichtere warme lucht glijdt omhoog tegen de zwaardere koude lucht. Daarbij ontstaat bewolking die dikker wordt naarmate het grondfront nadert. Vóór het grondfront valt vaak neerslag (motregen of regen).

8.5.3.1 Bewolking en neerslag bij een warmtefront

Het omhoog glijden van de warme lucht gaat vanaf grondniveau tot wel 5 à 8 km hoogte. Hierbij koelt de opstijgende lucht af en ontstaat geleidelijk aan een gelaagd pakket wolken.
Aan de voorkant van het front, op kilometers hoogte, vriest het flink en vormt zich een dunne laag bewolking (Cirrus). Deze bestaat geheel uit ijskristallen.

De laag bewolking wordt dikker (Cirrostratus). Ook cirrostratus bestaat uit ijskristallen. Aanvankelijk is de zon hierdoor nog te zien en vormt zich soms een halo.

halo

Een halo is een kring om de zon, die regelmatig in cirrus en cirrostratus te zien is als die nog niet te dik is.

> ** een halo is vaak een voorbode van een naderend warmtefront evenals een mooie rode zonsopkomst.*

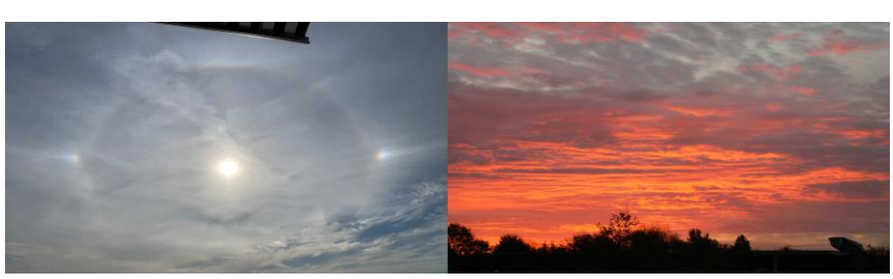


Fig. 8.5.3.1.1
Links: een halo met linker en rechter bijzon in hoge, toenemende Cirrus-bewolking.
Rechts:
'Ochtendrood, water in de sloot'

Ochtendrood wordt veroorzaakt door veel vocht in de atmosfeer en dat is kenmerkend voor een naderend warmtefront. Dat front hoeft overigens niet precies over Nederland te trekken.

De dikte van de bewolking neemt nog verder toe: er ontstaat Altostratus, Nimbostratus en Stratus vlak bij de grond. De lucht is dan geheel grijs.
Hieruit ontstaat vaak een breed gebied met regen en motregen, vóór het grondfront uit. (Fig. 8.5.3).
Hoe langzamer het front trekt, des te langduriger is de periode met neerslag.

** als het gaat (mot)regenen, nadert het grond-warmtefront.*

Wanneer het warmtefront ook aan de grond overgetrokken is, stopt de meeste neerslag en nemen temperatuur (warme sector!) en vochtigheid snel toe.
In de daarop volgende warme sector is het vaak bewolkt met soms nog wat regen of motregen, zeker in het herfst-, winter- en lenteseizoen.

** let op: bij passage van het grondfront kan een windsprong volgen!*

Fig. 8.5.3.1.2
Bij een opkomend warmtefront neemt de bewolking op hoogte snel toe.
De zon is 'als door matglas' nog net te zien.
(De wolken trekken van rechtsonder naar linksboven)

Aandachtspunten bij een warmtefrontpassage

- soms een snelle windsprong (ruimend om!) bij passage van het grond-front.
- mogelijk snelle windtoename (binnen 10 minuten) na passage grond-front, vooral in de winter. Bekijk de weerkaarten!
- vooral in de winter kan bij grote temperatuurverschillen voor en achter het warmtefront de windrichting loodrecht op elkaar staan. (Fig. 8.5.3.1.3)
- in de winter kans op ijzel. (Voor ontstaan van ijzel zie.8.8.1)

8.5.4 Het koufront

koufront

Een koufront is het scheidingsvlak tussen warmere lucht en koudere lucht waarbij de koudere lucht de warmere gaat verdrijven.
Dat verdrijven gaat meestal vrij snel omdat de koudere lucht zwaarder is dan de lichtere en zachtere lucht én zich sneller verplaatst.

De hellingshoek van een koufront is dan ook groter, ca. 60°; het frontvlak helt achterover. Hierdoor komt de koude lucht eerst aan de grond binnen, daarna pas op hoogte. (Fig. 8.5.4)
Na passage van het koufront komen we in koudere lucht; de temperatuur daalt en de luchtvochtigheid neemt af. Er komen vaak opklaringen voor, al dan niet afgewisseld door buien.

** let op: bij passage van het grond-koufront kan een windsprong volgen!*

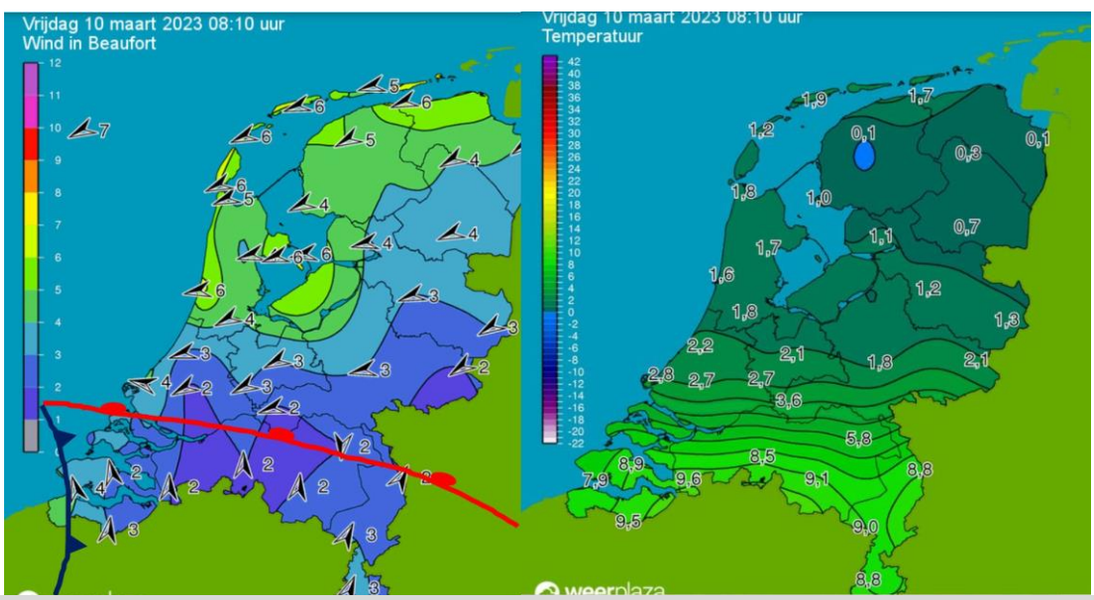


Fig. 8.5.3.1.3
Rond een warmtefront kunnen zich hele grote verschillen in windrichting en temperatuur voordoen. Vóór het front een matig tot krachtige noordoostenwind en 1-2°C, erachter een zwakke zuidenwind en 8-10°C (kaartjes Weerplaza.nl)

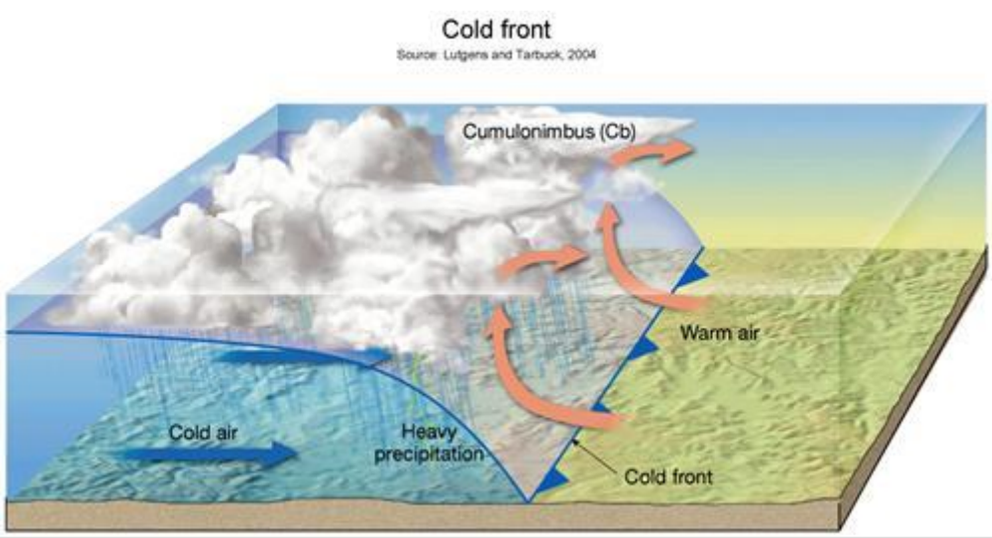


Fig. 8.5.4
Een koufront

Door de steile stand van het koufront wordt de warme lucht snel naar boven gedrukt. Daarbij kunnen regen- en onweersbuien ontstaan. Doordat de koude lucht het eerst aan de grond binnenkomt, valt de meeste neerslag achter het front.

8.5.4.1 Bewolking en neerslag bij een koufront

Door de steile stand van het koufront én de grotere snelheid van de naderende koude lucht wordt de warmere lucht snel omhoog gedrukt. Daarbij ontstaat bewolking waaruit neerslag kan vallen. Dit is een heel ander soort bewolking dan die langs een warmtefront. Het betreft o.a. Cumulonimbus, buienwolken.
De neerslag kan buiige regen zijn maar er kan ook lichte tot zware regen vallen.
Ze trekt over het algemeen vrij snel over.

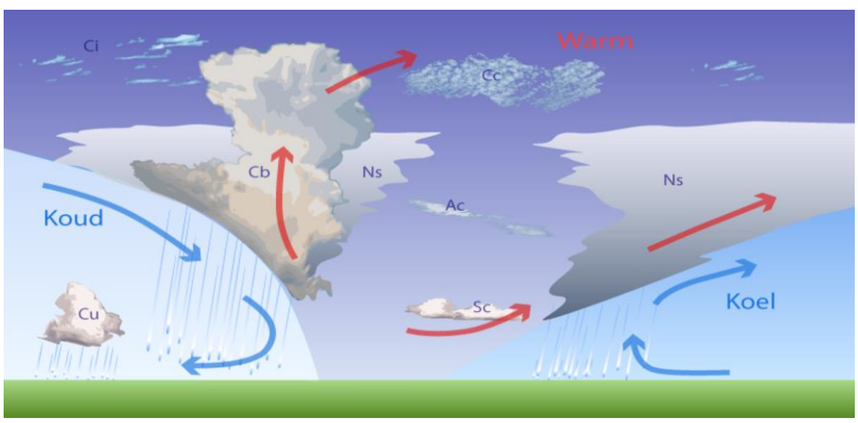


Fig. 8.5.4.1.1
Hellingshoek van fronten

Door een andere stand van het front ontwikkelt zich ook een ander soort bewolking.
In het midden de warme sector.

Aandachtspunten bij een koufrontpassage: ·

- windsprongen bij passage van het grondfront; altijd ruimend om!
- veel wind rond het koufront, vaak vlak vóór en óp het front
- ‘ingebedde’ buienlijnen op het front met windstoten en mogelijk onweer.

Fig. 8.5.4.1.2
Achterkant koufront

De regen is weggetrokken. Er stroomt meestal koudere en drogere lucht binnen. De opklaringen zijn al zichtbaar.
(De bewolking trekt naar ons toe)

8.5.4.2 Koufronten bij stormdepressies

We spreken van ‘stormdepressies’ als er bij de depressie een windveld ligt met aan de grond enige tijd minimaal windkracht 9: storm.
Ze komen vooral voor in het najaar, de winter en het voorjaar.
Bij stormdepressies kunnen koufronten bestaan uit een smalle buienlijn met felle windstoten, hagel en onweer.

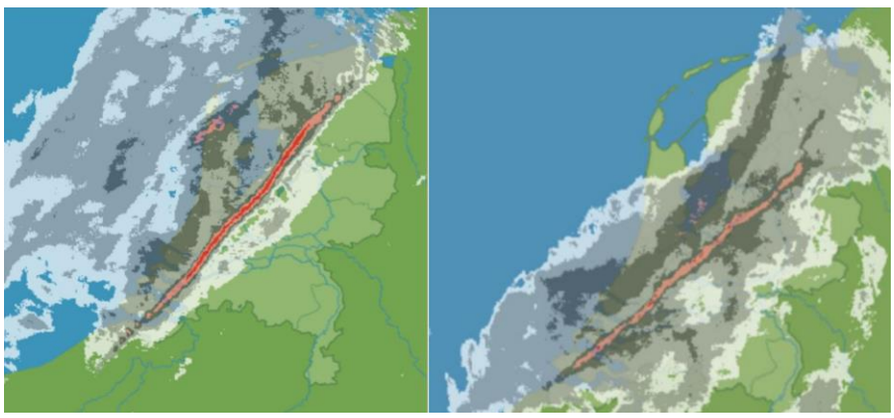


Fig. 8.5.4.2
Voorbeelden van zeer actieve, smalle buienlijnen op een koufront.
Ze kunnen aan de voorkant liggen of dieper in het neerslaggebied

Deze fronten liggen ingebed in een groter regengebied. Op de radar zijn ze goed zichtbaar. Het zijn snel trekkende buienlijnen die in ca. 5 à 10 minuten passeren, met een snelle windsprong.
Hoewel ze zeker gevaar met zich meebrengen, zal het doorgaans te hard waaien om te draaien. Maar zet ook een stilstaande molen goed beveiligd weg.

8.5.5 Occlusie

occlusie

Occlusies zijn fronten waarbij het warmtefront is ingehaald door het koufront. Doordat een koufront zich sneller verplaatst dan een warmtefront loopt het koufront in op het warmtefront.
De zachtere lucht aan de grond in de warme sector verdwijnt daarbij en wordt omhoog gedrukt waar deze langzaam gaat afkoelen.
De twee koelere luchtsoorten liggen nabij de grond tegen elkaar. Het scheidingsvlak heet een geoccludeerd front of kortweg: occlusie.

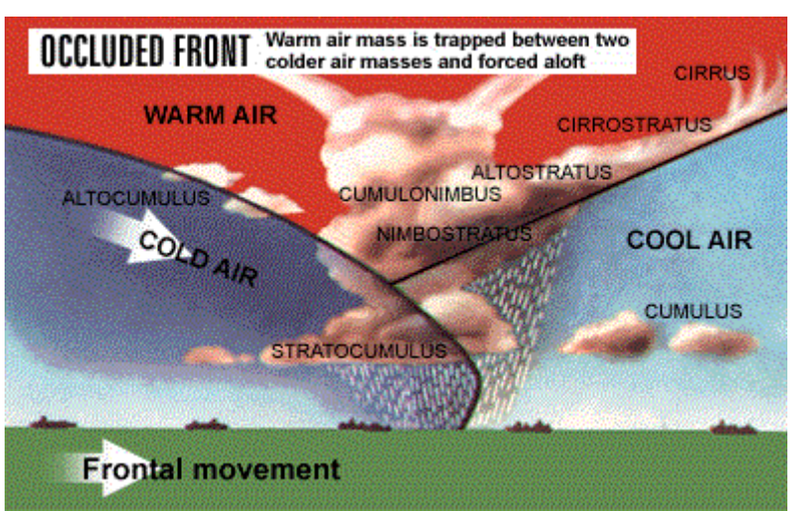
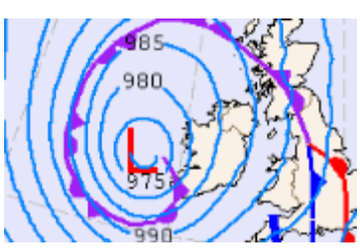


Fig. 8.5.5
Een occlusie

De warme lucht is omhoog gedrukt door de koudere lucht.



Occlusies ‘krullen’ zich om de kern van een lagedrukgebied.
Dat kan zover gaan dat ze aan de onderkant van de kern weer naar het oosten komen (‘back-bend’).
Afhankelijk van de trekrichting en jouw positie kan dan een dergelijk occlusie twee keer over de molen komen.
Als het hard waait kunnen ze ‘afbreken” en als los stuk front doorkomen.

** bij passages van occlusies kunnen we een windsprong verwachten.*

8.5.5.1 Bewolking en neerslag bij een occlusie

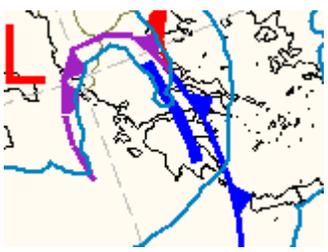
Aan weerszijden van een occlusie ligt koelere lucht. De neerslag op een occlusie kan dan ook van alles zijn, zware regen, lichte regen, motregen of buiige regen of zelfs onweersbuien.
De neerslag kan overal rond het occlusiefront verwacht worden.
Voor wat betreft bewolking kan alles voorkomen wat bij warmte- en koufront voorkomt; niet gek natuurlijk aangezien het een 'restant' is van deze fronten.

** rond een occlusie kans op veel wind, regen of (onweers-)buien en forse windsprongen (tot wel 180°)*

8.5.6. Troggen

trog
buienlijn

Een trog (ook wel: hoogtetrog) is een buienstoring die achter koufronten voorkomt. De buien betreffen losse of geclusterde buien, soms ook buienlijnen die wat zwaarder zijn met kans op onweer, windstoten en mogelijk hagel.
Troggen komen opzetten van zuidwest tot noord. Ze komen in ons land het hele jaar vaak voor.
Op weerkaarten wordt een trog aangegeven met een dikke **blauwe** (of zwarte) lijn achter een koufront.
Opm: Hoewel een trog op hoogte voorkomt wordt deze toch in de weerkaart getekend – die voor het overige de situatie aan de grond weergeeft (zie 8.6.1). Dit is vanwege de grote invloed die een trog op het weer kan hebben.



Wat is een trog?
Een trog is een grote bel extra koude lucht op hoogte, meestal ca. 3 à 6 km. Deze koude lucht verplaatst zich en drukt de warmere lucht ervoor met geweld weg. De lucht wordt tijdelijk instabiel en er treedt wolkvorming op.

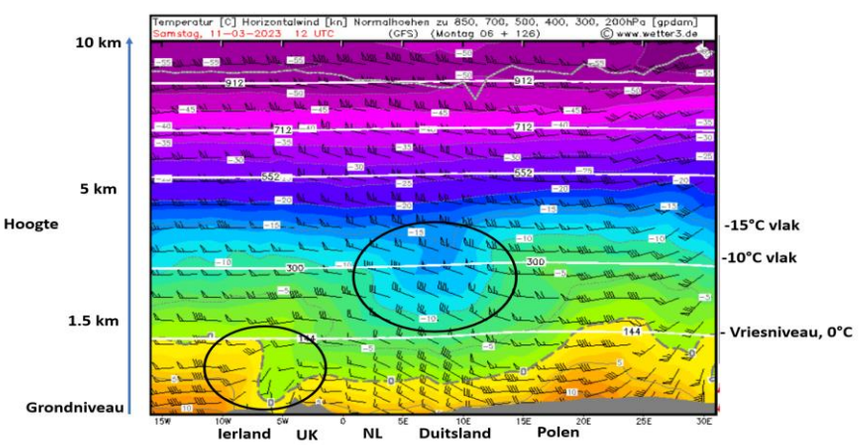


Fig. 8.5.6
Temperatuursopbouw in de troposfeer.

Grote cirkel: een trog - een bel koude lucht - die omlaag komt. De -10°C lijn zakt ca. een kilometer.

Kleine cirkel: boven Ierland nadert een warmtefront met een muur van warme lucht.
Het vorstniveau (0°C lijn) wordt ca. 1 km. opgetild.
Nabij Polen een koufront met een windsprong van ZW naar NW.

buienwolk

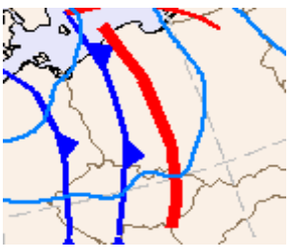
Daarbij ontstaan meestal stapelwolken, waaronder Cumulonimbus (Cb) ofwel buienwolk. Een trog levert dus vaak buien op. Deze nemen overigens weer snel af zodra de trog overgetrokken is.

Rond een trog liggen de isobaren vaak wat dichterbij elkaar, waardoor de wind zal toenemen. Ook draait de wind meestal wat ruimend.

** een trog levert vaak (stevige) buien op en tijdelijk toenemende, ruimende wind.*

Op de radar is een buiengebied behorende bij een hoogtetrog te herkennen aan de wat zwaardere neerslag en soms ook wel aan een lijnvorm in de buien.
Met het oog is vanaf de molen een hoogtetrog echter lastig te herkennen.
Het zijn buien die overkomen, welke echter vaak verspreid zijn over de gehele horizon. Troggen liggen meestal ingebed in een gebied waar toch al buien voorkomen.

8.5.7 Vores (of convergentielijnen)



Een vore – ook wel convergentielijn genoemd – is een storing in de warmere lucht. Hierbij vormen zich vaak grote regen- of onweersbuien, die tot noodweer kunnen leiden.
Vores komen voor in zuid- tot zuidwestelijke stromingen, vooral tussen mei en september.
Op weerkaarten wordt een vore aangegeven met een dikke **rode** (soms zwarte) lijn, altijd vóór een koufront: daar bevindt zich de warmere lucht.

Wat is een vore?
Een vore is een gebied met een lagere druk door grote landwarmte, waarbij lucht gaat opstijgen. Deze lucht botst met koudere lucht boven de Golf van Biskaje en de Britse eilanden. Dit gebeurt altijd aan de voorkant – warme kant! – van een koufront. Daarbij ontstaat een flinke opwaartse beweging van warme lucht en vormen zich vaak enorme stapelwolken en grote regen- en onweerscomplexen.
Soms ontstaan meerdere vores achter elkaar, met elk hun eigen buiengebied.

Vores komen opzetten met buien of doen deze in hoog tempo ontstaan. Tijdens de buien is er een windsprong en draait de wind naar zuidwest tot west en koelt het af. Echter, het koufront volgt pas na enige tijd!

Fig. 8.5.7
Altocumulus floccus en castellanus

Dit soort bewolking is vaak een voorbode van naderend onweer. De bovenlucht is al dichtgetrokken vanwege grote aambeelden.

De buien worden soms 6 à 8 uur eerder voorafgegaan door ‘onweer-verklikkers’, zoals Altocumulus floccus of Altocumulus castellanus (‘kanteelwolken’)

Aandachtpunten bij een vore-passage:
- zich snel ontwikkelende zware regen- en/of onweersbuien, (grote) hagel
- (zeer) zware windstoten
- grote treksnelheid
- windsprong

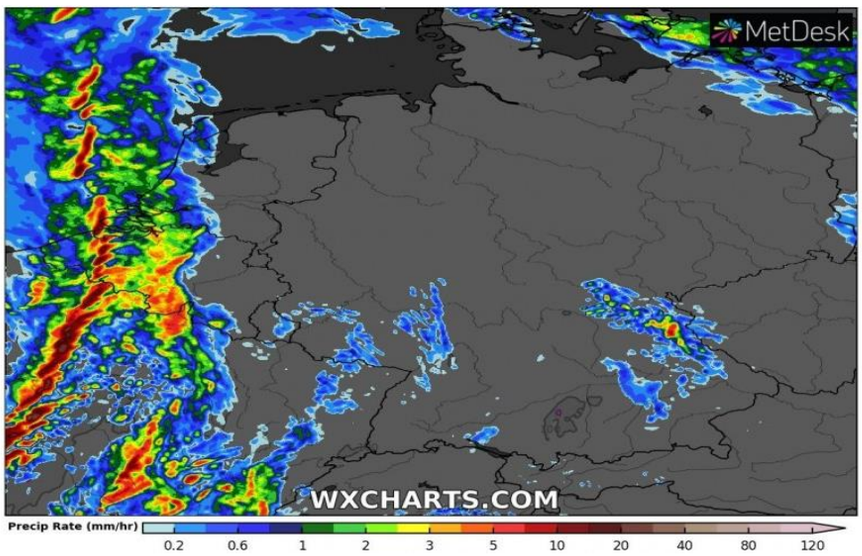


Fig. 8.5.7.1
Buienlijn op een vore

Een zware buienlijn – donkergele en zwarte vlekken – ligt o.a. over Zeeland en trekt NO-waarts. Neerslaghoeveelheden van 10-20 mm/u zijn mogelijk.

8.5.8 Frontale golven

frontale golf

Het komt regelmatig voor dat een straalstroom probeert een depressie te vormen maar dat dit niet goed lukt. Alles ligt dan net niet lekker 'in fase'. Dan gaat het front wel knikken met vorming van een warmte- en koufront maar vormt zich geen lagedrukgebied. Dat noemen we een frontale golf. Er ontstaat dan alleen een warme sector, vaak zonder occlusie.

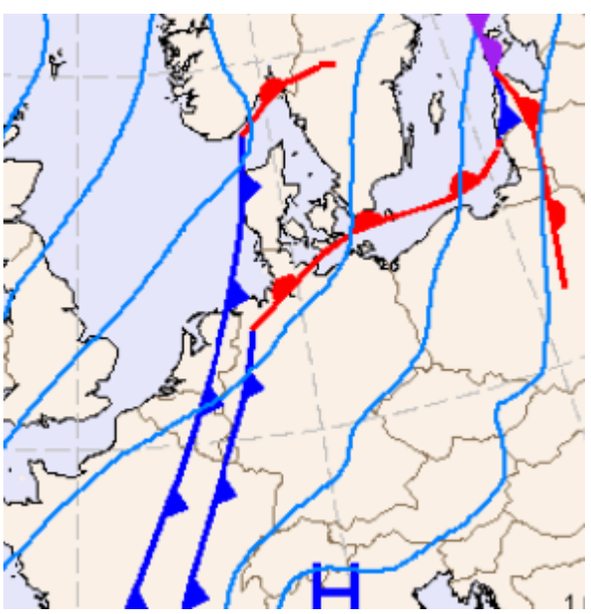
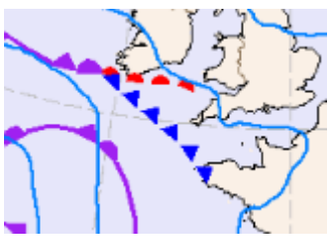


Fig. 8.5.8
Frontale golven

Twee frontale golven trekken met weinig wind over Nederland naar Zuid-Zweden.
Uit het isobarenpatroon valt iets af te leiden over de hoeveelheid wind en windsprongen.

Belangrijk bij frontale golven is, te letten op de isobaren. Aan de zuidzijde van een dergelijk golf kan veel wind staan, terwijl er 'op de kop' weinig wind staat. Een frontale golf kent over het algemeen geen winddraaiing tegen de wijzers van de klok in 'op de kop', aangezien er geen depressiekern gevormd zal worden. Wel kunnen er flinke windsprongen optreden.
Trekt zo'n golf precies over Midden-Nederland naar het oosten dan kan het in het noorden bijna windstil zijn en in Brabant en Limburg windkracht 7-8 Bft. waaien uit het zuidwesten.

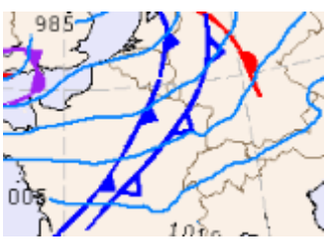
8.5.9 Oplossende fronten



Fronten kunnen oplossen doordat de luchtsoortverschillen (temperatuur en vochtigheid) kleiner worden of doordat zich hogere druk gaat opbouwen over een deel van het front heen, waardoor het geschuif met luchtsoorten af zal nemen.

Oplossende fronten worden op een weerkaart weergegeven met niet-verbonden bolletjes of driehoekjes.
Ze hebben niet veel invloed meer op het weer.

8.5.10 Hoogte fronten



Fronten kunnen in tweeën splitsen en dan afzonderlijk overtrekken. Dat kan zowel bij warmtefronten, koufronten als bij occlusies het geval zijn.

Door bijvoorbeeld zeer veel wind hoger in de lucht worden de oorspronkelijke fronten op een bepaalde hoogte uit elkaar gerukt in twee delen en komt het bovenste deel van het front los van het onderste deel. Ze gaan dan beiden een eigen leven leiden.

Op een weerkaart worden hoogtefronten weergegeven met open driehoekjes of open bolletjes

8.5.11 Jonge en oude depressies

Hierboven hebben we het ontstaan van drukgebieden en fronten gezien (8.5.2)
En ook de nauwe samenhang tussen die beiden.
Beiden kennen een ontwikkeling: ze ontstaan maar verdwijnen ook weer na enige tijd als de luchtdrukverschillen afnemen.
Of een depressie jong is of alweer bezig is te verdwijnen, heeft invloed op het weer rond zo'n depressie.

jonge depressie

Jonge depressies zijn zich aan het ontwikkelen met fronten. Er is duidelijk sprake van een grote warme sector met warmte- en koufront maar troggen komen eigenlijk nog niet voor. Ook de occlusie is nog niet ontstaan.
Er kan veel tijd verlopen tussen de passage van het warmtefront en het daarop volgende koufront.

Jonge depressies zijn belangrijk omdat juist bij deze lagedrukgebieden het flink kan waaien met grote luchtdrukdalingen.
De meeste neerslag rond fronten valt ook bij jonge depressies.

oudere depressies

Bij oudere depressies wordt de occlusie steeds langer en kan tot onder de kern door weer omkrullen. Ook breekt een lange occlusie vaak in stukken.
Door het ontstaan van de occlusie verdwijnt de warme sector.
Er vormen zich meestal ook hoogtetroggen. Het kan wel waaien maar de afstand tussen de isobaren wordt groter en de wind neemt af. De fronten worden minder actief voor wat betreft neerslag.

Waar de fronten nog niet geoccludeerd zijn, kan het koufront snel na het warmtefront volgen.

8.6 WEERKAARTEN

8.6.1 Wat is een weerkaart?

Een weerkaart is een vereenvoudigde – grafische – weergave van het luchtdrukpatroon aan de grond, meestal in combinatie met fronten, van bovenaf gezien en als plat vlak weergegeven.

analyse-, prognose kaart

Weerkaarten bestaan in twee soorten: analysekaarten en prognosekaarten.
De analysekaart wordt getekend op basis van de actuele situatie, zoals gemeten luchtdruk en radarbeelden van neerslag. De prognosekaart geeft aan, wat de computer verwacht ('berekent') voor de komende uren.
Door enkele kaarten van verschillende tijdstippen achter elkaar te leggen, worden veranderingen zichtbaar.

UTC-tijd

Op weerkaarten staat altijd de datum en de tijd. Als UTC-tijd vermeld wordt is dat bij ons UTC+1 uur (wintertijd, 1 uur later) of UTC+2 (zomertijd, 2 uur later)

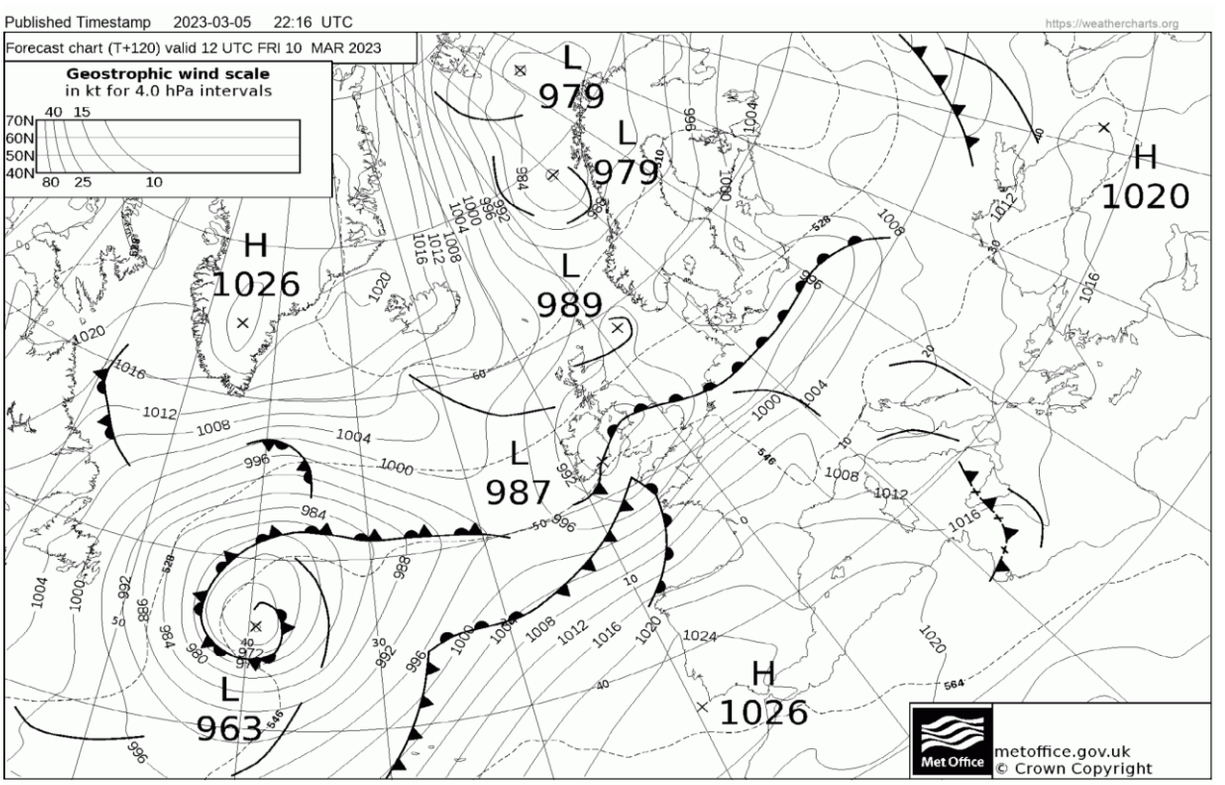


Fig. 8.6.1
Een Bracknell weerkaart van het Engelse Met Office. Deze kaarten worden altijd in zwart-wit weergegeven.
De isobaren worden om de 4 hPa (millibar) getekend; bij het KNMI is dat om de 5 hPa.
Prognoses worden gegeven van 12 -120 uur vooruit. De uitgiftedatum van deze prognose is 5 maart 2023, de verwachting (Forecast, T+120) is 120 uur vooruit, dus voor 10 maart, 12 UTC.
Let op: door het type kaartprojectie lopen de meridianen niet parallel aan elkaar of recht omhoog naar het Noorden.

8.6.2 Wat zien we op een weerkaart?

8.6.2.a Drukgebieden en isobaren

isobaren

Op een weerkaart staan isobaren: lijnen van gelijke luchtdruk.

drukgebieden

Die lijnen vormen patronen die laten zien waar hoge- en lagedrukgebieden liggen

** isobaren worden op KNMI-kaarten getekend als blauwe lijnen*

hogedrukgebied

In het centrum van een hogedrukgebied staat een **H** (Hoog of High of Hoch) met daarbij de hoogste druk in millibar of hPa (hectopascal).
Daaromheen liggen dan de isobaren die een afnemende druk weergeven, vaak per 4 of 5 millibar of hPa.

lagedrukgebied

In het centrum van een lagedrukgebied staat een **L** (Laag of Low) of een T (Tief)
De kern is omsloten door isobaren, met naar buiten toe oplopende druk.

Eerder hebben we gezien hoe de stroming is rond een hoge- en lagedrukgebied:
- bij hogedruk: met wijzers van de klok mee vanuit het centrum.
- bij lagedruk: tegen de wijzers van de klok in naar het centrum toe.

windrichting

De windrichting wordt niet op de kaart weergegeven, maar kan wel eenvoudig afgeleid worden uit de isobarenpatronen (zie 8.4.2).
Als isobaren gaan krommen geeft dat een verandering van windrichting aan.

windtoename

Komen isobaren dichter bij elkaar te liggen dan kunnen we een toename van wind verwachten.

windafname

Komen ze verder uit elkaar te liggen dan gaat de wind afnemen.

8.6.2.b Fronten

warmtefront, koufront

Op een weerkaart worden ook warmte- en koufronten weergegeven, in kleur of zwart-wit. Let bij zwart-witweergave op bolletjes of driehoekjes.
Bolletjes en driehoekjes geven de trekrichting van het front aan.

hellingshoek van fronten

De posities van fronten worden weergegeven op ca. 1,5 meter boven de grond.
Bedenk daarbij dat frontvlakken een hellingshoek hebben: hierdoor ligt het front in de hogere luchtlagen ergens anders dan nabij de grond.

** een warmtefront kan zich al boven ons hoofd uitstrekken – waarbij de bovenlucht al verandert – terwijl de getekende frontlijn op de kaart zich nog op honderden kilometers afstand bevindt.*

De weergave van fronten:

warmtefront

- Warmtefront: rode lijn met halve rode bolletjes of een zwarte lijn met halve zwarte bolletjes.
  De halve bolletjes liggen aan de kant waar het front heen trekt.

koufront

- Koufront: blauwe lijn met blauwe driehoekjes of zwarte lijn met zwarte driehoekjes. De driehoekjes liggen aan de kant waar het front heen trekt.

occlusie

- Occlusie: paarse lijn met om-en-om een paars driehoekje en een paars bolletje.
  De driehoekjes en bolletjes liggen aan de kant waar het front heen trekt.

hoogtefront

- Hoogtefronten: deze fronten worden weergegeven in blauw, rood of zwart met open halve bolletjes of open driehoekjes.

oplossend front

– Oplossende kou- of warmtefronten. Hierbij worden alleen de bolletjes of driehoekjes weergegeven – dus zonder lijn – in rood, blauw of zwart.

stationair front

– Stationair front; dit is een front in rust, vaak in een hogedrukgebied. De luchtsoortscheiding is wel aanwezig maar de luchtsoorten liggen 'in rust' naast elkaar en het front ligt stil. Bolletjes en driehoekjes wisselen elkaar af.

trog

– Trog (of buienlijn): blauwe lijn achter een koufront (buienstoring,)

vore, convergentielijn

– Vore (of convergentielijn): rode lijn voor een koufront uit. Soms nog als visgraat weergegeven.

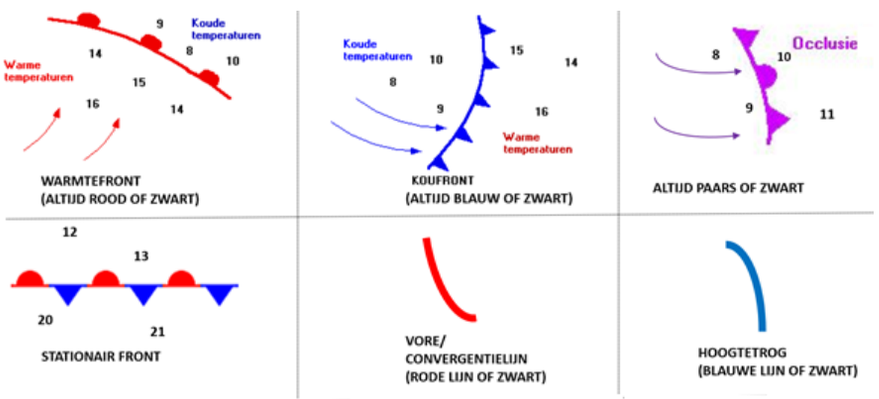


Fig. 8.6.2.1
De weergave van fronten, occlusies, vores en troggen op weerkaarten.

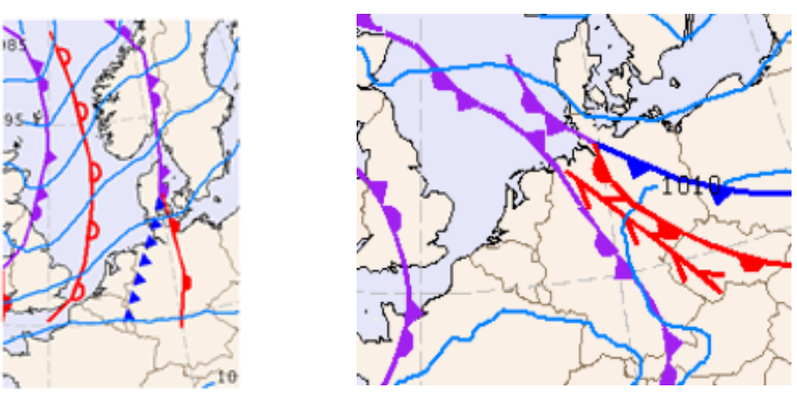


Fig.8.6.2.2
Links:
Open bolletjes of driehoekjes: een hoogtefront.
Losse driehoekjes of bolletjes: een oplossend front.

Rechts:
Een vore wordt soms nog als visgraad weergegeven.

8.6.2.c. Windsprongen

Krommingen en knikken in isobaren zijn belangrijk. Deze geven aan dat de wind een andere richting zal krijgen. Dat kan geleidelijk gaan (bij een kromming) of heel snel (bij een knik).

windsprongen

Windsprongen komen vooral voor rond fronten – maar zeker niet alleen daar. Ze zijn op een weerkaart doorgaans goed te zien, al kunnen windsprongen in de werkelijkheid groter zijn de weerkaart doet vermoeden.

Een windsprong kan klein zijn – de wind draait dan bijvoorbeeld van zuidwest naar westzuidwest, dat is. ca. 22 graden – tot wel 180 graden in extreme gevallen. Dan draait de wind plots van zuid naar noord.

Behalve de windrichting kan ook de windsterkte veranderen bij een windsprong op een front.

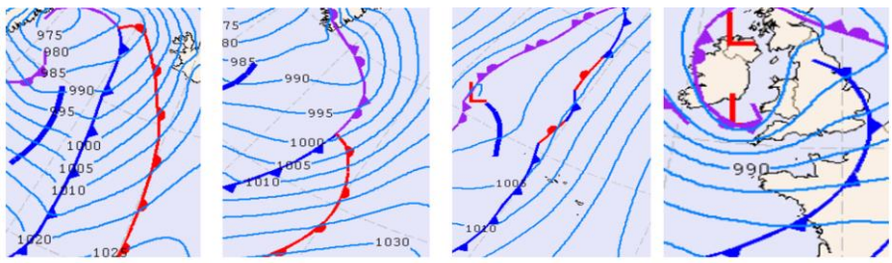


Fig. 8.6.2.3
Windsprongen op koufronten.

Bij windsprongen verandert de windrichting. Soms ook de windsterkte.

8.6.2.d Een rug van hogedruk

rug van hoge druk

Een uitstulping van een hogedrukgebied noemen we een rug van hogedruk. Het maakt daarbij het niet uit of een hogedrukgebied ten noorden of zuiden van ons ligt. Een rug van hogedruk ligt altijd tussen twee depressies in.

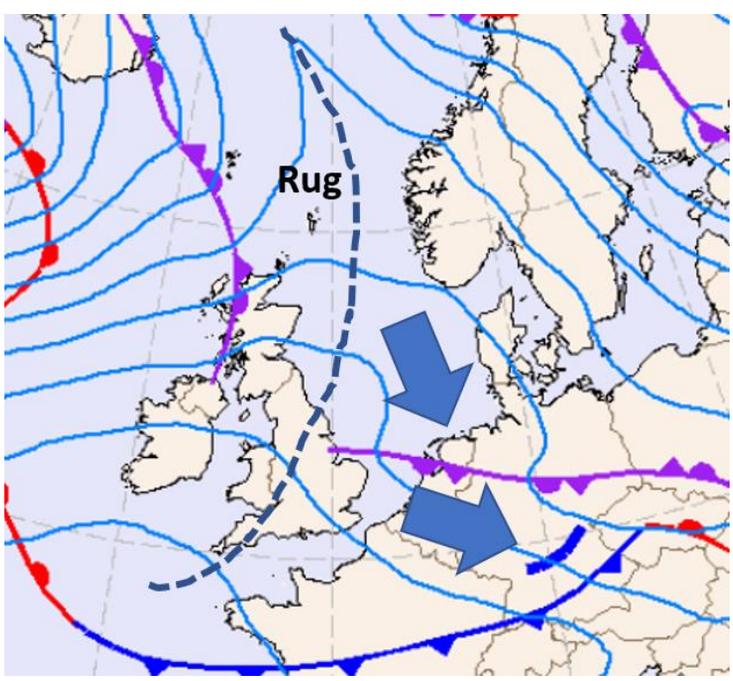


Fig. 8.6.2.4
Een rug van hoge druk en een windsprong op een occlusie.

De occlusie trekt in zuidwestelijke richting over ons land.
De wind draait daarbij van westnoordwest naar noordnoordwest. De matige wind verandert daarbij weinig.
Stippellijn: een rug van hogedruk met een grote windsprong in de uitloper.

De rug kent altijd gekromde isobaren, vanuit het hogedrukcentrum naar buiten toe. De kromming kan zwak zijn of juist vrij scherp. Hoe scherper de kromming, hoe groter de windsprong.
Kenmerkend voor een rug van hogedruk is dat deze een weersverbetering brengt maar ook vaak de wind laat afnemen en draaien.
Vanwege de afnemende wind is het effect op een molen meestal niet zo groot.

8.6.3 Een serie weerkaarten lezen.

verandering van plaats
verandering van luchtdruk

Door meerdere weerkaarten achter elkaar te lezen, bijvoorbeeld de 06, 12 en 18 uur kaart, ziet men hoe snel en in welke richting drukgebieden zich verplaatsen en of de luchtdruk zal veranderen.
Daarmee valt globaal in te schatten hoe snel veranderingen kunnen worden verwacht.

verandering van windsterkte
verandering van windrichting

We kunnen zien hoe isobaren over onze regio zullen trekken en of er knikken in zitten. Daaruit valt een inschatting te maken over wind toe- of afname en (verandering van) de windrichting.

passage van fronten

Ook zien we welke fronten mogelijk over onze regio gaan trekken. Dat kan een aanwijzing vormen voor komende neerslag.
Willen we meer details weten dan is daar andere informatie voor nodig.

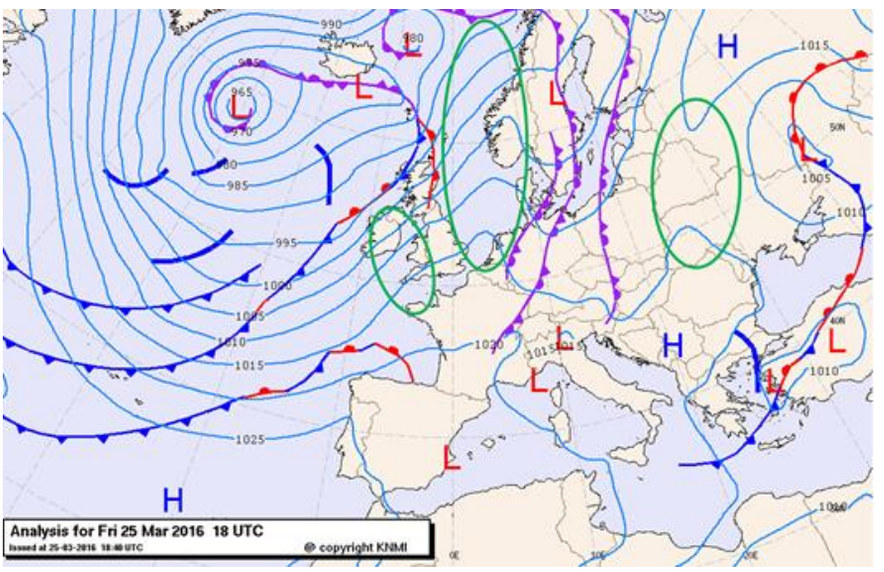


Fig.8.6.2.5
Enkele ruggen van hoge druk. (groen omlijnd)
Dat zijn uitstulpingen van een hogedrukgebied, gelegen tussen twee lagedrukgebieden. Ze geven een weersverbetering.

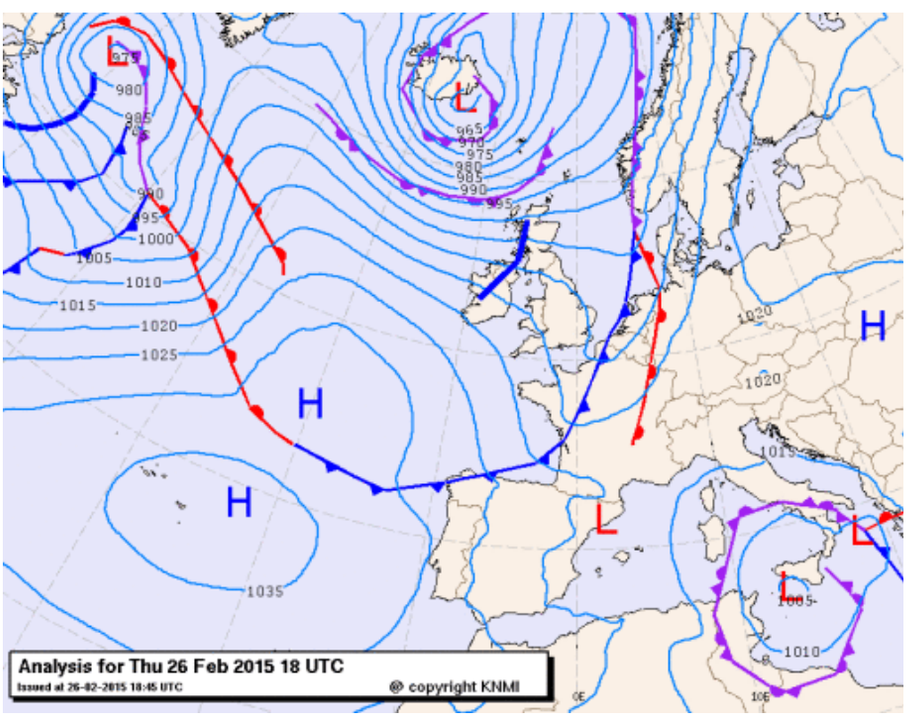


Fig. 8.6.2.6
Een rug van hoge druk en windsprongen.

Over Nederland trekt een koufront. De forse kromming in de isobaren zal een aanzienlijke verandering van windrichting geven.
Ten westen van IJsland ligt een rug van hoge druk met een flinke windsprong.
Bij het zuidelijke warmte- en koufront ZW van Groenland ook forse windsprongen.

** rond fronten kun je vrijwel altijd verandering van het weer verwachten.*

Opm: op weerkaarten wordt niet weergeven: windsterkte en windrichting, bewolking, neerslag, temperatuur en luchtvochtigheid.

8.7 WOLKEN

Wolken zijn zichtbare vochtvelden die in de lucht drijven en geen contact hebben met de grond. Ze bestaan in vele soorten en afmetingen.
Ze komen voor tussen 10 meter hoogte (zeer lage Stratus - St) en bijna 18 km hoge aambeelden van buien (Cumulonimbus - Cb).

(onderkoelde) waterdruppels
ijskristallen

Wolken bestaan uit waterdruppels, onderkoelde waterdruppels en/of ijskristallen, afhankelijk van het type wolk, hoe hoog ze in de lucht voorkomen, de temperatuur daar en het seizoen.
Mist lijkt op een wolk tot aan de grond maar is geen wolk.

Terzijde: Het ontstaan en oplossen van wolken – een natuurkundig verschijnsel.

Ontstaan van wolken.

luchtvochtigheid

Lucht bevat altijd – onzichtbare – waterdamp. We spreken daarbij over luchtvochtigheid. Bij vochtige lucht is die hoog, bij droge lucht laag.
Dit wordt aangegeven in percentages, bijvoorbeeld 53% of 87%. Is de

verzadigde lucht
onverzadigde lucht

luchtvochtigheid 100%, dan spreken we van verzadigde lucht, anders van onverzadigde lucht.
De hoeveelheid waterdamp die de lucht kan bevatten, is echter niet altijd hetzelfde: bij warme lucht is dat meer dan bij koude lucht.
Belangrijk: onverzadigde lucht raakt bij afkoelen steeds meer verzadigd.

condenseren

Als lucht opstijgt koelt ze af – bijvoorbeeld bij fronten of in een lagedrukgebied of vanwege verwarming door de zon. De koudere lucht kan minder waterdamp bevatten en raakt steeds meer verzadigd. Is het verzadigingspunt (100%) bereikt en koelt de lucht nog verder af dan gaat de waterdamp condenseren: ze gaat over in druppels. Die zijn zichtbaar: een wolk.
Dat verschijnsel kennen we: bij koud weer vormt onze adem kleine wolkjes!

Stijgt de lucht nog verder – en wordt nog kouder – dan raken de waterdruppels eerst onderkoeld, d.w.z. kouder dan 0°C, maar ze blijven nog wel vloeibaar. Koelt het verder af tot ca. -8 à -12°C, dan gaan ze over in ijskristallen.
Hoge bewolking zoals Cirrus en Cirrostratus bestaat dan ook uit ijskristallen.
Cumulonimbus ook, vooral in de toppen (het aambeeld).
Wolken bestaan dus uit waterdruppels of een mix van (onderkoelde) waterdruppels en ijskristallen.

Oplossen van wolken.

verdampen

Het omgekeerde gebeurt ook: koude lucht die gaat zakken wordt warmer. Bijvoorbeeld aan het eind van een zomerse dag, als de zonnewarmte gaat afnemen. Maar ook in de kern van een hogedrukgebied. Bij het zakken neemt de temperatuur van de lucht toe. Op zeker moment gaan de waterdruppels in de wolk weer verdampen: ze gaan over in waterdamp. Die is onzichtbaar: de wolk lost op.

dauwpunt

Het begrip 'dauwpunt' komt soms voor in weerberichten, m.n. voor de luchtvaart. Dit is de hoogte waarop een zodanige luchttemperatuur heerst dat waterdamp gaat condenseren en de wolk zich begint te vormen.

De bases van wolken bevinden zich daarom op zo'n dag doorgaans op gelijke hoogte. Vooral bij stapelwolken is dat goed te zien.
Afhankelijk van luchtvochtigheid en temperatuur zal de hoogte van de wolkenbasis overigens vaak per dag verschillen.

Bij gelijke luchtvochtigheid zal In koude opstijgende lucht eerder wolkvorming plaatsvinden dan in warmere opstijgende lucht.
Bij heel droge lucht kan wolkenvorming echter ook uitblijven. De opstijgende lucht raakt dan namelijk niet verzadigd zodat geen condensatie optreedt.

8.7.1 De indeling van wolken

hoge, middelbare, lage en verticaal ontwikkelde bewolking

We duiden de bewolking globaal aan als hoge, middelbare en lage bewolking en verticaal ontwikkelde bewolking (Ns en Cb).
Verticaal ontwikkelde bewolking kan (veel) neerslag geven.
Opm: ‘nimbo’ betekent: regen, ‘stratus’ betekent: gelaagd.

Wolken worden ingedeeld naar geslachten (bijv. Cumulus) en soorten (bijv. congestus, ‘verzadigd’). Voorbeeld: Cumulus humilis, ‘kleine cumulus’.
Soms krijgen ze nog een extra aanduiding (bijv. undulatus, ‘golvend’)
Voor al die namen worden afkortingen gebruikt, bijv. Ac, CS, St enz. (Fig.8.7.1)

Deze namen hoeft de molenaar niet allemaal te kennen. Enkele namen kennen van veelvoorkomende bewolking, vooral rond fronten, is wel nodig.

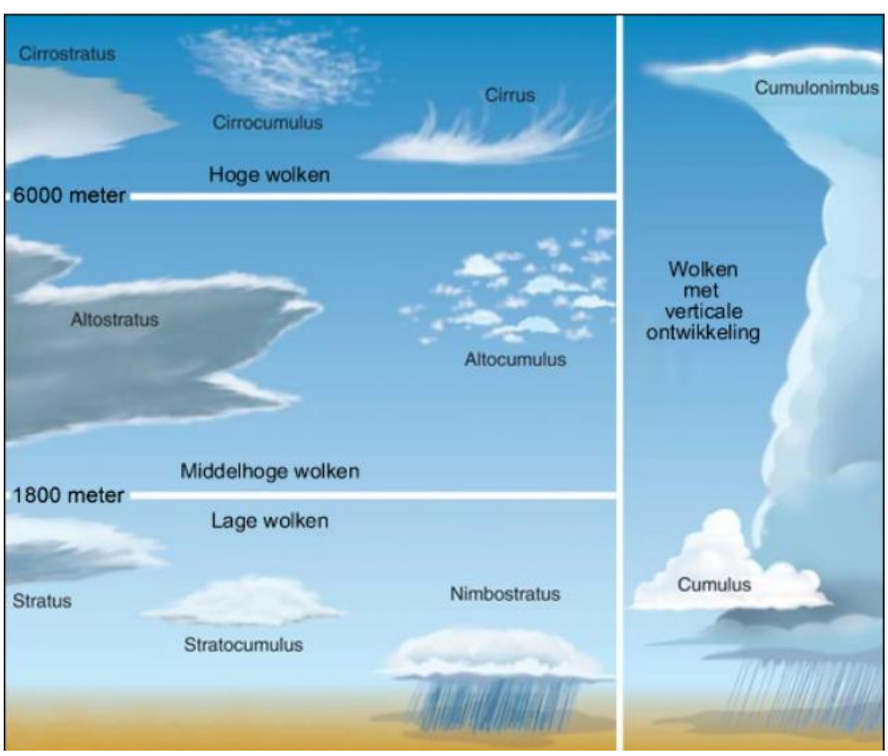


Fig. 8.7.1
Een overzicht van wolkenklassen en de hoogte waarop deze voorkomen.

8.7.2 Frontale wolken

Frontale wolken zijn wolken die voorkomen rond een warmte- of koufront of een occlusie. Ze bestaan uit lagen van wolken ten gevolge van het opglijden van luchtsoorten of doordat de fronten oplossen. Deze lagen (wolkenvelden) kunnen dun zijn, zodat de zon er ‘als door matglas’ nog doorheen kan schijnen, maar ook zo dik dat de zon volledig wordt afgeschermd.

condensatie

Bij het opglijden van lucht nabij fronten wordt lucht omhoog geduwd. Ze koelt daarbij af en er treedt condensatie op: er ontstaat bewolking. Deze kan dik of

gelaagde bewolking

dun zijn en al of niet neerslag geven. Ze kan de hele lucht bedekken of delen ervan. Belangrijk is dat het om gelaagde bewolking gaat die in horizontale velden voorkomt.
Doordat een warmtefont een kleinere hoek maakt met het aardoppervlak dan een koufront, ontstaat ook een ander soort bewolking.
Daardoor kunnen heel verschillende weersomstandigheden verwacht worden.

8.7.2.1 Bewolking bij een warmtefront

Bij een warmtefront schuift de warme lucht geleidelijk omhoog langs de koudere lucht. Dit proces verloopt rustig waarbij de laag bewolking langzamerhand steeds dikker wordt. (Cirrus, Cirrostratus, Altostratus en Nimbostratus)

De zware regenwolken (Ns) zitten kort vóór het grondfront; daar valt de meeste regen. Zodra het grondfront passeert, neemt de neerslag af.

Fig. 8.7.2.1
Bewolking bij een warmtefront, gezien door een waarnemer op de grond (gele pijl). Het front trekt van links naar rechts.

- de bewolking neemt toe, maar de zon is nog zichtbaar. Er verschijnt een halo.
- de zon staat op het punt te verdwijnen achter de in dikte toenemende bewolking.
- de hele lucht is grijs en gesloten.
- uit de Nimbostratus valt regen: het grondwarmtefront nadert.

8.7.2.2 Bewolking bij een koufront

Door de steilere stand van het koufront wordt de lucht in de warme sector snel en met veel kracht omhoog gedrukt.
Daarbij ontstaat vooral Stratocumulus en Cumulonimbus, waaruit veel regen kan vallen.
Achter het koufront bevindt zich koude lucht, waarin de bewolking snel oplost waardoor de lucht opklaart. Maar er bevinden zich vaak nog wel losse buien.

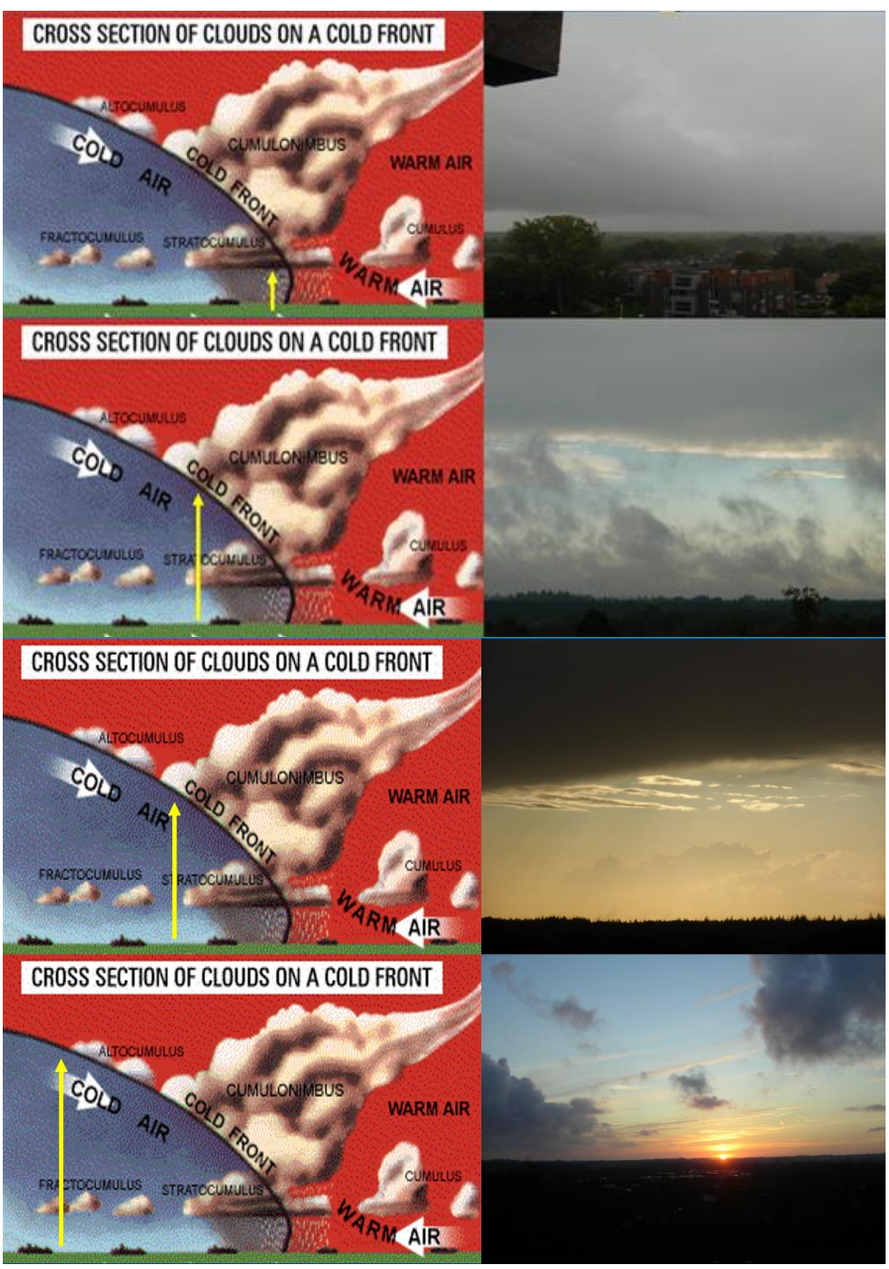


Fig. 8.7.2.2
Bewolking bij een koufront, gezien door een waarnemer op de grond (gele pijl). Het koufront trekt van links naar rechts. (N.B. op de foto's trekt het koufront van rechts naar links)

- dikke Cumulonimbus-bewolking waaruit neerslag valt.
- de achterkant van het koufront komt in zicht.
- de achterkant van de bewolking is een vrij strakke lijn.
- na passage klaart het snel op, maar er kunnen nog wel losse buien voorkomen.

8.7.3 Stapelwolken

stapelwolken

Stapelwolken ontwikkelen zich verticaal. Daarmee onderscheiden ze zich van andere – horizontaal ontwikkelde – wolkensoorten.
Een stapelwolk is altijd een massieve, losse wolk zonder onderbrekingen. Deze heeft een scherpe, duidelijke omtrek en een vlakke basis.

Stapelwolken kunnen klein zijn, ca. vijftig meter dik, maar ook groot, tot wel 18 km dik.
Ze kunnen zich overal ontwikkelen waar onstabiele, opstijgende vochtige lucht is. Bijvoorbeeld op en achter een koufront of een occlusie.
Of bij een vore. Daar zorgen namelijk twee verschillende luchtlagen voor extra luchtopstuwing, waardoor stapelwolken ontstaan.
Ook bij een hoogtetrog zorgt de koude bovenlucht voor een extra aanzet tot het ontstaan van stapelwolken.

De meeste stapelwolken ontstaan echter als gevolg van verwarming van het land door de zon of door relatief warm zeewater, in combinatie met onstabiele lucht.

thermiek

Grote, onzichtbare bellen warme lucht stijgen dan op (thermiek). In hogere luchtlagen koelen ze af waarbij de waterdamp gaat condenseren.
Opm.: Heteluchtballonnen maken gebruik van thermiek om op te stijgen. Zweefvliegers zoeken thermiekbellen om hoogte te winnen.

Indien de onstabiliteit van de lucht groot genoeg is blijft de lucht stijgen en kunnen stapelwolken doorgroeien tot zware buienwolken.

onstabiele lucht

** onstabiele lucht: als de lucht aan het aardoppervlak warmer is dan de bovenlucht, zal lucht gemakkelijk gaan opstijgen.*

stabiele lucht

** stabiele lucht: als de lucht aan het aardoppervlak kouder is dan de bovenlucht zal lucht niet of nauwelijks opstijgen.*

Fig. 8.7.3
Forse stapelwolken en donkere onderkanten.

In het midden een hoge stapelwolk, die snel zal uitgroeien tot een bui.
Links en rechts ervan wijzen de rafelige bovenranden van de wolk erop, dat deze uitwaait in een aambeeld: daar valt al neerslag

Stapelwolken (Cumuluswolken, 'bloemkoolwolken') verdelen we – naar hun omvang – in vier soorten:
- een kleine, vriendelijke stapelwolk (Cumulus humilis) 'Mooiweer-wolk'
- een opbollende stapelwolk. (Cumulus mediocris)
- een hoog opbollende wolk (Cumulus congestus). Oppassen!
- een volgroeide stapelwolk, die buien gaat brengen (Cumulonimbus)

Een Cumulus congestus is het voorstadium van de Cumulonimbus: blijf zo'n wolk volgen of deze doorgroeit tot het Cumulonimbus-stadium. In dat geval kun je buien met neerslag en mogelijk windstoten verwachten. (zie 8.8.2 en 3)

8.7.4 Dagelijkse gang van de bewolking

Stapelbewolking kent – net als wind en temperatuur – vaak een dagelijkse gang. Na zonsopkomst – bij rustig en helder weer – begint de zon met het verwarmen van de aarde. Rond een uur of 10 heeft de zonnewarmte de grond zover opgewarmd dat zich thermiekbellen gaan vormen. De eerste stapelwolkjes ontstaan.
Naarmate de zon hoger komt neemt de temperatuur toe en daarmee ook de stijgkracht van de lucht; de wolkjes worden groter en groeien steeds hoger. Daarbij kunnen soms buien gevormd worden, afhankelijk van de onstabiliteit van de lucht.

’s Middags gaat de zon gaat zakken en daarmee daalt ook de temperatuur weer. Hierdoor neemt de energie achter de thermiekbellen af, de lucht stijgt niet meer. Door afkoeling gaar ze weer zakken en gaan de wolken oplossen.
Rond zonsondergang zijn de wolken weer verdwenen en rest alleen nog maar blauwe lucht.

Opm. Boven zee is deze dagelijkse gang afwezig. De temperatuur van het zeewater verandert maar heel langzaam onder invloed van de zon, waardoor er geen thermiekbellen ontstaan.
Om deze reden mijden zweefvliegers het (langdurig) vliegen boven open water.

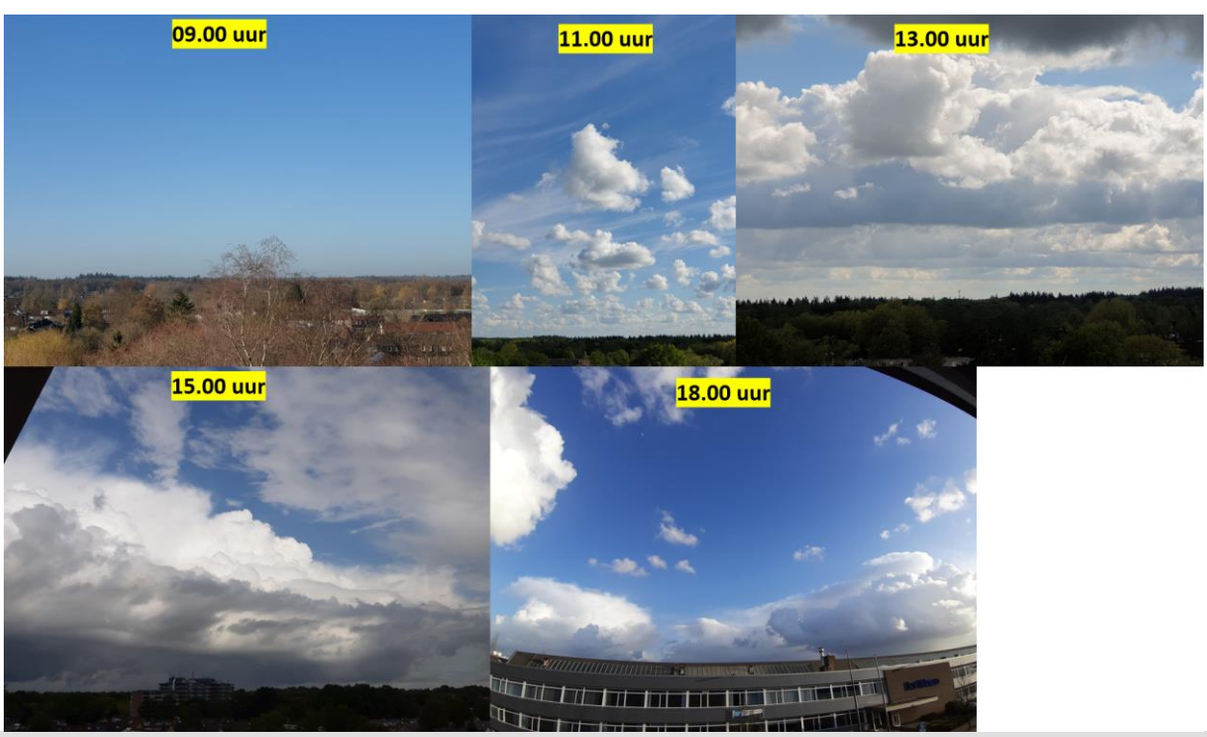


Fig. 8.7.4
De dagelijkse gang van stapelwolken

Als de zon meer kracht krijgt, wordt de lucht warmer en gaat stijgen. Daarbij vormen zich stapelwolken. Als de zon gaat zakken, koelt de lucht af en gaat dalen. De wolken lossen weer op.

8.8 NEERSLAG

Neerslag – zowel rond fronten als uit buien – ontstaat meest in het gebied waar wolken een temperatuur hebben tussen -8° en -20°C.
Hierbij ontstaat sneeuw, zowel in de zomer als in de winter. Deze sneeuw valt omlaag en smelt tot regen alvorens het aardoppervlak bereikt wordt. Alleen als het koud genoeg is onder de wolk – minder dan ongeveer +3°C – zal de sneeuw of natte sneeuw het aardoppervlak bereiken..

** tussen -8° en -20°C gaan onderkoelde regendruppels over in ijskristallen. De aanwezigheid van ijskristallen is een absolute voorwaarde voor het ontstaan van neerslag.*

Bij hogere temperaturen en matige neerslag bereikt de neerslag soms niet de grond, maar verdampt weer tijdens het vallen; dan zijn alleen korte regensluiers vlak onder de wolk te zien.

De neerslag kan vallen in kleine hoeveelheden, maar ook in enorme massa's. Zomers zijn de neerslaghoeveelheden groter omdat de lucht dan warmer is. Warmere lucht kan meer vocht bevatten en zal dan ook meer regen geven.

8.8.1 Neerslagvormen

8.8.1.a Regen

Als de in de wolk gevormde sneeuw overgaat in druppels, vanwege de te hoge temperatuur, valt de neerslag in de vorm van regen. Ruim 90% van de neerslag wordt zo gevormd. Dat gebeurt zowel in de zomer als in de winter.

Regen kan vallen uit gelaagde bewolking, zoals die voorkomt bij alle fronten. Dit kan zowel lichte als zware regen zijn. Regen kan ook vallen uit wolkenvelden of uit stapelwolken/buien.

** we maken onderscheid tussen regen en buien: regen is – vaak langdurige – rustige neerslag; buien zijn kortdurend en soms heftig.*
Ze ontstaan uit verschillende soorten bewolking.

Wolkenvelden die regen geven zijn vaak restanten van oude occlusiefronten. Vaak is dit een gemengde wolkenvorm met lichte tot matige of soms nog zware regenval

inversie

Wolkenvelden zoals stratocumulus komen vooral voor bij een noordelijke stroming vanaf de Noordzee vanwege een hogedrukgebied boven Scotland. Door de dalende luchtbewegingen bij dit hogedrukgebied ontstaat vrijwel altijd een inversie. Dit is een laag warmere lucht op hoogte.
De wolkenvelden zijn soms dik genoeg voor lichte regen maar de erboven liggende inversie voorkomt dat ze doorgroeien en veel regen geven.
Een kenmerk van deze wolkenvelden is dan ook dat ze erg plat zijn aan de bovenkant en vaak maar 1000-2000 meter dik zijn.

motregen

Motregen ontstaat vaak doordat kleine wolkendruppels botsen, groter worden en dan te zwaar worden en vallen. Hierbij wijkt motregen af van andere neerslagvormen, omdat motregen niet eerst het sneeuwstadium kent.

Motregen valt alleen uit gelaagde frontale bewolking.

Een aparte vorm van motregen kan voorkomen in dichte mist, waarbij kleine mistdruppels samenklitten tot grotere druppels en dan vallen.
Dit is echter geen normale neerslag. Als het koud genoeg is kan dit ook uitsneeuwende mist zijn.

8.8.1.b (Natte) sneeuw

Sneeuw wordt gevormd in wolken bij temperaturen tussen -8 en -20°C.
Vervolgens vallen deze vlokken omlaag en als het koud genoeg is bereiken ze de grond.
Natte sneeuw komt voor bij luchttemperaturen tussen +3 en 0°C. Bij 0°C of kouder valt het als droge sneeuw.

8.8.1.c IJzel en ijsregen

IJzel en ijsregen ontstaan in het gebied onder het warmtefront – waar het vriest – en de warme lucht boven het warmtefront, waar het dooit.

Sneeuw valt eerst door de warme(re) lucht achter het warmtefront. De sneeuw smelt dan tot regendruppels. Deze regendruppels vallen vervolgens weer door een laag met vorst.

ijsregen Is de laag met vorst dik genoeg dan kunnen ze bevriezen: ijsregen.

ijzel Is de laag dunner, dan raken de druppels alleen onderkoeld: ijzel.

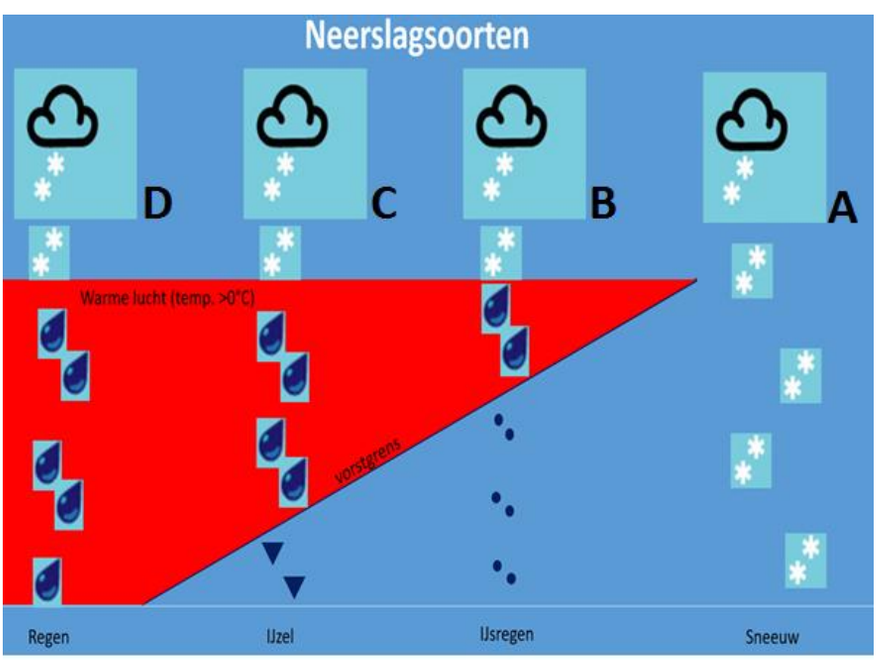


Fig. 8.8.1
Neerslagsoorten

Vier vormen waarin winterse neerslag het aardoppervlak kan bereiken: als sneeuw, ijsregen, ijzel of regen.
Rood geeft de naderende warmere lucht achter het warmtefront weer.
Het warmtefrontvlak is hier de vorstgrens.

onderkoelde regen Onderkoelde regen heeft de eigenschap, bij eerste aanraking met een voorwerp of de grond onmiddellijk over te gaan in ijs.
IJzel zet zich overal op vast en vormt direct een ijslaag.

** ijzel is iets anders dan regen die bevriest op een bevroren ondergrond.*
Wat geen verschil maakt: het is allebei spiegelglad!

De kans op ijzel of ijsregen doet zich ’s winters voor bij het naderen van een warmtefront na een koude periode.
Bijvoorbeeld na een periode met een hogedrukgebied boven Scandinavië, koude oostenwind en heldere luchten; de grond en de lucht erboven zijn dan erg koud.
Er zijn dan vier mogelijkheden (Fig. 8.8.1):

sneeuw A: neerslag bereikt door de koude laag lucht als sneeuw het aardoppervlak. Afhankelijk van de temperatuur van die lucht is dat natte of droge sneeuw.

Bij nadering van een warmtefront bereikt ons warmere lucht, boven 0°C.

ijsregen B: de sneeuw gaat in de warmere lucht over in druppels, die echter bij het vallen door de dikke koude laag eronder weer bevriezen: ijsregen.

ijzel C: idem B, maar door de kortere reis door de koude lucht raken de druppels slechts onderkoeld (< 0°C). Bij aanraking met de grond of een voorwerp worden ze ijs: ijzel.

regen D: het grond-warmtefront heeft ons bereikt: de neerslag valt als regen.

Wat te doen bij beijzelde zeilen?
In situatie C krijgt de molenaar met ijs te maken op het molenerf, de stelling en andere molenonderdelen: oppassen voor gladheid!

Ook voorliggende zeilen kunnen met ijs bedekt raken door ijzel.
Afzeilen is dan gevaarlijk of zelfs niet mogelijk. En naar huis gaan met voorliggende zeilen is géén optie!
De oplossing is dan: doorgaan met draaien! Door de langsstromende lucht gaat
droogmalen het ijs op de zeilen verdampen en worden de zeilen droog gemaald.
Dat kan enige tijd duren, overigens.

En bedenk: in deze situatie is het grondwarmtefront in de buurt, daar achter volgt de warme sector en gaat de temperatuur stijgen.

8.8.1.d Hagel

Hagel ontstaat doordat in een wolk samengeklitte sneeuwvlokken naar beneden vallen en deels smelten. Door de hevige turbulentie in de wolk worden ze vervolgens weer omhoog gevoerd waar het laagje smeltwater weer bevriest. De hagelsteen valt weer naar beneden, waarbij die opnieuw een beetje afsmelt enz. Elke keer groeit de hagelsteen iets aan. Dit proces gaat door totdat de steen te zwaar is geworden en op aarde valt.
De doorsnede van een hagelsteen kan wel 6 à 8 cm. worden. De valsnelheid 50 à 120 km/u.
Bij zomerse buien valt grote hagel vaak aan de voorzijde van het aambeeld, vlak voordat de regen begint.
Weerberichten waarschuwen doorgaans wel voor kans op hagel. Maar deze valt altijd heel lokaal. Wáár dat is is niet nauwkeurig aan te geven.

Er is verschil tussen zomerhagel en winterhagel.
Zomerhagel wordt in zware buien gevormd en is erg hard. Winterhagel is vrij zacht. Dit komt door het ontbreken van een smeltlaag tijdens winterse perioden.
Ook de vorm verschilt wat: zomerhagel is ronder, winterhagel meer driehoekig.

Rijp

rijp

Rijp is geen neerslag maar een vochtafzetting die bevriest tijdens vorst. Dat kan een kleine laag zijn maar bijvoorbeeld bij mist ook een dikke laag van meer dan een centimeter. Rijp bestaat uit zeer kleine ijsnaaldjes, die nauwelijks enig gewicht hebben, ook niet in grote aantallen.
Rijp smelt snel door straling van de zon.

Aandachtspunten bij (winterse) kou en neerslag

- ijsafzetting op molendelen door ijzel
- vallende brokken ijs of bevroren sneeuw
- gladde stelling en heklatten door rijp, ijzel, sneeuw, bevriezing
- natte zeilen kunnen bevriezen door droge, koude lucht achter een koufront
- loszittende wiggen door uitdroging in langdurige vorstperiode
- gietijzer (bovenas!) wordt brosser bij lage temperaturen; rustig vangen!

8.8.2 Buien

Elke stapelwolk die neerslag geeft noemen we een bui (Cb, Cumulonimbus). Kijken we naar de neerslag dan zijn er verschillende soorten buien: regen-, hagel-, sneeuw- en winterse buien. Deze laatste hebben een mix van alles.

Voor wat betreft neerslaghoeveelheid en -intensiteit kunnen de buien licht zijn (alleen wat neerslag) of zwaar. Ze kunnen ontstaan boven land of vanaf zee worden aangevoerd.

Fig. 8.8.2.1
Een forse bui.

Het uitwaaiende aambeeld is goed zichtbaar en verraadt dat de bui volgroeid is en uitregent.

onweersbui

Een apart soort bui is de onweersbui, vooral omdat deze gevaarlijk is vanwege alle randverschijnselen zoals onweer, hagel, zware regenval en kans op forse windstoten.(zie 8.8.4)

Overigens is het niet zo dat elke zware bui meteen onweer geeft. Daar zijn bepaalde atmosferische omstandigheden voor nodig. Er kunnen best wolkbreuk-buien vallen zonder onweer en/of windstoten.

aambeeld Buien worden gekenmerkt door de vorming van een aambeeld aan de bovenkant van de wolk.

tropopauze Een uitgroeiende stapelwolk (Cumulus congestus) botst tegen de tropopauze. Dit is de warme, bovenste laag van de Troposfeer. Door deze warme laag kan de stapelwolk niet verder stijgen.

Ze gaat zich dan uitspreiden tegen de tropopauze.
Bij het uitspreiden van de top van de wolk – met de daar heersende wind mee! – ontstaat de kenmerkende aambeeldvorm.

Het aambeeld bestaat altijd geheel uit ijskristallen en ziet er daardoor rafelig uit. De temperatuur in het aambeeld ligt namelijk tussen -15 en -70°C, afhankelijk van hoe hoog de wolk is gestegen. Omdat de tropopauze elke dag op een andere hoogte ligt, varieert ook de hoogte van het aambeeld.

** hoe hoger de buienwolk groeit, hoe zwaarder de buien kunnen worden*.

Voor meteorologen is de aambeeldhoogte van belang om de kans op onweer, hagel en wolkbreuken in te schatten.

Fig. 8.8.2.2
Een losse, uitregenende bui.

De bui is volgroeid en regent uit. Onder de bui is de neerslag goed te zien.
De schuine stand van de neerslag duidt op windvlagen.
(de bui trekt naar rechts)

Vooral stapelwolken die snel groeien tot het ‘congestus-stadium’ moeten in de gaten gehouden worden: is de bovenkant nog scherp of wordt deze al rafelig? Daarbij geldt ook: hoe makkelijker en sneller zich stapelwolken vormen overdag, hoe groter de kans op buien.

levensduur van een bui

Losse buien hebben een gemiddelde levensduur van ca. 30 minuten. Dat is de tijd tussen het begin van neerslag tot het oplossen na uitregenen.

** trekt een bui over de molen, dan duurt het gemiddeld hooguit 5-10 minuten dat de bui boven de molen hangt.*

8.8.3 De trekrichting van buien

Voor de molenaar is van groot belang om te weten of een bui (ruim) langs trekt of de molen gaat bereiken. Dat bepaalt of hij al of niet te maken krijgt met de weersverschijnselen rond een bui: windstoten, neerslag, onweer, hagel.

trekrichting

De molenaar moet daarom de trekrichting van een bui vaststellen.

Vaak is de wind aan de grond daarbij een goede graadmeter. Gemiddeld genomen is de sturende wind achter de buien – de wind op ca. 3 à 5 km hoogte – vrijwel gelijk aan de richting die de wind aan de grond heeft.
Tevens zal het aambeeld meestal uitwaaien naar de kant waar de bui heen trekt.

**de molenaar dient een waargenomen bui altijd te volgen, om te bepalen wat de trekrichting is om tijdig maatregelen te kunnen nemen.*

8.8.3.1 Afwijkende trekrichting bij zware onweersbuien

Het kan echter zijn dat de wind aan de grond en de wind op hoogte verschillen van richting. Dit komt vaak voor bij naderende vores (convergentielijnen)

Dan waait aan de grond een zuidoostenwind maar op enige hoogte al een zuidwestenwind. De buien komen dan vanuit het zuidwesten opzetten, ondanks de zuidoostelijke grondwind. Op de buien zelf draait dan de wind bij.

Vaak zie je dan aan onweersverklikkers (Altocumulus castellanus en Altocumulus floccus) dat ze overdrijven vanuit een andere richting dan de grondwind, een goede indicatie enkele uren voor de buien uit.

8.8.3.2 Buien rond de molen en windrichting

Wanneer buien een molen passeren, kunnen ze voor korte tijd de wind beïnvloeden. Dit betreft zowel de windrichting als de windsterkte.
Ook kunnen windstoten optreden.

ruimend langs
krimpend langs

** bij een bui spreken we van ‘ ruimend’ of ‘krimpend’ langs de molen trekken of ‘recht over de molen’ trekken.*

De heersende wind wordt bij het langstrekken beïnvloed door de wind die bij de bui vandaan stroomt.

Met de neerslag komt namelijk ook een enorme hoeveelheid lucht mee omlaag uit de bui. Deze stroomt waaiervormig weg over het aardoppervlak, deels ook richting de molen. Soms zegt men wel: ‘De bui trekt de wind naar zich toe’.
Wat in feite gebeurt: de wind komt bij de bui vandaan.

Naarmate de bui ruimend langs trekt, zal de vanaf de bui toestromende wind steeds ruimer inkomen. Bij krimpend langs trekken komt de wind steeds krimpender in.

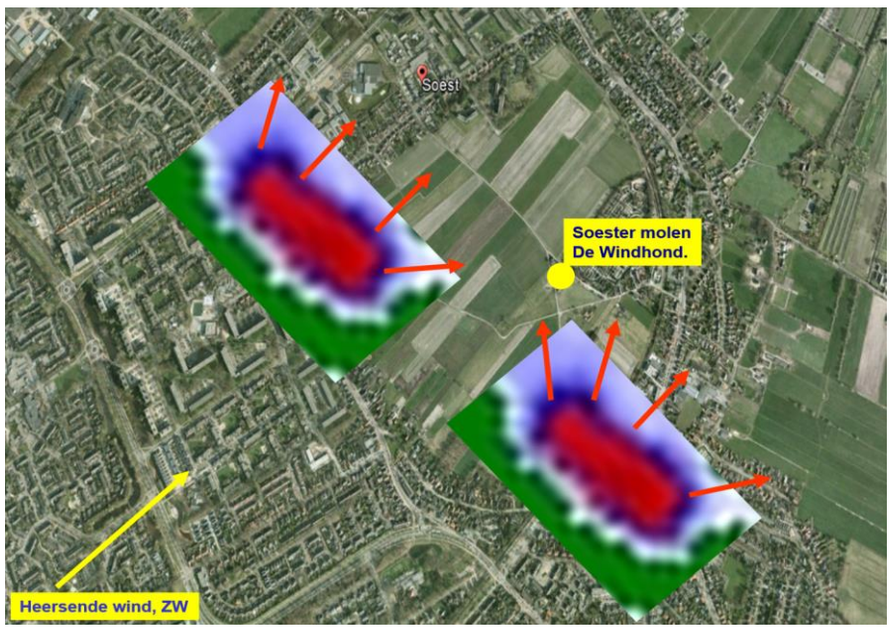


Fig. 8.8.3.2
De invloed van een bui op de wind bij de molen.
Door de uit de bui stromende wind wijkt deze tijdelijk af van de heersende wind (ZW, gele pijl).
De buien trekken hier van zuidwest naar noordoost.

Is de bui de molen gepasseerd, dan keert de wind terug naar de oorspronkelijke richting. Het passeren duurt doorgaans maar een paar minuten.

> ** vanwege het tijdelijke karakter van het ruimen of krimpen van de wind kruien we niet mee. Eventueel zetten we de molen stil om achteruitdraaien te voorkomen.*

Bij langstrekkende buien kun je de meeste wind aan de voorkant van de bui verwachten. Immers, daar versterken de heersende wind en de uit de bui stromende wind elkaar. Aan de achterkant van de bui werken ze elkaar tegen.

Fig. 8.8.3.3
Een rolwolk

Een rolwolk is vaak een scherp afgetekende wolkenband. Hij ontstaat aan de voorkant van de bui op de grens van de uit de bui stromende lucht en de warmere lucht op enige hoogte. Hij draait langzaam om zijn as en staat los van de bui. Hij is vaak een voorbode van veel wind.
De rolwolk trekt naar ons toe.

Windstoten bij een langstrekkende bui

Bij alle buien is er kans op windvlagen of windstoten. Hierboven noemden we

windstoten

windstoten als gevolg van de neerstromende massa water en lucht uit de bui. Andere windstoten komen niet uit de bui maar het zijn door de bui afgebogen windbanden op hoogte, waar het harder waait (zie 8.4.4)

**windstoten kun je pas verwachten als een bui gaat uitregenen.*

langstrekkende bui

Let op: langstrekkende buien en langstrekkende depressies hebben beide invloed op de wind rond de molen. Maar verwar ze niet met elkaar!

langstrekkende depressie

Bij een langstrekkende bui verandert de windrichting kortstondig – enkele minuten – en keert daarna weer terug naar de oorspronkelijke richting.
Bij een langstrekkende depressie verandert de windrichting en vaak ook de windsterkte gedurende langere tijd. Ook het weer verandert. (zie 8.9)

**bij depressies spreken we van: 'ten noorden langstrekken' of 'ten zuiden langstrekken'.*

8.8.4 Onweersbuien

bliksem
donder

Onweersbuien worden gekenmerkt door het voorkomen van bliksem met tot gevolg de donder. Daarin onderscheiden ze zich van andere buien.
Het zijn de meest heftige buien die voorkomen in Nederland.
Er zijn echter verschillende typen onweersbuien. Met alle bijverschijnselen.
Stroboscopisch onweer (30-60 bliksems per minuut), zware windstoten, wolkbreuken en hagel, alles is mogelijk.
Echter, ook een bui die maar één bliksem geeft is al een onweersbui.

Bij onweersbuien gaat alles op een hele heftige manier; de vorming, groei, de hoogte van het aambeeld, de windsnelheden. In onweersbuien is hevige turbulentie waarbij warme lucht omhoog gaat en koudere lucht omlaag, met veel neerslag. De temperatuur in het aambeeld ligt vaak tussen -50 en -70°C, waarbij het aambeeld meest tussen 9 en 14 km hoogte komt.

wind van achteren

Hele zware onweersbuien kunnen zo hard en explosief groeien dat ze een lucht-tekort krijgen en vóór de bui uit op enige hoogte (100-500 meter) lucht gaan aanzuigen Dan stroomt ook lucht van achter de molen naar de bui toe. Men zegt dan soms dat 'de bui tegen de wind in komt opzetten' maar dat is dus niet juist.

zeilslag bovenend

De molen gaat door die wind van achteren wel wat langzamer of onregelmatiger draaien. Er kan daarbij ook lichte zeilslag op het bovenend (!) optreden. Dit duurt maar kort; let op, want de wind uit de bui is in aantocht!

8.8.4.1 Soorten onweer

We onderscheiden verschillende soorten onweer. Ze verschillen in de wijze van ontstaan, de omstandigheden waaronder ze voorkomen en wat we ervan kunnen waarnemen.

8.8.4.1.a Warmte onweer

Dit zijn vaak op zichzelf staande (losse) maar grote en zware onweersbuien die ontstaan in warme en onstabiele lucht.
Ze vormen zich in de warme maanden wanneer een oud lagedrukgebied over Nederland trekt, soms vanuit het oosten. Aan de grond is dit lagedrukgebied geheel verdwenen maar op hoogte is de koude lucht nog aanwezig; dat zorgt

voor onstabiele lucht.
Deze onstabiele lucht, in combinatie met zonnewarmte overdag, zorgt voor de ontwikkeling van enkele zeer forse regen- en onweersbuien.
Deze buien ontwikkelen zich meestal net na de hoogste temperatuur in de middag, ze bereiken hun hoogtepunt tegen de avond en doven in de avond en nacht weer uit.

Ze trekken meestal vrij langzaam maar ze kunnen vrij grote windvelden om zich heen hebben (windstoten!), soms kilometers voor de bui uit. Warmte onweer staat bekend om de flinke hoeveelheid neerslag en ook windstoten.
Het gaat ook vaak gepaard met hagel.

Warmte-onweer is meestal goed herkenbaar doordat er opklaringen rond de buien voorkomen; de bui tekent zich dan goed af.

Fig. 8.8.4.1.a
Warmte-onweer

In de middag heeft zich bij 28°C een forse warmteonweersbui ontwikkeld met een groot, rafelig, aambeeld dat geheel uit ijskristallen bestaat.
Grote stapelwolken eromheen groeien hard en gaan bijna op in de onweersbui.
(we kijken tegen de achterkant van de bui aan)

Warmteonweer is een landfenomeen: het komt opzetten uit het oosten of zuidoosten (‘Ostgewitter’). Het bereikt boven ons land zijn grootste intensiteit. Als het de Noordzee optrekt, lost het weer op.
Warmteonweer heeft doorgaans geen weersomslag tot gevolg.

8.8.4.1.b Vore-onweer/kou-frontaal onweer

vore

Rond koufronten en vores kun je zware onweersbuien verwachten en een forse windsprong. In de zomermaanden zit het onweer doorgaans op de vore, in de wintermaanden op het koufront.

convergentielijn

Vores (ook wel: convergentielijnen) liggen vóór koufronten. Ze kennen een windsprong in combinatie met vaak erg warme en zeer onstabiele lucht. Daarin kunnen zeer snel buien tot ontwikkeling komen. Ze trekken meestal snel en brengen vaak noodweer met veel onweer en forse windstoten.

vore-onweer

Vore onweersbuien komen opzetten vanuit het zuiden tot zuidwesten en brengen koelere lucht met zich mee. Ze kunnen als losse cellen voorkomen of als buienlijn. Ze bedekken dan de gehele lucht in de richting waar ze vandaan komen.

In de zomermaanden ruimen vores veel warmte op. Hierdoor is de energie al weg uit de atmosfeer, zodat het koufront erachter vaak niet meer dan wat regen geeft of enkele buien, maar geen onweer. (Al is dat niet uitgesloten!)

Fig. 8.8.4.1.b1
Altocumulus castellanus

Dit type bewolking is een echte onweersvoorspeller. Dat onweer hoeft overigens niet over deze regio te trekken, maar wel in de buurt van ons land.
Vaak zijn ze 's morgens te zien, 6 à 8 uur vóór het onweer

onweers-voorspellers

Vores worden vaak voorafgegaan door onweers-voorspellers zoals Altocumulus floccus en Altocumulus castellanus. Deze trekken vaak 6-8 uur voor de onweersbuien uit over de regio.

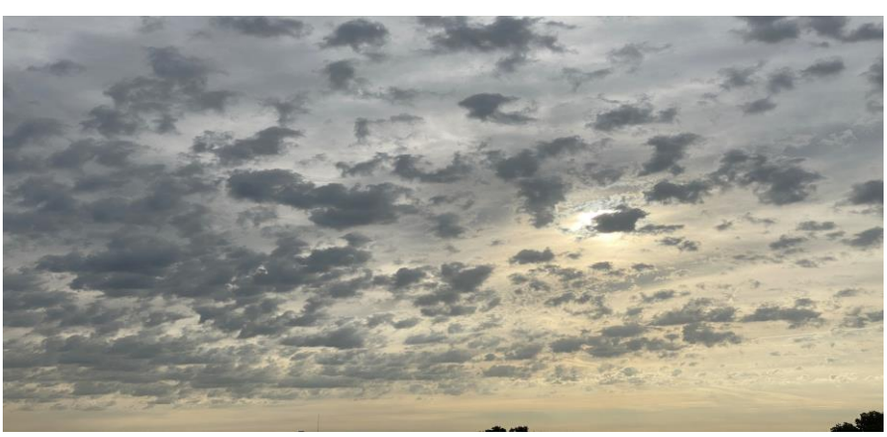


Fig.8.8.4.1.b2
Onstabiliteitsbewolking

Altocumulus floccus en castellanus. Er boven Cirrus van een naderende frontale zone. Komt dit soort bewolking overdag voor, dan is er grote kans op regen- en onweersbuien 6 à 8 uur later op de dag.

kou-frontaal onweer

Kou-frontaal onweer is een wat misleidende term, want kou-frontaal onweer komt eigenlijk alleen maar voor tussen oktober en april. En dan vooral bij stormdepressies, met name als er veel wind staat dwars op het koufront.
Dan bestaan de koufronten vaak uit felle buienlijnen, waar onweer in kan voorkomen. Het onweer zit dan niet op een vore maar op het koufront

Kou-frontale onweersbuien komen opzetten vanuit het zuidwesten, westen en noordwesten.

8.8.4.1.c Polaire onweersbuien

Polaire onweersbuien zijn buien die met een noordwestelijke (soms westelijke) stroming naar ons land gevoerd worden achter een koufront.
Deze buien trekken het land over met regen, hagel en soms lokaal een klap onweer.
Tussen de buien door schijnt dan fraai de zon in de diepblauwe lucht. Ze komen vooral in de middag goed tot ontwikkeling.
(Polaire buien worden ook wel 'air mass' buien genoemd)

Fig.8.8.4.1.c
Polaire buien

Polaire lucht is vaak goed te herkennen aan de diepblauwe kleur en witte wolken.
In het aambeeld links is vaag wat mammatus (buidel) bewolking te zien. Dit is een teken van heftiger buien.

Polaire buien zijn goed te herkennen. Maar of er een klap onweer uit komt, valt niet te voorspellen. Vanwege de kans op windstoten is voorzichtigheid geboden.

Fig. 8.8.4.2
Een zware onweersbui

We zien een duidelijke wolkenkraag met daarachter egale lucht; een teken van hevige regenval en mogelijk flinke windstoten.
Rond de wolkenkraag zijn vaak de eerste bliksems te zien.
De bui trekt naar ons toe.

Aandachtspunten bij (zomerse) onweersbuien

- let op vores die staan ingetekend op een weerkaart; zomers kans op onweer.
- let op onweersverklikkers in de ochtend: Altocumulus floccus en castellanus.
- let op Cumulus congestus; die kan zich ontwikkelen tot een bui.
- het ontstaan van aambeelden die gaan overtrekken. Uitregenen, windstoten.
- donkere wolken pakken zich samen / zware lucht die eraan komt.
- groenige lucht die er aan komt? Grote kans op wolkbreuk met hagel.
- zeer scherp begrensde wolkenkragen met daarop of daarachter de bliksem.
- middag- en avondbuien zijn gemiddeld genomen het zwaarst.
- Mammatus ('buidel') bewolking aan de voorzijde van het aambeeld: zware bui.
- rolwolken zijn vaak een voorbode van zware windstoten.
- buien kunnen zéér snel trekken: tot wel 100 km/u.

8.8.5 Hoe te handelen bij een naderende bui?

Buien brengen altijd risico's mee voor de molen. De grootste dreiging gaat uit van windstoten en bliksem; niet van neerslag.

Herkennen van een bui.
Stel eerst vast of het wel een bui betreft. Een grote wolk met donkere onderkant hoeft nog geen bui te zijn.
- Bij gebroken bewolking kan een uitgroeiende stapelwolk goed geobserveerd worden.

scherpe randen
Zolang de bovenkant van de stapelwolk nog scherp afgetekend is (de bekende 'bloemkoolwolk') is de wolk nog niet volgroeid: het is nog geen bui.

aambeeld
Wordt de bovenkant van de wolk rafelig en gaat de wolk uitwaaien dan vormt zich een aambeeld: het betreft het een bui.

donkere onderkant
- Bij gesloten wolkendek is de bovenkant van een wolk niet te zien: maar een hele donkere onderkant wijst op een hoog opgaande wolk daarboven.

regensluiers
- Let op de onderkant van de wolk: als je er onderdoor kunt kijken, is het (nog) geen bui. Zie je regensluiers of een dichte lucht waardoor je geen horizon meer ziet, dan is het een bui.
- probeer in te schatten of het een lichte of een zware bui betreft. Andere bronnen, zoals buienradar en het weerbericht kunnen daarbij helpen.

