

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.

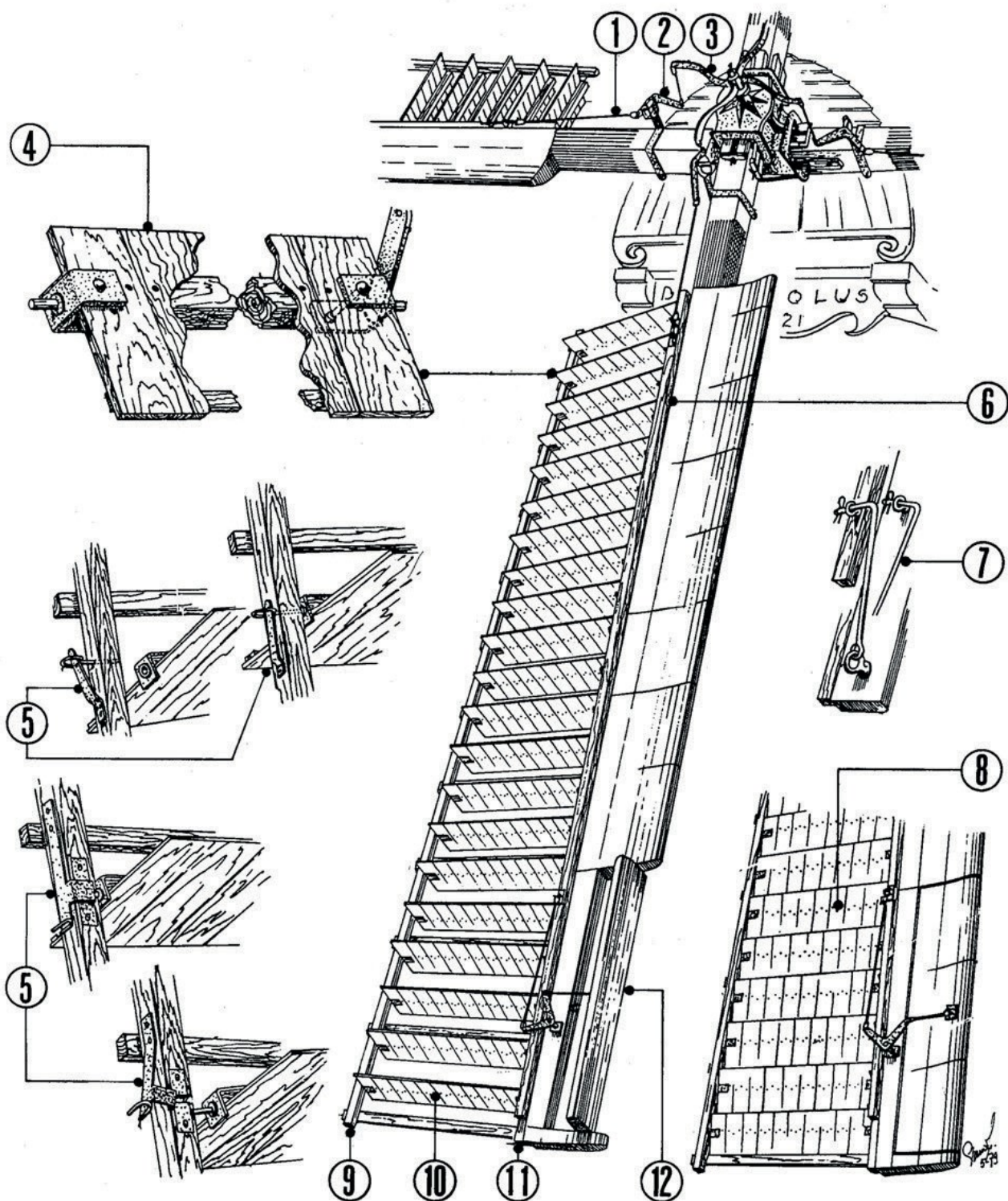
Sommige wiekverbeteringen waren zo efficiënt dat veel molens die ermee werden uitgerust bij harde wind te snel liepen, met extra belasting van de vang tot gevolg. Dit probleem wist men grotendeels op te lossen door de toepassing van remkleppen of regelborden.

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.



6.4.1 Zelfzwiching

zelfzwiching

Zelfzwiching 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 zelfzwiching (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.

Zelfzwiching regelt namelijk automatisch het wijzigen van het windvangend oppervlak. Het grootste voordeel van zelfzwiching is dus tijdwinst. Een tweede voordeel is de regelmatigere gang van het gevlucht, mits alles goed gesmeerd en afgesteld is.

*klepjes
looplatten, klepasjes
treklat*

*koppelstangen
kniehefbomen, spin
zwichtstang
zwichtboomz
wichtketting
bezaan*

Zelfzwiching 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 zelfzwiching 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.

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.

Fig. 6.4.1.1
Zelfzwiching

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

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 dekap.
- 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 zelfzwiching: bijna de helft is op één of beide roeden met zelfzwiching uitgerust. Ook Friesland heeft een aantal molens met zelfzwiching.