> ** pas als een stapelwolk uitregent, noemen we het een bui. Dan pas kunnen we windstoten verwachten.*

Volgen van een bui
Een bui kan bedreigend worden, als deze in de buurt van de molen komt. Volg de bui om de trekrichting vast te stellen.
- de buienwolk wordt voortgedreven door de wind op ca. 3 km hoogte. Vaak is de richting van de hoogtewind gelijk aan de grondwind, maar niet altijd.
- de richting van het uitwaaiende aambeeld – vooral van de lange punt - zegt iets over de wind op hoogte. Het aambeeld waait met die wind mee.

Komt de bui op de molen af, dan zie je geen punt maar spreidt het aambeeld zich als een 'overkapping' met een rafelige voorkant over de molen.
- stel vast of de bui langs of over de molen gaat trekken.
- stel vast of de bui snel of minder snel trekt.

Is het een bui en komt die richting de molen, neem dan op tijd maatregelen. (vangen, afzeilen, roeketting bevestigen, bliksemafleider in geval van onweer, enz.) Zeker onweersbuien kunnen heel snel trekken!

8.9 EEN DEPRESSIE TREKT RICHTING NEDERLAND

In ons land hebben we vaak te maken met langstrekkende depressies. Deze gaan meestal vergezeld van fronten en bij fronten kunnen we bepaalde kenmerkende weersverschijnselen verwachten. Dat kan heel rustig verlopen, maar ook heel heftig.
'Op fronten zit vrijwel altijd weer!' zoals we in eerdere paragrafen zagen.

De meeste depressie trekken van zuidwest naar noordoost over ons land, maar daarop zijn soms uitzonderingen!
Nadert er een depressie, dan is de trekrichting ervan en onze positie ten opzichte van de kern van grote invloed op het weer.

Door een aantal weerkaarten achter elkaar te leggen, krijgen we een beeld van de trekrichting over ons land en ten opzichte van de molen. (zie 8.6.3)

Drie situaties doen zich daarbij het meest voor:
- de depressie trekt ten noorden van ons langs
- de depressie trekt midden over ons land
- de depressie trekt ten zuiden van ons land

8.9.1 De depressie trekt ten noorden langs

Dit is de meest voorkomende situatie. Wij bevinden ons dan aan de zuidzijde van de depressie met achtereenvolgens de passage van het warmtefront en het koufront. Of de occlusie.

Nadert de depressie ons vanuit het (zuid)westen, dan is er eerst een zuidelijke stroming. (zie 8.4.2)

nadering warmtefront (mot)regen

Op de nadering van het warmtefront neemt de bewolking steeds verder toe (zie 8.7.2.1) en gaat het – als het grondfront nadert – (mot)regenen. (zie 8.5.3).

wind ruimt

Na passage van het grondwarmtefront ruimt de wind naar zuidwest tot west.

warme sector

De neerslag stopt. De temperatuur gaat wat stijgen want we komen in de warme sector. 's Zomers klaart het vaak wat op, 's winters blijft de bewolking vaak aanwezig.
In de warme sector kan – vooral 's winters – een stevige wind staan.

nadering koufront

Achter het warmtefront nadert het koufront. Dat kan er snel op volgen, maar ook pas na geruime tijd, afhankelijk van de omvang van de warme sector.

vore

Let op: 's zomers kan aan het koufront een vore voorafgaan met mogelijk zware (onweers-)buien.(zie 8.5.7)

Op het naderende koufront kunnen we sterke verticale wolkvorming verwachten (Cumulonimbus) (zie 8.5.4 en 8.7.2.2) Deze zit overwegend vlak achter het koufront. Hierbij kunnen zware buien voorkomen.
Is de warme sector geheel bewolkt, dan gaat deze bewolking over in de koufrontbewolking en is het naderende koufront moeilijk te herkennen.
Let dan op een donkere wolkenband in het westen/noordwesten.

wind ruimt

Op het koufront maakt de wind opnieuw een sprong en ruimt naar west tot noordwest. Dit is vaak een prima maalwind!

opklaringen

Achter het koufront zit koude lucht, dus de temperatuur daalt. Die koude lucht is vaak helder: na een koufrontpassage kunnen we felle opklaringen verwachten,

waarin veel buien kunnen voorkomen, die echter goed waarneembaar zijn.

trog, buienlijn Op de weerkaart kunnen we zien of we nog een trog (of buienlijn) kunnen verwachten tussen de losse buien achter het koufront. (zie 8.5.6)

** zowel bij passage van het warmte- als van het koufront kunnen we een windsprong verwachten. Beide keren ruimt de wind.*

** of de wind na een frontpassage toeneemt of afneemt kunnen we aflezen uit het isobarenpatroon op de weerkaart (zie 8.4.3.1)*

occlusie Als de fronten al deels geoccludeerd zijn, kan het zijn dat de occlusie ons passeert. En bij een sterk ingedraaide occlusie soms wel twee keer! Beschouw de bijbehorende weersverschijnselen dan maar als die bij een koufront. (zie 8.5.5)

luchtdruk De barometer: óf en in welke mate de luchtdruk verandert bij passage van een depressie, wordt bepaald door onze afstand tot de kern.
- is de trekrichting van de depressie zodanig, dat die afstand kleiner wordt, dan daalt de luchtdruk.
- wordt die afstand groter dan stijgt de luchtdruk weer. Dit gebeurt o.a. na passage van het koufront.

8.9.2 De depressie trekt over het midden van ons land

Trekt een depressie recht over ons land, dan zullen er grote verschillen ontstaan tussen het noorden en het zuiden van ons land.

Bij nadering van het lagedrukgebied zal de wind gaan krimpen.
In het noorden naar zuidoost, in het midden naar zuid en in het zuiden naar west. In de kern is de wind geheel weggevallen.

Fig. 8.9.2 *Een kleine depressie trekt midden over ons land.*

De wind in het noorden krimpt van zuidoost via noordoost naar noordwest. De wind in het zuiden ruimt van zuidwest naar noordwest. In Hoek van Holland neemt daarbij de wind af van 34 naar 21 kt, (van 8 naar 5 Bft)

Bij passage zal wind in het noorden verder krimpen naar het oosten tot noordoosten. De wind in het zuiden ruimt naar west.
Waar de kern passeert, zal de zuidelijke wind ineens geheel wegvallen en vlak achter de depressiekern vanuit het noordwesten terugkeren – en vaak fors toenemen. Let op het isobarenpatroon!

Na passage wordt de wind overal noordwest.

In het noorden van het land krijgen we in deze situatie te maken met een occlusie of regengebied op de kop van de depressie.
In het midden van het land volgt het koufront snel op het warmtefront en in het zuiden komt men tijdelijk in de warme sector.

** een depressie over de molen kondigt zich aan door een snelle daling van de luchtdruk.*

Let op: Het gevaar van een recht overkomende depressie is, dat de molen doorgaans met veel zeil op een matige zuid/zuidoostelijke wind maalt, maar dat deze – als de depressiekern overtrekt – ineens kan wegvallen en krachtiger terugkeren uit het noordwesten.
Houd er rekening mee dat het 'omklappen' soms in zéér korte tijd kan gebeuren! Tijdig – d.w.z. vóór de wind omgaat! – vangen, afzeilen en naar het westen kruien is dan belangrijk!

8.9.3 De depressie trekt ten zuiden langs

Bij het naderen van de depressie gaat de wind krimpen, van zuidoost naar oost, noordoost en via noord naar noordwest.
Uit de occlusie op de kop van het lagedrukgebied valt regen of het regengebied reikt maar tot het gebied van de grote rivieren.
In de winter kan het gaan sneeuwen of ijzelen. De door oost naar noord krimpende wind trekt dan koude lucht ons land in.

** vanwege de voortdurend krimpende wind kan de kruiketting voor krimpend-om kruien blijven liggen.('naar rechts')*

8.9.4 Een depressie trekt langs de kust naar het noorden

In die situatie bevinden we ons ten oosten van de depressie, dus in een zuidelijke stroming. Daarbij trekken fronten over ons land. Vaak eerst het warmtefront, daarna het koufronten mogelijk daarna nog een om het laag gekrulde occlusie.
Direct ten zuiden van de kern zal de wind ruimen naar zuidwest tot west en zich snel uitbreiden over de rest van het land.

8.9.5 Een depressie trekt langs het oosten naar het noorden

Bij een lagedrukgebied dat langs onze oostgrens naar Denemarken trekt zal bij ons een wind waaien uit het noordwesten tot noorden. Daarbij zal het soms regenen.

Bovenstaande situaties geven een globale aanwijzing van wat je verwachten kunt. Op weerkaarten is meer informatie te vinden over de omvang en trekrichting van depressies, de ligging van de fronten en het isobarenverloop.

8.10 INFORMATIEBRONNEN

Naast de weerberichten op radio en TV is er online ook veel informatie beschikbaar over het weer.
De meeste (korte) weerberichten op internet worden overigens samengesteld aan de hand van computermodellen: ze worden niet door een meteoroloog bekeken of gecorrigeerd!

De bekende KNMI-weerkaarten zijn vooral gebaseerd op luchtdrukmetingen en luchtdrukverschillen. Maar er zijn ook bronnen, die andere informatie geven, zoals neerslag, windrichting en –sterkte, bewolking, temperaturen e.d.

8.10.1 Radar

Radar is een veelgebruikte bron, vooral omdat de beelden gemakkelijk op mobiele telefoons zijn te bekijken met behulp van weer-apps.
Sommige buienradars geven zeer nauwkeurig aan of een bui je treft of niet. Het is een handig hulpmiddel om buien te observeren.
Besef echter, dat buien constant aan verandering onderhevig zijn. Ze kunnen uitgroeien maar ook uitregenen en oplossen.

Hoe werkt buienradar?

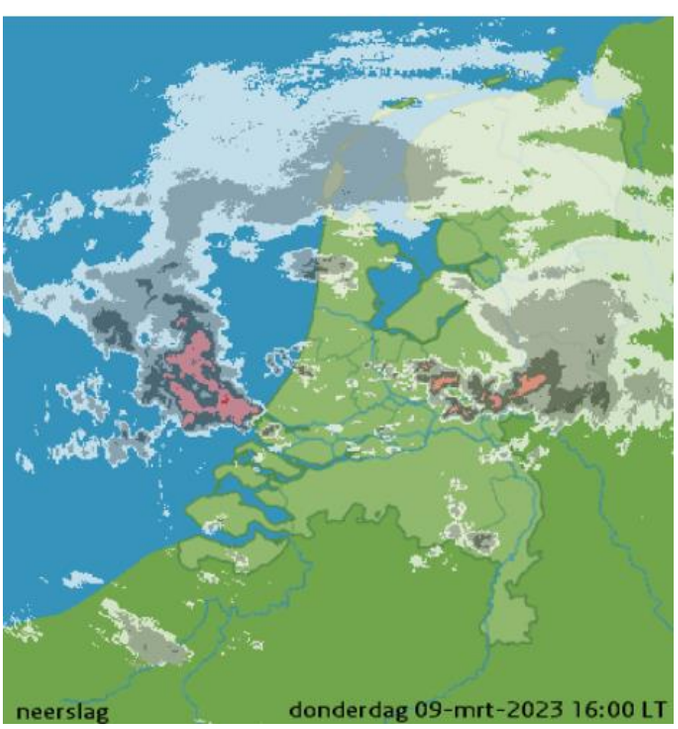


Fig.8.10.1
Een plaatje van een buienradar

Frontale regen boven het noorden van het land en buiige regen boven het westen en oosten van het land.
Hoe feller de kleur, hoe zwaarder de neerslag.

Radar zendt een signaal uit dat door regendruppels wordt weerkaatst. De teruggekaatste signalen worden bewerkt tot een radarplaatje. Per vijf minuten één plaatje.
Motregendruppels zijn echter te klein om te detecteren. Motregen wordt dus meestal niet weergegeven door de radar. Ook de reflectie van sneeuwvlokken is minder goed, waardoor sneeuwbuien vaak zwaarder blijken dan verwacht.

De buienradar heeft een bereik is ongeveer 300 km. Radargolven verplaatsen

zich uitsluitend rechtlijnig. Een radar kan dus niet ‘achter de horizon’ kijken vanwege de bolvorm van de aarde.
Van opkomende buien ziet de radar eerst alleen de bovenkant. Komt de bui dichterbij dan kan deze ineens zwaarder lijken te worden. Dat is niet het geval: de radar detecteert bij het naderen de bui beter en maakt die beter zichtbaar.

Al onze radargegevens komen van het KNMI. Die heeft twee radartorens, die het hele land bestrijken. Elke provider krijgt de ruwe data en bewerkt deze dan met zijn eigen software.

actueel beeld
Radar levert altijd een momentopname: die geeft de actuele situatie weer.

prognose
De animaties van het verdere verloop van de neerslag zijn dus prognoses en dus minder betrouwbaar.

Sites en apps die prognoses van de radar voor de komende twee uur geven, moeten altijd met enig argwaan bekeken worden.

8.10.2 Het KNMI

Het KNMI houdt ook een weersite bij. Daarop worden weerkaarten weergegeven, zowel analyses als prognosekaarten.

https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen-en-verwachtingen/weerkaarten

Elke 6 uur wordt door een meteoroloog de z.g. ‘guidance’ modelbeoordeling opgesteld. Dit is een uitgebreid verhaal over het weer voor de eerstkomende 48 uur. Een nogal technisch verhaal, maar er valt van diverse onderdelen, zoals de wind, genoeg te begrijpen.

https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen-en-verwachtingen/extra/guidance-modelbeoordeling

Ook geeft het KNMI, altijd in overleg met andere instanties, weerwaarschuwingen uit.

https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen

8.10.3 Andere websites

WXCHARTS https://wxcharts.com

Deze website laat niet alleen de druk zien aan de grond maar ook de neerslag op de fronten, de losse buien en bewolking. Deze informatie kun je vinden bij de kaart ‘overview’. Door regelmatig deze kaarten te bekijken leer je neerslagpatronen herkennen van fronten en losse buien.
Let op, deze kaarten bevatten niet de getekende fronten.

Weerplaza https://www.weerplaza.nl/

Onder het kopje ‘Expert-Weerkaarten’ vind je het model Harmonie dat door het KNMI gebruikt wordt. Bij ‘Element’ kun je ‘Luchtdruk en wind’ selecteren en je ziet dan zelfs de isobaren per 1 millibar.

Weerplaza geeft onder “EXPERT” de wind observaties per 10 minuten zoals de windkracht en windrichting en ook de windstoten.

Windy.com https://www.windy.com/

Op Windy.com kun je grondluchtdruk combineren met wind, neerslag en onweer. Deze website biedt veel informatie, o.a. duidelijke satellietbeelden.

Wetterzentrale https://www.wetterzentrale.de

Op deze Duitse site staan alle weermodellen die belangrijk zijn voor Europa, waaronder ECMWF en CFS hogeresolutie beelden voor Nederland.
Het voordeel van deze kaarten is, dat Nederland redelijk centraal ligt

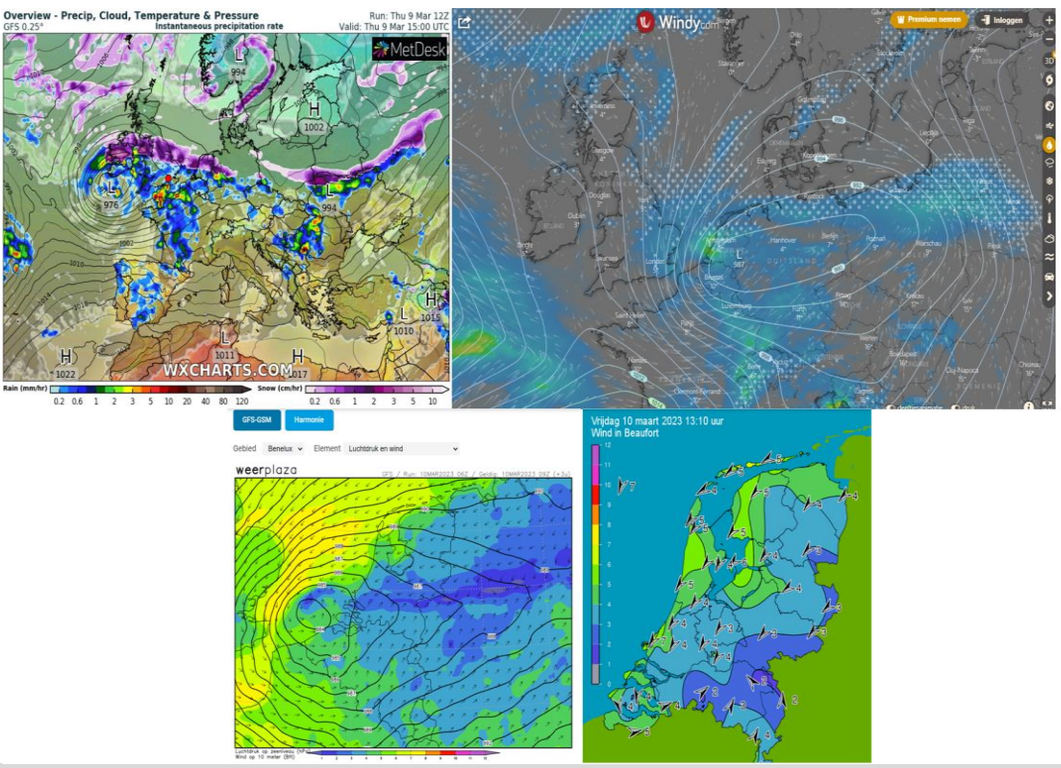
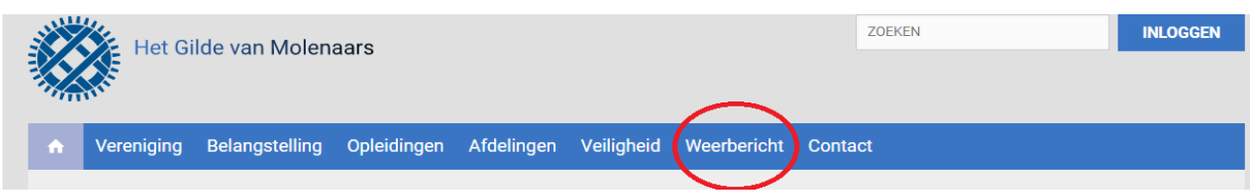


Fig. 8.10.3 Enkele weerkaartjes van websites.

Als we dit soort kaarten leggen naast weerkaarten met fronten ontstaat een goed overzicht van wat er gaat plaatsvinden.

Wetter3 https://www.wetter3.de

De belangrijkste kaart voor ons op deze site is die van 'Modell-Wetter'. Deze laat zien in welke vorm neerslag valt: hagel, sneeuw, onweer of regen.
Selecteer op de hoofdpagina: Hoch aufgelöst (GFS ….)



Website Gilde van Molenaars

Op de website van het Gilde van Molenaars verzorgt David Henneveld voor elke zaterdag een weerbericht, soms met extra uitleg bij bijzondere situaties.

Hoofdstuk 9 De molenbiotoop

Inhoud **pagina**

9.1. Inleiding 04
9.1.1. Recht op wind en water: windrecht en stuwrecht 04
9.1.2. Zicht op de windmolen 05
9.1.3. Omgevingswet: bescherming van de omgeving van molens 05
9.1.4. Het watermolenlandschap 05
9.1.5. Voorwaarden voor zinvol molenbehoud én molenbiotoop 07

9.2. De Molenbiotoop van de windmolen 09
9.2.1. De twee kanten van de molenbiotoop 09
9.2.1.a. De windvang en de biotoopformules 09
9.1.2.b. De beleving van de molen 10
9.2.2. Mogelijkheden tot behoud en verbetering van de molenbiotoop 12
9.2.2.a. Verwerving van draagvlak 12
9.2.2.b. Inspelen op ontwikkelingen rond de molen 13
9.2.2.c. Bescherming via de ruimtelijke ordening 15
9.2.2.d. Het molenpaspoort als basis voor bescherming van molen en biotoop 16

9.3. De organisatie van de biotoopzorg van molens 18
9.3.1. Inventarisatie van de bestaande situatie 18
9.3.2. De organisatie van de biotoopzorg 19
9.3.3. Provinciale molenorganisaties en De Hollandsche Molen 20
9.3.4. Rol van de molenaar bij een molen in eigendom van de overheid 22

9.4. Procedures in de ruimtelijke ordening 23
9.4.1. Omgevingswet en Besluit kwaliteit leefomgeving 23
9.4.2. De omgevingsvergunning 24
9.4.3. Het Omgevingsplan 25
9.4.3.a. Wat mag er wel en niet in de fysieke leefomgeving 25
9.4.3.b. Molenbeschermingszone of vrijwaringszone 26
9.4.3.c. Hoogte van bebouwing en beplanting 26
9.4.3.d. Afwijkingsregeling 27
9.4.4. Participatie en rechtsbescherming 27
9.4.4.a. Participatie 27
9.4.4.b. Rechtsbescherming 28
9.4.5. Overige plannen en besluiten 30

9.5. De windhinder volgens de formule 32
9.5.1. De berekening van de windhinder 32
9.5.2. Enkele rekenvoorbeelden 33
9.5.3. Tussenliggende bebouwing 36
9.5.4. Mitigerende en compenserende maatregelen 37

9.6. Bescherming van het watermolenlandschap 38

9.7 De molenaar als gastheer/vrouw 40

9.8. Tot besluit 40

AANTEKENINGEN

VOORAF

De molenbiotoop is de gehele omgeving waarin de molen functioneert. De omgeving van de molen is aan de ene kant van invloed op het functioneren van de molen. Immers de omgeving van de molen is van invloed op hoeveel wind een windmolen vangt en hoeveel water er naar en van een watermolen stroomt. Ook is de omgeving van invloed op de zichtbaarheid en de beleefbaarheid van de molen. Aan de andere kant is de molen ook van invloed op de omgeving: de molen levert een belangrijke bijdrage aan de landschappelijke kwaliteit en aan de kwaliteit van de leefomgeving. Bij een watermolen is het zelfs zo dat het watermolenlandschap is ontstaan door de aanwezigheid van de molen.
In ieder geval is de inrichting van de omgeving van groot belang voor het functionerenen voor het behoud van de molen en daarmee voor de molenaar.

Zowel wind- als watermolens hebben een biotoop. Windmolens moeten immers voldoende wind vangen en voor watermolens is de watertoevoer en -afvoer van belang. Dit hoofdstuk gaat grotendeels over windmolens. De biotoop van windmolens is goed in algemene termen te vatten. Via de molenbiotoopformule, die in verschillende vormen ook is opgenomen in wetten en plannen van de overheid, is de bescherming van de molenbiotoop in de basis geregeld.
De biotoop van watermolens is echter zo specifiek en verbonden met het landschap en de beek of spreng, dat voor iedere watergedreven molen een aparte beschrijving nodig is. Een goed overleg met de waterschappen is een eerste vereiste om te komen tot een aanvaardbaar water/stuwpeil.

Een groot deel van dit hoofdstuk is van meer algemene aard en van toepassing op wind- en watermolens. Sommige paragrafen zijn gericht op één van beide type molens. Dat wordt dan in de titel van het hoofdstuk of paragraaf vermeld.

Evert Smit †

Dit hoofdstuk van het Handboek wordt opgedragen aan Evert Smit, de grote animator van het werk voor de molenbiotoop.

9.1 INLEIDING

De tijd ligt ver achter ons dat elke molen als werktuig in gebruik was. Poldermolens voerden het water uit dieper gelegen gebieden af, en als de molenaar te laat zijn zeilen voorlegde en de vang lostrok om de molen in beweging te zetten, dan stonden boze boeren al gauw bij hem op de stoep. Ook de korenmolenaar was vaak dag en nacht in touw om meel te produceren voor de bakker of veevoer voor de boer. Er kon geen dag worden gemist en elke wind moest benut worden. Ook telde ons land in de 18e en 19e eeuw honderden industriële molens, alleen al in de Zaanstreek stonden ruim 1200 industriële windmolens. Ze waren in gebruik als zaagmolens, pelmolens en voor de productie van onder andere verf, olie en mosterd. Hetzelfde geldt voor de watermolens in Limburg, Brabant, Gelderland en Overijssel. Ook deze werden professioneel gebruikt voor het malen van meel, het slaan van olie en het zagen van planken.

9.1.1. Recht op wind en water: windrecht en stuwrecht

Het spreekt vanzelf dat bij deze werkende molens aan de energiebron, de wind of het water, geen afbreuk mocht worden gedaan. Vroeger al wist men hoe snel het vermogen van een molen terugloopt als de wind in kracht afneemt. Vanaf het ontstaan van de windmolens hadden de feodale heren de touwtjes strak in handen. Niet iedereen kon zomaar ergens een windmolen bouwen: hiervoor was de toestemming nodig van de hogere heer in de vorm van een windbrief. Hierin gaf de heer eigenlijk de wind in pacht. Natuurlijk lette hij er zorgvuldig op dat elke nieuwe molen geen bedreiging zou vormen voor eigen nabijgelegen molens, want dat zou inkomstenderving betekenen.

Sommige molens waren bovendien banmolens: ze lagen in een zogenaamd bangebied en alle inwoners van dit gebied waren verplicht hun graan op deze ene banmolen te laten malen en dus ook de prijs te betalen die de banheer bepaalde. Wanneer naburige molenaars in het bangebied graan ophaalden om bij hen goedkoper te malen, konden zij hiervoor gestraft worden.

De molenaar zelf was meestal een eenvoudige pachter. Hij kreeg een pachtcontract en moest instaan voor het onderhoud van het draaiende werk van de molen. Bij de aanvang van het pachtcontract werd er een prijs gemaakt: een zorgvuldige beschrijving van de staat van de draaiende molenonderdelen. Bij het eindigen van het contract werd dan alles zorgvuldig gecontroleerd en de meer- of minwaarde berekend. Het staande werk moest door de eigenaar of de heer onderhouden worden.

Het stuwrecht is het zakelijke recht om het water op het voor de watermolen gewenste peil te brengen of aan de gewone loop te onttrekken en daarmee het rad van een watermolen in beweging te brengen. Ooit had iedereen het recht een watermolen te bouwen en een stuw of sluiswerk in een waterloop te plaatsen, op voorwaarde dat anderen geen schade leden. Met de komst van de feodale heren kwam hier verandering in. Het molenrecht, het recht om een watermolen te bouwen en uit te baten, kwam in handen van de landsheer en de plaatselijke heren. Het stuwrecht, het recht om het water van een waterloop tot een bepaald peil op te stuwen en daarmee het rad van een watermolen in beweging te brengen, werd een noodzakelijk toevoeging aan het molenrecht. Degene die beschikte over het molenrecht, beschikte ook over het stuwrecht. In de Franse tijd zijn de heerlijke

rechten (als visrecht, banrecht) komen te vervallen, maar molen- en stuwrecht zijn dankzij een overgangswet uit 1829 na de oprichting van het Burgerlijk Wetboek gebleven.

Er is discussie gaande of het stuwrecht nog steeds bestaat en of de watermolenaar zich hierop kan beroepen om te garanderen dat de molen onbelemmerd wateraanvoer kan krijgen. Een veel ingenomen standpunt is dat de stuwrechten zijn verdwenen bij de ruilverkaveling. Maar dit is uiteraard niet overal het geval.

Het windrecht, zoals vastgelegd in windbrieven om de vrije windtoetreding tot de molen te garanderen, verdween in de 19e eeuw. Op basis van de ontstane praktijk werden praktijknormen ontwikkeld en ontwikkelde zich het begrip molenbiotoop. Bij veel poldermolens werd de vrije windvang beschermd in de Keur van het waterschap. Deze zijn nog steeds van kracht. Sinds de invoering van de Omgevingswet in 2024 is de Keur vervangen door de waterschapsverordening.

9.1.2. Zicht op de windmolen

Naast de windvang is een tweede aspect van de molenbiotoop belangrijk geworden en dat is de landschappelijke en stedenbouwkundige inpassing. Vroeger was die vanzelfsprekend. De zichtbaarheid heeft dus vaak een cultuurhistorische achtergrond: vroeger was de molen al van veraf te zien en bij poldermolens konden de molens ook naar elkaar seinen om bijvoorbeeld hoog water of storm aan te geven. Als de windvang goed was, zag je de molen en speelde hij zijn rol in het landschap en het dorpsbeeld. De molen domineerde vaak het beeld. Nu is dat niet meer zo en moeten we vechten om de molens in het zicht te houden of weer in het zicht te krijgen.

Voor de bewoners van een dorp of stad is de molen allereerst een karakteristiek element in hun woonomgeving; het belang van windvang voor de molen realiseren zij zich meestal niet. Juist de eisen die de windvang stelt komen in strijd met andere, ook heel reële belangen en wensen zoals woningen en bomen. Echter een omgeving die past bij de eisen die een molen stelt, is een voorwaarde voor een werkende molen. Die kant van de zaak moeten we sterker uitdragen benadrukken. Want die werkende molen is ook onderdeel van de leefbaarheid van omwonenden.

9.1.3. Omgevingswet: bescherming van de omgeving van molens

Sinds de oprichting van de Vereniging De Hollandsche Molen in 1923 is de aandacht voor molens gegroeid, zowel bij de bevolking als bij de overheid. Dit heeft ertoe geleid dat de molens, op een enkele uitzondering na, tot monument zijn verklaard. Monumenten die een grote cultuurhistorische, educatieve en toeristische waarde hebben en als extra toegevoegde waarde hebben dat het werktuigen zijn: een molen draait en maalt, slaat of zaagt.
Helaas waren jarenlang wel de molens als monument beschermd via de Monumentenwet, later de Erfgoedwet, maar was de omgeving van molens als behorend bij de molen niet wettelijk beschermd. De Omgevingswet (2024) heeft daar verandering in gebracht. Artikel 5.130 (behoud cultureel erfgoed) van het Besluit Kwaliteit Leefomgeving regelt dat gemeenten de omgeving van monumenten moeten beschermen met het oog op aantasting, ontsiering of beschadiging van het monument. In de toelichting op het artikel wordt de windvang van de molen specifiek genoemd met als reden dat een niet draaivaardig molen zal vervallen.

Door de overheid wordt veel geld besteed aan onderhoud en restauratie van molens. Het vergt een grote inspanning van moleneigenaren om met een beperkt budget de molen in goede staat te houden. Daarnaast is de inzet van molenaars bepalend voor de toekomst van de molen als werktuig.

9.1.4. Het watermolenlandschap

Wie goed kijkt, ziet dat watermolens op logische plekken in het landschap zijn gebouwd. Ze maken slim gebruik van dat natuurlijke landschap. Door de eeuwenlange opstuwing van het water hebben watermolens op hun beurt het bekenlandschap vormgegeven. Dat leverde bijzondere landschappen en waardevolle natuur op.
Watermolens werden gebouwd op logische plekken in het landschap: plekken waar genoeg water was, genoeg verval en waar het gemakkelijk was om een molen te bouwen, bijvoorbeeld daar waar het beek- en sprengendal smal was. Vanuit die plek vervulden ze in het verleden een belangrijke rol in de landbouwkundige en economische ontwikkeling van een gebied.
Doordat watermolens het beekdal afdamden, konden mensen op deze plek de beek oversteken. Zo werden watermolens knooppunten in het historische wegennetwerk. Op oude kaarten zijn die oude wegen vaak goed te zien.

Watermolens volgen niet alleen de logica van het landschap; in de afgelopen eeuwen hebben watermolens het landschap ook gevormd. Zo ontstond bij elke watermolen een watermolenlandschap. Zo'n landschap bestaat grofweg uit:

- De watermolen zelf en de bijbehorende gebouwde monumenten zoals dammen, stuwtjes, schuren.
- De direct-gerelateerde oppervlaktewateren (zoals een weijer of vijsvijver en sloten), vloeiweiden en infrastructuur (wegen, bruggen).
- Het hydrologische invloedgebied van het opgestuwde water (de zogenaamde 'stuwschaduw').

Het watermolenlandschap van De Collse Molen is bestempeld als een half-natuurlijk cultuurlandschap, waarin de mens haar sporen heeft achtergelaten.

Juist die hydrologie is kenmerkend voor een watermolenlandschap: doordat het water in de beek omhoog werd gezet, zodat er meer verval was om de molen te laten draaien, werd het achterliggende gebied natter. Soms ging het om een gebied

van wel twee kilometer stroomopwaarts. In de loop van honderden jaren ontstonden in deze nattere gebieden specifieke veenachtige bodems met specifieke, waardevolle (natte) natuurwaarden. Ook het stuwlandschap – vaak molenbroek of vloed genaamd – had een specifieke, herkenbare inrichting.

De omgeving van een watermolen is nog steeds van belang voor het functioneren van die molen. Hoewel historische watermolenlandschappen vaak landschappelijk zijn vervlakt, zijn ze op veel plekken nog steeds te beleven. Sommige kunnen een heel natuurlijke aanblik hebben als er, afgezien van het gevoerde stuwbeheer, nauwelijks andere menselijke activiteiten plaatsvinden. Een mooi voorbeeld is het landschap rond de Venbergse molen bij Valkenswaard met veel natte broekbossen en veenmoeras. Is de menselijke invloed groter, dan zie je meer afwisseling van veenmoeras en moerasbos vochtige, jaarlijks gehooide, niet of nauwelijks bemeste graslanden, vaak begrensd door houtwallen.

9.1.5. Voorwaarden voor zinvol molenbehoud én molenbiotoop

Als moleneigenaar en molenaar kunnen we niet stilzitten als het om behoud van de molen én de molenbiotoop gaat. Het vergt een grote inspanning van moleneigenaren om met een beperkt budget de molen in goede staat te houden. Daarnaast is de inzet van molenaars bepalend voor de toekomst van de molen als werktuig. Zij laten de molen draaien en malen en hierdoor wordt het beste onderhoud gegarandeerd. Alleen als voldoende wind naar de molen kan stromen kan deze zijn werk blijven doen.

Zo zien we dat zinvol molenbehoud minimaal drie eisen stelt:

- De molen moet in bouwkundig goede staat zijn.
- Er moet een (goed opgeleide) molenaar zijn.
- Er moet een goede windtoevoer naar en een goede windafvoer vanaf de molen zijn.

Vanuit cultuurhistorie en het landschap moeten we daar een eis aan toevoegen:

- De molen moet een markante en vooral zichtbare plaats in zijn omgeving hebben.

En wil ons werk succes hebben dan moet worden voldaan aan een laatste eis:

- De molen moet door de bevolking als een belangrijk onderdeel van haar leefomgeving worden gezien, de molen moet worden beleefd als ‘onze’ molen.

In het volgende hoofdstuk worden de verschillende aspecten nader besproken.

Een molenbiotoop zoals iedere molenaar zich die wenst.
De Hiemerter Mole, Burgwerd.

9.2 DE MOLENBIOTOOP VAN DE WINDMOLEN

9.2.1 De twee kanten van de molenbiotoop

De molenbiotoop kun je letterlijk van twee kanten bekijken: vanuit de molen naar de omgeving en vanuit de omgeving naar de molen toe. Het eerste komt hieronder in de paragraaf *windvang en de biotoopformule* aan de orde, het tweede in de paragraaf *beleving van de molen*.

9.2.1.a De windvang en de biotoopformules

De 1:100 en 1:30 regel
In het boek *Zwaaiende Wieken* van H.A. Visser uit 1946 zijn de praktijknormen voor de windvang vastgelegd in een eenvoudige regel, de zogenaamde 1:100-regel. Deze regel houdt in dat elke 100 meter verder van de molen het obstakel 1 meter hoger mag zijn. Een boerderij in het open landschap met een nokhoogte van bijvoorbeeld 10 meter dient dus op een afstand van minstens één kilometer van de molen te worden gebouwd en niet dichterbij. En andersom geredeneerd mag een gebouw op 300 meter afstand van de molen maximaal 3 meter hoog zijn.
Wat voor gebouwen geldt, geldt ook voor bomen. Bomen en boomgroepen hebben nog een extra nadeel voor de windvang van de molen. Zij houden met hun bladerkroon de wind enige tijd vast, waardoor er grote turbulentie optreedt en de wind met sterk wisselende kracht op de molen afkomt. Het verschijnsel hollen en stilstaan van de molen is het weinig gewaardeerde gevolg.

Sterk wisselend optredende krachten geven het gevlucht een te grote versnelling, waardoor het gaande werk te zwaar wordt belast. Vooral buiig weer verhoogt de risico's voor de malende molen. Obstakels die te dicht bij een molen staan, houden de wind weg van de onderste helft van het gevlucht, terwijl de bovenste helft de volle belasting ondergaat. Het zal niemand verbazen dat de krachten die dan optreden in de askop en in de kap van de molen zeer ongelijk zijn verdeeld. Daardoor kan in het ergste geval asbreuk het gevolg zijn waardoor de molenaar zijn wiekenkruis verspeelt.
Een molen waarin graan tot meel wordt gemalen, dient een regelmatige gang te hebben. Voor een gelijkmatig product is dit een vereiste. Zo zien we dat de omgeving van de molen bepalend is voor het al of niet goed functioneren van deze molen.

Gelet op de reeds aanwezige obstakels in stedelijk gebied, geldt in steden en dorpen vaak de 1:30 regel. Dat betekent dat bijvoorbeeld op 300 meter afstand tot de molen de maximaal toegestane hoogte niet 3 meter is, maar 9 meter hoog mag zijn. De gedachte daarachter is dat er in stedelijk gebied al veel andere obstakels zijn die een belemmering opleveren, zoals gebouwen en bomen.

De molenbiotoopformule van De Hollandsche Molen
De norm van Visser is nog steeds een handige vuistregel voor het bepalen van de hoogte van gebouwen en bomen in de directe omgeving van molens. Later is de norm beter onderbouwd en verder verfijnd. In 1982 verscheen het rapport *De inrichting van de omgeving van molens* van De Hollandsche Molen.
In paragraaf 9.6. wordt de berekeningswijze die in dit rapport wordt gehanteerd, de molenbiotoopformule van De Hollandsche Molen, uitgewerkt en van voorbeelden voorzien.

Een eerste verfijning die in deze formule wordt toegepast is het verdisconteren van de hoogte van de askop boven het maaiveld. Ten tweede is onderscheid gemaakt naar het soort omgeving waarin de molen staat: open, ruw/halfopen en gesloten.

- Open: vlak land met alleen oppervlakkige begroeiing (gras) en soms geringe obstakels. Bijvoorbeeld startbanen, weiland zonder windsingels, braakliggend bouwland.
- Ruw/halfopen: bouwland met afwisselend hoge en lage gewassen. Grote obstakels (rijen bebladerde bomen, lage boomgaarden enzovoort) met onderlinge afstanden van omstreeks tien tot vijftienmaal hun hoogte. Wijngaarden, maisvelden en dergelijke.
- Gesloten: bodem regelmatig en volledig bedekt met vrij grote obstakels, met tussengelegen ruimten niet groter dan enkele malen de hoogte van de obstakels. Bijvoorbeeld bossen en lage bebouwing.

De eerste honderd meter
Het is gebleken dat de verstoring van de wind direct achter een obstakel zeer groot is. Obstakels binnen de 100 meter leiden tot aanzienlijke fluctuaties en turbulenties met mogelijk grote schade aan het wiekenkruis en de as tot gevolg. Bij grondzeilers moet daarom de eerste 100 meter vanuit het hart van de molen geheel vrij te zijn van bebouwing of beplanting. Bij belt-, berg- of stellingmolens mogen de obstakels in ieder geval niet boven de belt, berg of stelling uitkomen.

Aandachtspunten bij de hoogteberekening
De formule van De Hollandsche Molen is vrij algemeen als uitgangspunt aanvaard en in gemeentelijke bestemmingsplannen, tegenwoordig omgevingsplannen, toegepast. Ook de 1:100 en 1:30 regel wordt overigens door verschillende gemeenten gebruikt in hun ruimtelijke regels, bijvoorbeeld in de provincie Zuid-Holland, waar de provincie deze regel voorschrijft.

Het begrip van de formule kent de volgende aandachtspunten. De formule geeft aan welke invloed een belemmering heeft op de toestroming van de wind uit de richting waarin die belemmering zich bevindt. Als de wind in een cirkelsegment van bijvoorbeeld 10^{o} wordt tegengehouden, betekent dat natuurlijk niet dat de windvang van de molen daardoor in totaal met 10/360 afneemt. De wind waait immers niet steeds uit dezelfde hoek. Aan de andere kant heb je ook te maken met het effect van een belemmering op de afstroming van de wind en daar werkt de factor afstand weer anders. Hoe belangrijk een belemmering is, hangt ook af van de nog aanwezige windvang bij een molen veroorzaakt door reeds aanwezige obstakels. Als die al slecht is, mag er zeker niet nog meer hinder bijkomen.
Bij alle berekeningen moet steeds worden bedacht dat het vermogen van een molen veel sterker afneemt dan de windvang. Als de windvang daalt tot 90%, daalt het vermogen met de derdemacht van die factor, dus tot 73%. Bijna niemand realiseert zich dat.
De beoordeling van wat acceptabel is, is niet eenvoudig. De formule is een heel belangrijk startpunt. De formule gaat uit van een windvang van 95%. Er is dus al rekening gehouden met een verlies van vermogen van 14 %.
Hiervoor is gekozen omdat bij een reductie van de totale windvang met 5% de molen nog zonder grote problemen in bedrijf kan zijn. Een nog grotere windreductie leidt al gauw tot een reductie in het molenvermogen van 25%, waardoor een onwerkbare situatie dreigt te ontstaan.

Windtabel

Snelheid	Vermogen
100%	100%
95%	86%
90%	73%
80%	51%
70%	34%
60%	22%
50%	13%

Berekenen van de windeffecten van obstakels
De toepassing van één van beide regels of formules is een eerste benadering, die gevolgd moet worden door een preciezere beoordeling als de norm wordt overschreden. Met het toenemend aantal (dreigende) obstakels rond molens wordt de behoefte aan een methode om de hinder van een individueel object te kunnen berekenen steeds groter. In de praktijk blijkt dat een gecompliceerde zaak te zijn. Windtunnelproeven kunnen een goed maar kostbaar hulpmiddel zijn. Bij het toepassen hiervan blijkt vaak dat de resultaten uit een windtunnelonderzoek een veel te positief beeld schetsen. Steeds vaker wordt tegenwoordig gebruikt gemaakt van computermodellen om de windeffecten van obstakels te berekenen. Bij de modellering hiervan kunnen ook de bestaande belemmeringen rond de betreffende molen worden meegenomen. De kwaliteit van de resultaten staat en valt met welke informatie je in het model stopt en met welke nauwkeurigheid.

Wát er ook uit de modellen komt, het vrijhouden van bebouwing en beplanting in een cirkel met een straal van minimaal 100 meter rond de molen blijft van het allergrootste belang.

9.2.1.b De beleving van de molen

De molenaar beleeft de molen in de eerste plaats van binnenuit, als een werktuig waarmee moet worden gewerkt en dat heel goed moet worden verzorgd. Molenaars hebben de nadruk altijd erg op de windvang gelegd. Bijna ieder ander beleeft de molen van buitenaf, als onderdeel van het landschap en van zijn of haar leefomgeving. De zichtbaarheid en de beleving van de molen zijn belangrijke aspecten van de betekenis of waarde van de molen waaraan in het verleden (te) weinig aandacht is besteed. Deze eenzijdige aandacht voor windvang is niet verstandig. Hiermee mis je een wezenlijk deel van de cultuurhistorische betekenis van de molen: zijn plaats in het landschap en in de ontwikkeling van het landschap. Ook mis je de aansluiting bij de manier waarop andere mensen de molen beleven. Dat is jammer omdat een goede windvang en een goede landschappelijke inpassing voor een groot deel samengaan. Ook is draagvlak nodig voor het behoud van de molen en de molenbiotoop.

Openheid rond de molen
Molens vragen openheid om zich heen. Dat is niet alleen goed voor de windvang maar ook voor het vrije zicht op de molen in het landschap. We moeten daarom ook met dat argument de openheid rond de molen proberen te behouden of terug te winnen. Dat zal ook de omwonenden sterker aanspreken. Daarmee kunnen we ook het molenbelang hopelijk tot een breder gedragen belang maken.
Het gaat bij de inpassing van een plan rond de molen niet alleen om openheid maar ook, en soms nog sterker, om zichtlijnen naar de molen. In een bebouwd gebied is dat vanzelfsprekend. Niet voor niets bouwde men belt-/berg- en stellingmolens, want alleen op die manier kreeg men voldoende wind. Ook in het landelijk gebied is volstrekte openheid zelden een haalbare situatie. We moeten streven naar een situatie waarin de molen een hoofdelement in het landschap is zonder aan andere belangrijke landschappelijke aspecten te veel tekort te doen. Zoals zo vaak gaat het erom, rekening houdend met andere belangen, een optimale oplossing te vinden, het aanvaardbare compromis dat in een vol land als Nederland meestal onvermijdelijk is. Als we daarin slagen kunnen we heel wat bondgenoten winnen.

Herstel watermolenlandschappen
Zoals eerder opgemerkt is elke watermolen met zijn watermolenbiotoop uniek. Elk watermolenlandschap heeft zijn eigen historie en landschappelijke kwaliteiten en vraagt bij herstel van zijn functie om andere oplossingen. In het ene geval is juist verdroging een bedreiging (bijvoorbeeld in Brabant), in het andere geval zijn juist overstromingen een probleem (bijvoorbeeld in Limburg). Daarnaast zijn er ecologische vraagstukken zoals herstel van de oorspronkelijke loop van de beek, de aanleg van een vispassage of een peilbeheer dat ook rekening houdt met de landbouwbelangen in de omgeving. Daarnaast kan de watermolen een rol spelen bij klimaatadaptatie door de opvang van water.
Het beleefbaar maken van het watermolenlandschap is ook van belang voor het behoud van en de waardering voor de watermolen. Hierbij is het eveneens goed om nieuw leven te blazen in de historische elementen die nauw zijn verbonden met het watermolenlandschap, zoals de vloeiweide, de boerenschans, een boomgracht en de bijgebouwen van de watermolen.

9.2.2 **Mogelijkheden tot behoud en verbetering van de molenbiotoop**

9.2.2.a Verwerving van draagvlak

Wie monumenten wil behouden, heeft de meeste kans op succes wanneer hij erin slaagt veel mensen te overtuigen van het belang van monumentenbehoud en ze daarmee aan zijn zijde weet te krijgen. Voor molens is dat niet anders. Het geldt voor de molenbiotoop misschien nog wel sterker omdat de eisen die een goede molenbiotoop stelt snel in conflict komen met andere belangen zoals woningbouw en het behoud van bomen en groen. Het ruimtebeslag van de molenbiotoop is groot en er zijn veel concurrerende ruimteclaims.

Hoe creëer je draagvlak?
In de eerste plaats door te zorgen dat de mensen zich bewust zijn van de molen. Zorg dat in de plaatselijke pers regelmatig iets over de molen valt te lezen. Neem deel aan braderieën, markten en andere lokale festiviteiten. Tuig de molen op bij bijzondere gelegenheden. Haal de mensen naar de molen als zich een gelegenheid voordoet.

De ideale omgeving voor een molen. Vrij van iedere obstakel dat een goede toetreding van de wind kan verhinderen. Molen Het Noorden Oosterend, Texel.

Nodig omwonenden uit als er groot werk plaatsvindt aan de molen. Rietdekken, roeden vervangen of een reparatie aan de staart zijn interessante gebeurtenissen.

Omwonenden betrekken vraagt meer dan een passieve openstelling op bijvoorbeeld één middag in de maand. Besteed bij het betrekken bijzondere aandacht aan personen die veel raakpunten met de molen hebben, zoals de buren. En natuurlijk ook aan personen die bepalen wat er rond de molen wel en niet kan, zoals het gemeentebestuur (burgemeester, wethouders en raadsleden) en het gemeentelijk apparaat. Onbekend maakt onbemind. Zorgen voor kennis is daarom heel belangrijk: maak duidelijk waarom regelmatig onderhoud nodig is, waarom de molen regelmatig moet draaien en hoe de molenbiotoop en de windvang van de molen werken.

De volgende stap is, duidelijk te maken welke eisen een goede molenbiotoop stelt. De doelgroep wordt daarbij wat enger, al kan het nooit kwaad ook dat breed te etaleren. Doe dat laatste wel voorzichtig. Op hoge toon eisen stellen, levert weinig bondgenoten op. Bewaar dat liever voor echte conflictsituaties. Laat wel de buren en de gemeentemensen eens in de praktijk zien wat bijvoorbeeld een te hoge beplanting betekent voor het draaien van de molen als de wind aan die kant staat. Bedenk bij alles: draagvlak krijg je door positieve actie, door waar dat mogelijk is mee te denken en bij te sturen, door een redelijke opstelling.
Ga conflicten niet uit de weg als het niet anders kan, maar het is beter als je zaken aan de voorkant kunt regelen.

9.2.2.b Inspelen op ontwikkelingen rond de molen

Molenaars moeten niet alleen hun eigen belang goed voor het voetlicht brengen, maar ook in de gaten houden wat er om hen heen gebeurt. Dat betekent dat er systematisch moet worden gekeken naar wat zich aandient. Daarbij is de plaatselijke pers heel belangrijk, maar ook goede contacten met buren en de gemeente. Abonneer je bijvoorbeeld ook op de app Omgevingalert of Berichten over uw Buurt of abonneer je op Officielebekendmakingen.nl. Hier krijg je berichten over plannen in de buurt van de molen.
Het moet niet bij kijken blijven, er moet ook actie worden genomen. Niet wachten tot iets officieel wordt aangekondigd of definitief is, maar op het eerste signaal reageren en nadere informatie inwinnen. Als plannen nog geen vaste vorm hebben gekregen, is er vaak heel veel nog bespreekbaar en kan worden gewezen op aspecten die wellicht zijn vergeten, zoals de eisen die een goede molenbiotoop stelt. En vergeet natuurlijk niet de eigenaar van de molen in te lichten. Zeker als er formele stappen moeten worden genomen, is dit vaak de taak van de eigenaar, zoals een stichting of andere organisatie. Pas in een later stadium kan een ‘zienswijze’ worden ingediend. Dit is meestal de taak van de eigenaar.

Hoe eerder je bij plannen betrokken raakt, hoe makkelijker de bespreking vaak gaat, hoe beter de plannen nog aanpasbaar zijn en hoe minder snel er sprake is van een conflict. Denk daarbij niet alleen aan omgevingsvergunningen en omgevingsplannen, maar ook aan plannen voor landinrichting, landschapsontwikkeling, structuurschetsen en wat er nog allemaal meer te bedenken valt.

De zichtlijnen lijken bij de Doesburgermolen in Ede goed verzorgd te zijn...

Goede contacten op het gemeentehuis zijn buitengewoon nuttig. Probeer daarom een soort bruggenhoofd in het gemeentehuis te vestigen. Denk daarbij aan ambtenaren die zich met ruimtelijke ordening en/of monumentenzorg bezighouden. Als dat lukt, is er een kanaal waarlangs het molenbelang binnen de gemeentelijke organisatie kan worden uitgedragen. Er is dan bovendien iemand die je de weg kan wijzen hoe je de zaken het best aan kan pakken. Verwacht geen dingen die niet waargemaakt kunnen worden. Een ambtenaar zit er uiteindelijk voor het algemeen belang, waaronder de afweging van verschillende belangen.
En waar mogelijk is het natuurlijk ook nuttig goede contacten te onderhouden met raadsleden en eventueel met de wethouder. Nodig ze ieder jaar een keer uit op je molen. Nogmaals: vergeet ook niet actief contact te houden over dit soort zaken met de eigenaar van de molen.

Probeer, als de mogelijkheid zich voordoet, ook zelf actie op gang te krijgen. Als de molen last heeft van verwilderde beplanting in de omgeving kan soms een stichting Landschapsbeheer in de provincie bijdragen aan een oplossing daarvan. Ook kan het goed werken om de opstelling van een landschapsplan door de gemeente of de regio uit te lokken om een doelbewuste ontwikkeling op gang te brengen en ongewenste ontwikkelingen te voorkomen.
Soms kunnen plaatselijke historische verenigingen of de lokale Heemschutafdelingen bondgenoten te zijn. Er is geen algemeen recept voor de aanpak te geven en samenwerken kan ook niet altijd. Als er partijen zijn waar je mee kunt samenwerken, maak er dan actief gebruik van.

Als er sprake is van een formele procedure zoals een omgevingsvergunning of een omgevingsplan, maak dan in ieder geval een ‘zienswijze’ kenbaar aan de gemeenteraad. Doe je dit niet en is de vergunning of het omgevingsplan vastgesteld, dan kan er geen beroep bij de rechter meer worden ingesteld of een verzoek worden gedaan om voorlopige voorziening.

In de meeste gevallen is de molenaar niet bevoegd een zienswijze in te dienen (zie paragraaf 9.3.4.). Dit moet de eigenaar doen, immers het behoud van de molen is officieel zijn belang. Zorg er dus voor dat je de eigenaar, bijvoorbeeld het stichtingsbestuur, zo snel mogelijk op de hoogte brengt van ontwikkelingen rond de molen.

9.2.2.c Bescherming via de ruimtelijke ordening

De bescherming van de molenbiotoop is allereerst een zaak van duidelijk maken wat het belang is. Uiteindelijk willen we dat belang natuurlijk ook via officiële regelingen beschermd zien.

...maar als we ca. 100 meter naar het zuiden lopen, blijkt de werkelijkheid geheel anders te zijn.

De beste instrumenten voor bescherming van de molenbiotoop zijn het gemeentelijk omgevingsplan, de provinciale omgevingsverordening en de waterschapsverordening. Deze instrumenten vinden hun basis in de Omgevingswet die op 1 januari 2024 in werking is getreden. Hierbij horen ook verschillende besluiten, zoals het Besluit Kwaliteit Leefomgeving. Het is belangrijk dat de bovengenoemde instrumenten voldoende bescherming bieden van erfgoed, de molen als monument en de omgeving van de molen. Vervolgens kent de Omgevingswet veel participatie- en inspraakmogelijkheden en verschillende momenten om in verzet te komen tegen wat een gemeentebestuur of een andere overheid van plan is.

Nogmaals, het juridisch verzet is het laatste stadium. Molenaar en moleneigenaar moeten proberen te voorkomen dat het zover komt. Wat uit overtuiging in een plan wordt opgenomen, houdt immers veel beter stand dan dat wat via beroepsprocedures bij hogere instanties wordt afgedwongen. Uiteraard is dat laatste niet altijd te vermijden.

Burgerparticipatie is verankerd in de Omgevingswet. Het gaat erom dat participatie leidt tot betere plannen en meer draagvlak. De gemeente is verplicht om participatie te organiseren bij het opstellen van de omgevingsvisie, het omgevingsplan, een omgevingsprogramma voor een gebied of onderwerp en een projectbesluit. Andere initiatiefnemers, zoals een

projectontwikkelaar of een ondernemer, zijn verplicht om gegevens over participatie te vermelden in hun aanvraag voor een omgevingsvergunning. In bepaalde gevallen, met name als de gemeenteraad die heeft aangewezen, kan participatie verplicht zijn.

Gemeenten zijn niet meer verplicht vergunningen en plannen te publiceren in lokale weekbladen of per brief omwonenden op de hoogte te houden. Via de app Omgevingsalert, Berichten over uw Buurt of op Officiëlebekendmakingen.nl kun je informatie vinden over bouwplannen, plannen van overheden en participatiemomenten.

Van de officiële inspraakmogelijkheden moet vanzelfsprekend gebruik worden gemaakt. Ook als alles goed is geregeld kan het nuttig zijn dat expliciet te zeggen (en waardering uit te spreken) en bovendien in de gaten te houden of andere insprekers soms ontwikkelingen bepleiten die schadelijk zijn voor de molen. Ook hier geldt: alles wat geregeld kan worden vóórdat een plan officieel in procedure gaat is winst. Heeft het college van burgemeester en wethouders zich eenmaal formeel uitgesproken, dan zijn zij vaak moeilijk tot andere gedachten te brengen. De procedures in de ruimtelijke ordening en mogelijkheden voor het maken van bezwaar – zienswijzen, bedenkingen, bezwaren, beroep, het aanvragen van een voorlopige voorziening – komen in paragraaf 9.5 nog aan de orde.

9.2.2.d. Het molenpaspoort als basis voor bescherming van molen en biotoop

Molen als collectie-item
Molens zijn historische werktuigen. In Nederland hebben we nog zo'n 1.200 molens, bijna allemaal hebben zij een monumentale status. Dit is een unieke collectie, iedere molen heeft eigen kenmerken, bijzonderheden en achtergronden. Ook vertellen de molen gezamenlijk een verhaal. Een verhaal over hoe molens verbonden zijn met ons land en het groter, rijker en mooier hebben gemaakt. Hoewel molens tegenwoordig niet meer zomaar worden afgebroken, verhoogd of verplaatst, zijn er andere bedreigingen, zoals het verdwijnen van ambachten en ambachtelijke kennis, veranderingen in de omgeving van de molens, het verminderen van windvang of watertoevoer, het volbouwen van molenerven, het verwijderen van roerende zaken uit de molen, het draagvlak voor molens of het verwateren van streekeigen (bouw)kenmerken van molens.
Het goed vastleggen van de Nederlandse collectie kan helpen bij toekomstig beleid en de belangenbehartiging voor het behoud van onze molens.

Het beeld van een molen beperkte zich jarenlang tot de molentechnische aspecten: type molen, grootte gevlucht, wieksysteem en stellinghoogte. Maar kennis over de collectie gaat verder dan alleen het gebouw, de instandhouding en de windvang. Het gaat bij erfgoed, zoals een molen, ook om de bredere materiële en immateriële context, zeg maar de bredere erfgoedwaarden. Door alle kennis over een molen te bundelen, kan die worden ingezet voor de belangenbehartiging. Als de waarde van een molen duidelijk is, kan een weloverwogen belangenafweging worden gemaakt als wegen, huizen of groen het behoud van de molen bedreigen.
We onderscheiden vier categorieën waarden:

- Cultuurhistorische waarden
- Molentechnische waarden
- Landschappelijke waarden
- Immateriële waarden

Molendatabase
Sinds vele jaren is de molendatabase.nl dé plek voor kennis over molens, oftewel het platform waar alle informatie over de molens in ons land te vinden is. De gegevens van alle bestaande molens zijn hierin opgenomen en worden actueel gehouden door een enthousiaste groep vrijwilligers en de vele molenaars in het land. De molendatabase leunt op de input van de molenaar. Geef wijzigingen aan de molen en in de omgeving van de molen door aan de beheerders van de database; geef elk jaar de tellerstanden door; voeg eens een nieuwe relevante foto toe en kijk of de geschiedenis van de molen en zijn molenaars juist en compleet is. Vindt er een restauratie plaats aan je molen, geeft de nieuwe informatie door.

In 2023 is De Nederlandse Molendatabase geheel vernieuwd en zijn vier bestaande molendatabases samengevoegd zodat nagenoeg alle informatie over alle molens die in Nederland staan en ooit hebben gestaan op één platform zijn te vinden. De informatie over molens staat in De Nederlandse Molendatabase handzaam bij elkaar en maakt alle informatie toegankelijker, voor het grote publiek en voor de molenkenner. Voor alle samengevoegde databases is het Ten-Bruggencatenummer (uniek voor iedere molen) leidend en dit is dé manier om databases aan elkaar te koppelen.
Het is de bedoeling van De Hollandsche Molen om de molentechnische gegevens in de molendatabase uit te breiden met gegevens over de andere categorieën waarden, cultuurhistorisch, landschappelijk en immaterieel. Het is de bedoeling dat de molenwereld zelf de gegevens voor de database aanlevert. De gegevens in de molendatabase.nl vormen kunnen vervolgens worden gebruikt voor het maken van Molenpaspoorten, een nuttig instrument voor onder andere het aantonen van het belang van een goede molenbiotoop.

Molenpaspoorten
Een molen- of erfgoedpaspoort kan gemaakt worden voor zowel wind- als watermolens en is voor beiden van groot belang. Een molenpaspoort bevat naast een omschrijving van de molen, de omgeving en de biotoopregels ook bouwhistorische en sociaaleconomische aspecten en informatie over de cultuurhistorische context. Het is een overzicht van alle erfgoedwaarden van de molen. Een molenpaspoort kan leidend zijn voor ruimtelijke plannen en ontwikkelingen in de gemeente waar de molen staat. De gemeente erkent dan de waarden van de molen zoals die in het paspoort zijn opgenomen en daardoor is voor iedereen bij ruimtelijke plannen duidelijk wat de belangrijke en te behouden waarden zijn van een molen. Ook kan het molenpaspoort richtinggevend zijn voor plannen van een waterschap en vormt het de basis voor afstemming van de belangen van de molen, het waterbeheer en de ecologie.

Landelijk wordt op sommige plaatsen al gewerkt met het molenpaspoort. Bijvoorbeeld de SIMAV (Zuid-Holland) zet zich in voor de instandhouding van molens in de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden. Als eerste molenorganisatie heeft zij een molenpaspoort gemaakt waar met name technische en biotoopgegevens in zijn opgenomen. Andere molenorganisaties zijn geïnspireerd en tonen grote belangstelling voor de molenpaspoorten.
De Hollandsche Molen heeft zich opgeworpen het molenpaspoort naar een hoger plan te brengen. Het is de bedoeling dat de molenpaspoorten alle gegevens over de vier genoemde categorieën waarden bevatten en dat deze gegevens uit de vernieuwde Nederlandse Molendatabase kunnen worden gehaald.

9.3 DE ORGANISATIE VAN DE BIOTOOPZORG VAN MOLENS

Zorgen voor de bescherming van de molenbiotoop staat of valt met kennis, voldoende mensen en betrokkenheid. De molenaar is zeker niet alleen verantwoordelijk voor de molenbiotoop, dat is in principe de eigenaar. De molenaar vormt echter wel de ogen en oren. Daarnaast zijn er ook provinciale en landelijke molenorganisaties die kunnen helpen de biotoop te beschermen.

9.3.1. Inventarisatie van de bestaande situatie

Voor een gerichte actie tot behoud of verbetering van de molenbiotoop, zowel wat betreft de windvang als het zicht op de molen, moet je weten waar je het over hebt en is het nodig dat de bestaande situatie goed bekend is. Sommige molens gebruiken daarvoor het eerdergenoemde molenpaspoort. In een molenpaspoort wordt alles wat van belang is voor een molen beschreven. Dit loopt uiteen van de technische aspecten tot cultuurhistorische aspecten tot de molenbiotoop.
In een aantal provincies is door de provinciale molenorganisatie in samenwerking met de provincie een molenbiotoopinventarisatie gemaakt. Voor alle molens is hierin de kwaliteit van de molenbiotoop opgenomen.

Aan de volgende zaken valt te denken:
- technische gegevens over de molen
- de topografische situatie, de hoogteligging, de bodemsoort, de waterhuishouding, de verkaveling
- lijst van eigenaren, gebruikers en beheerders van de percelen bij de molens
- soort grondgebruik
- aanwezige beplanting naar soort, feitelijke hoogte en potentiële hoogte
- aanwezige bebouwing met hoogte
- informatie over de molenbiotoop uit de molenbiotoopinventarisatie
- geschiedenis van de molen (zoals de opeenvolgende molenaars, de functies van de molen en eventuele restauraties)
- verhalen over de molen
- regelingen omgevingsplan, de waterschapsverordening en de provinciale omgevingsverordening

Maak eens een kaart, bijvoorbeeld op een kadastrale ondergrond (opvragen bij de gemeente), met de molen als middelpunt en cirkels van 100, 200, 300 en 400 meter. Dan heb je globaal het gebied dat je zorgvuldig in de gaten moet houden voor ruimtelijke en landschappelijke ontwikkelingen. De beschikbaarheid van een actuele inventarisatie kan snelle actie veel eenvoudiger maken. Je kunt dan aan de plannenmakers laten zien hoe de situatie nu is en wat de huidige waarden van de molen zijn.

© Het Gilde van Molenaars

Molens en de juiste keus van bomen kunnen leiden tot een mooi landschapsbeeld. De Torenmolen van Gronsveld.

9.3.2. De organisatie van de biotoopzorg

In het verleden was sprake van een netwerk van ruim 200 biotoopwachters. De zorg voor de molenbiotoop was opgezet door Evert Smit (†) en werd later ondersteund door het Gilde van Molenaars en Vereniging De Hollandsche Molen. Daarmee is een hechte basis gelegd voor de biotoopzorg. Na zijn overlijden is die taak enige tijd overgenomen door de secretaris van de werkgroep molenbiotoop van De Hollandsche Molen

De biotoopwachters hebben heel belangrijk werk gedaan, maar kwamen altijd ogen, oren en handen te kort. Inmiddels bestaat dit netwerk niet meer. De zorg voor de molenbiotoop ligt nu in meerdere handen.

- Molenaars hebben een belangrijke signaleringsfunctie. De molenaar merkt het direct wanneer de biotoop niet goed is en weet vaak veel van wat er speelt in de omgeving van de molen.
- Moleneigenaren zijn de eerstaangewezen personen of organisaties die in actie moeten komen. Geef het dus altijd aan de eigenaar door als je weet dat er bouw- of groenplannen zijn in de omgeving van de molen, of als je leest dat de gemeente of provincie een omgevingsvisie, omgevingsverordening of omgevingsplan aan het maken is, of als een relevante omgevingsvergunning wordt aangevraagd.
- De gedachte hierachter is dat een effectieve actie tot behoud en verbetering van de molenbiotoop het beste ondernomen kan worden aan de basis, want:
  - daar is kennis van de concrete situatie, de problemen en de mogelijkheden;
  - daar kun je de ontwikkelingen goed in de gaten houden, vanaf het begin de molenbelangen in het spel brengen en in goed overleg met betrokkenen oplossingen bedenken.
- Het is handig dat stichtingen of molenorganisaties een persoon binnen hun gelederen hebben die alle plannen in de omgeving van de molen in de gaten houdt. Deze persoon moet daarover ook met gemeenten afspraken proberen te maken, bijvoorbeeld een manier van informeren bij plannen rond de molen. Ook is het nuttig als zowel de molenaar als deze contactpersoon de lokale pers goed in de gaten houdt. Daar staat vaak al vroeg informatie over ideeën en plannen van mensen, organisaties en bedrijven.

- De provinciale molenorganisaties kunnen helpen als de molenbiotoop in gevaar komt. Sommige provinciale molenorganisaties hebben hiervoor een speciale molenconsulent in dienst en hebben een bestuurslid of werkgroep die molenaars en eigenaren kunnen helpen en van advies kunnen dienen.
- Wordt het probleem te groot of te ingewikkeld dan kan advies of hulp worden gevraagd van de medewerker molenbiotoop van De Hollandsche Molen.
- De Hollandsche Molen houdt zich tevens bezig met het verbeteren van de molenbiotoopformule en de berekeningsmethoden en met het informeren van overheden over de mogelijkheden de molenbiotoop te beschermen. Ook zorgt ze ervoor dat moleneigenaren, molenorganisaties, molenconsulenten en molenaars voldoende zijn toegerust op hun taak de molenbiotoop te beschermen. Dat doet ze onder andere door veel gestelde vragen met antwoorden op de website te plaatsen en informatiebijeenkomsten te houden in het land voor moleneigenaren en molenaars.

Een molen verdrongen door kantoren. Wipmolen van Jutphaas, gemeente Nieuwegein.

Het is van groot belang dat bij het beschermen en verdedigen van de molenbiotoop alle bij de molen betrokken personen met elkaar in contact blijven en elkaar weten te vinden, of het nu molenaars, eigenaren, stichtingsbestuurders of molenconsulenten zijn. Samen sta je sterk en als je goed overleg hebt, kun je niet tegen elkaar uitgespeeld worden.

Leden van het Gilde van Molenaars kunnen voor vragen omtrent biotoopzaken ook contact opnemen met de juridisch adviseur van het Gilde via juridisch@gildevanmolenaars.nl.

9.3.3. Provinciale molenorganisaties en De Hollandsche Molen

Zoals hierboven is aangegeven, is bij (dreigende) aantasting van de molenbiotoop primair de eigenaar van een molen aan zet. Een eigenaar is juridisch bevoegd om op te komen voor de belangen van de molen. Het is dan ook zaak voor de molenaar om zo snel mogelijk de eigenaar, zoals het bestuur van een molenstichting, op de hoogte te stellen van plannen in de omgeving van de molen of andere bedreigingen van de molenbiotoop.

Overzicht provinciale molenorganisaties eigenaren

-Erfgoedpartners Groningen – Platform moleneigenaren
-Stichting De Fryske Mole
-Molenstichting Drenthe
-Stichting De Overijsselse Molen
-Vereniging Molenfederatie Gelderland
-Molenstichting Limburg
-Molenstichting Noord-Brabant
-Vereniging De Zeeuwse Molen
-Erfgoedhuis Zuid-Holland– Molennetwerk Zuid-Holland
-Platform Utrechtse Molens
-Stichting De Noord-Hollandse Molenfederatie

Mocht de eigenaar of molenstichting er niet uitkomen, dan schakelt deze als eerste de provinciale moleneigenaren organisatie of molenconsulent in. Ook kan er natuurlijk gedacht worden aan juridische ondersteuning of de inzet van een advocaat. Maar niet altijd is hiervoor (voldoende) geld beschikbaar. Mocht het probleem ook te ingewikkeld of te groot zijn voor de provinciale organisatie, dan kan opgeschaald worden naar De Hollandsche Molen.

Het takenpakket van De Hollandsche Molen is breder dan alleen hulp bij en advies over de molenbiotoop. De vereniging zorgt ook voor de instrumenten waarmee molenorganisaties en vooral ook overheden kunnen werken: kennis verzamelen en verspreiden, opzetten hulpmiddelen om de molenbiotoop te berekenen, te beschermen en te waarborgen.

Daarnaast houdt De Hollandsche Molen samen met het Gilde van Molenaars in de gaten of er een goed functionerende decentrale organisatie is voor zowel molenaars als moleneigenaren en onderneemt en zo nodig actie om dit (weer) zover te krijgen.

Verder hoort alles wat op provinciaal niveau speelt tot het werkterrein van de provinciale molenorganisatie (zoals contacten met het provinciale bestuur en het in de gaten houden van de provinciale omgevingsverordening en omgevingsvisie). Alles wat op landelijk niveau speelt, behoort tot het werkterrein van De Hollandsche Molen. Denk aan het meepraten over relevante planologische en erfgoedwetgeving en het overleg met andere erfgoedorganisaties binnen de FIM (Federatie Instandhouding Monumenten).

Ondersteuning in concrete zaken doet De Hollandsche Molen alleen bij bijzondere problemen, bijvoorbeeld bij molens die eigendom zijn van een overheid, bij grote ruimtelijke ontwikkelingen of als bijvoorbeeld verplaatsing of verhoging van een molen dreigt. Als dat te vaak gebeurt komt De Hollandsche Molen niet toe aan haar hoofdtaak, de zorg voor de instrumenten.

Prachtige bomen en een molen gaan heel slecht samen. De molen van Mierlo.

De algemene regel is: de eigenaar probeert eerst zaken zelf op te lossen. Als dat niet kan, gaat hij naar de provinciale organisatie, en pas als het daar ook niet lukt naar De Hollandsche Molen. De molenaar zorgt daarbij voor de ogen en oren van de eigenaar. Houd daarbij wel de termijnen in de gaten. Op tijd reageren is belangrijker dan een heel mooi geformuleerde zienswijze of beroepspleidooi. Je kan altijd later nog met een aanvulling komen, mits je dat van tevoren hebt aangegeven en gevraagd.

Hoge bomen horen inderdaad op vestingwallen, als kogelvangers, maar niet zo dichtbij de molen, want dan worden het windvangers, zoals bij De Stadsmolen in Hulst.

9.3.4. Rol van de molenaar bij een molen in eigendom van een overheid

Een bijzondere positie nemen molens in die eigendom zijn van een overheid, bijvoorbeeld van een gemeente, provincie of een waterschap. In die gevallen is degene die eigenaar is, dezelfde als degene die een plan uitvoert of wil mogelijk maken. Die overheid zal meestal niet tegen zichzelf bezwaar maken.
In dat geval zou het denkbaar zijn dat de molenaar zienswijzen indient of bezwaar maakt tegen een plan of een vergunning. Dit zou kunnen, mits de molenaar in zijn of haar vrijwilligerscontract met die overheid/eigenaar ook specifiek de zorg voor de molen én de omgeving of molenbiotoop als taak heeft staan. Dan nog ligt het indienen van zienswijzen of bezwaar gevoelig, want de molenaar trekt dan ten strijde tegen zijn werkgever of opdrachtgever.
Een ander probleem is dat in een zaak van molen ’t Nupke in Geldrop de Raad van State de molenaars niet ontvankelijk heeft verklaard. Dat wil zeggen dat zij juridisch gezien niet op mogen komen voor het belang van de molen. De rechter vindt dat de molenaars geen primair belang hebben, maar een zogenaamd afgeleid belang.

Er zijn een paar mogelijke oplossingen denkbaar. Ten eerste zou een beheerstichting voor de molen opgericht kunnen worden die verantwoordelijk is voor beheer en onderhoud aan de molen. Hieraan moet de gemeente natuurlijk wel medewerking willen verleden. Een andere oplossing is de provinciale molenorganisatie of De Hollandsche Molen in te schakelen. Zij hebben namelijk in hun statuten staan dat ze opkomen voor het belang van molens en dat is inclusief de molenbiotoop. Zowel een beheerstichting, met de juiste statuten, als beide andere organisaties zullen door de rechter wel ontvankelijk worden verklaard en dus zienswijzen of bezwaar kunnen indienen en beroep kunnen aantekenen.

9.4 PROCEDURES IN DE RUIMTELIJKE ORDENING

Eén van de belangrijkste planologische instrumenten waarmee de omgeving van de molen of molenbiotoop wordt beschermd is het gemeentelijk omgevingsplan. Sinds de invoering van de Omgevingswet in 2024 is het bestemmingsplan vervangen door het omgevingsplan. In het bestemmings- of omgevingsplan kunnen regels opgenomen zijn die de maximale hoogte bepalen van bouwwerken en bomen in de omgeving van molen. Veelal zijn die regels gebaseerd op de molenbiotoopformule van De Hollandsche Molen of op de 1:100 / 1:30 regel. In sommige provincies is de verplichting om de omgeving van molens te beschermen al opgenomen in de provinciale verordening. Bovendien verplicht de Omgevingswet gemeenten de omgeving van monumenten te beschermen om te voorkomen dat het monument, zoals een molen, ontsierd of beschadigd raakt.

De eerder al genoemde waterschapskeuren zijn nog steeds van kracht en worden regelmatig herzien. Sinds de invoering van de Omgevingswet in 2024 is de Keur vervangen door de waterschapsverordening. De waterschapsverordening is een goed instrument voor bescherming van de windvang en beschermt bij veel maalvaardige poldermolens de molenbiotoop. In ieder geval in Zuid-Holland, Noord-Holland en Friesland hebben verschillende waterschappen rond veel poldermolens vrijwaringszones opgenomen in hun verordening. Sommige molens vervullen als hulp- c.q. noodbemaling nog een belangrijke taak en zijn ook als zodanig aangewezen.

Hieronder gaan we vooral in op de Omgevingsvergunning en het Omgevingsplan en kort op de andere relevante plannen, visies en vergunningen. De basis van alles is de Omgevingswet.

9.4.1 Omgevingswet en Besluit kwaliteit leefomgeving

Samen met de Erfgoedwet beschermt de Omgevingswet de molen. De Erfgoedwet is de belangrijkste wet voor bescherming van monumenten, waaronder molens. De Omgevingswet, ingevoerd op 1 januari 2024, is voor de bescherming van de molenbiotoop de belangrijkste wet. De Omgevingswet is op 1 januari 2024 in werking getreden. Daarmee is er een heel nieuw stelsel voor het omgevingsrecht gekomen. Veel regels die eerder in andere wetten stonden, zijn overgegaan naar de Omgevingswet. Deze regelt alles voor de fysieke leefomgeving op het gebied van bouwen, ruimtelijke ordening, monumenten, kappen, milieu, natuur, water en milieu.

De Omgevingswet heeft zes kerninstrumenten voor het gebruiken en beschermen van de leefomgeving. Met deze instrumenten kan de overheid beleid schrijven en uitvoeren. Daarnaast kunnen overheden met deze instrumenten regels stellen aan activiteiten en de uitvoering van projecten. De zes kerninstrumenten zijn: de omgevingsvisie, het programma, decentrale regels, algemene rijksregels, omgevingsvergunning en het projectbesluit. Voorbeelden van decentrale regels zijn het gemeentelijke omgevingsplan, de provinciale omgevingsverordening en de waterschapsverordening. De decentrale regels en vooral het omgevingsplan zijn het belangrijkste instrument voor de bescherming van de molenbiotoop waar je als molenaar mee te maken krijgt. Het is ook het toetsingskader voor de omgevingsvergunning waarmee bijvoorbeeld bouwplannen mogelijk worden gemaakt.

Naast de Omgevingswet zijn er verschillende Besluiten op rijksniveau. Een voorbeeld daarvan is het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). Een heel belangrijk artikel uit dit besluit is art. 5.130. Dit artikel schrijft voor dat gemeenten in het omgevingsplan regels

moeten opnemen voor de bescherming van het cultureel erfgoed en ook van de omgeving van monumenten. Het gaat er dan om dat de omgeving van het monument beschermd moet worden om te voorkomen dat het monument wordt aangetast, ontsierd of beschadigd. In de Nota van toelichting op het betreffende artikel in de Bkl staat letterlijk: 'Het gaat niet zozeer om het voorkomen van de aantasting van de omgeving op zich, maar om een aantasting van de omgeving van een monument die dat monument ontsiert of beschadigt. Het verrichten van activiteiten of de aanwezigheid van een (bouw)werk in de omgeving van een monument kan bijvoorbeeld het aanzicht en de waardering van dat monument negatief beïnvloeden. Daarnaast kan de omgeving van een monument ook van invloed zijn op de instandhouding of het functioneren van een monument. Zo is (de bebouwing of beplanting in) de omgeving van een molen van invloed op de windvang van een molen. Een molen die niet kan functioneren omdat deze onvoldoende wind vangt, heeft een veel groter risico om te vervallen.'

9.4.2. De Omgevingsvergunning

Veel bouwplannen en ook voornemens om ergens bomen te planten beginnen met een omgevingsvergunning. Een omgevingsvergunning is de officiële toestemming van een overheidsinstantie aan burgers, bedrijven en andere overheden om bepaalde activiteiten te verrichten in de fysieke leefomgeving. Bijvoorbeeld:

- het bouwen van een bouwwerk
- het wijzigen van een rijksmonument
- het kappen van een boom
- een activiteit die het milieu kan belasten of die gevolgen kan hebben voor een Natura-2000 gebied

De Omgevingswet en de bijbehorende Besluiten proberen zoveel mogelijk algemene regels op te stellen. Voor activiteiten die onder deze regels vallen is geen vergunning nodig. Een vergunning is alleen verplicht als:

- dit nodig is vanwege internationaal recht;
- algemene regels niet voldoende zijn om belangen af te wegen (dus bij ingrijpende activiteiten);
- dit voorgeschreven is in een lokale verordening (bijvoorbeeld de kapvergunning).

Als je leest dat ergens een vergunning wordt aangevraagd die speelt in de omgeving van de molen en zeker binnen de molenbiotoop, informeer dan bij de gemeente (of als het een watervergunning is bij het waterschap) wat de vergunning inhoudt én informeer de moleneigenaar.

Mocht de vergunning de molenbiotoop aantasten, dan is het mogelijk hiertegen zienswijzen in te dienen bij het bevoegd gezag dat de vergunning verleend. Meestal is dit de gemeente, maar het kan ook het waterschap of de provincie zijn.
NB: een belangrijke toets voor een omgevingsvergunning is het omgevingsplan. Mocht de molenbiotoop niet of niet goed zijn geregeld in het omgevingsplan (voorheen bestemmingsplan) – en daar heeft niemand bezwaar tegen gemaakt – dan kan een vergunning daar niet aan worden getoetst. Let dus altijd heel goed op of de gemeente een omgevingsplan aan het opstellen is of aan het herzien.

De procedure om te reageren op een vergunning ligt vast in de Algemene wet bestuursrecht, titel 4.1. of voor de uitgebreide procedure van afdeling 3.4. van deze wet. Het voert te ver om hier nu dieper op in te gaan. Zoek in eerste instantie hulp bij het Gilde of de moleneigenaar of kijk of je iemand kent die thuis is in de ruimtelijke ordening.

9.4.3. Het omgevingsplan

9.4.3.a Wat mag er wel en niet in de fysieke leefomgeving

Voorafgaand aan een omgevingsplan maakt de gemeente een omgevingsvisie. Hierin zegt de gemeente hoe zij het leefgebied wil ontwikkelen en beschermen. Die keuzes werkt zij vervolgens uit in haar omgevingsplan. Het omgevingsplan bevat dus de regels, ook wel planvoorschriften genoemd, voor de fysieke leefomgeving. De gemeente kan voor ieder gebied zeggen welke activiteiten zij wel of niet toestaat, bijvoorbeeld wonen, recreatie of bedrijvigheid. In het omgevingsplan hoeft de gemeente niet specifiek te bepalen wat er in welk gebied komt. Ze kan voor een ontwikkelingsgebied kiezen voor een algemenere beschrijving met randvoorwaarden. Ook geeft de gemeente aan welke regels zij aan de activiteiten stelt. In het omgevingsplan is vastgelegd wat er in een gebied mag worden gebouwd (hoogte, oppervlakte, plaats) en waarvoor grond en gebouwen mogen worden gebruikt. Dat laatste is van belang vanwege mogelijke beplanting.

Bij de inwerkingtreding van de Omgevingswet heeft elke gemeente één omgevingsplan. Het omgevingsplan vervangt het geldende bestemmingsplan en de beheersverordening uit de Wet ruimtelijke ordening. Bij de meeste gemeenten bestaat het omgevingsplan per 1 januari 2024 uit een samenvoeging van de bestaande bestemmingsplannen. Gemeenten hebben tot eind 2031 de tijd een definitief nieuw omgevingsplan voor hun hele grondgebied te maken. Bij elke tussenstap is dus sprake van een wijziging van, en niet van het opstellen van een omgevingsplan.

De molen van Zoutelande wordt bedreigd maar de situatie was in 1985 nog aanvaardbaar…

Het is dus zaak er goed op te letten dat het omgevingsplan voor het gebied rond een molen regels of planvoorschriften geeft die de hoogte van bebouwing en beplanting beperken, zoveel als nodig en mogelijk is voor de windvang van en het vrije zicht op de molen.

De gemeente zal bij het beschermen van de molenbiotoop rekening houden met andere belangen. De belangenafweging hoeven de molenorganisaties niet zelf te maken, dat is de taak van het gemeentebestuur. Het is niet verstandig en niet redelijk om net te doen alsof er geen andere belangen in het spel zijn. Bijvoorbeeld wat er al is, kan een omgevingsplan niet zomaar ongedaan worden gemaakt.

Voor alles geldt, dat wat je in goed overleg kan regelen vaak het best in stand blijft. Vergeet niet dat formele regelingen wel nodig zijn om, als het niet anders kan,

zaken af te kunnen dwingen of tegen te kunnen houden. Ook bij zaken die in goed overleg tot stand zijn gekomen, is het verstandig deze zaken vast te leggen. Of het nu gaat om een omgevingsplan of een omgevingsvergunning, zorg dat je er in een zo
vroeg mogelijk stadium bij bent. Een plan is dan nog niet volledig dichtgetimmerd en dan is er nog de meeste ruimte om rekening te houden met elkaars belangen.

Is de bescherming van de molenbiotoop in het huidige omgevingsplan niet of niet goed geregeld, wacht dan niet tot 2031 om dit aan de orde te stellen. Gemeenten hebben mogelijkheden om ook tussentijds wijzigingen aan te brengen in het omgevingsplan. Daar mag je de gemeente dus tussentijds om vragen.

9.4.3.b Molenbeschermingszone of vrijwaringszone

Molenbeschermingszones zijn zones rond een molen, met een straal tot 400 meter, waarin beperkende bepalingen voor de hoogte van bebouwing en beplanting gelden. Deze afstand komt terug in de meest toegepaste biotoopformules, die van De Hollandsche Molen en de 1:100 / 1:30 regeling.
Molenorganisaties en/of -eigenaren moeten een molenbeschermingszone of vrijwaringszone in de planvoorschriften van omgevingsplannen opgenomen zien te krijgen zodat ze daarmee zijn vastgelegd en officieel gemaakt.
Bepalingen over bebouwing en gebruik zijn neergelegd in regels en voorschriften in het omgevingsplan. Een molenbeschermingszone wordt ook in een dergelijk voorschrift geregeld. Het is heel belangrijk dat de zone op de plankaart wordt aangegeven, het liefst zowel de 100 meter zone als in ieder geval de 400 meter zone rond de molen.

Kijk voor een modelartikel op www.molens.nl onder ‘molenbeheer’.

...helaas besliste men anders op basis van het bestemmingsplan, dus: ‘te koop: huizen met uitzicht op de molen’.

9.4.3.c Hoogte van bebouwing en beplanting

In de planvoorschriften wordt altijd de hoogte van de toegelaten bebouwing geregeld, waarbij eventueel wordt verwezen naar de aanduidingen op de plankaart. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in goothoogte en nokhoogte. De nokhoogte, ook wel bouwhoogte genoemd, is in verband met de molen natuurlijk het belangrijkste. Die hoogte moeten we toetsen aan wat volgens de normen van De Hollandsche Molen toelaatbaar is, rekening houdend met de afstand tot de molen. Zie daarvoor paragraaf 9.5.

Indien de goothoogte is vermeld, is de vorm van het huis boven die goot uiterst belangrijk. Als men er een royale mansardekap op plaatst, is er opeens een verdieping bij gekomen.

De hoogte van beplanting wordt lang niet altijd in het bestemmingsplan geregeld en dat is een groot gemis. In veel situaties ondervindt een molen meer hinder van beplanting dan van bebouwing. We moeten dus erop letten dat dit wel wordt geregeld, door het opnemen van een aanlegvergunningenstelsel of door gebruiksregels. Om extra procedures te voorkomen verdient het laatste meestal de voorkeur.
Denk erom dat het bij dit onderdeel niet alleen gaat om bomen langs wegen en in tuinen of om traditionele bossen. Onder agrarische bestemmingen is het bijvoorbeeld vaak ook mogelijk productiebos te planten. Dicht bij de molen moet dit worden uitgesloten.

9.4.3.d. Afwijkingsregeling

In de meeste artikelen die de molenbiotoop beschermen is ook een afwijkingsregeling opgenomen. Meestal is dat een bevoegdheid van het college van burgemeester en wethouders. Naar een dergelijk artikel moeten we kritisch kijken want op die manier kan er onverhoeds nog van alles worden toegelaten. Dit kan bijvoorbeeld zijn dat advies wordt gevraagd aan de beheerder of eigenaar van de molenaar of een ‘ter zake deskundige’. Dat kan een erkende molenorganisatie zijn of een deskundig adviesbureau. Een aanvullende eis kan zijn dat bij een afwijking eerst de effecten van een ontwikkeling op de windvang van de molen moeten worden onderzocht. Zorg ervoor dat jezelf of de moleneigenaar betrokken is bij het voorbereiden en uitvoeren van een dergelijk onderzoek.

9.4.4. Participatie en rechtsbescherming

9.4.4.a. Participatie

De Omgevingswet maakt onderscheid tussen inspraak en participatie. De wet zegt over participatie: het in een vroegtijdig stadium betrekken van belanghebbenden bij het proces van besluitvorming over een project of activiteit. De Omgevingswet stimuleert vroegtijdige participatie. Daarmee kunnen overheden en initiatiefnemers op tijd belangen, meningen en creativiteit op tafel krijgen. Gaat het om ontwikkelingen in de omgeving van de molen dan zijn moleneigenaar en molenaars zeker belanghebbend. Zij moeten dus vroegtijdig bij de planvorming worden betrokken. Andersom moet ook de moleneigenaar bij grote restauratieplannen waar een omgevingsvergunning voor nodig is zelf aan participatie doen.

In de Omgevingswet en bijbehorende regels en besluiten staan regels over participatie. Overheden moeten bij het opstellen van visies en plannen aangeven hoe ze belanghebbenden hebben betrokken bij de totstandkoming van de visie of het plan, en vermelden welke resultaten dat heeft opgeleverd. Gemeenten, provincies en waterschappen moeten ook aangeven hoe ze hun eigen participatiebeleid hebben ingevuld. De wet schrijft niet voor hoe de participatie eruit moet zien en wie erbij betrokken moeten worden.
Bij het aanvragen van een omgevingsvergunning neemt juist de aanvrager het initiatief. Hij moet aangeven of, en zo ja hoe, hij de omgeving betrokken heeft bij zijn plan en wat de resultaten hiervan zijn. Dat betekent dat hij ook kan aangeven dat geen participatie heeft plaatsgevonden. Ben je het daar niet mee eens, laat dat de gemeente dan weten.

9.4.4.b. Rechtsbescherming

Participatie gaat dus vooraf aan de besluitvorming over een vergunning, plan of visie. Is dat besluit eenmaal genomen dat is het mogelijk hiertegen bezwaar te maken. Inspraak en rechtsbescherming voor besluiten op grond van de Omgevingswet verlopen volgens de procedures van de Algemene wet bestuursrecht (Awb).

Commentaar overbodig! De Besthmenermolen, Ommen.

De standaardmiddelen voor inspraak en rechtsbescherming zijn zienswijzen, bezwaar en beroep. In de tabel op de volgende bladzijde staat per relevant besluit wat wanneer aan de orde is.

Zienswijze
Zowel tijdens de korte als de uitgebreide voorbereidingsprocedure is het mogelijk om zienswijzen in te dienen. De korte procedure is het uitgangspunt en duurt normaal gesproken 8 weken. Daarna is nog bezwaar en beroep mogelijk. In principe geldt voor een omgevingsvergunning de reguliere procedure. Het bevoegd gezag mag de beslistermijn met 6 weken verlengen.

De Omgevingswet en het Omgevingsbesluit hebben specifieke gevallen aangewezen waarvoor de uitgebreide procedure geldt. Voorbeelden van gevallen waarvoor een uitgebreide procedure nodig is, zijn het opstellen van een omgevingsvisie, een gemeentelijke omgevingsplan, een provinciale omgevingsverordening, een waterschapsverordening of een peilbesluit.
Bij de uitgebreide procedure heeft het bevoegd gezag na het indienen van een aanvraag 6 maanden de tijd om een besluit te nemen. Het bevoegd gezag neemt eerst een ontwerp besluit waarover zienswijzen kunnen worden ingediend. Nadat het definitieve besluit is genomen, is er nog beroep bij de rechtbank mogelijk.

Schema inspraak en rechtsmiddelen

Besluit	Zienswijzen over ontwerpbesluit	Bezwaar	Beroep bij rechtbank	Beroep / hoger beroep bij Raad van State
Handhavingsbesluit	-	Ja	Ja	Ja
Omgevingsplan	Ja	-	-	Ja
Omgevingsvisie	Ja	-	-	-
Omgevingsvergunning regulier	-	Ja	Ja	Ja
Omgevingsvergunning uitgebreid	Ja	-	Ja	Ja
Omgevingsverordening	Ja	-	-	-
Peilbesluit	Ja	-	Ja	Ja
Projectbesluit	Ja	-	-	Ja
Uitvoeringsbesluit projectbesluit kort	-	Ja	-	Ja
Uitvoeringsbesluit projectbesluit uitgebreid	Ja	-	-	Ja
Voorkeursrechtbeschikking	-	Ja	Ja	Ja
Waterschapsverordening	Ja	-	-	-

Zienswijze ontwerpbesluit
In de uitgebreide procedure stelt het bevoegd gezag een ontwerpbesluit op. Over dit ontwerpbesluit kan iedereen zienswijzen inbrengen. Het bevoegd gezag moet vervolgens bij de motivering van het definitieve besluit aangeven wat ze met de ingediende zienswijzen heeft gedaan. Dit wordt meestal vastgelegd in een Nota van zienswijzen. Meestal worden de zienswijzen geanonimiseerd opgenomen.

Bezwaar
De mogelijkheid van bezwaar komt alleen in de korte procedure voor. In de bezwaarprocedure maakt iemand bezwaar tegen een besluit. Je moet het bezwaar binnen 6 weken indienen bij het bevoegd gezag dat het besluit heeft genomen. Als je het niet eens bent met het besluit dat het bevoegd gezag heeft genomen over je bezwaren, dan kun je bij de rechter in beroep gaan. In de uitgebreide procedure is bezwaar niet nodig. Daar bestaat namelijk de mogelijkheid om zienswijzen tegen het ontwerpbesluit in te dienen.

Beroep
In een beroepsprocedure geeft de rechter een oordeel over een besluit van het bevoegd gezag. In de meeste gevallen dien je een beroep in bij de rechter. Ben je het niet eens met het besluit van de rechter, dan kun je nog eenmaal in hoger beroep gaan bij de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS). In sommige gevallen moet je rechtstreeks beroep aantekenen bij de ABRvS. Deze besluiten staan in bijlage 2, artikel 2, van de Awb.

Voorlopige voorziening
De meeste besluiten treden meteen in werking. Bij een vergunning betekent dit, dat er meteen mag worden gebouwd of gesloopt. Dat is vaak niet meer terug te draaien. De inwerkingtreding wacht dus niet tot de rechter een besluit heeft genomen in een beroepszaak. Dat kan nadelig zijn voor de molen. Als je het dus niet eens bent met het besluit van het bevoegd gezag en beroep hebt ingesteld, kun je de rechter om een voorlopige voorziening vragen. Dit is een tijdelijke

maatregel die de inwerkingtreding van een bepaald besluit tegenhoudt of schorst. Dat is om te voorkomen dat er een onomkeerbare situatie ontstaat. De rechter beoordeelt of het verzoek om een voorlopige voorziening terecht is. De rechter besluit dan of het besluit wordt geschorst.

In sommige gevallen heeft een verzoek om voorlopige voorziening al direct een automatisch schorsende werking van het besluit. Het besluit is dan geschorst totdat de rechter op het verzoek heeft beslist. In dit geval treedt het besluit nog niet in werking. Dat geldt alleen voor een omgevingsvergunning met onomkeerbare gevolgen. Ook moet de verzoeker het verzoek binnen een bepaalde termijn hebben ingediend.

Eisen aan zienswijzen, bezwaren en beroepschriften
In verschillende in de literatuurlijst vermelde publicaties zijn voorbeelden te vinden van zienswijzen, bedenkingen en beroepsschriften. Het lijkt niet zinnig die hier allemaal op te nemen, maar enkele algemene eisen kunnen wel worden genoemd.

In de advertenties en dergelijke staat altijd aangegeven aan wie en wanneer stukken kunnen worden gestuurd. Volg die aanwijzingen nauwkeurig.
- Adresseer nauwkeurig.
- Reageer altijd binnen de officiële termijn of vraag formeel uitstel aan.
- Dateer het stuk en vermeld precies om welke procedure het gaat
- Geef duidelijk het onderwerp aan en het nummer van het besluit.
- Geef een duidelijke motivering van de bezwaren of zienswijzen.
- Blijf altijd zakelijk en houd het zo kort mogelijk.
- Beweer geen zaken die niet hard gemaakt kunnen worden.
- Volg de richtlijnen of je per post of digitaal kunt reageren en aan wie.

Niemand verwacht van burgers dat zij brieven schrijven als een advocaat of een ambtenaar. Er wordt gekeken naar argumenten, naar de inhoud dus, niet naar de stijl van de brief. Als het maar duidelijk is.

Een goed voorbeeld van overleg tussen gemeente en molenaar.
Vele bomen rond de molen werden uiteindelijk verwijderd bij molen Nooit Gedacht in Warnsveld.

9.4.5. Overige plannen en besluiten

Alhoewel het omgevingsplan het belangrijkste instrument is om de molenbiotoop planologisch te beschermen, en de omgevingsvergunning het belangrijkste instrument is om in de gaten te houden, moeten we andere instrumenten niet uit het oog verliezen. De basis van het gemeentelijk omgevingsplan ligt immers in de gemeentelijke omgevingsvisie. De kaders voor de gemeentelijke plannen liggen vast in hogere wet- en regelgeving, zoals de provinciale omgevingsvisie en omgevingsverordening en de nationale omgevingsvisie (NOVI). Daarnaast is er afstemming noodzakelijk met de waterschapsverordening van de betreffende waterschappen.

Omgevingsvisie
Een omgevingsvisie kan opgesteld worden door verschillende overheden. In de visie leggen de gemeenteraad, Provinciale Staten of het Ministerie van Binnenlandse Zaken hun ambities en beleidsdoelen vast voor de fysieke leefomgeving op lange termijn. Ze leggen één omgevingsvisie vast voor hun hele grondgebied.
De omgevingsvisie is een instrument voor beleidsontwikkeling en is ‘zelfbindend’. Dat wil zeggen dat het alleen bindend is voor de eigen overheid en geen regels bevat voor burgers, bedrijven of andere overheden. Uit oogpunt van behoorlijk bestuur moeten bestuursorganen wel rekening houden met elkaars beleid, taken en bevoegdheden. Oftewel een gemeentelijk omgevingsplan moet niet alleen een uitwerking zijn van de eigen omgevingsvisie, maar ook rekening houden met de doelstellingen uit de provinciale omgevingsvisie.
In een omgevingsvisie van gemeente en provincie staan bijvoorbeeld doelen en ambities op het gebied van erfgoed. Heeft jouw gemeente al een omgevingsvisie? Wordt daar erfgoed in genoemd? En staat het belang van de molen(s) aangegeven?

Waterschapsverordening
De waterschapsverordening bevat alle regels over de fysieke leefomgeving die het waterschap stelt binnen haar beheergebied. Per waterschap is er één verordening. Waterschappen krijgen een overgangstermijn voor het vaststellen van de waterschapsverordening tot 1 januari 2026.
De waterschapsverordening bevat regels voor waterkeringen, watergangen en grondwater binnen het beheergebied van een waterschap. Deze regels gelden voor iedereen. Samen met het gemeentelijk omgevingsplan bevat de waterschapsverordening de regels voor de fysieke leefomgeving op lokaal niveau.
Een waterschapsverordening bevat ook zogenaamde beperkingsgebieden. Dat zijn gebieden rondom een waterwerk of object, waarin regels gelden vanwege de aanwezigheid van dat werk of object. Het beperkingengebied omvat zowel het werk zelf als een zone rond het werk, bijvoorbeeld de molenbiotoop rond een poldermolen.

Omgevingsverordening
De omgevingsverordening bevat alle provinciale regels voor de fysieke leefomgeving. Per provincie is er één omgevingsverordening die de bestaande verordeningen vervangt, zoals de milieuverordening, de planologische verordening, de landschapsverordening en de grondwaterverordening. Een verplicht onderdeel van de provinciale omgevingsverordening is de bescherming van werelderfgoed en cultureel erfgoed, waaronder wind- en watermolens met hun omgeving.
De provincie kan in de omgevingsverordening instructieregels opnemen. Het doel van een instructieregel is dat wordt voldaan aan omgevingswaarden of dat andere doelstellingen van de provincie voor de fysieke leefomgeving worden bereikt. Sommige provincies hebben instructieregels voor het opnemen van de bescherming van de molenbiotoop/vrijwaringszone in het gemeentelijk omgevingsplan opgenomen. Het zou goed zijn als we dat in alle provincies voor elkaar krijgen.

9.5. DE WINDHINDER VOLGENS DE FORMULE

9.5.1 De berekening van de windhinder

N.B. Deze berekeningen behoren niet tot de examenstof. Het is ter informatie opgenomen omdat ze enig inzicht kunnen geven in de invloed van bebouwing en beplanting op de molen.

Voor het bepalen van de toelaatbare obstakelhoogte in relatie met de afstand van het obstakel tot de molen is als leidraad genomen het biotooprapport *De inrichting van de omgeving van de molen*, uitgegeven door De Hollandsche Molen in 1982.

De formule van De Hollandsche Molen gaat uit van een maximaal toelaatbare windreductie van 5%. Deze is opgenomen in de constante c = 0,2. Er blijft dan 95% van de oorspronkelijke windsnelheid over, waardoor het vermogen met 14% afneemt (zie paragraaf 9.2.1.a).

De formule gaat pas werken vanaf een cirkel van 100 meter rond het hart van de molen. Zoals we in paragraaf 9.2.1.a. zagen is het risico op turbulenties veroorzaakt door obstakels binnen de 100 meter bijzonder groot. Obstakels houden niet alleen de toestromende wind naar de molen tegen, maar belemmeren tevens afvloeiing van de wind. Daarnaast veroorzaken obstakels turbulentie, zowel in het verticale als in het horizontale vlak. Hierdoor ontstaat vlagerige wind en zeilslag. Om deze turbulentie enigszins teniet te doen dient de aanstromende wind zich over een afstand van minstens 100 meter te kunnen herstellen.
Er dient daarom een vrije ruimte rond de molen te zijn van tenminste 100 meter. Bij grondzeilers moet deze cirkel geheel vrij blijven van bebouwing, groen of bomen. Bij een stelling-, belt- of bergmolen mogen de obstakels niet hoger zijn dan de stelling-, belt- of berghoogte.

Buiten de 100-meter cirkel loopt de lijn die de maximaal toelaatbare hoogte aangeeft schuin omhoog. Deze lijn geeft aan wat in principe wel en wat niet meer toelaatbaar is als obstakelhoogte. Alles wat boven de lijn uitkomt moet kritisch worden bekeken.