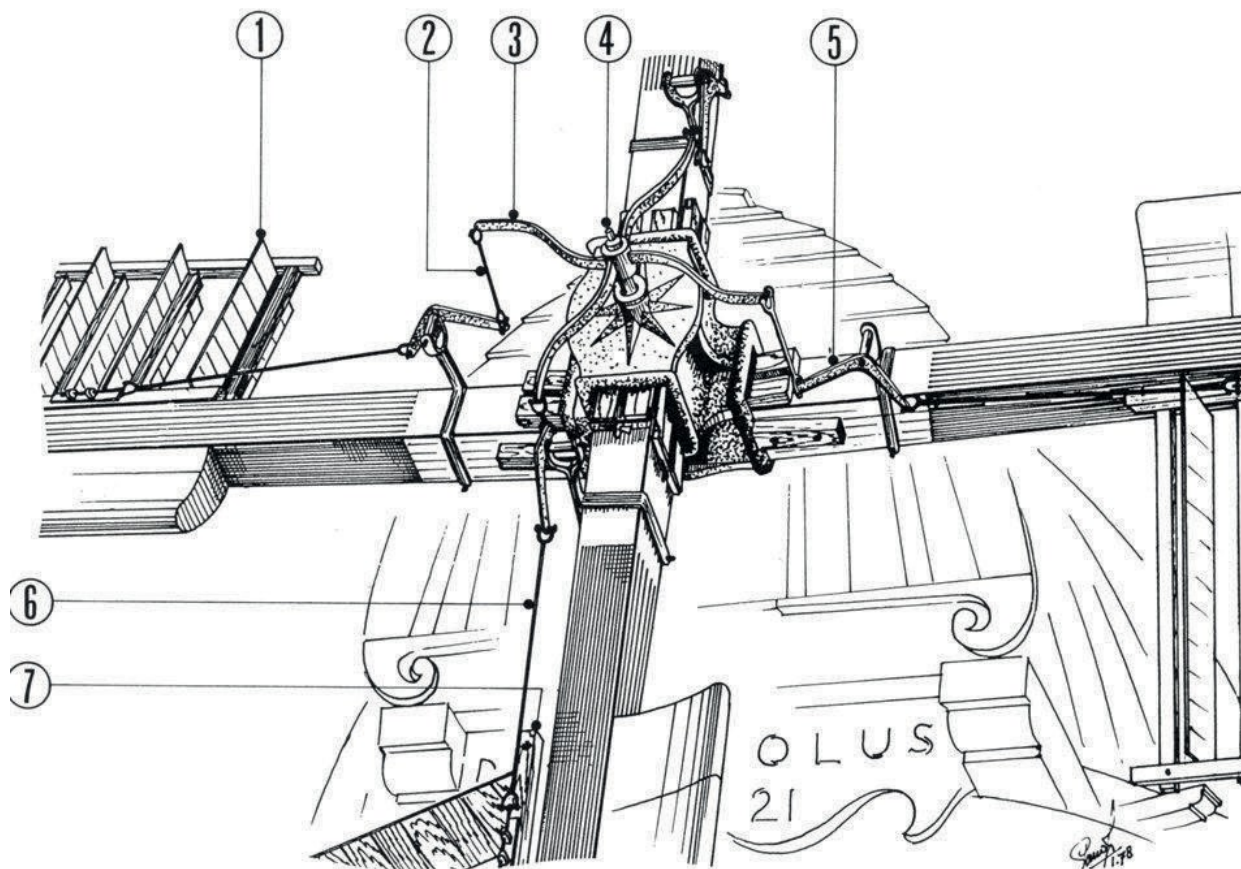


Fig. 6.4.1.2
Askop met spin

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

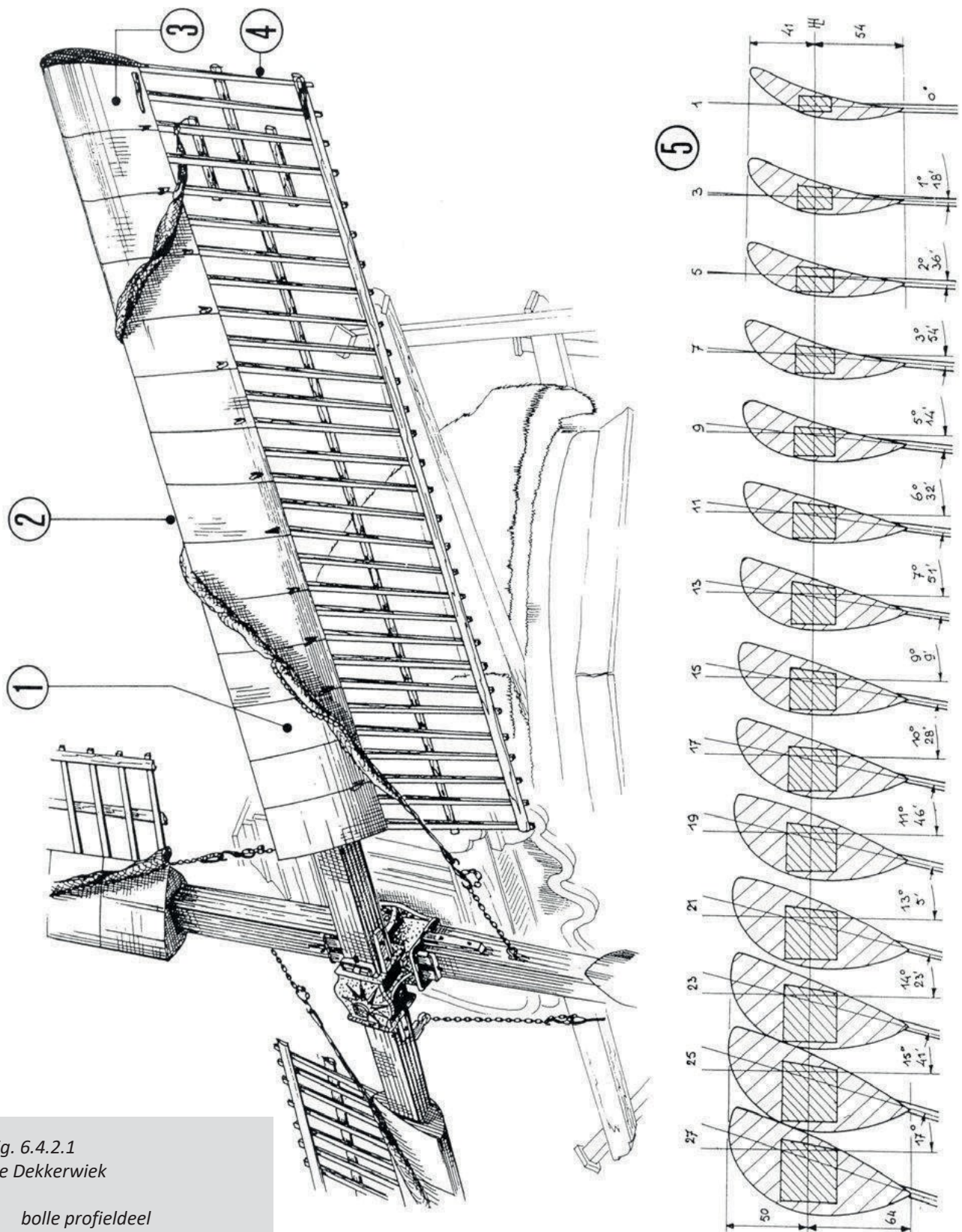


Fig. 6.4.2.1
De Dekkerwiek

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

6.4.2 De Dekker- en half-Dekker-stroomlijnroede

6.4.2.a De Dekkerwiek

Dekkerwiek

stroomlijnprofiel

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

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.

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. Daarstaat 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 verdekken, later ook korenmolens. In Nederland zijn nu nog ongeveer vijftien molens met Dekker-stroomlijnroeden uitgerust.

6.4.2.b De spleet- of half Dekkerwiek

spleet- of half Dekkerwiek

luchtspleet

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 regelmatig gang.

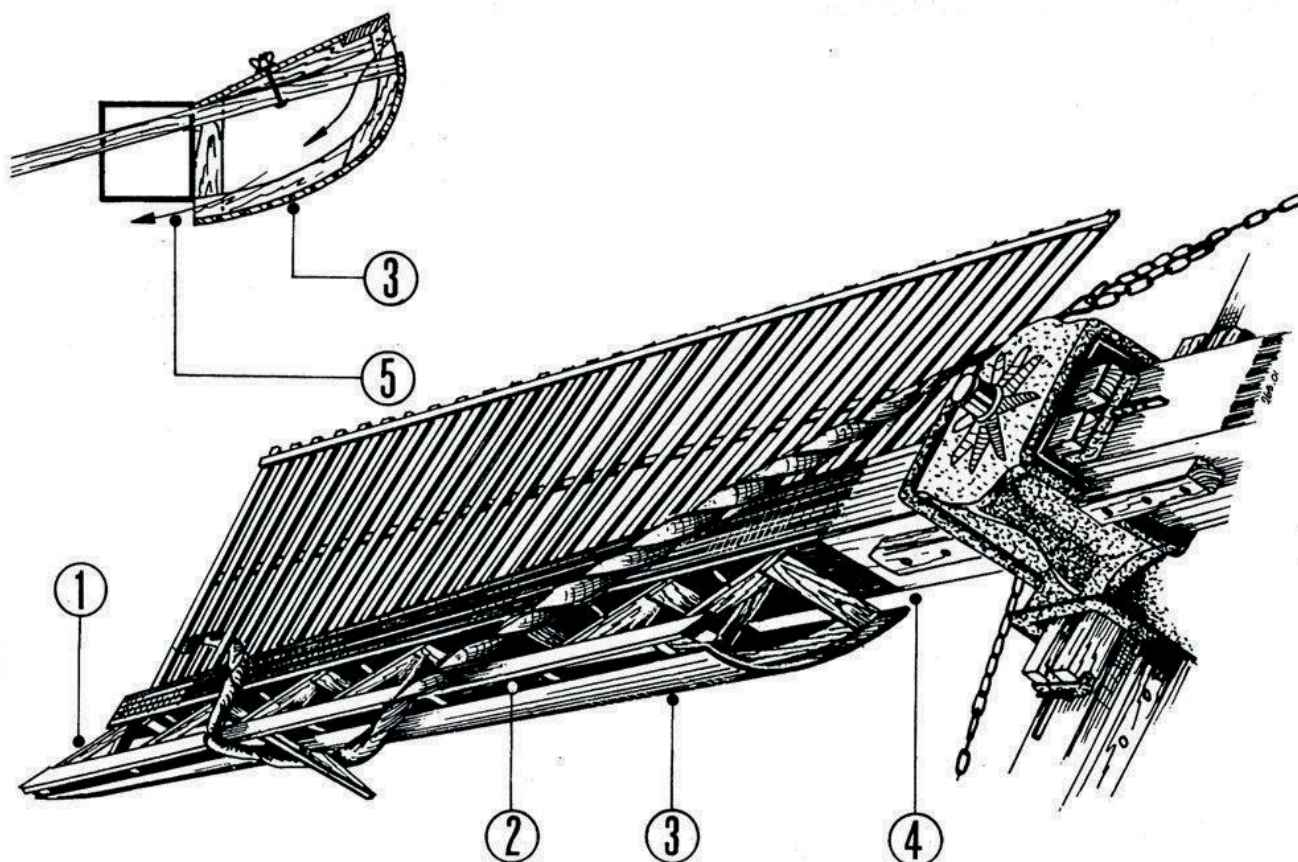
Andere voordelen t.o.v. de eerstgenoemde Dekkerwiek waren:

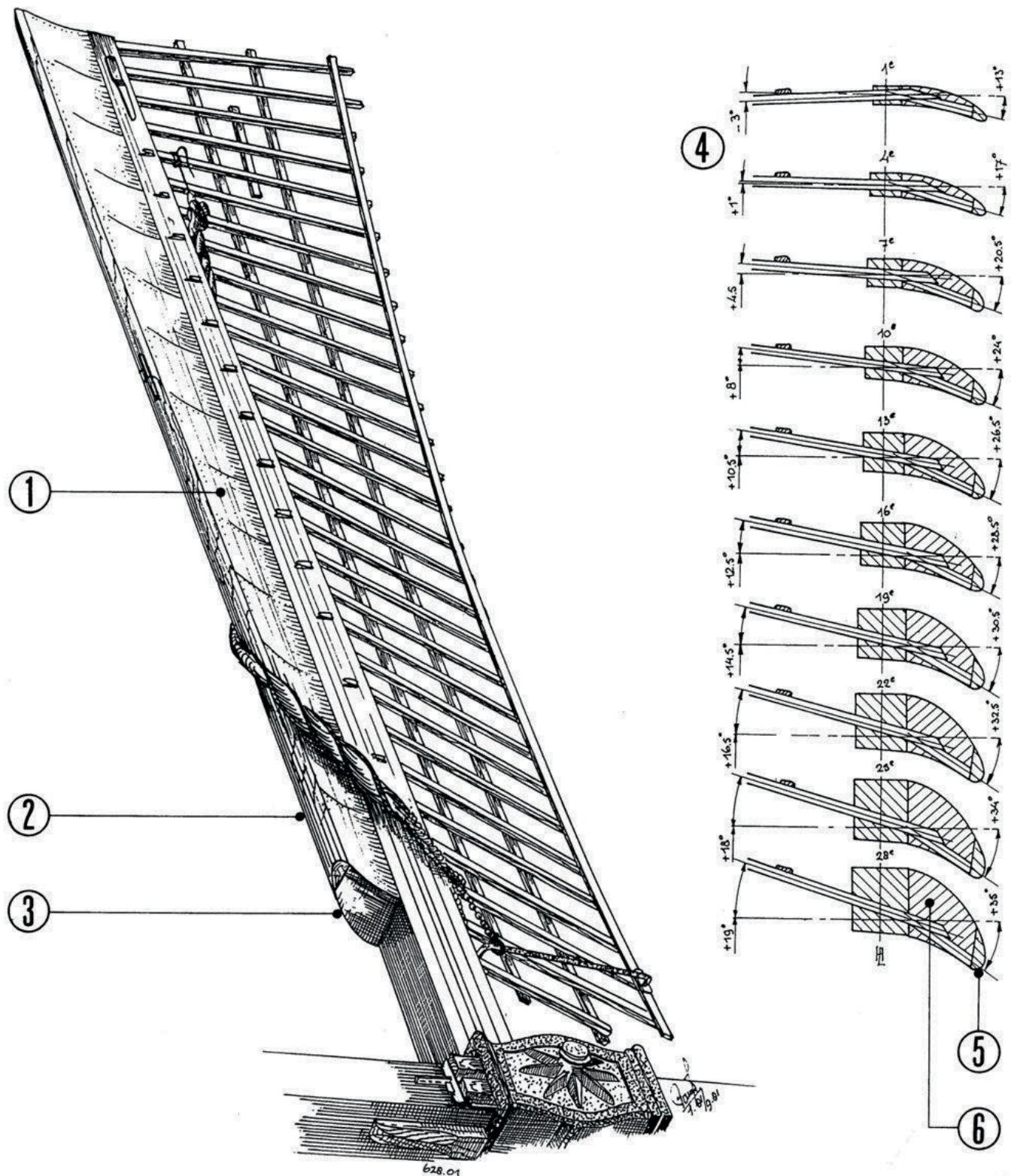
- de roede blijft bereikbaar voor onderhoud
- het veroorzaakt minder zeilslag
- het is goedkoper en van geringer gewicht
- het is mooier om te zien

Fig. 6.4.2.2
De spleetwiek

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

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.





6.4.3 De Van Bussel-stroomlijnneus

*Busselwiek
Busselneus*

*profielen, schenkels
lepelvorm*

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).

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 regelmatig.
- 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