Bij de berekening van de maximale hoogte van obstakels betrekken we tevens de omgeving van de molen die als open (n=140), ruw (n=75) of gesloten (n=50) kan worden getypeerd. Enkele provincies hanteren in de praktijk de eenvoudiger 1:100 regel voor het buitengebied en 1:30 regel voor verstedelijkt gebied. Dat betekent dat elke 100 respectievelijk 30 meter verder van de molen het obstakel 1 meter hoger mag zijn.

In open gebied komt de berekening ongeveer overeen met de 1:100 regel. De ruwheidsfactor in de formule is dan n = 140, maar door het verwerken van de askophoogte in de formule komt de uitkomst bij benadering uit op 1 op 100. Een te bouwen boerderij met een nokhoogte van 10 meter moet in open gebied volgens deze berekening op ongeveer 1 kilometer van de molen staan.
In de praktijk is deze norm niet altijd realistisch. Slechts in zeer open polders kunnen we hiervoor pleiten. Echter als boerderij met een nokhoogte van 10 meter op 200 meter van de molen wordt gepland, moeten we zeker bezwaar maken.

De factor n = 140 komt in de Nederlandse praktijk relatief weinig voor, dan moet er bijvoorbeeld sprake zijn van zeer open en vlak grasland zonder bomen of struiken. Daarom is de n = 75 factor in het leven geroepen die geldt voor open gebied waarin wel verspreid staande schuren of bomen langs wegen staan.

In een stedelijk of gesloten gebied hanteren we een factor n = 50 in de formule. Dit komt enigszins overeen met de 1:50 regel. Het gebruik van de askophoogte van stelling-, belt- of bergmolens in de formule leidt echter tot andere uitkomsten. De hierna gegeven voorbeelden laten dat zien.

De toepassing van de formule is een eerste benadering die, als de norm overschreden dreigt te worden, gevolgd moet worden door een preciezere beoordeling.

9.5.2 Enkele rekenvoorbeelden

Hieronder staat de veel gebruikte formule van De Hollandsche Molen waarmee we kunnen berekenen hoe hoog obstakels mogen zijn in relatie met de afstand tot de molen. De onderdelen van de formule zijn hierboven nader uitgelegd.

De formule luidt als volgt: $H_x = X/n + c*z$, waarin:

H_x = hoogte obstakel
X = afstand obstakel tot de molen
n = 140 voor open, 75 voor ruw, 50 voor gesloten gebied
c = constante = 0,2
z = hoogte askop

Voorbeeld 1

Grondzeiler met een vlucht van 24 meter

Familie Molenaar wil in een dorp een bungalow bouwen op 60 meter van een grondzeiler. De nokhoogte wordt 4,5 meter. De voorgenomen bungalow valt binnen deze 100 meter cirkel en dient daarom niet op die plaats gebouwd te worden.

Op welke afstand mag deze bungalow dan wel staan? Binnen dorpse bebouwing gaan we uit van een gesloten gebied, dus n = 50. De askophoogte z is de helft van de vlucht, dus 12 meter.

Berekening:

$H_x = X/n + c*z$. We schrijven dit eerst als: $X = n (Hx – c*z)$

$X = 50 (4,5 – 0,2 \times 12) = 50 \times 2,1 = 105$ meter

Als het een ongeschonden landelijke omgeving betreft, hebben we met een open gebied te maken. Dan wordt de afstand $X = 140 \times 2,1 = 294$ meter.

Volgens de 1:30 regel moet de afstand minimaal 135 meter bedragen en volgens de 1:100 regel minimaal 4,5 x 100 = 450 meter.

Voorbeeld 2

Er is een herziening van het omgevingsplan ter visie gelegd. Bij bestudering hiervan blijkt dat de gemeente een nieuwe wijk met laagbouwwoningen wil realiseren op een afstand van 180 meter van de molen. De nokhoogten van de woningen bedragen 8 meter.

We berekenen als eerste volgens de schuin omhooggaande lijn waaronder obstakels zijn toegestaan, hoe hoog er op 180 meter van de molen wél gebouwd mag worden.

$H_{180} = 180/50 + 0{,}2 \times 12 = 3{,}6 + 2{,}4 = 6$ meter.

Op een afstand van 180 meter van de molen bij n = 50 is de maximale hoogte volgens de formule 6 meter. De huizen mogen op 180 meter dus 6 meter hoog zijn. De huizen zijn met een nokhoogte van 8 meter dus 2 meter te hoog volgens de formule.

Om de schuin opgaande lijn van de formule te kunnen bepalen, rekenen we nog enkele hoogten bij verschillende afstanden uit.

$H_{100} = 100/50 + 0{,}2 \times 12 = 2 + 2{,}4 = 4{,}4$ meter.

Op 200 meter is de maximale hoogte 6,4 meter, op 300 meter 8,4 meter en zo verder, elke 100 meter mag het obstakel dus 2 meter hoger zijn.

Ook bij toepassing van de 1:30 regel mag een woning op 180 meter van de molen maximaal 6 meter hoog zijn.

Op welke afstand mogen huizen met een nok van 8 meter staan?

Berekening met de DHM-formule in dorps gebied:

$X = n (H_x - c*z)$

$X = 50 (8 - 0{,}2 \times 12) = 50 \times 5{,}6 = 280$ meter

Volgens de 1:30 regel zou de minimumafstand 8 x 30 = 240 meter moeten bedragen.

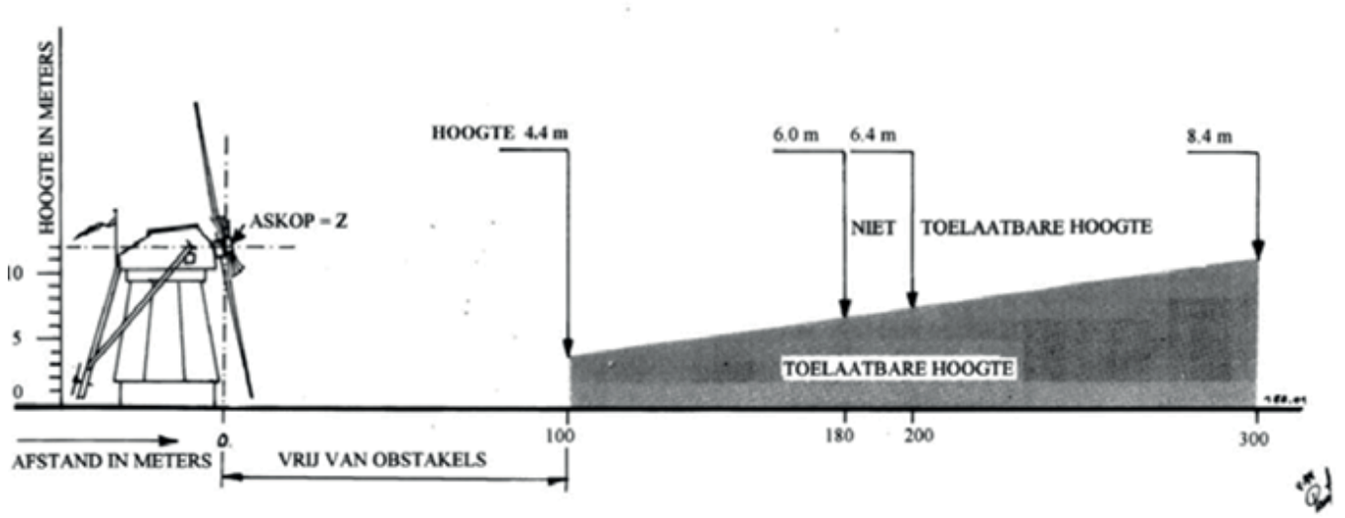


Fig.9.5.2.1
Toelaatbare bebouwingsafstand en -hoogte tot de grondzeiler uit voorbeelden 1 en 2.

Voorbeeld 3

Een stellingmolen met een vlucht van 24 meter en een stellinghoogte van 10 meter

Bij een stelling-, belt- of bergmolen is de askophoogte z = helft vlucht + stellinghoogte. In dit voorbeeld is dat: 12 + 10 = 22.

Hierbij moet je bedenken dat hoe hoger het obstakel, hoe groter de invloed op de aanstromende wind en hoe meer turbulentie. De berekening met toepassing van de formule geeft de toelaatbare obstakelhoogte in relatie met de afstand tot de molen.

We zien hoe ver een bepaald obstakel boven de stelling mag uitkomen of andersom geredeneerd hoe ver het van de molen af moet staan. Zowel de theorie als de praktijk wijst uit dat hoe hoger de stelling is, hoe verder van de molen af het punt ligt waar obstakels hoger mogen zijn dan de stelling.

Stellingmolens staan meestal in een gesloten gebied, dus dan geldt n = 50.

Hoe hoog mag een gebouw zijn op 250 meter van de molen?

$H_x = X/n + c*z.$
$H_x = 250/50 + 0,2*22$

De maximale hoogte op 250 meter uit het hart van de molen is 9,40 meter, nog altijd lager dan de stelling. Pas vanaf 280 meter mag een gebouw boven de stellinghoogte van 10 meter uit komen.

Hoever moet een gebouw met een nokhoogte van 12 meter van de molen af staan?

$X = 50 (H_x - 0,2*z) = 50 (12 - 4,4) = 50 \times 7,6 = 380$ meter.

Voorbeeld 4

Een stellingmolen met een vlucht van 26 meter en een stellinghoogte van 6 meter

Hier is de askophoogte z = helft vlucht + stellinghoogte = 13 + 6 = 19 meter.
Tot hoever vanaf de molen dienen obstakels onder de stellinghoogte te blijven? De hoogte van het obstakel is dan 6 meter.

$Hx = X/n + c*z$ of $X = n (Hx – c*z)$
$X = 50 (6 - 3,8) = 50 \times 2,2 = 110$ meter.

Verder dan 110 meter mag dus hoger dan de stelling gebouwd worden. De berekende schuine lijn geeft aan hoe hoog gebouwd mag worden.

$H_{100} = 100 / 50 + 0,2 \times 19 = 2 + 3,8 = 5,8$ meter
$H_{200} = 200 / 50 + 0,2 \times 19 = 4 + 3,8 = 7,8$ meter.

Ook hier geldt dat elke 100 meter verder 2 meter hoger gebouwd mag worden.

© Het Gilde van Molenaars

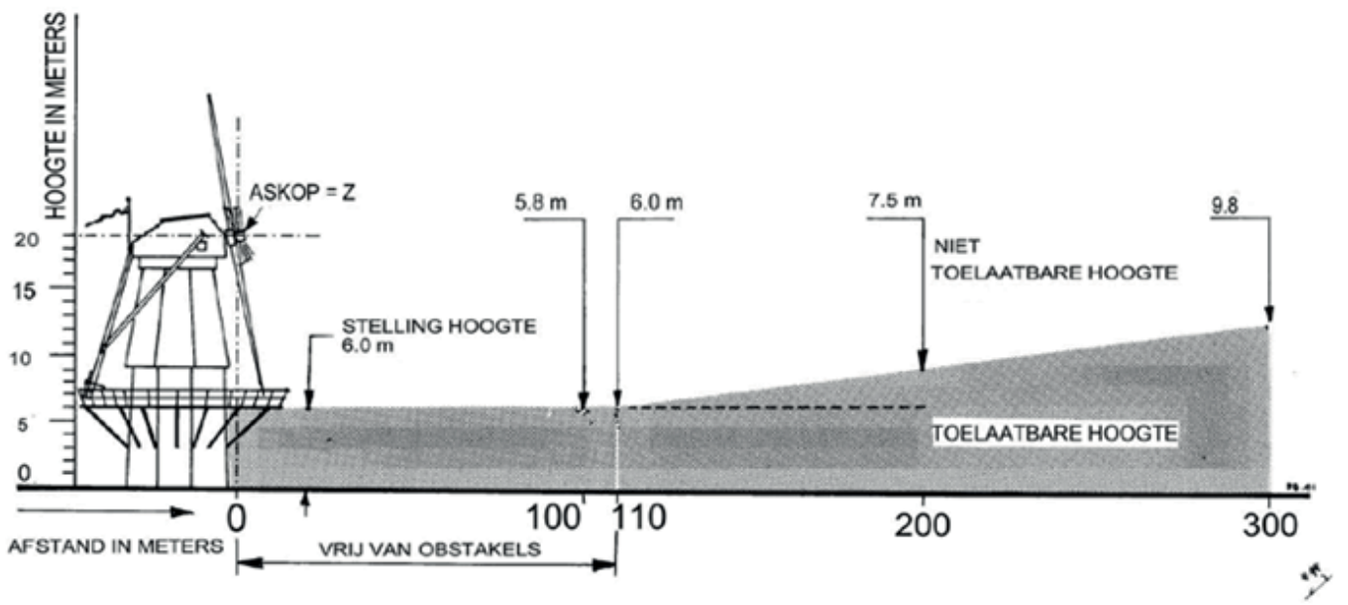


Fig. 9.5.2.2
Toelaatbare bebouwings- afstand en -hoogte tot de stellingmolen uit voorbeeld 4.

NB in de praktijk moet bij het berekenen van de toegestane hoogte van een obstakel ook rekening worden gehouden met de hoogte van het maaiveld (het oppervlak waarop een gebouw, molen of boom staat) ten opzichte van NAP. Het Normaal Amsterdam Peil is de referentiehoogte ofwel peil waaraan hoogtemetingen in Nederland worden gerelateerd. Als een obstakel hoger of lager staat dan de molen, moet de uitkomst hiervoor worden gecorrigeerd.
Als de huizen in voorbeeld 2, die 2 meter te hoog zijn, bijvoorbeeld op +1m NAP staan en de molen staat op een dijk van +3m NAP, dan zijn ze niet meer te hoog. Staat de molen echter in een polder van -3NAP, dan zijn de huizen maar liefst 6 meter te hoog.

9.5.3. Tussenliggende bebouwing

Bij het beoordelen of een nieuw plan, dat volgens de formule te hoog is, uiteindelijk wel of niet gerealiseerd kan worden, moet ook gekeken worden naar tussenliggende obstakels. Immers als er tussen de te realiseren woonwijk uit voorbeeld 2 al huizen staan die hoger zijn of misschien zelfs een groter gebouw zoals een kerk, dan zal de bouw van huizen naar verwachting niet van invloed zijn op de windvang van de molen en ook geen turbulenties veroorzaken.
Kritischer ligt dit bij bomen. Immers bomen kunnen sneller dan gebouwen worden verwijderd. Ze hebben niet het eeuwige leven en kunnen ook worden gekapt. Staat er bijvoorbeeld een windsingel van populieren tussen een nieuwe schuur die bij een boerderij gebouwd gaat worden, dan is het discutabel om de windsingel als tussenliggende obstakels te beschouwen. Het is dan aan de gemeente om de afweging te maken wat in dit geval zwaarder weegt: het belang van de windvang voor de molen of het economisch belang van de boerderij.

9.5.4. Mitigerende en compenserende maatregelen

In Nederland strijden veel belangen om een plek in de ruimte: wonen, recreatie, erfgoed, natuur, veiligheid en verkeer zijn allemaal functies die we met elkaar belangrijk vinden, maar die soms botsende wensen en eisen hebben. Het is niet realistisch om te verwachten dat elke molen, of het nu een water- of windmolen is, een perfecte biotoop kan hebben. Het is belangrijk dat we goed kunnen aangeven wat het belang van de molen is en hoe dat het beste gerealiseerd kan worden. Vervolgens moeten we accepteren dat de overheid een goede afweging van belangen maakt.
Zoals eerder gezegd, is het daarom belangrijk dat de molenaar, moleneigenaar of molenstichting zo vroeg mogelijk kan meepraten over een plan in de buurt van de molen. Soms zijn er aanpassingen aan het plan mogelijk die het effect van het plan op de biotoop van de molen verminderen of zijn er elders in de omgeving van de molen aanpassingen mogelijk die op die plek tot een verbetering van de molenbiotoop leiden. We hebben het dan over compenserende en mitigerende maatregelen.

Het lijkt zo leuk, een kastanje in de grond duwen, maar de gevolgen zijn later niet meer te overzien. Molen De Slokop, Spaarndam.

Mitigerende maatregelen zijn activiteiten met als doel om de oorzaak of het gevolg van een ongewenste gebeurtenis weg te nemen of te verkleinen. In het geval van de molen zijn het middelen om de negatieve effecten van een obstakel op de molenbiotoop te voorkomen te verminderen of te beheersen.
Mitigerende maatregelen bij windmolens zijn bijvoorbeeld het aanpassen van het type woning (een laagblijvende bungalow in plaats van twee lagen plus kap); het aanpassen van de dakvorm en dakrichting of ronde hoeken aan het gebouw; het gebouw half verdiept neerleggen zoals de sporthal naast molen De Rat in IJlst. En bij watermolens bijvoorbeeld ervoor zorgen dat er zowel water naar de vismigratietrap stroomt als naar de molen.

Compenserende maatregelen zorgen ervoor dat de aantasting van de biotoop, bijvoorbeeld het verlies aan windvang, op een andere manier worden vervangen, opgeheven of gecompenseerd. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat bij nieuwbouw van woningen aan de zuidkant van de molen, aan de noordkant hoge bomen langs een weg worden gekapt of dat een oude grote loods wordt gesloopt. Maar het kan ook betekenen dat bomen in de omgeving van de molen worden gekapt en worden vervangen door een laagblijvende soort of dat op een andere plek, verder weg van de molen, nieuwe bomen worden aangeplant.

© Het Gilde van Molenaars

Let er tenslotte altijd op dat ook afspraken worden gemaakt over groen in tuinen. In ieder geval moet in het omgevingsplan zijn vastgelegd dat de maximale hoogtes niet alleen gelden voor gebouwen, maar ook voor groen. Een aanvullende mogelijkheid is dat in de koopcontracten van de woningen een kettingbeding wordt opgenomen waarin een maximale hoogte van het groen in de tuinen wordt vastgelegd op straffe van een boete.

9.6. BESCHERMING VAN HET WATERMOLENLANDSCHAP

Bij watermolens moet er voldoende aan- en afvoer van water zijn. De planologische bescherming vindt plaats in de provinciale omgevingsverordening, het gemeentelijk omgevingsplan en de waterschapsverordening.
Het beschermen van de biotoop van de watermolen is maatwerk.
Om de volgende redenen kennen watermolens een specifieke problematiek.

- Een watermolen heeft een meer divers palet aan eigenaren met een groter aandeel particuliere eigenaren en minder (grote) overkoepelende stichtingen.
- Bij beleidsmakers en landelijke belangenbehartigers is er minder aandacht voor watermolens.
- Er is sprake van een grotere diversiteit aan landschappen, waardoor er geen ‘eenvoudige’, algemeen geldende biotoopformule is.
- De watermolen is vaak onderdeel van een landgoed of een hoeve.
- De kern van het vraagstuk is het stuwen (het reguleren van de waterhoeveelheid). Daaromheen spelen verschillende belangen, zoals landschapswaarden, de visstand en het behoud van de molen. Ook komen de laatste jaren nieuwe vraagstukken op het watermolenlandschap af, zoals verdroging, overstromingen en daarmee klimaatadaptatie.
- In veel wetgeving en plannen van de overheid zijn watermolens en hun omgeving onvoldoende juridisch en planologisch beschermd.

De Hooidonkse watermolen in Nederwetten, gemeente Nuenen, onderdeel van Pilotproject Watermolenlandschappen in Het Groene Woud en de Erfgoeddeal.

Voor het behoud én herstel van watermolens en van hun watermolenlandschappen is samenwerking tussen partijen van het grootste belang, denk daarbij aan betrokken overheden – naast het waterschap ook de gemeente en de provincie – landschapsorganisaties, molen- en erfgoedorganisaties en eigenaren van omliggende gronden. Partijen moeten daarbij gelijkwaardig om tafel zitten en dat is

bijvoorbeeld tussen moleneigenaar en waterschap nu niet het geval. Behoud en herstel van het watermolenlandschap hangt vaak samen met grote vraagstukken (zoals verdroging, natuurontwikkeling), of er zijn aanzienlijke ecologische belangen in het geding. Dit vraagt om een gezamenlijke aanpak.
Het gezamenlijk opstellen en omarmen van watermolenlandschapsrapporten laat al mooie voorbeelden zien, zoals in het kader van de Erfgoeddeal: watermolenlandschappen.nl. Op deze website staan zowel kennisprojecten als uitvoeringsprojecten en wordt uitgelegd wat watermolenlandschappen zijn, wat het belang is voor de watermolen én hoe ze een rol kunnen spelen bij actuele vraagstukken.

In de jaren 20 van de 21e eeuw zijn verschillende eigenaren van watermolens aan de slag gegaan om hun biotoop te beschermen. We hebben een aantal voorbeelden verzameld.

- Watermolenlandschappen in het Groene Woud: vijf watermolenpaspoorten van bestaande watermolens en een quickscan met kansen bij verdwenen watermolens (Molenstichting Noord-Brabant)
  Watermolenpaspoorten in het Groene Woud
- Watermolens en molenbiotopen, hun rol in het verleden, heden en toekomst, de watermolen van Spoordonk onder Oirschot (samenwerking van Molenstichting Noord-Brabant, provincie Noord-Brabant, Waterschap De Dommel en Waterschap Het Groene Woud)
  Watermolenlandschap Spoordonkse Watermolen
- Historisch-ecohydrologische systeemvisie voor de Venbergse molen en haar molenlandschap: Natuur- en klimaat adaptieve ontwikkelingen bij een eeuwenoude watermolen (Erfgoed Deal project Watermolenlandschappen voor klimaatadaptatie)
  Watermolenlandschap Venbergse molen
- Watermolenlandschappen, Bepaling en waardering van de invloedsfeer van watermolens in beekdalen in Limburg (Huis voor de Kunsten/Molenstichting Limburg)
  Watermolenlandschap beekdalen Limburg

9.7. DE MOLENAAR ALS GASTHEER/VROUW

In paragraaf 2.2. hebben we gewezen op het belang van het creëren van draagvlak voor de molen en de molenbiotoop. Als je medestanders wilt krijgen voor het beschermen van de molen en de molenbiotoop is het belangrijk dat je draagvlak creëert. De molen moet een maatschappelijke meerwaarde hebben. Het kappen van bomen of het aanpassen van een bouwplan krijg je eerder gedaan als je kunt aantonen hoeveel schoolklassen je ontvangt, dat je bijvoorbeeld biologische en regionale producten verkoopt en vele bezoekers per jaar ontvangt, dan als je zegt dat twee molenaars het zo fijn vinden als de molen elke zaterdagmiddag draait.

Een rol die daarom niet onderschat moet worden is de rol van gastheer/vrouw. Een molen is naast erfgoed, een rijksmonument, vaak ook een toeristische trekpleister, een ontmoetingspunt voor de buurt, een winkel, een plek waar vrijwilligers tot hun recht komen, een duurzame producent, een uitgangspunt voor fiets- en wandelroutes en een plek waar geschiedenis wordt doorgegeven en verhalen worden verteld.

Kortom de molenaar moet de molen laten draaien en voor de molen zorgen en daarvoor ook de molenbiotoop bewaken én zorgen voor draagvlak. Op een werkdag ben je niet alleen aan het draaien of misschien aan het verven, maar je ontvangt ook bezoekers, toeristen en schoolklassen, je vertelt het verhaal van de molen, de molenaars en zijn omgeving, je verkoopt meel, olie of mosterd en misschien ook vruchtensap en kaas van bedrijven uit de omgeving.

Vergeet niet dat de molen er altijd zal zijn en dat jij slechts een passant bent die een aantal jaren op de molen mag passen. De molen heeft een maatschappelijke functie en het ondersteunen en zichtbaar maken van die functie kan helpen bij het behoud van de molenbiotoop.

9.8 TOT BESLUIT

De bedreigingen van de windvang van onze molens zijn groot. Het is niet overdreven te beweren dat bebouwing en ontwikkeling van groen de grootste gevaren voor de windmolens vormen. Watermolens kennen hun eigen bedreigingen zoals verdroging of juist overstromingen of ecologische veranderingen aan de beek die geen rekening houden met de watertoevoer.

In deze opleiding leer je hoe molens zijn gebouwd, worden bediend en onderhouden. Het is ook belangrijk als molenaar iets van de historie van molens te weten en de diverse typen te kunnen onderscheiden. Bovendien moet de molenaar de molen onder alle weersomstandigheden op verantwoorde wijze kunnen bedienen.

Het hoofdstuk over de molenbiotoop laat zien dat het voor elke molenaar eveneens van groot belang is dat molens wind kunnen vangen of voldoende water krijgen. Windmolens moeten rondom vrij staan en afsteken tegen de lucht. Dat bevordert het functioneren en het behoud van de molen en het vergroot de belevingswaarde.

Het draaien of malen met een molen garandeert het beste onderhoud ervan. Laat daarom na het behalen van het getuigschrift de molens malen in een passende omgeving en zet je in voor handhaving of verbetering van de molenbiotoop. Dit is voor de molen van het grootste belang.

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 10 Veiligheid

Inhoud pagina

10.1 Inleiding 3

10.2 Veiligheid in de praktijk 4

10.2.1 Veiligheid algemeen
10.2.2 Veilige kleding
10.2.3 Veilig werken in en om de molen
10.2.4 Veilig kruien
10.2.5 Veiligheid in de kap
10.2.6 Veiligheid rond het gevlucht
10.2.7 De bliksemafleider-installatie
10.2.8 Brandpreventie en bestrijding
10.2.9 Veiligheid op de poldermolen
10.2.10 Veiligheid op de korenmolen
10.2.11 Veiligheid van bezoekers

10.3 De juridische kant van veiligheid 31

10.3.1 Veiligheidswetgeving
10.3.2 Aansprakelijkheid
10.3.3 Jeugdleden en Leden-in-opleiding jonger dan 18 jaar
10.3.4 Molenaarsovereenkomst
10.3.5 Gilde-verzekeringen

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

10.1 INLEIDING

Veiligheid is voor iedereen die op een molen werkt of daar als bezoeker aanwezig is van groot belang. Daarom mag aandacht voor dit onderwerp in de opleiding niet ontbreken. Tijdens het examen moet je dan ook laten zien dat je je bewust bent van veiligheidsaspecten en in alle opzichten veilig kunt werken.

Tussen april 1980 en mei 1984 werd de molenwereld opgeschrikt door drie dodelijke ongevallen. Ook daarna zijn helaas weer ernstige ongevallen voorgekomen op molens. Het was de aanleiding tot een onderzoek naar de veiligheidsvoorzieningen op molens, dat resulteerde in het rapport 'Veiligheid op wind- en watermolens'
Tijdens zijn opleiding raakt de molenaar-in-opleiding weliswaar steeds meer doordrongen van de gevaren die mensen lopen op een (in werking zijnde) molen, maar de genoemde ongevallen maken duidelijk dat aan het aspect veiligheid nooit aandacht genoeg kan worden besteed.
Veiligheid is in de eerste plaats een kwestie van mentaliteit. Men moet bereid zijn te werken volgens elementaire veiligheidsbeginselen, anders zullen ongelukken op den duur niet uitblijven.
In de tweede plaats is veiligheid gebaseerd op kennis van zaken, want onkunde kan tot gevaarlijke situaties leiden.
Veiligheid is ieders verantwoordelijkheid: ieder die op een molen werkt moet eraan bijdragen dat er veilig gewerkt wordt. Door het goede voorbeeld te geven, maar ook door onveilige situaties bespreekbaar te maken.

Er zijn twee categorieën mensen, die op een molen gevaar lopen.
De eerste bestaat uit molenaars, molenaars-in-opleiding, jeugdleden en molengidsen; de mensen dus die met/op de molen werken.
Voor deze categorie is het grootste gevaar gewenning aan het voortdurend verkeren in de buurt van de bewegende molenonderdelen. Deze gewenning kan soms leiden tot bedrijfsblindheid.
Jeugdleden (<18 jaar) en leden-in-opleiding tussen 14-18 jaar vereisen speciale aandacht omdat op hen de regels van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid over arbeid voor jongeren onder de 18 van toepassing zijn. Het verdient aanbeveling ook hun ouders hierop opmerkzaam te maken.

De tweede categorie is die van de bezoekers die in de molen komen kijken. Molens zijn echter niet gebouwd en in het algemeen ook niet ingericht voor bezoek. Ze waren uitsluitend bedoeld als bedrijfsruimte waar slechts de molenaar en zijn personeel toegang hadden. Veel molens zijn zonder speciale veiligheidsmaatregelen feitelijk dan ook niet geschikt voor bezoek.
Bezoekers zijn meestal totaal onwetend wat betreft de gevaren die zij lopen tijdens hun bezoek aan een molen. Zij dienen dan ook op deze gevaren gewezen te worden door middel van bezoekersregels, waarschuwingen en bordjes. Krijgt de molen bezoek van een grote groep bezoekers dan is het stilzetten van de molen de beste maatregel om ongelukken te voorkomen.

Molenaars zowel als moleneigenaren en bezoekers hebben ieder hun eigen verantwoordelijkheid als het gaat om het bevorderen van veiligheid en het voorkomen van ongevallen. En de mate van verantwoordelijkheid vormt ook het uitgangspunt voor de mate van aansprakelijkheid voor ongevallen (zie 10.3.2)

© Het Gilde van Molenaars

10.2 VEILIGHEID IN DE PRAKTIJK

10.2.1 Veiligheid algemeen

Bedenk dat je bij het werken met een molen altijd gevaar loopt. Veiligheid is het bewust nemen van aanvaardbare risico's.
Door zelf goede maatregelen te nemen kan men de kans op een ongeval tot een minimum beperken.
Een goed onderhouden en opgeruimde molen is de eerste stap naar veiligheid. Zelfs een molen die niet draait kan gevaar opleveren voor de molenaar of voor bezoekers. Molens zijn oude werktuigen. Dat betekent dat bepaalde onderdelen vergaan of versleten kunnen zijn, zonder dat dit wordt opgemerkt. In Nederland verkeren de meeste molens gelukkig in een redelijke tot goede staat van onderhoud. Het is echter gevaarlijk daarop volledig te vertrouwen.
Enkele aandachtspunten:

- Traptreden kunnen zover zijn uitgesleten dat men eraf kan glijden of er doorheen kan zakken.
- Trapleuningen dienen vast te zitten.
- Losse vloerdelen moeten direct worden vastgezet.

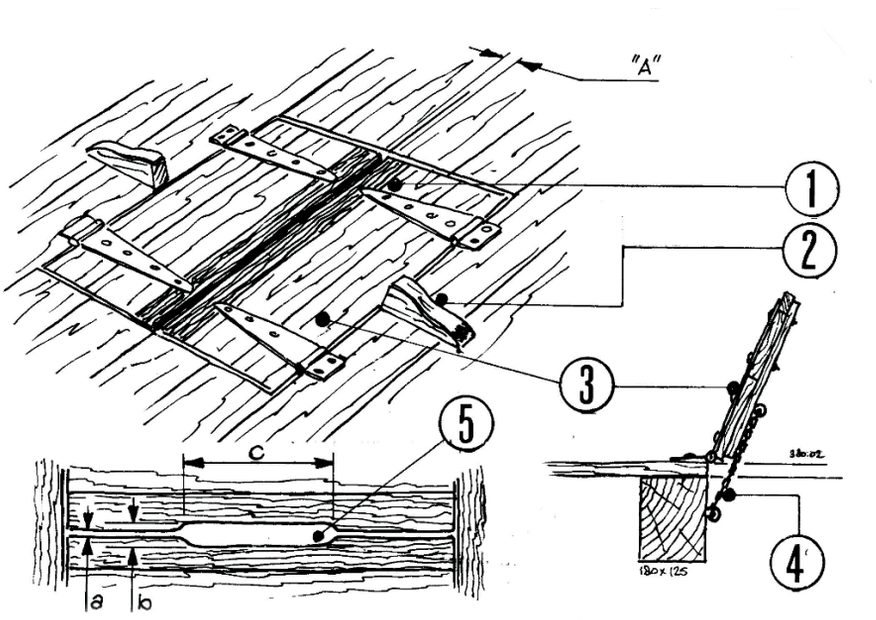


Fig.10.2.1.1
De luiluiken

1. *hardhouten rand*
2. *stuitklamp*
3. *luiluik*
4. *kettinkje*
5. *opening voor luitouw*
   a. breedte max. 2cm
   b. breedte max. 4cm
   c. lengte max. 15cm

- De conditie van luiluiken en spilluiken dient regelmatig te worden gecontroleerd (fig. 10.2.1.1).
  Stuitklampen kunnen struikelblokken zijn: een ketting aan de onderkant van de luiken op de juiste maat, zodat ze net niet dichtklappen, is veiliger.
- De stelling moet betrouwbaar zijn, waarbij vooral de conditie van de schoren en de liggers belangrijk is. Ook de onderhoudstoestand van het stellinghek is belangrijk. De stelling moet men zonder gevaar kunnen betreden. Op grote groepen bezoekers is de stelling echter niet berekend.
- Houten loopvlakken kunnen glad zijn door vocht, algen of aanvriezen en dienen van antislip te worden voorzien.

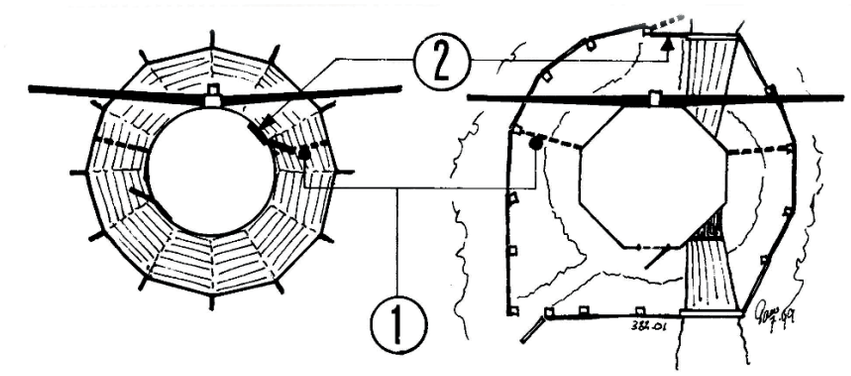


Fig. 10.2.1.2
Afzettingen van het draaivlak van het gevlucht

1. *afzetting m.b.v. hekken, netten, kettingen e.d.*
2. *af te sluiten doorgangen*

Een draaiend gevlucht moet afgeschermd zijn, ook als er geen bezoek komt, want deze afzetting is er ook voor de molenaar.

- Zet met deugdelijk afbakenmateriaal dat gedeelte van de molenwerf of de stelling af waar overheen het gevlucht draait (fig. 10.2.1.2).
- Zorg ervoor dat bezoekers hekjes rond de molen niet openen.
- Vergrendel binnen die deur, waarlangs het gevlucht draait.
- De molen mag slechts worden bediend door daartoe bevoegde personen.

Zorg ervoor dat in geval van nood er snel hulp geboden kan worden.

- In elke molen dient een EHBO-trommel aanwezig te zijn. Deze moet voor iedereen goed zichtbaar opgehangen worden.
- Maak in noodgevallen gebruik van alarmnummer 112.
- Hulp van buiten kan sneller geboden worden als de mensen van de brandweer en de ambulance de weg naar de molen kennen. Laat de plaatselijke brandweer eens een oefening bij de molen houden.
- Denk vooraf goed na over wat er gedaan moet worden bij eventuele ongevallen en bespreek dat met alle betrokkenen bij de molen.

In alle molens geldt een absoluut rookverbod. Voorzichtigheid is geboden bij het stoken van kachels en het gebruik van andere verwarmingsinstallaties. Schakel de elektrische installatie uit voordat je daaraan werkzaamheden gaat verrichten, maar ook als je na een maal- of draaidag de molen verlaat.

10.2.2 Veilige kleding

Loshangende kleding blijft gemakkelijk haken achter een draaiend onderdeel. Draag daarom kleding die aan de volgende eisen voldoet:

- Nauwsluitende kleding. Laat die echter niet openhangen. Loshangende (delen van) kleding zijn gevaarlijk: deze kunnen ergens achter blijven hangen en je het gaande werk in trekken. Steek de loshangende uiteinden van een sjaal binnen de overkleding.
- Schoeisel. Klompen kunnen worden gedragen, mits ze niet zijn versleten. Als men werkzaamheden moet verrichten in het wiekenkruis, anders dan zeilen voorleggen, draag dan geen klompen. Het is dan nog beter zonder schoeisel aan het werk te gaan want op sokken heeft men een betere grip op het steunpunt. Klompen op gladde oppervlakken zijn ook gevaarlijk. Veiligheidsschoenen zijn onmisbaar bij werk waarbij zware voorwerpen

© Het Gilde van Molenaars

kunnen vallen, b.v. op zaagmolens of bij het openleggen van steenkoppels op korenmolens. Ook bij gebruik van zware gereedschappen.
- Handschoenen. Het dragen van stevige handschoenen is soms aan te bevelen. In een molen moeten er minstens enkele paren aanwezig zijn.
- Een veiligheidsbril, die op het gezicht aansluit (fig. 10.2.2.1). Het dragen daarvan wordt dringend aangeraden bij werkzaamheden als het billen van stenen en het slijpen van metaal, zelfs al draagt men reeds een gewone bril. Een wegspringend deeltje kan nl. ongelukkigerwijs toch achter de brillenglazen terechtkomen en een oog verwonden.

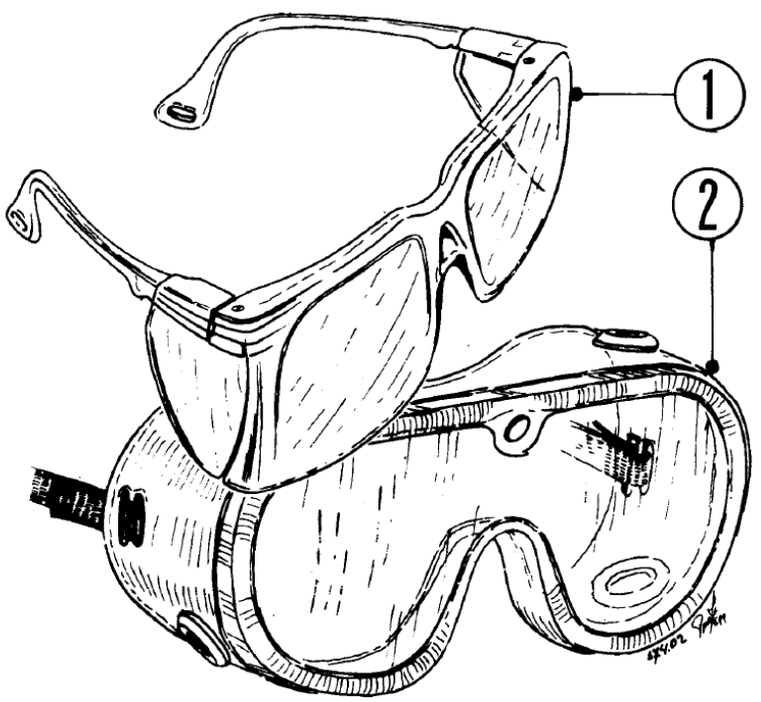


Fig. 10.2.2.1
Veiligheidsbrillen
1. voor niet brildragende
2. voor brildragende

10.2.3 Veilig werken in en om de molen

In tegenstelling tot monumenten als kerkgebouwen en kastelen, is een molen geen statisch maar een dynamisch monument. Omdat het een werktuig is heeft het meer en regelmatig onderhoud nodig. Zowel de normale werkzaamheden op een molen als de onderhoudswerkzaamheden vereisen speciale maatregelen voor ieders veiligheid, maar ook voor die van de molen.

- Gebruik bij werk op hoogte deugdelijk klimmateriaal en een valbeveiliging. De Arbowet stelt hieraan voor molenaars-in-opleiding zeer strikte eisen!
- Gebruik goed gereedschap.
- Onderhoudswerk dicht bij het gaande werk moet worden uitgevoerd als de molen stilstaat. Wees er daarbij zeker van dat iedereen op de molen weet dat er onderhoudswerk gedaan wordt. Daarmee voorkomt men dat iemand de vang licht. Nog beter: maak het onmogelijk om de vang te lichten.

© Het Gilde van Molenaars

- Werk met een verhoogd risico moet men bij voorkeur doen met een tweede persoon erbij, zodat die, indien nodig, te hulp kan schieten of de juiste maatregelen kan nemen.
- Sluit verfbussen, flessen met verdunningsmiddelen, jerrycans met brandstof e.d. na gebruik goed af en zorg ervoor dat ze niet kunnen omvallen of bekneld raken. Bewaar ze in een afsluitbare kast of kist.
- Gebruik verlengsnoeren van deugdelijke kwaliteit en zorg ervoor dat ze niet bekneld kunnen raken tussen draaiende delen. Gebruikt men een z.g. kabelhaspel dan dient men deze bij min of meer zware belasting geheel af te rollen ter voorkoming van warmteontwikkeling in het niet afgerolde deel.
- Vanwege brandgevaar mag in een molen onder geen enkele voorwaarde worden gerookt, ook niet op de stelling! Ook het werken met open vuur moet tot een minimum worden beperkt. Als dat toch noodzakelijk is, dient brandblusapparatuur en/of bluswater voorhanden te zijn. En moet er na afloop een extra brandronde worden gelopen. Daarbij moet men vooral bedacht zijn op smeulende zaken die zich veelal kenmerken door een zeer geringe rookontwikkeling.

10.2.4 Veilig kruien

Bij het kruien van een molen treden grote krachten op, vooral op de staartconstructie
Alle delen daarvan dienen dan ook in goede conditie te zijn. Vooral van belang zijn de bevestigingspunten van de schoren aan de staartbalk en aan de beide spruiten.
Via de kruiketting of de kruikabel werken die krachten ook op de kruipalen of op de stellingconstructie. Leg de kruiketting zoveel mogelijk in de kruirichting.
De conditie van (houten) kruipalen lijkt gewoonlijk beter dan zij in werkelijkheid is. Graaft men de grond eromheen enkele decimeters diep weg dan wordt spoedig duidelijk hoe het met die kruipaal is gesteld. De conditie ervan is het slechtst op het grensvlak van aarde en lucht
Bij een stellingmolen is de kwaliteit van de stellingliggers van groot belang, omdat de haak aan het eind van de kruiketting of kruikabel daaraan vastgemaakt wordt.

Van wellicht nog groter belang is de conditie van de verankering van de stellingschoren aan de stellingliggers en aan het muurwerk of de vinken.
Let erop dat bij het kruien de kruiketting of -kabel niet zover rond de munnik wordt gewonden dat de ketting (kabel) zover schuin omhoogloopt dat de haak de stellingligger enigszins omhoogtrekt. Daardoor kunnen de schoren van hun ondersteuning worden gelicht
De kruiketting te ver opwinden kost daarnaast veel kracht en levert weinig verplaatsing van de staart op.

De haken of ringen aan de krui- en bezetkettingen moeten voldoende stevig zijn, zodat deze tijdens gebruik of bij storm niet openbuigen.
Het gebruik van een staaldraad om te kruien vraagt extra aandacht. De kabel blijft voortdurend nat of vochtig en kan daardoor van binnenuit wegroesten. Kettingen kennen dat bezwaar niet. Die moeten overigens van goede kwaliteit zijn en hoe groter de molen, des te zwaarder de ketting.

© Het Gilde van Molenaars

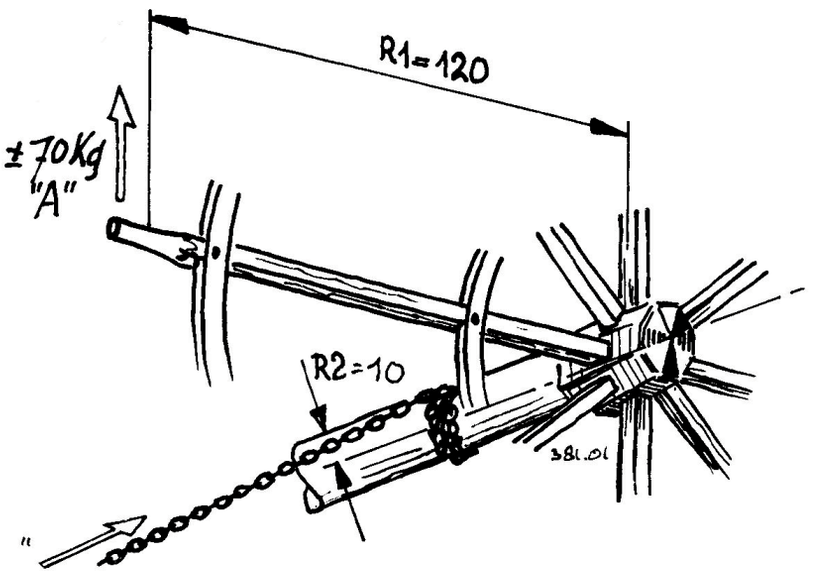


Fig. 10.2.4.1
Kruikrachten

De trekkracht op de kruiketting wordt bepaald door de volgende formule:
R1 x A = R2 x B
1.2 x 70 = 0.1 x B
B = 840 kg.

Fig. 10.2.4.2

Ingerotte kruipaal vlak onder het maaiveld

Ook de kwaliteit van een veel kleiner kettinkje, het z.g. spaak-kettinkje, is van belang. Controleer vooral de bevestiging ervan. Immers, zonder dit kettinkje of bij breuk ervan staat de molen vrij. Controleer ook de stevigheid van het bevestigingspunt van de bezetketting.

Aan het kruirad moet ook regelmatig aandacht worden besteed. Vocht en regenwater tasten op den duur de conditie aan. Zwakke punten zijn de plaatsen waar de spaken in de munnik steken. Men vergeet nogal eens de munnik te smeren. Als men dat regelmatig doet, gaat het kruien lichter en houdt men tevens het regenwater weg.
Heeft de molen een kruilier, dan zijn er andere aandachtspunten. De terugloopppal is van groot belang maar ook het asje waar deze pal om draait. Als de terugloopppal invalt, terwijl men bezig is met het uitlopen van de kruidraad, kan schade ontstaan.
De diverse tandwielen dienen goed in elkaar te grijpen. Let erop, dat ze niet zodanig versleten zijn dat ze over elkaar heen kunnen schieten. Zoiets gebeurt dan uiteraard op het moment dat de grootste krachten op de lier worden uitgeoefend. De slinger(s) moet(en) goed zijn vastgezet op de as. Is de slinger afneembaar, rol de lier dan nooit af, terwijl de slinger nog op de as steekt.
Een wegvliegende slinger is een gevaarlijk projectiel, vooral als de molen een stellingmolen is.

© Het Gilde van Molenaars

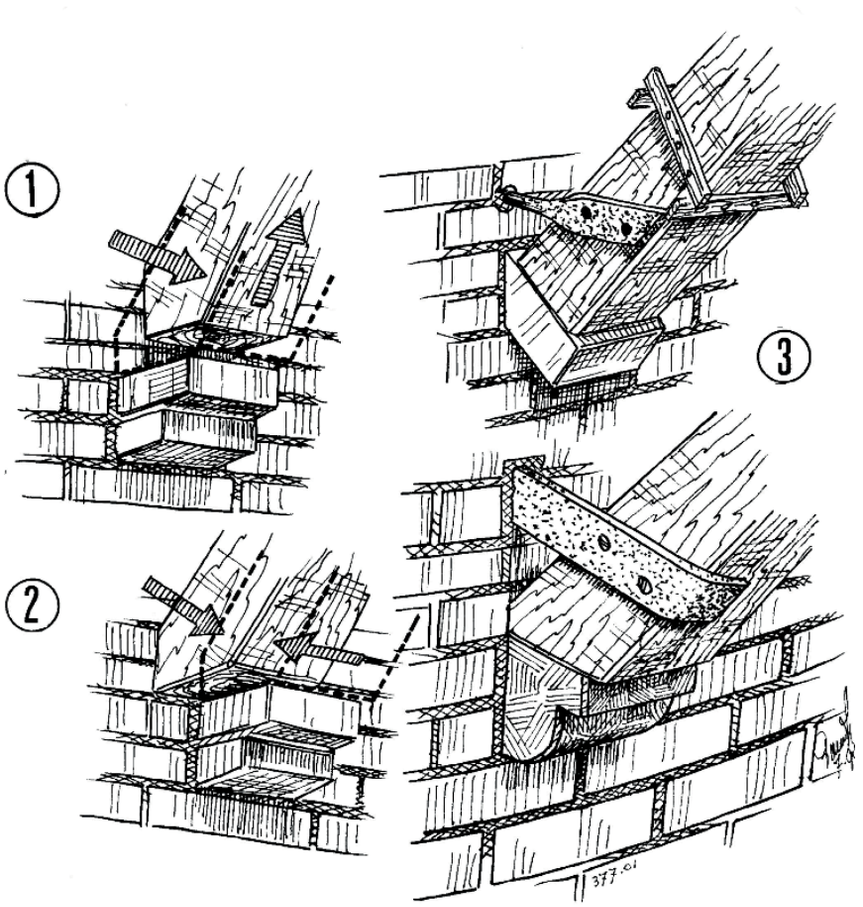


Fig.10.2.4.3
De stellingschoren
1. *schoor wordt omhoog getrokken als men te ver doorkruit*
2. *schoor schuift zijwaarts van de vink*
3. *voorbeelden van borgingen*

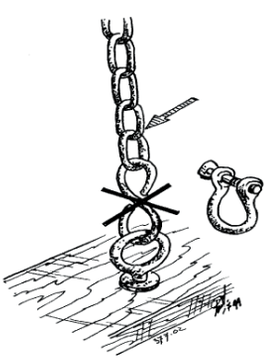


Fig. 10.2.4.4 (links)

Zorg voor een betrouwbare bevestiging van het spaakkettinkje

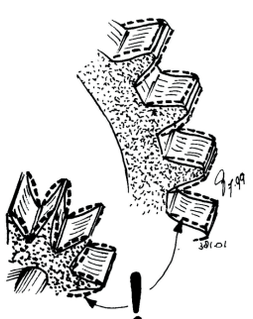
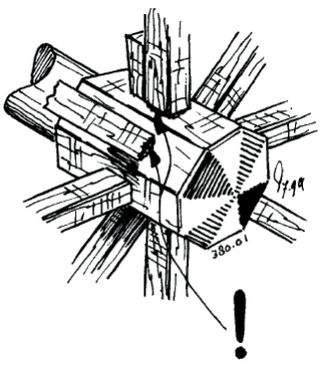


Fig.10.2.4.5 (rechts)

De conditie van de tanden van de kruilier bepaalt de betrouwbaarheid van de borging



Zet met een kruirad of -wiel geen al te grote spanning op de krui- en bezetketting. De staart wordt daardoor naar de romp van de molen toe getrokken.
De staartbalk heeft op de plaats waar de munnik er doorheen steekt maar twee derde van zijn totale houtdikte. Een staartbalk die ter hoogte van het gat voor de munnik is geknikt is geen uitzondering.
Om doorknikken te voorkomen wordt er soms een staartstut geplaatst. Die moet ter hoogte van de krui- en bezetketting worden geplaats.

Fig.10.2.4.6
Inrotten van de munnik

Het inrotten vindt vooral plaats waar de spaken in de munnik steken

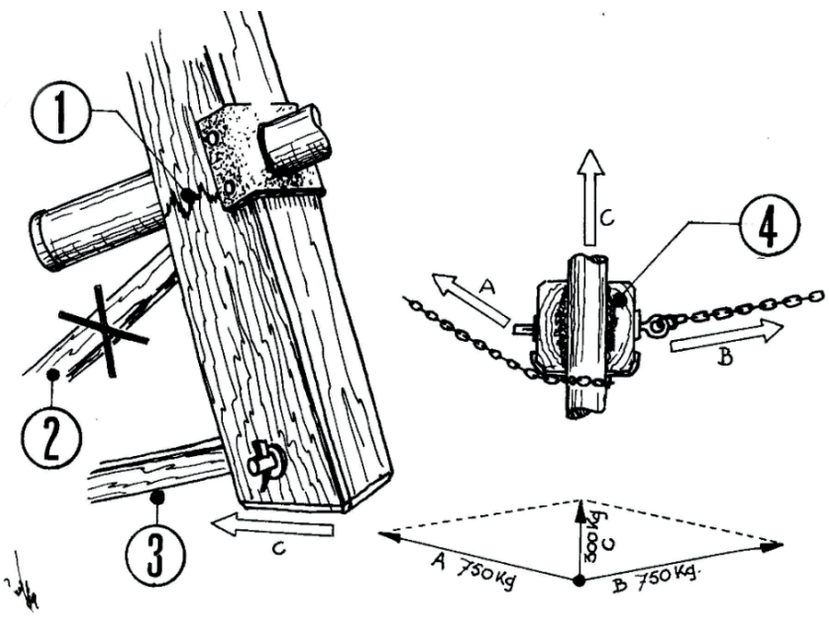


Fig.10.2.4.7
Spanning op de kruikettingen en staartbalk

1. *plaats waar breuk kan optreden*
2. *foutieve opstelling van de staartstut*
3. *de juiste opstelling van de staartstut*
4. *plaats waar dikwijls houtrot optreedt*

10.2.5 Veiligheid in de kap

Als de molen draait is de kap niet toegankelijk voor bezoekers. Sluit altijd het luik en blokkeer de trap met een plaat of doe het luik op slot. Alleen een bordje ‘Geen toegang’ blijkt niet voldoende!
Werkzaamheden in de kap mogen alleen worden verricht als de molen stilstaat. Wie werkzaamheden in de kap gaat verrichten doet er goed aan de overige aanwezigen in de molen hiervan op de hoogte te brengen. Werkt er iemand in de kap dan stelt alleen die persoon de molen weer in bedrijf.

Het smeren van de bovenaslagers of het controleren van de temperatuur van de lagers doen we bij stilstaande molen. Het is een goede gewoonte dit één- of tweemaal per dag te doen. Om veiligheidsredenen dient men het halslager te smeren, staande aan de kant van de weerstijl. Het vet moet men voorzichtig met een spatel aanbrengen en licht aandrukken. Als aan de voorzijde een hanentree ontbreekt, dient men naar het halslager toe en weer terug te gaan via het linker voeghout. Daarbij mag men geen steun zoeken tegen de vangblokken.

© Het Gilde van Molenaars

Het enige werk dat bij draaiende molen moet worden verricht is de controle van de vang. Gaat het erom te luisteren of de vang aanloopt, dan kan dat ook met alleen je hoofd door het luik. Controleer ook dit één- of tweemaal per maaldag.

Wie toch, alléén bij hoge uitzondering, de kap in gaat bij draaiende molen moet zeer voorzichtig zijn.
Dit geldt te meer wanneer de vangbalk zich boven het luik bevindt. Stap of klim in dat geval niet over de vangbalk heen maar ga er liever omheen of kruip er onderdoor zo dicht mogelijk bij het achtereind ervan.
Het grootste gevaar in de kap vormen uiteraard de draaiende delen: de bovenas met het bovenwiel en de koningsspil met de bonkelaar of het rondsel.

De gevaarlijkste plaats is de plek rechts naast de bonkelaar (gezien vanaf het penlager) want de draaiing gaat daar in de richting van het bovenwiel. Wie hier met zijn kleding aan een kam van de bonkelaar blijft haken loopt een grote kans tussen bonkelaar en bovenwiel vermorzeld te worden. Passeer koningsspil en bovenwiel dus altijd aan de tegenovergestelde zijde. Een afscherming van de ruimte rond de bonkelaar of het rondsel en het bovenwiel mag in geen enkele molen ontbreken.
Is er bij uitzondering toch iemand in de kap en moeten de overige aanwezigen op dat moment de molen stilzetten waarschuw dan degene die in de kap is b.v. met één of twee korte rukken aan het vangtouw. De gewaarschuwde kan dan een veilige plaats in de kap kiezen.

Bij werkzaamheden aan de vang, hoe eenvoudig ook, moet de molen beslist stilstaan!
Blokkeer ook altijd de vang bij werkzaamheden in de kap. Hiermee wordt voorkomen dat onbevoegden of onwetenden de vang lichten en iemand daarmee in gevaar brengen. Deze werkwijze geldt zeker wanneer de molen met voorgelegde zeilen klaar staat om in bedrijf te worden gesteld.
Uitstekende delen aan wielen dienen zodanig te zijn aangebracht dat ze zo weinig mogelijk gevaar opleveren. Alle overbodige uitsteeksels moeten worden verwijderd of zodanig gewijzigd dat kledingstukken er niet aan blijven haken.
Pas op voor elektrische snoeren in de kap. Leg ze opgerold aan de kant als de molen draait.
De toegang tot de kap moet afsluitbaar zijn met een stevig schuifluik. De sterkte ervan moet gelijk zijn aan die van de rest van de vloer zodat een volwassen persoon er zonder gevaar op kan gaan staan. Schuif dit luik altijd dicht als je in de kap bent, zeker als je bezoekers bij je hebt of werkzaamheden verricht! Hiermee wordt voorkomen, dat jij of een van de bezoekers achteruit het trapgat instapt, bijvoorbeeld wanneer de hanentree er zich precies boven bevindt. Bij de toegang tot de kap moet een bordje zijn aangebracht waarop staat aan wie de toegang is voorbehouden.
Open stormluiken nooit als de molen draait. Zorg ervoor dat ze geborgd zijn als je ze opent om te voorkomen dat ze naar beneden vallen. En vervang om de paar jaar het touw waarmee ze vastgezet zijn.

10.2.6 Veiligheid rond het gevlucht

Een draaiend gevlucht vormt een groot gevaar voor iedereen die er in de buurt komt. Bezoekers moeten daarop niet alleen gewezen worden door bordjes e.d., maar het gevlucht moet ook afgezet worden zodat men er niet te dicht bij kan komen. Extra aandacht moet er zijn voor kleine kinderen; ouders laten bij een bezoek de aandacht voor hun kinderen wel eens verslappen.

© Het Gilde van Molenaars

Het gedeelte van de molenwerf of van de stelling, waar het gevlucht overheen draait, moet deugdelijk zijn afgezet, met de daartoe door de eigenaar van de molen beschikbaar gestelde kettingen of beter nog, netten of hekken. Extra waarschuwingen om niet over de afzetting heen te stappen blijken helaas ook nodig te zijn!
De deur aan de kant van het draaiende gevlucht moet vergrendeld zijn, ook als je alleen op de molen bent. Moet de molenaar zelf zich noodzakelijkerwijs binnen de afzetting begeven, zet dan de molen stil. Draait de molen wel, houd dan altijd het komende end in de gaten!

valbeveiliging

Uit hoofde van zijn functie voert de molenaar regelmatig werkzaamheden uit in en bij het gevlucht.
Gebruik voor het verrichten van werkzaamheden in het gevlucht altijd een valbeveiliging. Dit is wettelijk verplicht bij werken op hoogte, t.w. boven 2.50 m.
Gebruik bij voorkeur één hand voor het werk en de andere om je vast te houden. Sla daarbij zo mogelijk één arm om een zoomlat.
Met één been om en tussen twee heklatten sta je wat steviger, maar dit mag niet gedaan worden als alternatief voor de valbeveiliging!

Fig. 10.2.6.1

Bij werken in het wiekenkruis één been door het hekwerk steken. Gebruik daarnaast valbeveiliging

Het meest voorkomende werk is natuurlijk het voorleggen en wegnemen van de zeilen. Molenaars-in-opleiding krijgen daar al heel snel mee te maken.
Pas ervoor op dat niet iemand de vang licht terwijl een ander nog in of bij het gevlucht aan het werk is.

© Het Gilde van Molenaars

Hanteer daarom als vaste regel op de molen, dat degene die de zeilen voorlegt of wegneemt, ook de vang licht. Of dat er oogcontact is tussen beide personen.
Leg nooit zeilen voor als de vang er niet op ligt.
Bij het voorleggen van de zeilen schrijft de wet géén valbeveiliging voor, ook niet voor leerlingen. Dit in tegensteling tot het wisselen van zeilen.

Overtuig je ervan dat het hekwerk in goede conditie is zodat het je gewicht kan dragen. Kleine oranje zwammetjes op het houtwerk zijn verdacht! Ook gladde heklatten zijn gevaarlijk.
In het voordragen van nieuwe zeilen kan een gevaar schuilen. Hang nooit het zeil met samengeknoopte touwen om je bovenlichaam! Als het zeil ergens achter blijft haken of als de wind erin slaat is de kans groot dat je uit het hekwerk wordt getrokken. Bij een stellingmolen loop je bovendien nog de kans over het baliehek te slaan.
Bij het voordragen of afnemen van zeilen is het gebruik van valbeveiliging voor leerlingen verplicht!

Wees voorzichtig met het uitnemen en vervoeren van windborden als het hard waait, vooral op stellingmolens. Losrakende en wegvliegende steek- of windborden komen nog te vaak voor. Dit is meestal een gevolg van slecht onderhoud of een defecte vergrendeling. Controleer deze dan ook regelmatig. Hetzelfde geldt voor regelborden of remkleppen.
Ter beveiliging van de molen moeten de bevestigingen voor de roekettingen goed in orde zijn. Ontbreekt de tegenwoordig gebruikelijke kettingklem (die trouwens kan openbuigen) dan moeten de twee onderste heklatten betrouwbaar zijn want bij zwaar weer mag de enkele malen om de roede geslagen ketting beslist niet van de roede afglijden, anders kan de molen door de vang gaan.

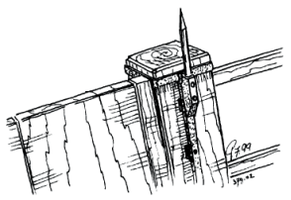
Zorg ervoor dat niemand de vang kan lichten als je in het gevlucht bezig bent. Leg in dat geval de roekettingen aan de roe en gebruik de kneppel en het lekentouwtje.
Zet de ruimte rond het gevlucht af zodat niemand vallend gereedschap op het hoofd krijgt.
Voer werk aan het gevlucht of de zeilen niet uit als er een harde wind staat. Eén rukwind kan voldoende zijn om het evenwicht te verliezen. Grijpt een rukwind een loshangend zeil dan is er in de regel geen houden aan. Laat het zeil maar waaien. Daarna kan het mogelijk wel weer vastgezet worden.

10.2.7 De bliksemafleiderinstallatie

10.2.7.a Inleiding

In Nederland worden in het Normblad NEN 1014 aanwijzingen en voorschriften gegeven voor het ontwerpen, aanleggen en onderhouden van bliksemafleiderinstallaties. De laatste versie ervan is echter per 1 februari 2009 vervangen door norm NEN-EN-IEC 62305. Sindsdien geldt NEN 1014 alleen nog voor installaties, die onder deze norm zijn geïnstalleerd.
In de uitgave van 1 november 1972 vond men tevens informatie over het fenomeen bliksem. Zo staat er bijvoorbeeld in de algemene beschouwingen dat er in Nederland over een periode van twintig jaar (1946-1965) 31 windmolens door de bliksem zijn getroffen. Gemiddeld werden er destijds dus in een tijdsbestek van twee jaar drie molens door de bliksem getroffen. De sindsdien toegenomen opwarming van de aarde en de eveneens toegenomen luchtvervuiling zullen ongetwijfeld een stijging van dit aantal tot gevolg hebben.

© Het Gilde van Molenaars



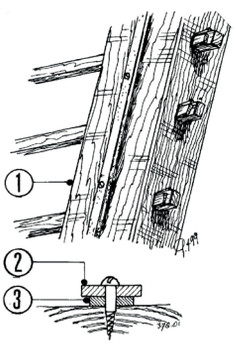


Fig. 10.2.7.1
Opvanger en leiding op een houten roede

1. *houten roede*
2. *massief koperen leiding*
3. *afstandstukje*

Doordat in de laatste jaren de aandacht voor een goede bliksemafleiderinstallatie op de molen sterk is toegenomen zijn er gelukkig nog maar zeer weinig molens die als gevolg van blikseminslag geheel of gedeeltelijk worden verwoest.
Volgens de norm 1014 behoort een windmolen tot die bouwwerken, waarvoor een bliksemafleiderinstallatie wordt aanbevolen, omdat:
- een windmolen door zijn grote hoogte en vaak afgezonderde ligging inslaggevoelig is
- een windmolen een brandbare dakbedekking heeft
- een windmolen van grote of van onvervangbare waarde is.

De norm NEN 1014 is dus vervangen door de norm NEN-EN-IEC 62305, die sinds 2006 wereldwijd van toepassing is. In deze norm wordt de kans op blikseminslag in het algemeen op een andere wijze benaderd en valt de beveiliging tegen blikseminslag grofweg in twee stukken uiteen:
- De belasting van de bliksemafleiderinstallatie door de onvoorstelbaar hoge stroomsterkte die zich kan voordoen tijdens de bliksemontlading. Deze stroomsterkte kan, als gevolg van de zeer hoge elektrische spanning, tot wel 200.000 ampère oplopen. Het is van groot belang dat de installatie deze hoge stroomsterkte, ook in geval van een meervoudige bliksemontlading, naar aarde kan afvoeren. Ter vergelijking: de elektrische stroomsterkte die een woning aan het lichtnet kan onttrekken heeft een waarde van enkele tientallen ampères.
- De kans dat in plaats van het wiekenkruis ook andere delen, zoals de kap van de molen, worden getroffen is reëel. Met behulp van de zgn. ‘rollende bolmethode’ wordt een analyse gemaakt van de kans dat op ongewenste plaatsen blikseminslag kan ontstaan door eenvoudigweg de ‘rollende bol’ vanaf het hoogste punt van de molen te laten afrollen. Met deze methode kan worden vastgesteld welke plaatsen nog meer kunnen worden geraakt door de bliksem. Dit laatste vormt het belangrijkste aspect in het ontwerp van de bliksembeveiliging.

Elektrische stromen ontwikkelen warmte. Het zal duidelijk zijn dat bij de zeer hoge stroomsterkte die optreedt bij blikseminslag grote hitte ontstaat met alle gevolgen van dien.
De redenen waarom we bliksemafleiders aanleggen zijn:
- de gevolgen van de blikseminslag zijn ermee in de hand te houden
- de elektrische stroom wordt bij inslag binnen de geleiders gehouden
- de elektrische stroom wordt in vrijwel alle gevallen op een snelle en ongevaarlijke wijze afgevoerd zodat er geen brand ontstaat.

Een bliksemafleiderinstallatie van een molen bestaat uit:
- een of meer opvangers
- een aantal afgaande leidingen
- minimaal twee bliksemafleiderkabels
- een aardingssysteem

© Het Gilde van Molenaars

10.2.7.b De opvangers

Het is de taak van de opvangers de bliksem 'naar zich toe te trekken', waarna de stroom via de afgaande leidingen naar het aardingssysteem wordt afgevoerd. Bij windmolens fungeren de roeden als opvangers.
Houten roeden moeten worden voorzien van leidingen en metalen opvangers op de uiteinden (fig. 10.2.7.1).
Metalen roeden zijn goede opvangers en goede geleiders. Een goed elektrisch contact tussen beide roeden onderling en tussen roeden en askop is een vereiste.
Ten behoeve van het aansluiten van de bliksemafleiderkabels moeten op alle roede-einden koperen aardingsbeugels aanwezig zijn (fig. 10.2.7.4).

10.2.7.c De afgaande leidingen

De roeden zijn behalve opvangers tevens de afgaande leidingen.
Bij stellingmolens ligt op stellinghoogte een ringleiding. Hierop kan vanaf de roeden de bliksemafleiderkabel worden aangesloten. De rondgaande leiding moet op minimaal twee plaatsen via afgaande leidingen op het aardingssysteem zijn aangesloten.

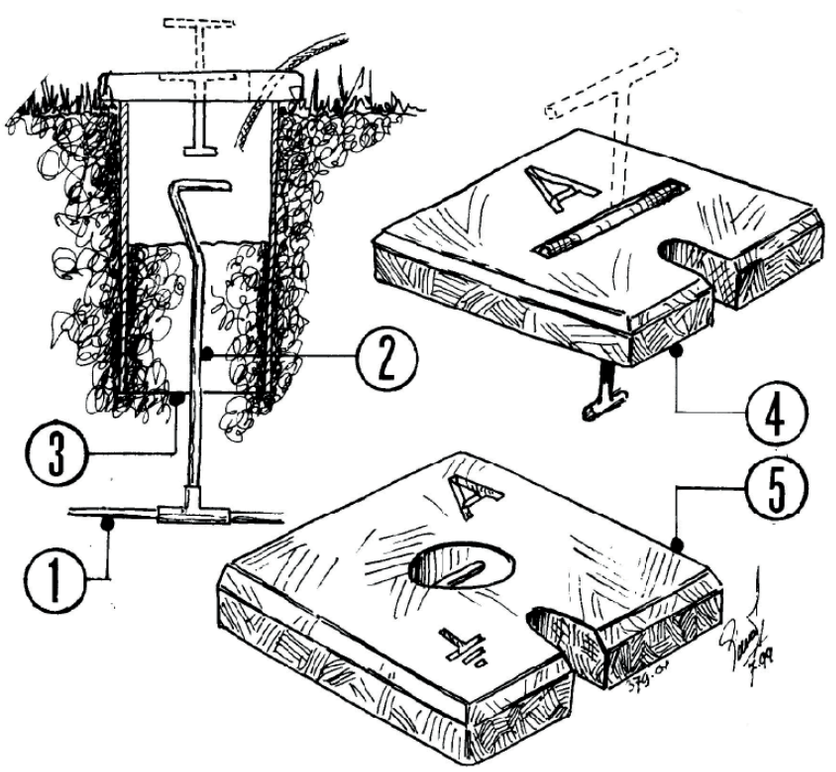


Fig. 10.2.7.2
Aansluitputje

1. ringleiding
1. aansluitpunt
2. putje
3. putdeksel (oud model)
4. idem (nieuw model

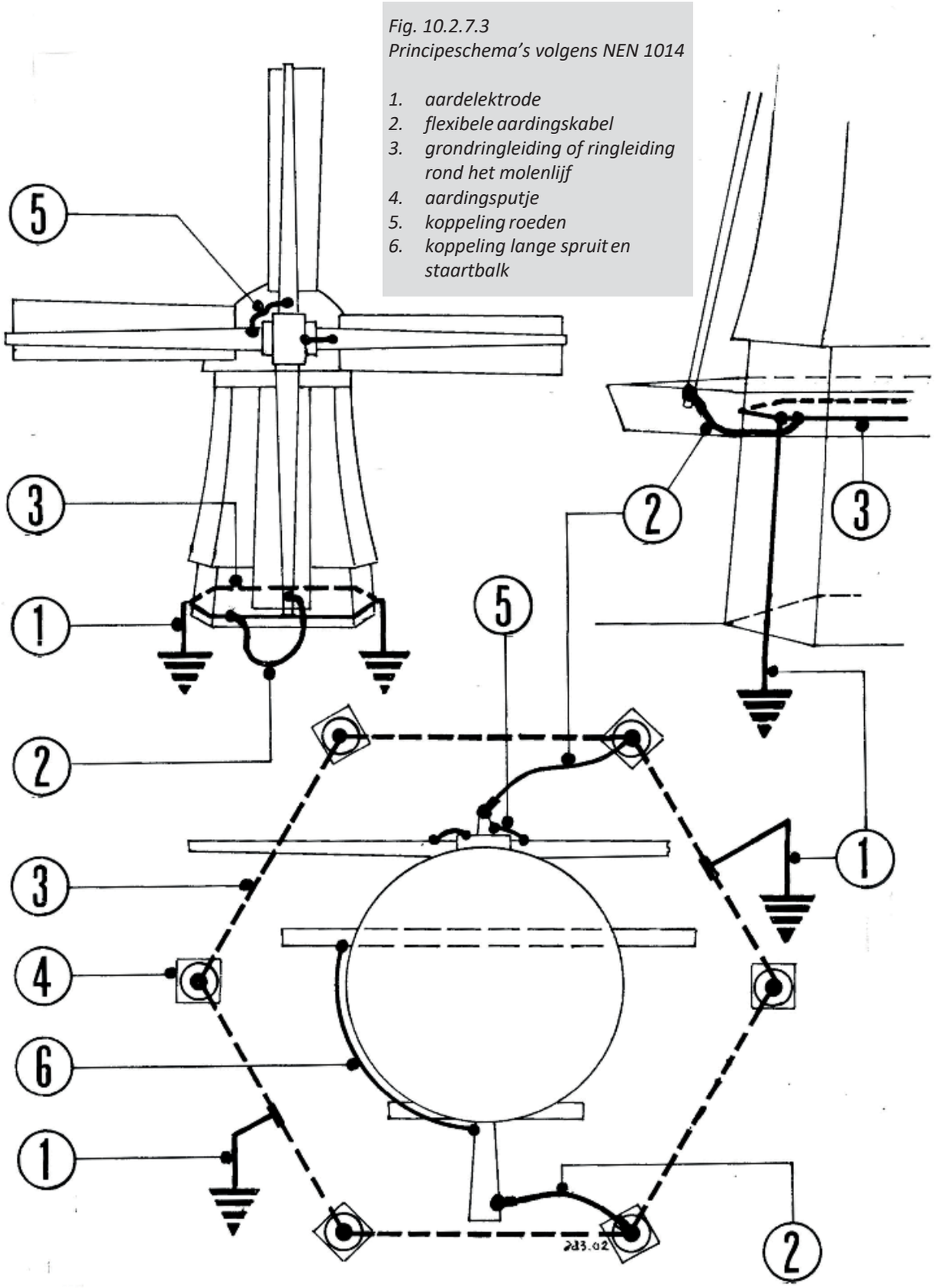


Fig. 10.2.7.3
Principeschema's volgens NEN 1014

1. *aardelektrode*
2. *flexibele aardingskabel*
3. *grondringleiding of ringleiding rond het molenlijf*
4. *aardingsputje*
5. *koppeling roeden*
6. *koppeling lange spruit en staartbalk*

De meeste overige molens hebben eveneens een ringleiding die op tenminste twee plaatsen is geaard. Als er praktische bezwaren zijn tegen het aanbrengen van een ringleiding rond het molenlichaam, dan kan men, indien het een grondzeiler betreft, rondom de molen aardingspunten aanbrengen met een onderlinge afstand van ten hoogste tien meter. Deze moeten zich dan bevinden in putjes, die afgesloten kunnen worden met een speciale tegel waarin een opening is aangebracht voor het invoeren van de aardingskabel (fig. 10.2.7.2). De aardingspunten moeten onderling zijn verbonden d.m.v. een koppelleiding met tenminste twee aardelektroden. De molen kan dan via de bliksemafleiderkabel op één der aardingspunten worden geaard.
Betreft het een geheel met riet gedekte stellingmolen, dan moet men de ringleiding aanbrengen langs het stellinghek en moeten de afgaande leidingen langs de schoren naar beneden lopen.
Metalen delen, langer dan drie meter (b.v. een metalen staartbalk, metalen spruiten of metalen schoren) moeten worden opgenomen in de bliksemafleiderinstallatie. Verder is het zeer belangrijk dat de af te voeren elektrische stroom binnen de leidingen van het afleidersysteem blijft en niet overslaat naar geaarde metalen delen of (elektrische) installaties.
Heeft de molen een metalen staartbalk dan dient daarop een koperen aardingsbeugel aanwezig te zijn voor aansluiting van een bliksemafleiderkabel.

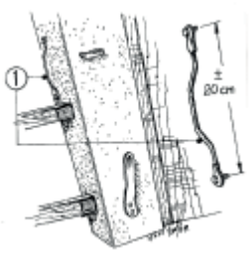


Fig. 10.2.7.4
Aansluitbeugel

1. *50 mm² koperen aardingsbeugel met twee rvs. boutjes*

10.2.7.d De bliksemafleiderkabel

De bliksemafleiderkabel is het flexibele deel van de installatie. Nadat de molen is stilgezet (aan het eind van de maaldag of bij naderend onweer) dient de kabel te worden aangebracht tussen het onderste aansluitpunt op de roede en de ringleiding of in een aardingsput.

Indien de molen wordt stilgezet in overhekstand, dienen beide roede-einden door middel van een kabel met het aardingssysteem te worden verbonden.
Als bliksemafleiderkabels worden vaak laskabels gebruikt waarvan de koperen kern een minimale doorsnede moet hebben van 50mm² (8mm diameter). De voor- en nadelen van deze kabels zijn:
- (+) een zeer lage elektrische weerstand
- (-) gevoeligheid voor weersinvloeden (verweren/afbreken van de koperen kerndraadjes)
- (-) gevoeligheid voor koperdiefstal

Tegenwoordig zien we steeds vaker kabels met een roestvaststalen kern. De voor- en nadelen van deze kabels zijn:
- (+) aanmerkelijk minder gevoelig voor diefstal
- (+) aanmerkelijk minder gevoelig voor weersinvloeden
- (-) een relatief hoge elektrische weerstand waardoor een grotere kerndiameter nodig kan zijn
- (-) minder flexibel dan koperen kabels

Deze kabels moeten aan beide uiteinden zijn voorzien van een metalen corrosievrije klem die ook na herhaaldelijk gebruik een goed contact blijft maken. De verbinding moet op eenvoudige wijze zonder gereedschap kunnen worden aangebracht. Het is raadzaam om altijd een goede reservekabel paraat te hebben.

© Het Gilde van Molenaars

Belangrijk: bij molens waarvan het wiekenkruis in de ‘lange rust’ of ‘overhek’ staat, is de kap van de molen NIET tegen blikseminslag beveiligd. Volgens de analyse met de ‘rollende bolmethode’ kunnen de kap en de bovenas door de bliksem worden getroffen. Voor een goede bliksembeveiliging is een aanvullende bliksemafleider (opvanger) achter op de kast, het bovenhuis of de kap noodzakelijk.

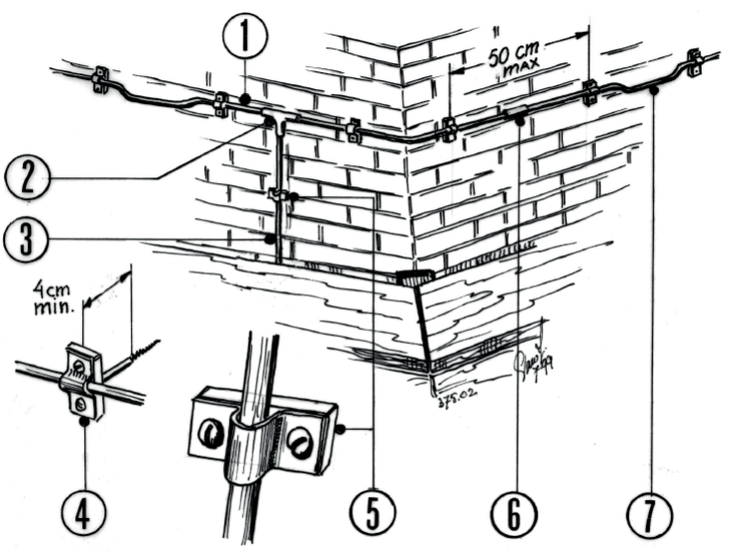


Fig. 10.2.7.5
De ringleidingonderdelen

1. *ringleiding*
2. *‘T’-stuk*
3. *aardleiding*
4. *montagezadel voor houten wanden*
5. *montagezadel voor muurwerk*
6. *rechte koppeling*
7. *aardingsbeugel*

10.2.7.e Het aardingssysteem

Bliksemafleiderinstallaties moeten zijn voorzien van een eigen aardingssysteem, dat functioneel blijft zonder dat het is aangesloten op het waterleidingnet of op andere aanwezige aardingen. Het aardingssysteem moet een lage en zo mogelijk gelijkblijvende aardingsweerstand hebben. Zeer belangrijk is dat de elektrische installatie van de molen wordt voorzien van een potentiaalvereffening (spanningsvereffening).

10.2.7.f Potentiaalvereffening

Potentiaalvereffening, ook wel spanningsvereffening genoemd, is gebaseerd op het feit dat door het onderling verbinden van geleidende delen gevaarlijke spanningsverschillen worden voorkomen.
Potentiaalvereffening voorziet in onderlinge verbinding van de aardingsinstallaties, zoals de bliksem-aarde en de elektrische aarde.
Hierdoor wordt de ontladingsstroom niet alleen verdeeld maar wordt ook spanningsgelijkheid van deze delen bereikt en wordt overslag ten gevolge van blikseminslagspannig tegengegaan.
Ook vanwege de pulsvorm van een bliksemontlading moet een dergelijke verbinding in speciale gevallen, bijvoorbeeld bij molens waarvan de romp hoger is dan ca. 20 meter, worden herhaald. In de praktijk komt dit vaak neer op het aanbrengen van een potentiaalvereffeningsrail op een centrale plaats onderin de molen en een tweede rail hoger in de molen. Via deze rail kunnen dan de bliksembeveiligingsaarding, voor metalen gas-, water- en CV leidingen enz. met elkaar verbonden worden (fig. 10.2.7.6).

© Het Gilde van Molenaars

Tot voor enkele jaren bestond er nog geen officiële goedkeuring voor om hierop ook de elektrische aarding aan te sluiten. Met de invoering van de normen NEN 1010 en 1014 is hierin wel voorzien.
Zeker bij molens met een uitgebreide gewapende betonconstructie zal een dergelijke verbinding ergens in dat gedeelte van de molen al wel aanwezig zijn. In de NEN 1010, die op diverse punten afwijkt van de oude, is de potentiaalvereffening uitvoerig opgenomen.

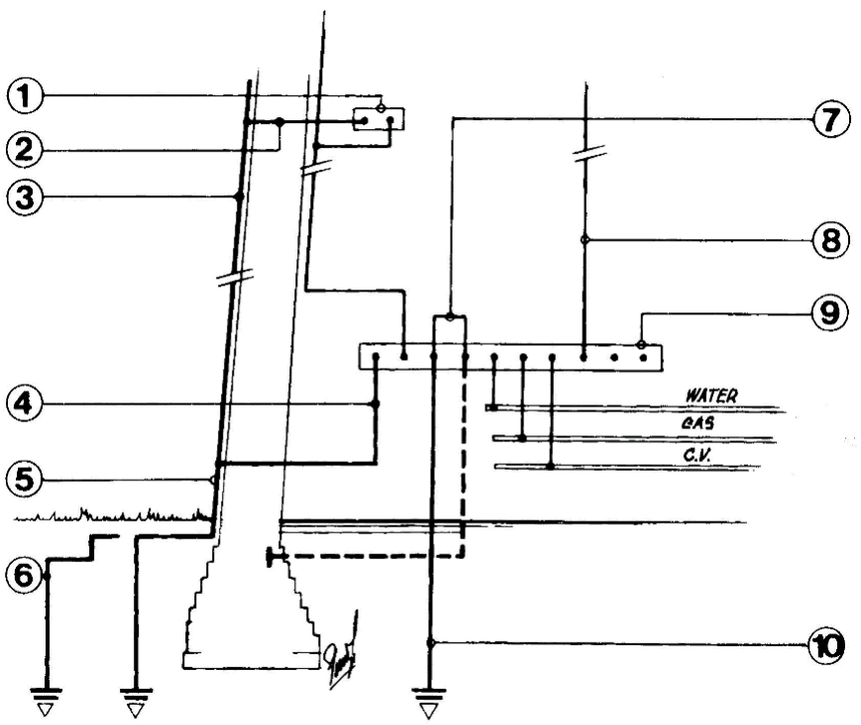


Fig. 10.2.7.6
Schema potentiaalvereffening

1. *aansluiting voor herhaling van de potentiaalvereffening in molens hoger dan ± 20 meter*
2. *verbinding tussen 1 en 3*
3. *afgaande leiding van de bliksemafleiderinstallatie*
4. *verbinding tussen 3 en 9*
5. *aardelektrode v.d. molen met een ringleiding*
6. *idem, met aardingsputjes*
7. *verbinding met bewapeningsijzer in de betonnen fundatiedelen*
8. *aarde van de elektrische installatie*
9. *aardrail in de schakelkast*
10. *aardelektrode van de elektrische installatie in de molen*

10.2.7.g Gebruik van de installatie

Door het aansluiten van de aardingskabel(s) wordt de installatie ‘in gebruik gesteld’. Het is logisch dat dit alleen maar kan als de molen stilstaat. Ook bij naderend onweer moet de molen worden stilgezet en de bliksemafleiderkabel worden aangesloten. Dit moet altijd gebeuren, ook als de molen slechts korte tijd wordt stilgezet.
De kabel moet in een vloeiende lijn worden uitgelegd en er mogen geen knikken bij de klemmen ontstaan. Scherpe bochten, lussen of windingen zijn absoluut niet toegestaan omdat zij de afvoer van de bliksemstroom zeer nadelig beïnvloeden. Door het zeer sterke magnetische veld dat in een winding kan ontstaan wordt de kabel naar de stalen roede getrokken wat kabelbreuk en schade aan de ringleiding tot gevolg kan hebben.

© Het Gilde van Molenaars

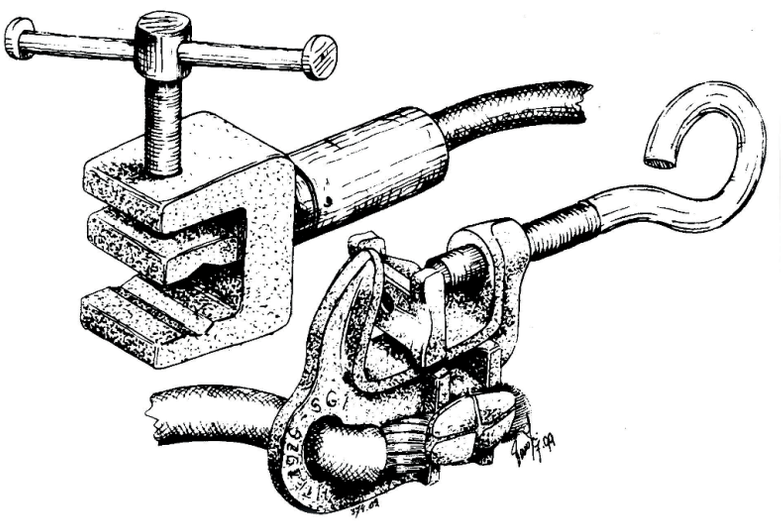


Fig. 10.2.7.7
Een tweetal aansluitklemmen voor de aardingskabel

10.2.7.h Inspectie en onderhoud van de bliksemafleiderinstallatie

Hierover zegt NEN 1014:
Inspectie van de bliksemafleiderinstallatie dient plaats te vinden:
- bij oplevering van de installatie
- na herstel of wijziging ervan
- nadat omvangrijke grondwerkzaamheden nabij het te object beveiligen hebben plaatsgevonden
- periodiek, inspectie minimaal 1x per 2 jaar

De bliksemafleiderkabel is het meest kwetsbare deel van de installatie maar ook aan andere delen kan slijtage of schade ontstaan die de werking van de totale installatie nadelig beïnvloedt. Zorg ervoor dat een in het gras liggende kabel niet beschadigd wordt door een grasmaaier.
De bliksemafleiderkabel moet regelmatig worden gecontroleerd op de volgende punten:
- mechanische schade aan de mantel of koperen kern
- zitten de klemmen nog deugdelijk vast aan de kabel; draai de klemmoeren zo nodig vast of breng de klemmen opnieuw aan
- afgebroken kabelkerndraadjes. Zijn dat er maar een paar, dan is dat niet bezwaarlijk. Zijn het er meer, dan moet de kabel opnieuw worden aangezet. Als de koperen kern sterk is geoxideerd, moet de kabel worden vervangen.

Af en toe moet een klein beetje vet op de schroefdraad van de klemmen worden aangebracht. Enkele malen per jaar moet worden gecontroleerd of de boutjes, waarmee de koperen aardingsbeugels op de roeden zijn bevestigd nog goed vastzitten, of er onder de klemmen geen roestvorming optreedt en of de verbinding goed geconserveerd is tegen de inwerking van vocht.
Dit geldt eveneens voor de onderlinge verbinding van de roeden en voor die tussen roeden en bovenas.

De ringleiding moet worden gecontroleerd op slijtage of mechanische beschadigingen. De ringleiding en de aansluitpunten mogen niet worden geverfd; dat zou de werking van de installatie nadelig beïnvloeden of zelfs geheel tenietdoen.

© Het Gilde van Molenaars

Periodieke inspecties zijn van zeer groot belang voor een doelmatig onderhoud van een bliksemafleiderinstallatie en het aanpassen ervan aan gewijzigde omstandigheden. Zij dienen bij windmolens eens per twee jaar plaats te vinden. De vereiste inspecties kunnen worden uitgevoerd door uw installateur of door een van de leden van de werkgroep 'Bliksemafleidercontrole' van het Gilde. Het aanvragen van een controle kan via de Gilde-website. Nadat de inspectie is uitgevoerd ontvangt u een rapport met daarin de bevindingen en de gemeten waarden en, indien nodig, aanbevelingen voor aanpassingen of herstel van de installatie.

10.2.7.i Enkele beoordelingsnormen

De gemeten aardingsweerstand van het aardingssysteem mag in het algemeen niet meer bedragen dan 2,5 Ohm. Dat is in het noorden, westen en midden van Nederland doorgaans nog wel zonder hoge kosten te realiseren. Voor de overige delen van het land ligt dat een stuk lastiger, wat wordt veroorzaakt door de zanderige bodem waarin het water niet goed wordt vastgehouden maar ook doordat het grondwaterpeil voortdurend wordt verlaagd. Als het bereiken van een aardingsweerstand van 2,5 Ohm economisch niet is te verantwoorden dan dient een potentiaalvereffening te worden toegepast.
De circuitweerstand van het bovengrondse leidingsysteem mag niet groter zijn dan 0,5 Ohm. Dit houdt dus ook in dat de weerstand in de roede van top naar top beneden 0,5 Ohm moet zijn. Hetzelfde geldt voor de weerstand tussen de roeden onderling.
Het bovenstaande is bedoeld om een indruk te geven van de regelgeving rond bliksemafleiderinstallaties op windmolens. Elke molen heeft zijn eigen specifieke eigenaardigheden, niet alleen wat betreft werking en constructie, maar ook wat betreft de omstandigheden ten aanzien van bliksembeveiliging. Wilt u over dat laatste nader worden geïnformeerd, raadpleeg dan een vakman-bliksemafleider-installateur of een lid van de werkgroep 'Bliksemafleidercontrole'. Die zal u ongetwijfeld op de hoogte kunnen brengen van de specifieke bliksemafleiderzaken voor uw molen.

10.2.7.j Koperdiefstal

In 2008 is de molenwereld voor het eerst met koperdiefstal geconfronteerd. Het betrof een volledig weggeknipte ringleiding van een grondzeilermolen. Naast bliksemafleiderkabels blijken dus ook ringleidingen een diefstalgevoelig onderdeel van de bliksemafleiderinstallatie.
Om diefstal van de ringleiding te voorkomen zijn ingrijpender maatregelen nodig. Denk hierbij aan uitvoeringen in aluminium (mechanisch iets minder sterk) maar ook aan het ingraven van de ringleiding, met een viertal opgaande steekeinden van ca. 50 cm hoog, die de mogelijkheid bieden om de bliksemafleiderkabel op aan te sluiten. De kosten voor het ingraven van de ringleiding zijn hoog, zeker als hiervoor machinaal graafwerk nodig is, maar zijn wel éénmalig. Algemene beveiligingsmaatregelen zoals verlichting en/of een geluidsalarm kunnen nuttig zijn maar hebben weinig zin als de molen afgelegen staat.

© Het Gilde van Molenaars

10.2.8 Brandpreventie en bestrijding

10.2.8.a Algemeen

De laatste jaren zijn diverse molens geheel of gedeeltelijk door brand verloren gegaan. Door de bouwwijze uit brandbare materialen en de schoorsteenwerking in de molenromp is de schade meestal groot.
Oorzaken van brand kunnen zijn:

1. Brandstichting.
2. Blikseminslag.
3. Kortsluiting.
4. Schoorsteenbrand / kachel.
5. Door de vang lopen / heet lopen van lagers etc.
6. Vliegvuur / vuurwerk.

Verderop zal op deze punten nader worden ingegaan, maar allereerst een aantal algemene punten ter voorkoming van brand:

rookverbod
- Stel een absoluut rookverbod in, zowel in de molen als op de stelling of molenwerf. Dit geldt ook voor de molenaar!
- Wees voorzichtig met het gebruik van open vuur of voer de werkzaamheden zo mogelijk anders uit. Ook het gebruik van een slijptol is sterk af te raden. Heeft men desondanks toch risicovolle werkzaamheden moeten verrichten, loop dan na afloop een extra brandronde. En herhaal dit na een uur. Daarbij moet men vooral bedacht zijn op smeulende zaken, die zich veelal kenmerken door een zeer geringe rookontwikkeling. Eis het lopen van een brandronde ook van bedrijven die op de molen werkzaam zijn voor onderhoudswerk.

brandronde

houdt de molen stofvrij
- Houdt de molen netjes en zoveel mogelijk stofvrij. Stof is erg brandbaar, smeulgevoelig, licht ontvlambaar en bovendien verspreidt stof het vuur zeer snel. Voer rommel en troep af, des te minder brandbaar materiaal is er aanwezig.

brandwerende kasten
- Berg brandbare stoffen zoals terpentine, verf, benzine voor een motormaaier, petroleum etc. veilig op. Hiervoor zijn speciale brandwerende kasten verkrijgbaar. Zorg ervoor dat verpakkingen met brandbare materialen niet kunnen omvallen of open gaan.

knip rietpluimen weg
- Kijk, wanneer uw molen met riet bekleed is, eens aan de binnenzijde naar het rietdek. Vaak wordt de spreilaag, direct op de rietlatten, achterwege gelaten. Veel rietpluimen steken dan vanuit het rietdek naar binnen. Ze vormen het meest brandbare deel van de rietstengels. Knip rietpluimen dus weg.

Werkgroep Veiligheid

Wie meer wil weten over brandpreventie en bestrijding, verwijzen we naar de Werkgroep Veiligheid. Adressen van Veiligheidscoaches zijn te vinden op de website van het Gilde van Molenaars. www.gildevanmolenaars.nl

10.2.8.b Oorzaken en preventie brandstichting

brandstichting

1. Brandstichting

Helaas is dit de laatste jaren de oorzaak van de meeste molenbranden. Bovendien is het een oorzaak waartegen moeilijk preventieve maatregelen zijn te nemen.

© Het Gilde van Molenaars

Zorg er in ieder geval voor dat de molen altijd goed wordt afgesloten, zodat men moeilijk binnen kan komen. Probeer ervoor te zorgen dat de molenwerf er verzorgd en opgeruimd uitziet. Vraag, indien mogelijk, of buren een oogje in het zeil willen houden. Ook een goed hek om het erf helpt, al is het vaak niet fraai. Een goede afschrikkende werking hebben sterke lampen met een bewegingsmelder, al of niet gecombineerd met geluid.

blikseminslag

2. Blikseminslag
De gevolgen van een blikseminslag kunnen sterk beperkt worden door een goed functionerende bliksemafleiderinstallatie. (zie 10.2.7).

kortsluiting

3. Kortsluiting
Schakel na een maal- of draaidag de spanning zo mogelijk uit. Moet er toch iets aanblijven, zorg dan voor een aparte groep voor dit apparaat.
Gebruik goedgekeurde apparaten met KEMA-keur. Vaak worden in molens tweedehands kachels of koelkasten gebruikt. Deze zijn door de hoge leeftijd niet altijd meer veilig. Laat deze apparaten in ieder geval regelmatig nakijken en zo nodig repareren.
Laat, wanneer u zelf de elektrische installatie in de molen aanlegt of verandert, een erkend installateur daarna een keuring uitvoeren.

schoorsteenbrand

4. Schoorsteenbrand / kachel
In verschillende molens wordt nog gebruik gemaakt van allesbranders. Dit vraagt een zekere deskundigheid bij het aansteken. Gebruik daarbij geen materiaal dat vliegvuur veroorzaakt, zoals kranten, karton, triplex enz. Ook is het belangrijk dat de schoorsteen regelmatig geveegd wordt om schoorsteenbrand te voorkomen.

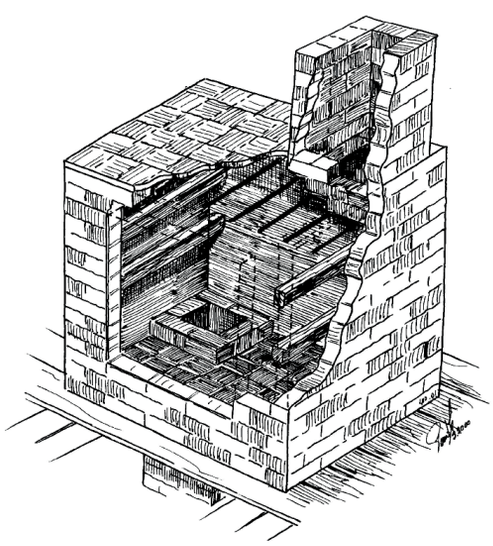


Fig. 10.2.8.1

Een effectieve vonkenvanger is een z.g. rookkast. Voor de duidelijkheid is de deur weggelaten. Deze was van plaatijzer of hout met blik beslagen.

vonkenvanger rookkast

Bij bovenkruiers, waar de schoorsteen meestal eindigt op de kapzolder, is het gebruik van een vonkenvanger op de schoorsteen noodzakelijk. Zeer afdoende is een z.g. rookkast.
Open kachels, met gasflessen of petroleum, zijn nog gevaarlijker. Zorg dat ze goed stevig staan opgesteld; omvallen betekent zonder-meer brand.

© Het Gilde van Molenaars

door de vang lopen

5. Door de vang lopen /heet lopen van lagers etc.
Wanneer de molen bij storm door de vang loopt is de kans op brand groot. Er ontstaat zoveel wrijving in de vang dat er uiteindelijk brand ontstaat. Het spreekt vanzelf dat de molenaar de molen zodanig achterlaat, dat de kans op losslaan van de molen bij storm zo klein mogelijk is.
Hebt u een losgeslagen molen toch weer weten te stoppen of is de molen in een bui aan de haal geweest, koel de vang en het bovenwiel dan zoveel mogelijk met water. Leg de molen extra goed vast aan de ketting, plaats stutten in het bovenwiel en licht de vang. Men kan dan het wrijvingsvlak van zowel het wiel als de vang goed natspuiten.
Blijf de vang tot uren na het heetlopen goed in de gaten houden. Diverse malen is na uren de vang toch weer gaan smeulen en is de molen alsnog afgebrand.

heet lopen van lagers

Ook door het heetlopen van lagers van de bovenas, taatsen of slippende drijfriemen kan brand ontstaan. Wees hier dus altijd alert op en voorzie lagers regelmatig van de juiste smering.

vuurwerk / vliegvuur

6. Vuurwerk / vliegvuur
Dit is vooral gevaarlijk voor molens met een bekleding van riet op kap en/of romp. Eén vuurpijl kan genoeg zijn om de molen tot de grond te laten afbranden. Met chemische vloeistoffen, zogenaamde brandvertragende rietcoatings, kan men de brandwerendheid belangrijk doen toenemen. Een dergelijke coating bemoeilijkt ook het in brand steken van de molen. Nadelen zijn de kosten en het feit, dat de behandeling iedere 3 tot 5 jaar herhaald moet worden. Andere molens zijn uitgerust met een sproeisysteem aan de buitenzijde van kap of achtkant, waarmee het riet kort voor oudjaar doornat gemaakt kan worden. Eventueel kunt u ook de brandweer dit laten doen.

vonkenmalen

Als een bouwwerk vlak bij de molen in brand staat en de vonken waaien in de richting van de molen, kan men proberen door ‘vonken-malen’ de kans op overslaan van de brand zo klein mogelijk te maken. Bij vonkenmalen legt men de zeilen losjes voor, met de zwichtlijnen zo los mogelijk. Vervolgens laat men de molen zo vlug mogelijk draaien; door de draaiende wieken worden de vonken als het ware weggehouden bij het riet.

10.2.8.c Melding en bestrijding van brand

Hoe sneller de brand wordt ontdekt des te groter is de kans dat de molen geheel of gedeeltelijk behouden kan worden.
Wanneer de brand uitbreekt terwijl er iemand op de molen is, kan de brandweer gewaarschuwd worden met een (mobiele) telefoon. Geef duidelijk adres en eventueel route naar de molen aan.
Rook- of brandmelders kunnen de brand signaleren en doormelden als er niemand aanwezig is. Nadeel zijn de hoge kosten voor aanschaf en onderhoud. Ook is dergelijke apparatuur vaak niet bestand tegen blikseminslag op de molen.

goedgekeurde brandblussers
brandhaspel

Breekt de brand uit tijdens het draaien dan kan de molenaar na het waarschuwen van de brandweer direct beginnen met blussen. Op iedere molen horen daartoe goedgekeurde brandblussers (type A, voor vaste stoffen) aanwezig te zijn of een brandhaspel. Stel uzelf en anderen goed op de hoogte van plaats en werking van de aanwezige brandblussers. Oefen het gebruik ervan zo mogelijk samen met de brandweer. Wees ervan doordrongen dat genoemde

beginnende brand

blusmiddelen alleen geschikt zijn om een beginnende brand te blussen. Heeft de brand zich ook maar iets verder kunnen ontwikkelen, zeker als het gaat om een met riet gedekte molen, verlaat dan direct de molen met inachtneming van uw

eigen en andermans veiligheid. Als het rietdek eenmaal vlam heeft gevat dan zal de brand zich zeer snel verspreiden. Bedenk goed dat brandend riet zeer snel van de molenromp losraakt, naar beneden zakt en voor de molendeuren terecht kan komen. Voordat dat gebeurt moet men de molen beslist verlaten hebben.
De kans op succes bij het bestrijden van de brand wordt sterk vergroot, wanneer de brandweer goed op de hoogte is van de situatie in en om de molen. Maak samen met de brandweer een aanvalsplan. Hierin wordt beschreven hoe de molen moet worden bereikt, waar de bluswatervoorzieningen zijn, hoe de constructie en indeling van de molen is etc. Op plattegronden en doorsneden kan worden aangegeven waar zich trapgaten, silo's, luiken, machines, hoofdschakelaar enz. bevinden. Tevens is aangegeven wie er gewaarschuwd moet worden bij brand.

aanvalsplan

Oefen zo mogelijk jaarlijks met de brandweer bij de molen. Door vooraf een rondleiding te geven kan men een stuk onkunde en onbekendheid wegnemen. Maar ook aangeven wat de hoofdconstructie van de molen is die in eerste instantie bij brand behouden dient te worden.
De beste manier om een brand effectief te bestrijden is de aanleg van een automatische blusinstallatie. Hiermee kan de brand direct van binnenuit bestreden worden. Veelal vormen de hoge installatiekosten een bezwaar.

Mocht de molen ondanks alle goede zorgen toch aan het vuur ten prooi vallen, raadpleeg dan na het blussen altijd een molendeskundige of molenmaker en laat de brandweer nooit de molen zomaar omvertrekken. Doordat de molen opgebouwd is uit zwaar hout, is de constructie meestal nog zeer stevig. Het onnodig omtrekken van de molen maakt de schade alleen maar groter en de kans op herstel of herbouw daarmee kleiner.

10.2.9 Veiligheid op de poldermolen

10.2.9.a Rondom de molen:

Behalve de reeds genoemde algemene punten t.a.v. veiligheid, zoals de afzetting van het gevlucht, gelden voor poldermolens een aantal specifieke veiligheidseisen.
Heeft de (wip)molen een open scheprad, dan moet daaromheen een afscherming aanwezig zijn. Staat de trap naar het bovenhuis boven een open scheprad dan kan een val je het leven kosten.
Als er wordt gemalen moeten de luiken van de schepradkast en die in het waterloopdek gesloten zijn.
De conditie van waterloophekken moet zodanig zijn dat iemand daar zonder gevaar tegenaan kan leunen.
Het krooshek moet stevig zijn en niet kunnen bezwijken onder de last van kroos, vuil en drijvend plantenmateriaal dat er tegenaan drukt (vooral aan het eind van de zomer). Het moet steeds worden verwijderd met de plukhaak. Let er daarbij op dat de plukhaak niet tegen het draaiende gevlucht aankomt. Nog beter: zet de molen eerst stil.
Er mag nooit worden gemalen met opgetrokken krooshek. Het in de boezem malen van drijfvuil is niet alleen verboden volgens de regels in de polderkeuren, het is ook nog eens gevaarlijk; een in het water drijvend stuk hout kan klem raken en schade aan het wateropvoerwerktuig of aan een ander deel van het gaande werk veroorzaken.

© Het Gilde van Molenaars

De brug boven het krooshek moet sterk genoeg zijn om enkele personen te kunnen dragen en om de op het krooshek uitgeoefende druk op te vangen. Bevindt zich tussen het krooshek en het wateropvoerwerktuig een niet-afgedekt gedeelte van de waterloop, dan is er een extra veiligheidsmaatregel nodig om te voorkomen dat iemand die in dit deel van de waterloop terecht komt wordt gegrepen door het wateropvoerwerktuig. De veiligste oplossing is een tweede 'krooshek' in het water vóór het wateropvoerwerktuig. Een andere, minder veilige oplossing is een drijfbalk die ruim vóór het wateropvoerwerktuig aan de wanden van de waterloop wordt verankerd.

10.2.9.b In de molen:

Binnen in de molen moeten de diverse wielen, assen en spillen zijn voorzien van deugdelijke afschermingen, met name in de buurt van de trappen die langs spillen en wielen leiden.
Het gaande werk van poldermolens draait doorgaans veel sneller dan dat van andere molens - het water moet zo snel mogelijk de polder uit! - en is zwaarder uitgevoerd. Dit houdt in dat de molenaar vaker moet smeren.
Poldermolens waarvan het wateropvoerwerktuig zowel door de wind als elektrisch in beweging kan worden gebracht dienen zodanig te zijn uitgevoerd, dat inschakeling van het elektrische gedeelte niet mogelijk is als de afscherming rond de installatie om één of andere reden open staat. Dit mag evenmin mogelijk zijn als de molen op windkracht maalt of gereed staat voor het malen op windkracht en ook niet als men bezig is over te schakelen van elektrisch op windkracht of omgekeerd.

10.2.10 Veiligheid op de korenmolen

Van alle molens is de korenmolen verreweg het meest voorkomende type. Hoewel de inrichting kan variëren van eenvoudig (één steenkoppel en luiwerk) tot uitgebreid (drie of zelfs meer steenkoppels, graantransport en allerlei werktuigen) zijn de veiligheidsaspecten grotendeels algemeen geldend. Gebruikt men maalstenen dan moet de gehele maalgang in goede conditie verkeren: sterke steenspillen, deugdelijke lagers en veilige steenkuipen. De stenen mogen niet beschadigd zijn en rond de loper dienen sterke metalen banden te zitten.

10.2.10.a Het luien en de opslag van graan

Speciale aandacht verdient het luiwerk. Het is beter dit niet in werking te stellen, als er bezoekers op de molen zijn. Men is nl. geneigd een omhooggaande zak na te kijken en er onder te gaan staan. De molenaar moet dat overigens evenmin doen, ook niet om een aanwijzing naar de collega boven door te geven. De zak kan nl. uit de strop schieten. Laat slechts één persoon het luiwerk bedienen. Laat alleen degene die het luitouw aan de zak vastmaakt het sein geven dat er geluid kan worden. Zorg er met stuitklampen of kettinkjes voor dat luiluiken niet kunnen blijven openstaan of zet er hekjes omheen.
Het touwtje van het zakkenhaakje dient voorzien te zijn van een dwarshoutje. Daarmee wordt voorkomen dat het haakje de molenaar of een bezoeker verwondt, met name aan het gezicht. Bedenk dat papieren zakken gemakkelijk scheuren. Dit kan men voorkomen door bij het luien gebruik te maken van een zeildoeken mat waarin de zakken veilig kunnen worden geluid.

luimat

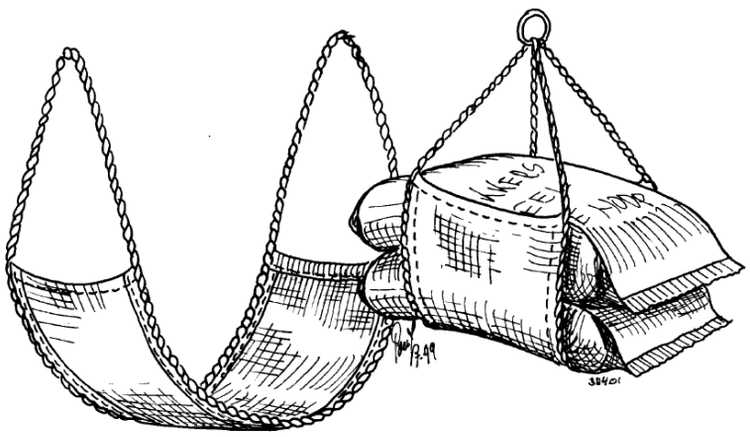


Fig. 10.2.10.1

De luimat voor het veilig luien van graan verpakt in (papieren) zakken

Het stapelen van papieren zakken vergt extra aandacht; ze kunnen gemakkelijker van elkaar afglijden dan katoenen of jute zakken. Controleer ook of de vloer stevig genoeg is op de plaats waar men gaat stapelen.

Aangezien men op een korenmolen met consumptiegoederen werkt, hetzij voor mens, hetzij voor dier, dient men zeer voorzichtig en terughoudend om te gaan met verdelgingsmiddelen. Berg aangebroken verpakkingen goed gesloten op op een veilige plaats.

10.2.10.b Werken aan de maalkoppels

Het openleggen van een maalkoppel voor het billen van de stenen is één van de gevaarlijkste klussen van de korenmolenaar. De steenkraan moet bij wijze van spreken 200% betrouwbaar zijn. Daarmee bedoelen we dat hij zo sterk moet zijn dat hij eigenlijk het gewicht van twee stenen zou moeten kunnen dragen. Ga er niet voetstoots van uit dat een in de molen aanwezige kraan ook daadwerkelijk betrouwbaar is. Controleer hem alvorens ermee aan het werk te gaan. Let daarbij op de volgende zaken:

- Controleer of de steenbeugels en de pennen ervan voldoende zwaar en stevig zijn om de steen te kunnen dragen. De pennen mogen b.v. niet zo zwak zijn dat ze naar beneden kunnen doorbuigen onder het gewicht van de eraan hangende steen want dan valt de steen er gegarandeerd uit. Evenmin mogen de pennen zo ruim in de gaten zitten dat ze er schuin omlaag gericht insteken; ze kunnen er dan uitschieten.
- Controleer of de beugels de juiste kromming hebben. De steen moet er onderdoor kunnen kantelen als hij in de kraan hangt. De pennen moeten daarbij voldoende ver in de steen naar binnen steken. Staan de beugels te wijd uit dan kan de steen er ook gemakkelijk tussenuit vallen.
- Controleer van tevoren of de moer goed gangbaar op de spindel zit en of er boven op de kraanarm een wrijfplaat rond de spindel zit.
- Controleer de beide draaipunten aan de boven- en onderzijde van de kraan. Staat de onderpen diep genoeg in de vloer of klos? Erin terechtgekomen graankorrels of meelstof kunnen dat bemoeilijken.

© Het Gilde van Molenaars

openleggen maalkoppel

Neem bij het openleggen van het maalkoppel de volgende veiligheidsmaatregelen in acht:

- Maak een ruimte vrij om de gelichte (en gedraaide) steen neer te leggen. Kies hiervoor zo mogelijk een plaats waar onder de vloer een bintbalk of een andere zware balk loopt of zich een kruising van twee balken bevindt.
- Ga nooit op een zodanige plaats staan dat de kraanarm in jouw richting wijst. Begeeft de kraan het dan valt de steen jouw kant op.
- Schuif t.b.v. het 'makkelijk' draaien van de steen in de steenbeugels, ringen over de pennen tussen de beugels en de steen.
- Draai de steen langzaam omhoog want als de schroef vastloopt zal de steen door zijn massa nog wat verder doordraaien, hetgeen ernstige gevolgen kan hebben.
- Voer het keren van de steen uit met een tillende beweging, van je àf. Niet door één zijde ervan naar beneden te duwen. Ook bij deze handeling kan de kraan het nl. begeven en komt het gehele gevaarte jouw kant uit.
- Leg je handen tijdens het draaien van de steen niet op de buitenomtrek van de steen die onder de beugels door moet. Het kan je je vingers kosten omdat de ruimte tussen beugels en steen gewoonlijk zeer klein is.
- Draai de ligger met een duwende, niet met een trekkende beweging weg van de loper.
- Neem bij het terugplaatsen van de steen dezelfde veiligheidsmaatregelen in acht.
- Laat tijdens deze werkzaamheden geen bezoekers toe.

Voor de veiligheid op andere industriemolens verwijzen wij naar het 'Rapport Veiligheid op Wind- en Watermolens' van De Hollandsche Molen.

10.2.11 Veiligheid van bezoekers

Het verschijnsel 'bezoekers op de molen' is iets van de laatste tientallen jaren. We hebben dat overigens zelf gewild omdat we het publiek willen winnen voor het molenbehoud. Zo normaal als we het tegenwoordig vinden was het vroeger helemaal niet. Vroeger was het even moeilijk een molen binnen te komen als tegenwoordig een fabriek.
Als we bezoekers toelaten moeten we ook regels vaststellen waaraan bezoekers zich hebben te houden en hen hierover informeren (mondeling, bordjes, enz.).
Daarnaast moeten we de noodzakelijke veiligheidsmaatregelen nemen.
Verder moet de molenaar toezicht op bezoekers (laten) houden.
Bedenk daarbij: zonder zicht geen toezicht!

Een nadrukkelijke waarschuwing is op zijn plaats voor mensen met kinderen. Kinderen zien geen gevaar; ze zijn onberekenbaar in hun doen en laten. Een dringend advies is dan ook:
Maak ouders vóór het bezoek attent op de gevaren die kinderen lopen en vraag hen méér dan gewone aandacht aan hun kinderen te besteden. Wijs ze er op dat ze zelf verantwoordelijk blijven voor hun kinderen gedurende het bezoek.

© Het Gilde van Molenaars

10.2.11.a Algemene voorschriften

We noemen enkele elementaire zaken die goed moeten zijn geregeld op een voor bezoek opengestelde molen:
- De molen moet geschikt zijn voor bezoek.
- Het gedeelte van het molenerf, de belt of de stelling waarover het gevlucht draait dient deugdelijk te zijn afgeschermd.
- Deuren die toegang geven tot de hierboven genoemde plaatsen moeten vergrendeld zijn.
- Wijs bezoekers erop dat ze gemakkelijk over de krui- of bezetketting kunnen struikelen.
- Wijs bezoekers bij aanvang van de rondleiding op het gevaar van draaiende delen.
- Sta niet toe dat bezoekers op het stellinghek gaan zitten. Het is daarvoor niet bedoeld of geschikt en het is gevaarlijk.
- Bezoekers mogen de kap en andere ruimten van beperkte omvang met daarin gevaar opleverende zaken niet of hooguit onder begeleiding betreden. Toegang tot de kap alléén als de molen stilstaat.
- Er moet duidelijk worden aangegeven dat roken binnen en buiten de molen niet is toegestaan.
- Als de weersomstandigheden of de werkzaamheden van dien aard zijn dat ze de volle aandacht van de molenaar eisen, moet het ontvangen van bezoek op de molen worden afgeraden, tenzij de molen wordt stilgezet.
- Bezoekers moeten erop gewezen worden dat het veiliger is achteruitlopend de trappen af te dalen.

Het is beter en veiliger een goede rondleiding te geven in een voor de prins draaiende molen dan in een malende molen want in het laatste geval moet de molenaar zijn aandacht verdelen tussen zijn werk en zijn bezoekers. Is er een molengids beschikbaar dan verdient het de voorkeur dat deze de rondleiding en (mede) het toezicht verzorgt. Maar ook bij een rondleiding op een ‘voor de prins draaiende’ molen kan het verstandig zijn de molen enige tijd stil te zetten.
Bij het ontvangen van groepen en/of het verzorgen van rondleidingen zijn er nog extra aandachtspunten:
- Stel een maximale groepsgrootte vast, afhankelijk van de ruimte in de molen en het beschikbare toezicht.
- Stel het aantal personen vast dat gelijktijdig op de stelling kan worden toegelaten. Hetzelfde geldt voor toegang tot de kap of het bovenhuis.
- Maak afspraken over hoe je voldoende toezicht op bezoekers kunt houden als iedereen door de molen gaat lopen.
- Maak bij bezoek van groepen kinderen vóóraf afspraken over groepsgrootte, aantal begeleiders, toezicht enz.

10.2.11.b Specifieke veiligheidseisen voor het ontvangen van bezoek op de koren- en/of pelmolen

Specifieke veiligheidseisen voor het ontvangen van bezoek op de korenmolen of de pelmolen:
- Laat bezoekers niet toe op zolders hoger dan de steenzolder tenzij deze behoorlijk toegankelijk zijn en daar toezicht is.
- Maak geen gebruik van het luiwerk tijdens bezoek omdat dan de luiluiken opengaan of openstaan.
- Sta niet toe dat kinderen op de kuipdeksels van het maalkoppel plaatsnemen. Ze zijn dan heel gauw geneigd de draaiende steenspil aan te raken of graan uit de schuddebak in het kropgat te duwen.

© Het Gilde van Molenaars

- Sta niet toe dat men kinderen op de schouder neemt. De ruimte onder balken en draaiende delen is daarop niet berekend.
- Een pelmolen in bedrijf is feitelijk niet geschikt voor bezoek, gezien de aard van het pel proces met de zeer snel ronddraaiende pelspillen en andere draaiende delen. Bezoekers zijn eigenlijk alleen welkom als er extra personen aanwezig zijn die de mensen kunnen rondleiden.

10.1.11.c *Specifieke veiligheidseisen voor het ontvangen van bezoek op de poldermolen:*

- Zet nooit voor demonstratie aan de bezoekers de schepradkast of de luiken boven de vijzel open.
- Wijs de bezoekers erop dat het gevaarlijk is te gaan zitten op de waterloophekken, vooral dat boven het krooshek.
- Laat niemand zonder begeleiding toe op de kroosbrug.
- Zorg voor een goede afscherming van het waterwiel en de onderschijfloop, c.q. van het vijzelwiel en de onderbonkelaar.

© Het Gilde van Molenaars

10.3 DE JURIDISCHE KANT VAN VEILIGHEID

10.3.1 Veiligheidswetgeving

Wettelijk zijn moleneigenaren de eerstverantwoordelijken voor de veiligheid in en om hun molens. Maar aan welke normen moet de beveiliging van een molen voldoen?
Omdat molens van oorsprong waren ingericht als werktuig, vielen de veiligheidsbepalingen destijds onder de Veiligheidswet van 1934 en het daarbij behorende 'Veiligheidsbesluit voor fabrieken en werkplaatsen' van 1938 (V.B.F. 38). Een groot aantal van de daarin genoemde bepalingen gold en geldt nog steeds ook voor molens. Specifiek voor molens is bijvoorbeeld artikel 98a van het V.B.F. 38. Daarin wordt aangegeven dat molenwieken, voor zover zij gevaar opleveren, doelmatig moeten worden afgeschermd.
V.B.F. 38 is opgevolgd door de arbeidsomstandighedenwet (kortweg Arbowet). De Arbowet heeft als doel de bescherming van werknemers. Vrijwilligers zijn geen werknemers en vallen daarom sinds 2007 alleen onder deze wet als zij, in een gezagsverhouding, werken op hoogte of met gevaarlijke stoffen. (N.B. De verhouding instructeur – leerling molenaar wordt door de wetgever wel als gezagsverhouding gezien). Met veel van de beschermende maatregelen die voor werknemers zijn bedacht kan de vrijwilliger natuurlijk ook zijn voordeel doen. Dat geldt met name ook voor de Risico Evaluatie en Inventarisatie (RI&E). Een RI&E is een systematische methode om knelpunten op het gebied van veiligheid, gezondheid en welzijn in kaart te brengen. De uitvoering van een RI&E en het opstellen van een plan van aanpak zijn het fundament onder het veiligheidsbeleid op een molen.

10.3.2 Aansprakelijkheid

Een basisregel van het Nederlandse aansprakelijkheidsrecht is dat ieder zijn eigen schade draagt tenzij:
- De schade het gevolg is van het doen of nalaten van een ander
- EN er een oorzakelijk verband is tussen dat handelen en de schade
- EN dat handelen of nalaten verwijtbaar is

Het is dus niet zo, dat er altijd iemand aansprakelijk is. Er is juist ruimte voor een ongelukkige samenloop van omstandigheden. Als daar sprake van is, draagt ieder zijn eigen schade.

Als er wel sprake is van aansprakelijkheid, dan wordt de mate van aansprakelijkheid van geval tot geval bepaald aan de hand van de volgende criteria:

- Hoe groot is de kans op riskant gedrag
- Hoe groot is de kans op schade als gevolg daarvan
- Hoe groot is de schade
- Hoe bezwaarlijk zijn maatregelen om schade te voorkomen

© Het Gilde van Molenaars

Kort gezegd: hoe groter de kans op schade en hoe omvangrijker de schade, des te meer maatregelen er moeten worden genomen om schade te voorkomen.

De eigenaar van de molen draagt de grootste aansprakelijkheid voor de veiligheid op de molen. Die heeft een zorgplicht en moet zorgen voor een veilige omgeving voor molenaars en bezoekers door de bezoekers schriftelijk te wijzen op de risico's en regels te stellen, door het afschermen van het gevlucht, van knelgevaarlijke delen en van de stelling. De eigenaar moet dus veiligheidsmaatregelen treffen, tenzij die te bezwaarlijk zijn. Als iemand iets organiseert op de molen dan geldt voor die organisator hetzelfde.
Behalve veiligheidsmaatregelen is ook toezicht nodig. Béide zijn noodzakelijk! Het achterwege laten van veiligheidsmaatregelen en vervanging daarvan door toezicht kan niet.

De bezoeker dient zich aan de veiligheidsregels te houden en bijzonder goed op zijn/haar kinderen te letten. Een molen is geen kinderspeelplaats. De molenaar is geen kinderoppas. Bordjes die wijzen op de gevaren van de molen ontslaan de eigenaar niet van zijn plicht om veiligheidsmaatregelen te nemen. Die bordjes hangen er opdat de bezoeker zich bewust is van het gevaar waarin hij/zij zich begeeft.

De molenaar is een zelfstandig werkende vrijwilliger en moet zijn taak naar behoren uitvoeren. De eigenaar mag uitgaan van zijn vakbekwaamheid. De molenaar moet zich houden aan de veiligheidsregels en toezicht houden op de naleving van de bezoekersregels.
De instructeur heeft een zorgplicht voor leerlingen, in het bijzonder wanneer hen dingen opgedragen wiorden waaraan een risico verbonden is. Daarbij is te denken aan het werken op hoogte (valbescherming verplicht voor leerlingen!), maar ook aan het werken met gevaarlijke stoffen of het werken in knelgevaarlijke situaties.
Voorkom ongelukken met leerlingen. Ongelukken met leerlingen zijn persoonlijke drama's voor leerling en instructeur. Als er in een gezagsverhouding is gehandeld, komt aansprakelijkheid om de hoek kijken. Als er onvoldoende maatregelen zijn genomen, kunnen er ook strafrechtelijke consequenties zijn.

10.3.3 Jeugdleden en Leden-in-opleiding jonger dan 18 jaar

Jongeren onder de 14 jaar kunnen jeugdlid worden van het Gilde. En vanaf 14 jaar kan een jongere beginnen met de opleiding tot molenaar.
Op iedere jongere onder de 18 jaar zijn echter de regels van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid over arbeid voor jongeren onder de 18 van toepassing. Deze regels gelden ook voor vrijwillige werkzaamheden op de molen, die we hen laten verrichten.
In het geval van jeugdleden is het belangrijk, dat ook de ouders goed op de hoogte zijn van de geldende regels en betrokken worden bij wat hun kind doet op de molen.
Daarvoor is een jongere tot 18 jaar verplicht een overeenkomst te laten tekenen tussen zijn of haar instructeur-molenaar en zijn of haar ouders of wettige vertegenwoordiger.

© Het Gilde van Molenaars

10.3.4 Molenaarsovereenkomst

Het Gilde van Molenaars en De Hollandsche Molen hebben gezamenlijk een 'Modelcontract Molenaar' opgesteld.
Hierin kunnen onder andere afspraken over openstelling, onderhoud, toezicht enz. worden vastgelegd. Daarnaast er is in deze overeenkomst o.a. een artikel opgenomen over veiligheid, waarin de verplichtingen van moleneigenaar en molenaar ten aanzien van het bevorderen van veiligheid zijn vastgelegd. Belangrijk is bijvoorbeeld om te weten, dat de zorg voor de veiligheid van aanwezige personen weliswaar allereerst bij de moleneigenaar ligt, maar dat het toezicht op het naleven van de regels doorgaans gedelegeerd is aan de molenaar(s).
Verder is in de overeenkomst een artikel opgenomen over verzekeringen, waarin ook iets is vastgelegd over de aansprakelijkheid van de molenaar. Dit kan o.a. van belang zijn ter vrijwaring van aanspraken, als de schade van een ongeval het verzekerde bedrag te boven gaat en de molenaar wel deskundig en vakbekwaam gehandeld heeft.
Aanbevolen wordt, dat iedere molenaar met de moleneigenaar een molenaarsovereenkomst vastlegt.
De overeenkomst is te vinden op www.gildevanmolenaars.nl onder het kopje vereniging.

10.3.5 Gildeverzekeringen

Bij het werken met een monumentaal werktuig zijn helaas ongelukjes en zelfs ongevallen nooit geheel uit te sluiten, ook al zijn alle veiligheidsprocedures correct nageleefd en is er deskundig gehandeld door de molenaar.
Dan kan het gebeuren dat de moleneigenaar of de molenaar aansprakelijk wordt gesteld voor de geleden schade. Of de molenaar zelf kan door een ongeval blijvende fysieke schade oplopen.
Het Gilde van Molenaars biedt haar leden om die reden enkele aanvullende verzekeringen aan.

Het betreffen:
- WA-verzekering, tegen schade aan demolen en aan derden
- Ongevallenverzekering, bij overlijden of blijvende invaliditeit van de molenaar

Op de website www.gildevanmolenaars.nl is alle informatie over deze verzekeringen en de voorwaarden te vinden.
Moleneigenaren kunnen in geval van schade voor advies terecht bij Vereniging De Hollandsche Molen, www.molens.nl

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 11 De poldermolen

Inhoud pagina

11.1 Inleiding 3

11.2 Benamingen 5

11.3 Ondersoorten en typen 6

11.4 De schepradmolen 6

11.4.1 De waterloop
11.4.2 Het scheprad
11.4.3 Het gaande werk
11.4.4 De werking van het scheprad

11.5 **De vijzelmolen** 17

11.5.1 De waterloop
11.5.2 De vijzel
11.5.3 Het gaande werk
11.5.4 De werking van de vijzel

11.6 **Aandachtspunten voor de poldermolenaar** 23

11.6.1 Inleiding
11.6.2 Winter- en zomerpeil
11.6.3 Het malen met een poldermolen
11.6.4 Het rendement
11.6.5 Op hol slaan en vastlopen
11.6.6 Vorst en dooi
11.6.7 Houten wateropvoerwerktuigen

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

11.1 INLEIDING

Al vóór het jaar 1000 is de mens begonnen met het ontginnen en in cultuur brengen van onbruikbare moerasgebieden in Noord- en Zuid-Holland. Deze vruchtbare veengebieden lagen toen nog tot ruim twee meter boven het zeeniveau. Men groef sloten om het doordrenkte laagveen te ontwateren. De gegraven ontwateringsvaarten konden hun overtollig water op natuurlijke wijze lozen op lagergelegen rivieren.

inklinken

Maar als men water aan laagveen onttrekt gaat het inklinken waardoor de bodem zakt. Al in de Middeleeuwen moesten de bewoners van tijd tot tijd het waterpeil van de ontginningen verlagen om hun land droog te houden. Deze

peilverlagingen

peilverlagingen versnelden de inklink, een proces dat tot op de huidige dag voortduurt. In de loop van de veertiende eeuw was de bodem hier en daar al zo ver gedaald dat de onder invloed van eb en vloed staande rivieren vaak en langdurig buiten hun oevers traden. Om het in cultuur gebrachte land te

polders

behouden wierp men dijken en kaden op. Zo ontstonden polders. Het water

duikers ofspuikokers

loosde men aanvankelijk via afsluitbare duikers of spuikokers die men tijdens laag water opende.

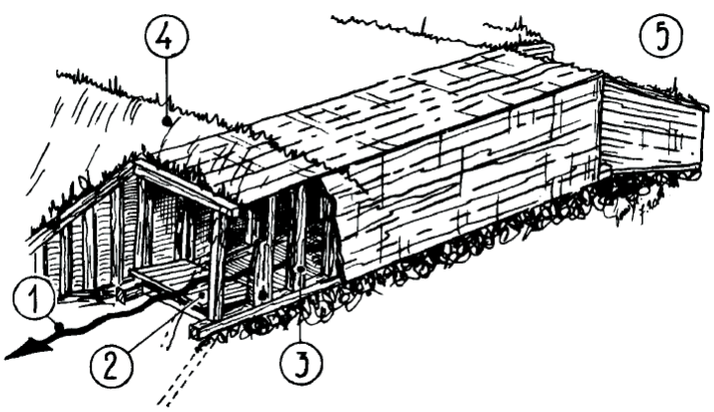


Fig. 11.1.1
Een duiker

1. *boezemzijde*
2. *afsluitklep*
3. *duiker ofuitstroomkoker*
4. *dijklichaam*
5. *polderzijde*

Door de voortdurende inklink werden de perioden gedurende welke men kon spuien steeds korter en sommige landerijen dreigden definitief te verdrinken. Kleine polders hield men nog met hoosbakken en roswatermolens droog.

poldermolen

Aan het begin van de 15e eeuw was de poldermolen uitgevonden. Er verschenen schepradmolens in het landschap. In ons land waait het vaak en gedurende de volgende vier eeuwen zouden duizenden poldermolens grote delen van het land droog maken en drooghouden. Een schepradmolen kan het water ca. 1,5 meter opvoeren.

Behalve het drooghouden van polders werd de molen ook ingezet bij

droogmakerij

droogmakerijen. Vanaf het begin van de 17e eeuw maalde men diepe meren en veenplassen droog met behulp van molens. Omdat de opvoerhoogte hierbij vaak

opvoerhoogte

meer dan 1,5 meter bedroeg ontstonden molengangen (fig.11.1.2)

molengang

Molengangen zijn series van twee, drie of vier schepradmolens die elkaar het polderwater toe maalden. Zo overbrugde men de vereiste opvoerhoogte van polder- naar boezempeil die soms meer dan vier meter bedroeg.

getrapte bemaling

Als het water achtereenvolgens door twee of meer molens opgevoerd wordt, spreekt men van getrapte bemaling. Dit gebeurt dus in een molengang maar ook bij een combinatie van poldermolens en boezemmolens.

© Het Gilde van Molenaars

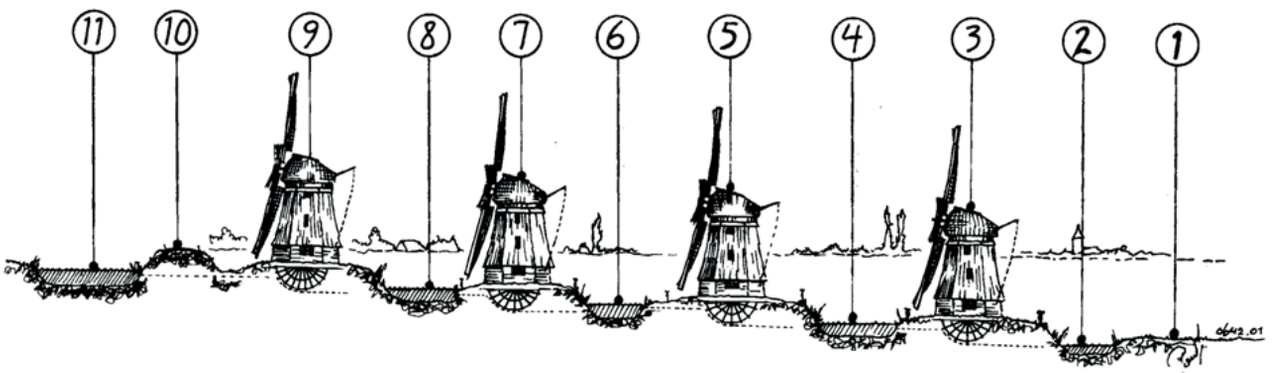


Fig. 11.1.2
Molenviergang

1. droogmakerij	*5. ondermolen*	*9. bovenmolen*
2. poldersloot	*6. middenkolk*	*10. ringdijk*
3. poldermolen	*7. middenmolen*	*11. boezem of ringvaart*
4. onderkolk	*8. bovenkolk*	

vijzel tonmolen

In 1634 ontwikkelde Symon Hulsbos de vijzel uit de schroef van Archimedes die in tjaskers wordt toegepast: de tonmolen Een tonmolen schroeft èn draagt het water omhoog.

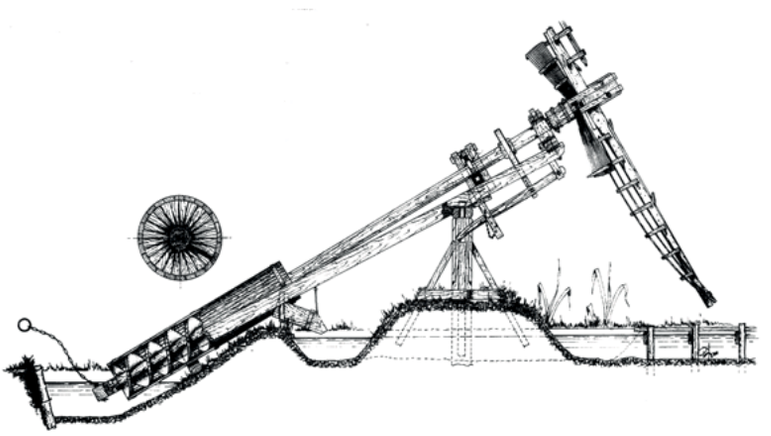


Fig. 11.1.3
Paaltjasker met tonmolen

Als men een tonmolen willekeurig gaat vergroten kan hij het gewicht van het water niet meer aan en zal hij doorbuigen en stoppen.
Hulsbos bedacht een halfronde kom waarin de vijzel het water nog slechts omhoog schroefde en het niet meer hoefde te dragen.

In 1642 is in Noord-Holland de Starnmeer als één der eerste meren mede met vijzels drooggemalen. Een vijzel voert het water in eenzelfde molen veel hoger op dan een scheprad. Maar tot een grootscheepse toepassing van vijzels kwam het nog niet omdat toen de meeste meren en plassen al met schepraderen werden

© Het Gilde van Molenaars

drooggemalen. Pas halverwege de 18e eeuw ging men schepradmolens die door een reeks peilverlagingen het gewenste polderpeil niet meer konden handhaven vervijzelen. Daarnaast ging men molengangen van schepradmolens vervangen door een kleiner aantal vijzelmolens.

vervijzelen

Vervijzelen van een molen was een ingrijpende zaak: o.a. de waterlopen moesten worden verlegd. Ook het vermogen van de molen moest soms vergroot worden vanwege de grotere opvoerhoogte.

Eind 19e eeuw deed de stoommachine zijn intrede en begin 20e eeuw kwam er elektriciteit. Gemalen, onafhankelijk van wind, namen uiteindelijk van bijna alle molens de bemaling over. Het gevolg was dat gedurende de eerste helft van de 20e eeuw zeer veel poldermolens verdwenen. Ze konden niet tegen de nieuwe energiebronnen op en waren minder in staat een gewenst polderpeil te garanderen.

Dat er van de duizenden poldermolens die ooit bestonden nu nog ongeveer 400 over zijn is mede te danken aan de inzet van de vereniging ‘De Hollandsche Molen’, opgericht in 1923. Een behoorlijk aantal van deze 400 is nog steeds maalvaardig. Tijdens natte perioden en bij grote wateroverlast helpen de vrijwillige molenaars van deze molens soms mee met de moderne gemalen. Slechts enkele kleinere polders of percelen worden nog op windkracht bemalen.

11.2 BENAMINGEN

Alle molens die m.b.v. windkracht water opvoeren zijn naar hun functie in feite watermolens. Om ze echter beter te onderscheiden van de watergedreven molens noemt men de windwatermolen gewoonlijk poldermolen. Een poldermolen kan ook op andere manieren ingezet worden, b.v. als boezemmolen, in Noord-Holland strijkmolen geheten. Boezemmolens malen het water uit een boezem naar het open oppervlaktewater of van een lagere boezem naar een hogere boezem. (Kinderdijk)

poldermolen

boezemmolen, strijkmolen

Molengangen zijn onderverdeeld in onder- midden- (N-H: middel) en bovenmolens.

onder- midden-, middel- en bovenmolen

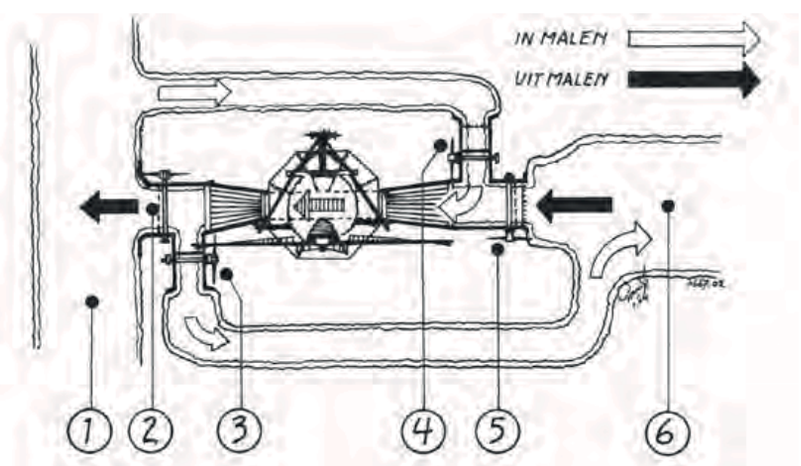


Fig. 11.1.2.1
Molen met in- en uitmaalcircuit.

1. *boezem*
2. *boezemsluis*
3. *inmaalsluis*
4. *inlaatsluis*
5. *uitmaalsluis*
6. *molentocht*

Verreweg de meeste poldermolens worden gebruikt voor het uitmalen van overtollig water. Enkele kunnen ook inmalen, bv. in het geval van grote droogte. Voor deze functie heeft een dergelijke molen dan ook een inmaalcircuit. Soms was er voor het inmalen een tweede scheprad aanwezig (Overwaard 4, Kinderdijk).

inmaalcircuit

© Het Gilde van Molenaars

11.3 ONDERSOORTEN EN TYPEN

wateropvoerwerktuig
schepradmolen
vijzelmolen
schroefpomp, centrifugaalpomp
Dekkerpomp

Poldermolens zijn voorzien van een wateropvoerwerktuig. Dat leidt tot enkele ondersoorten. Er zijn poldermolens met een scheprad, schepradmolens, en poldermolens met een vijzel, vijzelmolens. Ook is er nog een klein aantal poldermolens met een schroefpomp of centrifugaalpomp, of een Dekkerpomp. Deze zijn omstreeks 1930 geïntroduceerd, met wisselend succes.
Er zijn nu in Nederland meer vijzelmolens dan schepradmolens. De meeste schepradmolens komen voor in Zuid-Holland. Vijzelmolens komen veel voor in Groningen, Friesland en Noord-Holland.

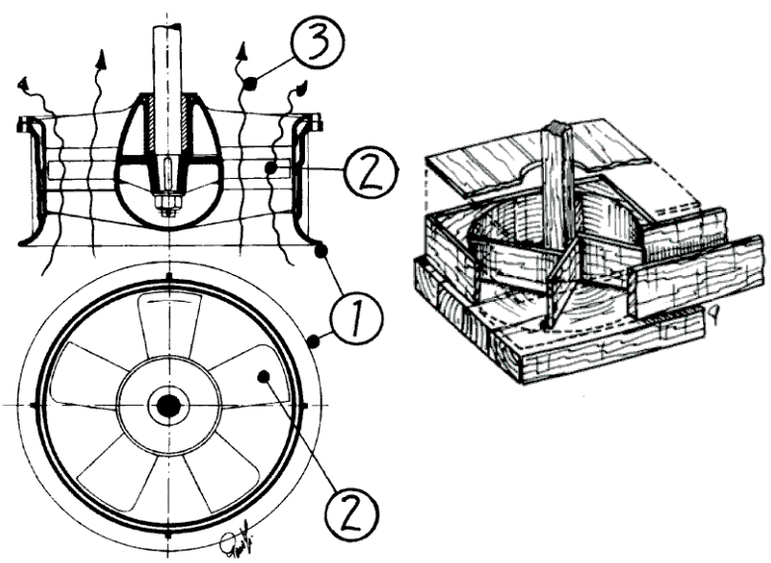


Fig. 11.3.1
De Dekkerpomp (links) en een roerom van een weidemolentje (rechts)

1. *pomphuis*
2. *rotor*
3. *stroomrichting*

Molentypen als achtkanten en stenen grondzeilers, wipmolens en spinnenkoppen kunnen alle als scheprad- of als vijzelmolen zijn ingericht.
Enkele bijzondere poldermolens vinden we in Haastrecht en Hoek van Holland. Deze molens hebben een stelling. In Joure staat een spinnekop met stelling en in Langweer een gecombineerde koren- en poldermolen.
De tjasker en de weidemolen die stukjes land van enkele hectares kunnen bemalen behoren ook tot de poldermolens. Beide typen zijn beschreven in Hoofdstuk 5.

11.4 DE SCHEPRADMOLEN

11.4.1 De waterloop

krimp
binnenkrimpmuur
buitenkrimpmuur
open scheprad
gesloten scheprad
schepradkast

Bij relatief kleine poldermolens en bij alle wipmolens ligt de krimp, bestaande uit een binnenkrimpmuur en een buitenkrimpmuur, buiten de molen. Deze molens hebben een buitenscheprad. Is het scheprad zichtbaar, dan noemt men dit een open scheprad. Dit is doorgaans afgeschermd met een houten hek en bij de wachtdeur met spat- of sprenkelschotten. Een gesloten scheprad heeft om het hele rad een schepradkast.

© Het Gilde van Molenaars

Voor molens met een buitenscheprad geldt dat de binnenkrimpmuur deel uitmaakt van de fundering van de molen.
Grote poldermolens hebben doorgaans een binnenscheprad. In dat geval is het scheprad in de molen opgesteld. Ook de krimp ligt dan binnen de molen en de buitenkrimpmuur maakt dan deel uit van de molenfundering.

Fig. 11.4.1.1
Het pothuis boven de voorwaterloop

Het voordeel van binnenschepraderen en gesloten buitenschepraderen is dat ze ‘s winters minder snel vastvriezen.

pothuis

Vaak is het binnenscheprad zo groot dat het niet binnen de molen past. In die gevallen is er boven de voorwaterloop een uitbouw gemaakt, het pothuis, met daarin een deur naar de wachtdeur. Aan de andere zijde van het scheprad is een deel van de achtkantmuur weggelaten en afgesloten met een luik.

achterwaterloop, achterfront krooshek, kroosbrug

Het begin van de achterwaterloop is het achterfront, waar vaak het krooshek is opgehangen. Er zijn ook molens met een kroosbrug op enige afstand van de molen, waarin het krooshek is opgenomen. De functie van het krooshek is het tegenhouden van drijvend afval.

© Het Gilde van Molenaars

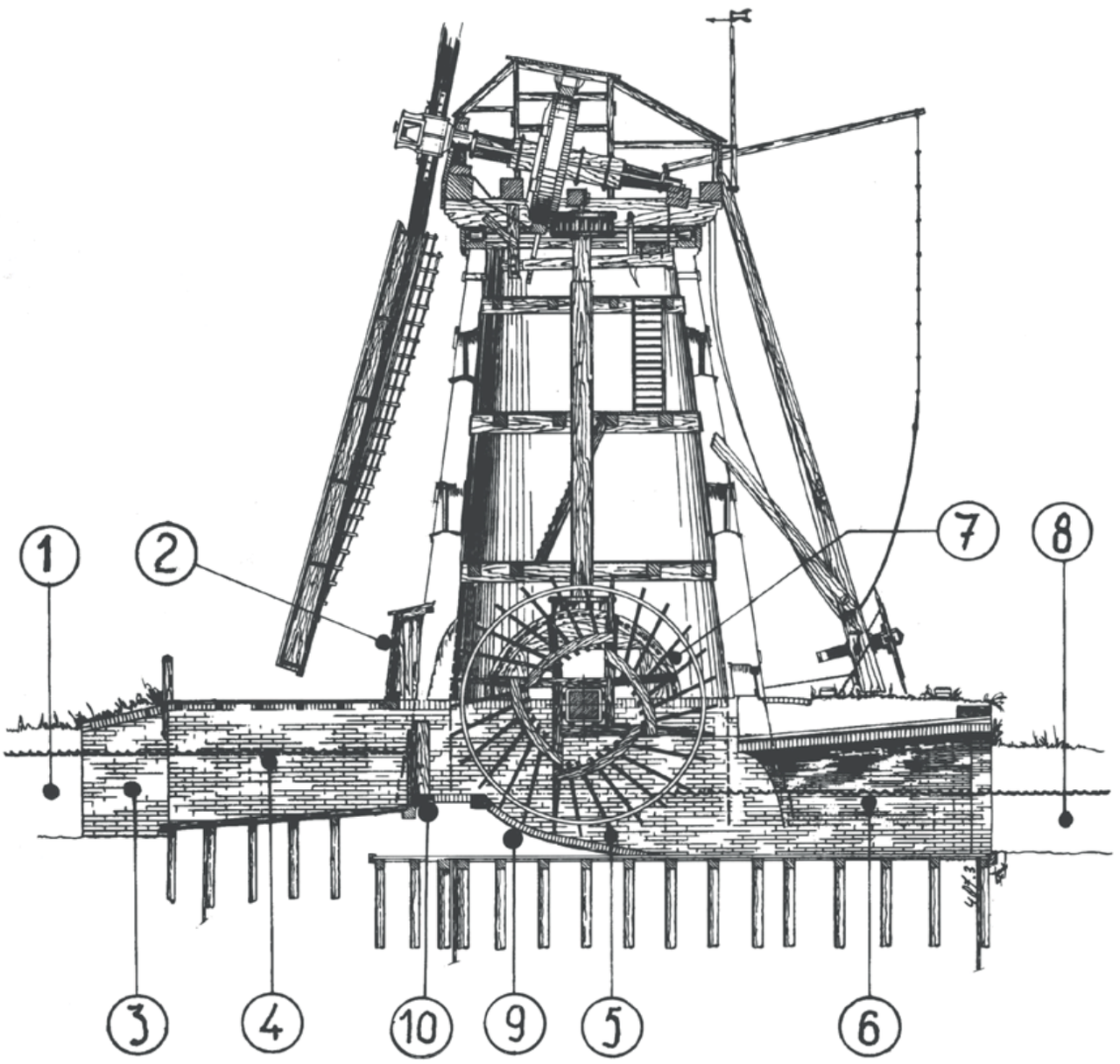


Fig. 11.4.1.2
Doorsnede van een ronde stenen poldermolen met een binnenscheprad

1. *boezemzijde*
2. *pothuis*
3. *voorwaterloop*
4. *boezempeil*
5. *houten scheprad*
6. *polderpeil/achterwaterloop*
7. *onderwiel of waterwiel*
8. *molentocht*
9. *opleider*
10. *wachtdeur*

© Het Gilde van Molenaars

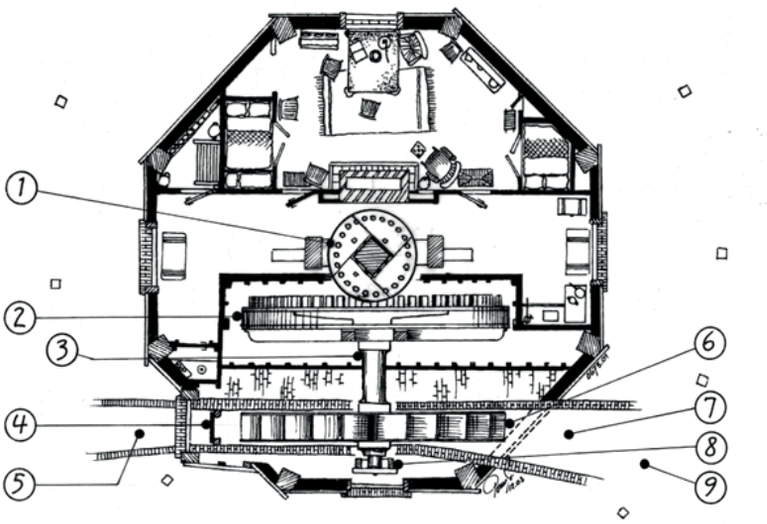


Fig. 11.4.1.3
Plattegrond van een schepradmolen

1. *onderrondsel*
2. *onderwiel of waterwiel*
3. *wateras*
4. *wachtdeur*
5. *voorwaterloop*
6. *scheprad*
7. *krimp*
8. *buitenlager*
9. *achterwaterloop*

Om het water sneller naar een draaiend scheprad te leiden vernauwt de krimp van de achterwaterloop zich geleidelijk vanaf het achterfront tot ca. 40 cm voor de wateras. Daar maakt de buitenkrimpmuur een knik en loopt dan evenwijdig aan de binnenkrimpmuur. Het binnenstromende water wordt door deze extra vernauwing van opzij het scheprad ingestuwd. De vernauwing zorgt zo voor een grotere vulling dan bij normale instroom.

achterwaterloopdek

De achterwaterloop is óf als trechtervormig gewelf onder de molenwerf gemetseld óf heeft een achterwaterloopdek op de krimpmuren. Krimpmuren zijn soms van hout. Op het achterfront staat een waterloophek.

opleider
slagdorpel, slagstijlen, wachtdeur
voorwaterloop
voorfront, voorwaterloopdek
waterloophek

Onder het scheprad is de opleider aangelegd, gevormd naar de buitenomtrek van de schoepen die er vlak langs draaien. Achter de opleider vindt men de slagdorpel en de slagstijlen. Daartegen hangt de wachtdeur die door het hoge boezemwater wordt dichtgedrukt (fig. 11.4.4.2). De voorwaterloop eindigt bij het voorfront en is op dezelfde wijze gebouwd als de achterwaterloop en gedekt met een voorwaterloopdek dat al of niet voorzien is van een of meer luiken. Soms is ook op het voorfront een waterloophek geplaatst maar vaak ontbreekt dit.

11.4.2 Het scheprad

houten scheprad
kruisarmen
hoofdschoepen
hoekzwaarden, tussenschoepen
gordingen
metalen scheprad, sintelstuk

Tot ca. 1850 waren er uitsluitend houten schepraderen. Nu zijn ze vrijwel alle van metaal. Een houten scheprad bestaat uit vier kruisarmen die tevens als hoofdschoepen fungeren. Ze zijn versterkt met vier gebogen hoekzwaarden. In elk zwaard zijn 5 of 6 tussenschoepen gestoken. Alle schoepen zijn met ijzeren (vroeger houten) gordingen met elkaar verbonden.
Een metalen scheprad bestaat uit een sintelstuk, één á twee gordingen en een aantal schoepen.

© Het Gilde van Molenaars

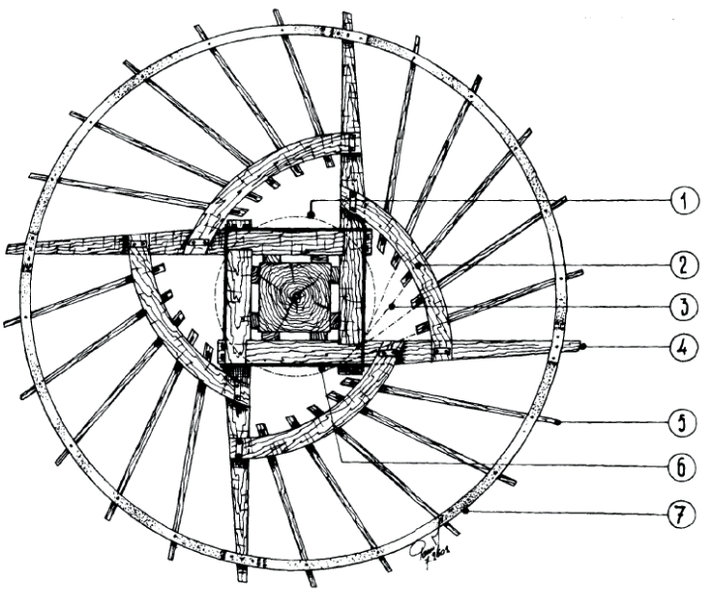


Fig. 11.4.2.1
Houten scheprad

1. *afschotcirkel*
2. *hoekzwaard*
3. *afschot van de schoepen*
4. *kruisarm of hoofdschoep*
5. *tussenschoepen*
6. *strop*
7. *metalen gording*

spiegelgat
wateras

Het sintelstuk is samengesteld uit twee aan elkaar gemonteerde delen die in het midden een vierkant gat, het spiegelgat vormen. Door dit spiegelgat steekt de wateras waarop het sintelstuk met eiken wiggen is vastgezet.

schepradveren

De schoepen, recht of gebogen, zijn verstevigd met hoeklijnen, schepradveren. Ze zijn met bouten en moeren op het sintelstuk bevestigd en onderling verbonden met één of twee gordingen.
De schoepen zijn tangentiaal op het sintelstuk gemonteerd, d.w.z. dat de hartlijnen van de schoepen niet door het middelpunt van het scheprad lopen, maar als raaklijnen aan een denkbeeldige afschotcirkel. De aldus ontstane helling of afschot bevordert het rendement waardoor het opgemalen water makkelijker van de schoepen stroomt.

afschotcirkel
afschot

hoek van uittrede
hoek van intrede

Met een groter afschot zou het water nog beter van de schoepen aflopen omdat dan de hoek van uittrede groot is. Maar de hoek van intrede zou dan zo klein worden dat de schoepen te vlak in het water slaan, wat een grote weerstand zou opleveren. De grootte van de afschotcirkel bedraagt ongeveer 1/7 tot 1/9 van de middellijn van het scheprad. De hoeken van intrede en uittrede zijn dan ongeveer gelijk. De hoek waaronder de schoepen in het water treden, moet rond 30° liggen (fig. 11.4.4.1).

© Het Gilde van Molenaars

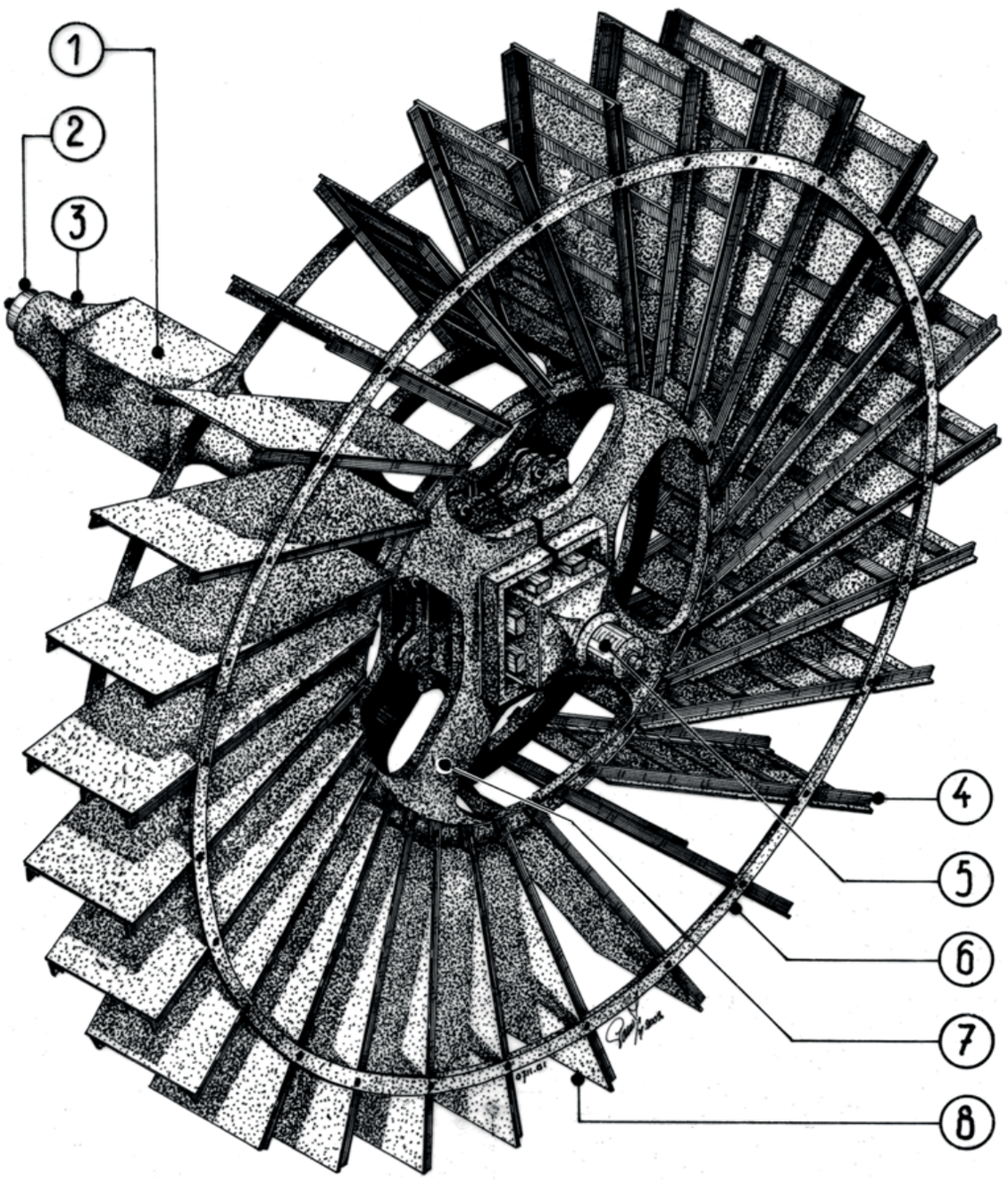


Fig. 11.4.2.2
Een metalen scheprad zoals vervaardigd door machinefabriek De Wed. Sterkman 'De Prins van Oranje'

1. *plaats voor het onderwiel*
2. *binnenlagerpen*
3. *wateras*
4. *schoepveer*
5. *buitenlagerpen*
6. *gording*
7. *sintelstuk*
8. *schoep*

© Het Gilde van Molenaars

11.4.3 Het gaande werk

schaarstijlen, taatslager
wervel, spilkalf

Het gaande werk van de poldermolen, vanaf de bovenas tot en met de koningsspil, is beschreven in hoofdstuk 6.
De koningsspil draait tussen twee schaarstijlen in een taatslager dat in een wervel rust. Deze is verstelbaar en ligt op een eikenhouten spilkalf dat stevig tussen de schaarstijlen is geplaatst.

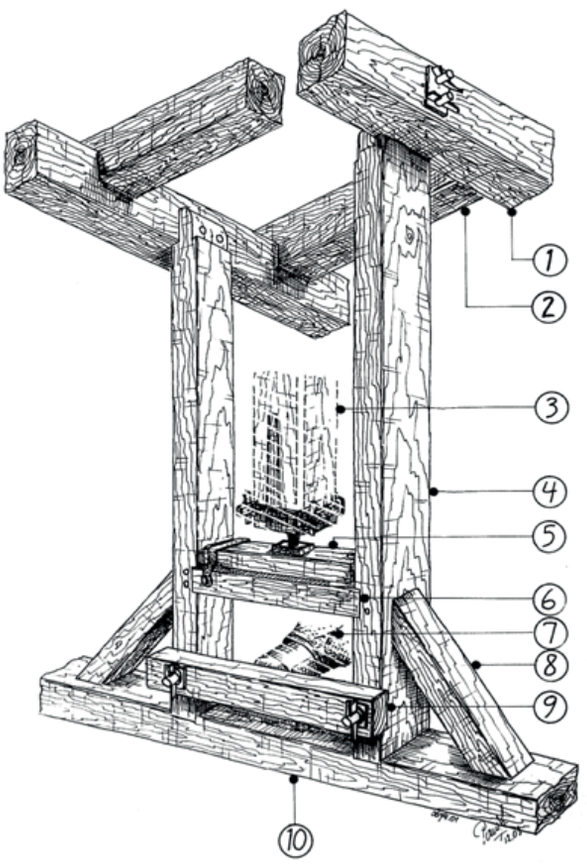


Fig. 11.4.3.1
Het schaargebint in een achtkante molen

1. *vaste bintbalk*
2. *losse bintbalk*
3. *koningsspil*
4. *schaarstijl*
5. *wervel*
6. *spilkalf*
7. *wateras*
8. *schoor*
9. *binnen lapbalk*
10. *draagbalk*

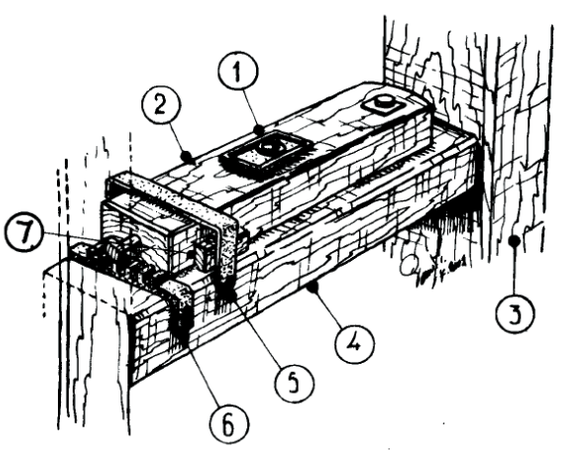


Fig. 11.4.3.2
Spilkalf en wervel

1. *taatspot*
2. *wervel*
3. *schaarstijl*
4. *spilkalf*
5. *borgbeugel*
6. *wrikkam*
7. *borgwig*

onderschijfloop
Met de wervel kan men de koningsspil en de daarop vastgewigde onderschijfloop loskoppelen van het waterwiel om de molen uit z'n werk te zetten.

waterwiel, onderwiel
De onderschijfloop drijft het water- of onderwiel aan. Het waterwiel is met

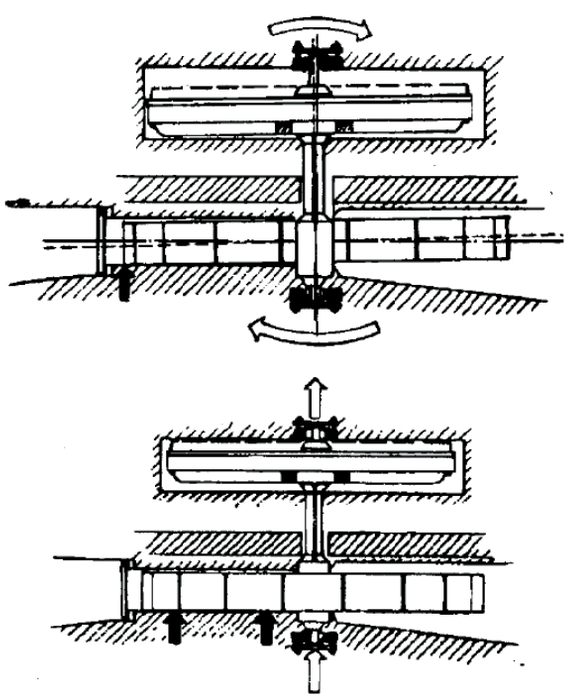
wateras
wiggen vastgezet op de wateras waarvan de andere kant het scheprad draagt. De overbrengingsverhouding van het gevlucht naar het scheprad bedraagt ruwweg 2:1, d.w.z. bij twee omwentelingen van het gevlucht gaat het scheprad éénmaal rond. Evenals de bovenas draait de wateras in twee hardstenen lagers. Vroeger waren alle waterassen van hout en waren de beide uiteinden voorzien van ijzeren schenen.

binnenlager
Het binnenlager rust op de draagbalk onder het spilkalf. Het is tussen de schaarstijlen opgesloten met wiggen, contrawiggen en vulplankjes. Het

buitenlager, waterstoel
buitenlager ligt in de waterstoel aan de schepradzijde en is eveneens tussen wiggen opgesloten. Door deze wiggen te lossen of aan te slaan kan men de wateraslageringen een paar centimeter heen en weer schuiven.

Fig. 11.4.3.3
Voorbeeld van de stelmogelijkheden voor de wateras en het scheprad

A. De wateras m.b.v. de wiggen in de lagerstoelen rechtleggen
B. Het scheprad m.b.v. de lapbalken in de lengterichting van de as een eindje verplaatsen



A. Het scheprad ligt scheef en loopt raak op de buitenkrimpmuur vlak achter de wachtdeur.
Herstellen door het lossen en aanslaan van de wiggen in de lagerstoelen

B. Het scheprad ligt recht, maar loopt aan tegen de buitenkrimpmuur.
Herstellen door het naar binnen drukken met de lapbalken.

© Het Gilde van Molenaars

binnenlap, buitenlap

De uiteinden van de wateras zijn voorzien van een stalen taats. Achter deze taatsen, tegen de schaarstijlen en tegen de waterstoel, zijn zware stukken eikenhout geplaatst, resp. binnen- en buitenlap genaamd. Op de binnenzijde van beide lappen zit een stalen plaat met knol waartegen de taatsen van de wateras steunen. De lappen, die ook verstelbaar zijn, beletten de wateras in de lengterichting van de as te verschuiven. Met de bovengenoemde wiggen en de verstelbare lappen stelt men het scheprad nauwkeurig af tussen de krimpmuren.

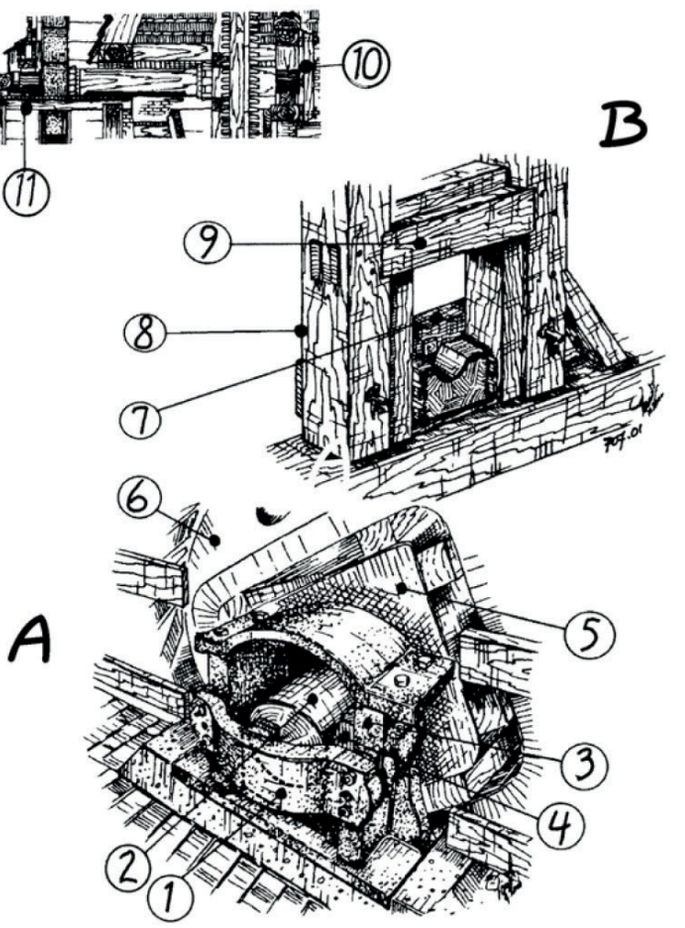


Fig. 11.4.3.4
Lagering wateras

A. buitenlager
B. binnenlager

1. *buitenlap*
2. *pen van de wateras*
3. *lagerstoel*
4. *vetkistje*
5. *wateras*
6. *sintelstuk*
7. *binnenlap*
8. *schaarstijl*
9. *spilkalf*
10. *binnenlager*
11. *buitenlager*

11.4.4 De werking van het scheprad

opvoerhoogte

Het scheprad maalt het water uit de achterwaterloop via de opleider omhoog naar de voorwaterloop en de boezem. Het hoogteverschil tussen het polder- en het boezempeil is de opvoerhoogte. Dat is het aantal centimeters, dat het water omhoog moet.

zomerpeil, winterpeil

tasting

In veel polders werkt men met het zomer- en het winterpeil. Het zomerpeil ligt 10 à 20 cm hoger dan het winterpeil. Het aantal centimeters dat het scheprad in het water steekt, de tasting, lag vroeger tussen de 50 à 90 cm. Maar door de serie peilverlagingen in de afgelopen eeuwen is de tasting van veel schepradmolens geleidelijk gereduceerd tot enkele decimeters of zelfs tot nul. Deze molens moeten als gevolg daarvan het water te hoog opvoeren. Soms zijn ze daartoe in het geheel niet meer in staat. Tegenwoordig kunnen daarom veel schepradmolens niet zonder hulp van een gemaal hun polder drooghouden.
In een aantal gevallen bracht men hierin verbetering door een groter (en soms smaller) scheprad aan te brengen.

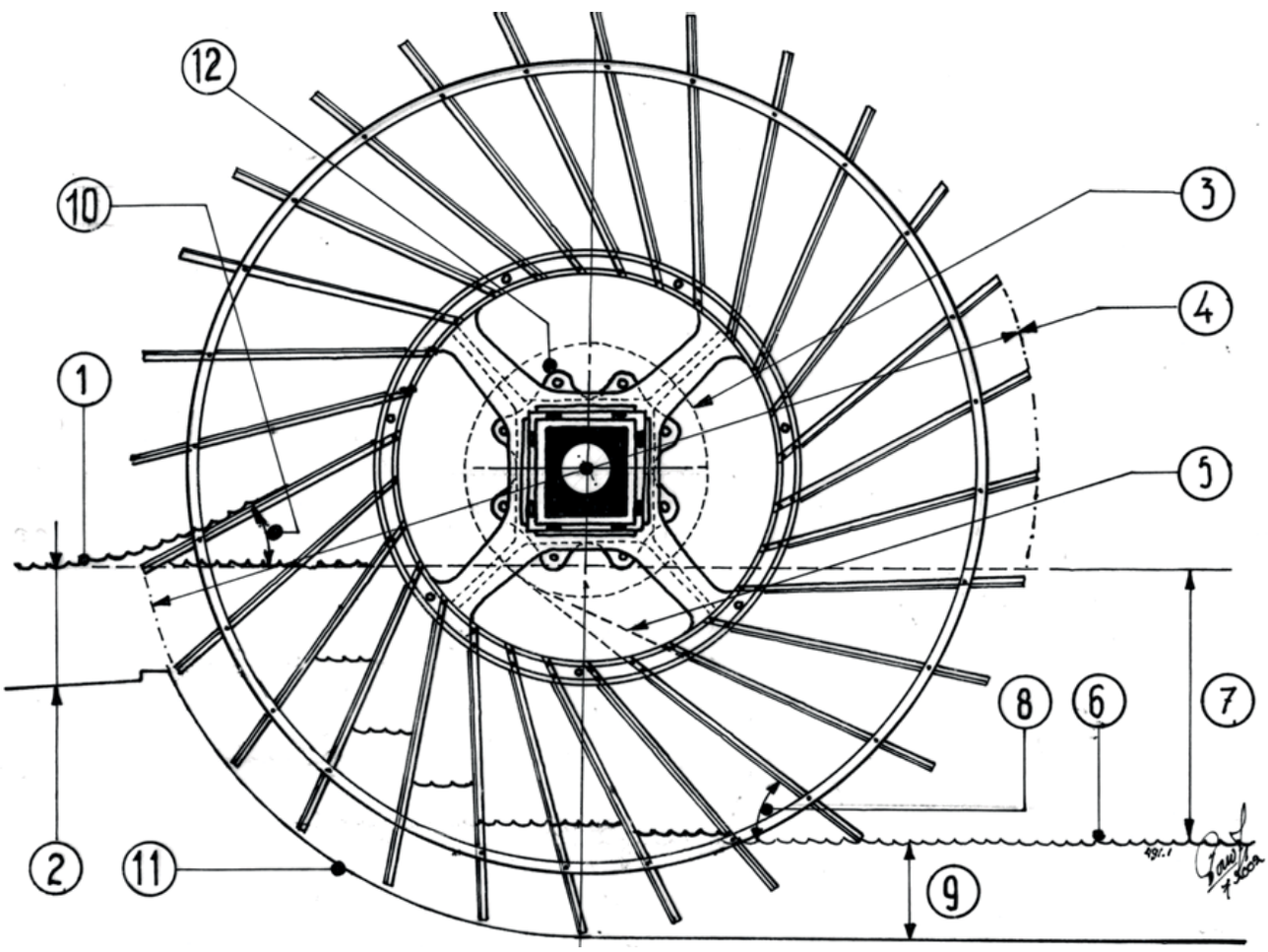


Fig. 11.4.4.1
Metalen scheprad

1. *boezempeil*
2. *uitstroomhoogte*
3. *afschotcirkel*
4. *diameter van het rad*
5. *afschot van de schoep*
6. *polderpeil*
7. *opvoerhoogte*
8. *hoek van intrede*
9. *tasting*
10. *hoek van uittrede*
11. *opleider*
12. *sintelstuk*

© Het Gilde van Molenaars

wachtkozijn
slagdorpel, slagstijlen

Aan het eind van de opleider passeert het water het wachtkozijn, bestaande uit de slagdorpel en de beide slagstijlen waaraan de wachtdeur is gehangen. Het opgevoerde water duwt de wachtdeur open en stroomt de voorwaterloop en de boezem in. Wanneer het scheprad in snelheid afneemt en/of stopt duwt het hogere boezemwater de wachtdeur dicht en belet hiermee dat er water terugstroomt de polder in.

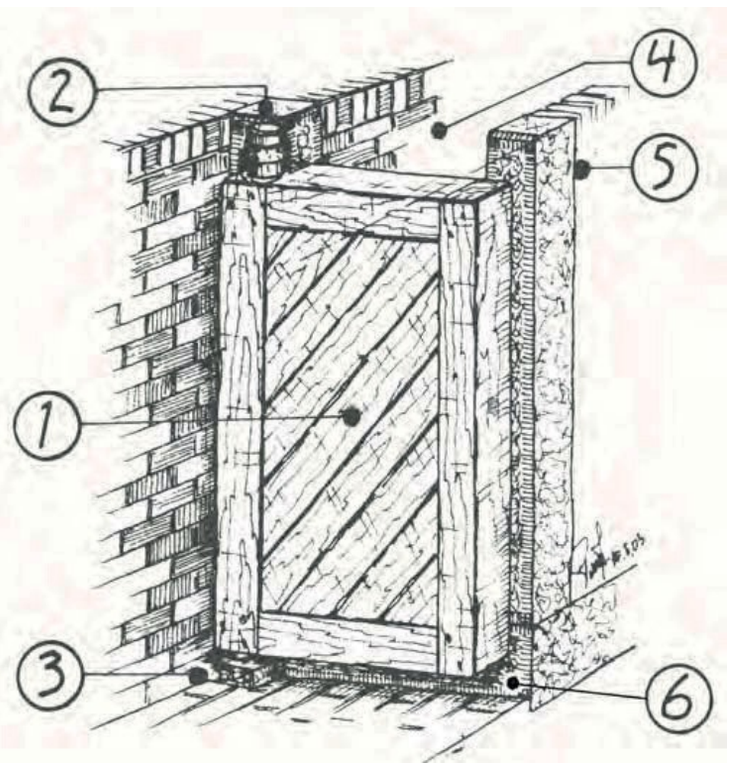


Fig. 11.4.4.2
De wachtdeur

1. *wachtdeur*
2. *nok*
3. *komstuk*
4. *krimp*
5. *slagstijl*
6. *slagdorpel*

klamp

Om te voorkomen dat het scheprad de wachtdeur helemaal opent is er een klamp tegen de krimpmuur of op de deur bevestigd, zodat terugstromend water langs de muur achter de deur kan komen en hem sluit.

sprenkelschot, spatmuur
spatzolder

Molens met een buitenscheprad zijn tegen opspattend water beschermd door een sprenkelschot. Binnenschepraderen zijn met een spatmuur en een spatzolder afgescheiden van de verdere ruimte in de molen.

© Het Gilde van Molenaars

11.5 DE VIJZELMOLEN

11.5.1 De waterloop

vijzelmolen

In vijzelmolens ligt de krimp recht door het midden van de molen. De krimpmuren maken hier geen deel uit van de fundering. De afstand tussen de krimpmuren, die groter is dan bij schepradmolens, wordt bepaald door de middellijn van de vijzel of schroef. Tussen de krimpmuren ligt de vijzelkom, gewoonlijk onder een hoek van 25 à 30° met het water. Vroeger maakte men houten vijzelkommen en tegenwoordig zijn ze vaak van metselwerk of beton. De kom is iets meer dan half cilindervormig en is slechts enkele millimeters wijder dan de vijzel zelf.

vijzelkom

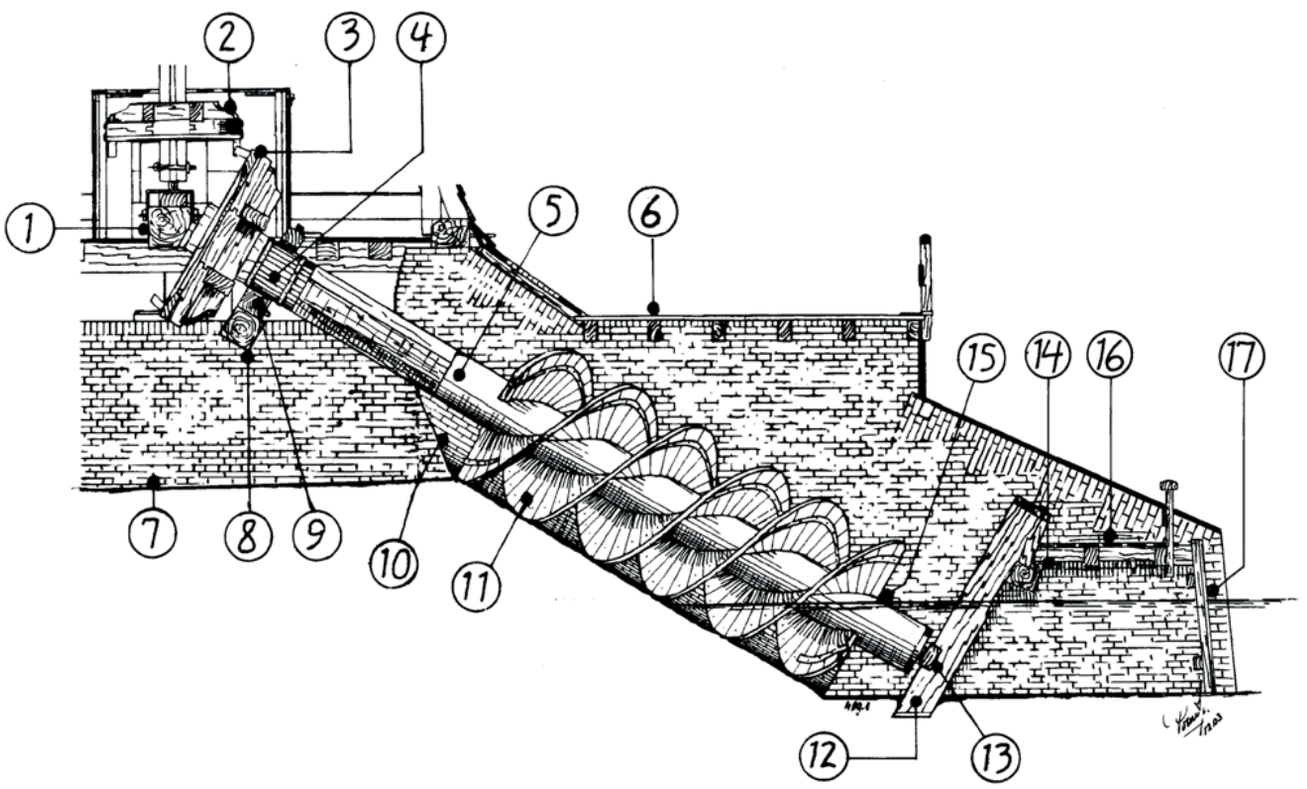


Fig. 11.5.1.1
Doorsnede van de basis van een vijzelmolen

1. *spilkalf of draagbalk*
2. *onderbonkelaar*
3. *vijzelwiel*
4. *hals*
5. *vijzelbalk*
6. *waterloopdek*
7. *stortebed*
8. *bovenkalf*
9. *halslager*
10. *vijzelkom of –bak*
11. *vijzel*
12. *waterpeluw of potbalk*
13. *waterlager*
14. *onderkalf*
15. *vulpunt*
16. *kroosbrug*
17. *krooshek*

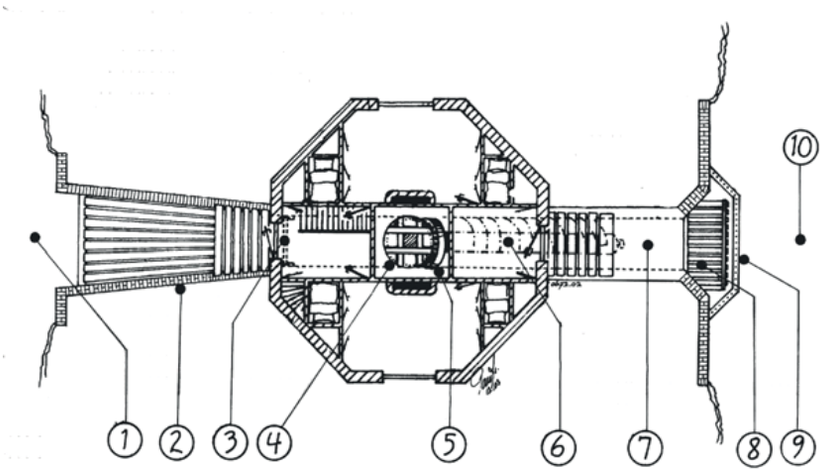


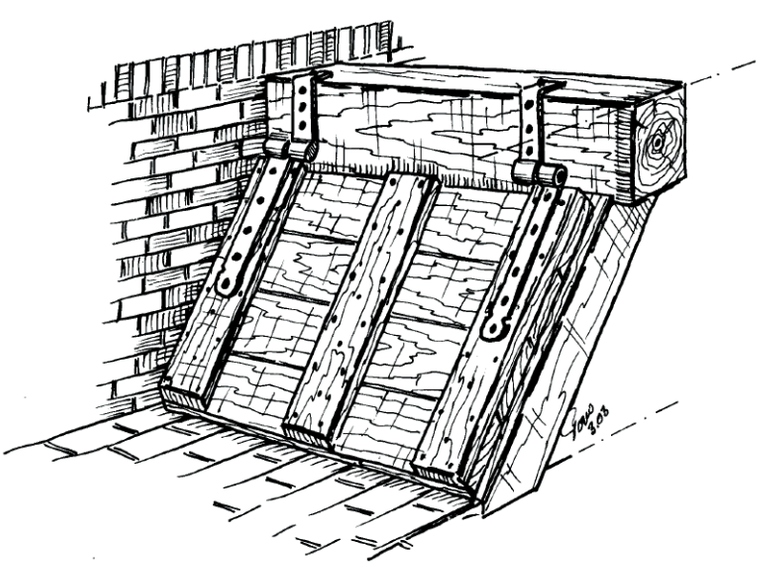
Fig. 11.5.1.2
Plattegrond van een vijzelmolen

1. *boezem*
2. *voorwaterloop*
3. *wachtdeur*
4. *onderbonkelaar*
5. *vijzelwiel*
6. *vijzel*
7. *achterwaterloop*
8. *kroosbrug*
9. *krooshek*
10. *molentocht*

De toevoer van het polderwater vindt plaats via de achterwaterloop die vrijwel recht naar de vijzelkom toeloopt.

stortebed

Direct achter het hoogste punt van de vijzelkom bevindt zich het stortebed, een naar de boezem toe enigszins aflopend deel van de voorwaterloop. Aan het eind van het stortebed staat het wachtkozijn, bestaande uit twee slagstijlen en een slagdorpel waartegen de wachtdeur is gehangen.
Achter de wachtdeur ligt de voorwaterloop, eindigend in het voorfront en de boezem. Net als bij de schepradmolens zijn ook hier op het voor- en achterfront waterloophekken geplaatst.
Het water dat de wachtdeur passeert stroomt via de voorwaterloop naar de boezem.



vrije uitwatering

Friese mounts hebben soms geen wachtdeur en daarom een vrije uitwatering. De drempel van de vijzelkom ligt 50 tot 80 cm boven het boezempeil. Veel vijzelmolens hebben een hangende wachtdeur; deze scharniert aan de bovenzijde.

hangende wachtdeur

© Het Gilde van Molenaars

11.5.2 De vijzel

vijzelbalk
schroefgangen

Een vijzel bestaat uit een dikke ronde as, de vijzelbalk, waarop twee of drie schroefgangen zijn bevestigd. De vijzel is van hout of van staal gemaakt. De schroefgangen van een houten vijzel zijn samengesteld uit smalle dikke planken,

duigen

duigen, die als een spiraal in de vijzelbalk zijn vastgenageld. Een houten vijzel heeft het nadeel dat hij kan doorbuigen en in de kom gaat aanlopen.

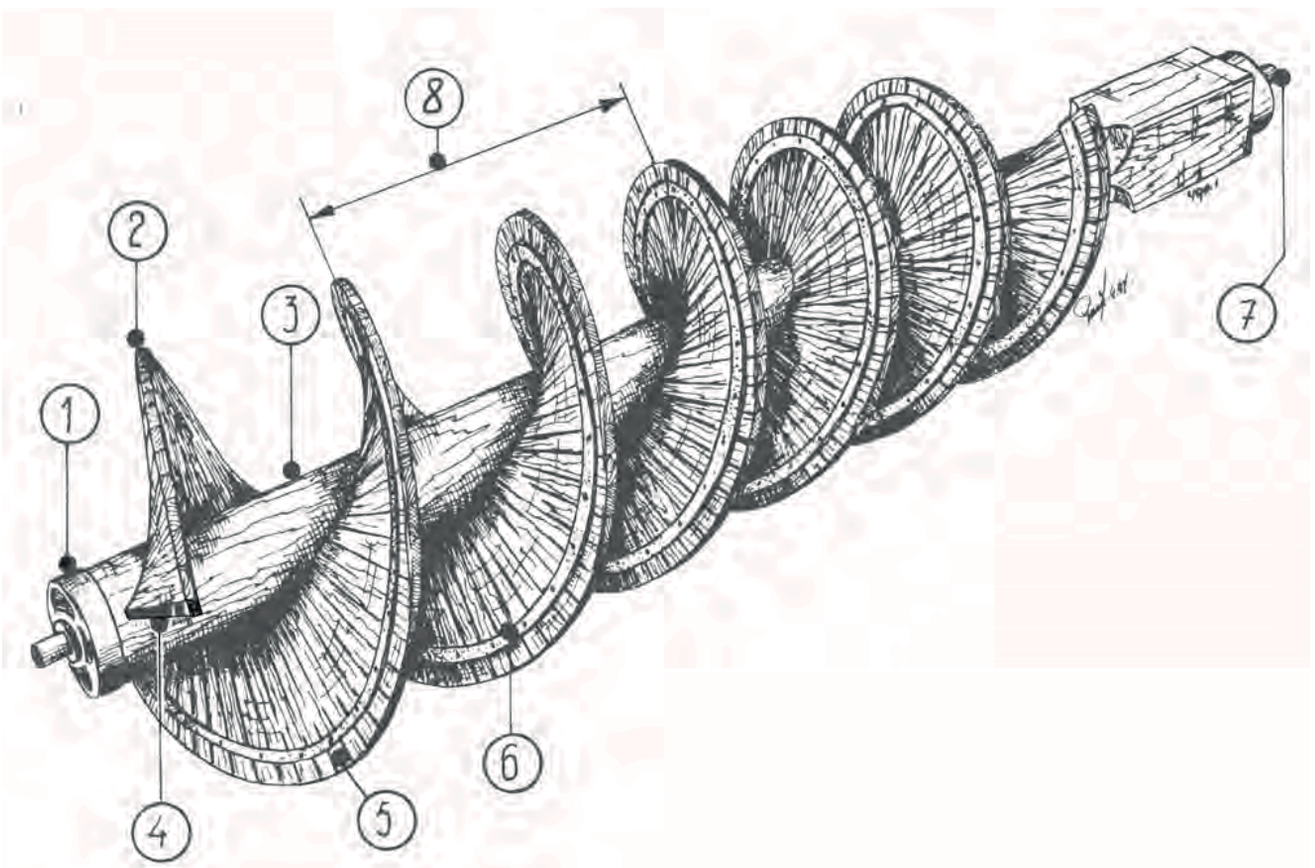


Fig. 11.5.2.1
Houten vijzel met twee gangen

1.	*onderkroon met taats*	*3.*	*vijzelbalk*	*5.*	*duig*	*7.*	*bovenkroon met tap*
2.	*vijzelgang*	*4.*	*slagijzer*	*6.*	*spijkerband*	*8.*	*spoed*

Bij een stalen vijzel zijn de schroefgangen spiraalvormig om een stalen vijzelbalk geklonken of gelast. Een stalen vijzel buigt niet, gaat veel langer mee en is met minder speelruimte in de vijzelkom af te stellen. Hierdoor treedt er minder lekverlies op, waardoor een hoger rendement verkregen wordt.
Sommige vijzels hebben een houten vijzelbalk en stalen schroefgangen.

© Het Gilde van Molenaars

11.5.3 Het gaande werk

onderbonkelaar
draagbalk of spilkalf
vijzelwiel

De koningsspil draait in een taatslager op een schuifbare wervel waarmee men de op de koningsspil vastgewigde onderbonkelaar in- en uit het werk kan zetten. De wervel rust op een draagbalk of spilkalf die over de bovenkant van de vijzelkom tussen de krimpmuren is verankerd. De onderbonkelaar drijft het vijzelwiel aan. Sommige bonkelaars zijn voorzien van een dubbele gang conische kammen (zie 6.5.2 en fig. 11.5.3.1)). Al naar gelang de windsterkte kan men de vijzel snel aandrijven (het zware werk, de buitenste gang kammen) of langzaam (het lichte werk, de binnenste gang).

zwaar werk, licht werk

Het vijzelwiel is boven op de vijzelbalk vastgewigd. De overbrengingsverhouding van het gevlucht naar de vijzel bedraagt ruwweg 1:2, d.w.z. bij één omwenteling van het gevlucht gaat de vijzel tweemaal rond.

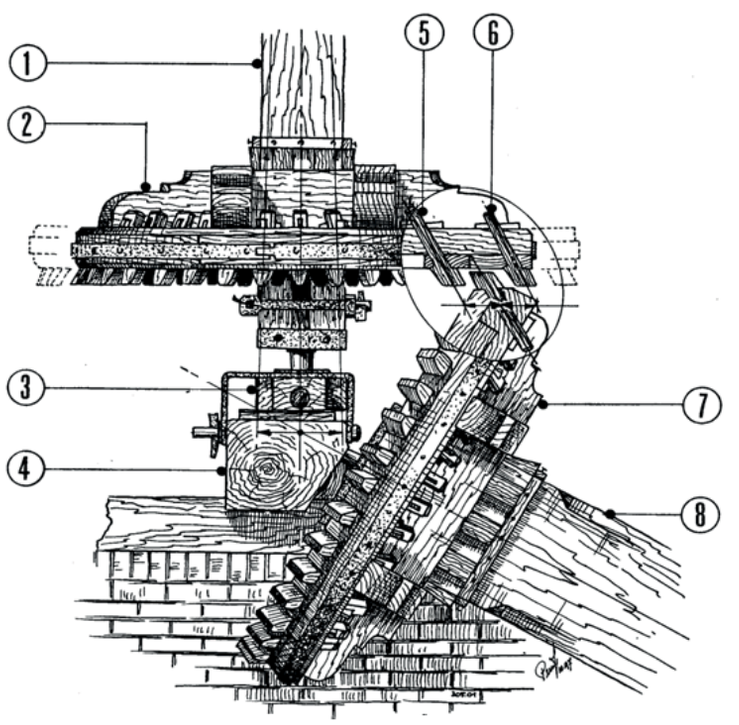


Fig. 11.5.3.1
Licht en zwaar werk

1. *koningsspil*
2. *onderbonkelaar met een dubbele rij kammen*
3. *wervel om van licht- naar zwaar werk te wisselen*
4. *spilkalf of draagbalk*
5. *kam van het lichte werk*
6. *kam van het zware werk*
7. *vijzelwiel*
8. *vijzelbalk*

De bovenzijde van de vijzel kan op twee manieren zijn gelagerd (fig. 11.5.3.2):

- In de vijzelbalk zit een ijzeren tap, draaiend in een bronzen lager dat in het spilkalf van de koningsspil bevestigd is.
- De vijzelbalk draait met de hals in een hardstenen lager. Dit lager is met wiggen in een raam, de stoel, verankerd en rust op het bovenkalf dat naar de helling van de vijzel tussen de krimpmuren is gelegd.

stoel, bovenkalf

Achter het lager loopt de vijzelbalk 80 á 100 cm door. Op dat gedeelte is het vijzelwiel aangebracht.

waterpeluw of potbalk

Onder in de vijzelbalk zit een tap of taats, draaiend in een bronzen taatspot die in de waterpeluw of potbalk is opgesloten. Deze waterpeluw (horizontaal) of potbalk (schuin rechtop) is in de vijzelkom en tussen de krimpmuren verankerd.

© Het Gilde van Molenaars

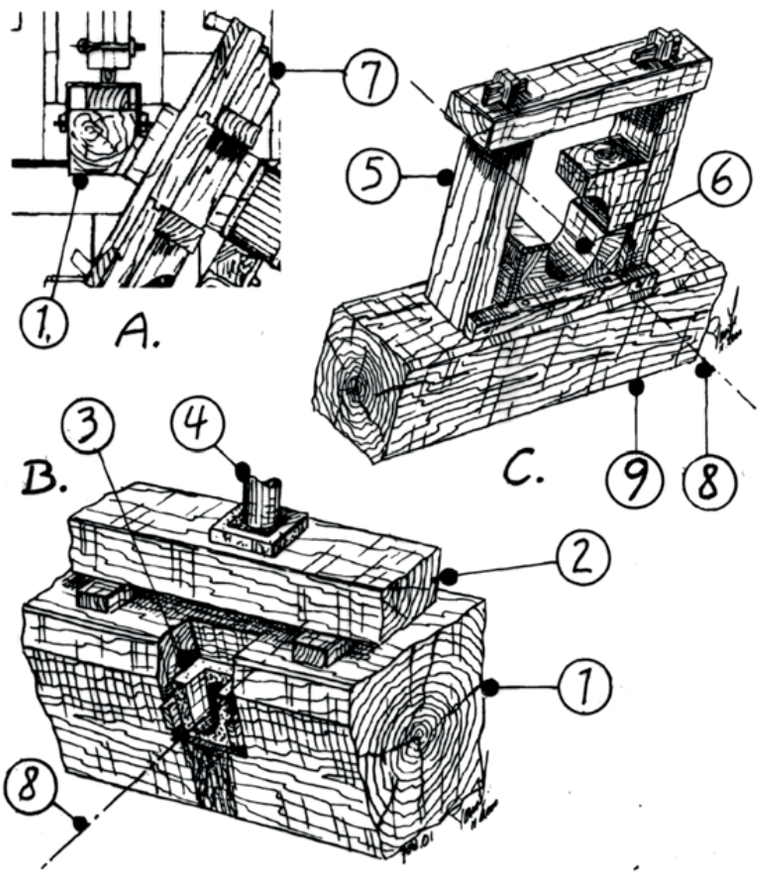


Fig. 11.5.3.2
Bovenlagering van de vijzel

A en B Lagering koningsspil en vijzel met taats
C Lagerstoel voor houten vijzelbalk

1. *spilkalf of draagbalk*
2. *wervel*
3. *bovenlager voor de vijzel*
4. *taats van de koningsspil*
5. *lagerstoel*
6. *halslager voor de vijzel*
7. *vijzelwiel*
8. *hartlijn van de vijzel*
9. *bovenkalf*

11.5.4 De werking van de vijzel

vulpunt

stortpunt

Van de achterwaterloop (polderpeil) schroeft de vijzel het water door de vijzelkom naar de voorwaterloop (boezempeil). Het verschil tussen beide peilen is weer de opvoerhoogte. De vijzel geeft het hoogste rendement, als het vulpunt een aantal centimeters onder het polderpeil ligt. Het vulpunt is de bovenkant van de vijzelbalk bij het begin van de schroefgangen. Aan het boveneind van de vijzelkom bereikt het opgemalen water het stortpunt.
Daar stroomt het water over het stortebed, waarna het de wachtdeur bereikt. Zodra de vijzel voldoende water heeft opgemalen duwt dit de wachtdeur open en stroomt het weg via de voorwaterloop. Vijzelmolens kunnen het water tot 4 á 5 meter opvoeren met weinig verlies aan rendement. Voert men hoger op, dan wordt de vijzel te lang en te krap in haar diameter en presteert de molen te weinig.

© Het Gilde van Molenaars

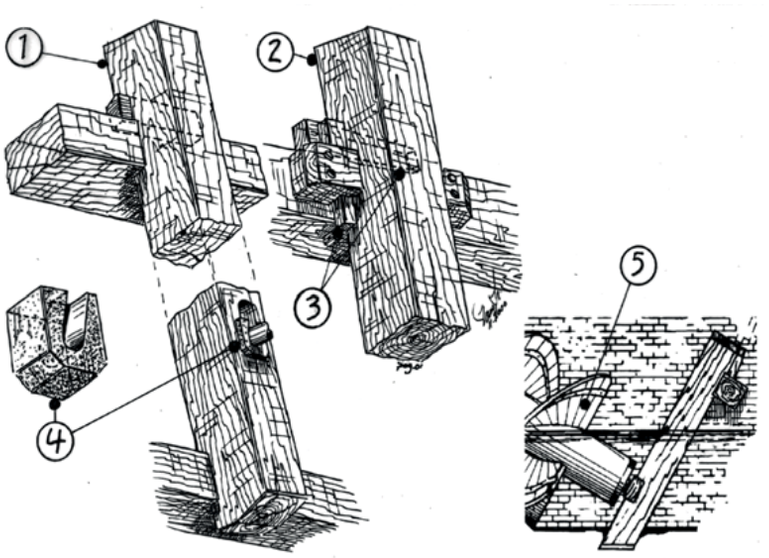


Fig. 11.5.3.3
Onderlagering voor de vijzel

1. *potbalk*
2. *verstelbare potbalk*
3. *stelwiggen*
4. *losse bronzen neut*
5. *ondereinde van de vijzel*

11.6 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE POLDERMOLENAAR

11.6.1 Inleiding

De stof die in deze paragraaf wordt besproken is geen examenstof. De opleiding is immers gericht op het kunnen draaien met onbelaste molens. Tijdens de opleiding of daarna zullen echter veel molenaars met een poldermolen gaan werken en daarmee in veel gevallen ook gaan malen. Voor hen is het van belang, hiervan kennis te nemen.

11.6.2 Winter- en zomerpeil

winter- en zomerpeil

Voor alle polders geldt een van officiële zijde vastgesteld winter- en zomerpeil. Dit is de waterhoogte in de polder gedurende de seizoenen. Het winterpeil ligt ca. 10 á 15 cm onder het zomerpeil. Het is aan te bevelen dat de molenaar in verband met de genoemde peilen contact onderhoudt met het waterschap.

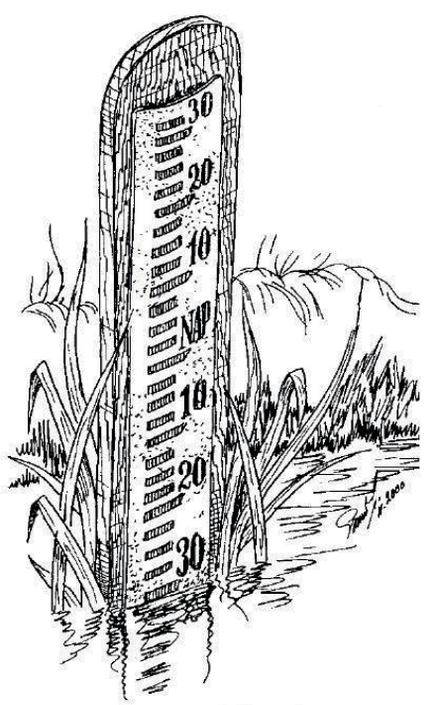


Fig. 11.6.2.1
Voorbeeld van een vrijstaande peilschaal

NAP =Normaal Amsterdams Peil

In de herfst en in de winter moest de molenaar het lage winterpeil aanhouden om te voorkomen dat door langdurige herfstregens het land te drassig werd of zelfs onder water liep. In die tijd maalden de poldermolenaars vaak dag en nacht. Dat kon voortduren tot in het voorjaar.
In het voorjaar en in de zomer wordt de atmosfeer droger en warmer. Het water verdampt sneller. Bovendien komt de plantengroei op gang. Tijdens die groeiperiode van het gewas viel er veel minder te malen en moest de molenaar het hogere zomerpeil onderhouden om het juiste grondwaterpeil te handhaven. Wanneer tijdens lange droge zomers het zomerpeil te veel zakte opende de

© Het Gilde van Molenaars

wachtdeur, water inlaten

krooshek

molenaar de wachtdeur om water in te laten. De poldermolenaar kon dit inlaten versnellen door het wateropvoerwerktuig uit het werk te zetten waardoor het achteruit ging draaien. Een krooshek in de voorwaterloop hield toestromend drijvend vuil tegen dat zich anders voor het scheprad of de vijzel zou ophopen.

11.6.3 Het malen met een poldermolen

verhang

ondermalen

Het op peil bemalen van een polder is een kwestie van ervaring. Tijdens het malen is het waterniveau bij de peilschaal direct achter de molen lager dan achter in de polder. Dit verschil in niveau noemen we het verhang: het wateroppervlak in de polder staat niet zuiver waterpas. De molenaar weet dit en maalt daarom door tot een paar centimeter onder het peil, het z.g. ondermalen Wordt de molen stilgezet dan blijft er water naar de molen toestromen totdat het verhang is opgeheven. Het wateroppervlak staat dan zuiver waterpas en de polder is (in het ideale geval) op peil.
Bij smalle, ondiepe of begroeide watergangen kan het verhang groot worden omdat het toestromen van water wordt belemmerd. Bij brede, diepe en schone watergangen bedraagt het slechts enkele centimeters. In uitgestrekte polders kan ook windstuwing het verhang beïnvloeden.
Hoe ver men mag ondermalen is afhankelijk van diverse factoren. Is het land erg nat of ligt er veel ijs in de sloten dan kunnen bij te ver ondermalen de walkanten beschadigen. Verwacht men veel regen of loopt de drainage flink dan kan men wat meer ondermalen.

11.6.4 Het rendement

maximale rendement

Poldermolens kunnen in het algemeen met gemak 100 enden lopen maar het is niet zo: ‘hoe harder de molen loopt, hoe hoger het rendement’. Het aantal enden per minuut waarbij een poldermolen het maximale rendement geeft hangt van diverse factoren af, zoals de diameter van het scheprad, de breedte van de bladen, de tasting en de overbrengingsverhouding van het gaande werk.

achterwaterloop

Als het scheprad of de vijzel te snel draait dan maalt de molen meer water de achterwaterloop uit dan er uit de polder kan toestromen. De tasting wordt dan minder waardoor er minder water opgevoerd wordt en het rendement daalt. Als de tasting altijd gering is, moet men ook minder snel draaien.