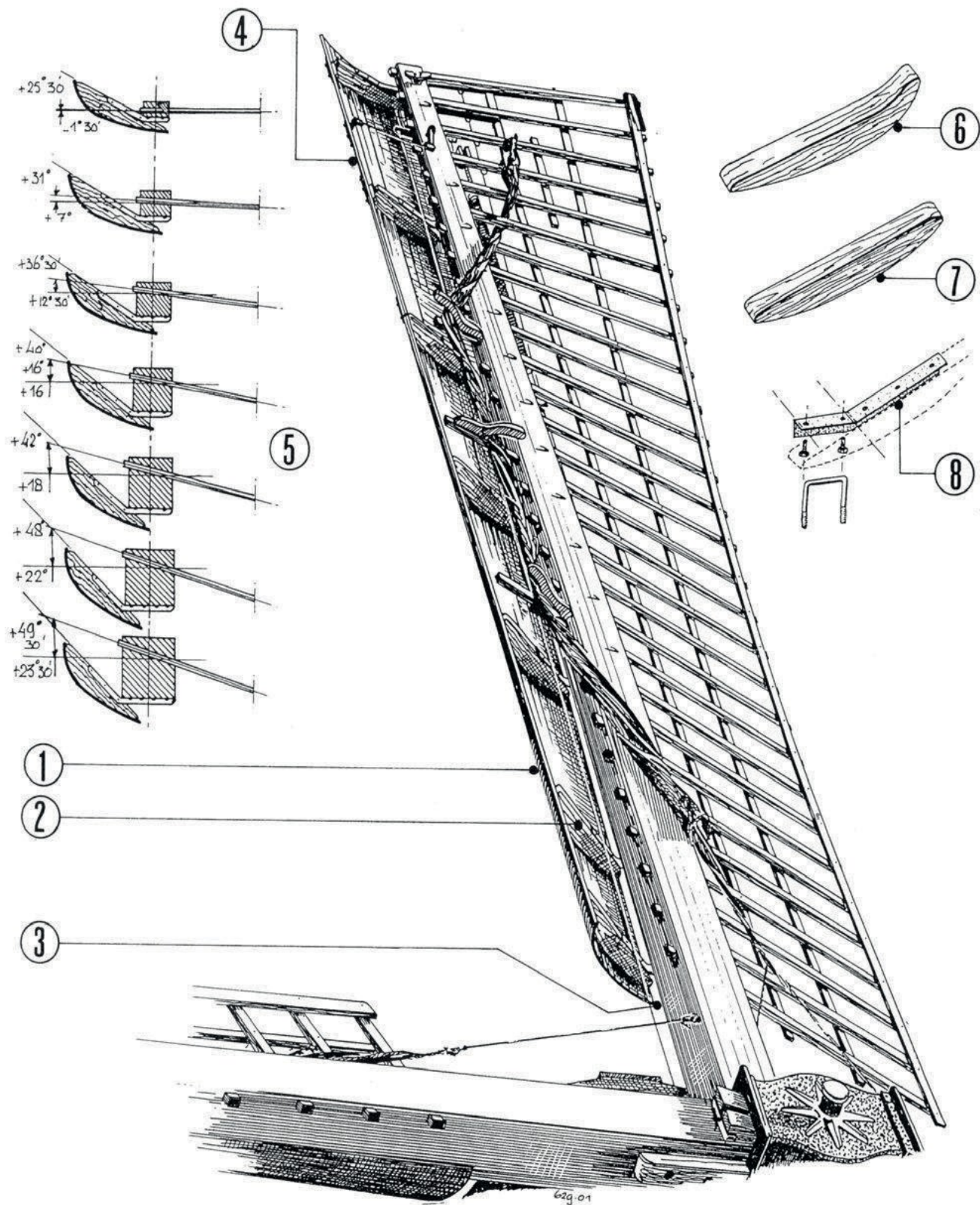


Fig. 6.4.4.1
De fokwiek

6.4.4 De fokwiek

<i>fokwiek</i>	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 korenmolens '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.
<i>schenkels</i>	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.
<i>fokkestoel</i>	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.

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.

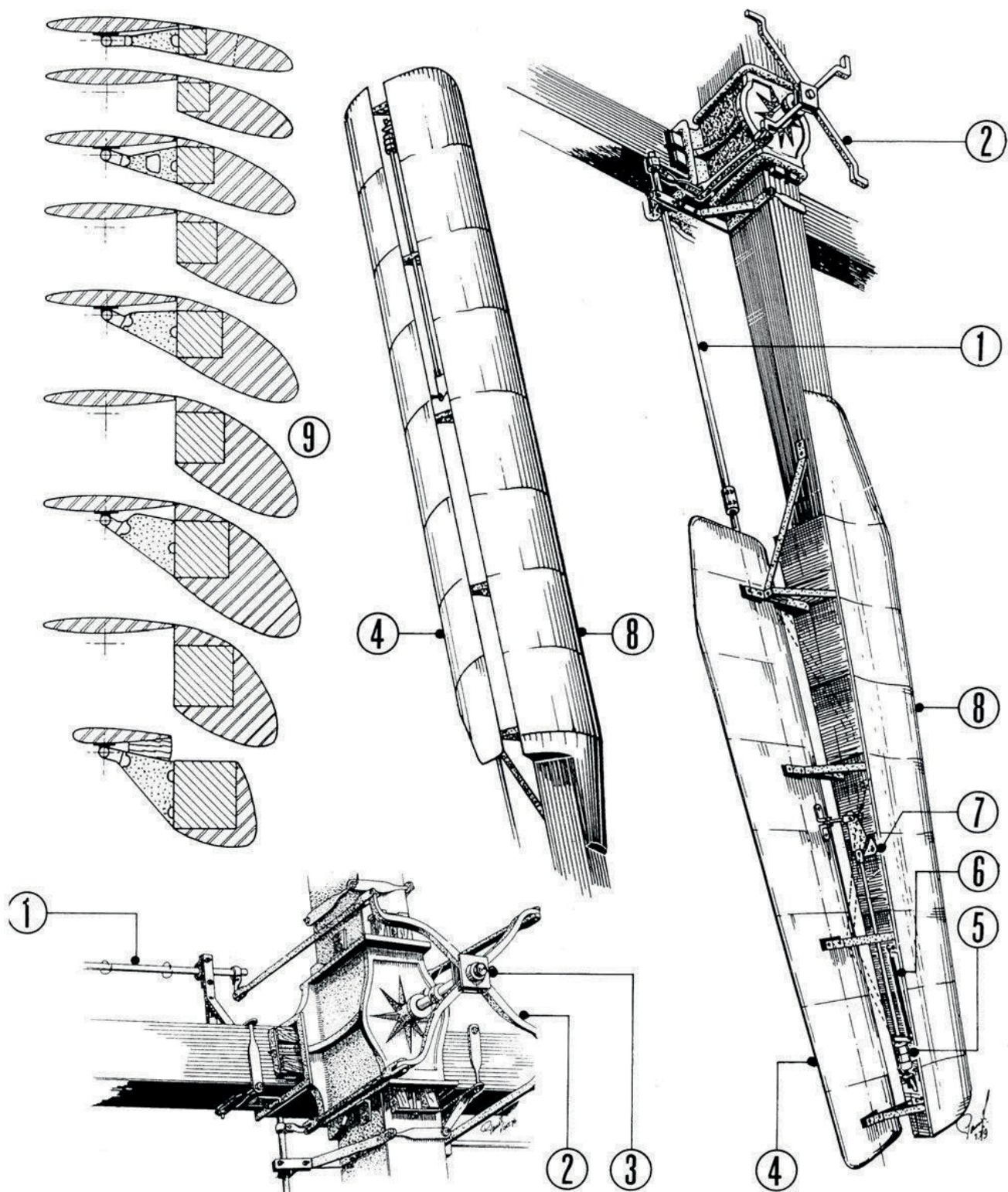


Fig. 6.4.5.1.
De Bilauwiek

6.4.5 Het Bilau wieksysteem

Bilau-wiek

gestroomlijnde klep

zwichtketting

centrifugaalregulateur

*centrifugaalgewichten
trekveer*

tuimelaar

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.