Verder zal, als de molen te snel draait, het opvoerwerktuig niet meer optimaal gevuld worden. Het toestromende water krijgt onvoldoende tijd het opvoerwerktuig goed te vullen. Ook kan een snel draaiend opvoerwerktuig zoveel kolking in het toestromende water veroorzaken dat de vulling belemmerd wordt.
Voor een maximaal rendement kan een groot opvoerwerktuig langzamer draaien dan een klein opvoerwerktuig. Draait het te snel dan werkt het nog prima maar kost een liter uitgeslagen water meer energie.
Denk aan ca. 5 omwentelingen per minuut van een groot scheprad tot 8 van een klein scheprad. De molen loopt dan tussen de 50 en 75 enden.

over de kop malen

Als de hoeveelheid water in het scheprad minder wordt neemt niet alleen het rendement af maar ook de belasting van de molen, waardoor deze nog sneller zal willen gaan. Het water kan zelfs ‘over de kop gemalen’ worden als het niet voldoende tijd krijgt van de schoepen af te vloeien. Hierdoor neemt het rendement verder af.

© Het Gilde van Molenaars

Bij vijzels kun je denken aan 30 tot 50 omwentelingen per minuut. De molen draait dan tussen de 60 en 90 enden. Een te diep in het water stekende vijzel schept meer water op dan er in de vijzel past. Veel water loopt dan weer terug, waardoor het rendement daalt. De molen gaat hierdoor ook zwaarder draaien. Genoemde aantallen omwentelingen zijn natuurlijk afhankelijk van de overbrengingsverhouding van het gaande werk.
Een te hard draaiende poldermolen geeft dus niet altijd meer opbrengst. Dan is het verspilde energie en geeft slechts onnodige slijtage.
Draait het scheprad of de vijzel echter te langzaam dan wordt er per tijdseenheid ook minder water opgevoerd. De molenaar legt dus zoveel zeil voor als nodig is om het maximale rendement te bereiken.

11.6.5 Op hol slaan en vastlopen

plukhaak

Op iedere poldermolen is een plukhaak aanwezig om het krooshek vrij te houden van waterplanten, hout en ander drijvend afval. Kort hout, latjes, stevige takken enz. haalt men uit het water voordat ze door het krooshek glippen. Een klein latje kan voldoende zijn om het scheprad of de vijzel muurvast te laten lopen. Kammen of staven kunnen dan breken.
Let erop dat bij het schonen van het krooshek het draaiende gevlucht de lange steel van de plukhaak niet grijpt.

Onderstaande problemen kunnen zich voordoen:

te weinig water

- Zoals al gezegd krijgt een te snel draaiend opvoerwerktuig te weinig water. Hierdoor wordt de molen minder belast, gaat nóg sneller draaien en kan op hol slaan.

krooshek vol vuil

- Een krooshek vol vuil en waterplanten. Ook dan stagneert de watertoevoer en kan de molen aan de haal gaan. Dit gebeurt vooral vroeg in de herfst, wanneer bijvoorbeeld waterpest afsterft en massaal met het polderwater mee naar de molen stroomt.

waterpest

krooshek bezwijkt

- Als het wateropvoerwerktuig het water sneller weg maalt dan het kan toestromen, ontstaat niveauverschil voor en achter het krooshek. Hierdoor kan het krooshek bezwijken. In combinatie met opgehoopt vuil voor het krooshek wordt dit probleem groter.

vastlopen

- De vijzel of het scheprad loopt vast, b.v. op een stuk hout. Als er dan geen kammen of staven zijn gebroken heeft men veel geluk. Krijgt men het opvoerwerktuig met geen mogelijkheid los dan zet men eerst de molen uit zijn werk om bij de zeilen te kunnen komen en ze eventueel te klampen. Vervolgens doet men de wachtdeur wijd open in de hoop dat de waterdruk op het scheprad of de vijzel het probleem oplost. Lukt dit ook niet dan kan men de molen weer in zijn werk zetten en het gevlucht voorzichtig achteruittrekken. Het is verstandig om pas weer te gaan malen als de oorzaak van het vastlopen gevonden en verwijderd is.

11.6.6 Vorst en dooi

Vroeger kregen de poldermolenaars meestal de opdracht hun opvoerwerktuig ijsvrij te houden. Daartoe zette men met een latje de wachtdeur op een kier om het achterwater in beweging te houden. Het vriest dan minder snel dicht. Maar in strenge winters vriest alles vast. Men kan dan niet malen en ook niet kruien zonder risico op beschadiging van het gaande werk want tijdens het kruien neemt immers het bovenwiel de koningsspil mee. Wil men toch (voor de prins) draaien dan moet het opvoerwerktuig uit het werk worden gezet. Probeer het niet los te wrikken door tegen het wiekenkruis te duwen. Dit kost kammen.

© Het Gilde van Molenaars

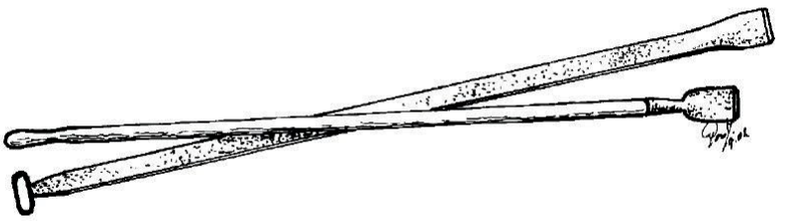


Fig. 11.6.6.1
Twee voorbeelden van ijsbeitels

ijsbeitel

Wil men bv. bij invallende dooi toch malen dan moet de molenaar het opvoerwerktuig èn de wachtdeur loshakken. Daartoe dient de ijsbeitel, bestaande uit een ca. 2 meter lange ijzeren staaf met een platgeslagen ondereinde en een handvat aan het boveneinde. Hiermee stoot men het ijs in kleine stukjes. Daarbij moet men het opvoerwerktuig zelf ontzien, want (vooral houten) vijzels raken snel beschadigd. Moet men bij het loshakken op de vijzel gaan staan, zorg dan dat deze goed geblokkeerd is.
Ook kan men met een klokpomp water in de vijzel pompen: het water onder het ijs is iets minder koud en na een nacht pompen is veel ijs in de vijzel verdwenen. Het ijs in het brede deel van de achterwaterloop kan men laten zitten.
Wanneer het scheprad of de vijzel eenmaal draait wordt dat ijs snel dunner en ongevaarlijk.
Vervolgens maakt men de wachtdeur zodanig ijsvrij dat hij weer helemaal open kan. Pas dan kan men malen.

drijfijs

Bij invallende dooi kan er een aanzienlijke hoeveelheid drijfijs met het water meekomen. Het krooshek kan dan door drijfijs en daartegen aangroeiend vuil dichtraken tot op de bodem!

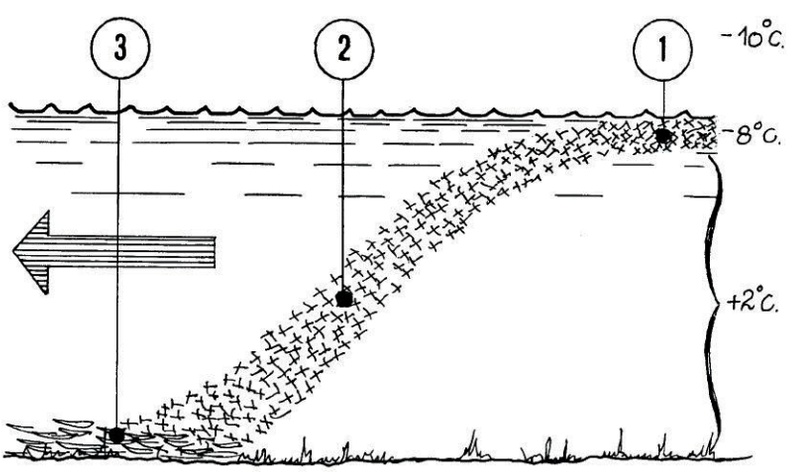


Fig. 11.6.6.2
Het ontstaan van grondijs

1. *het water aan de oppervlakte wordt sterk onderkoeld*
2. *dit onderkoelde water zakt naar de bodem van de molentocht en vormt daar ijskristallen*
3. *dit grondijs wordt door de stroming van het water naar de molen getrokken*

Wie bij invallende vorst maalt moet er rekening mee houden dat de vijzel of het scheprad direct vastvriest nadat men is gestopt. Om dan de zeilen te klampen moet men de molen uit zijn werk zetten.

grondijs

Ook het krooshek moet men bij invallende vorst in de gaten houden. Het kan van onderaf dichtlopen, omdat zich grondijs heeft gevormd.
Grondijs is het verschijnsel waarbij in relatief ondiep water ijs vanaf de bodem omhoog komt drijven.
Als zich water kouder dan 4°C – of zelfs onder 0°C (onderkoeld water) – op de bodem bevindt dan kan dit opstijgen naar de oppervlakte, bijvoorbeeld als gevolg van de beweging die het malen veroorzaakt. Daarbij bevriest het meteen.
Aan de oppervlakte verschijnen dan leliebladvormige ijsplakken met een opstaand randje, die snel aan elkaar vriezen.
In korte tijd kan dan de achterwaterloop dichtvriezen**.**

11.6.7 Houten wateropvoerwerktuigen

Houten opvoerwerktuigen eisen meer aandacht dan metalen exemplaren.
Ze zijn onderhevig aan krimpen, uitzetten en kromtrekken. Daarom moet de molenaar de houten vijzel of het scheprad regelmatig een halve slag draaien waardoor ze gelijkmatig vochtig blijven. Deze taak stond vroeger als vaste regel in molenaarscontracten.

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

Hoofdstuk 12 De korenmolen

Inhoud pagina

12.1 Inleiding 3

12.2 De zolders 3

12.3 Het gaande werk 5

12.4 De aandrijving 7

12.4.1 De steenspil en het rondsel
12.4.2 De bolspil en toebehoren
12.4.3 De rijn

12.5 **Het lichtwerk** 13

12.5.1 Het paard en toebehoren
12.5.2 De regulateur

12.6 **De graantoevoer en de meelafvoer** 16

12.6.1 De graantoevoer
12.6.2 De meelafvoer

12.7 **Het maalproces** 20

12.7.1 Het malen
12.7.2 De maalstenen
12.7.3 Het billen en het scherpsel

12.8 **Het luiwerk en het afschietwerk** 27

12.8.1 Het luiwerk
12.8.2 Het afschietwerk

12.9 **Specifieke taken van de korenmolenaar** 31
12.9.1 Inleiding
12.9.2 Het in bedrijf stellen
12.9.3 Het luien
12.9.4 Het openleggen van een maalkoppel
12.9.5 Het billen of scherpen van maalstenen
12.9.6 Het afstellen van de bolspil
12.9.7 Het afstellen van de schoe of schuddebak
12.9.8 Diverse werkzaamheden

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

12.1 INLEIDING

Graankorrels zijn te hard om zomaar geconsumeerd te worden. Ze moeten worden opengebroken en fijngemaakt om daarmee een betere verteerbaarheid van de voedingsstoffen te bewerkstelligen. Door het vermalen van graan ontstaat bovendien de mogelijkheid het meel te verwerken tot brood of koek.

maalstenen

Al vanaf de prehistorie wordt voor het maalproces gebruik gemaakt van maalstenen. In de lange geschiedenis van het malen van graankorrel tot meel ontwikkelden de maalstenen zich van de handbediende wrijfsteen, via de kweern, tot de molenstenen zoals wij die kennen.
De watermolen is ten tijde van de Romeinen uitgevonden en dateert van vóór onze jaartelling. Pas in de 8e en 9e eeuw werd hij in Nederland geïntroduceerd. Het malen op windkracht kwam een kleine vierhonderd jaar later in de 12e eeuw naar Nederland toen de standerdmolen zijn intrede deed.
Via de torenmolens (ca. 1400) en de wipmolens die behalve voor het bemalen van polders ook wel als korenmolen werden ingericht ontwikkelden zich de bovenkruiers (tussen 1550 en 1650). De vraag naar grotere productie en meer werk- en opslagruimte is voor deze ontwikkeling van groot belang geweest.

ligger
loper

Het maalwerktuig zelf is gedurende de laatste tweeduizend jaar onveranderd gebleven. Het bestaat uit twee platte stenen waarvan de onderste, de ligger, stilligt en de bovenste, de loper, draait.

12.2 DE ZOLDERS

zolder

In korenmolens hebben de diverse verdiepingen, de zolders, specifieke benamingen.

kapzolder, luizolder

Bij bovenkruiers ligt de hoogste zolder direct onder de kap en heet daarom kapzolder. Daaronder zien we de luizolder waar het luiwerk is geplaatst. Met behulp van het luiwerk wordt maalgoed omhoog gebracht of neergelaten (zie 12.8). Bij veel molens heeft de luizolder geen vloer en vormt één ruimte met de maalzolder.

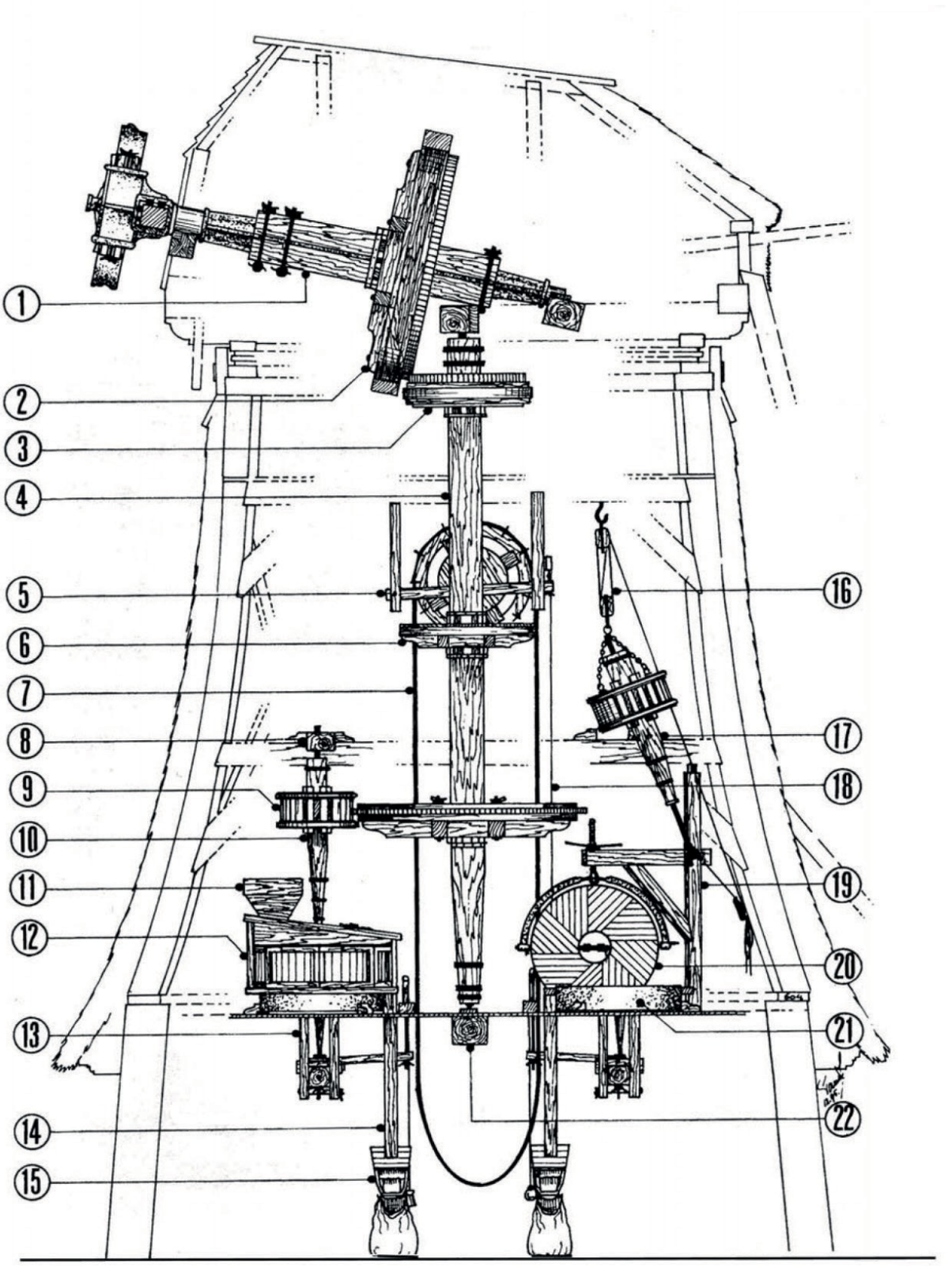
steenzolder

Op de steenzolder, onder de luizolder, zijn de molenstenen opgesteld. Het spoorwiel en de steenspillen met hun rondsels vinden we eveneens op de steenzolder (zie 12.4 en 12.7.1).

maalzolder

Daaronder volgt de maalzolder. Deze zolder is het belangrijkste werkterrein van de molenaar. Van hieruit worden de maalstenen bediend en het gemalen graan verwerkt. Aan de zoldering hangt het lichtwerk van één of meer steenkoppels (zie 12.5).
De stelling of de bovenzijde van de belt bevindt zich bij de meeste molens ter hoogte van de maalzolder. Van daaraf kan de molenaar direct het vangtouw bereiken. Molens met de maalzolder onder de stelling zijn echter geenszins uitzonderingen.
De kast van de standerdmolen bezit meestal slechts twee zolders, de steenzolder (boven) en de maalzolder (beneden).

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

12.3 HET GAANDE WERK

steenkoppel, maalkoppel

Standerdmolens waren tijdens de eerste eeuwen van hun bestaan uitgerust met slechts één steen-of maalkoppel. Pas in de tweede helft van de 17e eeuw kwam er een tweede koppel bij. Deze steenkoppels worden rechtstreeks door het bovenwiel aangedreven (enkele uitzonderingen daargelaten).
De overbrenging van het bovenwiel naar het steenrondsel (zie 12.4.1) is dus enkelvoudig en biedt weinig mogelijkheid om de loper een flink toerental te geven. Daarom hebben standerdmolens een relatief groot bovenwiel en een klein steenrondsel. Op deze wijze krijgt de loper een redelijke snelheid.
Standerdmolens met twee koppels stenen hebben ofwel twee bovenwielen achter elkaar op de bovenas ofwel een bovenwiel dat zowel aan de voor- als aan de achterzijde van een gang kammen is voorzien. Standerdmolens met drie koppels stenen waarbij twee koppels door middel van een spoorwiel op een korte koningsspil worden aangedreven komen ook voor maar zijn zeldzaam.
Ten tijde van de torenmolens (15e eeuw) werd aanvankelijk de aandrijving van de standerdmolen aangehouden, d.w.z. dat het steenkoppel op de kapzolder lag en direct door het bovenwiel werd aangedreven.
De komst van de koningsspil en het spoorwiel maakte het mogelijk het maalbedrijf een paar zolders lager dan de kapzolder te situeren. Men kon daardoor het aantal steenkoppels gemakkelijk uitbreiden en tevens de

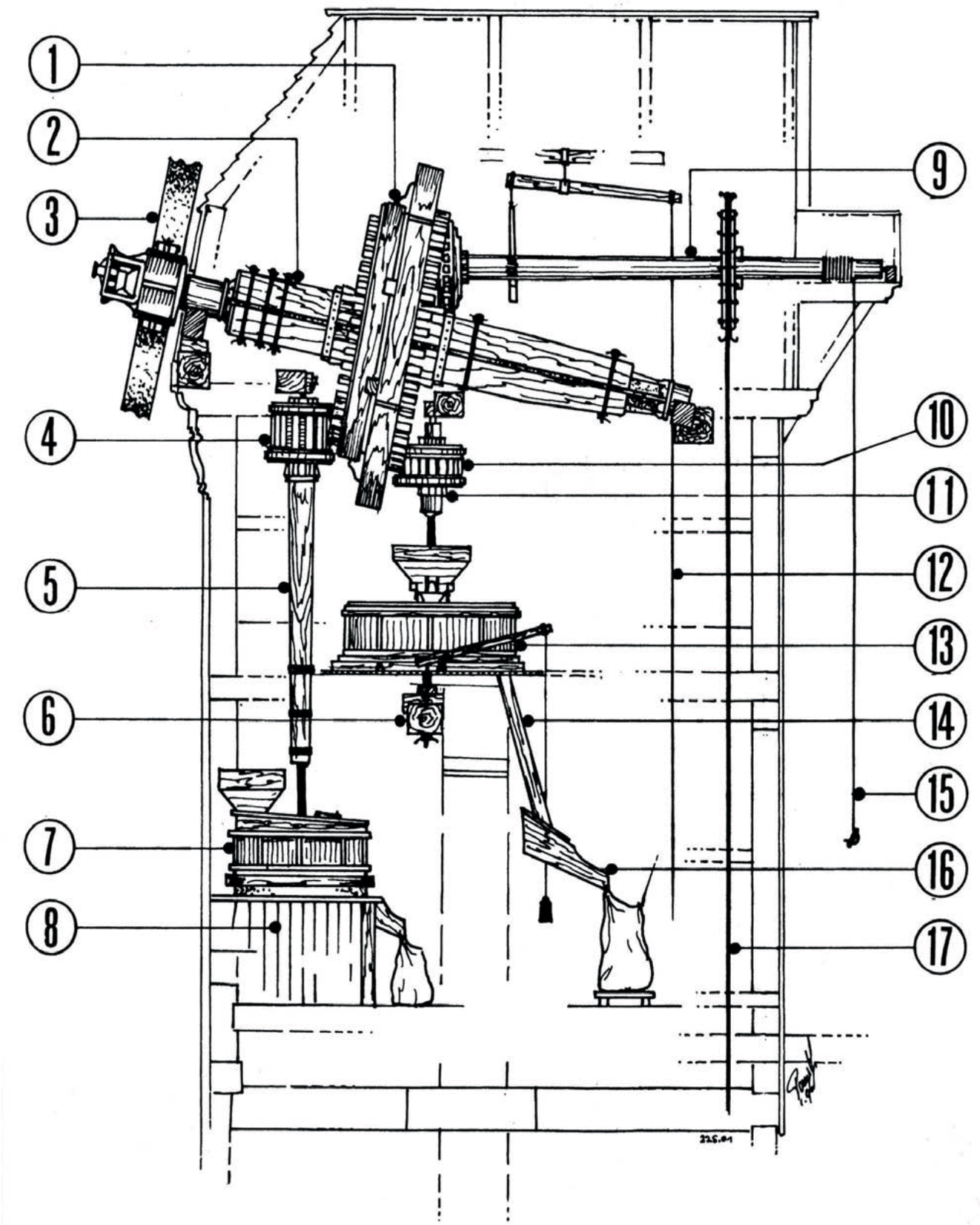
overbrengingsverhouding

overbrengingsverhouding beter aanpassen. De overbrengingsverhouding van het bovenwiel naar de bovenschijfloop of de bovenbonkelaar, bovenaan de koningsspil bedraagt ongeveer 1:2; die van het spoorwiel, onderaan de koningsspil naar de steenrondsels 1:3 tot 1:3½. De totale versnelling van bovenas naar loper varieert gewoonlijk van 1:5½ tot 1:7. Dit betekent dat de loper bij één omwenteling van de bovenas ruwweg zes maal rond gaat! Standerdmolens hebben een tragere overbrenging, ongeveer 1:4½.

Fig. 12.3.1
Het gaande werk van een achtkante korenmolen
(In principe geldt deze indeling voor iedere bovenkruier korenmolen.)

1. *bovenas*
2. *bovenwiel*
3. *bonkelaar*
4. *koningsspil*
5. *luiwerk*
6. *luitafel*
7. *gaffeltouw*
8. *tap- of spilbalk*
9. *steenrondsel*
10. *steenspil*
11. *kaar*
12. *steenkuip*
13. *lichtwerk*
14. *meelpijp*
15. *maalbak*
16. *steenspiltakel*
17. *steenspil*
18. *stuurtouw luiwerk*
19. *steenkraan*
20. *loper*
21. *ligger*
22. *dons- of draagbalk*

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

12.4 DE AANDRIJVING

12.4.1 De steenspil en het rondsel

steenspil
staakijzer
tap, klauwijzer

De steenspil komt in twee uitvoeringen voor t.w. als een doorlopende ijzeren as, het staakijzer met houten bekleding of als een houten spil met afzonderlijk tap- en klauwijzer.
De houten bekleding wordt met ijzeren banden op zijn plaats gehouden (fig. 12.4.1.1). Het bovenste uiteinde is de tap, het onderste is het staak- of klauwijzer.

klauw

Het onderste uiteinde van het staakijzer is de klauw. Deze grijpt in de rijn (zie 12.4.3) en brengt de loper aan het draaien.

spilbalk, tapbalk, kamer
maalneut, keerneut

De tap van de steenspil draait in een houten of bronzen lager dat is opgesloten in een in de spil- of tapbalk uitgehakte kamer. Dit lager bestaat meestal uit twee delen, de maalneut en de keerneut. De laatstgenoemde is soms van pokhout, soms van brons. Als men de keerneut uitneemt kan men de steen uit zijn werk zetten. De tap is dan een ruime 10 centimeter verschoven ten opzichte van het punt van waarop de steen in zijn werk staat en bevindt zich in een aparte houten

beugelijzer

(poort)constructie of een speciaal aangebracht beugelijzer. Door daarna de keerneut weer terug te plaatsen voorkomt men dat de spil in z'n werk terugvalt (fig. 12.4.1.3).
Een tweede mogelijkheid om de spil uit z'n werk te zetten is de spilbalk te voorzien van een draaipunt aan de éne zijde en een hefboom aan de andere zijde. (fig. 12.4.1.2) Met deze hefboom kan men de steenspil van het spoorwiel afzwenken.
Staat de molen in het werk dan voorkomt een grendelklos dat de tapbalk verschuift.
Er zijn echter ook nog andere lagervormen.

Fig. 12.3.2
Het gaande werk van een standerdmolen

1. *bovenwiel, aswiel, groot wiel*
2. *bovenas*
3. *roede*
4. *rondsel van de achtermolen*
5. *steenspil*
6. *lichtwerk voormolen*
7. *achtermolen*
8. *maalstoel*
9. *luiwerk*
10. *steenrondsel van de voormolen*
11. *steenspil*
12. *stuurtouw luiwerk*
13. *voormolen*
14. *meelpijp*
15. *luitouw*
16. *maalbak*
17. *gaffeltouw*

© Het Gilde van Molenaars

rondsel steenschijfloop

Rond het vierkante houten gedeelte van de steenspil is het rondsel of de steenschijfloop vastgewigd. Het rondsel bestaat uit twee iepenhouten schijven, waartussen de staven zijn verankerd. De keuze voor een rondsel in plaats van een bonkelaar heeft te maken met het feit dat de molenaar tijdens het maalproces de loper uitlicht of juist bijhoudt (zie 12.7). Daarom is een rondsel als aandrijving voor de stenen geschikter dan een kamwiel.
Een tweede reden is dat de steenspil in de loop van de tijd geleidelijk zakt doordat de stenen aan slijtage onderhevig zijn waardoor de rijn en daarmee de steenspil langzaam op een steeds lager niveau komen.
De kammen van het spoorwiel blijven daarbij altijd goed tussen de staven van het rondsel grijpen. Bij een bonkelaar is dat niet het geval.

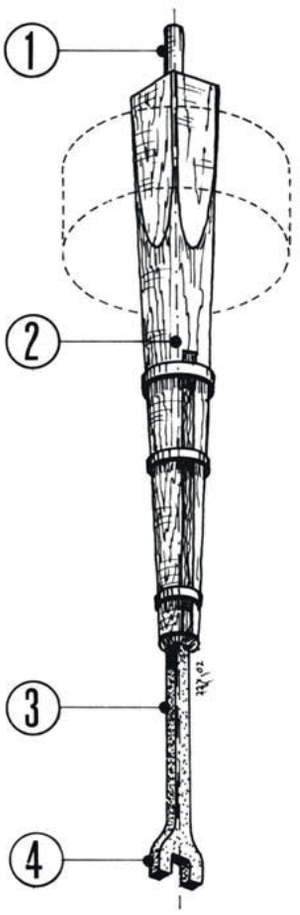


Fig. 12.4.1.1
De steenspil

1. *tapeinde*
2. *vulhout*
3. *staak- of klauwijzer*
4. *klauw*

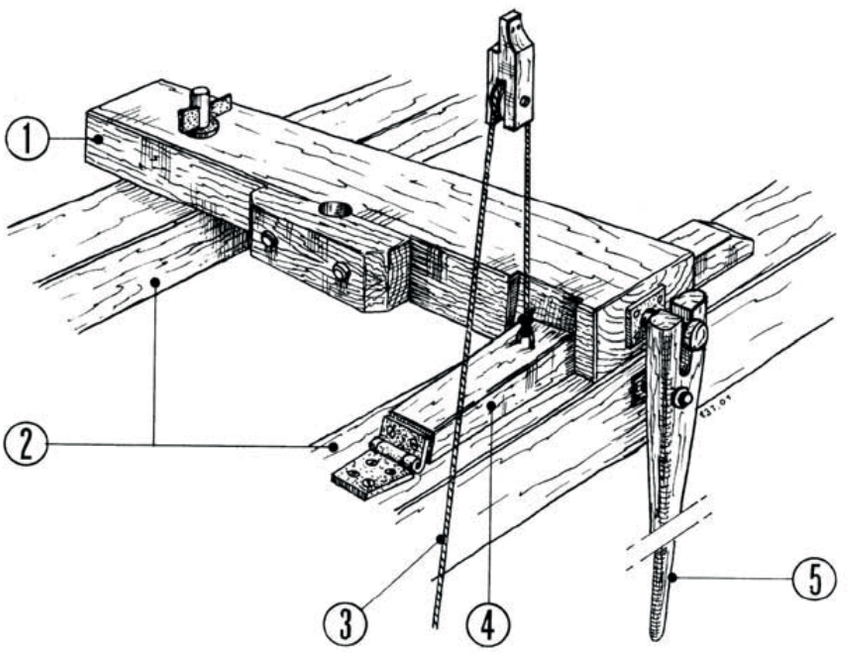
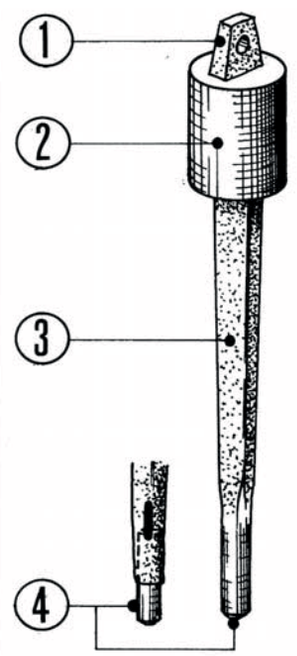


Fig. 12.4.1.2
De spil- of tapbalk

1. *spil- of tapbalk*
2. *bint- of vloerbalken*
3. *stuurtouw tapbalkgrendel*
4. *grendelklos*
5. *hefboom*

Fig. 12.4.1.3
De keerneut

1. *maalneut*
2. *keerneut*
3. *tap- of spilbalk*
4. *beugelijzer*
5. *uitgenomen keerneut*



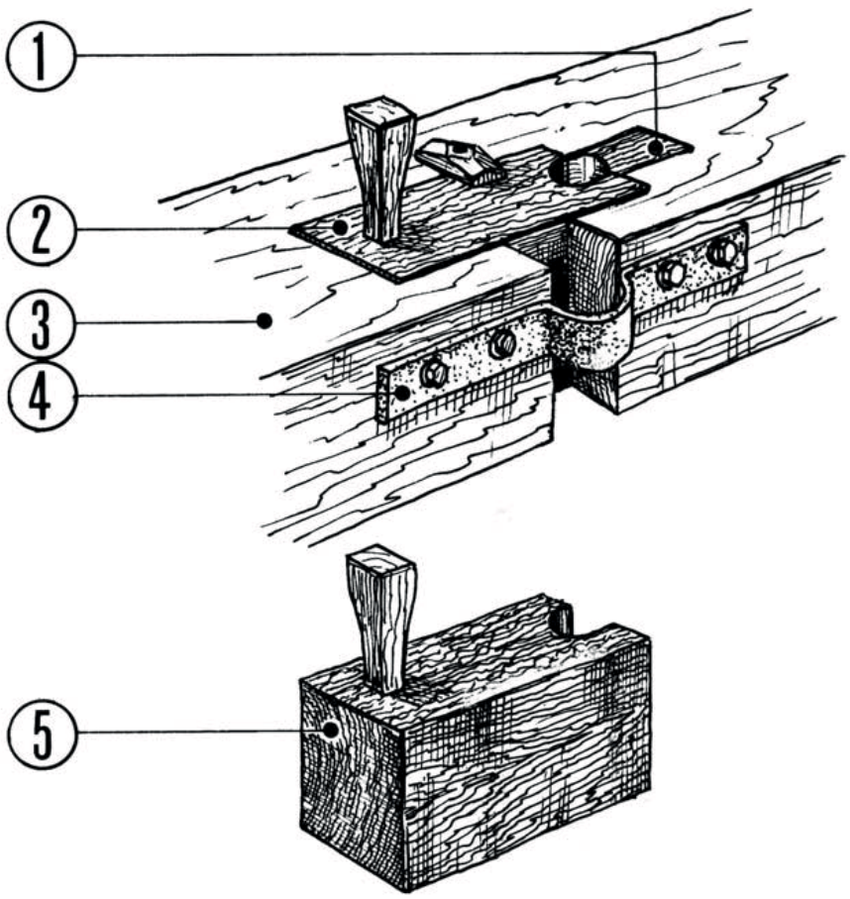


Fig. 12.4.2.1
De bolspil

1. *nok voor de rijn*
2. *hals*
3. *steel*
4. *losse of vaste taats*

12.4.2 De bolspil en toebehoren

bolspil
taats, taatspot, kussen
pasbalk

trekwig, duwwig

nok

De bolspil (peerijzer) draagt de loper via de rijn. Aan de onderzijde eindigt de bolspil in een taats die in een taatspot rust. Deze taatspot rust in het kussen dat op de pasbalk ligt.
Lageringen met een kogellager komen ook voor.
Om de bolspil precies verticaal te kunnen stellen is het kussen in het horizontale vlak op de pasbalk verstelbaar d.m.v. trek- en duwwiggen. De taats wordt gesmeerd met wonderolie of niet te dunne olie. Over de pot liggen twee halve dekseltjes tegen stof in het lager. Boven op de bolspil zit een nok. Daarop ligt de rijn.

© Het Gilde van Molenaars

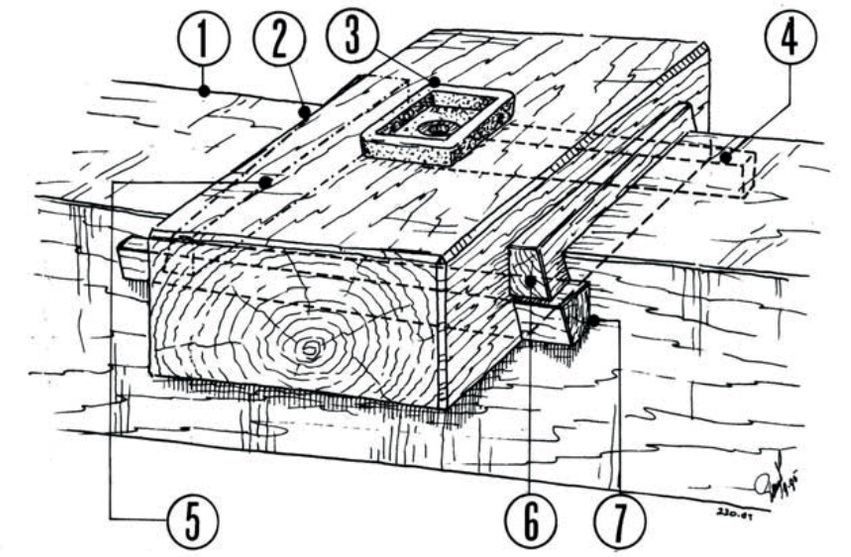


Fig. 12.4.2.2
Kussen met taatspot

1. *pasbalk*
2. *(en 6) duwwiggen*
3. *taatspot*
4. *(en 7) trekwiggen*
5. *kussen*

hals
steenbus
pokhouten neuten
wiggen
vetkamers

Onder de nok heeft de bolspil een verdikking, de hals. Deze hals draait in de steenbus, het houten of ijzeren lager in het steengat van de ligger (zie 12.7.2). De steenbus houdt de bolspil in een zuiver verticale stand d.m.v. drie pokhouten neuten die met erachter geplaatste wiggen verstelbaar zijn.
Tussen de neuten in de ijzeren steenbus bevinden zich vetkamers voor de hals van de bolspil.

12.4.3 De rijn

rijn

De bolspil draagt de loper via de rijn, een sterke ijzeren constructie. Bovenin de rijn grijpt het staakijzer van de steenspil. We onderscheiden de vaste rijn, de balanceerrijn en de rijn voor het pennetjeswerk. (fig. 12.4.3.1 en 2)

vaste rijn
takken

De vaste rijn past nauwkeurig en onbeweeglijk op de nok van de bolspil. De rijn heeft twee, drie of vier uiteinden, de takken. Deze zijn in het kropgat van de loper vastgegoten of vastgewigd. Rijn en loper vormen dus één geheel. Om de loper zuiver evenwijdig over de ligger te laten strijken moet de vaste rijn zeer nauwkeurig in de loper worden gemonteerd.

balanceerrijn
binnenrijn
buitenrijn

Van de balanceerrijn zijn verschillende uitvoeringen bekend. De meest voorkomende is de Engelse balanceerrijn. Deze bestaat uit een binnen- en een buitenrijn. De binnenrijn rust op de nok van de bolspil en wordt aangedreven door het staakijzer. De binnenrijn heeft twee tegenover elkaar liggende ronde tappen. De buitenrijn ligt hier los op zodat hij een kantelende beweging kan maken.

© Het Gilde van Molenaars

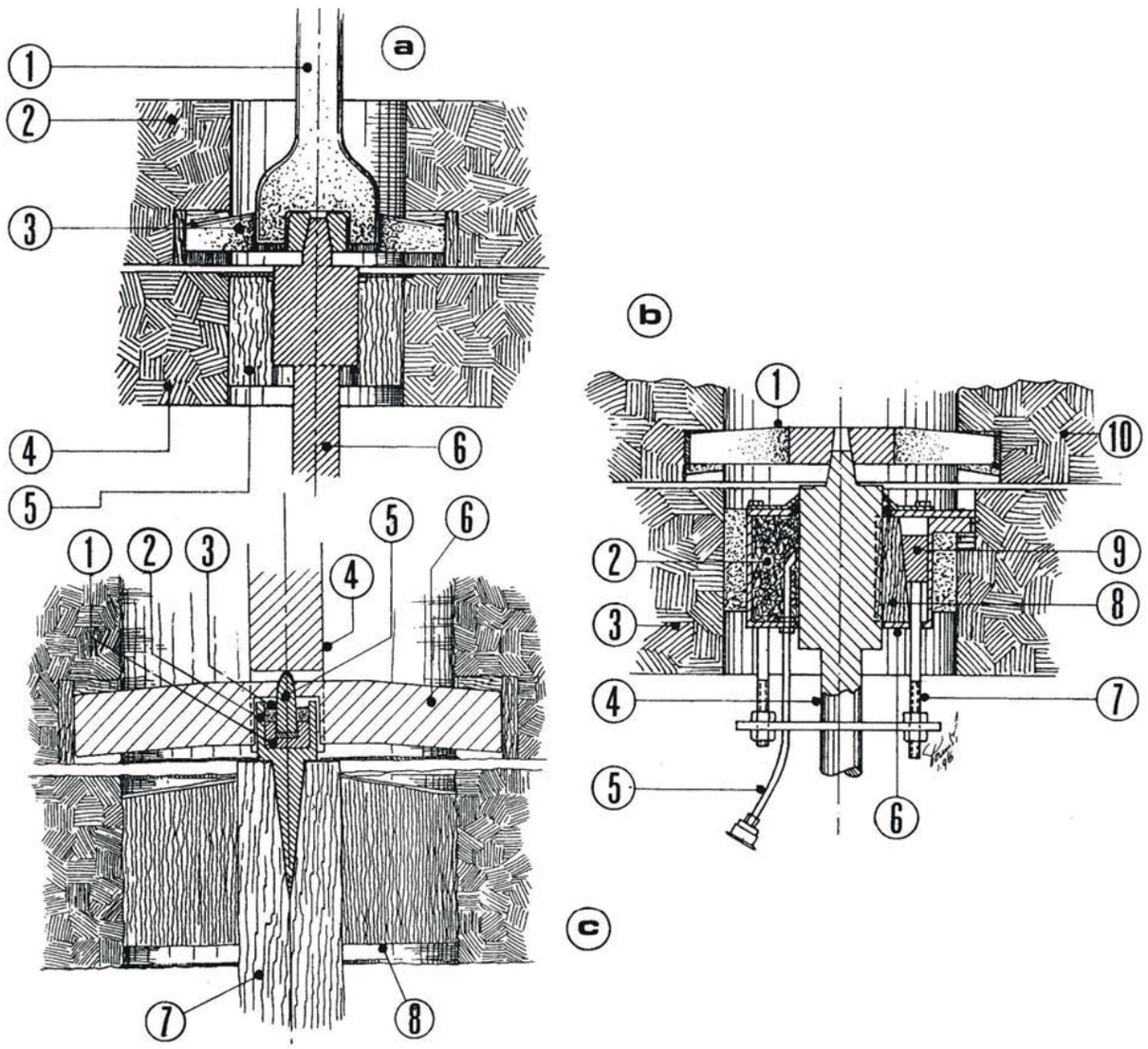


Fig. 12.4.2.3
Diverse uitvoeringen van de steenbus

a. houten steenbus

1. *klauwijzer*
2. *lopersteen*
3. *rijn*
4. *liggersteen*
5. *houten steenbus*
6. *bolspil*

b. metalen steenbus

1. *rijn*
2. *vetkamer*
3. *liggersteen*
4. *bolspil*
5. *smeervetleiding*
6. *metalen steenbus*
7. *trekbout*
8. *hardhouten neut*
9. *trekwig*
10. *lopersteen*

c. steenbus voor pennetjeswerk

1. *hardstalen potje*
2. *taatspotje*
3. *smeerolie*
4. *staakijzer*
5. *taats*
6. *rijn*
7. *houten bolspil*
8. *houten steenbus*

© Het Gilde van Molenaars

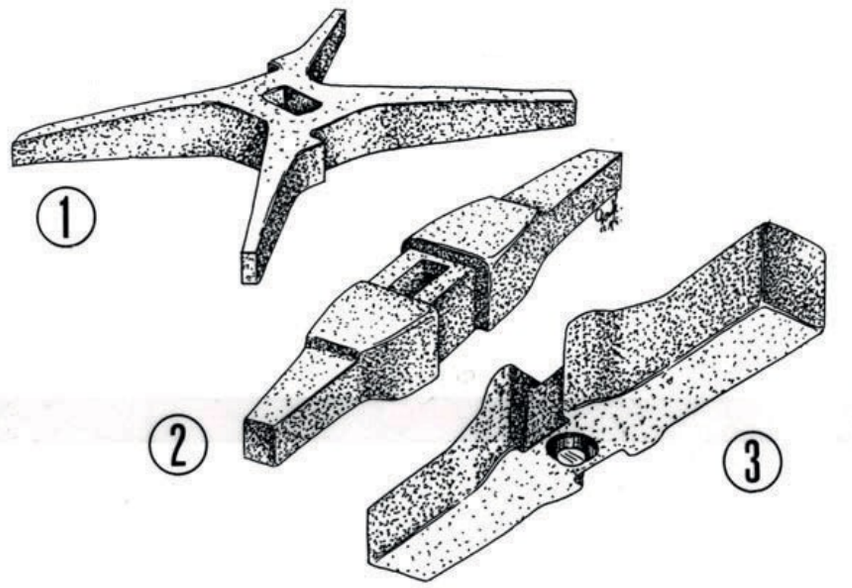


Fig. 12.4.3.1
Diverse rijnen

1. *viertaksrijn*
2. *tweetaksrijn*
3. *rijn voor pennetjeswerk*

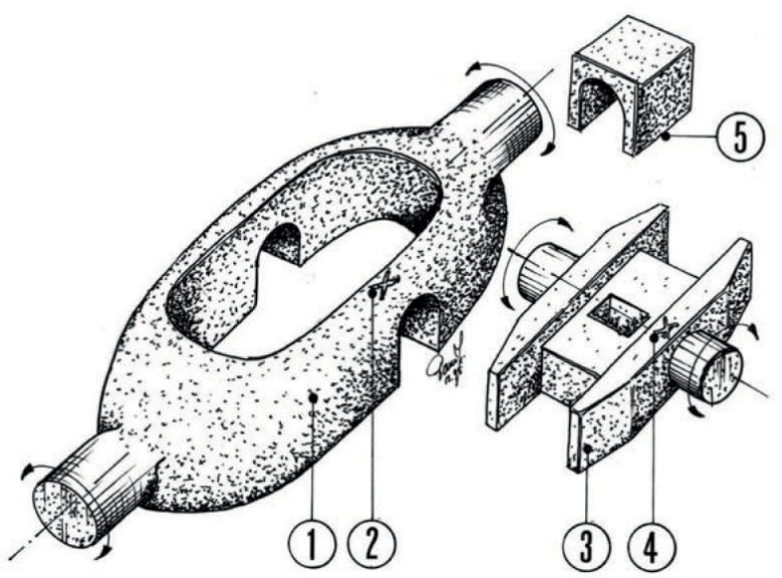


Fig. 12.4.3.2
Balanceerrijn

1. *buitenrijn*
2. *pasmerk buitenrijn*
3. *binnenrijn*
4. *pasmerk binnenrijn*
5. *rijnschoentje*

Haaks op de tappen van de binnenrijn heeft de buitenrijn eveneens twee tappen. Deze dragen de loper via twee rijnschoentjes.

pennetjeswerk

Het pennetjeswerk kan ook balanceren. De bolspil staat hierbij echter stil.
In plaats van een nok is de bolspil hierbij voorzien van een taatspot. In deze taatspot staat een korte taats die enigszins kan kantelen. Het boveneinde van de taats is in de rijn vastgeklemd.
Deze rijn is tweearmig, zit vast in het kropgat van de loper en wordt op de gebruikelijke manier door het staakijzer aangedreven.

© Het Gilde van Molenaars

12.5 HET LICHTWERK

12.5.1 Het paard en toebehoren

paard
pasbalk, vonderbalk

De constructie die de steenspil, de rijn, de loper en de bolspil draagt en op en neer doet bewegen wordt het paard genoemd. Het verstelbare kussen met de taatspot waarin de bolspil staat ligt op de pasbalk of vonderbalk.

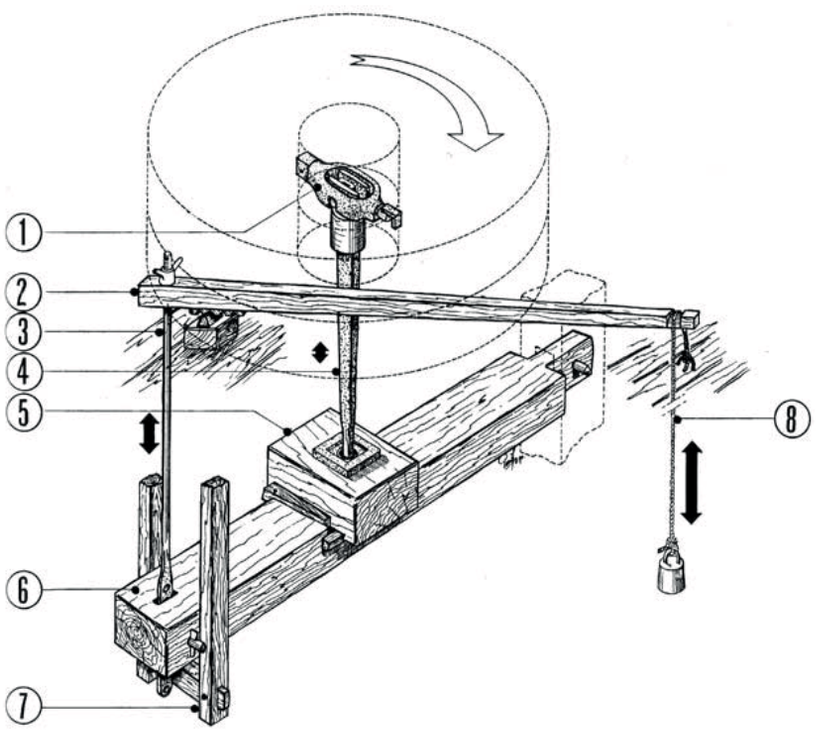


Fig. 12.5.1.1
Het lichtwerk met de lichtboom naast het steenkoppel

1. *rijn*
2. *lichtboom*
3. *lichtijzer*
4. *bolspil of peerijzer*
5. *kussen*
6. *pasbalk*
7. *paard*
8. *lichttouw of -riem*

ezel

Deze balk hangt met het ene uiteinde scharnierend in een ezel die aan de vloerbalken van de steenzolder is bevestigd. Het andere uiteinde beweegt in het verticale vlak binnen een houten raamwerk. Dit raamwerk voorkomt zijdelings slingeren van de pasbalk. Met ditzelfde uiteinde hangt de pasbalk via een

lichtijzer, lichtboom

trekstang, het lichtijzer, aan de korte arm van een hefboom, de z.g. lichtboom. Om het einde van de lange arm van de lichtboom is een touw geslagen dat aan één eind vastgezet is op de vloer of een zolderbalk en aan het andere eind voorzien is van een contragewicht op de maalzolder.

uitlichten

Door het contragewicht naar beneden te trekken gaat de pasbalk via de lichtboom omhoog en wordt de loper uitgelicht d.w.z. er komt meer ruimte tussen de ligger en de loper. Heft men echter het contragewicht omhoog, dan gaat de pasbalk via de lichtboom juist naar beneden en wordt de loper

bijhouden

bijgehouden d.w.z. er komt minder ruimte tussen beide stenen (zie 12.7).

kruisvonder

Bij een andere vaak gebruikte constructie bevindt zich tussen pasbalk en lichtboom nog het kruisvonder. Deze constructie biedt een nog fijnere afstelmogelijkheid van de ruimte tussen ligger en loper. In plaats van een touw om de lichtboom wordt soms ook gebruik gemaakt van een riem met een stok,

lichtstok

de z.g. lichtstok.

© Het Gilde van Molenaars

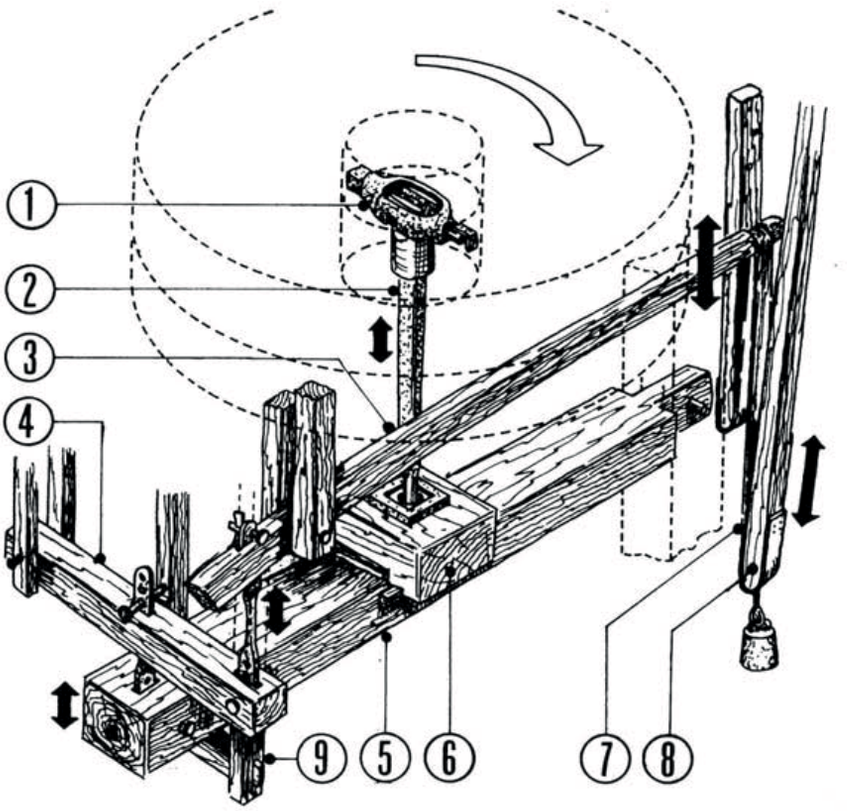


Fig. 12.5.1.2
Lichtwerk met kruisvonder

1. *rijn*
2. *bolspil of peerijzer*
3. *lichtboom*
4. *kruisvonder*
5. *pasbalk*
6. *kussen*
7. *riem*
8. *lichtstok*
9. *paard*

12.5.2 De regulateur

Door wisselende windsnelheden verandert ook voortdurend het toerental van de loper. Dat heeft invloed op de kwaliteit van het meel. Met de lichtboom stelt de molenaar daarom steeds de afstand tussen de stenen bij om een gelijkmatig product te verkrijgen (zie 12.7.1)

regulateur

Een regulateur kan deze taak voor een deel van hem overnemen.

gewichten

centrifugaalkracht

Een regulateur bestaat uit een verticaal staande as, voorzien van twee armen die scharnierend zijn opgehangen. Aan het uiteinde van elke arm hangt een gewicht. Wanneer de as van de regulateur via een drijfriem vanaf de bolspil of vanaf de koningsspil aan het draaien wordt gebracht zwenken de ronddraaiende armen met hun gewichten door de centrifugaal kracht naar buiten en omhoog. Hoe sneller de molen draait des te verder gaan de gewichten naar buiten. Naarmate de snelheid afneemt zakken de gewichten weer omlaag.
Deze op- en neergaande bewegingen worden via een stangen- en hefbomenstelsel overgebracht op de lichtboom. Het uitlichten en bijhouden wordt nu deels door de regulateur overgenomen.
Wanneer de regulateur langdurig maximaal uitslaat draait het gevlucht te snel en moet de molenaar zwichten; de juiste uitslag is halverwege. De regulateur kan dan zowel uitlichten als bijhouden.

© Het Gilde van Molenaars

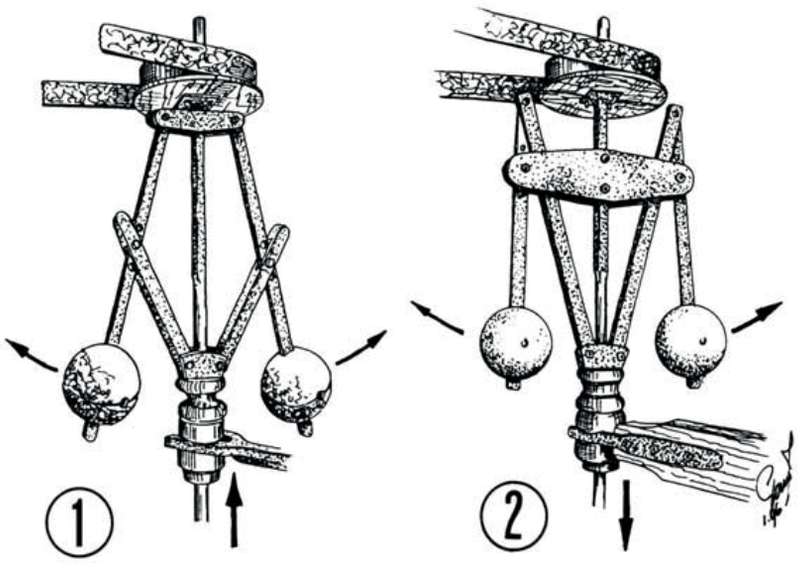


Fig. 12.5.2.1
De regulateurs

1. *trekregulateur*
2. *duwregulateur*

12.6 DE GRAANTOEVOER EN DE MEELAFVOER

12.6.1 De graantoevoer

Enkele millimeters onder het oppervlak van de ligger is rond die ligger een houten ring aangebracht, de meelring of het ringhout. Daarop staat de, meestal houten kuip die de loper omsluit.

meelring, ringhout

kuip, kuipdeksels, kaarbomen

De kuip is afgedekt met kuipdeksels. Op de kuipwand zijn de kaarbomen bevestigd. Ze lopen zowel schuin naar beneden als taps naar elkaar toe. Op het hoogste gedeelte van de kaarbomen rust het kaar waarin het graan wordt gestort. Onder het kaar hangt de schuddebak of schoe, een naar het midden van de kuip smaller wordende houten goot die eindigt boven het kropgat (zie 12.7.1) in het midden van de loper. Tegen één der zijkanten van de schoe is een balkje aangebracht, de aanslag, dat doorloopt tot voorbij het staakijzer van de steenspil.

kaar

schuddebak, schoe

aanslag

schuif

Via een schuif in het kaar glijdt het graan in de schuddebak. Door het meer of minder ver openen van deze schuif kan de graantoevoer naar de schuddebak worden geregeld.

De graantoevoer van de schuddebak naar de stenen is eveneens in te stellen. In de eerste plaats is de helling van de schuddebak instelbaar met behulp van de hangerkam en de pees.

hangerkam, pees

In de tweede plaats wordt de toevoer geregeld door datgene waaraan de schuddebak z'n naam te danken heeft, de schuddende beweging die hij maakt. Deze schuddende beweging wordt veroorzaakt door de aanslag die door de stand van de pees tegen het staakijzer wordt getrokken. Een vierkant staakijzer zal, als het gaat draaien, een schokbeweging op de schuddebak overbrengen. Is het staakijzer rond dan wordt de schokbeweging bewerkstelligd door een aantal rond het staakijzer aangebrachte hardhouten latjes of metalen strippen, de z.g. klapspanen. Door het schudden valt het graan uit de schuddebak in het kropgat van de loper. Naarmate de molen sneller draait zal het schudden sneller en heviger zijn en zal er dus meer graan in het kropgat vallen.

klapspanen

Fig. 12.6.1.1
Een compleet maalkoppel met steenspil en rondsel

1. *kaar*
2. *kaarboom*
3. *schuif*
4. *stofbord*
5. *schuddebak of schoe*
6. *hangerkam*
7. *kuipgrendel*
8. *loper*
9. *ligger*
10. *steenrondsel*
11. *steenspil*
12. *staak- of klauwijzer*
13. *kuipdeksel*
14. *hanger*
15. *pees*
16. *kuip*
17. *rijn*
18. *meelring of ringhout*
19. *ringklos*
20. *meelpijp of -koker*
21. *uitloop*
22. *klapspanen*
23. *strijker of jager*

© Het Gilde van Molenaars

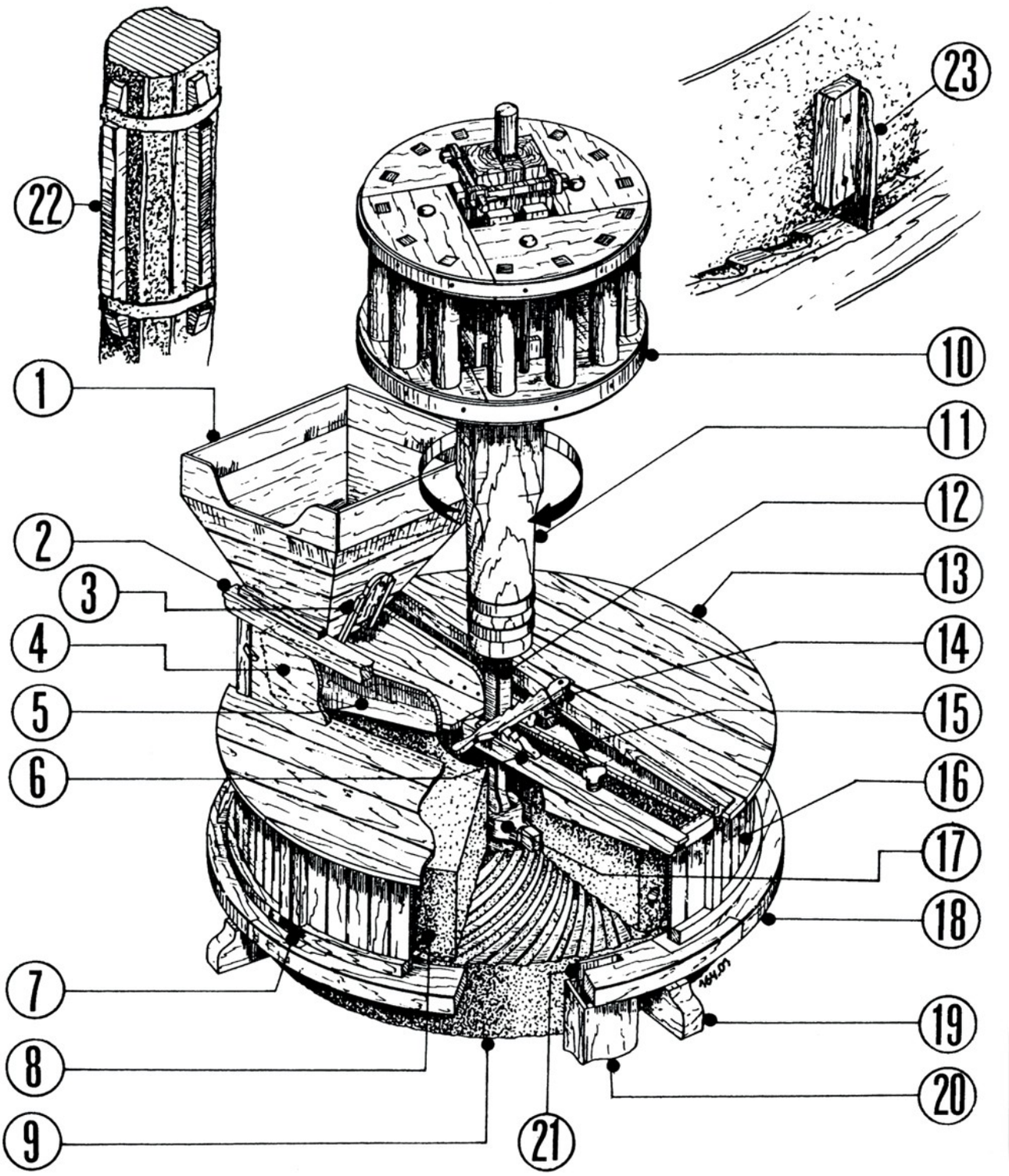


Fig. 12.6.1.1

© Het Gilde van Molenaars

afhouder

In de derde plaats is de schuddebak voorzien van een ‘afhouder’: een touwtje (soms ook ijzerdraad) dat vanaf de schuddebak via een aantal kleine katrollen naar een scharnierend latje aan de maalbak (of direct daar in de buurt) gaat. Hoe meer gewichten er aan dit latje worden gehangen des te minder graan er in de steen zal vallen. De afstand staakijzer – aanslag wordt er immers door vergroot. Er zijn regionale verschillen in de uitvoering van de afhouder.

aanhouder

Sommige molens zijn tevens voorzien van een ‘aanhouder’: een houten veer – of soortgelijke constructie – die er juist voor zorgt dat de aanslag met grotere kracht tegen het staakijzer wordt getrokken.
Al met al is de graantoevoer dus nauwkeurig regelbaar.

De kuip bestaat meestal uit drie of vier delen zodat hij gemakkelijk kan worden weggenomen.

bok, zakkenbank

Naast het kaar is vaak een bok of zakkenbank opgesteld waarop een zak met graan kan worden klaargezet om in het kaar te worden geleegd.

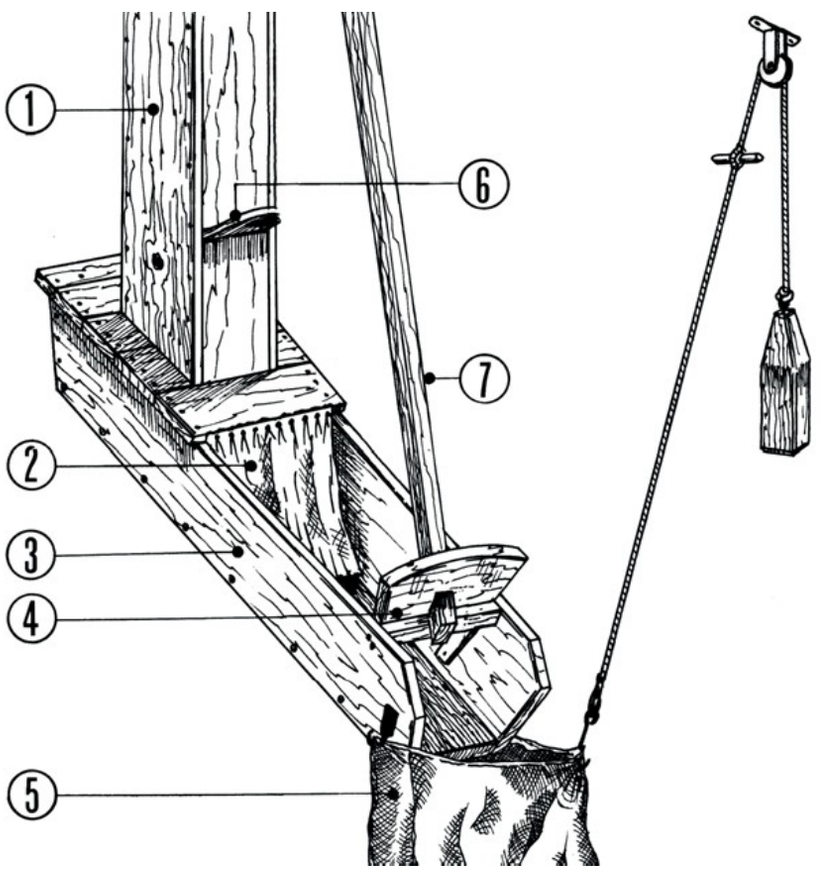


Fig. 12.6.2.1
De meelpijp

1. *meelpijp*
2. *stofschort*
3. *maalbak*
4. *scheiplank*
5. *meelzak*
6. *steekschuif*
7. *scheistok*

12.6.2 De meelafvoer

Tussen de loper en de kuip blijft een ongeveer 5 cm brede ruimte over. In deze ruimte waarvan de meelring de bodem vormt valt het meel wanneer dit tussen de stenen vandaan komt. In de meelring bevindt zich de uitloop, een gat in de meelring dat de toegang vormt tot de meelpijp.

uitloop
meelpijp

© Het Gilde van Molenaars

Naar dit gat wordt het meel gedreven door de luchtstroom die de draaiende loper opwekt. Deze luchtstroom is echter niet voldoende om alle meel de meelpijp in te voeren. Het achterblijvende meel (het z.g. ringmeel) zou dan langdurig blijven liggen en kan met name door condens vocht een aan bederf onderhevige koek op de meelring vormen waarin bovendien sommige insecten zich graag nestelen.

ringmeel

jager, strijker

Daarom is aan de loper een z.g. jager of strijker bevestigd die het meel voor zich uit schuift over de meelring in de richting van de uitloop zodat er geen meelkoek kan ontstaan. Het gebruik van de strijker maakt het regelmatig reinigen van de ruimte tussen kuipwand en loper echter niet overbodig!

maalbak

Het meel dat in de meelpijp valt komt vervolgens terecht in de maalbak, een langwerpige (vaak taps toelopende) houten bak die gedeeltelijk met plankjes is afgedekt. Vóór de afvoeropening hangt de stofschort, een stuk linnen of zeildoek om stofvorming te beperken.

stofschort

De meelzak waarin het meel uiteindelijk wordt opgevangen hangt aan twee haakjes onderaan de maalbak. De meelzak wordt opengehouden door een derde haak die is bevestigd aan een touw dat over een rol loopt en waaraan aan het andere uiteinde een contragewicht is bevestigd. Tegenwoordig wordt vaak om hygiënische reden in papieren zakken gemalen; deze worden met twee eenvoudige metalen klemmen aan de maalbak bevestigd.

scheiplank

De afvoeropening van de maalbak kan worden afgesloten met de scheiplank. De meeltoevoer naar de meelzak kan daarmee worden onderbroken. Dit is nodig als de meelzak vol is en de molenaar deze moet afhaken en vervangen door een lege. Daarna verwijdert de molenaar de scheiplank weer en komt de meelafvoer weer op gang. Het maalproces wordt tijdens het verwisselen van de zakken niet onderbroken.

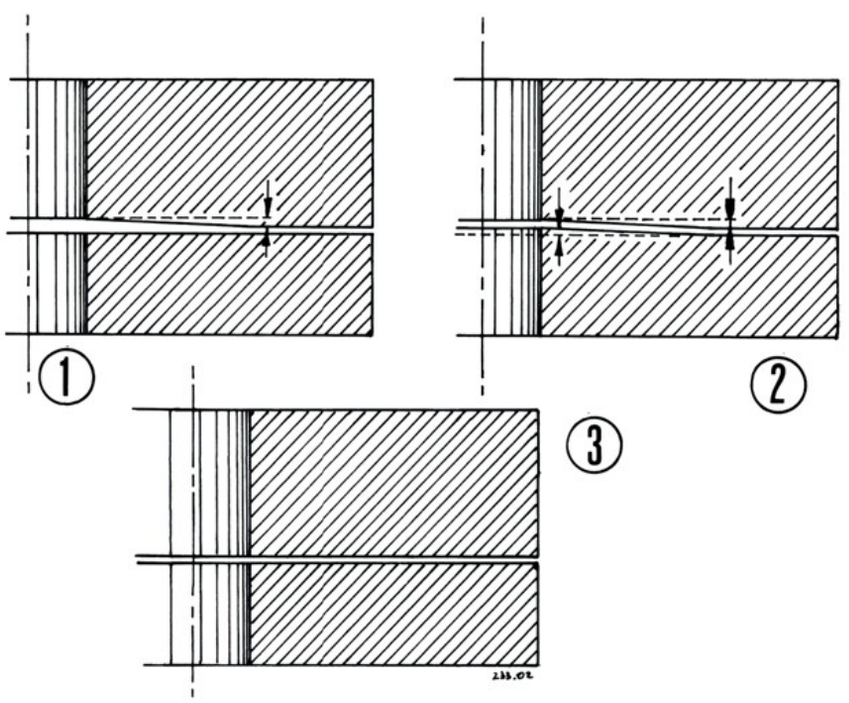


Fig. 12.7.1.1
Rijke of arme stenen

1. *voorbeeld van een juist gebild stel stenen*
2. *een goed gebilde, arme, loper maar de ligger is te rijk*
3. *de loper is te rijk*

12.7 HET MAALPROCES

12.7.1 Het malen

entree, arme steen
rijke steen
scherpsel

Molenstenen werken d.m.v. druk, snijvermogen en beweging. De ligger behoort op het maalvlak volkomen vlak te zijn terwijl de loper op het binnenste gedeelte van het maalvlak (de entree) enigszins hol moet zijn, in vakjargon een arme steen genoemd. Een vlakke steen wordt een rijke steen genoemd. (fig. 12.7.1.1)
Op het maalvlak van zowel ligger als loper is een scherpsel (zie 12.7.2) aangebracht. Het doel van dit scherpsel is drieledig:
a. het vergroten van snijvermogen
b. het aantrekken van koellucht voor het meel tussen de stenen
c. het transporteren van maalgoed en meel

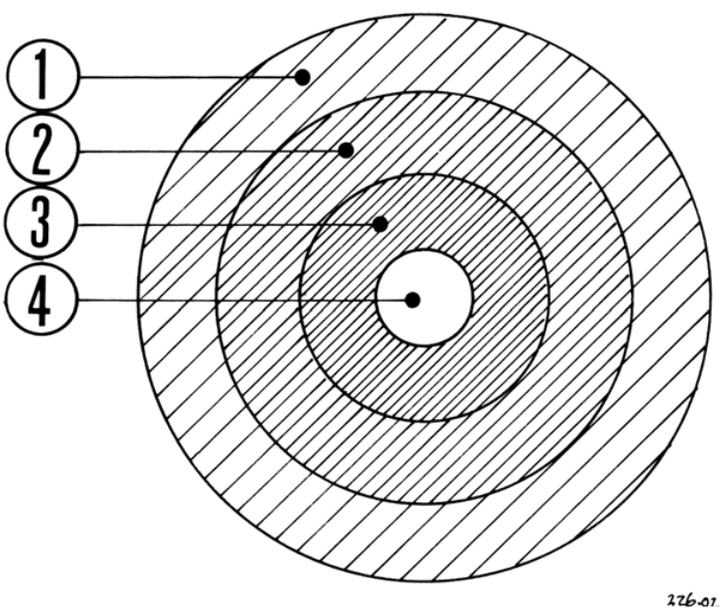


Fig. 12.7.1.2
Schematische indeling van het maalvlak

1. *maalbaan*
2. *breekvlak*
3. *entree*
4. *kropgat*

Het binnenste gedeelte van het maaloppervlak, waar de ruimte tussen de stenen het grootst is dient voor de verdeling van het maalgoed. Het middelste gedeelte, waar de ruimte tussen de stenen nauwer wordt, dient voor het breken van het maalgoed terwijl het buitenste gedeelte, waar de stenen het dichtst bij elkaar komen, voor het fijnmalen van het maalgoed dient.
Als de molen langzaam draait is de door de steenspil op de schuddebak overgebrachte schokbeweging gering: er komt weinig graan tussen de stenen en dat wordt gemakkelijk gemalen. Draait de molen sneller dan komt daardoor niet alleen méér graan tussen de stenen maar wordt dat graan door de sneller draaiende loper ook veel sneller tussen de stenen naar buiten gevoerd.
Dit levert een te grof meel op; de reden hiervan is dat door de grotere hoeveelheid graan de druk per graankorrel sterk afneemt.
Om dat te voorkomen grijpt de molenaar in.

© Het Gilde van Molenaars

lichtstok, licht

Met behulp van de lichtstok, kortweg de licht genoemd, wordt de loper iets omlaag gebracht waardoor de ruimte tussen beide stenen kleiner en de druk groter wordt. Het graan zal nu weer op de gewenste wijze worden gemalen. Deze handeling van de molenaar, het dichter bij elkaar brengen van de stenen, heet

bijhouden, bijsteken

bijhouden of bijsteken.

uitlichten

Neemt de snelheid van de loper weer af dan vergroot de molenaar de afstand tussen beide stenen weer iets. Deze handeling heet uitlichten.
Door het afwisselend bijhouden of uitlichten zorgt de molenaar ervoor dat de fijnheid van het meel zo constant mogelijk blijft want dat is wat de bakker verlangt: een product van constante kwaliteit.
Het bijhouden en uitlichten van de stenen is de voornaamste taak van de korenmolenaar. Die dient voortdurend, hoofdzakelijk op het gehoor, de snelheid van het gevlucht in de gaten te houden. En steeds met de hand de fijnheid en de temperatuur van het meel te controleren.
Het spreekt vanzelf dat automatisering van het bijhouden en uitlichten door de komst van de regulateur een belangrijke stap voorwaarts betekende op het gebied van een constante meelkwaliteit. Ook leverde dit een verlichting op van het werk van de molenaar, zodat deze meer tijd en aandacht kon schenken aan andere aspecten van zijn werk.

12.7.2 De maalstenen

Duitse steen, blauwe steen

Natuursteen, die voldoende ruw en stroef is en een open structuur heeft (een natuurlijk snijvermogen bezit) is als maalsteen geschikt. Zo kennen we de Duitse of blauwe steen die uit de Eifel komt en van vulkanische oorsprong is.
De blauwe steen is vrij zacht en goed te gebruiken voor het malen van tarwe.

Franse steen

Een tweede belangrijke soort is de Franse steen. Deze is samengesteld uit stukken zoetwaterkwarts dat zeer hard is en eveneens geschikt voor het malen van tarwe (fig.12.7.2.1)

kunststenen maallaag, ballastlaag

Behalve natuurstenen worden er ook kunststenen gefabriceerd, die bestaan uit een maal- en een ballastlaag (zie fig. 12.7.2.2). De maallaag bestaat uit stukjes natuursteen die samen met een vloeibaar bindmiddel in een kuip worden

massieve kunststeen

verhard en als maalsteen geschikt worden gemaakt. Dit noemt men massieve kunststeen omdat het oppervlak van gelijkmatige samenstelling is.

kunststeen met zachte uitslag uitslag, bodemsel kerf

Naast massieve kunststeen bestaat er ook kunststeen met zachte uitslag. Dat vergemakkelijkt het scherpen (billen). Daarbij is de uitslag of bodemsel, het gedeelte dat gebild moet worden, van een zachtere steensoort dan de kerf die moet blijven staan en van harder materiaal is gemaakt (fig. 12.7.3.1)
Kunststenen zijn doorgaans zeer geschikt voor het malen van veevoeders zoals gerst, haver en maïs. De afgelopen decennia zijn echter ook kunststenen

flintsteen

gemaakt waarbij de steensoort flint wordt toegepast. Deze ‘flintstenen’ blijken in de praktijk zeer geschikt voor het malen van tarwe.

zeventienders, zestienders

Een nieuwe loper is ca. 40 cm dik, een nieuwe ligger ca. 30 cm. Het gewicht is uiteraard afhankelijk van de diameter en de steensoort. Er is een grote variatie in diameter. Het meest voorkomend zijn stenen met een diameter van 1.50 m en 1.40 m, zeventienders en zestienders genoemd.
Vijftienders, veertienders en dertienders, met diameters van resp. 1.30 m, 1.20 m en 1.10 m komen minder voor. De benaming zeventiender, zestiender etc. zou gebaseerd zijn op oude omtrekmaten in Amsterdamse voeten, al zijn hier nog steeds onduidelijkheden over.
Een nieuwe zestiender loper van blauwe steen weegt ca. 1200 kg en een nieuwe zestiender ligger ca. 900 kg.

© Het Gilde van Molenaars

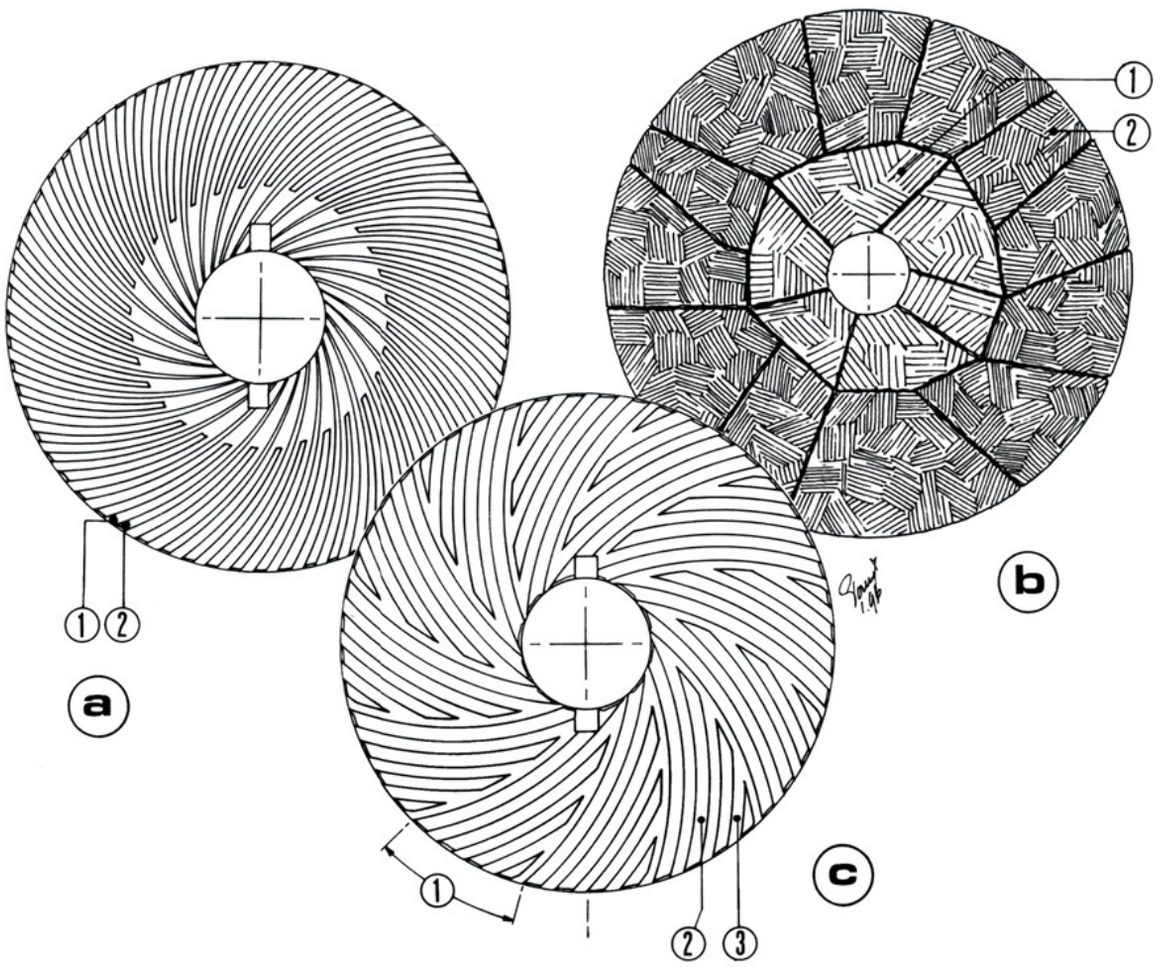


Fig. 12.7.2.1
De maalstenen

a. Duitse blauwe steen met zwaaischerpsel
1. uitslag of bodemsel
2. kerf

b. Franse steen
1. zachte delen
2. harde delen

c. kunststeen met pandscherpsel
1. pand
2. kerf
3. uitslag of bodemsel

De stenen zijn tijdens het maalproces aan slijtage onderhevig en zullen, mede doordat ze steeds opnieuw moeten worden gescherpt in de loop van de tijd dunner en minder zwaar worden. Een afgemalen loper heeft een te laag gewicht gekregen om nog voldoende maaldruk te kunnen uitoefenen. Hij kan dan echter nog wel goed als ligger worden gebruikt. Ook kwam het voor dat afgemalen lopers met een eenvoudige ballastlaag van beton werden opgestort om zo weer voldoende maaldruk te kunnen uitoefenen.

kropgat, steengat

Zowel loper als ligger heeft in het centrum een rond gat. Het gat in de loper wordt kropgat genoemd, dat in de ligger steengat. In het steengat van de ligger wordt de steenbus aangebracht (zie 12.4.2), Hierin wordt de bolspil gelagerd en kan deze op- en neer bewegen. Om te voorkomen dat stof en maalgoed in het

lager komen wordt het steengat afgesloten door een (zinken) deksel
Het kropgat van de loper herbergt de rijn en de klauw. In dit gat valt het graan dat tussen de stenen wordt gebracht.

kraangaten

Maalstenen hebben in hun buitenomtrek de z.g. kraangaten. Deze zijn nodig om de steen in de steenkraan te kunnen hangen.

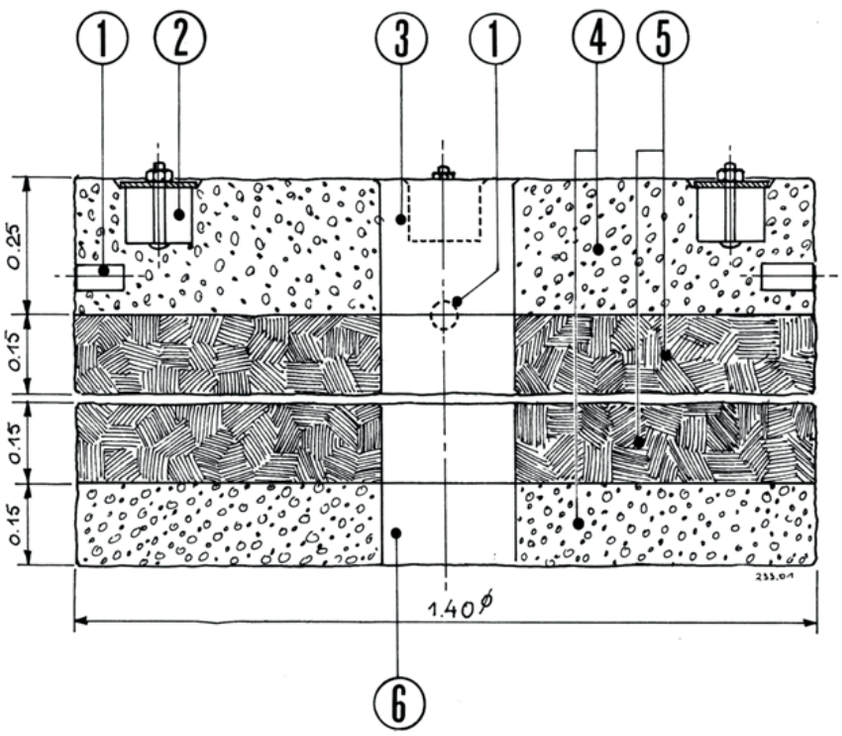


Fig. 12.7.2.2
Doorsnede van een kunststeen

1. *kraangat*
2. *balanceerbus*
3. *kropgat*
4. *ballastlaag*
5. *maallaag*
6. *steengat*

12.7.3 Het billen en het scherpsel

scherpsel, billen scherpen

Het werkend oppervlak van loper en ligger wordt voorzien van een bepaald groevenpatroon, het scherpsel. Het aanbrengen van dit scherpsel wordt billen of gewoonweg scherpen genoemd. Dit verbetert het snijvermogen, verhoogt de kwaliteit van het meel en versnelt het productieproces.

kerven uitslagen

Een scherpsel bestaat uit afwisselend naast elkaar liggende kerven (de richels) en uitslagen (de groeven, ontstaan door het weghakken van steenmateriaal). Scherpsels kunnen sterk van vorm verschillen. Zo zijn er met veel of met weinig kerven. Scherpsels kunnen recht of gebogen zijn. Verder kan de verdeling over het maaloppervlak sterk verschillen.

© Het Gilde van Molenaars

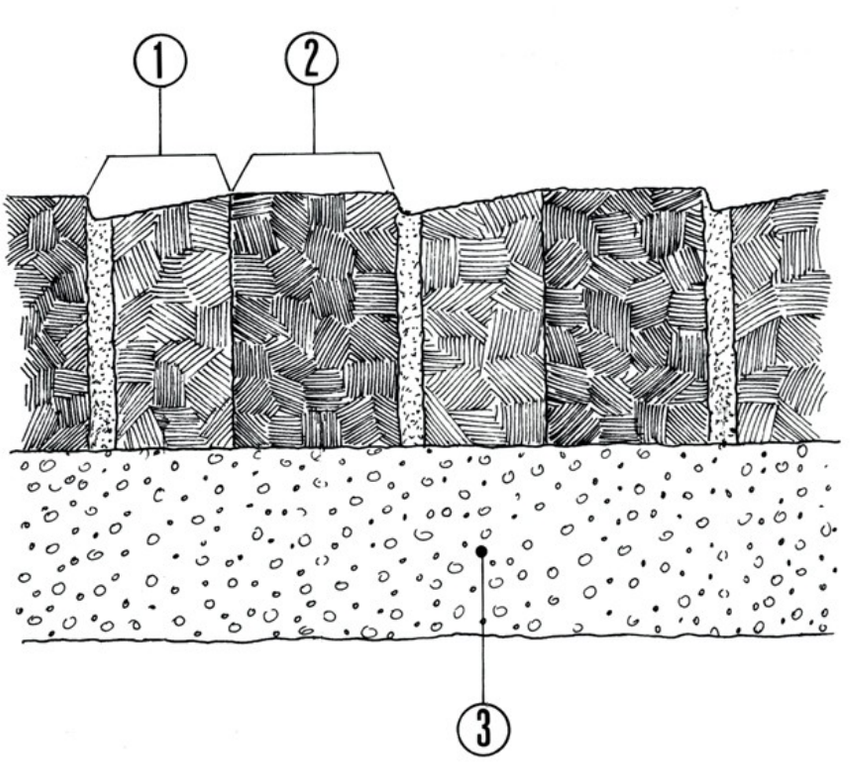


Fig. 12.7.3.1
Doorsnede van een steen met zachte uitslag

1. *uitslag of bodemsel*
2. *kerf*
3. *ballastlaag*

Welk scherpsel men kiest hangt af van de structuur van de steen, het te malen product, de gewenste meelkwaliteit en de gewenste productiesnelheid en hoeveelheid.

pandscherpsel, zwaaischerpsel rechtscherpsel, stralenscherpsel

Voorbeelden van scherpsels zijn het pandscherpsel, het zwaaischerpsel en het recht- of stralenscherpsel. Bij het pandscherpsel zijn de kerven in panden (of pandsels) over het maaloppervlak verdeeld. Daarbij bestaat ieder pand uit een hoofdkerf en enkele nevenkerven.

voorbijligging

Bij zwaaischerpsels kunnen de in gebogen banen lopende kerven gericht zijn op het centrum van het kropgat, ze kunnen echter ook op gelijke afstanden aan dat centrum voorbijlopen. Men spreekt dan van voorbijligging.

Voor stralenscherpsels geldt hetzelfde als voor zwaaischerpsels: de in dit geval volgens rechte lijnen verlopende kerven kunnen ook hier gericht zijn op het middelpunt van het kropgat of daaraan op gelijke afstanden voorbijlopen.
N.B.: een zwaaischerpsel en een rechtscherpsel kunnen tegelijkertijd pandscherpsel zijn!

scherpen

We hebben al vermeld dat de stenen slijten door het maalproces. De kerven worden stomp. Het wordt dan tijd de stenen opnieuw te scherpen (billen). De uitslagen worden weer op diepte gebracht en de snijrand van de kerven scherp gemaakt. Billen is een inspannend en tijdrovend werk dat bovendien zeer nauwkeurig moet gebeuren en groot vakmanschap van de molenaar eist.

bilhamer

Het billen of scherpen geschiedt m.b.v. de bilhamer. Deze weegt ongeveer 1½ kg en is aan beide zijden voorzien van een brede hardstalen bek. De laatste decennia worden vrijwel alleen nog hamers gebruikt die voorzien zijn van zogenaamde ‘widia’-punten. Widia is Duits en komt van ‘wie Diamant’ (‘zoals diamant’). Deze punten zijn zo hard dat ze vrijwel niet bot worden.

© Het Gilde van Molenaars

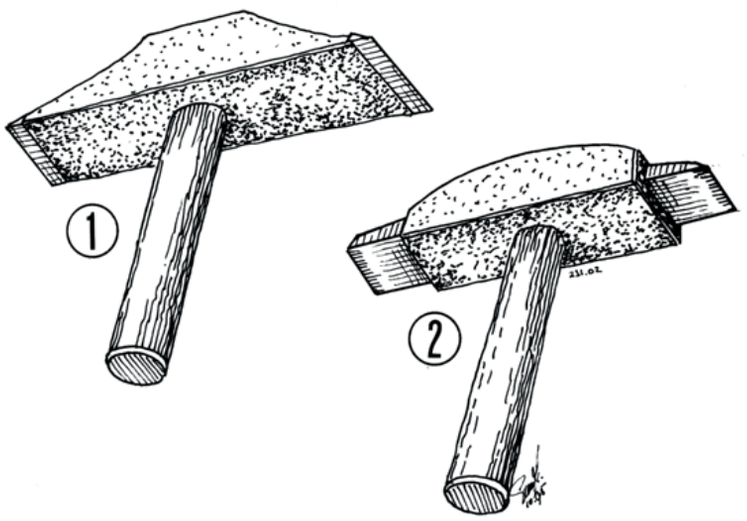


Fig. 12.7.3.2
Bilhamers

1. *bilhamer met hardstalen punten*
2. *bilhamer met verwisselbare inzetstukken*

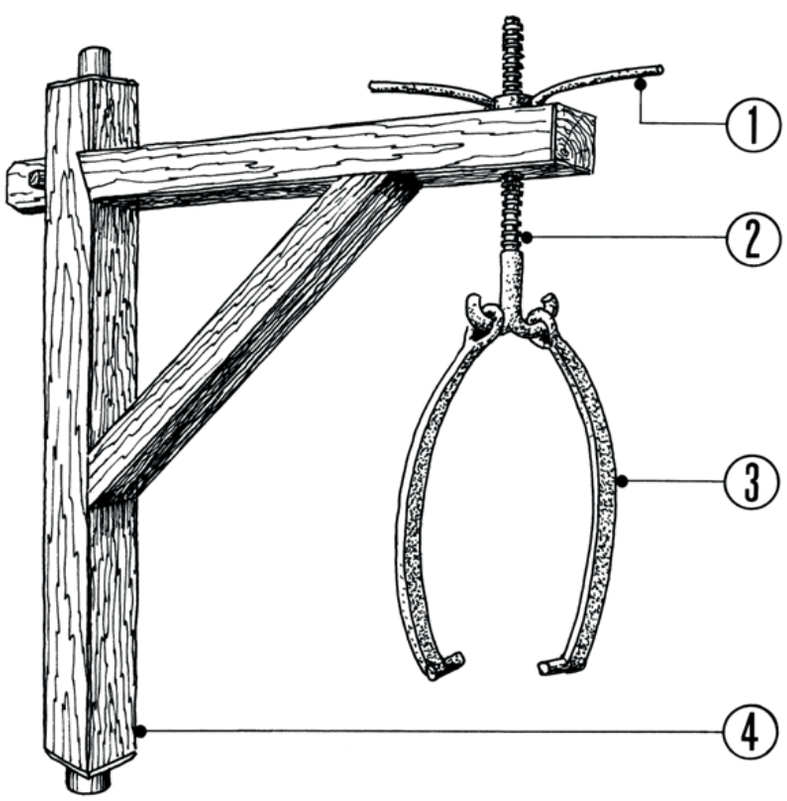


Fig. 12.7.3.3
De steenkraan

1. *spindelmoer*
2. *spindel*
3. *kraanbeugels*
4. *kraan*

steenkraan
kraanbeugels

Om de stenen te kunnen billen moet het maalkoppel worden opengelegd. Dat doet men met behulp van de steenkraan. Deze wordt boven de loper gedraaid en de pennen van de kraanbeugels worden in de kraangaten van de loper gestoken. Daarna draait men met de spindelmoer, die zich op de dwarsbalk van de

© Het Gilde van Molenaars

steenkraan bevindt, de loper omhoog, zwenkt de kraan opzij en kantelt de loper in de kraanbeugels.
Moet de loper gebild worden dan legt men deze omgekeerd op de ligger.
Moet de ligger gebild worden dan zet men de loper doorgaans op zijn kant naast de ligger, boven een zware vloerbalk en goed ondersteund en vastgezet. (zie ook 12.9.4)
De steenkraan moet de loper kunnen tillen en dus solide van constructie zijn. Hij is meestal van hout en bestaat uit een verticale staander en een ondersteunde dwarsbalk. Door de dwarsbalk steekt een schroefspindel die aan de spindelmoer hangt. Onderaan de spindel hangen twee kraanbeugels, voorzien van dikke pennen die in de kraangaten van de steen passen.

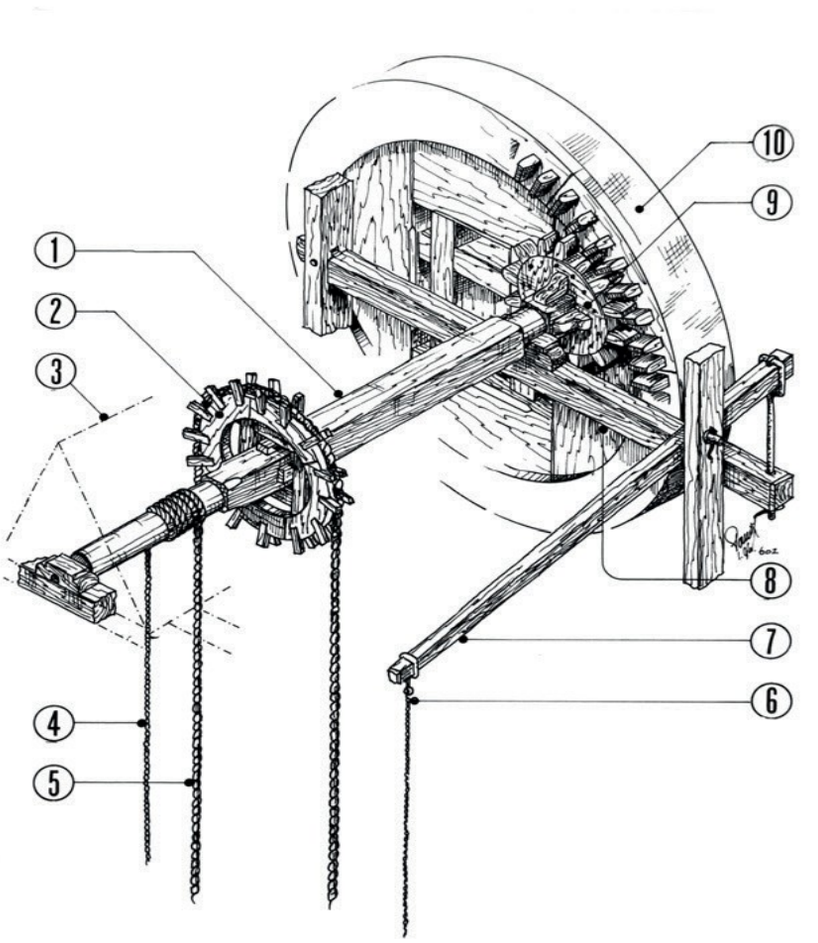


Fig. 12.8.1.1
Luiwerk van de standerdmolen

1. *luias*
2. *gaffelwiel*
3. *luikap*
4. *luitouw*
5. *gaffeltouw*
6. *stuurtouw voor het luiwerk*
7. *lichtboom*
8. *pasbrug*
9. *sterre- of varkenswiel*
10. *bovenwiel of aswiel*

© Het Gilde van Molenaars

12.8 LUIWERK EN AFSCHIETWERK

12.8.1 Het luiwerk

luien
luias, luitouw

Luien is het ophijsen van maalgoed. Daarvoor is boven in de molen een as aangebracht, de luias waaraan een touw, het luitouw, is bevestigd. De molenaar kan de luias aan het draaien brengen waardoor het luitouw om de luias wordt gewikkeld en een aan het uiteinde bevestigde zak maalgoed omhoog wordt getrokken.

luiwerk

Als er heel weinig wind is en de molen nauwelijks rondkomt kan de molenaar geen gebruik maken van het luiwerk om een zak maalgoed omhoog te brengen want het gewicht van dat maalgoed is dan al voldoende om de molen te doen stilstaan.

gaffelwiel

In sommige streken zijn de bovenkruiers, evenals de standerdmolens, voorzien van een gaffelwiel op de luias. Dit is een houten wiel met op de buitenomtrek een aantal gaffels. Tussen die gaffels loopt het gaffeltouw, een touw zonder einde, door één of meerdere zolders. Door hieraan te trekken wordt de luias in beweging gebracht en kan de molenaar het maalgoed handmatig luien of laten zakken. Maalgoed laten zakken heet afschieten

afschieten

luikap

Het luien op de standerdmolen gebeurt buiten. De luias van de standerdmolen ligt boven in de kast, min of meer evenwijdig aan de bovenas. Het achtereind ervan is gelagerd buiten de kast onder de luikap. Het luitouw is onder deze luikap aan de luias bevestigd.

varkenswiel, sterrewiel

Aan het andere uiteinde van de luias is een varkens-of sterrewiel bevestigd, met kammen op de buitenomtrek, dat langs de binnenomtrek van de kammen van het bovenwiel (aswiel) kan draaien. De luias met het varkenswiel ligt in het lager op de pasbrug. Met het stuurtouw, hangend aan het einde van de lichtboom kan de molenaar de luias zodanig omhoog brengen dat de kammen van het varkenswiel tussen die van het draaiende bovenwiel worden getrokken waardoor de luias gaat draaien. Om de schok van het in elkaar grijpen van de kammen van het bovenwiel en luiwiel te beperken wordt aan de luias met behulp van het gaffeltouw en gaffelwiel (handbediening!) al een beginsnelheid gegeven. Dit voorkomt kambreuk.

pasbrug, stuurtouw
lichtboom

sleepwiel

Soms is het varkenswiel vervangen door een sleepwiel dat in beweging wordt gebracht door de voorvelg of de binnenzijde der kammen van het bovenwiel.

sleepluiwerk, kammenluiwerk
luizolder
luitafel

In bovenkruiers onderscheiden we het sleepluiwerk en het kammenluiwerk. Een sleepluiwerk dat het meest voorkomt is als volgt uitgevoerd: Op de luizolder is rond de koningsspil een stevig wiel bevestigd waarop de luitafel is aangebracht. Soms is de luitafel gecombineerd met het spoorwiel.