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 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.

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

Deze reguleur 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 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 reguleurs 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 buitenroede van de molen te Ovezande aangebracht.

Fig. 6.4.5.1
De Bilauwiek

1. klepas
2. spin
3. zwichtstang
4. klep
5. reguleurgewichten
6. reguleurveer
7. tuimelaar
8. stroomlijnneus
9. de diverse profielen

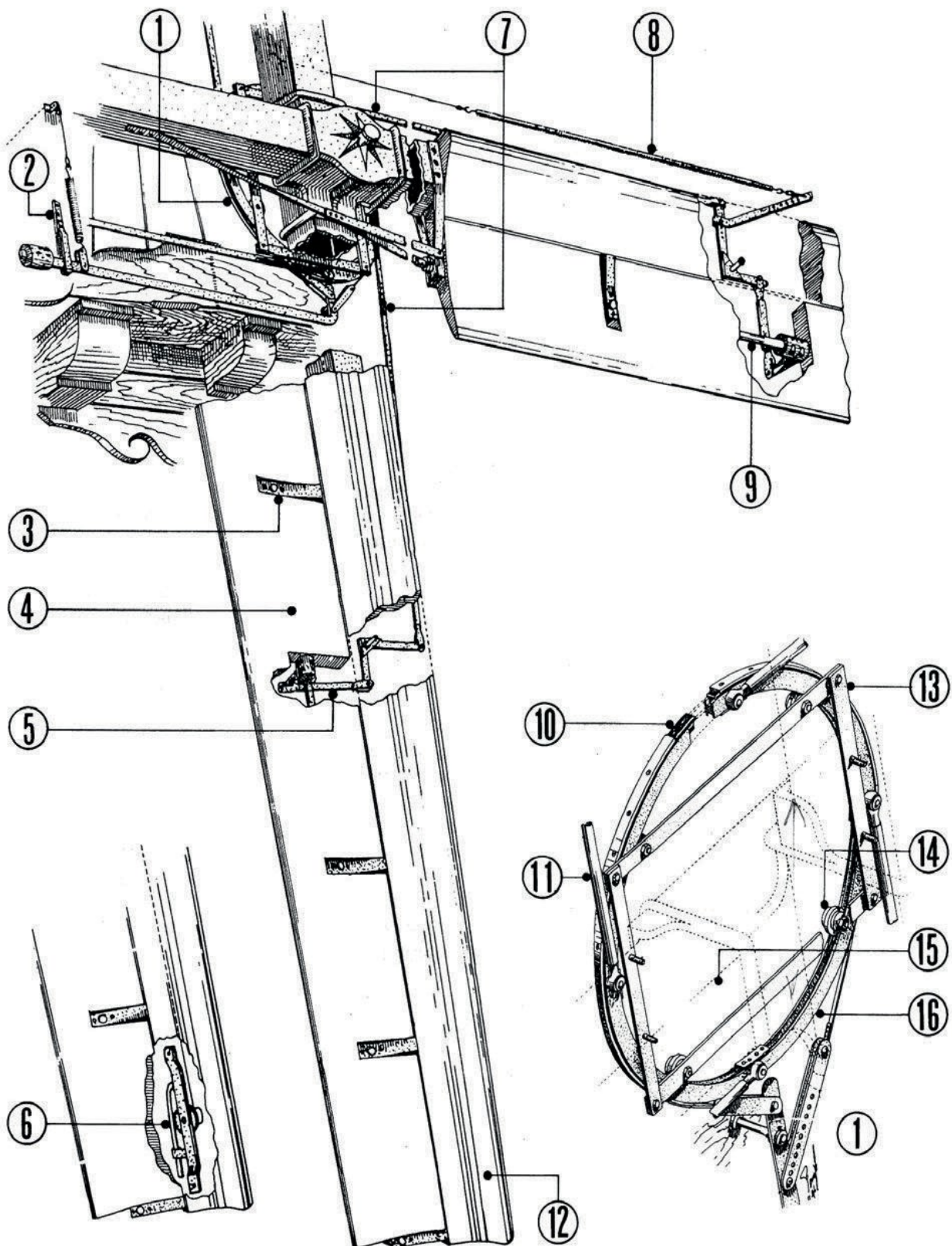


Fig. 6.4.6.1
Wiekstelsel Van Riet
met zwichtring

6.4.6 Het wieksysteem van Van Riet

Van Riet-systeem
gestroomlijnde roede

sluitliertje, spandraden
zwichtstangen, zwichtring
geleiderollen

remband

regulateurveer

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.

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.

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.

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.

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.

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
Wieksysteem 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.