© Het Gilde van Molenaars

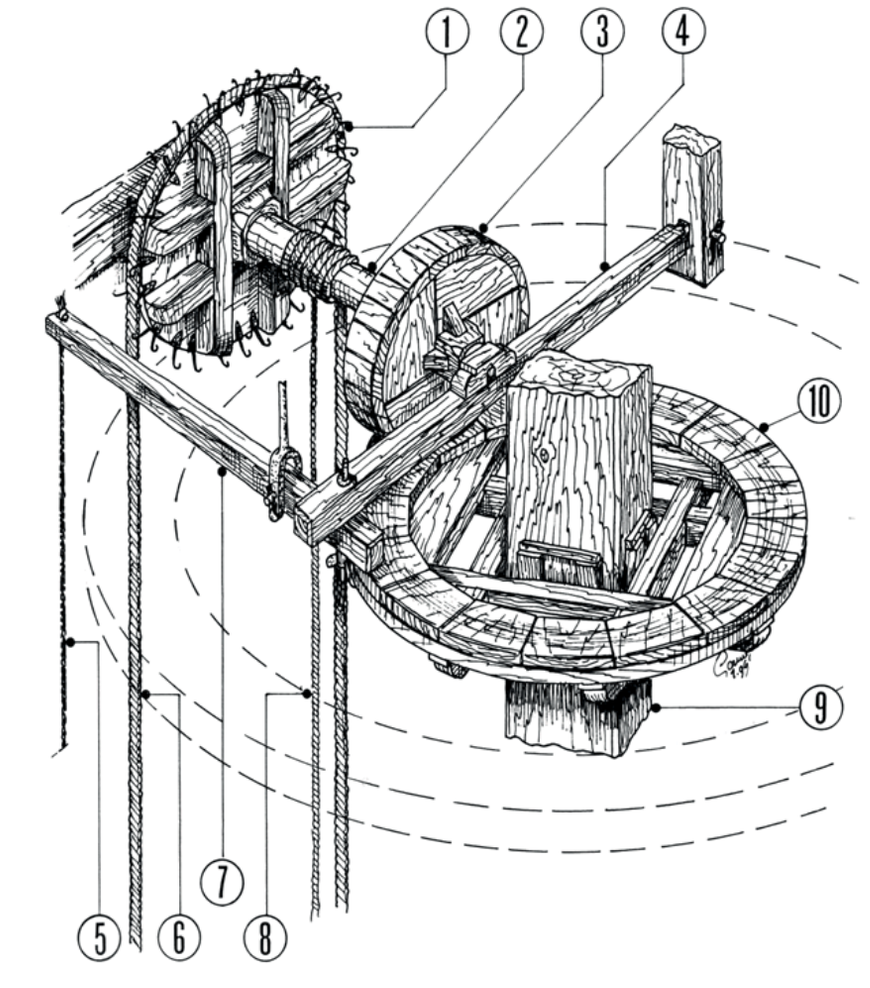


Fig. 12.8.1.2
Het sleepluiwerk

1. *gaffelwiel*
2. *luias*
3. *lui- of sleepwiel*
4. *pasbrug*
5. *stuurtouw*
6. *gaffeltouw*
7. *lichtboom*
8. *luitouw*
9. *koningsspil*
10. *luitafel*

luiwiel

Boven de luitafel bevindt zich aan het eind van de luias een sleepwiel, het luiwiel. Dit sleepwiel kan men via het stuurtouw van de lichtboom op de draaiende luitafel laten zakken waardoor de luias in beweging komt en gaat winden. Om het luiwiel is soms een oude autoband aangebracht voor een betere grip op de luitafel. Soms is het sleepluiwerk conisch uitgevoerd.

kammenluiwerk

Bij een kammenluiwerk zijn luitafel en luiwiel uitgevoerd als kamwiel (of als kamwiel en rondsel). Dan is het verstandig de luias handmatig een beweging in de goede richting mee te geven alvorens het luiwerk in zijn werk te trekken. Dit kan uiteraard alleen indien er een gaffelwiel aanwezig is.

luibonkelaar

Op veel molens is het kammenluiwerk zodanig uitgevoerd, dat het luiwiel niet van boven op de luibonkelaar wordt neergelaten maar ervan onderen in wordt getrokken. Dit wordt ook wel ‘intrek-luiwerk’ genoemd. Er zijn ook sleepluiwerken waarbij het luiwiel van onderen tegen de luitafel wordt aangetrokken. Een eventuele breuk van het stuurtouw veroorzaakt dan minder schade.

© Het Gilde van Molenaars

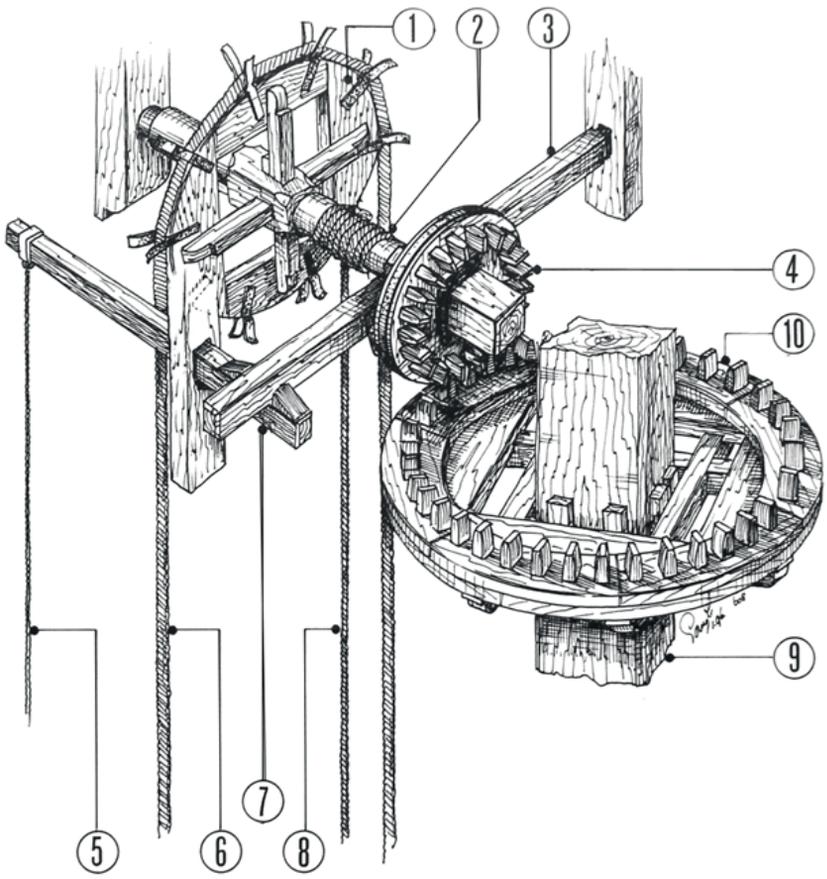


Fig. 12.8.1.3
Het kammenluiwerk

1. *gaffelwiel*
2. *luias*
3. *pasbrug*
4. *luiwiel*
5. *stuurtouw*
6. *gaffeltouw*
7. *lichtboom*
8. *luitouw*
9. *koningsspil*
10. *luibonkelaar*

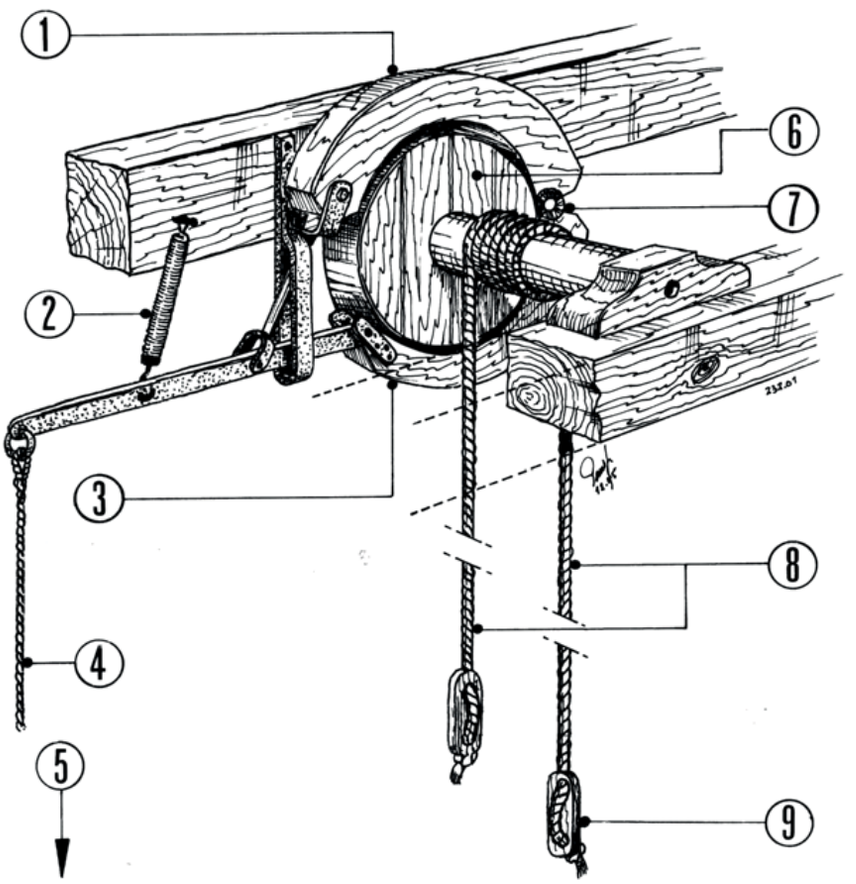


Fig. 12.8.2.1
Het afschietwerk

1. *vangblokje*
2. *trekveer*
3. *vangblokje*
4. *stuurtouw*
5. *trekrichting bij het afremmen*
6. *vangwieltje*
7. *scharnierpunt*
8. *op en afgaand touw*
9. *molenaartje*

12.8.2 Het afschietwerk

afschietwerk

Afschieten is het laten zakken van maalgoed. Een afschietwerk werkt niet op windkracht maar op zwaartekracht. Hierbij is een lang touw enkele slagen om de as gewikkeld. Terwijl het ene eind van het touw met een zak meel omlaag zakt, komt het andere eind van het dubbel uitgevoerde luitouw omhoog (zodat daarmee tegelijkertijd eventueel iets van een lichter gewicht omhoog gehesen kan worden). Rond de luias is een vangwieltje bevestigd waaromheen een tweetal vangblokjes, te bedienen met een hefboom. Daarmee kan men de valsnelheid van de neergaande zak afremmen.

vangwieltje
vangblokjes

afschieten

Met een sleepluiwerk kan men ook zakken meel afschieten maar dan moet men na elke keer dat een zak meel is neergelaten het luitouw eerst weer omhooghalen alvorens de volgende zak te kunnen afschieten.
De valsnelheid kan worden beperkt door het luiwiel over de luitafel te laten slippen. Met een kammenluiwerk kan men niet afschieten!

© Het Gilde van Molenaars

12.9 SPECIFIEKE TAKEN VAN DE KORENMOLENAAR

12.9.1 Inleiding

De opleiding voor molenaar leidt op voor het bedienen van een onbelaste molen. De in deze paragraaf behandelde lesstof behoort daarom niet tot de examenstof. Voor (leerling-) molenaars die op (nog werkende) korenmolens gaan werken is kennisnemen van onderstaande zaken betreffende het gaande werk echter wel wenselijk.
Zie voor aanwijzingen betreffende veilig werken ook Hfdst. 10.

12.9.2 Het in bedrijf stellen

Vóórdat de molenaar gaat kruien:
- worden de maalkoppels waarmee niet gemalen wordt uit het werk gezet.
- wordt de loper van het koppel waarmee wel gemalen wordt uitgelicht. Immers, bij het verlaten van de molen zijn alle koppels als extra stormbeveiliging in het werk gezet en de lopers bijgehouden of bijgestoken, d.w.z. op de liggers gelegd. (zie ook 7.1.1).

Vóórdat de molenaar gaat malen:
- wordt de molen gereed gemaakt voor gebruik en worden eventueel zeilen voorgelegd.
- wordt de smering gecontroleerd van de lagers van het maalkoppel waarmee gemalen zal worden.
- wordt gecontroleerd of er voldoende maalgoed in het kaar zit en of het kropgat, door welke oorzaak dan ook, niet vol zit met graan.
- wordt de stand van de schuddebak gecontroleerd. De definitieve afstelling kan pas tijdens het malen worden bepaald.

12.9.3 Het luien

Het luiwerk is tot ca. 70 kg belastbaar. Luit men méér dan kan het gebeuren dat het luiwerk niet meer vrijkomt van de luitafel (sleepluiwerk) of de luibonkelaar (kammenluiwerk). De zak kan dan om de luias slaan en openscheuren. Vergeet ook niet de lageringen van de luias van tijd tot tijd te smeren.

12.9.4 Het openleggen van een maalkoppel

Dit is voor de korenmolenaar een omvangrijke taak die bovendien enig gevaar met zich meebrengt. Het te gebruiken gereedschap, met name de steenkraan, dient dan ook in goede staat te verkeren. De helpers bij dit karwei moeten vooraf goed geïnstrueerd zijn. Men legt een koppel stenen open voor reparatie of om de stenen te billen. De werkwijze is in beide gevallen gelijk:
- Verwijder achtereenvolgens het kaar, de schuddebak, de kaarbomen, de stofplanken, de kuipdeksels en de kuipdelen. Zet deze onderdelen ver van het open te leggen koppel dan staan ze niet in de weg.

© Het Gilde van Molenaars

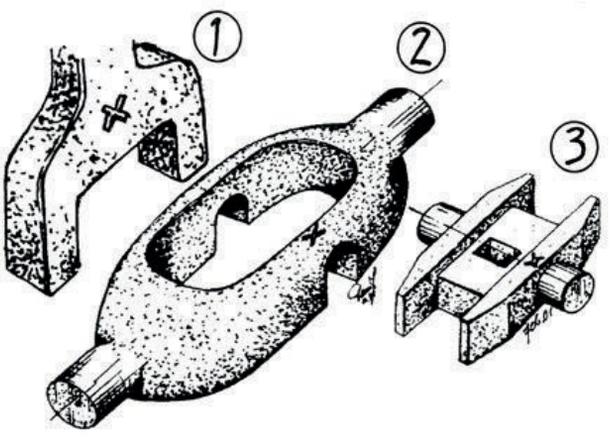


Fig. 12.9.4.1
De merktekens op spil en rijn

1. *klauw van de steenspil*
2. *buitenrijn*
3. *binnenrijn*

- Zorg dat er op de steen, de spil en de rijn merktekens staan. Zo niet: breng ze dan alsnog aan (fig. 12.9.4.1)
- Verwijder vervolgens voorzichtig de steenspil. Pas op dat de klauw van de spil tijdens het opzij zwaaien de rijn niet beschadigt (fig. 12.9.4.2). Haal de spil op tot ruim boven de loper, zet hem daarna weg naast de ligger en zeker hem tegen omvallen.

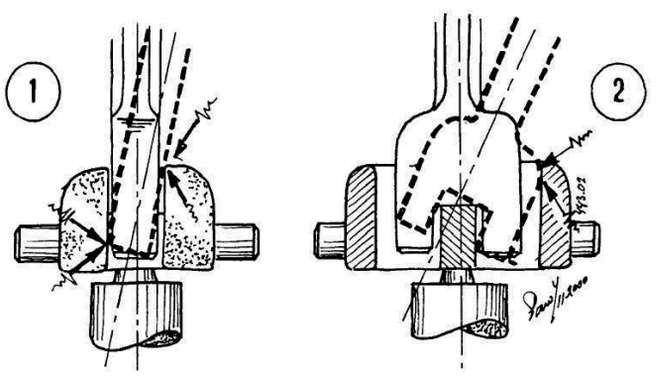


Fig. 12.9.4.2
Waarop men moet letten bij het uitnemen van de steenspil

1. *weinig ruimte bij het uitlichten van de spil*
2. *veiliger stand van de rijn bij het uitlichten*

- Licht en kantel nu de loper met de steenkraan. Gebruik de juiste kraangaten: het meest in het midden. Bij een goed functionerend systeem kan men de loper nadat men deze eerst met de spindelmoer vrij van de ligger omhoog heeft gedraaid eenvoudig verder omhoog draaien door aan de steen zelf te draaien waarbij de spindelmoer stil staat. Dit werkt eenvoudiger en lichter dan de loper met de grote moer omhoog te draaien. Zet de loper neer op een plaats waar een balk onder de vloer aanwezig is en borg hem met twee klossen tegen wegrollen.
  Wil men de loper scherpen, leg hem dan omgekeerd op de ligger met een paar balkjes ertussen.
- Wil men de steenbus schoonmaken, smeren of repareren dan moet de bolspil eruit. Meestal kan men deze er omhoog uittrekken. Zet de bolspil niet met de taats op de steen want dan raakt het wrijvingsoppervlak beschadigd. Dit kan later problemen met de smering opleveren. Bolspillen krijgt men soms moeilijk los. Licht in dat geval de bolspil zo ver mogelijk uit en onderstop de rijn. De bolspil zal dan loslaten als men voorzichtig op het lager tikt.

© Het Gilde van Molenaars

- Om het maalkoppel weer dicht te leggen voert men bovengenoemde werkzaamheden uit in omgekeerde volgorde. De merktekens moeten daarbij weer tegenover elkaar staan.

12.9.5 Het billen of scherpen van de maalstenen

De opleiding voorziet niet in het leren billen van maalstenen. Men leert dit slechts onder leiding van een ervaren vakman. Het is een secuur werkje en vraagt zeker de nodige oefening en het juiste gereedschap.
Een molenaar zonder ervaring dient er niet op eigen houtje aan te beginnen. Een goede maalsteen is sneller verprutst dan hersteld.

12.9.6 Het afstellen van de bolspil

Het belangrijkste dat men aan de bolspil kan afstellen is de plaats van de taatspot die in het kussen op de pasbalk zit. Voor het afstellen ervan staan vier wiggen ter beschikking: twee trek- en twee duwwiggen. Met de trekwiggen verplaatst men het kussen in een richting haaks op de pasbalk. Met de duwwiggen verplaatst men het kussen in een richting evenwijdig aan de pasbalk. Voor deze uiterst belangrijke afstelling verwijzen we naar het boek ‘Zingende Stenen’ van D.J. Abelskamp.

12.9.7 Het afstellen van de schoe of schuddebak

Voor de juiste afstelling van de schoe of schuddebak gebruikt men de pees of veter en de hanger. Hiermee geeft men de schoe meer of minder helling en bepaalt daarmee de hoeveelheid graan die per tijdseenheid in het kropgat valt. Door vervolgens dezelfde pees/veter meer of minder naar links of rechts over de hanger te verplaatsen bepaalt men de kracht waarmee de hoeken of de klapspanen van de steenspil tegen de aanslag tikken.

12.9.8 Diverse werkzaamheden

Wanneer men daadwerkelijk wil gaan malen zijn ernaast bovengenoemde nog veel meer aspecten. Deze vallen echter buiten de doelstelling van het Gilde van Molenaars (GVM), nl. het ‘voor de Prins’ laten draaien van molens. Aspirant-korenmolenaars verwijzen we naar de korenmolenaarscursus die het GVM geeft in samenwerking met het Ambachtelijk Korenmolenaarsgilde (AKG).

reinheid

Eén taak, nl. reinheid, brengen we met klem onder de aandacht. Wanneer men maalt voor menselijke consumptie is men verplicht te werken volgens de

hygiënecode

hygiënecode voor windmolens, watermolens en ambachtelijke maalderijen.
Het schoonhouden van de molen waarmee men maalt is daarbij zeer belangrijk.

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

Hoofdstuk 13 De pelmolen

Inhoud pagina

13.1 Inleiding 3

13.2 De inrichting 5

13.2.1 De indeling
13.2.2 De pelstenen
13.2.3 De zifterij
13.2.4 De waaierij
13.2.5 De jacobsladder

13.3 Het pelproces 13

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

13.1 INLEIDING

pelmolen

Pelmolens zijn ontstaan in de Zaanstreek vanaf 1639. Er hebben daar ruim 120 pelmolens gewerkt. Daar waren destijds de molenbouwtechniek, de ondernemers en het afzetgebied aanwezig. 'Het Prinsenhof' in Westzaan is als enige overgebleven. In het noorden van Nederland, met name Groningen, zijn meer pelmolens overgebleven. Daar werden rond 1900 de meeste molens voorzien van jacobsladders om het arbeidsintensieve werk te verlichten. Op 'De Jonge Hendrik' te Den Andel werd nog tot ongeveer 1986 op windkracht gepeld. Daarom bespreken we in grote lijnen de Groninger pelmolen, waarbij we zoveel mogelijk Groninger benamingen zullen gebruiken, met tussen haakjes andere (meest Zaanse) namen.

gerst
rijst

Aanvankelijk gebruikte men de pelmolen voor het pellen van gerst. Pas rond 1830, begon men er ook rijst mee te pellen. Rijstpelmolens hebben een iets andere inrichting, die we hier buiten beschouwing zullen laten. Gepelde gerst is

wintergerst

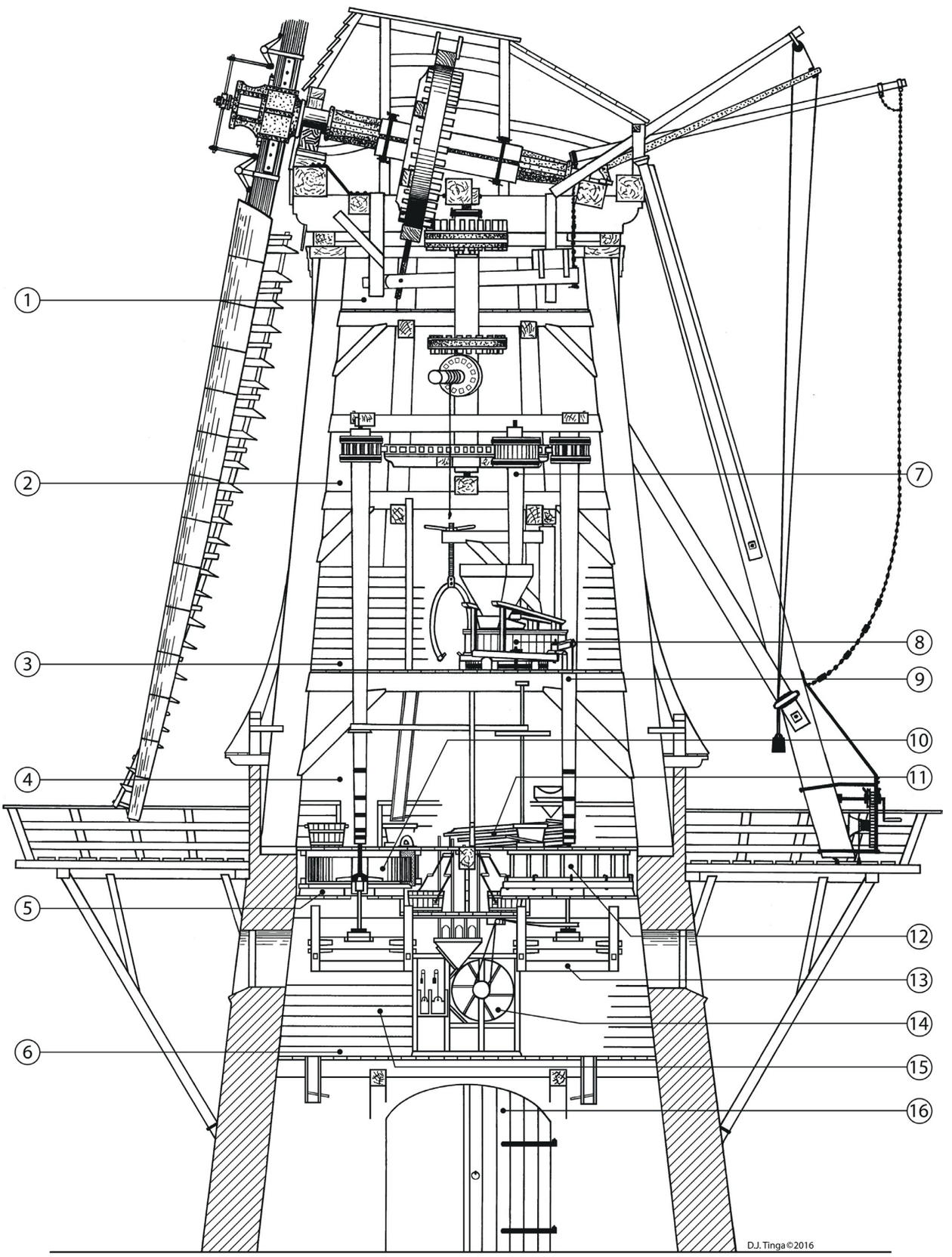
gort. Wintergerst is het meest geschikt om te pellen. Vooral gerst uit de nieuwe zeepolders van Groningen werd veel gebruikt.
In de Zaan werd voornamelijk gerst van buitenlandse oorsprong verwerkt.
Tot ver in de 19e eeuw was gort volksvoedsel. Het vond ook veel aftrek in kloosters en internaten en werd meegenomen door schepen als voedsel voor de bemanning omdat het vrij lang houdbaar was. Gort werd gegeten als pap, als brij en drooggekookt, waarbij men er verse of gedroogde vruchten, stroop, bruine suiker, boter, kaneel en dergelijke aan toevoegde. In Groningen werd (en wordt) het ook toegevoegd aan stamppot boerenkool met spek en (met)worst.

Pelmolens hebben van oudsher een breed hek (tot 185 cm) en brede (tot wel 80 cm) en naar voren komende windborden. Daarnaast hebben ze een diepe zeeg om de voor het pellen benodigde kracht te kunnen ontwikkelen. Ook was er voor het pellen een flinke wind nodig.

De komst van de zelfzwichting aan het eind van de 19^{e} eeuw heeft het iets makkelijker gemaakt de molen tijdens het pellen in bedwang te houden. Maar pellen blijft zwaar en vrij gevaarlijk werk omdat het door de kracht en de snelheid waarmee het gebeurt veel vergt van de molen en de deskundigheid van de molenaar.

De Groninger pelmolen verschilt van de Zaanse. Bijna alle Zaanse pelmolens waren uitsluitend gebouwd om te pellen en meestal ingericht met twee pelstenen. Ze moesten vanwege een gebrek aan harde wind noodgedwongen een groot gedeelte van het jaar stil staan. De Groninger pelmolens hadden naast twee pelstenen bijna altijd ook maalstenen. Men kon dan bij minder wind malen i.p.v. pellen. Ook watergedreven pelmolens hadden een gecombineerd bedrijf.
Een ander kenmerkend verschil tussen de pelmolens in het noordoosten en die in het westen van Nederland is bijvoorbeeld de mogelijkheid om op die laatste de steen te kunnen lichten; dit is op de Groninger pelmolens niet mogelijk. Ook de wijze waarop het product gezeefd wordt verschilt: in de Zaan gebeurde dit vóór het pellen op de 'koude harp' en vervolgens na het pellen op de 'warme harp'. In Groningen en in de rest van Noordoost-Nederland is maar één 'zifterij' aanwezig waarop het product wordt gezeefd. Verder is er een kenmerkend verschil in de pelstenen zelf: de Zaanse pelsteen bezit zes relatief smalle zoggaten (waaikerven) terwijl de Groninger pelsteen vier brede zoggaten heeft, die van het diepste punt bij het zogijzer (kerfijzer) heel geleidelijk over de steen uitlopen naar niets. Het overgangsgebied tussen de genoemde landsdelen laat ook een overgang in een aantal van deze verschillen zien.

© Het Gilde van Molenaars



© Het Gilde van Molenaars

Fig. 13.1.1
Doorsnede van een Groninger koren- en pelmolen

1. *kapzolder*
2. *luizolder*
3. *steenzolder*
4. *pel- of maalzolder*
5. *dustgroup (groep)*
6. *waaierzolder*
7. *steenspil*
8. *steenkoppel*
9. *pelspil*
10. *voorloper*
11. *zifterij (gortzeef)*
12. *naloper*
13. *paard met brugbalk (persbalk)*
14. *waaierij*
15. *dusthok (doppenhok)*
16. *invaart (inrit)*

13.2 DE INRICHTING

13.2.1 De indeling

In een Groninger pelmolen vindt men van boven naar beneden (fig. 13.1.1):

1. de kapzolder
2. de luizolder
3. de steenzolder
4. de pelzolder
5. de dustgroup (groep)
6. de waaierzolder
16. de invaart (inrit)

Op de steenzolder is het maalgedeelte ondergebracht. Zie daarvoor hoofdstuk 12, De korenmolen.
Op de steenzolder liggen meestal één of twee maalkoppels, verder is er een opslagruimte getimmerd voor te bewerken gerst, het zaad- of gersthok.

zaad- of gersthok
takrad (ravenwiel), steenschijf
pelschijven

Onder de luizolder hangt het takrad (Zaans: ravenwiel), dat de steenschijf (rondsel van de maalsteen) en de pelschijven (pelsteenrondsels) aandrijft. De pelschijven zijn opvallend kleiner dan de steenschijf. De overbrenging naar een maalsteen bedraagt ca. 1 : 6, die naar een pelsteen ca. 1 : 10. Een pelsteen moet in verband met het pelproces namelijk veel sneller draaien dan een maalsteen.
De steenspil van de maalsteen eindigt op z'n normale plaats in de loper van het maalkoppel.

pelspillen

De pelspillen zijn meer dan tweemaal zo lang, steken door de steenzolder en eindigen onder de pelzolder. De pelspillen bevinden zich tussen de beide stellingdeuren. Daar, onder de pelzolder, liggen de twee pelstenen, de voorloper en de naloper. Ze zijn omgeven door de extra zware dustgroupbalken.

voorloper, naloper
dustgroupbalken (slagbalken)

(in de Zaan 'slagbalken'). Pelstenen – die van zandsteen zijn gemaakt – draaien erg snel rond en sprongen nogal eens uit elkaar. De slagbalken onder de vloer vingen dan de brokstukken op. Ze zijn bekleed met dik touw.
De pelsteen pelt met de zijkant. Daarom kan men een pelsteen niet, zoals bij maalstenen, versterken met ijzeren banden.

schilddeksels (maanstukken)

Op de pelzolder (stellinghoogte) bevinden zich de schilddeksels (maanstukken) om de pelkoppels te kunnen bereiken. In die luiken zitten vierkante gaten,

pelrompen (maalkaartjes)
inlaatschuif

waarop de pelrompen (maalkaartjes) staan om gerst in te storten. Deze kleine karen zijn voorzien van een inlaatschuif, waardoor de gerst geleidelijk op de steen wordt gelaten. De schilddeksels liggen een paar centimeter boven de loper en sluiten goed op de kuipranden. Verder is er een zeefinrichting op de pelzolder opgesteld, de zifterij (gortharp) waarover de gort òf in het halfschilhok (gerstkas) òf naar de waaierij kan lopen. Deze bevindt zich een zolder lager, op de eerste verdieping onder de stelling. Hier hangen de brugbalken (persbalken) met de bolspillen van de pelstenen. De waaierij is een wanmolen, waarmee het product wordt gereinigd. Deze blaast de doppen en het stof in het dusthok.

zifterij (gortharp), halfschilhok
(gerstkas), waaierij
brugbalken (persbalken)

dusthok

© Het Gilde van Molenaars

13.2.2 De pelstenen

pelstenen, doodbed

Een koppel pelstenen bestaat uit een 'ligger' en een 'loper'. De ligger wordt doodbed genoemd en is soms uit zandsteen, soms uit een oude maalsteen, een ijzeren plaat of hout gemaakt. De loper is een harde zandsteen, meestal Bentheimer zandsteen, genoemd naar de vindplaats in Duitsland.

Bentheimer zandsteen

Derbyshire Peak District

De betere pelstenen (van 'millstone grit') komen uit het noorden van het Peak District in Derbyshire (Engeland).
Nieuwe pelstenen zijn 160 tot 185 cm breed en 30 tot 35 cm dik.
De pelstenen zijn op de bovenzijde plat en ruw. Op de onderzijde heeft de loper vier (Noordoost-Nederland) of zes (West-Nederland) sikkelvormige zoggaten

zoggaten

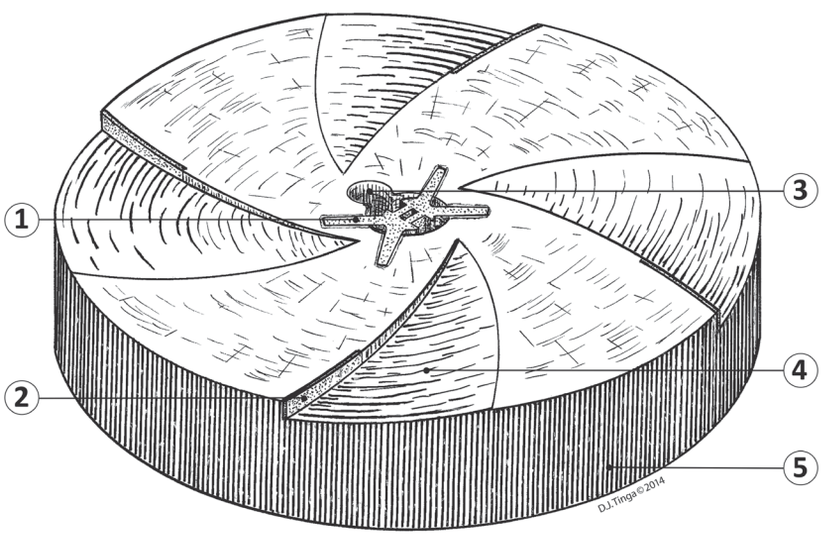


Fig. 13.2.2.1
De onderkant van een Groninger pelsteen

1. *zware viertaksrijn*
2. *zogijzer*
3. *handgat*
4. *zoggat*
5. *geribbelde buitenkant*

waaikerven
zogijzers, (kerfijzers)

(waaikerven). Ze blazen lucht naar de buitenzijde van de steen. Deze zoggaten zijn aan één zijde bekleed met smeedstalen strippen, de zogijzers (kerfijzers) die een te snelle slijtage van de steen op die plaats moeten voorkomen.

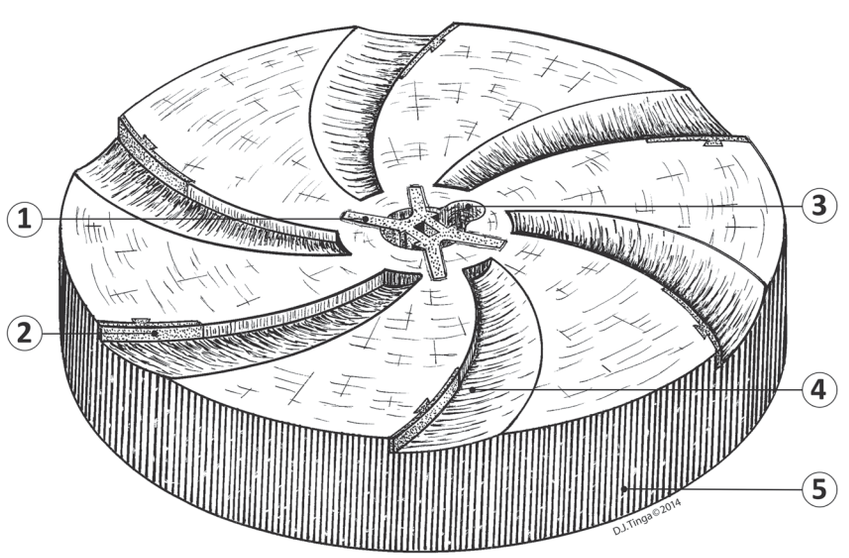


Fig. 13.2.2.2
De onderkant van een Zaanse pelsteen

1. *zware viertaksrijn*
2. *kerfijzer*
3. *handgat*
4. *waaikerf (of windkerf)*
5. *geribbelde buitenkant*

handgat

neutmes

Het handgat dient ervoor om de steenbus te kunnen smeren en bij de neuten rond de bolspil te kunnen komen. Om de neuten te lossen of de steenbus te smeren wordt gebruik gemaakt van het neutmes, een lange ijzeren staaf, aan de onderzijde breed, plat en scherp en aan de bovenzijde met een nok. Deze wordt tussen de neut en het daar aanwezige vulblik geslagen. Door een tik tegen de onderkant van de nok kan het vastgeslagen neutmes weer worden gelost. Daarna kan er wat vet worden aangebracht of kan het lager, door achter de neut een klein stukje blik te zetten, weer wat krapper worden afgesteld.

Fig.13.2.2.3
Neutmes

rauwbeitel

schoot (schepel)

Op de buitenomtrek van de loper zijn met een rauwbeitel vele, vaak iets schuin oplopende groeven aangebracht, die de gerstkorrels schuren en tevens omhoog werken, waardoor de schoot (schepel) niet zakt en vastloopt. De schoot is de ingelaten hoeveelheid gerst (12-25 kg), afhankelijk o.a. van de omtrek van de steen, de kracht van de wind en de conditie van de kuip.

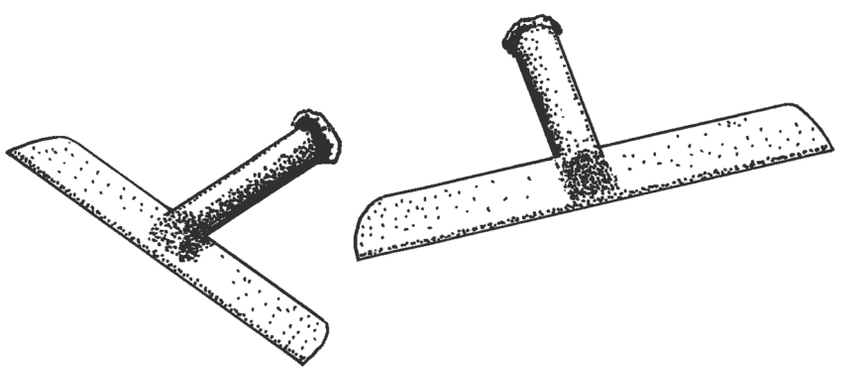


Fig.13.2.2.4
Rauwbeitels

kuipringen, kuipmantjes
kuipstijltjes, kuipraam
passtuk, sluitstuk

pelblik, blikpen, blikblok

doodbed
ringhout

stootplaat

De kuip bestaat uit twee zware houten kuipringen, die onderling met kuipmantjes (-stijltjes) verbonden zijn. Het kuipraam bestaat meestal uit 4 tot 5 segmenten, waarin een pas- of sluitstuk zit. Dit dient om de middellijn van de kuip te verkleinen of te vergroten naar gelang de omtrek van de steen. Het kuipraam is beslagen met pelblik. Hierin zijn om en om met een doorslag, de blikpen, op het blikblok (fig. 13.2.2.6) honderden gaatjes geslagen, van buiten naar binnen en andersom (in West- Nederland alleen van buiten naar binnen). Door alle bramen rond de gaatjes wordt het pelblik op deze wijze een grote rasp. Het doodbed (de 'ligger') is omgeven door het ringhout dat is vastgeklemd met een ijzeren spanband. Het ringhout reikt tot net onder het bovenvlak van het doodbed. Het doodbed is geheel vlak en heeft op de buitenzijde van het bovenvlak een voering, gemaakt van ronde gietijzeren platen (Zaans: ringblik). Ter hoogte van de uitloop is hierin een verstelbare rechthoekige ijzeren plaat, de stootplaat, aangebracht. Als de steen slijt wordt deze stootplaat een stukje met de pelkuip mee naar binnen geschoven, zodat de uitloop vrij blijft.

© Het Gilde van Molenaars

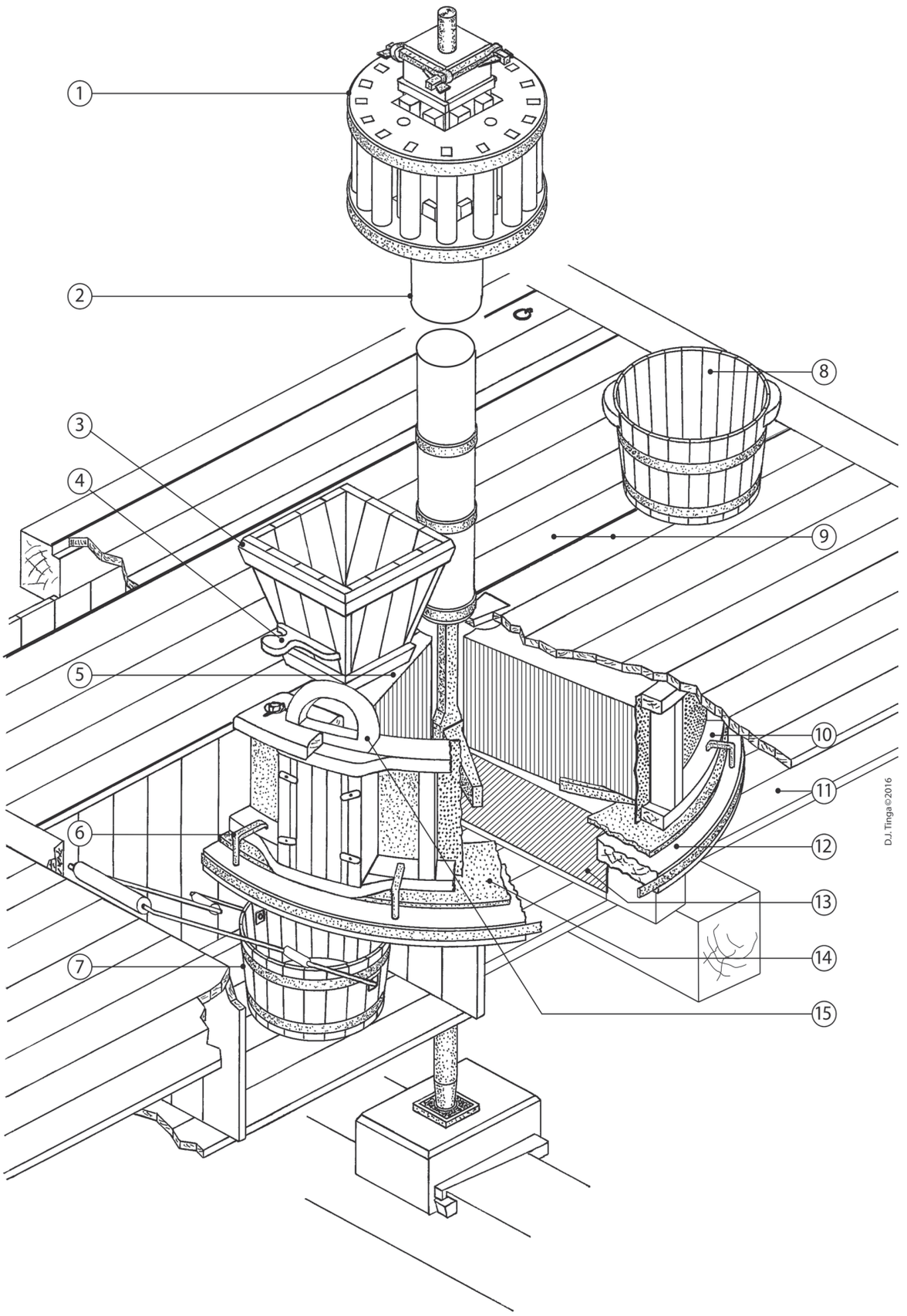

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
D.J. Tinga©2016

Fig. 13.2.2.5
Een compleet pelkoppel

1. *pelschijf*
2. *pelspil*
3. *pelromp (gerstkaartje)*
4. *(inlaat-)schuif*
5. *pelsteen*
6. *kuipklem*
7. *schootemmer*
8. *schootvat*
9. *schilddeksels (kuipdeksels)*
10. *kuip met pelblik*
11. *dustgroup (groep)*
12. *ringhout*
13. *doodbed (ligger)*
14. *gietijzeren ring*
15. *(uitlaat-)schuif in de zgn. 'bek'*

pelkuip, klemmen

De pelkuip staat op het ringhout en is met zware klemmen hierop vastgezet. De ruimte tussen de pelsteen en de kuip is ongeveer 12 mm. De naar buiten geslagen gaatjes in het pelblik bevorderen de afvoer van afvalstof en doppen, dust geheten. Door het pelblik dubbelzijdig te slaan kan men het ook eenvoudig omkeren wanneer de binnenzijde stomp gepeld is. In de kuip zit de schuif, waarmee de molenaar de gort uit de kuip in de schootemmer laat lopen; dit is een kastanjehouten emmer met een lang ijzeren hengsel. De schuif is bekleed met een plaatijzer die tegen slijtage overlappend met het pelblik is aangebracht. Buiten de schuif dicht een los luikje, dat aan de binnenkant met blik is bekleed, de kuip af. Dit luikje leidt de gort via een opening in het ringhout in de schootemmer. Voor het aanpassen van de diameter van de kuip – vanwege het slijten van de steen – gebruikt men kuipstokken van 11 mm dikte die tussen de pelsteen en de kuip worden gezet tijdens het afstellen en vastklemmen. De kuip is afgedekt met twee schilddeksels die aan de onderzijde aan de rand van de kuip eveneens zijn bekleed met pelblik.

dust
(aflaat)schuif
schootemmer

luikje

kuipstokken

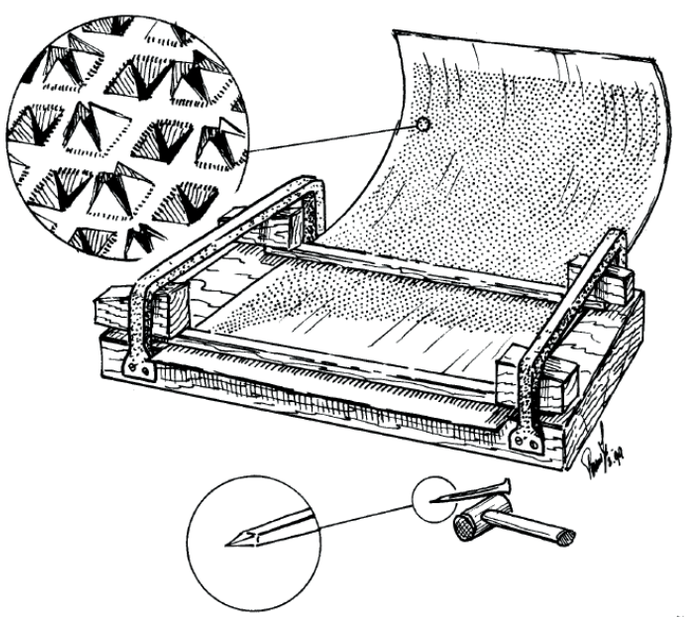


Fig. 13.2.2.6
Het blikblok compleet met blik, blikpen en hamer

13.2.3 De zifterij

zifterij

Ook de zifterij is op de pelzolder opgesteld, nl. in de verdiepte ruimte tussen de buitenmuur en de zoldervloer, waarbij de zeef op vloerhoogte hangt. De zifterij heeft in Groningen twee functies. Vóór het pellen reinigt en sorteert men de

koude harp, warme harp

gerst en erna sorteert men de gort op korrelgrootte. In de Zaanstreek gebruikte men daartoe twee zeverijen, de koude en de warme harp genaamd. De functie van beide is dezelfde. De zifterij bestaat uit drie boven elkaar gelegen zeven, bespannen met grof tot fijn gaas. Het zeefraam is opgehangen aan essenhouten veren en wordt in z'n beweging beperkt door twee horizontale veren aan weerszijden aan de hoge kant, die ervoor zorgen dat de zeef alleen van links naar rechts kan schudden. De aandrijving vindt plaats vanaf een der pelspillen via touwsnaren, of drijfriemen en schijven. Een trekblok (spanner) met een pal houdt de riem of de snaar op de juiste spanning. De riem of de snaar moet slippend kunnen lopen. Een houten vliegwiel zorgt voor een regelmatige gang en een kruk zet de draaiende beweging om in een schuddende. Vanaf de naloper wordt de gort in de romp van de zifterij gestort en vervolgens valt deze op een meeschuddend verdeelbord, voordat ze op de zeef belandt. De gezeefde en gesorteerde gort valt òfwel via gortpijpen (stortkokers) in een romp boven de waaierij om te worden uitgewaaierd òfwel komt, na het omzetten van een schotje, terecht in het halfschilhok, waar ze in het schootvat (houten vat met twee handvaten) wordt verzameld en getransporteerd naar de pelromp van de voorloper voor een volgende bewerking.

trekblok

vliegwiel
kruk

verdeelbord
gortpijpen
waaierij
halfschilhok, schootvat

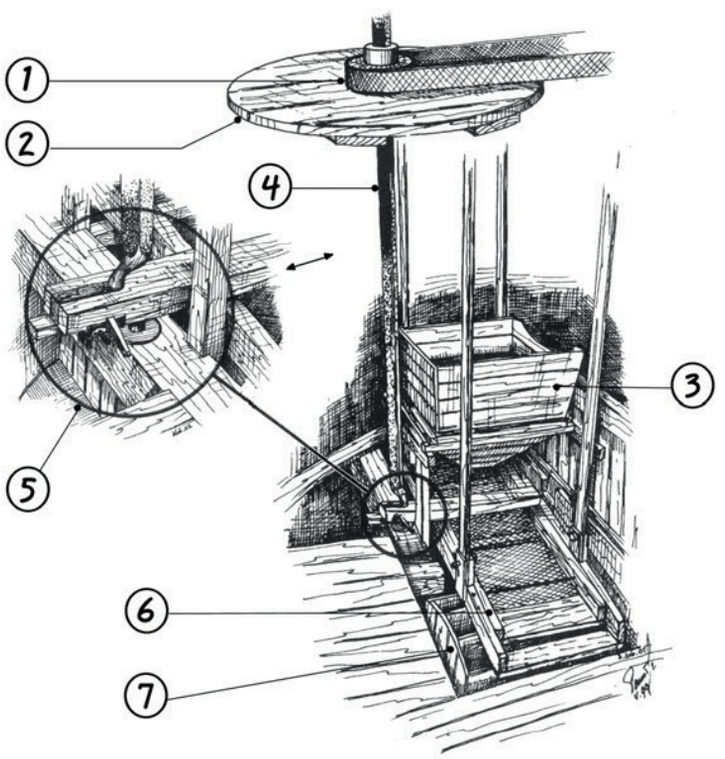


Fig. 13.2.3.1
De zifterij, hier met dichtgemaakt halfschilhok

1. *drijfriem*
2. *vliegwiel*
3. *romp (kaar)*
4. *krukas*
5. *detail v.d. krukaandrijving met de drijfstang (wuifelaar)*
6. *drievoudige zeef*
7. *gortpijpen (stortkokers) naar de waaierij*

13.2.4 De waaierij

De waaierij, waaierkast of wanmolen, op de zolder onder de pelstenen, reinigt de gort van te lichte korrels, doppen en stof. Het is een grote houten kast, opgesteld in het dusthok met daarin een sneldraaiend schoepenrad als waaier, aangedreven door een touwsnaar of een drijfriem vanaf een der bolspillen.

dusthok, waaier

© Het Gilde van Molenaars

Deze heeft doorgaans twee schijven om het toerental aan te aanpassen aan de snelheid van de pelstenen. Met trekblokken spant men de touwsnaar of de drijfriem. De sterkte van de luchtstroom regelt men door het openen van één of meer schuiven. De waaier blaast het restant stof en de doppen uit de vallende gortkorrels. Tegelijk sorteren ze zichzelf door hun gewicht op grootte onder invloed van de luchtstroom. Door het stapelen van losse kleine latjes of plankjes vóór de waaier bepaalt men de richting en kracht van die luchtstroom. De gort valt vervolgens in twee of drie uitlopen, voorzien van schuiven om de gesorteerde gort af te tappen. Stof en doppen blijven achter in het dusthok.

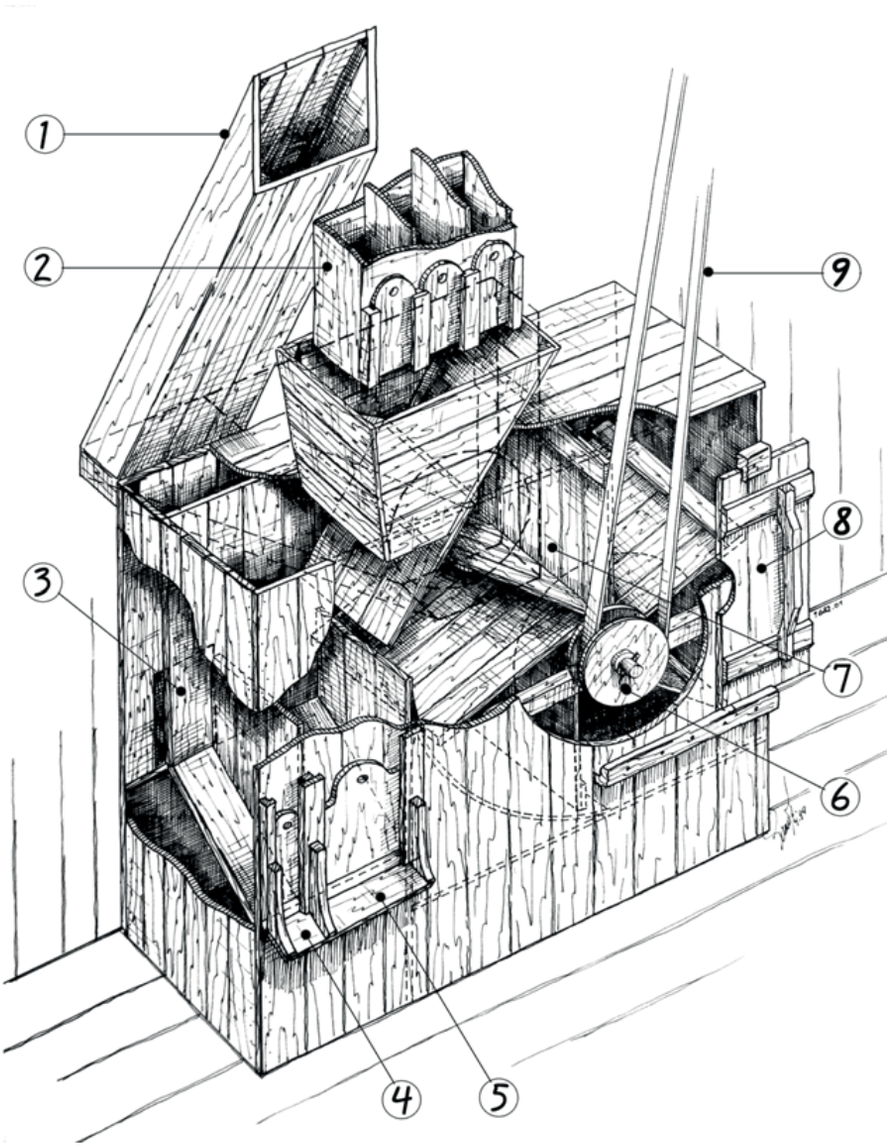


Fig. 13.2.4.1
De waaierij

1. *dustpijp voor afvoer stof uit de dustgroup (groep)*
2. *gortpijpen (stortkokers) gesorteerde gort*
3. *sorteerkoker fijne en grove gort*
4. *uitloop fijne gort*
5. *uitloop grove gort*
6. *aandrijving*
7. *waaier*
8. *schuif voor luchttoevoer*
9. *drijfriem*

© Het Gilde van Molenaars

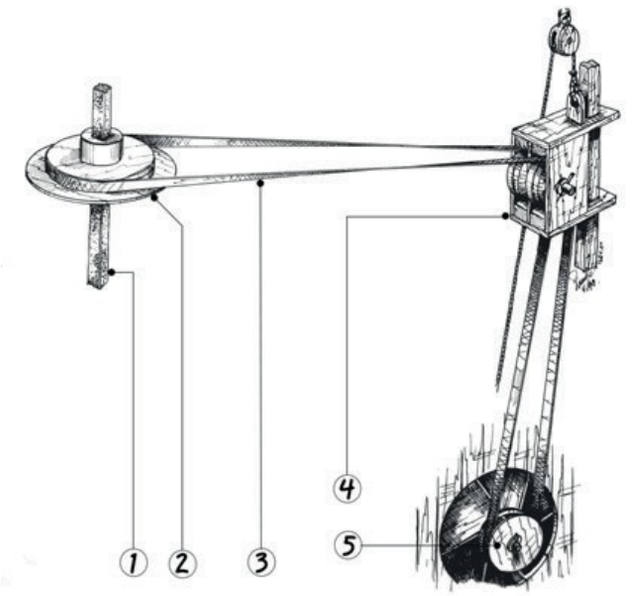


Fig. 13.2.4.2
Trekblok

1. *bolspil van de naloper*
2. *riemschijf*
3. *drijfriem*
4. *trekblok*
5. *aandrijving waaierij*

13.2.5 De jacobsladder

bekers, jacobsladder, elevator

In de molen bevindt zich soms een tot op de luizolder lopende dubbele houten transportkoker, met daarin een rondlopende transportband, voorzien van metalen bekers, de jacobsladder of elevator. Hiermee transporteert men graan omhoog. Onderaan de jacobsladder bevindt zich een stortbak waaruit de bekers het maalgoed naar boven brengen en in de gersthokken storten. De aandrijving geschiedt veelal via een as met een riem vanaf de koningsspil of elektrisch.

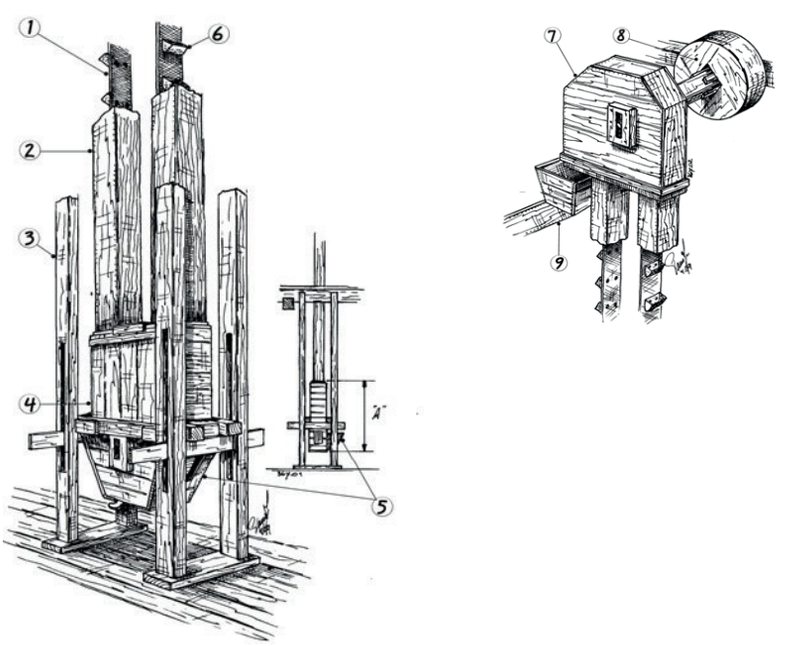


Fig. 13.2.5.1
Jacobsladder (zelfspannend)

1. *transportriem*
2. *transportkoker*
3. *geleider*
4. *voet van de jacobsladder*
5. *stortbak*
6. *beker*
7. *kop van de jacobsladder*
8. *aandrijfwiel*
9. *stortkoker*

© Het Gilde van Molenaars

13.3 HET PELPROCES

Op een pelmolen werkten meestal twee pellers, de eerste werkte met de naloper, de tweede bediende de voorloper. Ze vormden een team en moesten goed op elkaar ingespeeld zijn. De beide pelstenen mogen nl. nooit tegelijk leeg zijn. Pelmolens worden tijdens het pellen zwaar belast en werken slechts bij een behoorlijk straffe wind (vanaf windkracht 5 à 6) met flink wat zeil of de kleppen van de zelfzwichting dicht. Onbelast zou de molen op hol slaan. Laat men de volle schoot in op (vult men) één der pelstenen terwijl de andere nog niet is uitgelaten (nog niet leeg is), dan gebeurt het omgekeerde: de molen wordt te zwaar belast en draait te langzaam. Als de molen onbelast loopt maken de pelstenen wel 180 omw./min. Met een hoeveelheid gerst op de voorloper zakt de snelheid snel terug naar 140 á 130 omwentelingen om vervolgens weer op te lopen tot 160 omwentelingen. De loper draait ongeveer 1,5 cm boven de ligger.

brugbalk

Op een Groninger pelmolen staat de bolspil op een vaste pasbrug, de brugbalk. De afstand tussen het doodbed en de pelsteen kan men daarom alleen bij stilstand wijzigen door het aanslaan of lossen van wiggen. Zaanse pelmolens hebben een beweegbare pasbrug (persbalk), net als bij de korenmolen.

De dagtaak begint op de voorloper. De molenaar vult de pelromp met gerst. Als de molen op snelheid komt, trekt de molenaar langzaam de inlaatschuif open, waarmee de inhoud van de pelromp langzaam op de pelsteen loopt. De gerstkorrels vallen op de pelsteen, worden onmiddellijk met flinke snelheid naar buiten geslingerd en vullen daarna de ruimte op tussen de buitenomtrek van de steen en het pelblik. De door de zoggaten (waaikerven) veroorzaakte luchtstroom en de ribbels aan de omtrek van de steen werken de korrels weer naar boven en tevens in het rond. Zo worden ze gedurende 2 à 3 minuten zeer snel tussen de steen, het pelblik en ook onderling rondgewreven. In die tijd raspen en slijpen de scherpe punten van het pelblik en de ruwe buitenkant van de steen de harde schil van de gerstkorrels af. Vervolgens trekt de molenaar langzaam de aflaatschuif open en laat ongeveer de helft van de gepelde gerst in de schootemmer vallen. De molenaar sluit de uitloopschuif, haalt de schootemmer op en laat de halve schoot snel in op de naloper, om de molen evenwichtig belast te houden. De schootemmer wordt direct teruggeplaatst en een nieuwe voorraad gerst wordt in de romp van de voorloper gestort. De uitloopschuif van de naloper wordt opengetrokken, terwijl de inlaatschuif van de voorloper eveneens langzaam geopend wordt. Vanaf nu werkt de molenaar met hele schoten.

halfschillen, rel

De over twee stenen gepelde gerst heet nu halfschil (halfgepelde gort, in de Zaan ‘rel’ genoemd). De halfschillen worden op de zifterij uitgezeefd en komen in het halfschilhok terecht. Deze bewerking herhaalt zich nog tweemaal over de voor- en naloper, tot men het gewenste product, zoals bijvoorbeeld parelgort, heeft verkregen. Tussen deze bewerkingen door reinigt en sorteert men de gort in de zifterij en op de waaierij. De gerst gaat dus meestal zes keer over de pelstenen voor het gort is.
Tenslotte gaat de gort naar de waaierij om definitief gereinigd en gesorteerd te worden. Het product is nu gereed voor de verkoop en wordt opgezakt.

Veel molens in Groningen zijn vanaf eind 19e eeuw voorzien van een dubbele jacobsladder voor het transport van de gort van voorloper naar naloper en vervolgens naar de zifterij, wat het werk voor de molenaar lichter maakte. Vaak werd daarbij ook een grote jacobsladder aangebracht voor transport tussen de begane grond en de gersthokken op de steenzolder.

© Het Gilde van Molenaars

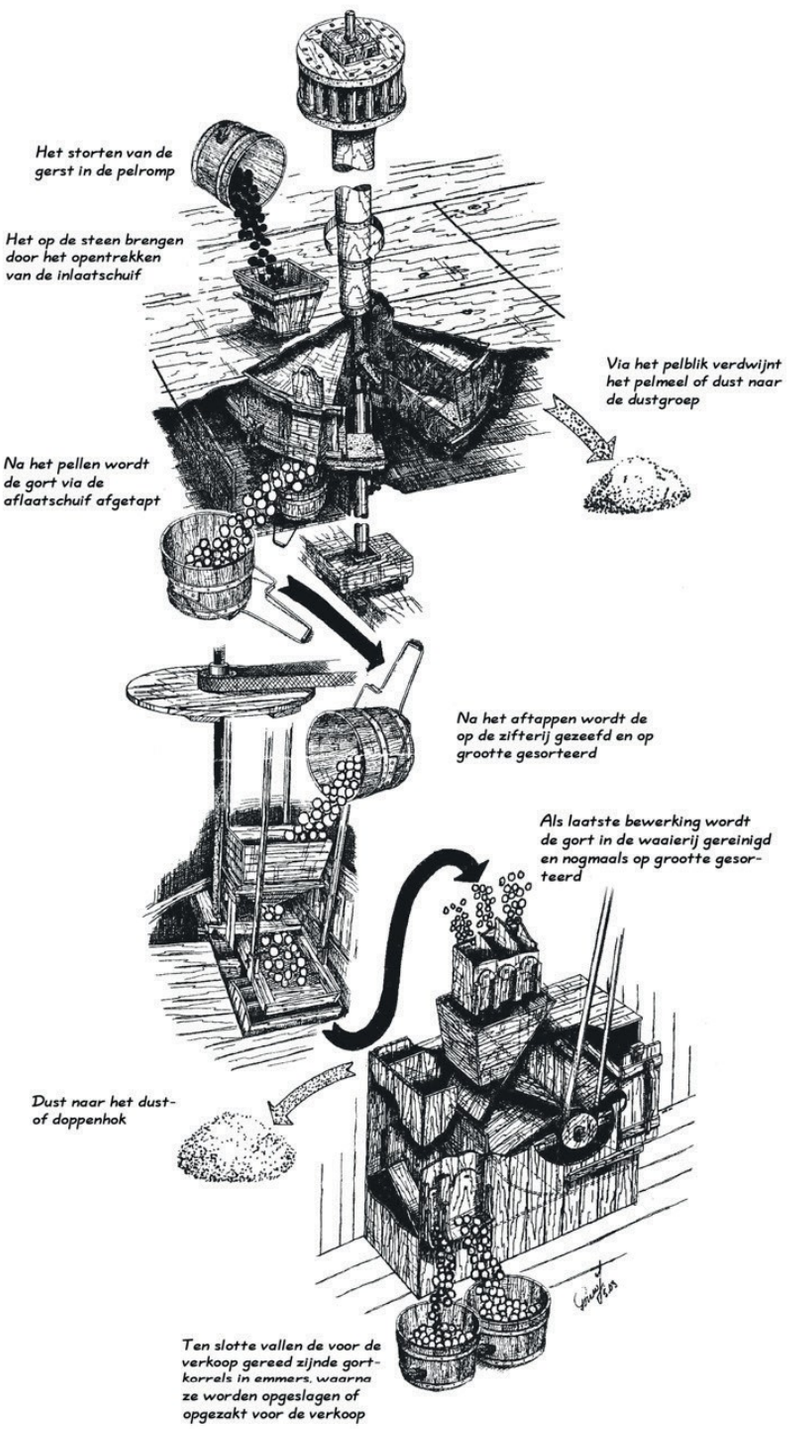


Fig. 13.3.1
Het pelproces

Hoofdstuk 14 De oliemolen

Inhoud pagina

14.1 Inleiding 3

14.2 De inrichting 5

14.2.1 Het gaande werk
14.2.2 De kantstenen
14.2.3 Het vuister
14.2.4 Het voor- en naslagblok
14.2.5 Het schelrad

14.3 Transport en opslag 13

14.4 Overige informatie 14

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

14.1 INLEIDING

Al eeuwenlang wordt uit oliehoudende zaden olie geperst. Dit gebeurde aanvankelijk met handkracht, later werden hiervoor op grote schaal rosmolens gebruikt. Nog weer later watermolens en windmolens. In ons land kwamen windoliemolens halverwege de 16e eeuw. In Vlaanderen bestonden al eerder windoliemolens ('stampmolens'). Dat waren standerdmolens. Het olieslaan gebeurde in de kast waarbij de stampers werden gelicht door spaken in de molenas. Ons land kent vooral bovenkruiers als windoliemolen.

oliemolen

In een oliemolen wordt oliehoudend zaad verwerkt, zoals lijnzaad, kool- en raapzaad en hennepzaad. Maar ook noten zoals pinda's of cacaoafval werden soms verwerkt, met name in de overgangsperiode naar het stoomtijdperk. Lijnolie werd en wordt o.a. gebruik voor het maken van verf, zeep, drukinkt en linoleum. Raapolie werd gebruikt als lampolie en als bakolie.
Behalve olie levert een oliemolen ook veekoeken. Deze werden 's winters gebruikt voor het bijvoeren van vee als aanvulling op het schrale hooi. Vaak was de productie van veekoeken een grotere bron van inkomsten voor de molenaar dan de olie. Veel olie werd in Amsterdam op de beurs verkocht, waardoor de prijzen sterk konden schommelen.

enkelwerks oliemolen
dubbelwerks oliemolen

We zien bij oliemolens twee ontwikkelingen. De eerste was de enkelwerks oliemolen, later volgde de dubbelwerks oliemolen.
Molens met een enkel oliewerk hadden een koppel kantstenen, een vuister en een slagbank. Aanvankelijk waren dit ros- en wateroliemolens, later ook windoliemolens. Zowel in het noorden, oosten als zuiden van ons land ontstonden veel enkelwerks oliemolens. Ze waren daarnaast meestal voorzien van maalstenen voor het malen van graan, omdat er zomers minder vraag was naar veekoeken. Olieslaan was hier vooral seizoenswerk. Deze molens werden ook wel 'boerenoliemolens' genoemd en ze maalden voornamelijk voor de eigen bevolking.
In met name de Zaanstreek ontwikkelt zich vanaf de 17e eeuw de industriële windoliemolen. Men werkte daar aanvankelijk ook met één oliepers, waarop men vooral hennepzaad verwerkte. Vanaf de 18e eeuw kwamen de dubbelwerks

voorslagblok, naslagblok

molens met twee oliepersen: naast een voorslagblok was er een naslagblok aanwezig. Er werd vooral kool- en lijnzaad geslagen.
Hierin werd het hele jaar door olie geslagen. Dat gebeurde doorgaans in ploegendienst, 6 dagen per week en 16 of 24 uur per dag. Op het hoogtepunt van deze tak van industrie stonden er in de Zaanstreek ca. 140 oliemolens.
Ook hier moest de wind echter geleidelijk wijken voor stoom. Het olieslaan met wind-, water- en rosmolens behoorde in de tweede helft van de 20e eeuw vrijwel tot het verleden in ons land.

Gelukkig verkeren we thans in de situatie dat diverse oliemolens na vele jaren stilstand weer op kleine schaal in bedrijf zijn gekomen. In 2021 kennen we de volgende 'slagvaardige' windoliemolens:

- In Drenthe: 'De Wachter' in Zuidlaren en 'Woldzicht' in Roderwolde.
- In Overijssel: 'De Passiebloem' in Zwolle en olie- en pelmolen 'Ter Horst' in Rijssen.
- In Gelderland: 'De Hoop' in Oldebroek.
- In Noord-Holland: 'Het Pink' in Koog aan de Zaan, 'De Bonte Hen', 'De Zoeker' en 'De Ooievaar' in Zaandam.
- In Noord-Brabant: 'Holten's Molen' in Deurne.
- In Limburg: 'De Windlust' in Roeven.

Buiten deze windoliemolens zijn ook weer enkele wateroliemolens slagvaardig.

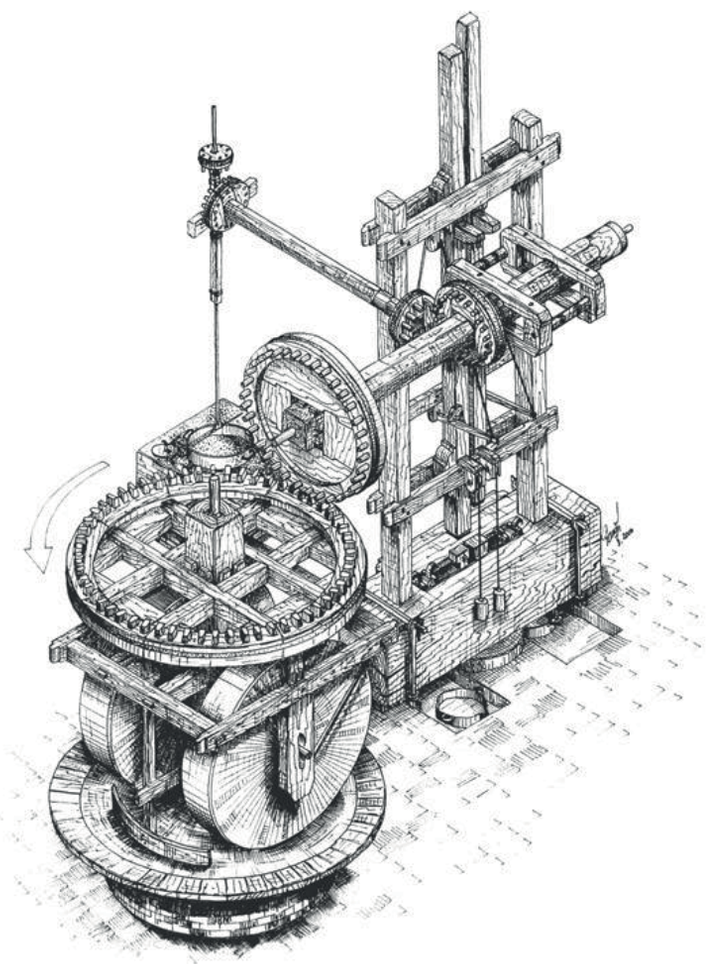
© Het Gilde van Molenaars

kantstenen
voorslagmeel
meelbak

buul
perslade

naslagmeel

Het proces van olieslaan verloopt in het kort als volgt:
Eerst wordt het oliehoudende zaad onder de kantstenen geplet en fijngewreven tot het z.g. voorslagmeel. Tijdens dit pletten wordt het nog bevochtigd.
Als dit meel fijn genoeg is laat men het aflopen in de meelbak.
Hieruit wordt steeds een afgemeten hoeveelheid op het vuister geschept en verwarmd. Het warme meel wordt in twee bulen geschoven en in de perslade geplaatst waar het wordt geperst. De olie wordt in een bak opgevangen en het meel is tot een koek geperst. In een dubbele oliemolen volgt nog een tweede persing. De koeken worden in de stamperpotten fijngestampt tot naslagmeel. Dit wordt op het naslagvuister opnieuw verwarmd en in het naslagblok geperst.
Bij de voorslag wordt ca.75% van de olie uit het zaad geperst. Na de naslag bevat de koek nog slechts 8 tot 12% van de oorspronkelijk in het zaad aanwezige olie.



Naar een tekening van N. Jurgens
Vervaardigd t.b.v. Holten's molen te Deurne

Fig. 14.1.1
Een voorbeeld van een enkel oliewerk voor een kleinschalige productie, bestaande uit kantstenen, een vuister en een slagbank.

14.2 DE INRICHTING

kantstenen
vuister, roerijzer
slagblok of slagbank
pottenblok
pletterij

Een oliemolen bevat voor het olieslaan meerdere werktuigen:
- De kantstenen voor het pletten van oliehoudende zaden.
- Het vuister met roerijzer voor het voorverwarmen van de geplette zaden.
- Het slagblok (of slagbank) met heien voor het persen van het maalgoed.
- Het pottenblok met stampers voor het stampen van de koeken.
- Een pletterij, die de taak van de kantstenen verlichtte. (niet altijd aanwezig). Al deze werktuigen bevinden zich in de molen op de begane grond.

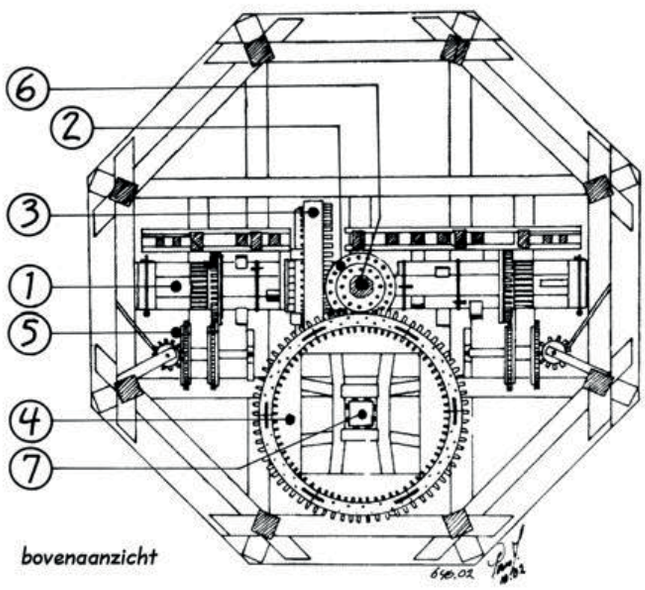


Fig. 14.2.1
De wentelaszolder

1. *wentelas*
2. *steenwielrondsel en wentelasbonkelaar (boven elkaar geplaatst)*
3. *wentelwiel*
4. *steenwiel*
5. *overwerkers*
6. *koningsspil*
7. *steenspil*

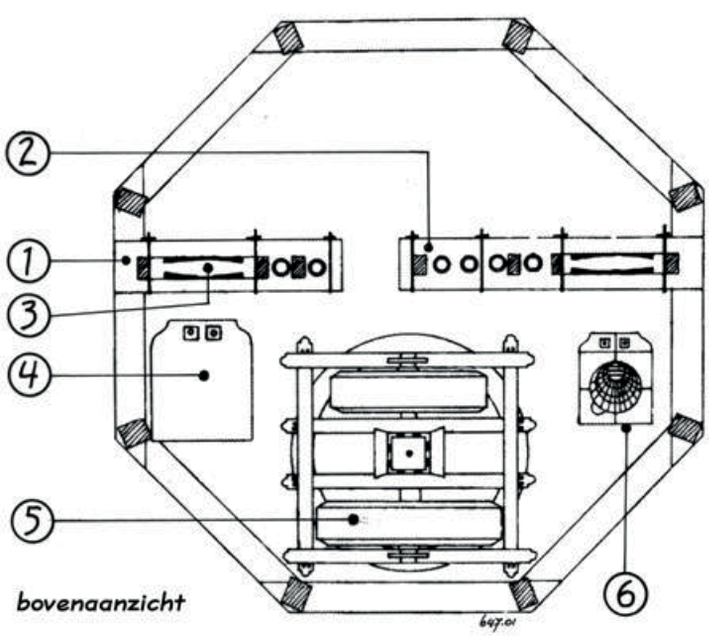


Fig. 14.2.2
De maalvloer (naar Husslage)

1. *voorslag met pottenblok*
2. *pottenblok en naslag*
3. *laad of lade*
4. *voorslagvuister*
5. *kantstenen*
6. *naslagvuister*

Een enkelwerks oliemolen is uitgerust met een koppel kantstenen, een vuister en een slagbank. Een dubbelwerks oliemolen heeft ook één koppel kantstenen maar twee vuisters en twee slagblokken: het voorslag- en het naslagblok. Zelfs een dubbele dubbelwerks oliemolen is er geweest!

perslade, stamperpotten

Een slagblok is meestal onderverdeeld in een perslade en stamperpotten. Het voorslagblok telde in de regel vier stamperpotten, het naslagblok twee. Maar ook andere indelingen kwamen voor.
Omdat enkel- en dubbelwerks oliemolens niet wezenlijk van elkaar verschillen, wordt in dit hoofdstuk de dubbelwerks molen besproken.

14.2.1 Het gaande werk

wentelas

De aandrijving voor de werktuigen bevindt zich op de wentelaszolder. De onderkant van de koningsspil is hier gelagerd op een bok, die over de wentelas is geplaatst. De koningsspil is onderaan voorzien van twee wielen. Het bovenste, een kleine schijfloop met zware staven, brengt via het grote steenwiel en de steenspil de kantstenen in beweging. Het onderste, de onderbonkelaar, drijft via het wentelwiel de wentelas aan. Deze wentelas is een lange zware houten as, die horizontaal op de wentelaszolder ligt. Hij draait op twee of drie hardstenen lagers waarbij de glijvakken zijn voorzien van stalen schenen.

steenwiel, steenspil, onderbonkelaar wentelwiel

spaken

In de wentelas zijn spaken gestoken. Voor de voorslaghei twee spaken, voor de naslaghei en elke stamper drie. Door de draaiing van de wentelas tillen deze spaken via de vuisten de heien en stampers op, waarna ze terugvallen. De heien zijn vervaardigd van beukenhout en 5 à 6 meter lang. Het gewicht bedraagt ca. 100 à 125 kg, hetgeen een behoorlijke slagkracht garandeert. Ze bewegen binnen stevige raamwerken die op het voor- en op het naslagblok zijn geplaatst. Met een schortkneppel brengt de olieslager een hei of een stamper buiten het bereik van de spaken om het slaan of stampen te stoppen.

vuisten, heien, stampers

schortkneppel

overwerker

Om elk eind van de wentelas zit een kranswiel dat via de overwerker een kroonwieltje, de spinbol, aandrijft voor het roerwerk van het vuister.

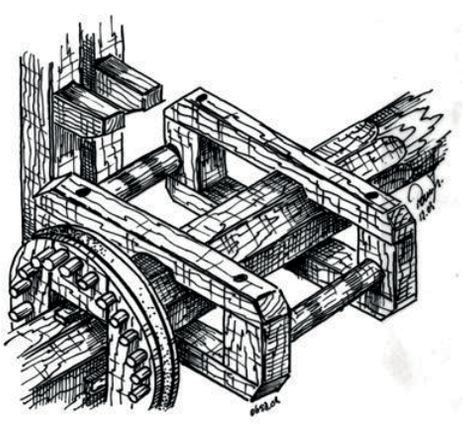


Fig. 14.2.1.1
De heef

Een dubbel houten raamwerk met daartussen twee rollen voor het lichten van de heien

heef

In kleine enkelwerks oliemolens worden de heien soms met een heef gelicht. Dit is een op de wentelas bevestigd raamwerk met rollen dat de heien licht.

© Het Gilde van Molenaars

14.2.2 De kantstenen

kantstenen, pletstenen
kollergang

De kantstenen, ook wel pletstenen of kollergang genoemd, breken het zaad. Ze hebben een middellijn van 1,50 tot 2,25 m, een breedte van ca. 40 à 60 cm en wegen tussen de twee- en vierduizend kilo. Ze rollen en wringen op hun kant over een nog grotere steen, de ligger. Hierdoor breekt het zaad open. De ligger ligt op het doodbed, een gemetselde en degelijk gefundeerde ronde stenen tafel. Rond de ligger is een brede houten rand bevestigd, de kuip, met daarin een opening, afgesloten door de afloopschuif. Door het slijten en weer vlak hakken van de ligger ontstond geleidelijk aan midden op de ligger een verhoging, de koning. Later bracht men vaak een gietijzeren ligger aan, die minder snel sleet en weinig onderhoud vergde.

ligger
doodbed
kuip
afloopschuif

koning

De kantstenen lopen in het steenraam, een zwaar houten raamwerk dat op de houten steenspil is vastgewigd. De buiteneinden van de steenassen draaien in de oren. De gaten in de oren voor de tappen van de steenassen zijn langwerpig. Daardoor hebben de tappen enige speling en kunnen op en neer bewegen als de loperstenen over het op de ligger uitgestrooide zaad rollen.

steenraam
steenspil
oren

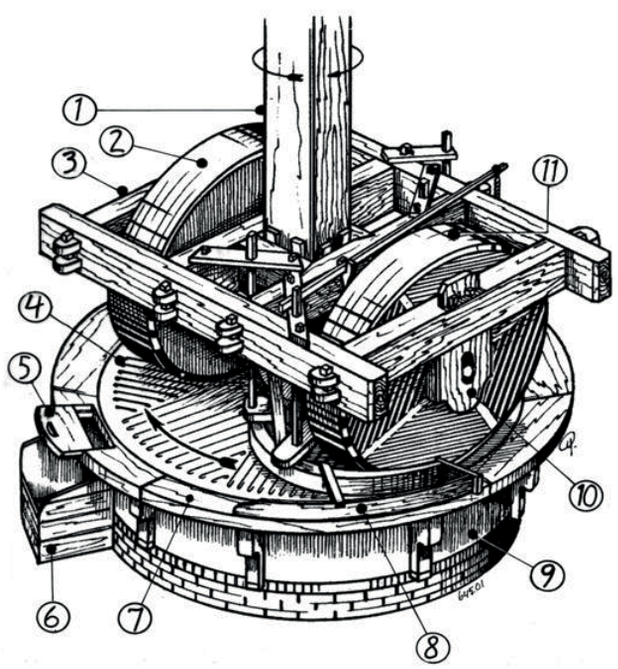


Fig. 14.2.2.1
De kantstenen

1. *steenspil*
2. *binnensteen*
3. *steenraam*
4. *ligger*
5. *afloopschuif*
6. *meelbak*
7. *kuip*
8. *koningsstrijker/afloopbak*
9. *doodbed*
10. *steenoor*
11. *buitensteen*

Boven het steenraam is het steenwiel op de steenspil aangebracht.
De steenspil draait aan het ondereind op een hardstalen taats in een taatspot die in het midden van de koning is geplaatst.

steenwervel

Het boveneind van de steenspil is gelagerd in de steenwervel. De molenaar kan met stuurtouwen de steenwervel verschuiven en zo de kantstenen in- en uit het werk zetten. Bij een rustig draaiende molen kan dat zonder eerst te vangen.

binnensteen
buitensteen, strijkers

De kantstenen lopen niet in hetzelfde spoor; er is een binnen- en een buitensteen. Het zaad op de ligger wordt door meedraaiende strijkers beurtelings voor het midden van de binnen- en de buitensteen geschoven. De koningsstrijker strijkt langs de koning en schuift daarbij het te pletten zaad onder de buitensteen. Na een halve omwenteling woelt de aanstrijker het zaad om en schuift het voor de binnensteen, enz.

koningsstrijker

aanstrijker

© Het Gilde van Molenaars

de jongen

De buitenste strijker, de jongen, veegt de kuip schoon. Hij is daarvoor meestal voorzien van een oude haar. De kuip loopt vaak een beetje schuin op om te voorkomen dat er zaad van af valt en om het gemakkelijker weer voor de stenen te kunnen vegen.

afloopbak
afloopschuif, meelbak
voorslagmeel

Wanneer het zaad voldoende is geplet laat de olieslager het verlengde deel van de koningstrijker, de afloopbak, neer. Deze schuift het maalgoed over de kuip, waardoor het via de inmiddels geopende afloopschuif in de meelbak valt. Dit meel wordt voorslagmeel genoemd.

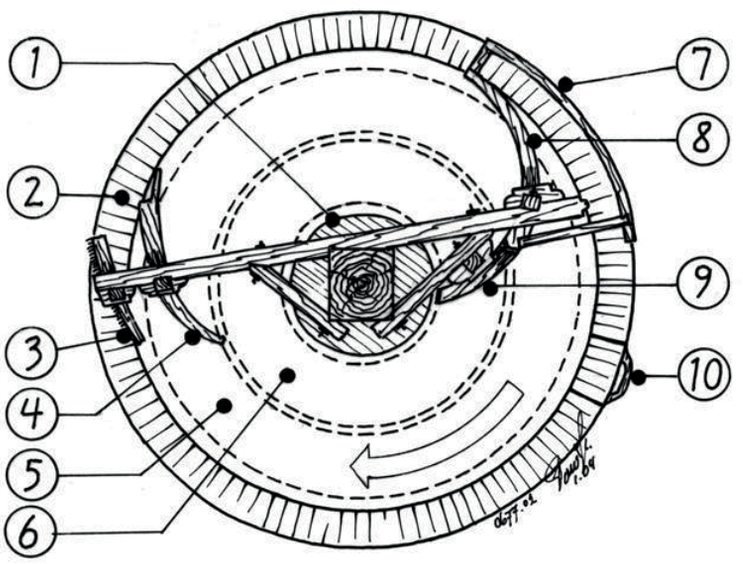


Fig. 14.2.2.2
De strijkers en afloopbak

1. *koning met taatspot*
2. *kuip*
3. *de jongen*
4. *aanstrijker*
5. *baan van de buitensteen*
6. *baan van de binnensteen*

7 en 8 afloopbak

9. *koningsstrijker*
10. *afloopschuif*

14.2.3 Het vuister

Vóór het voorslagmeel wordt geperst verwarmt de olieslager dit op het vuister om de olie vloeibaarder te maken waardoor er meer olie uitgeperst kan worden.

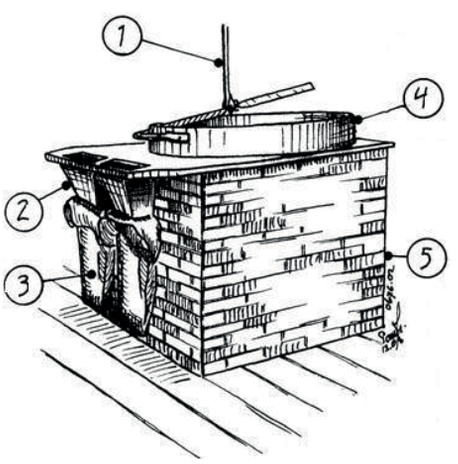


Fig. 14.2.3.1
Het vuister

1. *roerstok*
2. *kaartje*
3. *bulen*
4. *schuifring of vuisterpan*
5. *vuister*

vuisterplaat

kaar
buul
schuifring
roerijzer

Het vuister is een kubusvormig gemetseld fornuis waarin men turf of hout stookt om een gelijkmatig en niet te heet vuur te krijgen. Het vuister is afgedekt met een ijzeren vuisterplaat die aan de voorkant ca. 20 cm uitsteekt. In dit overstekende deel zijn twee rechthoekige gaten uitgespaard waaronder kleine kaartjes zijn aangebracht. Onder elk kaar kan de olieslager een wollen zak ophangen, de buul.
Op de plaat ligt de schuifring, een pan zonder bodem. In deze ring draait het roerijzer. Dit houdt het meel in beweging, waardoor het gelijkmatig wordt verwarmd en aanbranden wordt voorkomen. Als het meel voldoende is voorverwarmd (handwarm, ca.35 à 40°) haalt de olieslager het roerijzer omhoog en trekt de schuifring naar zich toe waardoor het meel via de kaartjes in beide bulen valt.

14.2.4 Het voor- en naslagblok

perslade of laad
stamperpotten

Tegenover het vuister ligt het voorslagblok, onder te verdelen in de perslade of laad en stamperpotten. Het voorslagblok (en ook het naslagblok) is een zware eiken balk, versterkt met smeedijzeren knuppelstroppen.

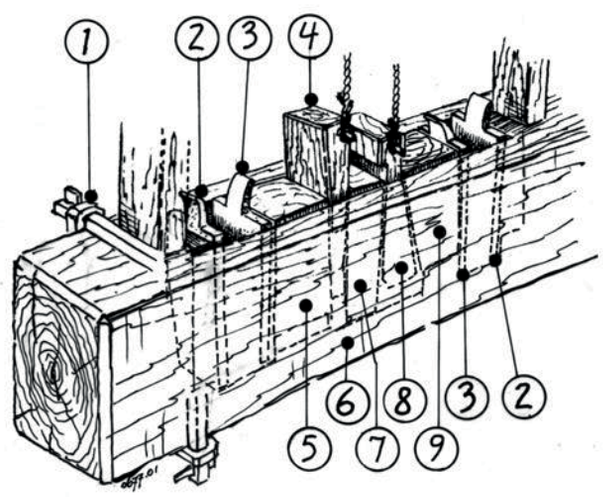


Fig. 14.2.4.1
De laad met alle onderdelen

1. *knuppelstrop*
2. *staander*
3. *jaagijzer of jager*
4. *slagbeitel*
5. *kussen*
6. *lade of laad*
7. *schei*
8. *losbeitel*
9. *kussen*

stuitblokken
laad of lade, laadgoed
jagers, staanders
kussens, scheien
slagbeitel, losbeitel
haar

Het rust op een zware stenen of houten fundatie, de stuitblokken. In het slagblok is een ruimte uitgehakt, de laad of lade. In de laad is het laadgoed geplaatst, bestaande uit twee stellen ijzers, jagers en staanders geheten, twee houten kussens, scheien en de slag- en losbeitel.
De olieslager legt nu elke buul met verwarmd meel in een haar. Dat is een matje, gevlochten van paardenhaar en voorzien van een leren omslag. Tegenwoordig gebruikt men in plaats van paardenhaar ok wel andere materialen, bv. kunststof touw of plankjes.

© Het Gilde van Molenaars

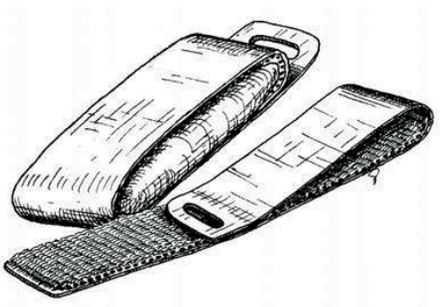


Fig. 14.2.4.2
De haar

Een gevlochten paardenharen mat bekleedt met een lederen omslag

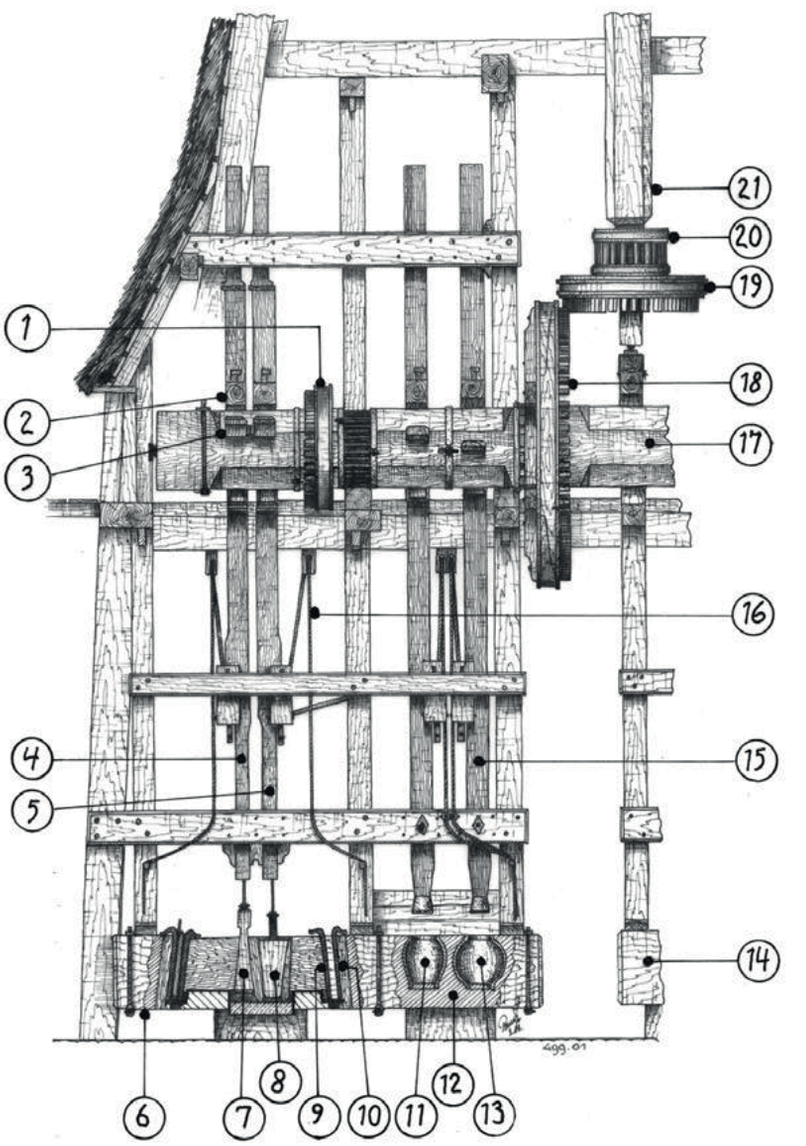


Fig. 14.2.4.3
Het oliewerk (voorslag)
Naar Husslage

1. *kranswiel*
2. *vuist*
3. *spaak*
4. *loshei*
5. *slaghei*
6. *slagblok*
7. *losbeitel*
8. *slagbeitel*
9. *jaagijzer of jager*
10. *staander*
11. *stamperpot*
12. *pottenblok*
13. *stamperpot*
14. *naslag*
15. *stamper*
16. *schorttouw*
17. *wentelas*
18. *wentelwiel*
19. *onderbonkelaar*
20. *schijfloop voor steenwiel*
21. *koningsspil*

© Het Gilde van Molenaars

slaghei, slagbeitel

Deze beide haren worden tussen de jaagijzers geplaatst. Daarna lost de molenaar de slaghei. Deze drijft de wigvormige houten slagbeitel omlaag, waarmee tijdens 40 à 50 slagen de druk tussen de jaagijzers tot ca. 250 bar wordt opgevoerd waardoor de olie uit de bulen wordt geperst. Door gaten in het blok loopt de olie uit de laad en wordt in een oliebekken onder het slagblok opgevangen.

loshei
losbeitel

Na het persen schort de olieslager de slaghei en lost de loshei. Deze slaat de losbeitel, een contrawig, met enkele slagen omlaag waardoor de druk in de laad opgeheven wordt en de haren uit de pers kunnen worden genomen.

pottenblok

Het slagblok is doorgaans ook voorzien van meerdere stamperpotten, het z.g. pottenblok. Naar hun vorm worden deze potten soms appelpotten genoemd.

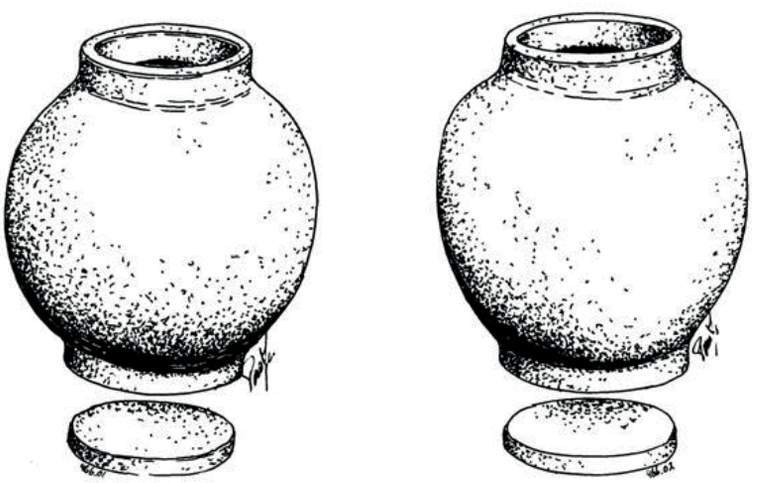


Fig. 14.2.4.4
Stamperpotten, verschillende vormen

kaak, voorslagskoeken
stamperpotten
naslagmeel

Door de hoge druk van het persen is het meel tot een harde koek geworden. Op de kaak stroopt de olieslager de bulen van deze voorslagkoeken en doet ze in de gietijzeren stamperpotten. Daarin worden ze door de stampers fijngestampt tot naslagmeel. Dit naslagmeel wordt opnieuw verwarmd op het naslagvuister en nogmaals uitgeperst in het naslagblok.

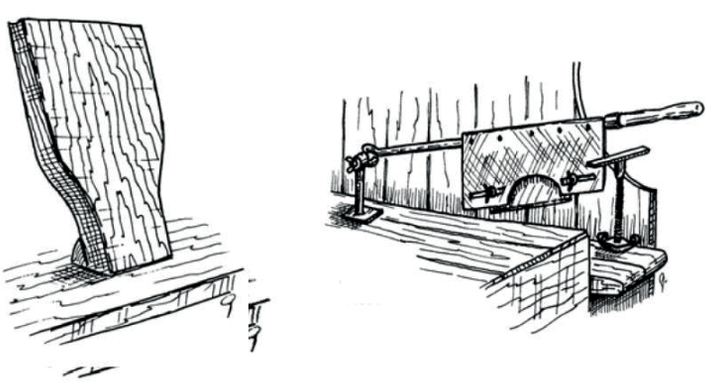


Fig. 14.2.4.5
De kaak en het koekenmes voor het bewerken van de oliekoeken

© Het Gilde van Molenaars

naslag

De bewerking in de naslag is vrijwel gelijk aan die in de voorslag. De naslag geeft – als het een dubbelwerks oliemolen betreft – bij elke omwenteling van de wentelas drie slagen, tegen twee bij de voorslag. De druk in de naslag wordt echter hoger dan in de voorslag omdat de naslaglade smaller is, de bulen dus kleiner zijn en de slagbeitel spitser van vorm is. Door deze hogere druk van ca. 350 bar wordt in de naslag nog ongeveer 5% extra olie uit het meel geperst.

kaak
koekenmes

De bulen worden op de kaak van de naslagkoeken afgestroopt waarna deze met het koekenmes op een vaste maat tot veekoeken gesneden worden.
Het snijdsel, de afgesneden uiteinden, bevat dan nog een restje olie. Het gaat weer terug in de stamperpotten om nogmaals geperst te worden.

14.2.5 Het schelrad

Het aantal slagen bij de naslag bepaalt welk percentage olie er in de koek achterblijft en dus de voedingswaarde van de veekoek en de prijs. Voor een constante kwaliteit is dus een vast aantal slagen nodig.

schelrad

Om de naslaghei een vastgesteld aantal slagen te laten maken is de oliemolen voorzien van een mechanisme dat de slagen telt, het schelrad. Het heeft drie houten tandwielen. Eén tandwiel, het schelrad, zorgt voor de aandrijving: het is verbonden met de slaghei en werkt als een soort krabbelwerk. Een kleiner tandwiel loopt mee en bepaalt het aantal slagen, meestal 50, soms 70 of 80. Na dit aantal slagen valt de tuimelaar en rinkelt de bel, waarna de olieslager de naslaghei schort en het persen stopt. Een derde tandwiel, met slechts één of twee tanden, wordt aangedreven door de loshei. Hiermee wordt het eerste tandwiel weer in positie gezet voor de volgende persing.
(N.B. In fig. 14.2.5.1 wordt de werking niet juist weergegeven; het schelrad (middelste) staat in de beginpositie terwijl de tuimelaar al op het punt staat te vallen)

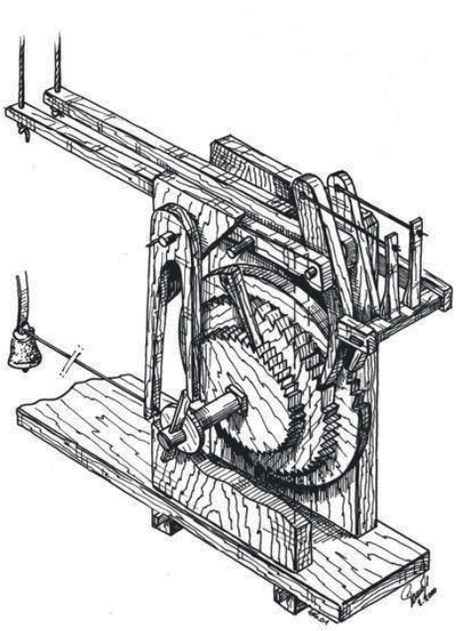


Fig. 14.2.5.1
Het schelrad met de drie wielen, pallen, tuimelaar en de bel

© Het Gilde van Molenaars

14.3 TRANSPORT EN OPSLAG

Om een indruk te krijgen van de omvang van transport en opslag: een grote oliemolen kon jaarlijks ca. 390 ton zaden verwerken. Dat leverde ongeveer 110.000 liter olie en 270.000 kg. veekoeken op. Dat alles moest per schip vervoerd worden en door de olieslagers gelost en geladen.

drip- of drabzak

De uitgeperste olie werd gefilterd in langwerpige zakken van zeildoek, drip- of drabzakken geheten. Deze laten de gewonnen olie uiterst langzaam door zodat er een hoogwaardig zuiver product ontstaat. Het in de drabzak achtergebleven vuil noemt men toepasselijk prut.

prut

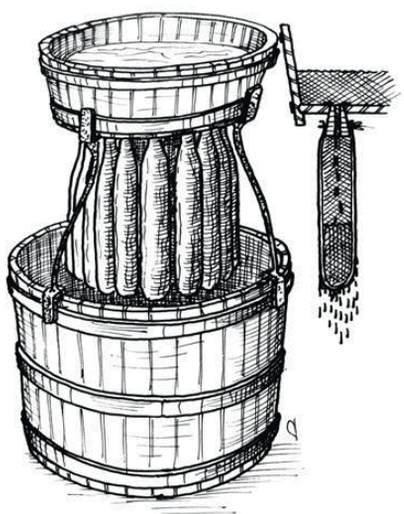


Fig. 14.3.1
Drip-of drabzak voor het filtreren van de verkregen olie

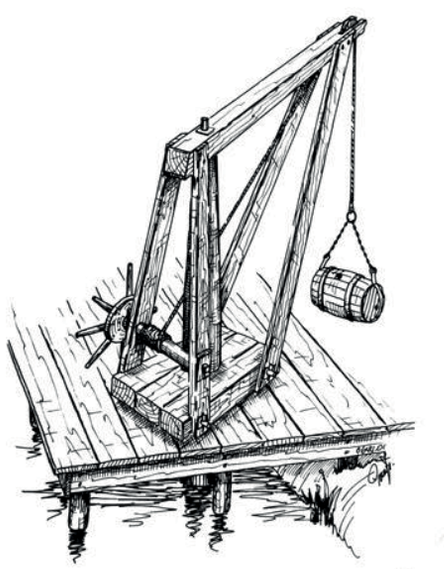


Fig. 14.3.2
De kraangang: geheel houten kraan met een haspel

oliekelders

In grote oliemolens werd de gefilterde olie in oliekelders opgeslagen. Dat zijn kelders van ca. 3 x 3 m en soms wel 3,5 meter diep, verdeeld over twee of meer compartimenten. Soms zijn ze geglazuurd aan de binnenkant.
Ze staken deels boven de vloer uit, tot wel 80 cm. Ze zijn meestal niet gefundeerd, dus 'drijvend' en kunnen meebewegen bij hoog water.
In de oliekelders zakte de olie nog verder uit tot deze geheel helder was. Elk compartiment was voorzien van een pomp om de olie te kunnen oppompen. Als de olie verkocht was, werd zij afgepompt en in houten vaten gedaan.

kraangang

Het transport van olie vond per plaats per schip. Voor het laden en lossen van de olievaten stond op het plankier langs de waterkant een kraangang, een typerend onderdeel voor oliemolens.
Veekoeken werden aanvankelijk los vervoerd. Ze gleden in stapeltjes van 13 stuks (een 'worp') via een koekengoot aan boord van het schip. Later vervoerde men ze in houten kisten.

14.4 OVERIGE INFORMATIE

Het is van belang om te weten dat bij het ruimend kruien de stampers en de heien geschort moeten zijn. Bij het ruimend kruien draait de wentelas tegen de normale draairichting in. Daardoor kan het voorkomen dat een spaak op de bovenkant van een vuist terechtkomt. Omdat dit tot schade kan leiden moeten bij achteruitdraaien van de wentelas alle heien geschort zijn.

Een oliemolen kan te snel draaien. Dat is het geval als een hei of een stamper niet voldoende tijd heeft om te vallen voordat er weer een volgende spaak onder de vuist grijpt. De stamper valt dan met zijn volle gewicht op de opkomende spaak. Dit zogenaamde 'spaken' kan tot schade leiden.

Bijzonder voor oliemolens is dat het bovenwiel niet van een stalen slijtvoering is voorzien. Als mogelijke verklaring hiervoor wordt genoemd, dat de rook die vrij uit de vuisters ontwijkt en de molen intrekt een vette roetaanslag op deze voering achterlaat. Hierdoor kan de vang gaan doorslippen.
Dit probleem kwam ook wel voor bij buitenkruier poldermolens, waar de schoorsteen in de kap eindigde en roet en condens zich op een stalen voering zetten.

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 15 De zaagmolen

Inhoud pagina

15.1 Inleiding 3

15.2 De inrichting 4

15.3 Het gaande werk 7

15.3.1 De krukas en de kolderstok
15.3.2 De zaagramen
15.3.3 De zaagsleden
15.3.4 Het krabbelwerk
15.3.5 De winderij
15.3.6 De kraan en jijntakel
15.3.7 Het balkengat
15.3.8 Verschillen tussen de paltrok en de bovenkruier

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

15.1 INLEIDING

Sinds mensenheugenis gebruikt de mens hout om een onderkomen, een vaartuig of huisraad te vervaardigen. Bomen die het materiaal leverden hakte en zaagde men daartoe tot bruikbare delen. De oudste gevonden zaag is van een harde steensoort gemaakt en dateert omstreeks 5500 jaar voor onze jaartelling. Metalen zagen kwamen tijdens de Bronstijd in gebruik, ongeveer 2500 jaar voor Chr.

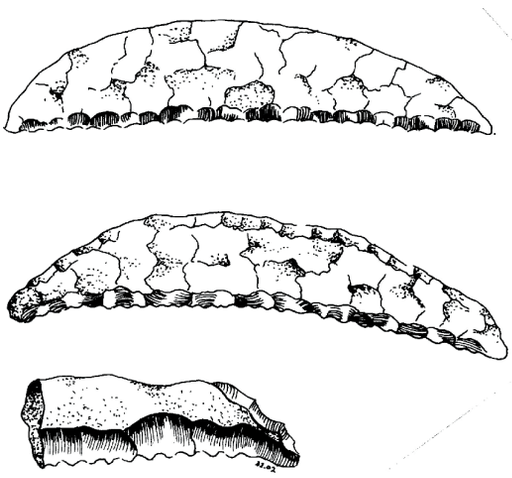


Fig. 15.1.1
Uit steen vervaardigde zagen, 5500 v. Chr.

Het zagen van boomstammen tot planken geschiedde tot eind 16e eeuw in Nederland met de hand, een zwaar en tijdrovend werk. Men gebruikte daarvoor zogeheten kraanzagen die door twee man werden bediend. Met de bevolkingsgroei nam de vraag naar hout voor huizen- en scheepsbouw toe en dat vroeg om een oplossing.

Cornelis Corneliszoon van Uitgeest

Nu weten we weliswaar dat Cornelis Corneliszoon van Uitgeest de uitvinder is geweest van de zaagmolen maar dat is niet helemaal juist. Anno 400 is er al sprake van een watergedreven zaagmolen. In de 16e eeuw verschijnen er tekeningen van complete zaagmolens die door water of met spierkracht worden aangedreven. In die tekeningen is er altijd een krukas met slechts één bocht en dus één zaagraam te zien waardoor die molens tijdens het zagen sterk wisselend moeten zijn belast. De opgang van de kruk met het zaagraam kostte meer energie dan de neergang. Cornelis Corneliszoon experimenteerde met windkracht op (kleine) molens met één kruk. In 1593 kreeg hij octrooi op zijn uitvinding van de door windkracht aangedreven zaagmolen. Hij zal daarbij het probleem van de onregelmatige belasting snel hebben ondervonden. Hij bedacht de krukas met drie bochten onder 120°. Daaraan hingen drie zaagramen, waarmee de krukas in evenwicht was. Voor dat 'Besondere Creckwerck', een verbeterde krukas, kreeg hij in 1597 eveneens octrooi.

paltrok
bovenkruier-zaagmolen

Er ontwikkelden zich in de loop der tijd twee typen zaagmolens, de paltrok en de bovenkruier-zaagmolen.
De paltrok kan als een typisch Nederlandse molen worden gezien. Dit molentype kwam veel voor in de Zaanstreek, maar ook in de omgeving van Dordrecht en Rotterdam. Er zijn er nog vijf bewaard gebleven. Bovenkruier-zaagmolens werden in het hele land gebouwd.

© Het Gilde van Molenaars

15.2 DE INRICHTING

balkenzager, wagenschotzager

We kennen twee types zaagmolens, de paltrok en de bovenkruier. Beide types kenden ondersoorten namelijk de balkenzager en de wagenschotzager. Bovenkruiers combineerden soms beide functies. Wagenschotzagers bestaan nu niet meer.

wagenschot

Wagenschot was volgens een bepaalde methode gezaagd eikenhout, loodrecht op de jaarringen, waarbij zich fraaie patronen (‘spiegels’) aftekenden. Het werd vooral gebruikt voor interieurbetimmeringen van huizen en schepen. (wagenschot: om ‘wanden’ te ‘beschieten’).

De paltrok is altijd uitsluitend ingericht voor het zagen van hout en is in de loop der eeuwen nooit veranderd. Van de bovenkruier-zaagmolen kennen we drie uitvoeringen, het achtkant, het zeskant en de ronde stenen molen.
Acht- en zeskanten staan doorgaans op een schuur.

De indeling van de zolders is voor bovenkruier-zaagmolens:
- de kapzolder
- de krukzolder
- de lege zolder of wuifelaarzolder (alleen bij grote industriezaagmolens)
- de raamzolder
- de zaaggrond of zaagvloer

poeren, stiepen
kot

De zaagvloer van houten bovenkruier-zaagmolens ligt op poeren of stiepen boven de grond, omdat de ruimte onder de vloer, het kot, nodig is voor de op- en neer bewegende zaagramen en om het zaagsel te bergen. De hoogte van de poeren kan oplopen van 60 cm tot ca. 2,5 meter.
Bij paltrokken ligt de zaagvloer hoger omdat het kruiwerk onder de molen zit.

kraan

Door deze hoge ligging hebben paltrokken een kraan aan het begin van de zaagvloer om bomen uit het water op te hijsen. Het staande werk van de paltrok en de bovenkruier is verder beschreven in Hoofdstuk 5.

© Het Gilde van Molenaars

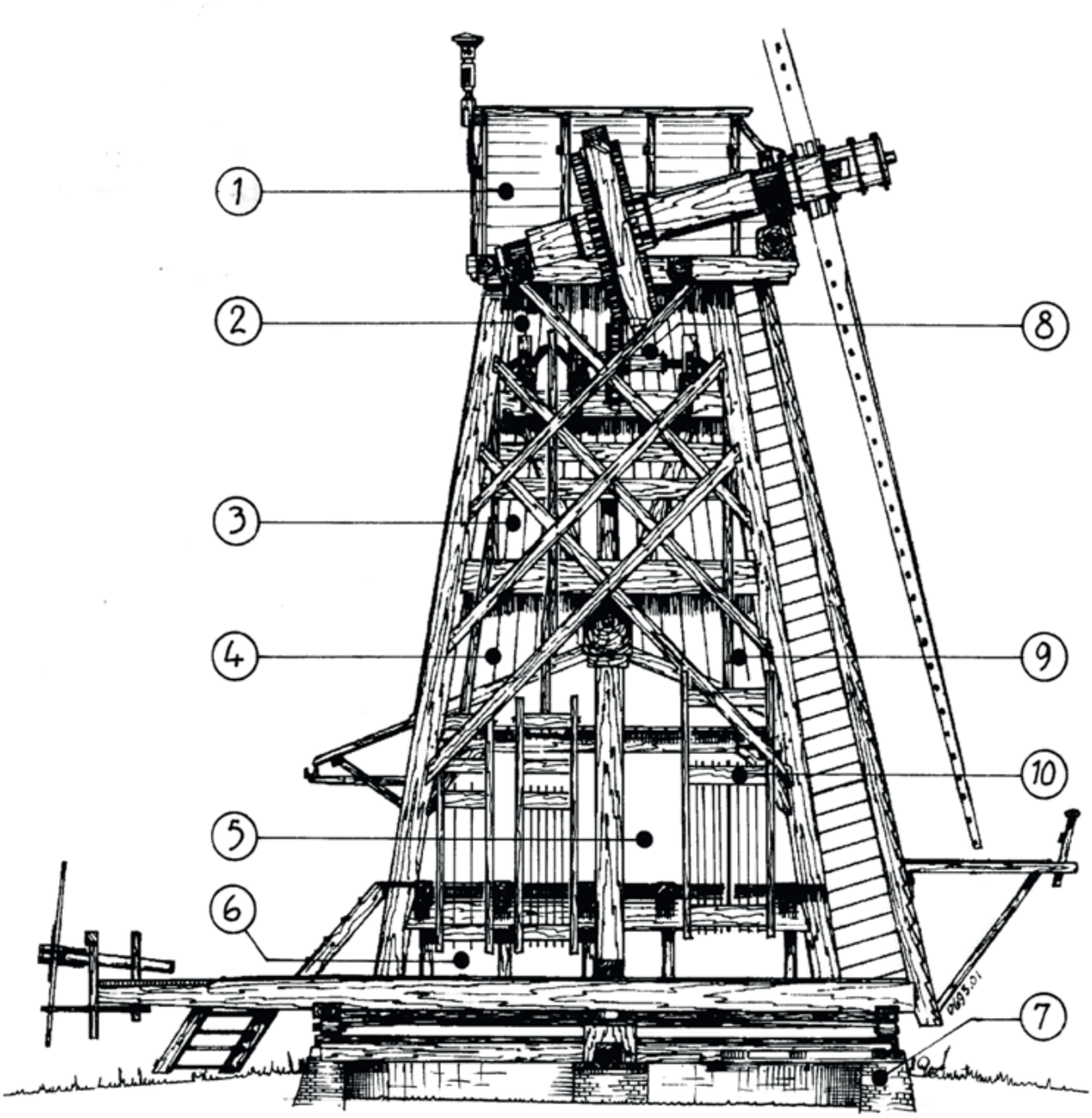


Fig. 15.2.1
Doorsnede van een paltrokbalkenzager

1. *kap*
2. *krukzolder*
3. *kleedhout*
4. *raamzolder*
5. *zaagvloer*
6. *kot of hel*
7. *ringmuur*
8. *krukas*
9. *kolderstok of wuifelaar*
10. *zaagraam*

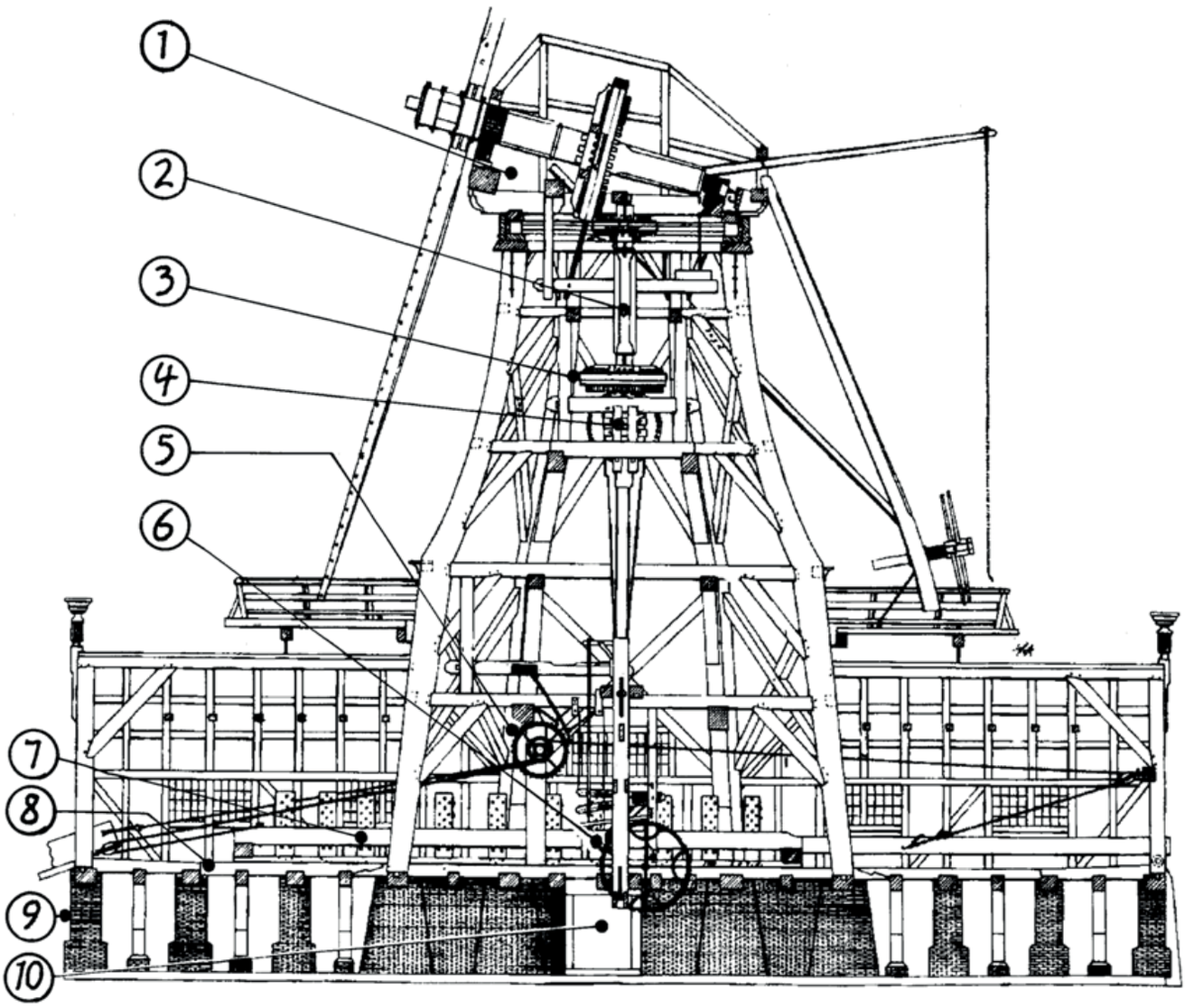


Fig. 15.2.2
Doorsnede zeskante zaagmolen
(naar een afbeelding in het Groot Volkoomen Moolenboek)

1. *kap*
2. *koningsspil*
3. *onderbonkelaar*
4. *krukas en krukwiel*
5. *haalwerk, winderij*
6. *krabbelwerk voor zaagslee*
7. *zaagslee*
8. *zaagvloer*
9. *poeren, stiepen, penanten,*
10. *kot of hel*

© Het Gilde van Molenaars

15.3 HET GAANDE WERK

Het gaande werk van beide typen zaagmolens is in grote lijnen gelijk maar kent ook enkele kenmerkende verschillen.

krukwiel

De paltrok kruit in zijn geheel en heeft daarom geen koningsspil nodig. Het bovenwiel drijft rechtstreeks het krukwiel aan. Soms is voor de aandrijving een tweede wiel op de bovenas aanwezig. Het krukwiel wordt uitgevoerd als varkenswiel of als schijfloop.
De bovenkruier-zaagmolen heeft een korte koningsspil. De onderbonkelaar, onderaan de koningsspil, drijft het krukwiel aan.
Vanaf het krukwiel dat op het vierkante deel van de krukas is bevestigd is het gaande werk van beide typen gelijk.

15.3.1 De krukas en de kolderstokken

krukas

De krukas ligt op de krukzolder en heeft drie krukken. Dit noemt men dus een drieslagskrukas. ‘De Eenhoorn’ in Haarlem heeft als uitzondering vier krukken en ‘De Salamander’ te Leidschendam heeft er twee. De krukas is gelagerd tussen horizontaal liggende metaalhouten die ingelaten zijn in verticaal geplaatste krukpollen die in de krukbalken of pollenbalken steken. De onderste metaalhouten bevatten doorgaans een bronzen lagerschaal, de bovenste vaak niet. Met behulp van wiggen en metaalhouten stelt men de krukas zuiver af in lijn. De krukas is gesmeed van ijzer.

metaalhouten krukpollen, krukbalken

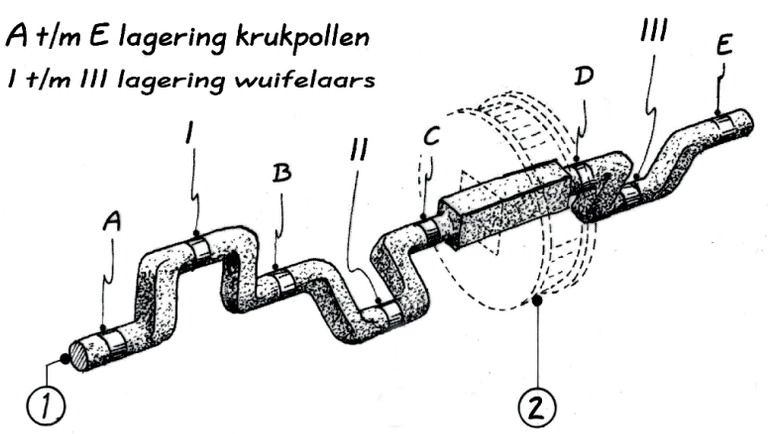


Fig. 15.3.1.1
Drieslagskrukas

1. *krukas*
2. *krukwiel*

kolderstokkken of wuifelaars
zaagramen

Tussen de krukpollen bevinden zich de drie krukbochten. Aan de krukken zijn de kolderstokken of wuifelaars gehangen en gelagerd. Ze verbinden de krukas met de zaagramen en zetten daarmee de rondgaande beweging om in een op- en neergaande beweging. Onderaan zijn de kolderstokken verbonden met de zaagramen via een dwarsverbinding, het draaihoofd, dat de heen en weer gaande beweging van de kolderstokken volgt.

draaihoofd

© Het Gilde van Molenaars

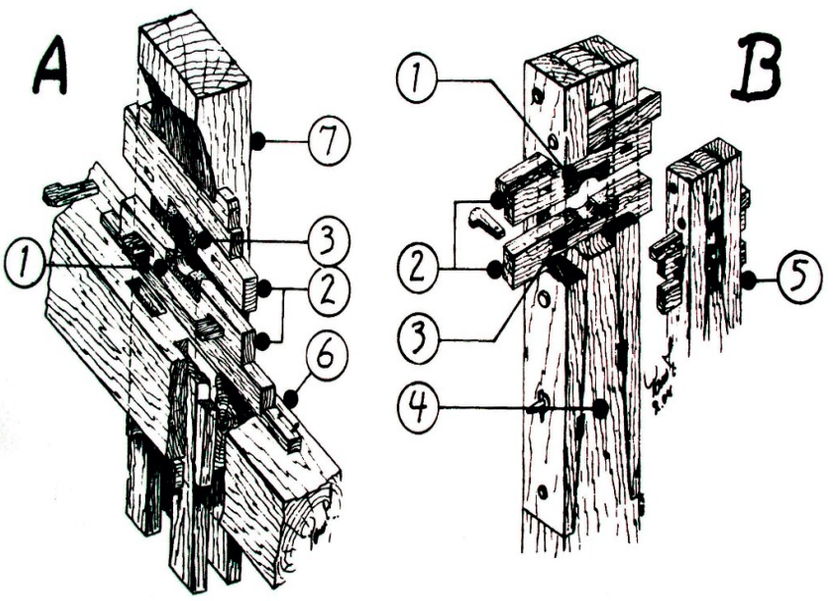


Fig. 15.3.1.2
Lagering van krukas en kolderstok

A. krukpol
B. oor van de kolderstok

1. lagerschaal
2. metaalhouten
3. lagerschaal
4. kop van de kolderstok
5. oor van de kolderstok
6. krukbalk of pollenbalk
7. krukpol

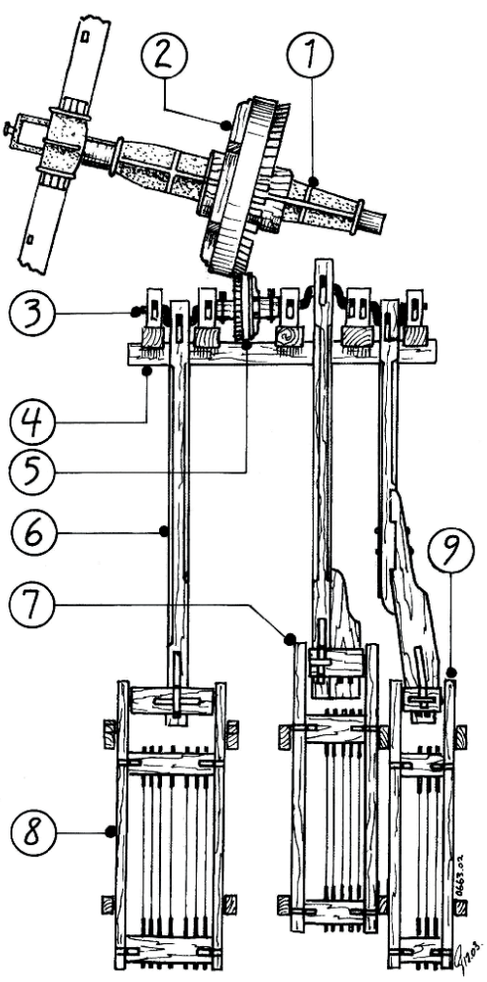


Fig. 15.3.1.3
Zaagwerk van een paltrok

1. bovenas
2. bovenwiel
3. krukas
4. krukbintbalk
5. krukwiel
6. kolderstok of wuifelaar
7. middelraam
8. grote raam
9. achter- of schulpraam

15.3.2 De zaagramen

grote-, middel-, schulpraam

schulpraam
raamstijlen
onderspanhoofd,
bovenspanhoofd, raamkalf

Zaagmolens hebben meestal drie zaagramen, het grote-, middel- en achter- of schulpraam. Daarmee zaagt men stammen tot planken of balken. Om balken of planken te kantrechten is één raam soms uitgevoerd als schulpraam zonder slee. Een zaagraam bestaat uit twee raamstijlen met van onderen naar boven gezien het onderspanhoofd, het bovenspanhoofd, het raamkalf en het draaihoofd. Het onder- en bovenspanhoofd bestaan beide uit twee delen die met diepe kepen tussen de raamstijlen zijn bevestigd

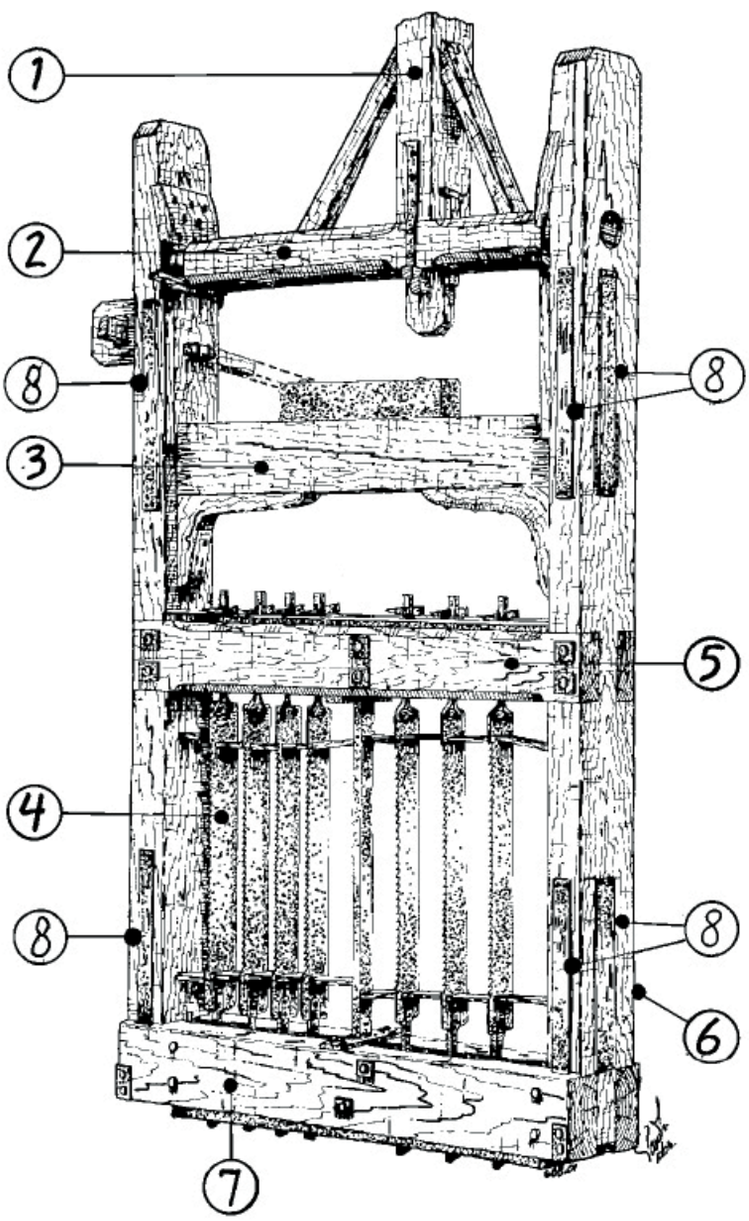


Fig. 15.3.2.1
Het zaagraam

1. *kolderstok of wuifelaar*
2. *draaihoofd*
3. *raamkalf*
4. *zagen*
5. *bovenspanhoofd*
6. *raamstijl*
7. *onderspanhoofd*
8. *strijkplaat*

kluften

Tussen beide delen zit een spouw van 4 à 5 cm breed waarin men onderdelen van de zaagbladen steekt. In de onderste spouw de kluften, voorzien van een haak die men onder het onderspanhoofd haakt. In de bovenste spouw de

hengsels, spijloog,

hengsels met bovenaan een spijloog dat boven het spanhoofd uitsteekt waar men een spie doorsteekt. Hiermee slaat men elke zaag vast en zet er spanning op. Daarom zijn de spanhoofden breed uitgevoerd.
Zaagramen wegen ca. 800-1600 kg. Het vallende gewicht van het zaagraam bepaalt de kracht waarmee gezaagd kan worden.

spanhoutjes, spanblokjes, afstandhouders
klossenbak

Tussen de zagen steekt men spanhoutjes of spanblokjes. Deze klosjes bepalen de afstand tussen de zaagbladen en daarmee de dikte van het te zagen hout. Op elke zaagmolen ligt een groot aantal van deze klosjes in de klossenbak, op handelsmaat gesorteerd.

strijkplaten

Boven- en onderaan de zaagraamstijlen zijn totaal 12 strijkplaten aangebracht, zowel aan de voor-, achter- als de zijkant. Deze strijkplaten geleiden de zaagramen. Ze glijden langs verstelbare pokhouten of bronzen neuten die in de vloerbalken van de zaagvloer en de raamzolder zijn ingelaten.

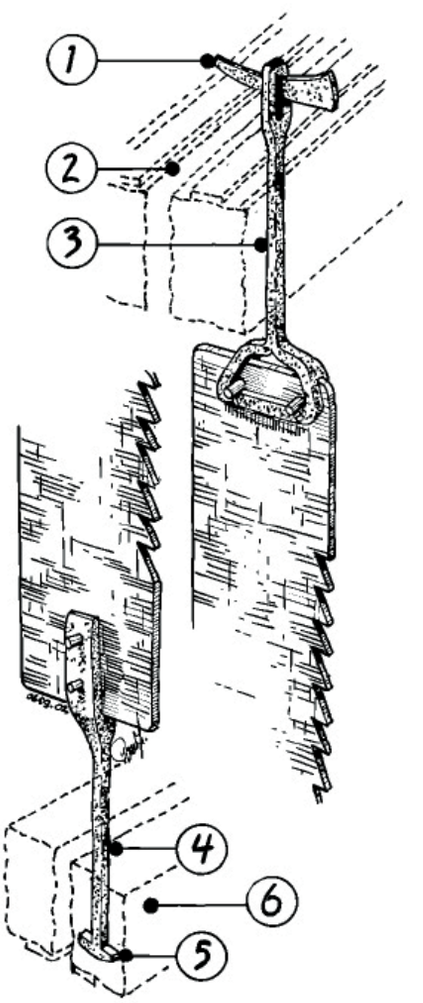


Fig. 15.3.2.2
Onderdelen van een zaag

1. *spanspie*
2. *bovenspanhoofd*
3. *hengsel*
4. *kluft*
5. *haak*
6. *onderspanhoofd*

© Het Gilde van Molenaars

15.3.3 De zaagsleden

zaagslee

legger, ligger
sleehoofden
sleebalk, sleestuk, pollenstuk
pollen

Om een boom door de zaagramen te voeren legt men deze op een zwaar raamwerk, de zaagslee. Deze schuift over in de zaagvloer bevestigde hardhouten neuten of wordt tussen twee houten railbalken geleid. Een zaagslee bestaat uit twee lange balken, de losse- en vaste legger of ligger, aan de uiteinden met elkaar verbonden door de sleehoofden. Op de sleehoofden ligt boven de vaste legger een derde balk, de sleebalk of pollenstuk. Hier zijn de pollen ingelaten die tot in de vaste legger doorlopen. De sleden zijn verweven met de zaagramen, waarbij meestal de vaste legger binnen en de losse legger buiten het zaagraam ligt. (fig. 15.3.3.1: verlengde sleehoofd behoort aan de kant van de losse legger)

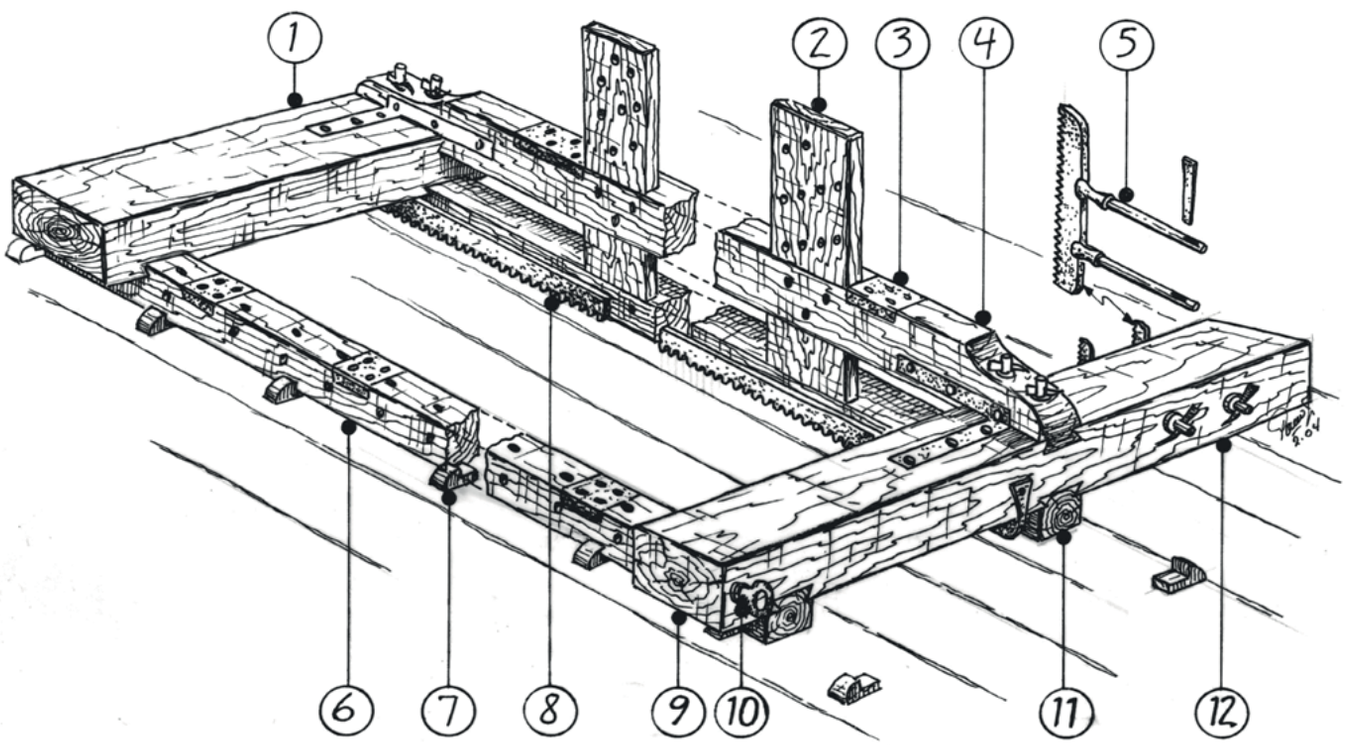


Fig. 15.3.3.1
De zaagslede

1.	*voorste sleehoofd*	*5.*	*kopmes,*	*9.*	*achterste sleehoofd*
2.	*pol*	*6.*	*losse legger*	*10.*	*trekoog*
3.	*kramstuk*	*7.*	*sleeneut*	*11.*	*vaste legger*
4.	*sleebalk, pollenstuk*	*8.*	*tandheugel*	*12.*	*verlengde sleehoofd*

schotels
handbomen, balkijzers
wartelhout

kramijzers
kramstukken

In de pollen zijn trapsgewijs gaten geboord. De houtzager legt nu op de leggers losse dwarsbalken, schotels geheten en daarop wordt de te zagen stam of balk geplaatst. Vervolgens worden boven de stam handbomen of balkijzers in de gaten van de pollen gestoken welke met een touw en een wartelhout worden vastgezet. Daarmee wordt de stam vastgeklemd. Om verschuiven of rollen te voorkomen worden nog kramijzers in de stam en in de op de legger en slee aangebrachte kramstukken geslagen.

© Het Gilde van Molenaars

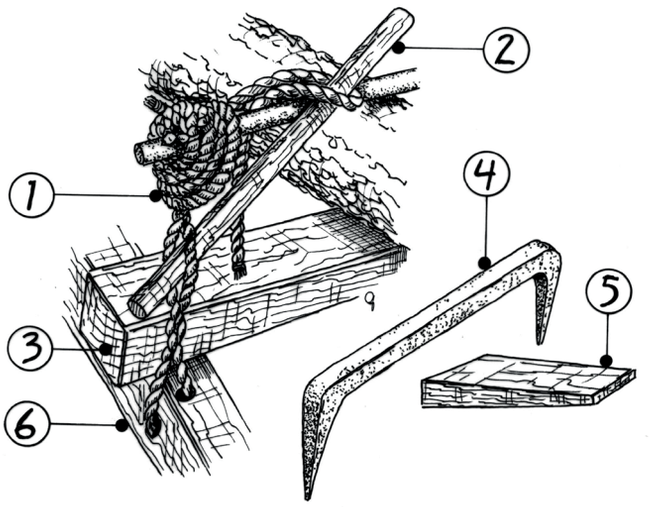


Fig. 15.3.3.2
Verankering van de te zagen stam of balk

1. *touw van de handboom*
2. *wartelhout*
3. *schotel*
4. *kramijzer*
5. *wig*
6. *losse legger*

schulpen

Bij het schulpen (‘kantrechten’) ligt het pakket planken niet op een zaagslede maar schuift over op de zaagvloer aangebrachte neuten, soms voorzien van leidzame wiggen: de schulpvloer.

schulpvloer
kopmessen, proken, schulpraam

Het verlengde sleehoofd dat voorzien is van 1 of 2 ijzeren kopmessen of proken (fig. 15.3.3.1) drukt de planken door het schulpraam. Om de planken recht door de zagen te leiden worden deze met een kram aan de losse legger van de slee vastgezet.

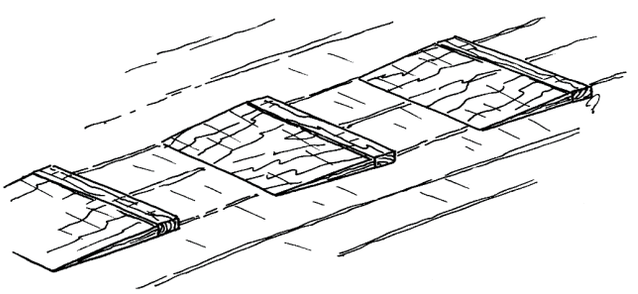


Fig.15.3.3.3
De schulpvloer is voorzien van schuin oplopende vloerdelen

steunbord

Om opwippen van de planken tegen te gaan staan er steunborden op, een stevige plank met aan de onderzijde een dwarshout. Het steunbord, voor en soms ook achter het zaagraam, steekt door een geleider op een bintbalk of de reebalk en is vastgezet met een wig (fig. 15.3.3.4). Het steunbord schuift met de zaagrichting mee en springt vanzelf terug door de toenemende buigspanning. Soms gebruikt men stutten in plaats van steunborden.

© Het Gilde van Molenaars

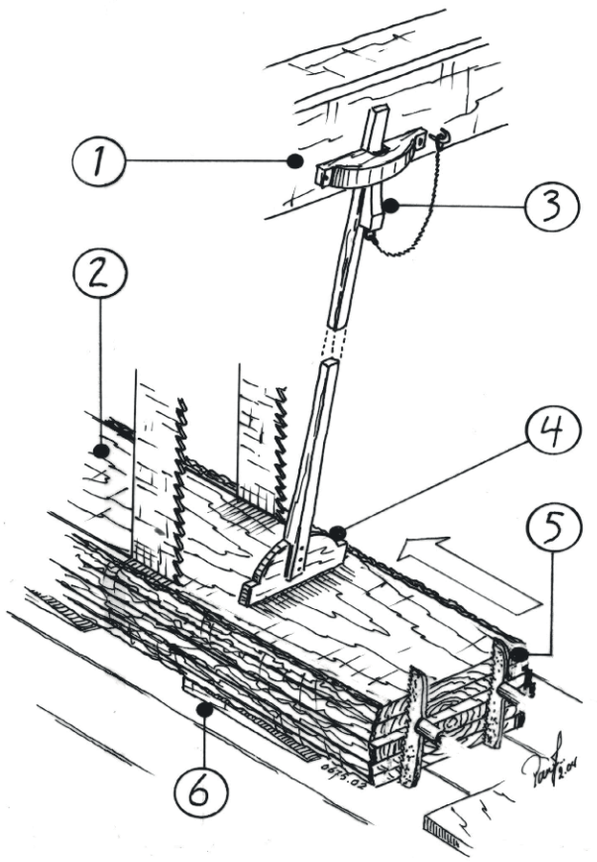


Fig. 15.3.3.4
Het steunbord

1. *reebalk (bij paltrokken)*
2. *te kantrechten hout*
3. *wig*
4. *steunbord*
5. *kopmes van de zaagslee*
6. *schulpvloer met wiggen*

15.3.4 Het krabbelwerk

krabbelwerk
krabbelstok
palstok of krabbelarm

Het krabbelwerk voert de zaagslee met de te zagen stam door het zaagraam. Aan het op- en neergaande zaagraam hangt de krabbelstok waarvan het ondereinde met de palstok of krabbelarm verbonden is. Deze palstok scharniert in een stijl naast het zaagraam en is voorzien van een aantal gaten of aan de bovenzijde aangebrachte kepen. In één van de gaten of kepen hangt een lange ijzeren haak, de krabbelaar. Een tweede ijzeren haak, de pal, scharniert in hetzelfde punt als de palstok.

krabbelaar, pal

krabbelrad

krabbelas
metalen rondseltje
tandheugel

De krabbelaar trekt bij elke opgang één of meer tanden van het ijzeren krabbelrad voorbij de pal die bij iedere neergang van de krabbelaar het terugdraaien van het krabbelrad belet. Het krabbelrad is bevestigd aan de krabbelas die onder de zaagslee doorloopt. Op de krabbelas zit een klein metalen rondseltje waarmee de onder de zaagslee aangebrachte tandheugel wordt aangedreven. Als de krabbelaar één tand van het krabbelrad doortrekt, schuift de zaagslee ongeveer 1 mm verder.

© Het Gilde van Molenaars

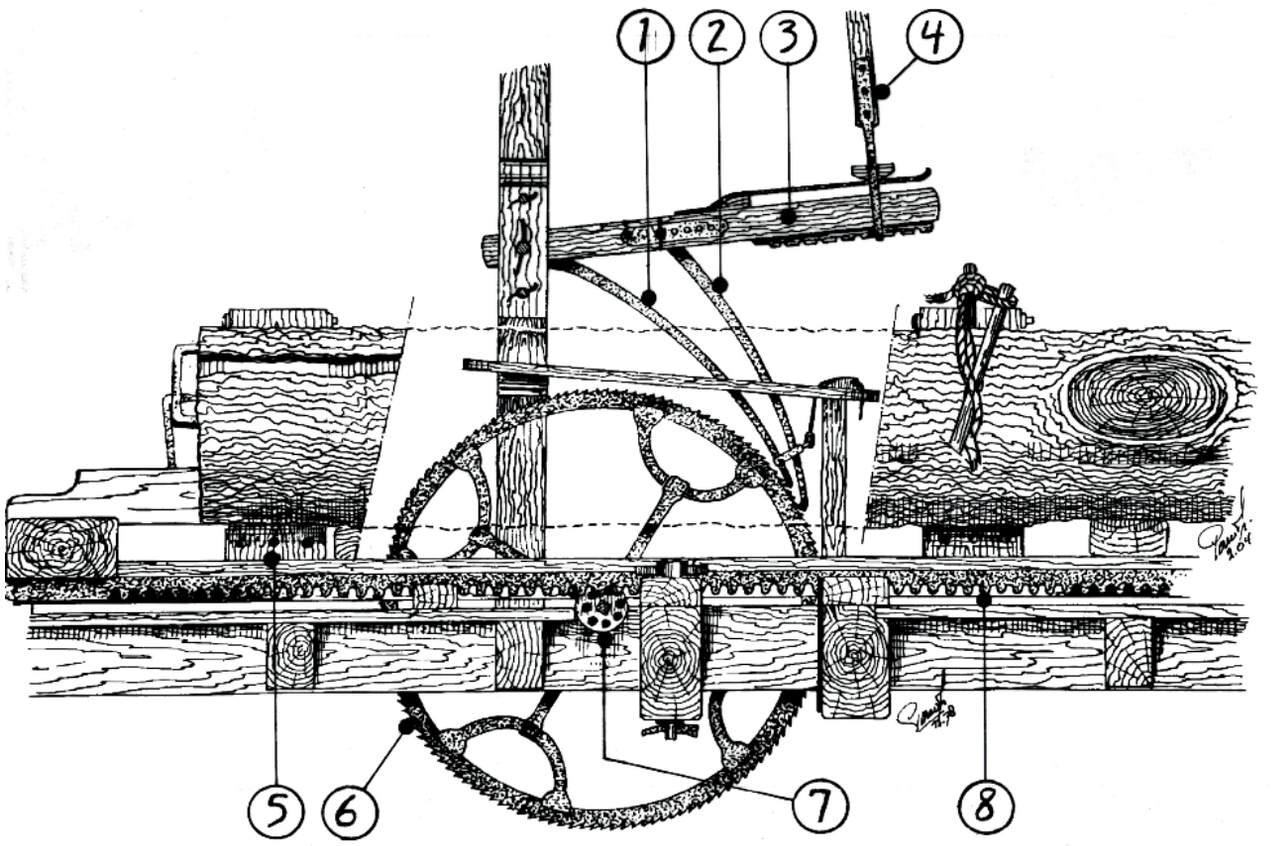


Fig. 15.3.4.1
Het krabbelwerk

1. *pal*
2. *krabbelaar*
3. *palstok of krabbelarm*
4. *krabbelstok*
5. *pol*
6. *krabbelrad*
7. *krabbelas met rondseltje*
8. *tandheugel*

Het aantal tanden dat de krabbelaar bij één opgang pakt hangt af van de plaats waar deze aan de palstok hangt. Hiermee bepaalt de houtzager de voeding van de zaagslee, d.w.z. hoever de slee per volle slag van het zaagraam verplaatst. Bij hard hout is de verplaatsing geringer dan bij zachter hout.
Het zaagtempo wordt verder beïnvloed door de snelheid van het op- en neergaande zaagraam; die is afhankelijk van de wind.
De molenaar kan het zagen onderbreken zonder het gaande werk te stoppen door de krabbelaar van het krabbelrad weg te trekken.

© Het Gilde van Molenaars

15.3.5 De winderij

winderijen, haalwerken

Om de boomstammen uit het water te halen, op de zaagslee te plaatsen en om de zaagslee zelf terug te slepen zijn er winderijen of haalwerken op of onder de raamzolder geplaatst. De winderij werkt op dezelfde wijze als het krabbelwerk en wordt eveneens door de zaagramen aangedreven. De krabbelaar heet hier haler en het 'krabbelrad' is een kleinere tandkrans die op een rol is bevestigd. De pal voorkomt teruglopen. Om de rollen zijn zware touwen gewikkeld waarvan de einden zijn voorzien van een stevige haak. Bij paltrokken ligt om de winderijrol voor de kraan nog een zwaar touw met een volle slag tegen de opwindrichting in, het remtouw. Het is hiermede mogelijk de rol bij het neerleggen van de stam op de zaagslede enigszins af te remmen. Bij bovenkruier-zaagmolens doet men dit door afwisselend de pal en de haler te lichten. ('melken') Bij bovenkruier-zaagmolens hangt de winderij onder de raamzolder, bij paltrokken staat de winderij op de raamzolder.

haler
pal

remtouw

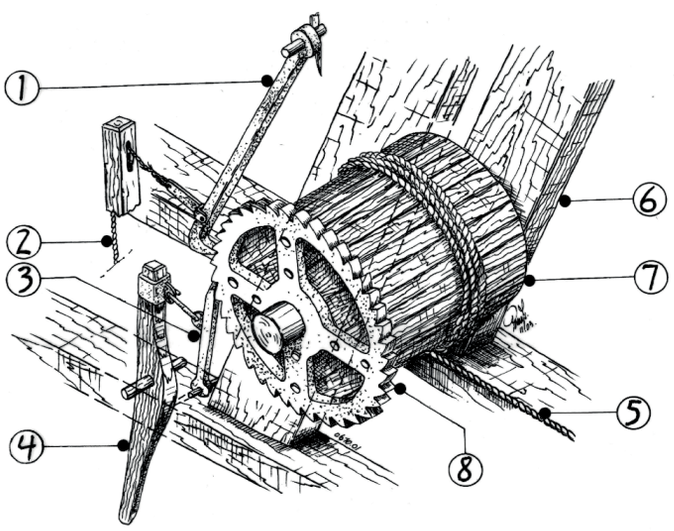


Fig. 15.3.5.1
Winderij

1. *haler*
2. *stuurtouw*
3. *pal*
4. *palstok*
5. *kraantouw*
6. *rolstijl*
7. *rol*
8. *tandkrans*

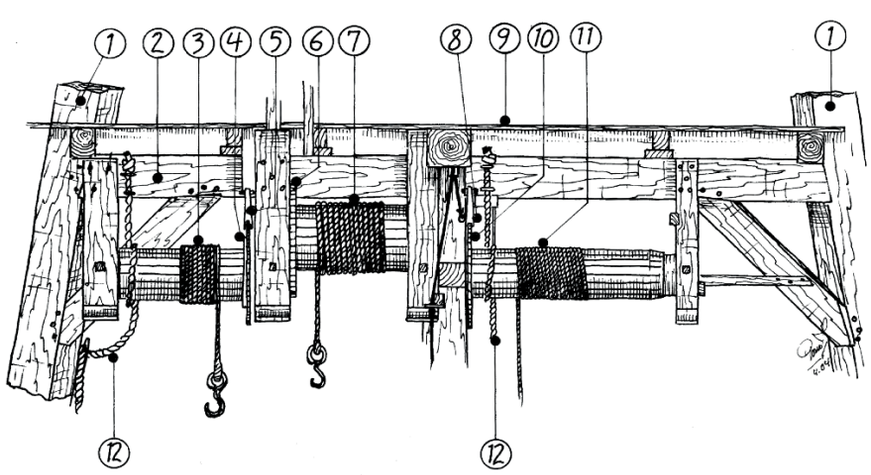


Fig. 15.3.5.2
Winderijen van een bovenkruier-zaagmolen met twee sleden

1. *hoekstijl*
2. *bintbalk*
3. *winderij grote raam*
4. *tandkrans*
5. *pal*
6. *tandkrans*
7. *luirol voor de sleden*
8. *pal*
9. *raamzoldervloer*
10. *tandkrans*
11. *winderij kleine- en schulpraam*
12. *remtouw*

15.3.6 De kraan en jijntakel

kraan

Aan het begin van de zaagvloer staat bij de paltrok een kraan. Deze is nodig om de stammen uit het water te hijsen. De kraan kan, gezien vanaf de staart, zowel links als rechts op de zaagvloer staan. Staat de kraan rechts, dan zaagt de molen van rechts naar links ('De Otter' te Amsterdam). Bij de overige vier paltrokken staat de kraan links en wordt van links naar rechts gezaagd.

jijntakel
jijnrib

Paltrokken zijn daarnaast nog uitgerust met twee vierschijfsblokken, de jijntakel die men over de jijnrib, een zware balk boven de zaagvloer, heen en weer kan rollen. Hiermee brengt men de stam in de juiste positie op de zaagslede. Ook sommige bovenkruiers hebben een dergelijke takelinrichting.

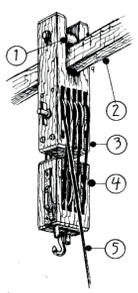


Fig. 15.3.6.1
De jijntakel

1. *rol*
2. *jijnrib*
3. *boventakelblok*
4. *ondertakelblok*
5. *lijn*

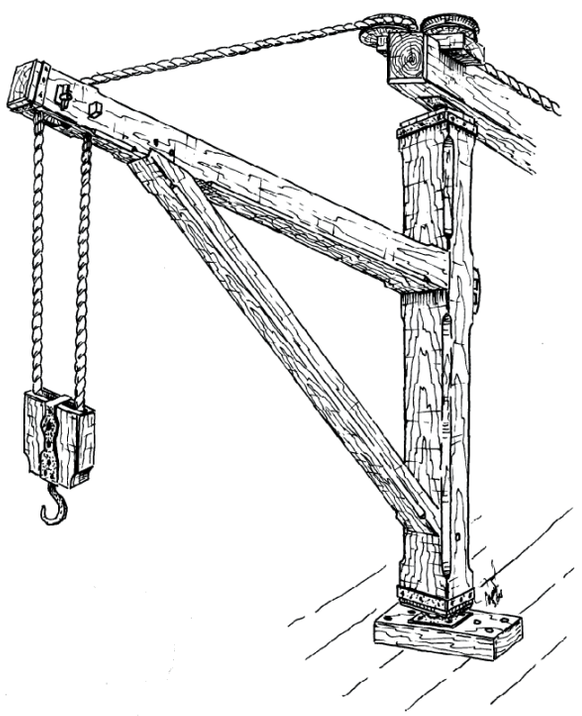


Fig. 15.3.6.2
De kraan zoals toegepast op de paltrok met kraanstijl, kraanarm en stut

15.3.7 Het balkengat

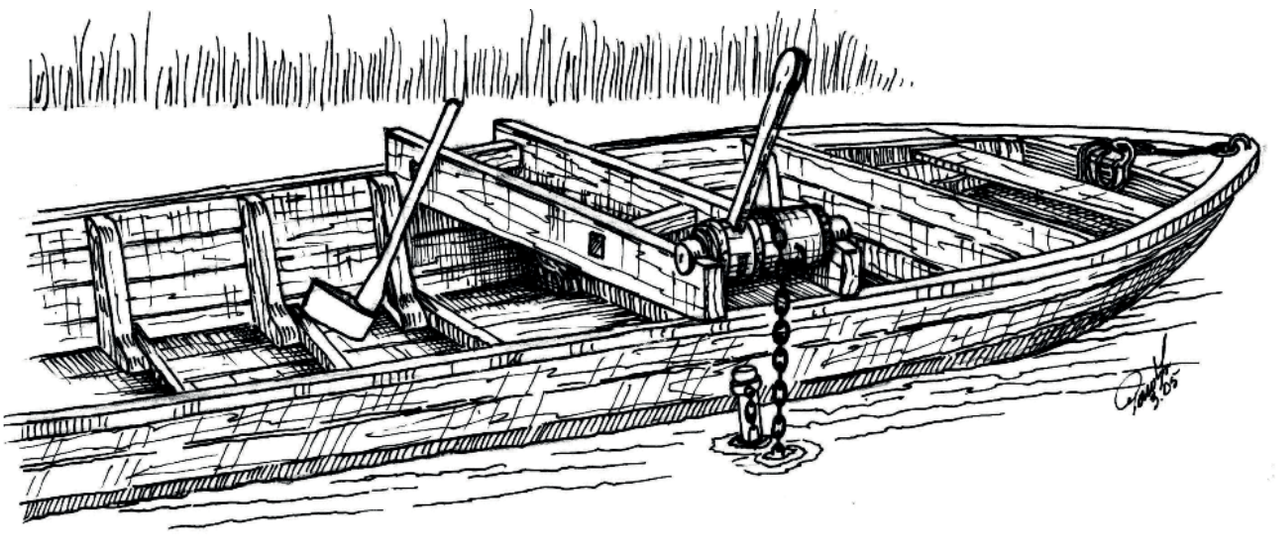
balkengat
wateren

In de vaart waarlangs de molen staat is doorgaans een inham gegraven, het balkengat. Hierin liggen de stammen voor opslag. De stammen kunnen daarin ook wateren voordat men ze verwerkt. Tijdens het wateren, dat enige jaren kan duren verdringt het water de groeisappen uit het hout wat de duurzaamheid sterk verbetert.
Bij paltrokken liep het balkengat grotendeels rond de molen, zodat niet te veel gekruid hoefde te worden om een volgende stam te kunnen optakelen.

© Het Gilde van Molenaars

sleephelling Bovenkruier-zaagmolens hebben aan het begin van de zaagvloer een sleephelling tot aan het balkengat om met de winderij de boomstammen uit het water te halen.

penterbak Met een specifiek, rechthoekig vaartuig, de penterbak, haalde men stammen op uit het balkengat om ze onder de kraan of naar de sleephelling te slepen.



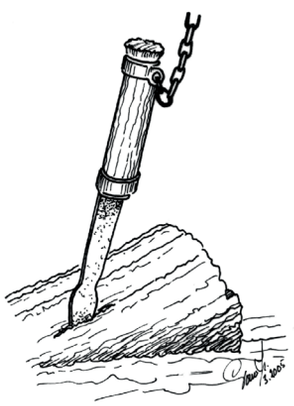


Fig.15.3.7.1.& 2
Penterbak

Dit vaartuig behoorde bij iedere zaagmolen.
De penter wordt in de te zagen stam geslagen.

15.3.8 Verschillen tussen de paltrok en de bovenkruier

- Paltrokken kruien in hun geheel, bovenkruiers alleen de kap.
- De zaagvloer van paltrokken ligt hoger dan die van bovenkruiers.
- Paltrokken hebben een kraan om de stammen uit het balkengat te halen, bovenkruiers een winderij of haalwerk en een sleephelling.
- Paltrokken zijn half-open, men werkt buiten maar beschut tegen de wind, in bovenkruiers werkt men in de zaagschuur, hoewel daar altijd deuren openstaan en de wind binnendringt.

© Het Gilde van Molenaars

- Paltrokken hebben geen koningsspil, bovenkruiers een korte.
- Achtkante bovenkruier-zaagmolens staan op een ondervierkant (fig. 5.7.4.8), omdat anders vier van de acht stijlen de zaagsleden in de weg zouden staan. Bij een zeskant hoeft dit niet, daar staan twee stijlen midden in het looppad tussen de zaagramen.

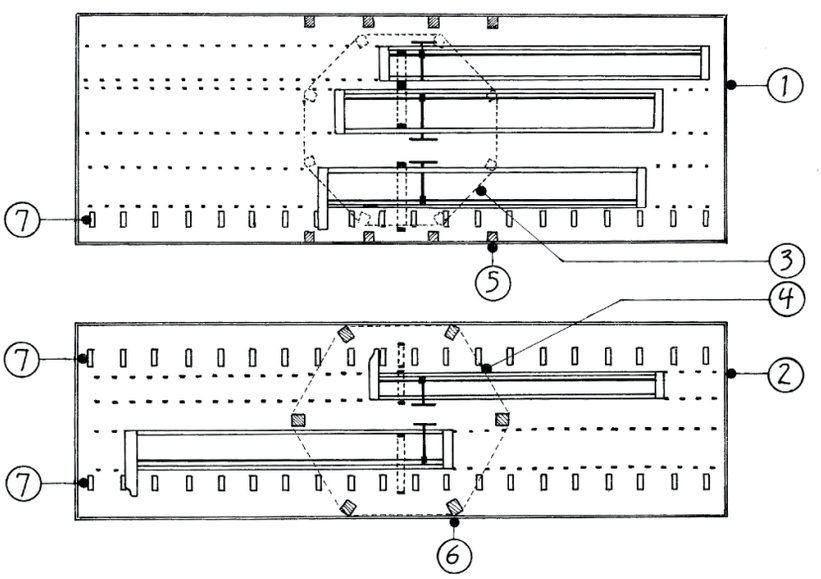


Fig. 15.3.8.1
Indeling van de zaagvloeren van een acht- en een zeskante zaagmolen

1. *zaagvloer achtkant*
2. *zaagvloer zeskant*
3. *omtrek achtkant*
4. *omtrek zeskant*
5. *stijlen ondervierkant*
6. *stijlen zeskant*
7. *schulpvloeren*

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 16 De papiermolen

Inhoud pagina

16.1 Inleiding 3

16.2 De inrichting van een windgedreven papiermolen 3

16.3 Het productieproces in het kort 3

16.4 Het vijverland 4

16.5 De voddenschuur 5

16.6 De molen 8

16.6.1 De kapperij
16.6.2 Het malen

16.7 Het werkhuis 10

16.7.1 De roerbakken
16.7.2 Het papierscheppen
16.7.3 Het papierpersen

16.8 De droogschuur 14

16.9 De pakkamer 15

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

16.1 INLEIDING

Het eerste behoorlijk beschrijfbare materiaal, perkament, kwam uit Pergamum, in West-Turkije. Perkament verdrong papyrus, gemaakt van de papyrusplant waarop de oude Egyptenaren reeds schreven.
Omstreeks 105 n. Chr. vond men in China het papier uit zoals wij het kennen.
Het bereikte Europa via Spanje waar rond 1100 de eerste papiermolen ontstond.
Bijna 500 jaar later, in 1586 komt de eerste molen in Holland. In dat jaar komt er een molen in Zwijndrecht, een in Dordrecht en de eerste windpapiermolen in Alkmaar.

In het oosten en zuiden van ons land bouwde men watergedreven papiermolens. Daar beschikte men ruimschoots over schoon helder water dat bij papierfabricage nodig is.
In het westen bouwde men windgedreven papiermolens. Dit waren stellingmolens met lange schuren omdat er veel droogruimte nodig was. Voor het maken van wit papier gebruikte men welwater wat met een petmolen van grote diepte werd opgepompt. De enige nog werkende windgedreven papiermolen is 'De Schoolmeester' in Westzaan.

16.2 DE INRICHTING VAN EEN WINDGEDREVEN PAPIERMOLEN

Voor de productie van papier dient de grondstof verschillende bewerkingen te ondergaan. Hiervoor zijn meerdere voorzieningen en ruimten nodig.
We onderscheiden:

- het vijverland
- de voddenschuur
- de molen
- het werkhuis
- de droogschuur
- de pakkamer

In de volgende paragrafen zullen deze verder worden besproken.

16.3 HET PRODUCTIEPROCES IN HET KORT

1. Lompen sorteren op kleur en soort.
2. De lompen met het scheurmes in stukjes scheuren, knopen etc. verwijderen.
3. Het gescheurde materiaal fijnhakken in de kapperij.
4. Wassen en tot vezels vermalen in de maalbak of hollander.
5. De gemalen stof uit de maalbak laten aflopen naar een verzijgkast.
6. De stof in de roerbak oplossen met water tot een gelijkmatige massa.
7. De stof in de schepkuip brengen.
8. Papier scheppen met de schepvorm. Opstapelen met vilt tot posten van 125 stuks.
9. Post onder de natpers en vervolgens naar de droogschuur.
10. Controle van het papier op de verleestafel.
11. Papier persen in de droogpers.
12. Het papier kalanderen om het glad te maken.
13. Persen, sorteren naar dikte en nogmaals persen.
14. Wit papier naar de lijmketel.
15. Wit papier persen en drogen in de droogschuur.
16. Wit papier gladstrijken met de kalanderwalsen of pleystermolen
17. Persen, sorteren naar dikte, nogmaals persen en inpakken.

© Het Gilde van Molenaars

16.4 HET VIJVERLAND

In het begin gebruikte men in de Zaanstreek gewoon oppervlaktewater. Daarmee maakte men grauw papier. Om wit papier te maken moest men zuiver en schoon grondwater van grote diepte oppompen. Daartoe gebruikte men de petmolen.

petmolen

Deze stond op een verhoging waaronder een flinke hefboom was geplaatst die op en neer bewoog via een wuifelaar en een kruk die deel uitmaakte van de bovenas. De petmolens pompten het water op uit diepe waterputten, in de Zaanstreek 'petten' genoemd. Een pet bestond uit op elkaar geplaatste eikenhouten vaten, tot ca. 10 m. diep. Door het onderste vat sloeg men smalle houten kokers tot 25 à 30 m. in de slappe veengrond.

wuifelaar

petten

Het opgepompte water werd verder ontijzerd op het vijverland. Dit bestond uit zigzag gegraven smalle kanaaltjes met een totaal oppervlak van wel een hectare. Uiteindelijk liep het water naar een grote bak onder de molen waar het werd opgepompt naar een filterbak gevuld met zand en schelpen en een doek over de bodem. Het gefilterde water liep weer onder de molen en werd met de tweede molenpomp in de waterbakken gepompt om te worden gebruikt in de maalbakken. Om 1 kilo papier te maken was 150 tot 175 liter water nodig.

vijverland

Om het water nooit met ijzer in aanraking te laten komen waren alle leidingen van lood of koper. Dat gold vooral voor de witpapiermolens om roestvlekken in het papier te voorkomen. Voor grauwpapiermolens was dit minder belangrijk.

witpapiermolens
grauwpapiermolens

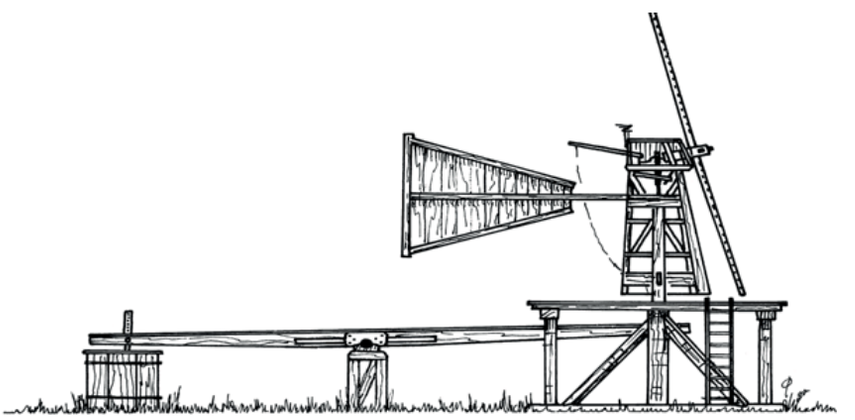


Fig. 16.4.1
De petmolen stond op een stelling, voorzien van een lange hefboom naar de pet

© Het Gilde van Molenaars

16.5 DE VODDENSCHUUR

voddenschuur

In de voddenschuur werkten de voddenscheursters die de binnengekomen lompen bewerkten.

lage hord

Op de lage hord, een tafel met een blad van latten, werden de vodden uitgespreid en op kleur gesorteerd. Witpapiermolens verwerkten uitsluitend witte vodden.

hoge hord

Naast de lage hord stond de hoge hord, een tafel met een blad van kopergaas of fijn houten traliewerk. Hierop sloeg men vuil en stof uit de vodden. Sommige

ronsel

molens beschikten over een ronsel, een trommel van kopergaas waarin men de lompen ronddraaide. De stof (vuil) uit het ronsel viel dan in een houten kist eronder.

Fig. 16.5.1
De voddenschuur met de hord waar de scheurmessen op staan

scheurbank

Na het sorteren en reinigen ging het materiaal naar de scheurbank waarop een vast breed vlijmscherp scheurmes was geplaatst. Hiermee verwijderde men knopen, haakjes, gespen enz. en scheurde men de lompen in kleine stukken. Langvezelige grondstof als henneptouw die nodig was voor de sterkte van pakpapier hakte men op een hakblok in kleine stukken.

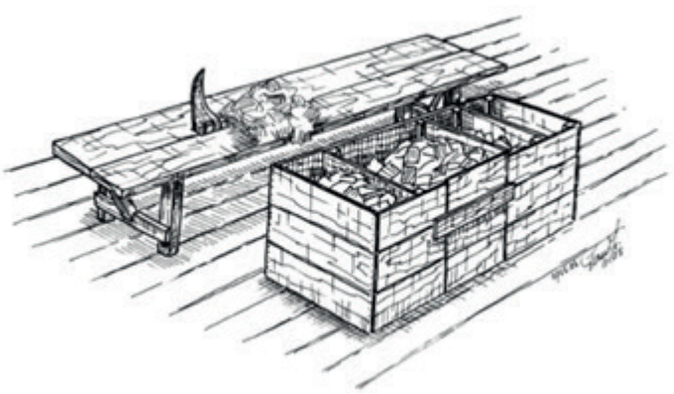
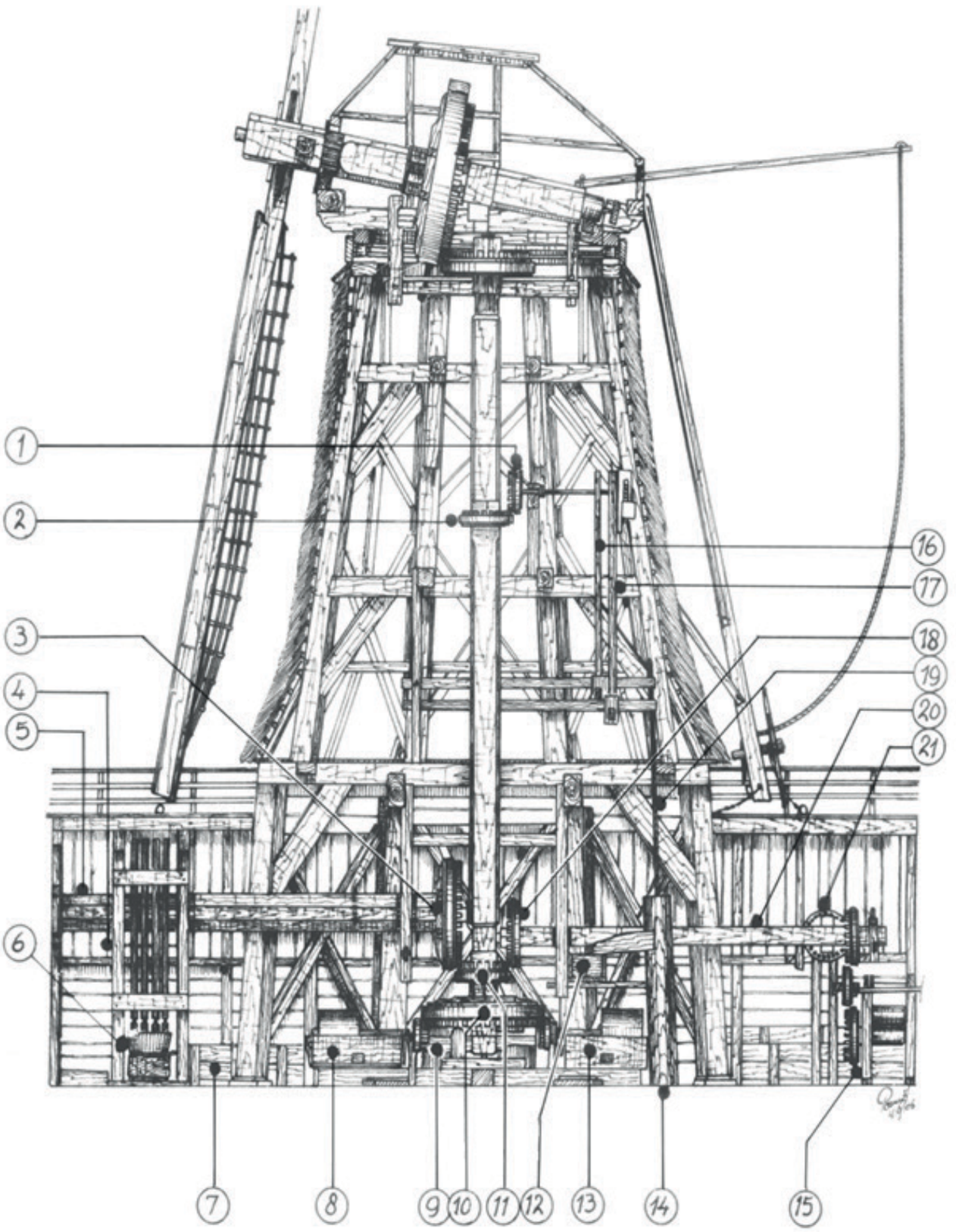


Fig. 16.5.2
De scheurbank met het scheurmes en er naast de sorteerkist

© Het Gilde van Molenaars



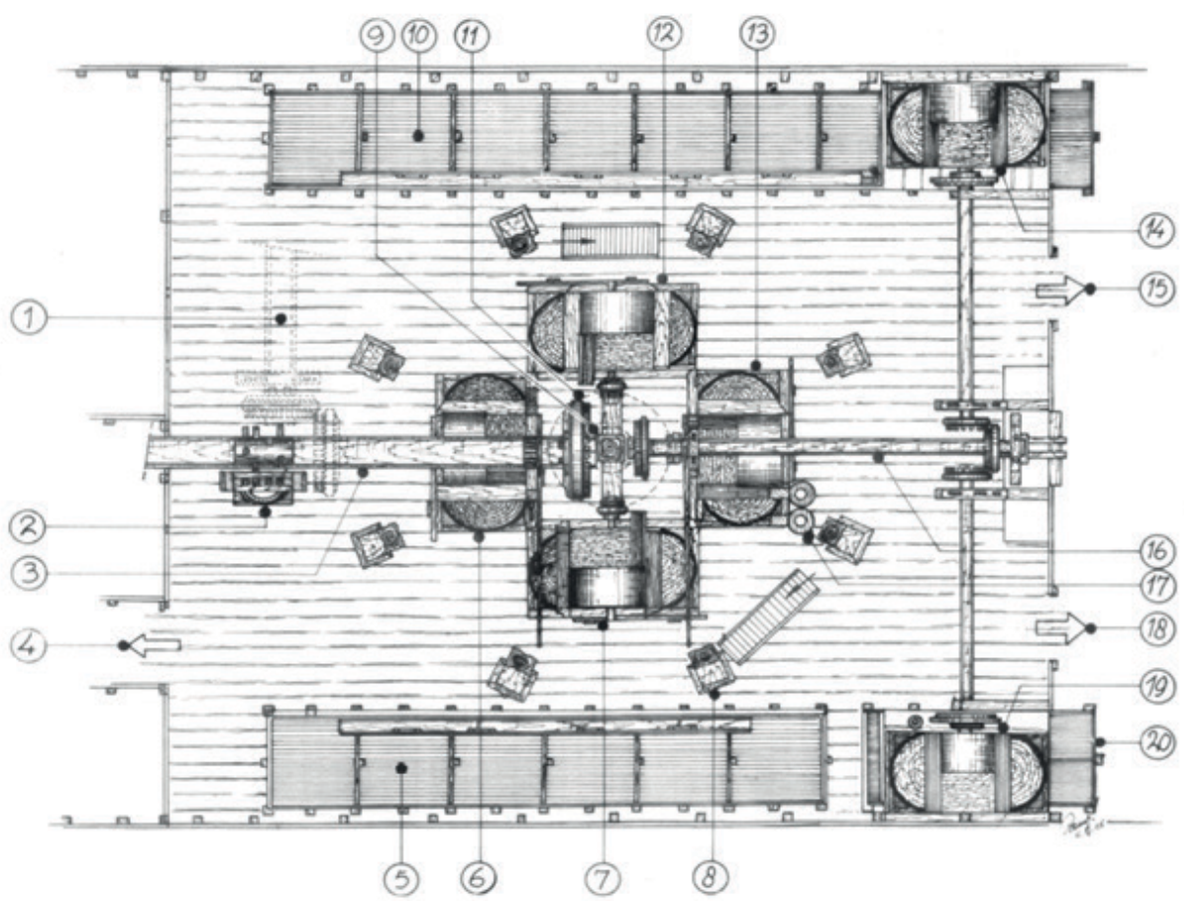
© Het Gilde van Molenaars

Fig. 16.6.1
De papiermolen

1. *krukwiel*
2. *bonkelaar voor de pomp*
3. *grote wentelwiel*
4. *kapperij*
5. *grote wentelas*
6. *kuip*
7. *verzijgkasten*
8. *maalbak*
9. *bakwieltje*
10. *grote onderwiel*
11. *bonkelaar voor kapperij en kalander*
12. *waterbak*
13. *maalbak*
14. *waterpompen*
15. *kalander of pleystermolen*
16. *kolderstok*
17. *kolderstok*
18. *kleine wentelwiel*
19. *pompstokken*
20. *kleine wentelas*
21. *kamwiel voor roerbak*

Fig. 16.6.2
De werkvloer

1. *wentelas kantstenen*
2. *kapperij*
3. *grote wentelas*
4. *naar voddenschuur*
5. *verzijgkasten*
6. *maalbak*
7. *maalbak*
8. *achtkantstijl*
9. *koningsspil*
10. *verzijgkasten*
11. *grote wentelwiel*
12. *maalbak*
13. *maalbak*
14. *roerbak*
15. *doorgang naar werkhuis*
16. *kleine wentelas*
17. *waterpompen*
18. *naar werkhuis*
19. *roerbak*
20. *stofkassen voor de schepperij*



© Het Gilde van Molenaars

16.6 DE MOLEN

Papiermolens drijven nogal wat werktuigen aan en trekken zwaar. Daarom is het gevlucht voorzien van een diepe zeeg, breed hekwerk en extra naar vorenstaande windborden. Hiermee trekt de molen goed bij stevige wind.

platting Papiermolens hadden vaak een platting in plaats van een stelling. De platting is het dak van de schuur waar de molen in staat.

werkvloer De koningsspil loopt door tot beneden op de werkvloer, is extra zwaar uitgevoerd en voorzien van een aantal bonkelaars.

krukwiel, waterpompen De bovenste bonkelaar op de middelste zolder voor de pomp drijft het krukwiel met de waterpompen aan voor het oppompen van al het benodigde water.

kapperij *kalander* *hollander* Ongeveer drie meter boven de maalvloer bevinden zich twee wielen op de koningsspil. De bovenste bonkelaar drijft via het grote wentelwiel en de grote wentelas de kapperij en de kantstenen aan. Er tegenover drijft hetzelfde wiel via het kleine wentelwiel de kleine wentelas aan voor de roerbakken en de kalander. Daaronder bevindt zich het grote onderwiel dat de vier maalbakken of hollanders aandrijft die op de maalvloer staan.

16.6.1 De kapperij

kuip *stuitblok* *stampers* *wroeter* *stuitree* *haalder, tandkrans* *bestevaer* Deze bestaat uit een kuip die met een pen in de bodem over een zwaar, met ijzer afgedekt stuitblok draait. In de kuip waarvan de bodem is voorzien van een metalen plaat hakken vier zware stampers, voorzien van beitels, het voorbewerkte materiaal uit de voddenschuur aan kleine stukjes. De vierde stamper is de wroeter; deze is enigszins verdraaid en woelt de massa in de kuip bij elke slag een beetje om. Door de stuitree worden de stampers opgevangen zodat de messen ongeveer een halve centimeter boven de bodem blijven. De kuip wordt rondgetrokken door een haalder die in een tandkrans rond de kuip grijpt. De haalder op zijn beurt wordt heen en weer bewogen door de bestevaer, een zware houten hefboom die door spaken op de grote wentelas wordt voortbewogen.

starktekassen Wanneer het materiaal voldoende fijngestampt is slaat men het op in de starktekassen ter verdere bewerking.

© Het Gilde van Molenaars

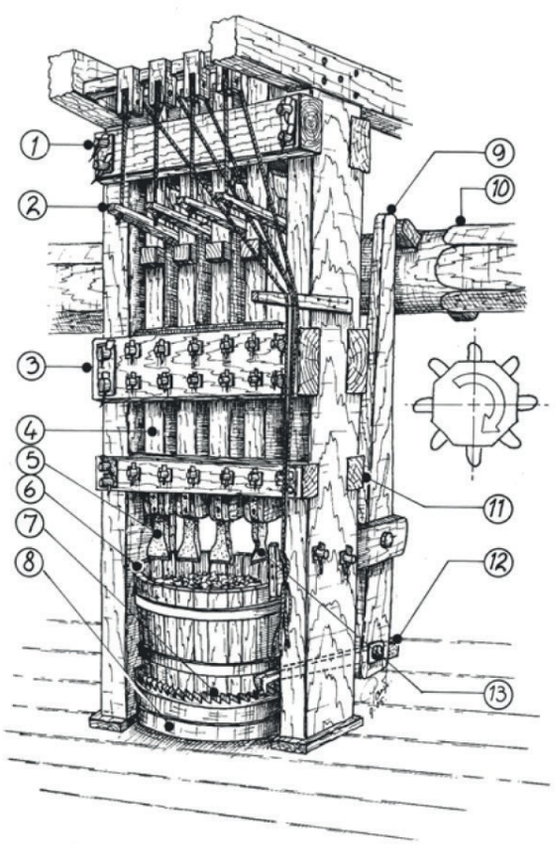


Fig. 16.6.1.1
De kapperij

1. *bovenree*
2. *schortkneppel*
3. *stuitree*
4. *stamper*
5. *stampermessen*
6. *kuip*
7. *tandkrans*
8. *stuitblok*
9. *bestevaer*
10. *grote wentelas*
11. *onderree*
12. *krabbelaar*
13. *wroeter*

16.6.2 Het malen

maalbak, hollander

Het malen geschiedt in de maalbak of hollander, uitgevonden in de Zaanstreek, daar in 1672 vervolmaakt en geschikt gemaakt voor het maken van wit papier. Het was een belangrijke technische verbetering in de papierfabricage. Elke maalbak wordt vanaf het onderwiel aangedreven door een ca. 70 cm groot

bakwieltje

bakwieltje. De maalbak, gevuld met ca. 2 m^3 water is een zware houten bak van ca. 3 x 1,5 m waarvan de binnenhoeken rond afgewerkt zijn. Een houten middenschot van ca. 6 cm dik waarvan de uiteinden tot aan het begin van de ronding reiken verdeelt de bak in tweeën. In de ene gang is een verhoging

rijzing, maalplaat

aangebracht, de rijzing, met daarop de maalplaat, een zware metalen drempel waarvan de bovenzijde over de volle lengte voorzien is van zaagtandvormige kerven. Boven deze maalplaat draait een hardhouten rol van 65 à 70 cm

maalrol, schenen

doorsnee, de maalrol. Hierin zijn metalen schenen gestoken die buiten de rol uitsteken en waarin per scheen twee kerven zijn gehakt. Het vlakke deel, 8 à 10

wrijver

mm breed is de wrijver. In witpapiermolens waren de maalplaat en de schenen van geelkoper maar in grauwpapiermolens gebruikte men goedkoper weekijzer.

© Het Gilde van Molenaars

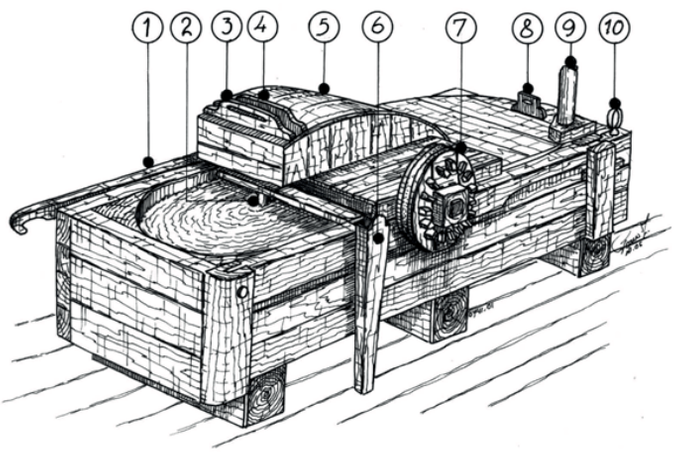


Fig. 16.6.2.1
De maalbak of hollander

1. *buitenlicht van de maalrol*
2. *middenschot*
3. *wasvorm*
4. *stofschuif*
5. *kap over de rol*
6. *afvoer vuil water*
7. *bakwieltje*
8. *aflaatschuif*
9. *watertoevoer*
10. *binnenlicht met oog*

kaak
binnenlicht, buitenlicht

Achter de maalplaat volgt de rijzing de maalrol tot 5 cm onder de bovenrand van de maalbak en gaat daarna onder een hoek van ca. 40° omlaag. Dat laatste deel is de kaak. De rol draait op een ijzeren as van ca. 10 x 10 cm, gelagerd op de binnen- en de buitenlicht. Daarmee stelt de molenaar de afstand tussen de maalrol en de maalplaat in.

kap

Tijdens het malen trekt de maalrol het materiaal via de rijzing over de maalplaat waardoor het uit elkaar scheurt. Vervolgens valt het over de kaak omlaag en drijft via de afgeronde binnenzijden in de maalbak weer terug naar de rijzing, enzovoort. Over de rol is een kap geplaatst tegen het spatten.

verzijgkast

Als de stof volledig vervezeld is laat men de massa via een schuif in de maalbak aflopen naar een verzijgkast, een bak van 5 x 1,5 m waarvan de bodem uit dicht op elkaar liggende latten bestaat, zodat het water weg kan lopen en de papierstof overblijft. Bij voldoende wind wordt er gemalen en de kasten gevuld. De papiermakers kunnen dan elke dag papier maken, ook als er geen wind is.

16.7 HET WERKHUIS

16.7.1 De roerbakken

roerbakken

De in de verzijgkast uitgelekte stof gaat nu naar de roerbakken. Deze roerbakken zien er hetzelfde uit als de maalbakken maar zonder maalplaat.

roerbakrol

Bovendien is de roerbakrol hier geheel van hout en heeft over de volle breedte slechts enkele smalle houten tanden die rakelings over de verhoging in de houten bodem strijken. De roerbakrol mengt de ingedikte stof weer met water. Via de

kleine wentelas

bovengenoemde kleine wentelas worden de roerbakken aangedreven.

© Het Gilde van Molenaars

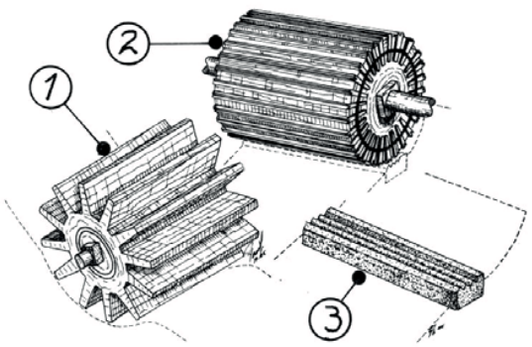


Fig. 16.7.1.1
De rollen

1. *roerbakrol*
2. *maalbakrol*
3. *maalplaat*

16.7.2 Het papierscheppen

stofkastje
schepkuip, schepper, koetser

De opgeloste stof laat men aflopen in een stofkastje. Van daaruit brengt men het met een emmer in de schepkuip waaraan twee man, de schepper en de koetser werkten.

schepvorm
deksel

Zij beschikken samen over twee schepvormen en één losse eikenhouten rand of deksel. Een schepvorm bestaat uit een houten rand met daartussen een aantal smalle latjes waarover een zeer fijn raster van dun koperdraad is gespannen.

husselen

De schepper dompelt een schepvorm in de kuip, verdeelt de vezelstof gelijkmatig over het gehele oppervlak, husselen geheten, waarbij de vezels tot een blad vervilten en het water grotendeels wegloopt en schuift de schepvorm over de

schietplank

schietplank naar de koetser.

De losse rand neemt hij af en gebruikt hij om met het tweede raam een volgend vel te scheppen.

© Het Gilde van Molenaars

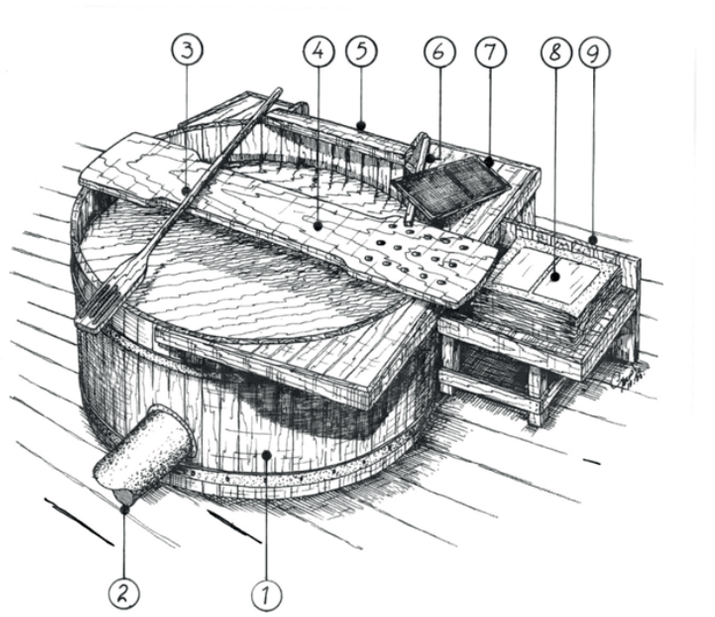


Fig. 16.7.2.1
De schepkuip

1. *kuip*
2. *blaas*
3. *roerhout of stofdissel*
4. *schietplank*
5. *plaats voor de schepper*
6. *stift*
7. *schepvorm en raam*
8. *koetstafel*
9. *plaats voor de koetser*

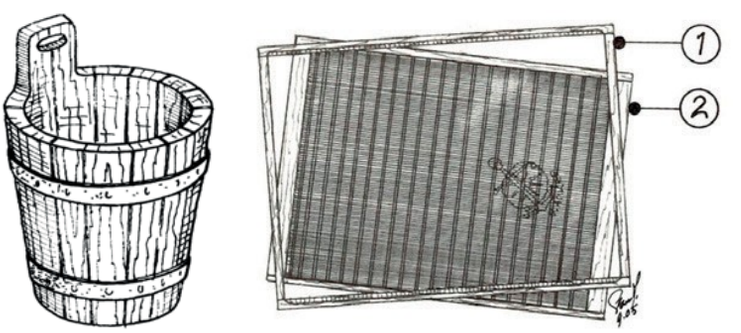


Fig. 16.7.2.2
Een stofbeker en een schepraam

1. *rand of deksel*
2. *schepvorm met watermerk*

koetser

De koetser keert de schepvorm in een vloeiende beweging om op het door hem klaargelegde vilt zodat het vel hierop blijft liggen. De lege schepvorm gaat terug naar de schepper en de koetser dekt het vel af met een vilt. De twee ramen rouleren totdat men een volle stapel van steeds 125 vellen papier heeft geproduceerd, een post genoemd.

post

blaas

De stof in de schepkuip wordt verwarmd; hiertoe is in de kuip een roodkoperen bol of pijp, de blaas aangebracht. Er wordt brandende turf in de blaas gelegd waardoor de papierstof in de schepkuip wordt verwarmd tot zo`n 30 graden. Het warme water loopt sneller door de zeef en verhoogt de productie.

watermerk

Op het schepraam is het mogelijk een watermerk aan te brengen door van een dunne draad een figuur of naam te maken. Dit figuur wordt dan op de zeef genaaid.

© Het Gilde van Molenaars

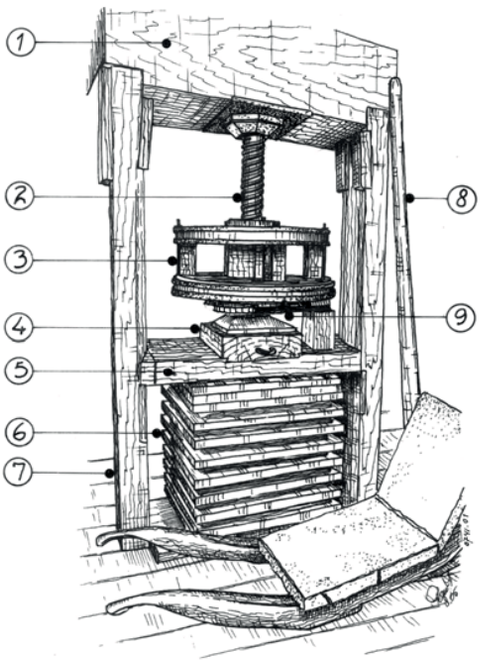


Fig. 16.7.3.1
De natte pers

1. *bovenkalf*
2. *spindel of vijzel*
3. *schijfloop met vier stutten*
4. *lager*
5. *brug*
6. *te persen papier*
7. *stijl*
8. *persstok*
9. *pal voor schijfloop*

16.7.3 Het papierpersen

natpers

De post van 125 vellen nat papier, vilten en koetsborden gaat vervolgens naar de natpers. Deze bestaat uit een zware houten installatie en een ca. 10 cm. dikke spindel waarmee onder zeer grote druk het water uit de post wordt geperst.

persstok
persbalk
kaapstander

Het aandraaien van de pers geschiedt eerst door de persstok in het schijfloop te steken en deze met de hand aan te trekken. Vervolgens wordt de persbalk in het schijfloop gestoken welke met de kaapstander wordt aangetrokken.

heffer
droogschuur

Na de natpers scheidt de heffer de vellen papier en de vilten en wordt het papier naar de droogschuur gebracht.

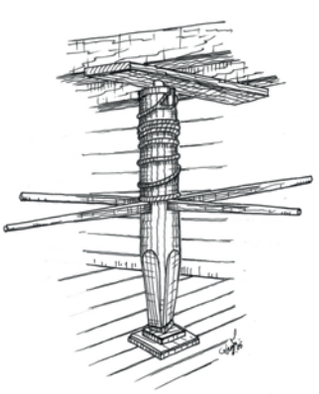


Fig. 16.7.3.2
Zware kaapstander voor de persen

© Het Gilde van Molenaars

16.8 DE DROOGSCHUUR

Papiermolens beschikten over zeer lange droogschuren. Die van ‘De Schoolmeester’ was ooit 88 m. lang maar thans nog 60 meter.

basten
vijgentouwen

De droogschuur is ingericht met losse balkjes, de basten, die tussen de binten van de schuur hangen waartussen vijgentouwen zijn gespannen.
Het papier wordt door de droger vel voor vel over de touwen gehangen om te drogen. In de zijwanden zijn over de volle lengte luiken aangebracht. Afhankelijk van de weersgesteldheid opende men aan de luwe zijde een aantal hiervan met

krapstokken

krapstokken. De droogtijd varieert van 2 dagen tot 2 weken.

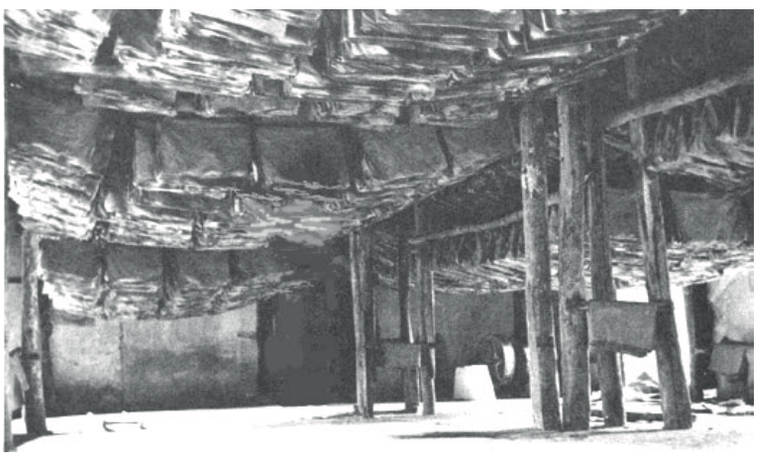


Fig. 16.8.1
De vellen papier hangen met duizenden tegelijk op touwen te drogen

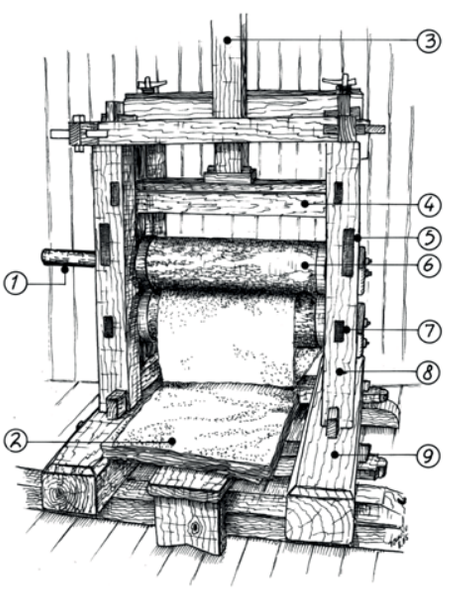


Fig. 16.8.2
De kalander of pleystermolen

1. *as voor de rollen*
2. *te bewerken papier*
3. *stempel*
4. *pers- of draagbalk*
5. *lagerblokken voor persrol*
6. *persrol*
7. *lagerblok voor glansrol*
8. *stijl*
9. *voetblok*

16.9 DE PAKKAMER

kalander

Na het drogen worden de vellen verlezen ter controle op vuil en gaatjes, geperst en vervolgens gekalanderd. De kalander bestaat uit twee rollen waar het papier onder grote druk, vel voor vel doorheen rolt waardoor het oppervlak glad wordt. Daarna wordt het geperst, gesorteerd naar dikte, nogmaals geperst en verpakt voor de verkoop.

lijmketel

Wit papier moet beschrijfbaar worden. Daartoe lijmde men het in de lijmketel met een warm mengsel van water, dierlijke lijm en aluin.
Na deze lijmfase gaat het papier weer naar de droogschuur.

pleystermolen

Als laatste wordt het product glad gemaakt in de pleystermolen of kalander.

pakkamer, verleestafel

In de pakkamer werd het papier op de verleestafel vel voor vel geteld en op kwaliteit gecontroleerd. Daarna sloeg men ze dubbel tot boeken van 24 vel.

boeken

riem, riemkap

Twintig boeken verpakte men samen tot één riem in een riemkap waarop een afbeelding werd gedrukt met daarop vermeld welke soort papier erin zat en de naam van de fabrikeur.

© Het Gilde van Molenaars

Hoofdstuk 17 De watermolen

Inhoud pagina

17.1 Ontwikkeling van de watermolen 3

17.1.1 Inleiding
17.1.2 De rondgaande maalstenen
17.1.3 De watergedreven molen
17.1.4 Watermolens met horizontaal geplaatst waterrad
17.1.5 Watermolens met verticaal geplaatst waterrad

17.2 Het stuwrecht 7

17.2.1 Inleiding tot het stuwrecht
17.2.2 Behoud van stuwrecht

17.3 Waterraderen en turbines 8

17.3.1 Inleiding
17.3.2 Onderslagraderen
17.3.3 Middenslagraderen
17.3.4 Bovenslagraderen
17.3.5 Houten waterraderen
17.3.6 Verbeterde waterraderen
17.3.7 Bijzondere waterradopstellingen
17.3.8 Waterturbines
17.3.9 Het molenwater

17.4 Het gaande werk 18

17.4.1 Inleiding
17.4.2 De korenmolen
17.4.3 Het gangwerk of gaande werk
17.4.4 De oliemolen
17.4.5 Van hout naar ijzer

© Het Gilde van Molenaars

AANTEKENINGEN

© Het Gilde van Molenaars

17.1 ONTWIKKELING VAN DE WATERMOLEN

Vooraf

Dit hoofdstuk behoort niet tot de examenstof voor windmolenaars. Enige algemene kennis over watermolens wordt voor hen wel waardevol geacht, daar zij samen met de watermolenaars ambassadeurs zijn voor het molenaarsambacht.