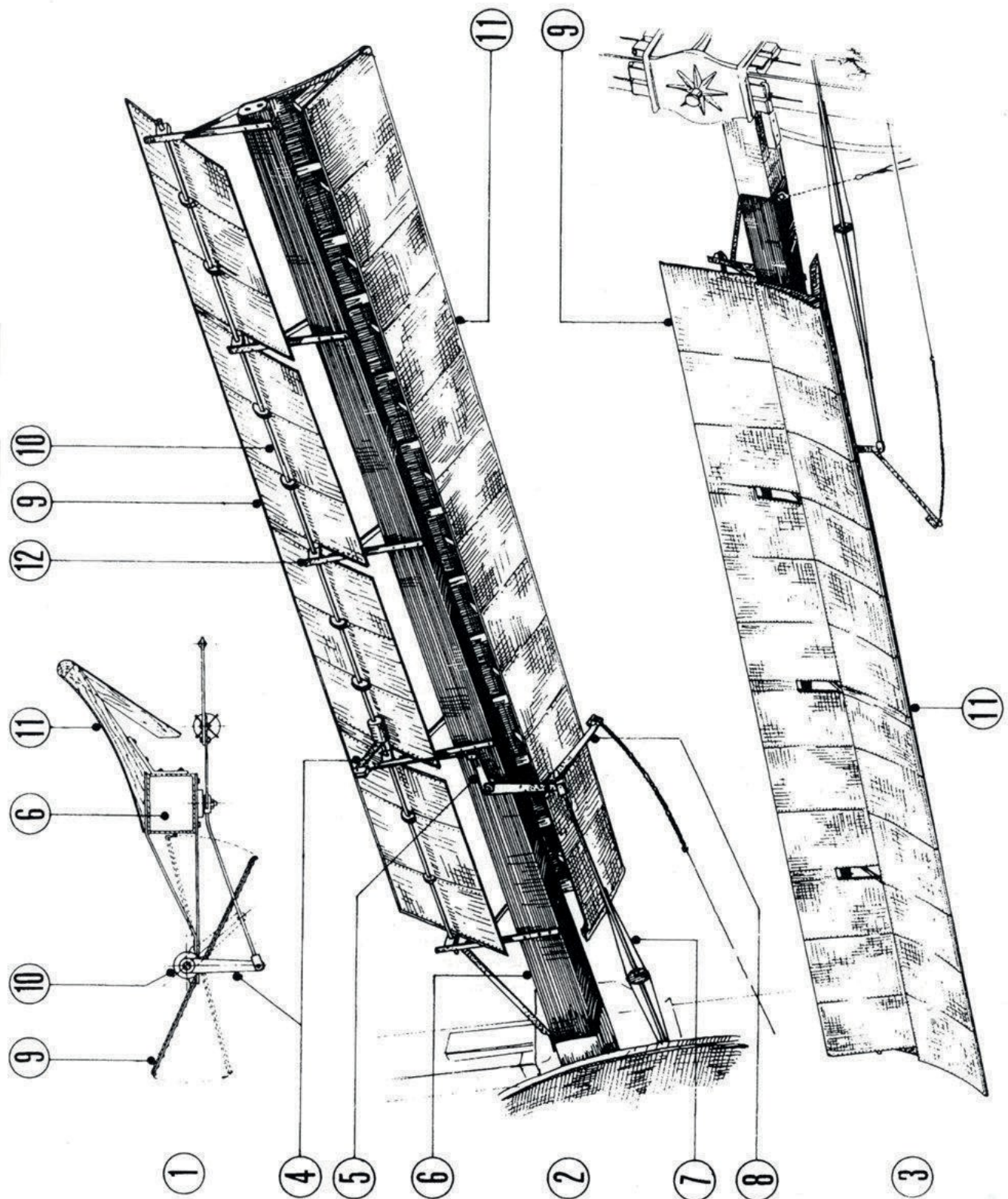


Fig. 6.4.6.2
Wiekstelsel Van Riet,
uitvoering Eindewege

6.4.7 Het Ten Have wieksysteem

holle houten kleppen

ribben

klepas

klepassteun

zoomlat

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.

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 stroomlijneuzen of fokken

trekstangen

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

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.

zwichtboom, -stok

zwichtketting

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

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) 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. klep hefboom
5. knie hefboom
6. binnenroede
7. zwichtstang
8. arm voor reguleur veer
9. klep
10. klepas
11. stroomlijneus
12. kleplagersteun