17.1.1 Inleiding

De watergedreven molen of kortweg ‘de watermolen’ is heel veel ouder dan de windmolen.
De aanleiding tot het ontwikkelen van de watermolen was de totale verandering van de leefwijze van de mens waarbij werd overgegaan van een nomade- en jagersbestaan naar het leven van een akkerbouwvolk. Zolang de mens leefde van alles wat eetbaar was en wat hem toevallig voor de voeten kwam was er geen behoefte aan enig werktuig tot het verkleinen of fijn maken van allerlei soorten voedsel.
Pas na de overgang naar akkerbouw waarmee het voedsel grotendeels ging bestaan uit de zaden van allerlei grassoorten veranderde dit. Deze veelal voor directe consumptie te harde zaden moesten eerst fijngewreven worden tussen wrijfstenen of fijngestampt in stamperpotten of mortieren.

wrijfsteen
stamperpot, mortier

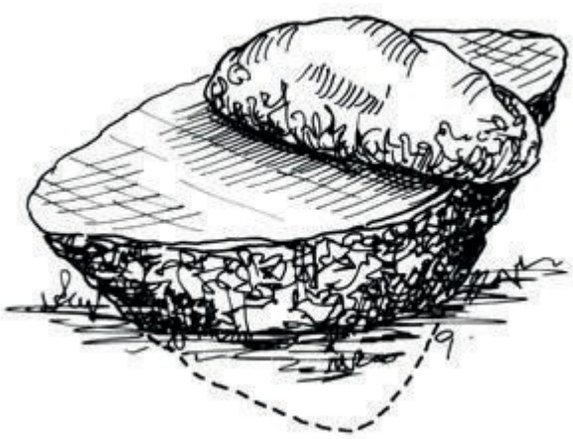


Fig. 17.1.1.1
Prehistorische wrijfsteen, een z.g. zadelsteen

Het werken met wrijfstenen werd echter in de landen rond de Middellandse Zee zeer snel overvleugeld door de steeds beter ontwikkelde en bruikbare maalstenen. De maalstenen bleven verspreid over Europa in gebruik tot in de 1e en 2e eeuw n. Chr. Ze werden nl. ook nog gevonden in de graven van de Germanen en Kelten die o.a. leefden op de gronden die nu vallen onder de provincie Drenthe.

17.1.2 De rondgaande maalstenen

In de ontwikkeling van het fijnwrijven van zaden werd een grote stap voorwaarts gezet toen men overging van de wrijfsteen naar de rondgaande steen. Wanneer dat gebeurde is niet bekend.

rondgaande steen

kweern

Eerste waren er de met de hand draaibare maalsteentjes, de z.g. kweerns, een voor thuisgebruik gemaakt maalkoppeltje. Deze waren allen van vlakke maalsteentjes voorzien.

© Het Gilde van Molenaars

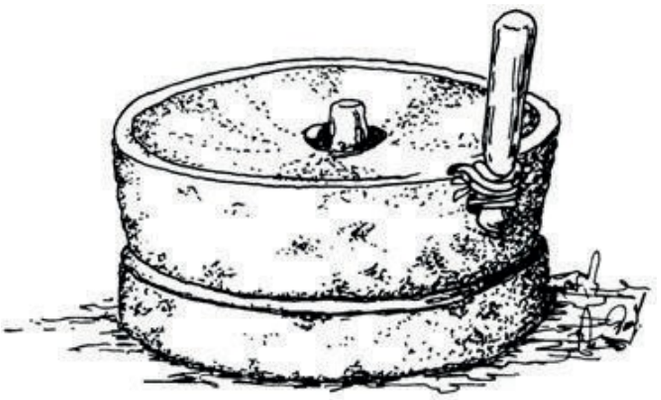


Fig. 17.1.2.1
Een rondgaand maalkoppeltje, de z.g. kweern

De oudste betrouwbare informatie betreffende grote rondgaande maalstenen in Europa zijn de vondsten daarvan in het Italiaanse Pompeï. Deze stad werd in het jaar 79 n. Chr. door een uitbarsting van de vulkaan Vesuvius onder een dikke aslaag bedolven.

diabolo-vormige maalstenen

Tijdens opgravingen gedurende de laatste 100 jaar werd daar een complete bakkerij gevonden die beschikte over een drietal diabolo-vormig maalstenen. Het waren maalstenen aangedreven door dieren of slaven. Ze waren vervaardigd van een soort harde lavasteen.

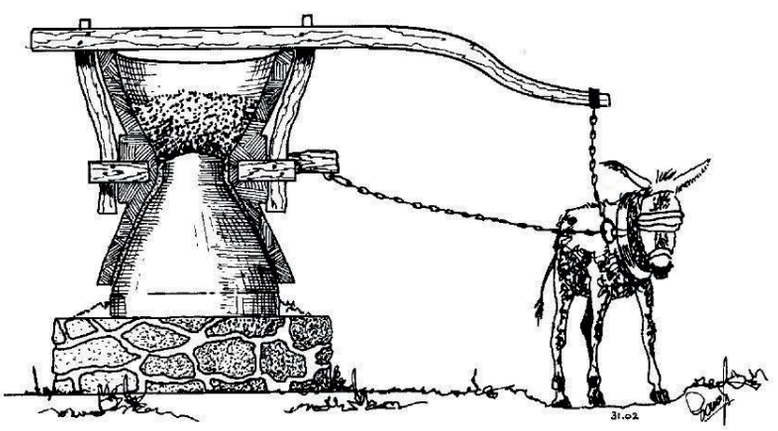


Fig. 17.1.2.2
Romeinse diabolo-vormige maalsteen

Over een kegelvormige liggersteen draaide een diabolo-vormige lopersteen.
In het midden en op de top van de kegel stond een gietijzeren astap waarop een eveneens gietijzeren plaat rustte. Deze plaat had de functie van een rijn en was voorzien van een viertal gaten. Via deze gaten liep het graan tussen de stenen.
Ook vond men in Pompeï nog een aantal van deze maalstenen waarin deze rijnplaat vervangen was door een brede gietijzeren strip. Een uitvoering dus die al sterk doet denken aan de ons bekende tweetaksrijn.

kegelvormige maalsteen

In het Romeinse Rijk kwamen naast de bovenvermelde diabolo-vormige maalstenen de maalkoppels met flauw kegelvormige maalstenen veelvuldiger in gebruik. De grote maalkoppels waren bestemd voor de bakkerijen, de kleinere voor gebruik op grote landgoederen en boerderijen

vlakke maalsteen

De ontwikkeling van de maalstenen verliep van spits-kegelvormig via flauw kegelvormig naar tenslotte de vlakke maalsteen.

© Het Gilde van Molenaars

17.1.3 De watergedreven molen

waterkracht

Wanneer de mens is overgegaan tot het toepassen van waterkracht, in welke vorm dan ook, is niet bekend. Ook weten we niet wanneer men waterkracht is gaan toepassen voor het aandrijven van maalstenen.
De oudste vermeldingen stammen uit het oude Griekenland rond het jaar 100 v. Chr. We vinden deze vermelding in een geschrift stammende uit de tijd rond het begin van onze jaartelling. Hierin wordt een opsomming gegeven van de opmerkelijke gebouwen in het rijk van Mitridates, waaronder watergedreven molens. Dit rijk was gelegen in het uiterste noorden van het huidige Turkije en daar kende men dus al dit type molen.

watergedreven molen

Bij de Romeinen waren watermolens bekend met twee geheel verschillende principes, nl. molens met een verticaal of met een horizontaal geplaatst waterrad. Welke van de twee de eerst ontwikkelde was zal wel nooit meer te achterhalen zijn. Gezien de uiterst simpele uitvoering van de molens met horizontaal geplaatst rad is dit hoogstwaarschijnlijk het oudste type.

verticaal en horizontaal waterrad

17.1.4 Watermolens met horizontaal geplaatst waterrad

In landen met een bergachtig gebied kwamen waarschijnlijk molens met horizontaal schoepenrad het meest voor. Gezien de constructie is dat ook verklaarbaar, daar dit type molen sterk afhankelijk is van zeer snelstromend water. Het principe is dat een krachtige, gerichte waterstraal wordt geleid op vlakke of lepelvormige schoepen.

Stockmühle

Deze in het bergachtige gebied onder de naam ‘Stockmühle’ bekendstaande molen is door zijn bouw veel eenvoudiger dan de watermolens met een verticaal geplaatst rad en heeft in principe de oervorm van de turbine. Tegenwoordig kan men dergelijke molens nog aantreffen in Noorwegen, waarvan enkele nog maalvaardig zijn
.

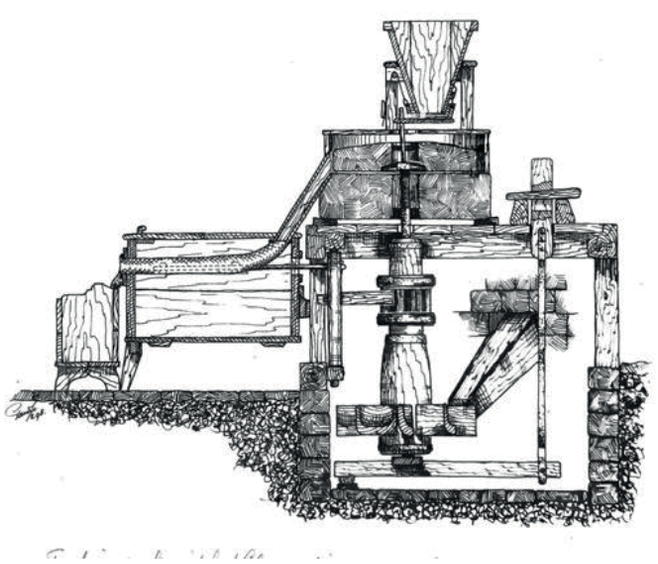


Fig. 17.1.4.1
Een voorbeeld van een complete Stockmühle

© Het Gilde van Molenaars

De as waarop het schoepenrad is geplaatst heeft daar zijn lagering aan de onderzijde op een soort pasbalk (fig.17.1.4.1). Op de top van diezelfde as rust ook de lopersteen.
De schoepen zijn, al naar gelang de hoeveelheid water die beschikbaar is om de molen aan te drijven, op diverse manieren uitgevoerd.
Dit type molen is door de te geringe hoogteverschillen in ons land nimmer toegepast. Het spreidingsgebied is rond de Middellandse Zee en in het Alpengebied.
We zullen er in het kader van dit Handboek verder geen aandacht aan besteden.

17.1.5 Watermolens met verticaal geplaatst waterrad

Rond 40 n. Chr. komen we meer en duidelijker vermeldingen van watermolens tegen met een verticaal geplaatst waterrad.
Aan de hand van deze vermeldingen was het zelfs mogelijk, de vermoedelijke uitvoering te reconstrueren (fig.17.1.5.1). Het eerste tastbare bewijs van het bestaan van watermolens in het begin van onze jaartelling werd gevonden bij Venafio, in de Italiaanse provincie Compobasso. Het gevonden waterrad dateerde van ongeveer 300 n. Chr. en had een diameter van 1,85 m.
De verdere ontwikkeling van de watermolen was in wezen rond het jaar 1000 in grote lijnen voltooid.

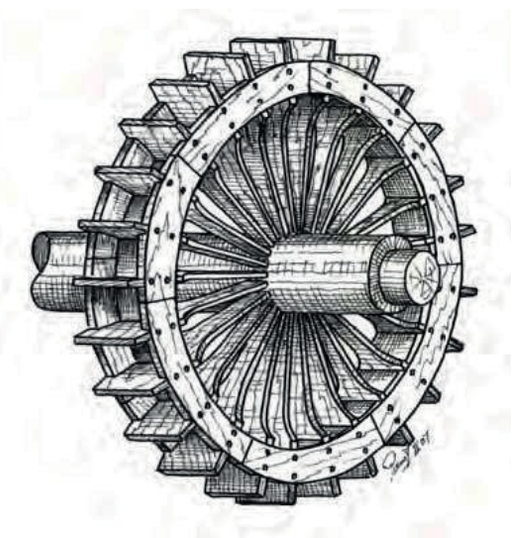


Fig. 17.1.5.1
Reconstructie van een watermolenrad uit de Romeinse tijd

© Het Gilde van Molenaars

17.2 HET STUWRECHT

17.2.1 Inleiding tot het stuwrecht.

Om een watermolen te kunnen gebruiken heeft men het 'recht van stuwen' nodig. Om gedurende langere tijd met een watermolen te kunnen malen heeft men niet alleen voldoende water maar ook voldoende verval nodig, om het rad met enige kracht en snelheid rond te laten gaan.
De molenaar moet dus het recht hebben om het toestromende water tot een bepaalde hoogte te mogen opsparen d.m.v. het plaatsen van een stuw.

stuw

stuwrecht

Het recht om het water te mogen stuwen is verbonden met het stuwrecht.
De stuwrechten zijn onverbrekelijk verbonden aan het molenrecht.
De wet kent in wezen het molenrecht niet en spreekt alleen van stuwrecht, dit om verwarring te voorkomen. Het recht om een molen op te richten geeft nog niet automatisch het stuwrecht, daar het molenrecht ook betrekking kan hebben op een windmolen. Andersom is dit wel het geval, als men stuwrecht heeft betreft dit ook het recht tot het oprichten van een watermolen.

molenrecht

De rechten gelden tegenwoordig alleen nog voor niet-bevaar- of vlotbare wateren. Het betreft dus alleen de beken met een relatief smalle breedte en geringe diepte. Dit soort beken treffen we aan in de provincies Limburg, Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel. Hierdoor heeft de watermolenaar dan ook te maken met Provinciale Waterstaat waaraan door het Rijk het toezicht is gedelegeerd. Daarnaast ook nog met de waterschappen waaronder de desbetreffende watergang valt.

watermolenaar
Provinciale Waterstaat
waterschappen

17.2.2 Behoud van stuwrecht, bewijsrecht en instandhouding

Indien men méér over deze zaken te weten wenst te komen, is men aangewezen op de schaarse jurisprudentie betreffende dit onderwerp.
Ondanks dit probleem dient de overheid wel degelijk rekening te houden met de verleende stuwrechten. Er mag hier niet zomaar aan voorbijgegaan worden.

bewijs van stuwrecht

Bewijs van stuwrecht kan simpelweg geleverd worden aan de hand van het feit, dat er langdurig gebruik is gemaakt van dit recht zonder dat iemand ooit dit recht heeft betwist.

vervallen
vervallen verklaard

Er zijn een viertal redenen waardoor het stuwrecht vervallen kan zijn of vervallen kan worden verklaard nl.:
- er gedurende dertig jaren geen gebruik van hebben gemaakt.
- er formeel afstand van hebben gedaan
- onteigening d.m.v. de Onteigeningswet
- afkoop door het Rijk of de waterschappen

Waterstaatswet van 1900

De overheid zal in het laatstgenoemde geval de benadeelde afdoende schadeloos moeten stellen, zoals is vastgelegd in de Waterstaatswet van 1900 in art. 12a.

© Het Gilde van Molenaars

17.3 WATERRADEREN EN TURBINES

17.3.1 Inleiding

waterrad
boven-, midden-, onderslagmolen
turbinemolen

Watermolens worden getypeerd naar de uitvoering van het waterrad, namelijk: bovenslag-, middenslag- en onderslagmolens. Maakt de watermolen gebruik van een turbine dan wordt het een turbinemolen genoemd.
Tot in de tweede helft van de 19e eeuw waren alle waterraderen van de molens van hout en eenvoudig van constructie. Ook de assen van de molens waren van hout. Rond de draai- of astappen waren ijzeren banden aangebracht ter versteviging. De lageringsdelen zijn, net als de houten bovenassen van windmolens, voorzien van strippen, de schenen. De tappen draaien eveneens in open hardstenen lagers en worden gesmeerd met ongezouten varkensvet. Later werden ijzeren tappen met een aanmerkelijk kleinere diameter in de houten assen aangebracht, die met stroppen werden vastgezet. De lagers bestaan dan uit een gietijzeren lagerblok met daarin een bronzen schaal.
De levensduur van dergelijke houten raderen, die dagelijks in bedrijf zijn, is relatief kort en kan gemiddeld op 25 jaren worden gesteld.
In veel molens werd nog lang de houten as gehandhaafd, zelfs na de plaatsing van een gietijzeren gangwerk of een ijzeren waterrad. Het aswiel en het waterrad hebben in het midden een grote opening, het spiegelgat genaamd, waarin de houten as wordt vastgewigd.
Rond 1900 kwamen ook gemengde constructies voor, bestaande uit een stalen as met ijzeren naven voor de houten spaken, een houten velg en plaatijzeren schoepen. Bij een aantal korenmolens werd het houten waterrad tot de jaren dertig of veertig van de 20e eeuw gehandhaafd. Thans komen deze raderen nog op slechts enkele molens voor. Bij andere molens werden zij vervangen, soms door een ijzeren waterrad maar meestal door een waterturbine.
De meeste geheel houten assen en wielen treffen we nu nog aan in Overijssel en Gelderland. In Limburg en Noord-Brabant wordt voornamelijk gietijzer toegepast voor het gaande werk.

draaitap, astap
schenen
ongezouten varkensvet
ijzeren tap
gietijzeren lagerblok, bronzenschaal
aswiel
spiegelgat
spaak
schoep
waterturbine

17.3.2 Onderslagraderen

onderslagraderen
ark, waterleider

Bij onderslagraderen stroomt het water met grote snelheid in en door de ark of waterleider waarin het rad draait en botst daarbij tegen de onderste schoepen. Deze worden weggedrukt waardoor het rad gaat draaien. De rechte schoepen staan meestal haaks (radiaal) of soms een beetje schuin t.o.v. de velg.
Een nadeel bij veel Limburgse waterraderen was de geringe breedte en hoogte. Onderslagraderen worden gebruikt tot een verval van ruim een meter.
De meeste watermolens met eenvoudige open lagers hebben een zekere aanlooptijd nodig, waarin meer water wordt verbruikt dan onder normale bedrijfsomstandigheden. Het zwaar aanlopen kan verminderd worden door de lagers goed te smeren.
De diameter van onderslagraderen bedraagt gewoonlijk 4 tot 8 meter en het aantal schoepen 24 tot 48.

© Het Gilde van Molenaars

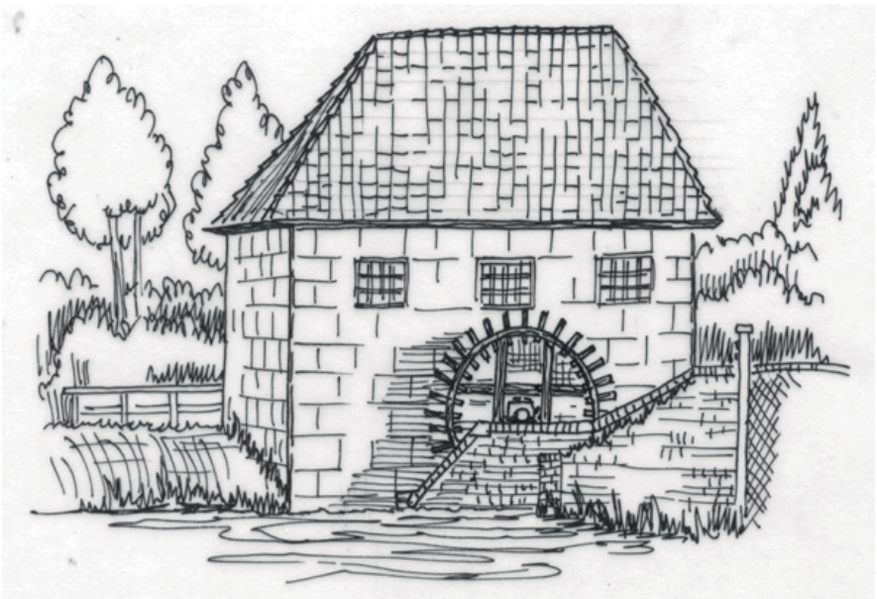


Fig. 17.3.2.1
Molen met onderslagrad

17.3.3 Middenslagraderen

middenslagrad

laag-middenslagrad
hoog-middenslagrad

plaatijzeren schoepen

Bij een middenslagrad komt het water ongeveer op ashoogte op de schoepen. Stroomt het water op een veel lagere of hogere plaats binnen, zoals bij een klein of hoger verval, dan is het een laag middenslagrad of een hoog-middenslagrad. De vlakke schoepen staan soms schuin op de velg, bij een grote middellijn recht op de velg. In het midden van de 19e eeuw verschilden onderslag- en middenslagraderen weinig van elkaar in vorm. Oorspronkelijk trad het water op geringe hoogte in het rad, om te voorkomen dat het over de schoepen sloeg. Bij de latere houten raderen met plaatijzeren schoepen waren de schoepen aan de binnenzijde van het rad omgezet om dit overslaan van water te verminderen.

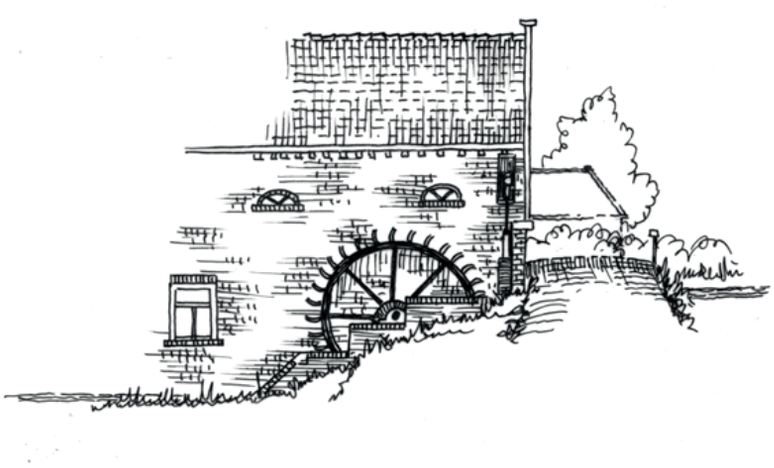


Fig. 17.3.3.1
Molen met middenslagrad

Een middenslagrad gaat draaien onder invloed van de botsende werking van het water op de schoepen én het gewicht van het water dat in de cellen blijft staan totdat deze het laagste punt bereiken.
Eind 19e eeuw en in het begin van de 20e eeuw werden bij een aantal molens de houten waterraderen vervangen door geheel metalen raderen, voorzien van gebogen schoepen. Soms zijn de zijkanten van de cellen door rondgaande platen afgesloten. Middenslagraderen worden toegepast bij een verval van 1 tot ruim 3 meter.

gebogen schoepen

17.3.4 Bovenslagraderen

goot, kanjel
cellen

Bij bovenslagraderen wordt het water met een goot of kanjel tot boven het rad gevoerd waarna het via een geopende klep in de cellen stroomt.
De zijkanten van de cellen zijn door twee houten velgen of een beplating afgesloten. Onder invloed van het gewicht van het water in de cellen gaat het rad draaien. Bovenslagraderen worden toegepast bij een verval van meer dan 2 tot 5,5 meter.
De houten cellen zijn onder een hoek van 30° op de omtrek geplaatst.

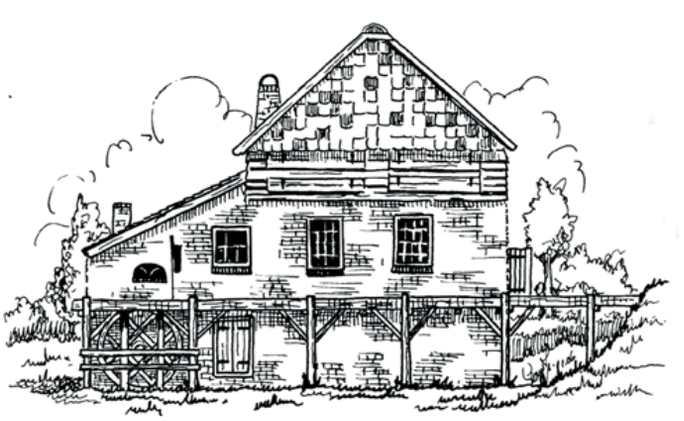


Fig. 17.3.4.1
Molen met bovenslagrad en lange kanjel

17.3.5 Houten waterraderen

In zijn eenvoudigste vorm bestond een houten waterrad uit een velg met schoepenkrans en een dubbele rij van elk vier spaken, die straalsgewijs met spieën en kepen op de wateras waren vastgezet. De spaken waren gelijkmatig over de omtrek verdeeld. De korenmolen van Swalmen had tot eind 1944 nog een dergelijk onderslagrad met radiale spaken.
De meeste bovenslagraderen waren uitgevoerd met zware houten kruisarmen, die aan de zijkanten van de schoepenkrans waren bevestigd. Deze constructie werd meestal toegepast bij waterraderen met een kleine diameter, zoals genoemde bovenslagraderen.
Ter plaatse van het spiegelgat van het waterrad en het aswiel was de wateras vierkant en verliep rond of veelhoekig naar de draaitappen.

schoepenkrans
wateras

radiale spaken,
kruisarmen

spiegelgat
draaitappen

Middenslag- en onderslagraderen waren meestal uitgevoerd met een rij van acht spaken, die in de daarvoor bestemde kepen op de achtzijdige wateras zijn gestoken.

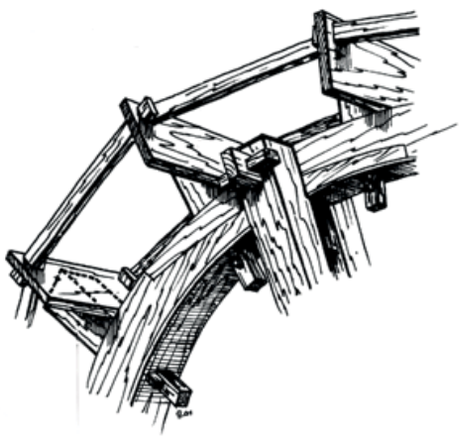


Fig. 17.3.5.1
Opbouw van een waterrad met ringstukken en schoepen met staarten

staarten, ringstukken

Onderslag- en middenslagraderen zijn voorzien van één enkele zware velg waarin de staarten van de schoepen zijn gestoken.
De velg bestond uit ringstukken die door liplassen onderling aan elkaar zijn verbonden.
Bovenslagraderen met een grote diameter waren ook zo uitgevoerd. Deze raderen hebben aan iedere zijde van de schoepenkrans één rij spaken.

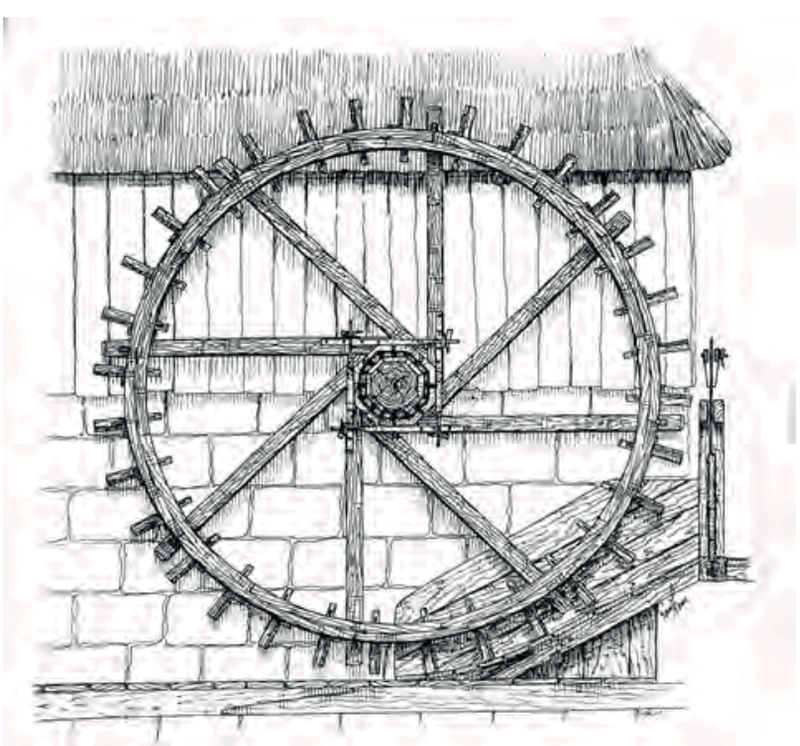


Fig. 17.3.5.2
Geheel houten laag- middenslag waterrad, met radiaalspaken, voor een middenslagmolen

17.3.6 Verbeterde waterraderen

Gedurende de 19e eeuw werd in verschillende landen onderzoek verricht en werden theorieën ontwikkeld die tot een grote verbetering van de toenmalige waterraderen leidde.

Het Ponceletrad

Ponceletrad gebogen schoep grondark

De Fransman J.V. Poncelet ontwikkelde een ijzeren waterrad, het z.g. Ponceletrad, waarbij het water vrijwel zonder botsing tegen de gebogen schoepen naar boven toe tussen de schoepen stroomt.
Er werd een met de ronding van het rad meelopende grondark aangebracht. Tevens werd de schuif dicht bij de omtrek van het waterrad aangebracht. Hierdoor werd het rendement aanzienlijk verbeterd. Ook werden aan de zijkanten de cellen afgesloten door een beplating, waardoor het water opgesloten werd in de cellen.
Bij een juiste uitvoering bereikte dit onderslagrad een rendement van 65 tot 70%.
Het eerste Ponceletrad in ons land werd in 1846 aangebracht aan de 'Slaanmolen' in Eijsden. Verder kan men Ponceletraderen aantreffen in Limburg op de molens in St.Pieter en Oud Vroenhoven bij Maastricht en de molens van Petrus Regout te Maastricht en op de schorsmolen in Gulpen.

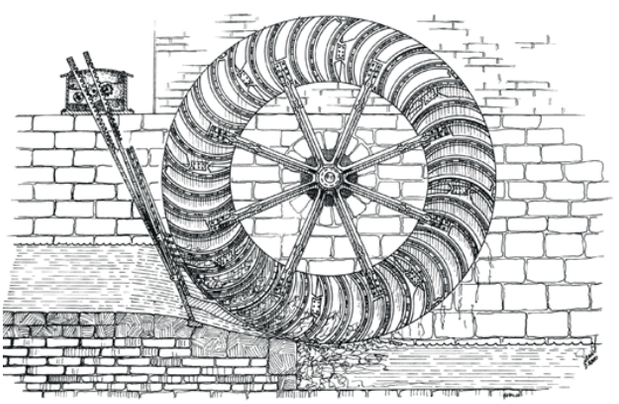


Fig. 17.3.6.1 Geheel metalen Poncelet rad. Dit type rad werd uitsluitend als onderslag-rad toegepast

Het Sagebienrad

Sagebienrad

De Fransman Sagebien ontwikkelde het naar hem vernoemde Sagebienrad, een onderslagrad voor grote middellijnen met zeer veel schoepen. Het was bijzonder geschikt voor grote hoeveelheden water en het ontwikkelen van grote vermogens. Het water treedt in een dikke brede stroom langzaam in het waterrad, zodat botsingsverliezen bijna geheel worden vermeden.
Het verval wordt vrijwel uitsluitend als drukval gebruikt. Het rendement was hoog en bedroeg 85 tot 90 %. Sagebienraderen werden toegepast in Nekum (Oud Vroenhoven) bij Maastricht.
Bij de meelfabrieken in Roermond werden de oorspronkelijke Ponceletraderen vervangen door één groot Sagebienrad.
Sinds 2020 heeft de watermolen van Geijsteren weer een Sagebienrad waarmee elektriciteit wordt opgewekt.

© Het Gilde van Molenaars

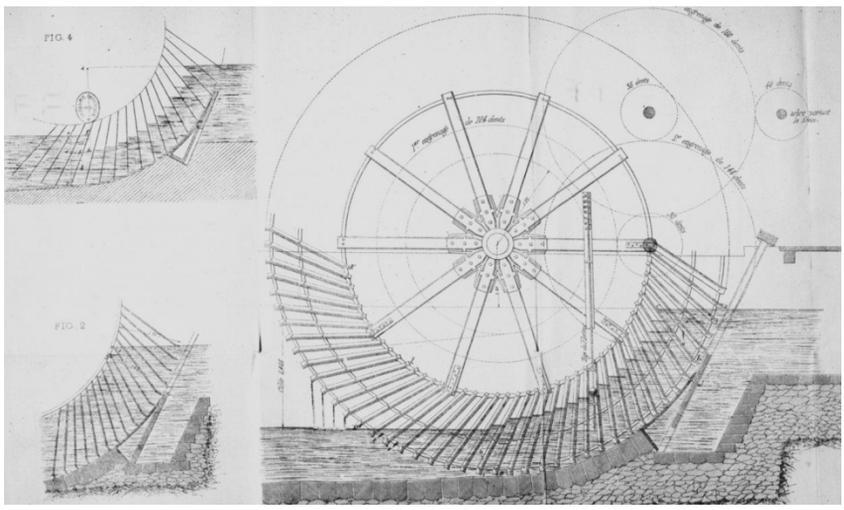


Fig. 17.3.6.2
Schets van een Sagebienrad, uitgevoerd als middenslagrad De constructie lijkt op een scheprad met veel schoepen.

Het Zuppingerrad

Zuppingerrad

In de tweede helft van de 19e eeuw ontwikkelde bouwkundig ingenieur W. Zuppinger het naar hem genoemde waterrad. Deze raderen vonden in Duitsland als onder- en middenslagrad veel toepassing. Bij sterk wisselend verval bereikt een Zuppingerrad nog een rendement van 75%. Het toerental is ongeveer 5 omwentelingen per minuut en het grootste vermogen hierbij verkregen 60 kW (80 PK).
Raderen met een breedte van 5 en 6 meter waren in Duitsland geen uitzondering. Zuppinger paste bij de bouw veel gietijzer toe. De schoepen werden uit houten delen samengesteld.
Waterraderen volgens het Zuppingerprincipe gebouwd vinden we nog in de Kruitmolen van Valkenburg-Houtem en aan de Bovenste Molen in Mechelen, waar het rad nog in 1978 werd aangebracht.

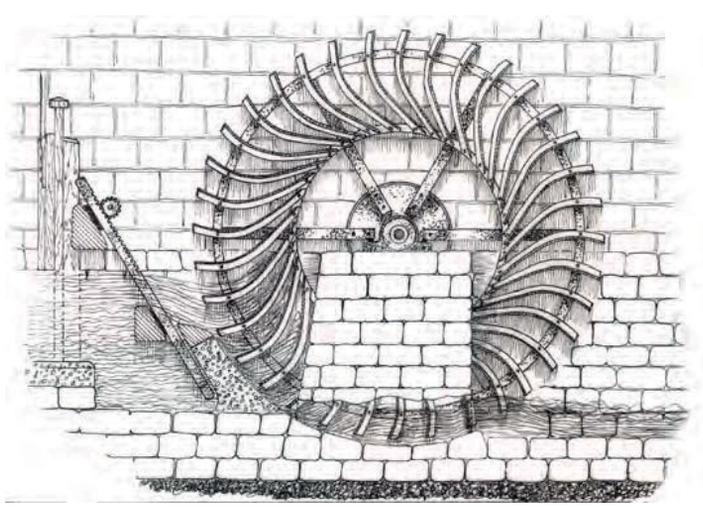


Fig. 17.3.6.3
Geheel metalen Zuppingerrad uitgevoerd als onderslagrad. Het water stroomt via een dubbel instelbare schuif op de schoepen

17.3.7 Bijzondere waterradopstellingen

Het kwam in Limburg op meerdere plaatsen voor dat twee waterraderen achter elkaar in dezelfde watergeleider draaiden. Het voorste rad was meestal een middenslagrad of een onderslagrad met een groot verval, het achterste rad was dan een onderslagrad. Het achterste waterrad maakte gebruik van de snelheid van het water na het passeren van het voorste rad.
Een bijzondere opstelling van een onderslag- en een bovenslagrad naast elkaar komt in de 'Kasteelmolen' in Arcen voor. De twee boven elkaar gelegen molenassen drijven één koningsspil van het gangwerk aan.

17.3.8 Waterturbines

Ondanks diverse min of meer succesvolle verbeteringen aan de waterraderen bleken deze toch op den duur niet geheel te voldoen aan de wens om meer vermogen te halen uit het beschikbare toestromende water.
Dit was geen nieuw probleem: reeds in de 4e tot 5e eeuw ontwikkelde men een eenvoudige turbinemolen die toen nog geheel in hout uitgevoerd werd.

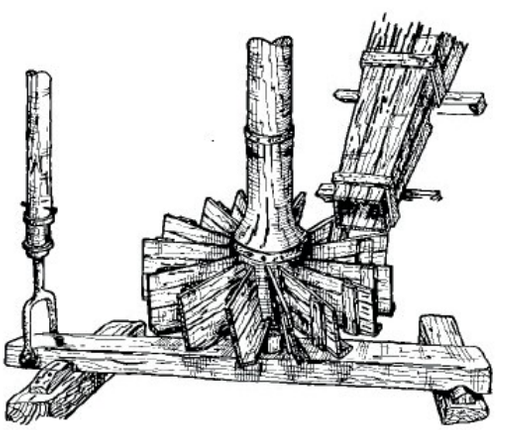


Fig. 17.3.8.1
Voorbeeld van een geheel houten turbine van een z.g. Stockmühle

Ontwikkeling van de hedendaagse turbine

Diverse technici beijverden zich dan ook om iets beters te maken. Het probleem dat om een oplossing vroeg was het toch nog altijd verloren gaan van te grote hoeveelheden water bij de diverse waterraderen.
De resultaten van de onderzoeken leidden uiteindelijk naar de turbinegedreven molen.
Ook in ons land werd er over nagedacht, wat blijkt uit het welbekende boek van Krook, uitgegeven in 1850. Afgebeeld zijn tekeningen van een meelfabriek uitgerust met een turbine. Of de daarin getoonde turbine ooit ergens toepassing heeft gevonden is niet bekend.

© Het Gilde van Molenaars

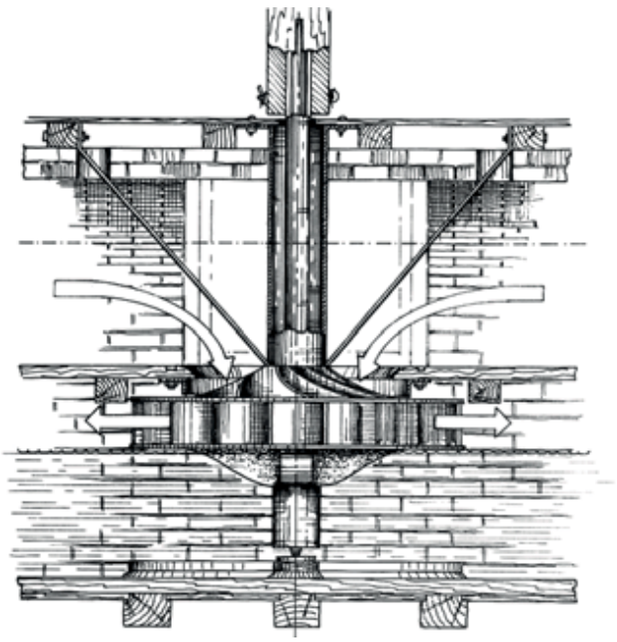


Fig. 17.3.8.2
De door Krook ontworpen turbine

waterturbine

schacht
turbinehuis

schoepenwiel
leidschoepen

loopwiel

werkschoepen

voetlager

Een waterturbine is in principe een horizontaal geplaatst wiel met kleine schoepen dat zich geheel onder water bevindt in een gemetselde of betonnen koker, de schacht; alleen de as en de bediening van de regeling van de watertoevoer in het turbinehuis komen boven de waterspiegel uit.
De turbine zelf bestaat uit een rond gietijzeren turbinehuis waarin de rotor, een schoepenwiel, draait. Aan de omtrek of aan de bovenzijde van het huis zijn verstelbare schoepen aangebracht, leidschoepen genaamd. Deze schoepen leiden het water volgens een zo ideaal mogelijke stroomlijn op de schoepen van het loopwiel.
Het water stroomt door de schacht naar beneden in het turbinehuis en wordt daarbij door de leidschoepen op de werkschoepen gericht.
Door het gewicht en de snelheid van het toestromende water wordt de turbine in een draaiende beweging gebracht. De druk wordt door het voetlager opgenomen.

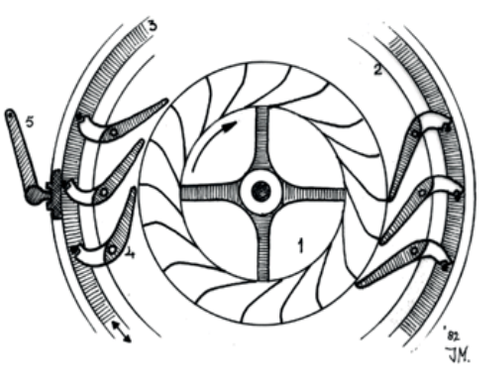


Fig. 17.3.8.3
Doorsnede van een turbine met leid- en werkschoepen

Girard-turbine

Girard-turbine

In het midden van de 19e eeuw was de kleine, eenvoudige en daardoor goedkope Girard-turbine zeer populair. Deze turbine was een sterk verbeterde uitvoering van de bestaande constructies, waarop omstreeks 1850 een aantal patenten werd verleend.

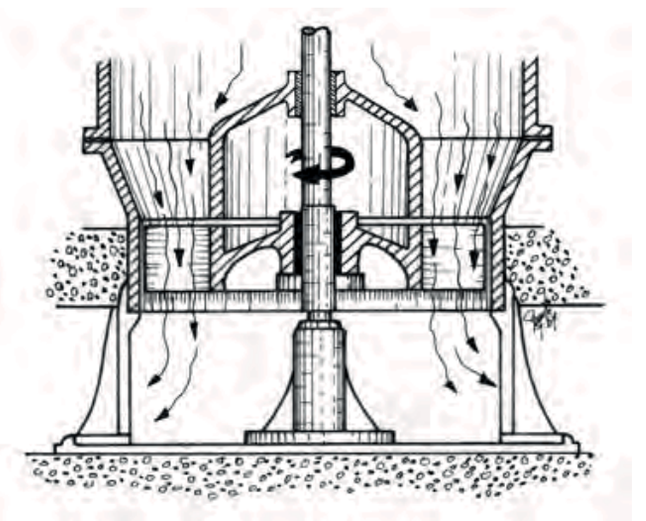


Fig.17.3.8.4
Een doorsnede van het turbinewiel zoals toegepast in een Girard-turbine

axiale- of vrije-straalturbine
leidschoepen

vrije-straalturbine

regelbare kleppen

De Girard-turbine is een axiale- of vrije-straalturbine. Het water stroomt geheel in verticale richting door de turbine. De leidschoepen in het turbinehuis bevinden zich boven de schoepen van het loopwiel.
Als vrije-straalturbine moet het loopwiel zich steeds boven de waterspiegel van de benedenloop bevinden. De watertoevoer naar het loopwiel is met uitneembare of regelbare kleppen of met verstelbare leidschoepen regelbaar.

Francis-turbine

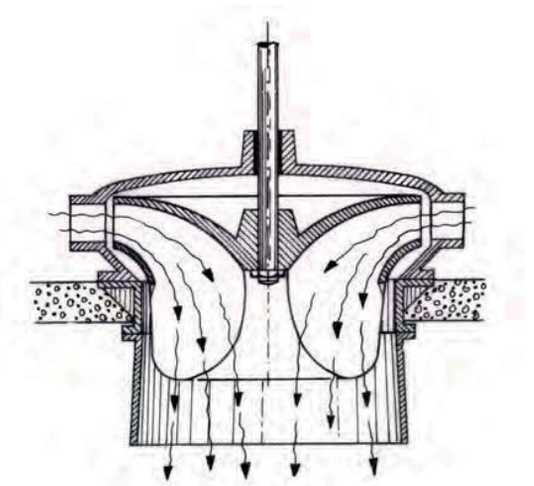


Fig. 17.3.8.5
Doorsnede van een Francis-turbine. Aangegeven is de stroomrichting van het water

De Amerikaan J.B. Francis ontwikkelde in 1840 een ander type turbine. Later werd een aantal veranderingen aangebracht maar daarbij bleven de hoofdlijnen nagenoeg ongewijzigd.

© Het Gilde van Molenaars

Francis-turbine
radiale-turbine

In de verticale Francis-turbine stroomt het water aan de buitenomtrek via de leidschoepen in het turbinehuis in het loopwiel. De turbine wordt daarom ook wel radiale-turbine genoemd. De schoepen in het loopwiel hebben een tamelijk gecompliceerde vorm; in het bijzonder bij langzaam lopende turbines met een toerental van 60 tot 80 omwentelingen per minuut. Bij de intredende waterstralen hebben de schuin geplaatste schoepen een rechte vorm, welke onder in het loopwiel overgaat in een kromming.

zuigbuis
onderdruk

Na het verlaten van het loopwiel stroomt het water door een enigszins conische zuigbuis die onder het turbinehuis is aangebracht. De ononderbroken waterstroom die het loopwiel verlaat wekt onder invloed van het gewicht van de uitstromende waterkolom in de zuigbuis een sterke onderdruk op.

verticale- en horizontale turbine

De zuigbuis maakt het mogelijk een Francis-turbine zowel verticaal als horizontaal uit te voeren. Zowel van de verticale als de horizontale turbine kan het toerental door gebruikmaking van de zuigbuis worden verhoogd.

sparrenhek

Om het instromen van grovere waterverontreinigingen te voorkomen is aan de ingang van het toevoerkanaal een ijzeren rooster geplaatst. Daarvóór bevindt zich meestal een zwaar ijzeren hek of sparrenhek.

In Limburg werden naast een groot aantal verticale Francis-turbines ook drie enkele horizontale turbines geplaatst. De enige dubbele horizontale Francis-turbine draait in Meerssen in de ‘Oude Molen’.

Turbines werden vooral in Limburg toegepast. In de andere watermolenregio’s gebeurde dat veel minder of bijna niet. Ook zijn bij een aantal watermolens de turbines later weer vervangen door een waterrad.

17.3.9 Het molenwater

molenwater

Bij watermolens met een onder- of middenslagrad moet het z.g. molenwater dat de molen passeert vrij zijn van meegevoerd drijvend en/of zwevend vuil of andere grove verontreinigingen zodat het blokkeren van het waterrad en vernieling van schoepen wordt vermeden.

blokkering

Bij blokkering van het waterrad kan schade ontstaan aan het gangwerk door blokkering van de koning of wateras.

Voor waterturbines worden als gevolg van de nauwe doorlaatopeningen in het turbinehuis nog hogere eisen gesteld aan het tegenhouden en verwijderen van drijfvuil.

Immers, kleine voorwerpen die tussen het turbinerad en de leidschoepen of het turbinehuis bekneld raken zijn moeilijk te verwijderen. Dit lukt vaak pas na demontage van de veelal moeilijk bereikbare turbine.

© Het Gilde van Molenaars

17.4 HET GAANDE WERK

17.4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zullen we het gaande werk van de watermolen slechts summier behandelen omdat dit in grote lijnen overeenkomt met dat van de windmolen. De meeste watermolens zijn koren- of oliemolens. Enkele zijn ze als pel- of zaagmolen ingericht.
In verband met het relatief kleine deel van ons land waar we watermolens kunnen aantreffen behandelen we alleen de twee meest voorkomende molens qua inrichting.
De overeenkomst tussen een water- en een windmolen is dat de wateras die onder in de molen ligt in wezen vergeleken kan worden met de bovenas van een windmolen. Verder is de aandrijving van het gaande werk in diverse gevallen te vergelijken met dat in de standerdmolen, nl. aandrijving zonder tussenkomst van een koningsspil. Al zijn er wel watermolens met een koningsspil. Dit heeft te maken met het aantal werktuigen en het al of niet voorzien zijn van een onder- of bovenaandrijving.

onder- of bovenaandrijving

17.4.2 De korenmolen

Het gaande werk van korenmolens omvat de volgende onderdelen die gelijk zijn aan die van de windmolen:

a. het gangwerk of gaande werk.
b. de steenspillen
c. de steenbedding
d. het maalkoppel
e. de steenlicht of het lichtwerk

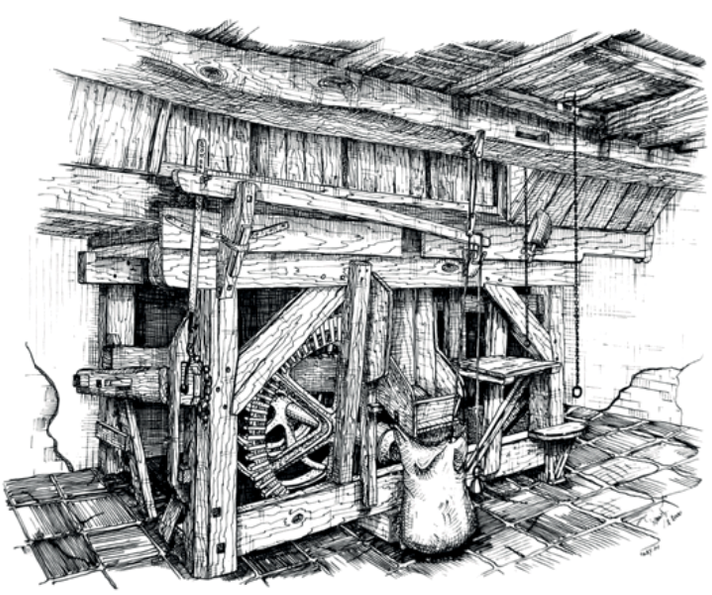


Fig. 17.4.2.1
Een voorbeeld van een interieur van een watermolen

steenbedding

Er is dus weinig verschil, alleen de opstelling in de molen is geheel anders. Het maalwerk ligt nl. op een verhoging in de molen, de steenbedding. Het is een tussenzolder te vergelijken met een maalstoel. De steenbedding wordt gevormd door een aantal zware moerbalken waarover op een meter afstand de vloer- of de kinderbalken liggen, verder afgedekt met de maalvloerdelen. In sommige gevallen b.v. in de kleinere molens staan hier alleen één of twee maalkoppels opgesteld. Doch in vele gevallen is hier ook ruimte voor opslag van het nog te malen graan, gereed product en andere zaken.

17.4.3 Het gangwerk of gaande werk

onderaandrijving wateras

Als voorbeeld geven we hier een tweetal inrichtingen van watermolens. De eerste is die van de kleinere molens met slechts één koppel stenen. De aandrijving in de getoonde molen is een z.g. onderaandrijving. Zowel het maalkoppel als het luiwerk wordt direct vanaf de wateras aangedreven. Dit type molen is een echte dorpsmolen die voornamelijk voor de daar gevestigde bakker maalde. Niet zelden was die bakker ook de molenaar.

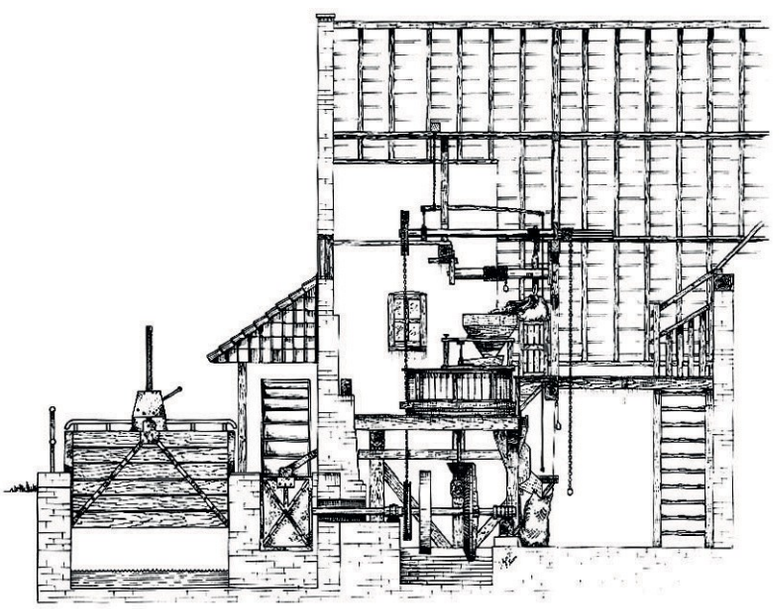


Fig. 17.4.3.1
Een klein type dorpsmolen die hoofdzakelijk voor de plaatselijke bakker en veeboeren maalde

De grotere en/of uitgebreidere watermolen heeft vaak behalve meerdere koppels maalstenen ook meerdere functies, zoals boerengemaal voor veevoeder, pellen van gerst of soms een inrichting voor olieslaan uit oliehoudende zaden. In een grote watermolen met b.v. drie koppels maalstenen, aangedreven door één waterrad, bevindt het drijfwerk zich doorgaans onder de maalstoel of steenbedding. Ook hier wordt gebruik gemaakt van onderaandrijving. De molen heeft een korte koningsspil met een spoorwiel/schijfloopcombinatie. Het gaande werk is i.v.m. deze meerdere taken dan ook afwijkend t.o.v. de kleinere molens.

Dikwijls is de steenbedding gecombineerd met de meel en/of graanzolder. Het geheel wordt ondersteund door zware stijlen. Onder de steenbedding is een min of meer verdiepte kelderruimte waarin het gangwerk staat opgesteld.

© Het Gilde van Molenaars

aswiel Dit gangwerk bestaat uit het aswiel, dat is vastgezet op de wateras – waarop buiten de molen het waterrad is aangebracht – een koningsspil met rondsel en spoorwiel, de steenrondsels en steenspillen.

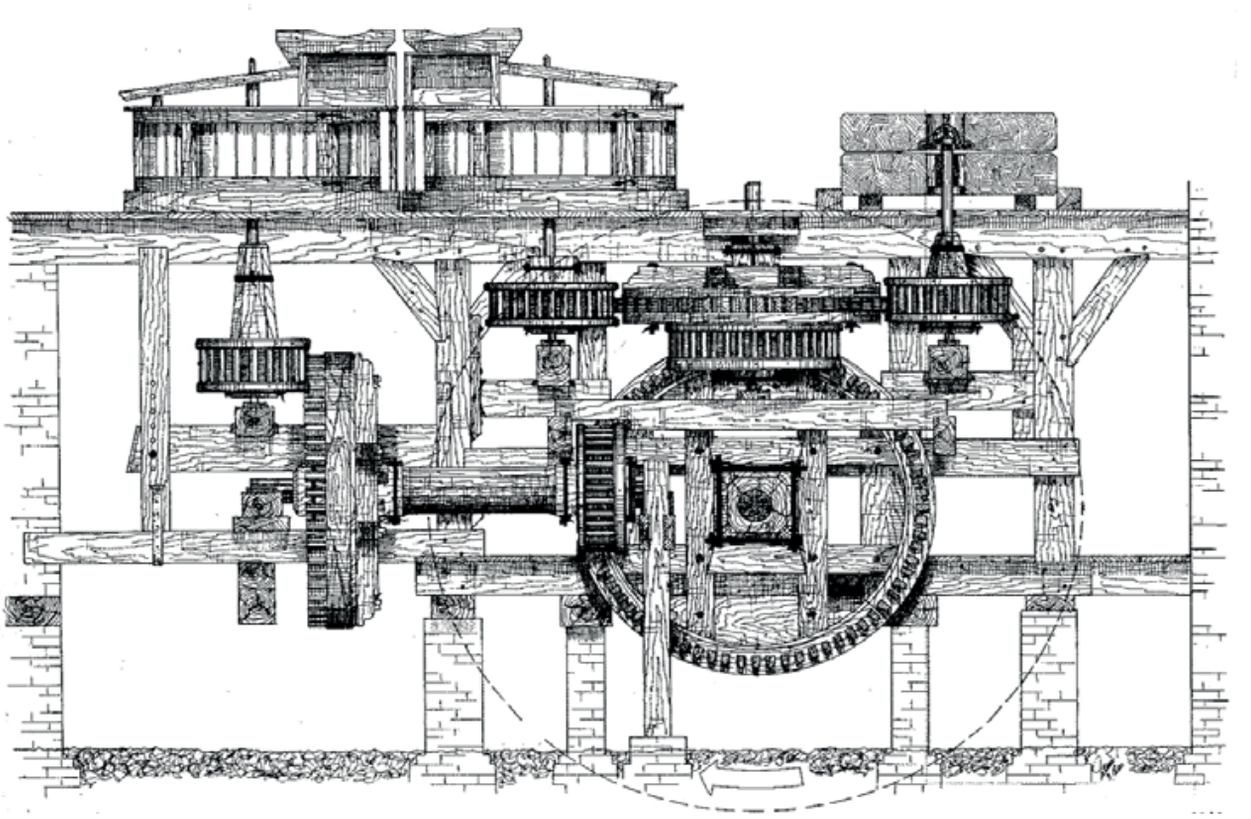


Fig.17.4.3.2
Voorbeeld van de inrichting van een grote watermolen met drie koppels maalstenen. Ze liggen opgesteld op de steenbedding.
Twee koppels worden aangedreven door het molenrad (of aswiel) via een spoorwiel/schijfloopcombinatie. Het derde koppel, links, de kreupelmolen genoemd, wordt aangedreven via een liggende as met kroonwiel en een schijfloop.

17.4.4 De oliemolen

Naast de korenmolen was de oliemolen de meest voorkomende molen. Behalve gemalen graan voor consumptie was er ook veel olie nodig voor het bereiden van voedsel en voor verlichting.
In ons land is er nog maar een zestal min of meer compleet behouden gebleven.

De inrichting van een oliemolen wijkt door het geheel andere productieproces en de werktuigen die hiervoor nodig zijn sterk af van de korenmolen.
De onderdelen die men dan kan aantreffen in een oliemolen zijn:
a. De kantstenen
b. Het oliewerk
c. Het gangwerk

Zie voor een uitgebreide beschrijving hoofdstuk 14, ‘De Oliemolen’.

© Het Gilde van Molenaars

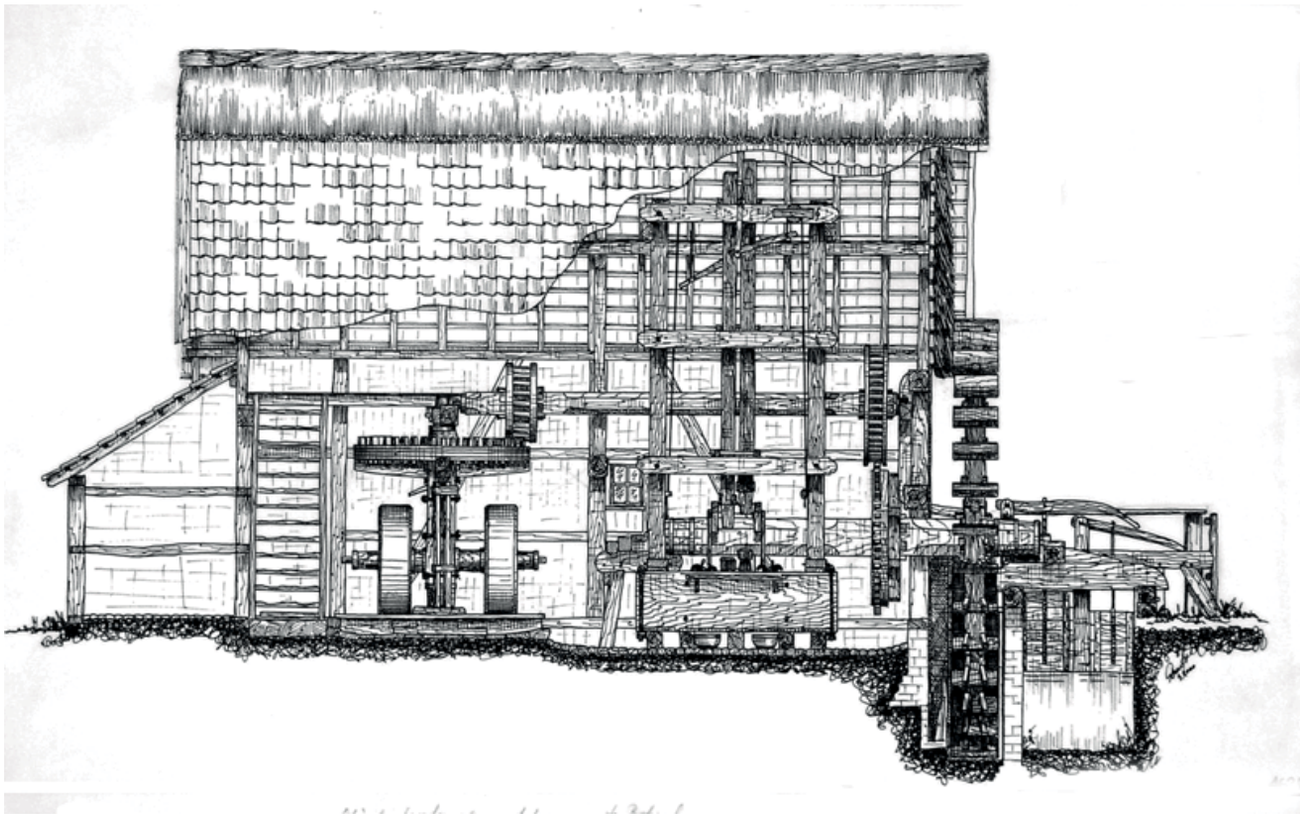


Fig.17.4.4.1
Doorsnede van een geheel uit hout opgetrokken watergedreven oliemolen zoals er nog maar weinig zijn.

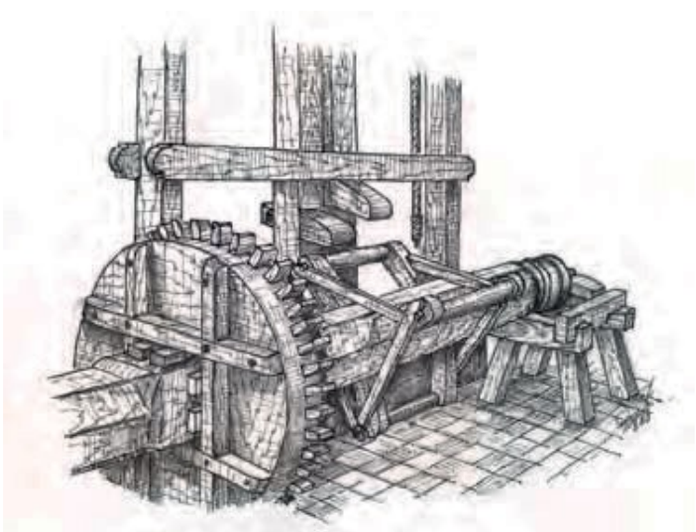


Fig. 17.4.4.2
Een wentelas in een oliemolen met een drievoudige heef

De wentelas is uitgerust met een z.g. heef om de heien te lichten, dit in tegenstelling tot b.v. oliemolens in de noordelijke provincies.

© Het Gilde van Molenaars

17.4.5 Van hout naar ijzer

gietijzeren gangwerken

In de tweede helft van de 19e eeuw deden de gietijzeren gangwerken hun intrede. Dat gebeurde vaak bij reparatie of vervanging; onderdelen van het al dan niet versleten houten gangwerk werden dan vervangen door giet- of smeedijzeren onderdelen.

gietijzeren kolommen

Het gangwerk staat in een hoge maalstoel die tevens de zolder ondersteunt. Deze maalstoel wordt gevormd door een aantal gietijzeren kolommen, staande op stenen voetblokken van hardsteen of metselwerk.

Een goed voorbeeld van de ontwikkeling van hout naar ijzer, is o.a. de ‘St. Ursula Molen’ te Nunhem. In deze molen is het gangwerk t.b.v. het graanmalen inclusief het waterraddeel vervangen door ijzer. Het oliewerk is gehandhaafd in hout, waardoor deze molen een goed voorbeeld is van de industriële voortgang.

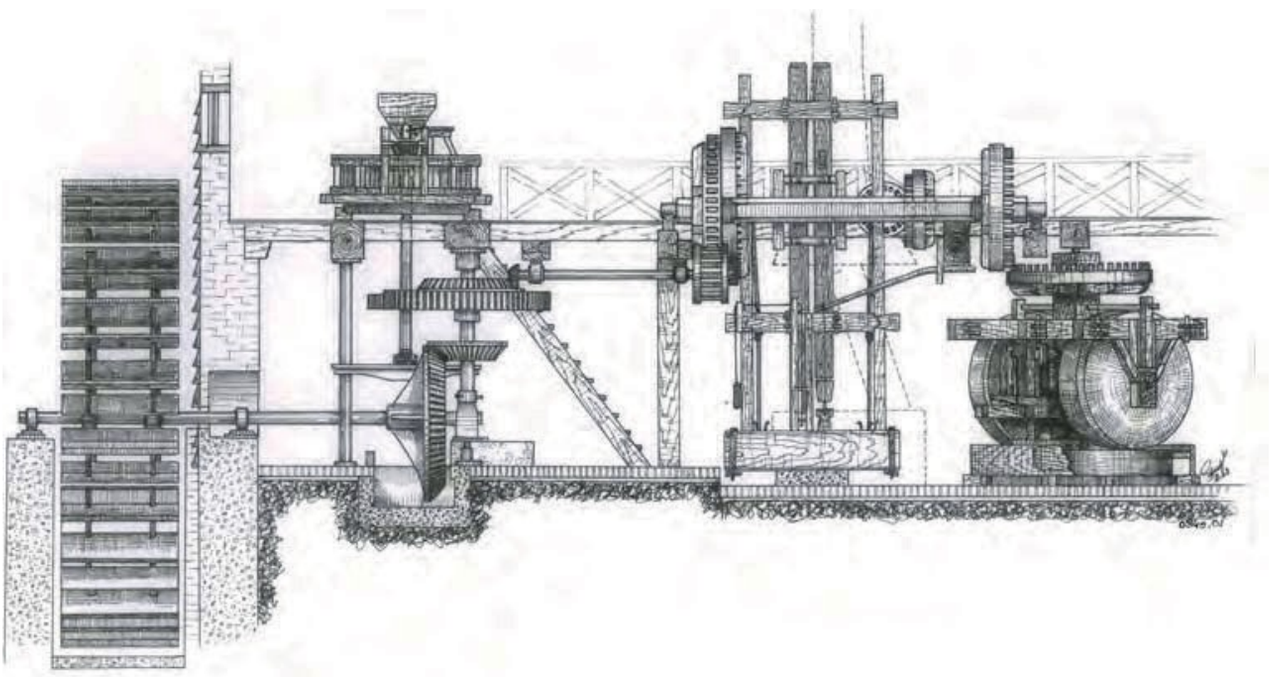


Fig. 17.4.5.1
Overzicht van de ‘St. Ursulamolen’ in Nunhem.
Het drijfwerk voor de korenmolen is uitgevoerd in ijzerwerk terwijl zowel de aandrijving van het oliewerk als van de kantstenen gehandhaafd zijn in hout.
Het drijfwerk voor de oliemolen is sinds 2005 gewijzigd: de stalen aandrijfas is verlengd en wordt met een kettingoverbrenging rechtstreeks aangedreven vanaf de molenas.

© Het Gilde van Molenaars

Trefwoordenlijst

	Hoofdstuk - Bladzijde
A	
Aambeeld	8-50
Aanhouder	12-18
Aanlopende wipstok	7-29
Aanslag	12-16
Aanstrijker	14-7
Achterbalk	5-14,15,16,41,67
Achterbril	5-34
Achterfront	11-7
Achtergrond	5-38
Achterkeuvelens	5-70
Achterkeuvelensbalk	5-70
Achterste hanger	6-83
Achteruit draaien	7-44
Achtervelg	6-59
Achterwaterloop	11-7,24
Achterwaterloopdek	11-9
Achterzomer	5-14,28
Achterzoom	6-21
Achtkant	5-57,60
Achtkantstijl	5-57
Achtkantstijl, doorlopend	5-60
Achtkantstijl, gebogen	5-59
Afhouder	12-18
Aflaatschuif	13-9
Afloopbak	14-8
Afloopkant	7-38
Afloopschuif	14-8
Afschieten	12-27,30
Afschietwerk	12-30
Afschot, afschotcirkel	11-10
Afzeilen en klampen	7-25
Afzeilen in noodsituaties	7-26
Altocumulus	8-36
Altocumulus castellanus	8-56
Altocumulus floccus	8-56
Arduin	6-9
Arme steen	12-20
Armkam	6-60
Askop	6-4
As	6-3
Azijnhout	6-56

	Hoofdstuk - Bladzijde
B	
Baard	5-70
Baardschoor	5-30
Balanceerrijn	12-10
Balie	5-65
Baliehek	5-66
Balkengat	15-16
Balkenzager	15-4
Balkijzer	15-11
Balkon	5-16
Ballastlaag	12-21
Bandvang, hout, staal	6-80
Beaufort, Schaal van	8-18
Beerstut	5-41
Beet	7-68
Belegstuk	6-61
Bentheimer zandsteen	16-6
Beugel	6-88
Beugelijzer	12-7
Bezaan	6-35
Bezetketting	5-74
Bijenwas	6-56; 7-53
Bijhouden, bijsteken	12-13,21
Bilau-wiek	6-45
Bilhamer	12-24
Biljoening	6-20
Billen, scherpen	12-23,24
Binnenkrimpmuur	5-23;11-6
Binnenkruier	5-52,71
Binnenlager	7-69; 11-13
Binnenlap	7-69; 11-14
Binnenrijn	12-10
Binnenroede	6-20
Binnensluiting	5-65
Binnenvangketting	6-90
Binnenvangstok	6-91
Binnenzoom	6-21
Bintbalk	5-39,58
Bintlaag	5-58
Blauwe steen	12-21
Blikblok	13-7
Blikpen	13-7
Bliksemafleiderkabel	7-46

© Het Gilde van Molenaars

	Hoofdstuk - Bladzijde
Blikseminslag	7-50
Blokkeel	5-15,30,57
Blokvang	6-75
Bodemsel	12-21
Boezemmolen	11-5
Bok	12-18
Bokkepoot	6-26
Boktjasker	5-50
Bolletrie	6-56
Bolspil	6-3; 7-72; 12-9
Bolspil smeren	7-72
Bonkelaar	6-61
Bordes	5-16
Bordschroot	6-22
Bordveer	6-22
Bordzijde	6-21
Borgklosje	6-72
Borgpen	6-60
Borgspijker	6-60; 7-77
Borstnaald	5-13,30,41
Borst, Borstroede	6-19
Boven de wind	7-24
Bovenas	6-3,4
Bovenas, gezakt	7-37
Bovenbalk	5-14
Bovenbonkelaar	6-61
Bovenhuis	5-23,28
Bovenkalf	11-20
Bovenkruier	5-67,71
Bovenmantelbalk	5-24
Bovenmiddenstijl	5-24
Bovenmolen	11-5
Bovenschijfloop	6-64
Bovenspanhoofd	15-9
Boventafelement	5-24,57
Bovenwielstut	7-48
Bovenzetel	5-27; 7-59
Bovenzetel smeren	7-59
Brasem	5-10
Brilplaat	5-77
Broekbalk	5-7; 6-11
Broeksteen	6-12; 7-64
Broekstuk	5-7; 6-11
Brommende vang	7-38
Bronzen plaat	7-64
Bronzen tegelplaat	6-11
Brugbalk	13-5,13
Bui	8-50,51,52
Buikstuk	6-75
Buitenkrimpmuur	11-6
Buitenkruiwerk	5-75
Buitenlager	7-79; 11-13
Buitenlap	11-14
Buitenrijn	12-10
Buitenroede	6-20
Buitensluiting	5-65
Buitenzoom	6-21
Burgemeester	5-67
Burriebalk, lang, kort	5-10
Busbalk	5-15,31,67; 6-15
Busdeur	6-15
Buslager	5-67
Busselneus	6-41
Busselwiek	6-41
Buul	14-9
C	
Centrifugaalgewicht	6-45
Centrifugaalkracht	6-53; 12-14
Centrifugaalpomp	11-6
Centrifugaalregulateur	6-45
Cirrocumulus	8-27
Cirrostratus	8-27
Cirrus	8-27
Conisch kamwiel	6-72
Console	5-27,91
Cumulus	8-45
D	
Dagelijkse gang, wind	8-20,21
Daklijst	5-13,28,41
Dammen	6-60,67
Dekkerlager	6-11
Dekkerpomp	11-6
Dekkerwiek	6-38
Depressie	8-59,60,61
Deurbalk	5-14,31
Deurstijl	5-14,31
Dollen	6-63
Dollenwiel	6-63
Dompen	6-13
Domphaak	5-89
Doodbed	13-6,7; 14-7
Doodketting	5-74
Doorhalen (van roede)	6-20
Draagbalk	5-24; 11-20

	Hoofdstuk - Bladzijde
Draagmuur	5-24
Draaibare stut	7-47
Draaihoofd	15-7
Drijfijs	11-25
Dripzak, drapzak	14-13
Droogmakerij	11-3
Druklager	7-67
Drukzijde	7-75
Duigen	11-19
Duiker	11-3
Duikertje	6-31
Duim	6-88
Duisplank	5-58
Duitse steen	12-21
Dust	13-9
Dustgroepbalk	13-5
Dusthok	13-5,10
Duwwig	12-9
Dwarsgetuigd	6-17
Dwarsregel	5-31
E	
Eikel	5-13,30
Elevator	13-12
End	6-17
Engels kruiwerk	5-85; 7-57
Engels kruiwerk smeren	7-57
Evenaar	6-94
Evenaar, uitgewerkt	7-30
Extra roeketting	7-49
Ezel	6-82; 7-28; 12-13
F	
Flintsteen	12-21
Fokkestoel	6-43
Fokwiek	6-43
Franse steen	12-21
Fransen roede	6-20
Front	8-12,24,35,40
G	
Gaffels	6-74
Gaffeltouw	5-72
Gaffelwiel	5-72; 6-74; 12-27
Galerij	5-16,65
Galghout	5-75
Gebint, los, vast	5-58
Gebreken signaleren	7-74
Geleiderol	6-47; 7-62
Gersthok	13-5
Gestroomlijnde klep	6-45
Gestroomlijnde roede	6-47
Gevlucht	6-17
Gietijzeren wiel	6-72
Gording, kap	5-70
Gording, scheprad	11-9
Gording, kruirad	5-77
Gortharp	13-5
Gortpijp	13-10
Grafietvet	7-54
Groenhart	6-56
Grondijs	11-25
Grondzeiler	5-34
H	
Haagbeuk	6-72
Haak	6-86
Haaklas	6-59
Haalwerk	15-15
Haar	14-9
Haler	15-15
Half-Dekkerwiek	6-39
Halfschilhok	13-5,10
Hals, bovenas	6-4
Hals, bolspil	12-10
Halslager	6-9; 7-62
Halssteen	5-67; 6-9; 7-62
Halve zeilen	6-31
Hamer, hout	7-75
Handgat	13-7
Hangboom	5-17,33; 15-11
Hangeniersbalk	5-73
Hanger (schoren)	5-75
Hanger voorste, (ezel)	6-82,83; 7-28
Hangereel	6-83
Hangerkam	12-16
Harp, koude, warme	13-10
Haspelkruis	6-19
Heef	14-6
Hei	14-6
Heklat	6-17,21
Hekwerk	6-21
Hekwig	6-21
Hengsel	15-10
Hoek van intrede/uittrede	11-10
Hoekstijl	5-13,24,30,39,48

	Hoofdstuk - Bladzijde
Hoekstijltje	5-16,32
Hoekzwaard, scheprad	11-9
Hoep	6-61
Hoepelvang	6-80
Hoge lijn	6-31
Hogedrukgebied	8-9,13,17
Hollandse vang	6-77
Holle houten klep	6-49
Hondshoofd	5-24
Hondsoor	5-24,58
Hoofdschoepen	11-9
Houtsoorten	7-83
Hulpschoor	5-66
Hygiënecode	12-33
I	
Iepen plaat	6-64
Iepenhout	6-60
IJsbeitel	11-25
IJzerbalk	5-15,31,67; 6-15
IJzerlager	5-67
In de lijnen leggen	7-22
Inklinken	11-3
Inlaatschuif	13-5
Inmaalcircuit	11-5
Insluitsel	7-62
Insteekkop	6-8
Inversie	8-47
J	
Jager (korenmolen)	12-19
Jager (oliemolen)	14-9
Jakobsladder	13-12
Jijnrib	15-16
Jijntakel	15-16
Jongen	14-8
K	
Kaak	14-11
Kaar	12-16; 14-9
Kaarboom	12-16
Kalf	5-10,28,67
Kalksponning	5-24
Kam	6-60, 7-75
Kammen wassen	7-68
Kammenluiwek	6-74; 12-27,28
Kamnagel	6-60
Kamwiel	5-72
Kantsteen	14-5,7
Kap	5-67;7-41
Kapspant	5-16,70
Kapspant (Paltrok)	5-41
Kapzolder	5-57;12-3
Kardoes	5-58,82
Kast, in vangbalk	6-89
Kast, standerdmolen	5-8,10
Katoendoek	6-26
Keerklamp	5-89
Keerklos	6-20
Keerkuip	5-70,82
Keerneut	12-7
Keerschijf	5-82
Keerstijl	5-16,32,67
Keren van staven	6-66
Kerf	12-21,23
Kerfijzer	13-6
Ketting	6-86
Kettingklem	7-46
Kettingkruiwerk	5-80
Keuvelensbalk	5-16,33
Kieft	6-26
Kikker	6-26
Kikkerlus	6-26
Klamp	6-89;11-16
Klapmuts	5-75
Klapspaan	12-16
Klauw	12-7
Klauwijzer	12-7
Kleedhout	5-31
Klemband	6-62
Klepas, Ten Have	6-49
Klepas	6-35,49
Klepassteun	6-49
Klepje	6-35
Klink	6-86
Klippen	5-59
Klossenbak	15-10
Kluft	6-21; 15-10
Kneppel	6-83,97
Kneppeltouw	6-97; 7-66
Knevel	6-91
Kneveltouw	6-15,97; 7-66
Kniehefboom	6-35
Knolplaat	6-12; 7-64
Knuppelstrop	5-25; 7-77
Koebout	6-75

	Hoofdstuk - Bladzijde
Koekenmes	14-12
Koker	5-25
Kokerbalk	5-24
Kokerkraag	5-43
Kokermolen	5-20
Kokerplank	5-25
Kokerstijl	5-25
Kolderstok	15-7
Kollergang	14-7
Koning, paltrok	5-37
Koning, kollergang	14-7
Koningsbalk	5-38
Koningsbint	5-61
Koningspil	5-24; 6-3,14
Koningstijl	5-38
Koningstrijker	14-7
Kop	6-60
Koppelbalk	5-15,31
Kopbalk	5-43
Kopmes	15-12
Koppelstang	6-35
Kopstuk	6-75
Korbeel	5-30,58
Korenmolen	7-11
Korte schoor	5-70
Korte spruit	5-67,70
Kot	15-4
Kotbalk	5-38
Kotstijl	5-39
Kotvloer	5-38
Koufront	8-25,28,29,30
Koufrontaal onweer	8-55,56
Kraag	5-77; 6-4
Kraagstuk	5-37,94
Kraaienpoot	5-66
Kraan	15-4,16
Kraanbeugel	12-25
Kraangang	14-14
Kraangat	12-23
Krabbelarm	15-13
Krabbelrad	15-13
Krabbelwerk	15-13
Krabber en stoffertje	7-82
Kramijzer	15-11
Kramstuk	15-11
Kranswiel	6-55
Krimp	11-6
Kroon	6-15
Kroonijzer	6-16
Kroonstijl	5-13
Kroonwiel	6-55
Kroosbrug	11-7
Krooshek	11-7,24,25
Kropgat	12-22
Kruibaan	5-50
Kruibank	5-17,34,78; 7-13
Kruiblok	5-74
Kruibok	5-78
Kruien, korenmolen	7-11
Kruien, krimpend om	7-10
Kruien, oliemolen	7-11
Kruien, pelmolen	7-11
Kruien, poldermolen	7-11
Kruien, ruimend om	7-10
Kruien, zaagmolen	7-11
Kruihaspel	5-17,70,77
Kruiketting	5-75,77
Kruikram	5-74
Kruilier	5-70,78; 7-54
Kruineut	7-55
Kruipaal	7-77
Kruipaal, vervangen	7-77
Kruipol	5-73
Kruirad	5-34,70,73,77
Kruireep	5-72,74
Kruiring	5-88
Kruirol, geknapt	7-83
Kruisarm	6-59; 11-9
Kruisas	5-73
Kruisbalk	5-30,37
Kruisplaat	5-6
Kruisplaatsleutel	5-8
Kruisschoor	5-30
Kruisvonder	12-13
Kruivloer	5-37,82
Kruiwiel	5-34,70,77
Kruk	13-10
Krukas	6-3;15-7
Krukbalk	5-41; 15-7
Krukpol	15-7
Krukwiel	15-7
Kuip	5-82; 12-16; 14-7
Kuipband	5-82
Kuipbout	5-82

	Hoofdstuk - Bladzijde
Kuipdeksel	12-16
Kuipmantje	13-7
Kuipneut	5-82; 7-55
Kuipraam	13-7
Kuipring	13-7
Kuipstijl	13-7
Kuipstok	13-9
Kunststeen	12-21
Kussen	5-49; 12-9; 14-9
L	
Laad	14-9
Laadgoed	14-9
Lade	6-83
Lagedrukgebied	8-10,11,12,13,17
Lange halve	6-31
Lange schoren	5-34,70
Lange spruit	5-67
Lantaarnwiel	5-72; 6-67
Lapbalk	7-69
Legeringsbalk	5-58
Lekenpen, lekentouw	6-83,97
Leklatjes	5-66
Lendestut	6-85
Lepelvorm	6-41
Licht werk (vijzel)	6-62; 11-20
Lichtboom	12-13,27
Lichtijzer	12-13
Lichtstok	12-13,21
Lichttouw	7-47
Lier	7-70
Liertrommel	5-78
Ligger (steen)	12-3, 14-7
Ligger (stelling)	5-65
Ligger, legger (zaagslee)	15-11
Lijk	6-28
Lits	6-26
Loopklos	5-78
Looplatten	6-35
Loopschoor	5-17
Loper	12-3
Losbeitel	14-9,11
Loshei	14-11
Luchtdruk	8-5
Luchtspleet, spleetwiek	6-39
Luias	5-16; 6-3; 7-72; 12-27
Luias smeren	7-72
Luibonkelaar	12-28
Luien	12-27
Luifels	5-41
Luikap	5-16; 12-27
Luiluikstijl	5-14
Luitafel	6-74; 12-27
Luitouw	12-27
Luiven	5-41
Luiwerk	12-27
Luiwiel	6-74; 12-28
Luizolder	12-3,27
M	
Maalbak	12-19
Maalkaartje	13-5
Maalkoppel	12-5
Maallaag	12-21
Maalneut	12-7
Maalstenen	12-21
Maalzolder	12-3
Maanijzer	6-75,77; 7-31
Maanstukken	6-62,64
Makelaar	5-16,33
Meelbak	14-4,8
Meelkuip	12-16
Meelpijp	12-18
Meelring	12-16
Metaalhouten	15-7
Middelbalk	5-67
Middenbalk	5-30
Middenlijst	5-13
Middenstijl	5-24,28
Middenzomer	5-28
Middenzoom	6-21
Moerstijl	5-13
Molenas	6-3
Molengang	11-3
Molentaal	7-49
Molenzeil	6-26
Molenzeil, onderhoud	7-78
Monniksmolen	5-60
Mooimakersgoed	7-50
Mounts	5-60
Multi-purposevet	7-54
Munnik	5-34,73
Muts	6-4
Muurplaat	5-23

	Hoofdstuk - Bladzijde
N	
Naaf	6-72
Naloper	13-5
Naslag	14-12
Naslagblok	14-3
Naslagmeel	14-4,11
Neerslag, buien, fronten	8-47,48,49
Neerslagsoorten	8-48
Nesten	7-55
Neut	5-28; 12-10
Neutmes	13-7
Neutenkruiwerk	5-86
Neutenkruiwerk smeren	7-55
Nok (bolspil)	12-9
Nokbalk	5-16,70
Noodstop, controle na	7-41
O	
Occlusie	8-26,31,32,37,39
Ojief	5-28
Oliekelder	14-14
Oliemolen, enkel, dubbel	7-11; 14-3
Omloop	5-65
Onder de wind	7-24
Onderas	6-70, 7-69
Onderbonkelaar	6-61; 11-20; 14-6
Ondermalen	11-24
Ondermantelbalk	5-24
Onderschijfloop	6-64;11-13
Ondersluiting	5-65
Onderspanhoofd	15-9
Ondertafelement	5-23,24,57
Ondertoren	5-24
Onderwiel	6-70;11-13
Onderzetel	5-27
Onstabiele lucht	8-12
Onweersbuien	8-54
Oogsplits	7-79
Oplangers	6-19
Opleggen, de vang	7-39
Opleider	11-9
Oploopkant	7-38,56
Opsluitring	7-77
Opvoerhoogte	11-3,14
Opvulplankjes	6-9
Opzetwig	5-38
Oren	14-7
Oud-Hollands wieksyst.	6-17
Over de kop malen	11-24
Overbrengingsverhouding	12-5
Overhek	7-50
Overkruien	5-82
Overring	5-37,67,70,82
Overwerker	14-6
P	
Paaltjasker	5-49
Paard	12-13
Pal	5-74; 6-98; 7-46; 15-15
Palmhout	6-56
Palstok	15-13
Paltouw	6-98
Paltrok	15-3
Pandscherpsel	12-24
Paraplu, standerdmolen	5-8
Pasbalk	12-9,13
Pasbrug	12-27
Passtuk	13-7
Pees	12-16
Peilverlaging	11-3
Pelblik	13-7
Pelkuip	13-9
Pelmolen	7-11; 13-3
Pelromp	13-5
Pelschijf	13-5
Pelspil	13-5
Pelsteen	13-6
Pen	5-37; 6-4
Pen-en gatverbinding	6-62
Penant	5-37,58
Penbalk	5-15,31,67,70
Penlager	5-15,70; 6-11; 7-64
Pennetjeswerk	12-12
Pensteen	5-70; 6-11
Penterbak	15-17
Persbalk	13-5
Perslade	14-6,9
Pet	5-75
Peulhout	5-58
Peulsteen	5-58
Pletsteen	14-7
Pletterij	14-5
Plooi, plooistuk	6-59
Plukhaak	11-25

	Hoofdstuk - Bladzijde
Poer	5-37,58; 15-4
Pokhout	6-56
Polair front	8-7,12,24,25
Polair onweer	8-57
Poldermolen	7-11; 11-5
Polder	11-3
Pollen	15-11
Pollenstuk	15-11
Poortplaat	6-15
Poortstok	6-15; 7-66
Porring	6-20
Potbalk	7-7; 11-20
Pothok	6-4
Pothuis	11-7
Potroede	6-20
Pottenblok	14-5,11
Prook	15-12
Putten	7-55
R	
Raamkalf	15-9
Raamstijl	15-9
Raamzolder	5-41
Raggen	7-22
Rauwbeitel	13-7
Ravelingsbalk	5-61
Ravenwiel	6-67; 13-5
Rechtscherpsel	12-24
Regelbord	6-53
Regelklep	6-52,53; 7-40
Regels	5-13
Regulateur	7-73; 12-14
Regulateur smeren	7-73
Regulateurarm	6-53
Regulateurveer	6-47
Remband	6-47
Remklepdemper	6-53
Remklep	6-52,53; 7-40
Remtouw	15-15
Rendement	11-24
Reserveketting	7-45
Reuzel	7-53
Ribben	6-6,49
Rietdek onderhouden	7-81
Rietlat	5-70
Rietplank	5-58
Rietsporen	5-70
Rijke steen	12-20
Rijklamp	6-84
Rijn, vast	12-10
Ringhout	12-16; 13-7
Ringmeel	12-19
Ringmuur	5-37
Rinkellat	5-70
Roede	6-17
Roedegat	6-4
Roeketting	7-45
Roerijzer	14-5,9
Roerom	5-46
Roewig	6-20
Roewiggen aanslaan	7-74
Rollenkruiwerk	5-83; 7-56
Rollenkruiwerk smeren	7-56
Rollensluis	5-84; 7-83
Rollenwagen	5-84
Rolring	5-37,84,93
Rolwolk	8-53
Rondgaande ketting	5-79
Rondsel	6-55,64; 12-8
Roosbout	5-13,33
Roosterhout	5-70
Rouw, in de rouw zetten	7-51
Ruimend om (kap)	7-16
Rust	6-85
S	
Sabelijzer	6-81
Sabelstuk	6-75
Schaargebint	5-24
Schaarstijl	5-24; 11-12
Schaarstok	5-37,94
Schavot, -liggers	5-41
Scheen	5-48,77; 6-4
Scheerhout	6-22
Scheg	5-58
Schei	14-9
Scheiplank	12-19
Schelrad	14-12
Schenkel	6-41,43
Scheprad	5-23; 7-69; 11-9
Scheprad, open, gesloten	11-6
Schepradkast	11-6
Schepradveer	11-10
Scherpsel	12-20,23,24

	Hoofdstuk - Bladzijde
Schietstaaf	6-66
Schijfloop	5-72; 6-55,64
Schilddeksel	13-5
Schilder- en teerwerk	7-77
Schoe	12-16
Schoor	5-34,38,70,75
Schoot (hekwerk)	6-24
Schoot (pelmolen)	13-7
Schootemmer, -vat	13-9,10
Schortkneppel	14-6
Schotel (binnenkruier)	5-74
Schotel (zaagslede)	15-11
Schouderstuk	6-75
Schroefgang	11-19
Schroefpomp	11-6
Schuddebak	12-16
Schuif (in de kaar)	12-16
Schuif, of lade	6-83
Schuifhout	5-74; 7-11
Schuifijzer	6-26
Schuifklos	7-73
Schuifkruiwerk	5-86
Schuifring	14-9
Schulpraam	15-9,12
Schulpvloer	15-12
Sintelstuk	11-9
Slagbalk	13-5
Slagbank	14-5
Slagbeitel	14-9
Slagblok	14-5
Slagdorpel	11-9,16
Slaghei	14-11
Slagstijl	11-9,16
Slagstuk	5-70
Sleehoofd	15-11
Sleephelling	15-17
Sleepkruiwerk	5-86
Sleepluiwerk	6-74; 12-27
Sleeptree	5-17
Sleepwiel	12-27
Sleestelling	5-41
Slek	5-10
Sleutelbalk	5-38
Slingerklamp, kort, lang	6-26
Slof	5-33,49
Slotbalk	6-15
Slotplaat	6-15
Sluitliertje	6-47
Sluitstuk	13-7
Smakhout	7-25
Smeerautomaat	7-70
Smeerfilm	6-10
Smeergat	5-10,90; 7-59
Smeerkoker	7-61
Smeeroliebakje	6-13
Smeerspaan	7-63
Smeerstok	7-58
Smeervet	7-54
Smeren	7-53
Spaak	5-77
Spaakketting	7-11
Spaken (oliemolen)	14-6
Spanblokje, spanhoutje	15-10
Spandraad	6-47
Spantbeen	5-70
Spantring	5-70
Spatmuur	11-16
Spatzolder	11-16
Spiegel, spiegelgat	6-59; 11-10
Spiegeltje	7-76
Spijlband	5-25
Spijlbout	5-30
Spijloog	15-10
Spilbalk	12-7
Spilkalf	5-24;11-12,20
Spillen	6-3
Spin	6-35
Spinnekop	5-43
Spitijzer	6-20
Spleetwiek	6-39
Spoorblok	5-10
Spoorstok	5-94
Spoorstijl	5-13
Spoorwiel	6-67
Spouw	6-59
Spouwarm	6-59
Spreeuwenplaatje	7-82
Sprenkelschot	11-16
Springbeugel	6-13
Spruitbalk	5-16
Spruit	5-37,67,70
Staaf	6-64
Staaf, los	7-75
Staakijzer	12-7

	Hoofdstuk - Bladzijde
Staander	14-9
Staart (kruiwerk)	5-16; 6-4
Staart (van een kam)	6-60
Staart (bovenas)	6-4
Staartbalk	5-16,33,38,70,75
Staartstut	7-14
Stabiele lucht	8-10,45
Stamper	14-6
Stamperblok	14-6
Stamperpot	14-7,9,11
Standerd	5-6
Stapelwolken	8-44,45
Stationair front	8-38
Staufferpot	7-70
Steek	6-55
Steekband binnen, buiten	5-6,8
Steekbord	6-22
Steekslof	7-14
Steenbalk	5-10
Steenbed	5-67; 6-9
Steenbedblokken	6-9
Steenbeddebalk	5-13
Steenbedwiggen	6-9
Steenbeugel	6-9
Steenbord	5-67; 6-9
Steenburrie	5-28
Steenbus	12-10
Steengat	12-22
Steenkoppel	12-5
Steenkraan	12-25
Steenlijst	5-13,28
Steenraam	14-7
Steenschijf	13-5
Steenschijfloop	6-64; 12-8
Steenspil	6-3; 7-72; 12-7; 14-6,7
Steenspil smeren	7-72
Steenwervel	14-7
Steenwiel	6-67; 14-6,7
Steenzolder	12-3
Steigergat	5-55
Stelling	5-65
Stellingdelen	5-66
Stellinghek	5-66
Stellingstut	5-66
Stenen molen	5-55
Stenen voet	5-58
Sterrewiel	6-69; 12-27
Steunbalk	5-37
Steunbord	15-12
Steunder	5-67
Steunderbalk	5-41,67
Steunklos	6-59
Stiep	5-6,58; 15-4
Stoel (vijzel)	11-20
Stofschort	12-19
Stootplaat	13-7
Stormbint	5-13,30
Stormdepressie	8-20,30
Stormeindje	6-31
Stormluik	5-67
Stormpen	5-8
Stormpen smeergat	7-58
Stormschild	5-70
Stortebed	11-18
Stortpunt	11-21
Straalstroom	8-6,7
Stralenscherpsel	12-24
Stratocumulus	8-44
Stratus	8-28
Strijker	12-19; 14-7
Strijkmolen	11-5
Strijkplaat	15-10
Stroomlijnprofiel	6-38
Stuitblok	14-9
Stut, draaibaar	7-47
Stut (vang)	6-77
Stutkast	6-77
Stutstaaf	6-66
Stutvang	6-77
Stuurtouw	12-27

T

Taats	6-12;7-64; 12-9
Taats en knolplaat	7-64
Taatslager	7-67; 11-12
Taatspot	6-16; 12-9
Tafelementstuk	5-57
Takeling	7-79
Takrad	6-67; 13-5
Tandkrans	5-72
Tap	12-7
Tapijzer	6-15
Tapneut	5-15; 7-66
Tasting	11-15
Teen (rijklamp)	6-85

	Hoofdstuk - Bladzijde
Teenstuk	6-75
Teerling, hoge, lage	5-6
Tegelsteen	6-11; 7-64
Tegeltje	6-16
Tempelbalk	5-13,30,67
Ten Have wieksysteem	6-49
Tjasker, paal-, bok-	5-48,49,50
Tonmolen	5-48; 11-4
Torenmolen	5-52
Torenstijl	5-24
Transmissieolie	7-54
Trap	5-16
Trapbint	5-14,31
Trapboom	5-16,33
Trapschoor	5-16,33
Treeplank	5-17
Trekbalk	5-15,31
Trekblok	13-10
Trekbout	6-64; 7-75
Treklat	6-35
Trekstang (bovenhuis)	5-31
Trekstang (gevlucht)	6-49
Trekvang	6-97; 7-47
Trekveer (Bilausysteem)	6-45
Trekveer (remklep)	6-53
Trekwig	12-9
Trog	8-32,45
Trommelvang	7-29
Tropopauze	8-4,5,51
Troposfeer	8-4,5
Tuimelaar	6-45
Tussenschoep	11-9
Tussentafelement	5-60
Tweedelige houten roede	6-19
U	
Uitbrekers	5-58
Uitlaatschuif	13-9
Uitlichten	12-13,21
Uitloop	12-18
Uitslag	12-21,23
Uitwatering, vrije	11-18
V	
Van Riet wieksysteem	6-47
Vang	5-48; 6-75; 7-27
Vang, aanrijgen	7-33
Vang lichten	7-39
Vang, losse, scharnierend	6-75
Vang, stotend,brommend	7-38
Vang, uitgewerkt	7-27
Vang, vaste, stijve	6-75
Vanganker	7-31
Vangbalk	6-82
Vangbalk versteken	7-37
Vangblok	6-75
Vangblokje, afschietwerk	12-30
Vangen met de staart	7-41
Vangstok	6-90
Vangstuk	6-75
Vangtouw, -ketting	6-90; 7-47
Vangtrommel	6-95
Vangwiel	5-48; 12-30
Varkensreuzel	6-13; 7-53
Varkenswiel	6-69, 12-27
Vaste gebinten	5-58
Vaste rijn	12-10
Vastknaaien, vangbalk	7-28,33
Vastleggen roeketting	7-46
Vastleggen staart	7-49
Vastlopen, scheprad	11-25
Veld, vals, waar	5-58
Veldkruis	5-39,58
Veldmuur	5-23,58
Veldregel	5-58
Veldstijl	5-58
Verdeelbord	13-10
Verdikstuk	5-58
Verhaegheroede	6-20
Verhang	11-24
Vervijzelen	11-5
Vet, vervuild	7-53
Vetboor	7-58
Vetkamer	12-10
Vetkluit	7-63
Vijzel	7-69; 11-4
Vijzelbalk	5-48; 6-3; 11-19
Vijzelkom	11-17
Vijzelmolen	11-17
Vijzelwiel	6-72;11-20
Vink	5-65
Vlaamse vang	6-75
Vlaggenlijn	7-50
Vlees op de kammen	7-68
Vleugels	6-8
Voegburrie	5-28

	Hoofdstuk - Bladzijde
Voeghout	5-67
Voeghoutenkruiwerk	5-88; 7-56
Voegh. kruiwerk smeren	7-56
Voering	6-61
Vogeloverlast	7-82
Vogelschotjes	7-82
Vonderbalk	12-13
Voorbijligging	12-24
Voorbril	5-34
Voorkeuvelens	5-31,67
Voorloper	13-5
Voorslagblok	14-4
Voorslagkoek	14-11
Voorslagmeel	14-4,8
Voorste hanger	6-82
Voorvelg	6-59
Voorwaterloop	11-9
Voorwaterloopdek	11-9
Voorzomer	5-13,38
Voorzoom	6-22
Vore	8-33,38
Vore-onweer	8-55,56
Vorkstut	6-86
Vorstbalk	5-31,70
Vorsthout	5-31
Vreugd, in de v. zetten	7-50
Vuist	14-6
Vuister	14-8
Vuisterplaat	14-9
Vuistijzer	14-5
Vulhoutje	7-36,66
Vulplankje op de rust	7-36
Vulpunt	11-21
Vulstuk (bovenas)	6-6,56
Vulstuk (koker)	5-25
W	
Waaier	13-10
Waaierij	13-5,10
Waaikerf	13-6
Waaispant	5-16,31
Wachtdeur, hangend	11-18
Wachtkozijn	11-9,16,24
Wafel, enkel, dubbel	6-21
Wagenschotzager	15-4
Walpen	6-6
Wanwichtig	6-20
Warmlopen	7-62
Warmtefront	8-25,26,27,28,37
Warmteonweer	8-54,55
Wassen	7-68
Wateras	5-23; 6-3,70; 7-69;11-10
Waterbord	5-58
Wateren	15-16
Waterhol	6-9
Waterlijst	5-13,28
Wateropvoerwerktuig	11-6
Waterpeluw	5-48; 7-70; 11-20
Waterpest	11-25
Waterstoel	11-13
Waterwiel	6-70
Weegband	5-13,28,39
Weegdelen	5-58
Weerstijl	5-16,32,67
Wentelas	6-3; 14-6
Wentelwiel	14-6
Werk, te diep in het	7-75
Werkzijde	7-75
Wervel	6-63;11-12
Wieg	6-67
Wiekenkruis	6-17
Wiekenkruis smeren	7-62
Wiekverbeteringen	7-40
Wiggen, los, aanslaan	7-74,76
Wind	8-16
Wind, boven de wind	7-24
Wind, onder de wind	7-24
Wind, rond koufront	8-27
Wind, warme sector	8-27
Wind rond troggen, vores	8-27
Windas	5-73
Windbord	6-22
Winderij	15-15
Windkoppel	5-17,77,78
Windluik	5-67
Windpeluw	5-15,31,48, 67
Windrichting	8-16,17,40
Windroos	5-79
Windsprong	8-28,29,38
Windstoot	8-16,18,20,54
Windvaan	5-16,33
Winterpeil	11-15,23
Wipkorenmolen	5-34
Wipmolen	5-20
Wipstellingmolen	5-34

	Hoofdstuk - Bladzijde
Wipstok	6-90
Wolfsbalk	5-31,41
Wolfsdak	5-33
Wolken, indeling	8-41,42
Wolken bij koufront	8-44
Wolken bij occlusie	8-44
Wolken bij warmtefront	8-43
Wolkenkraag	8-56
Wouterlat	6-56; 7-77
Wouterman	6-56
Wouters	6-56
Wrijfklamp	6-9
Wuifelaar	15-7; 16-5
Z	
Zaadhok	13-5
Zaaggrond	5-41
Zaagmolen bovenkruier	15-3
Zaagraam	15-7,9
Zaagslee	15-11
Zaam	7-19,41
Zakkenbank	12-18
Zeeg	6-21,24
Zeewind	8-22,23
Zeil voorleggen	7-16
Zeilarm	6-26
Zeilklamp, kort, lang	6-26; 7-25
Zeiloog	6-26
Zeilrail	6-26
Zeilslag	7-20
Zeilvoering	7-19
Zelfkruier	5-79
Zelfwerkzaamheid	7-74
Zelfzwichting	6-35
Zeskant	5-61
Zestiender, maalsteen	12-21
Zetel	5-6
Zetelkruiwerk	5-90
Zetelplaat	5-43,92
Zeventiender, maalsteen	12-21
Zifterij	13-5,9
Zijweeg	5-13
Zoggat	13-6
Zogijzer	13-6
Zomer, voor-, achter-	5-10
Zomerpeil	11-15,23
Zonneblok	5-6
Zonnestraal	5-70
Zoomlat	6-21,49
Zwaaischerpsel	12-24
Zwaar werk (vijzel)	11-20
Zwaarden	5-37
Zwaardplank, zwaard	5-67
Zwaluwstaartverbinding	5-27; 6-59
Zware binten	5-39,41
Zwichtboom	6-35,49
Zwichten	6-26,31; 7-21
Zwichten met de staart	7-24
Zwichtketting	6-35,45,49
Zwichtlatje	6-21
Zwichtring	6-47,53
Zwichtstang	6-35,47
Zwichtstok	6-49