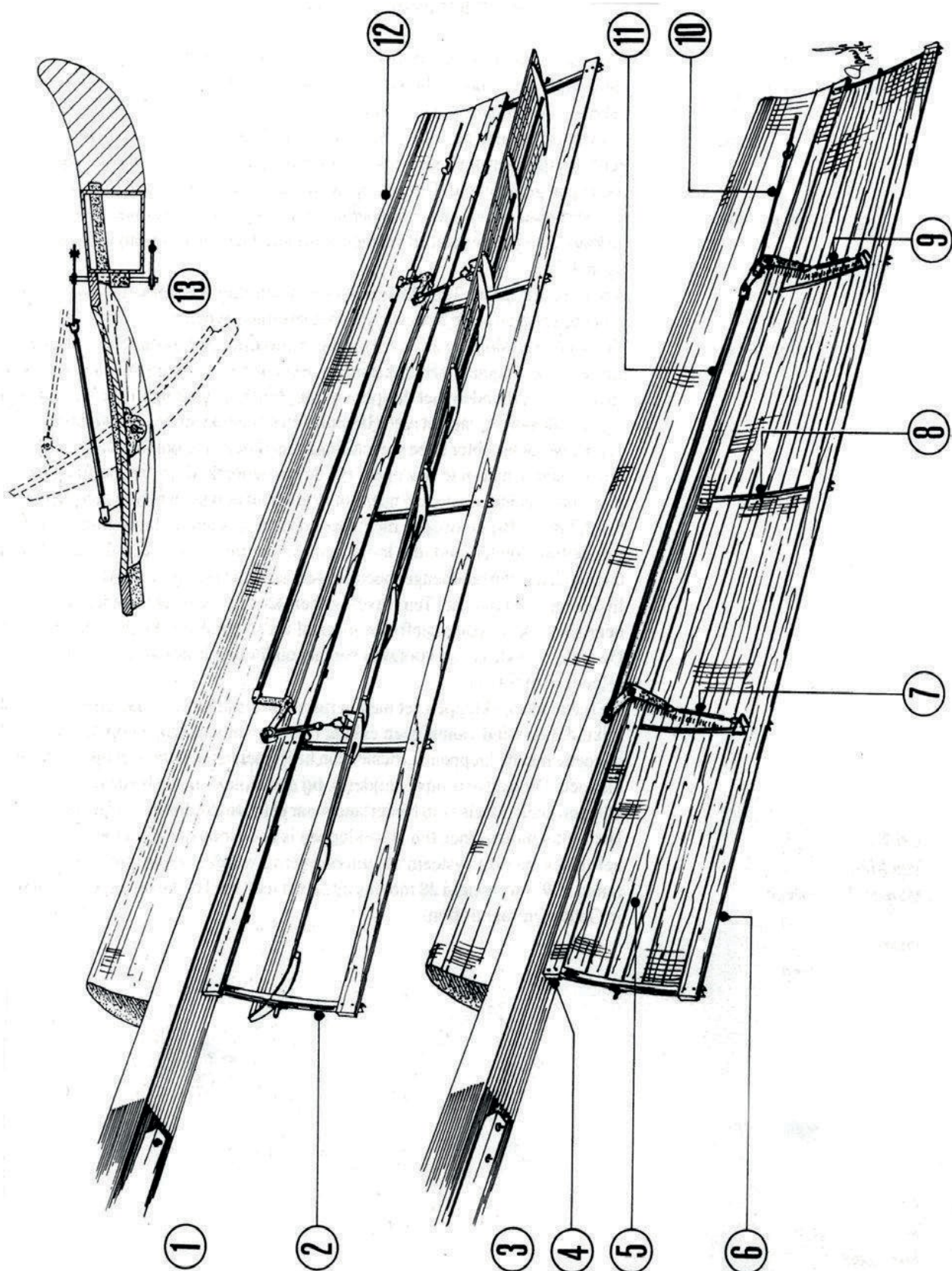


Fig. 6.4.7.2.
Zwichtboom achter op de kap

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

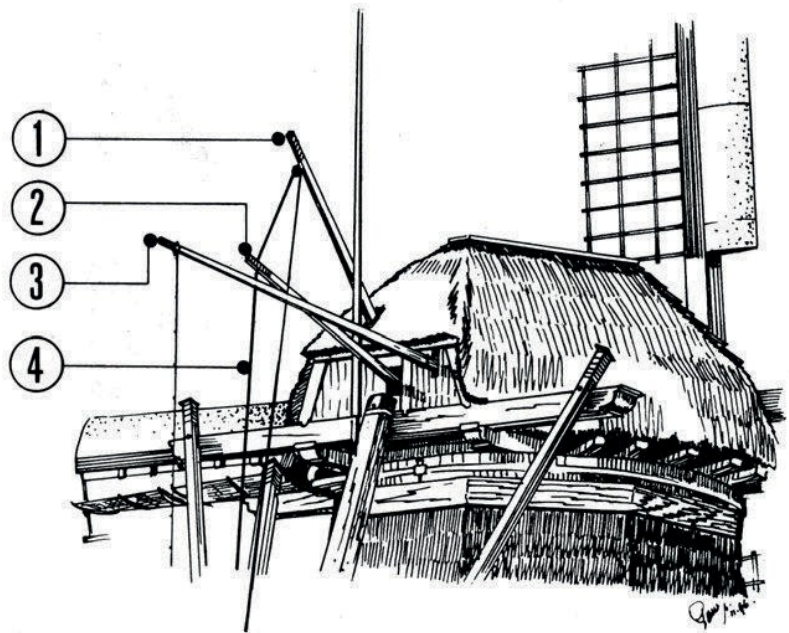


Fig. 6.4.7.1
Wieksysteem Ten Have

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

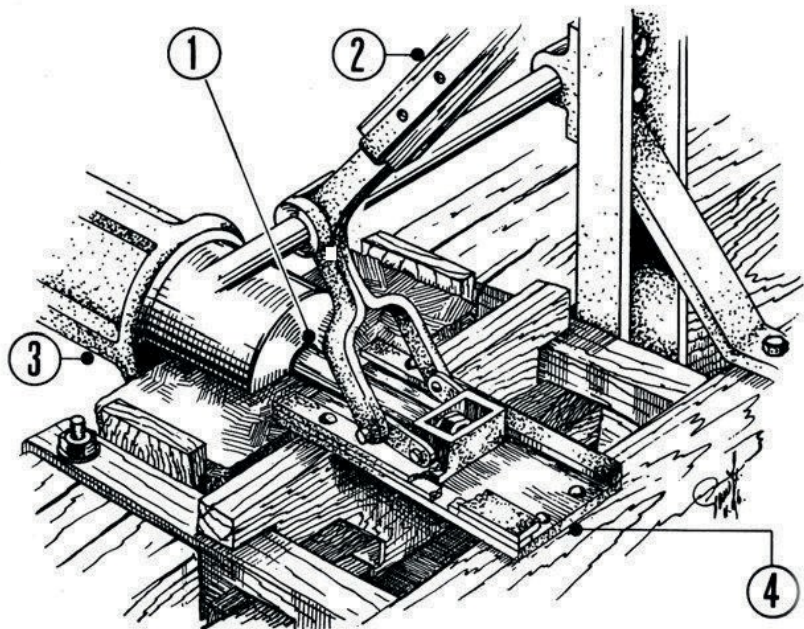


Fig. 6.4.7.3
Bediening met zwichtboom

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

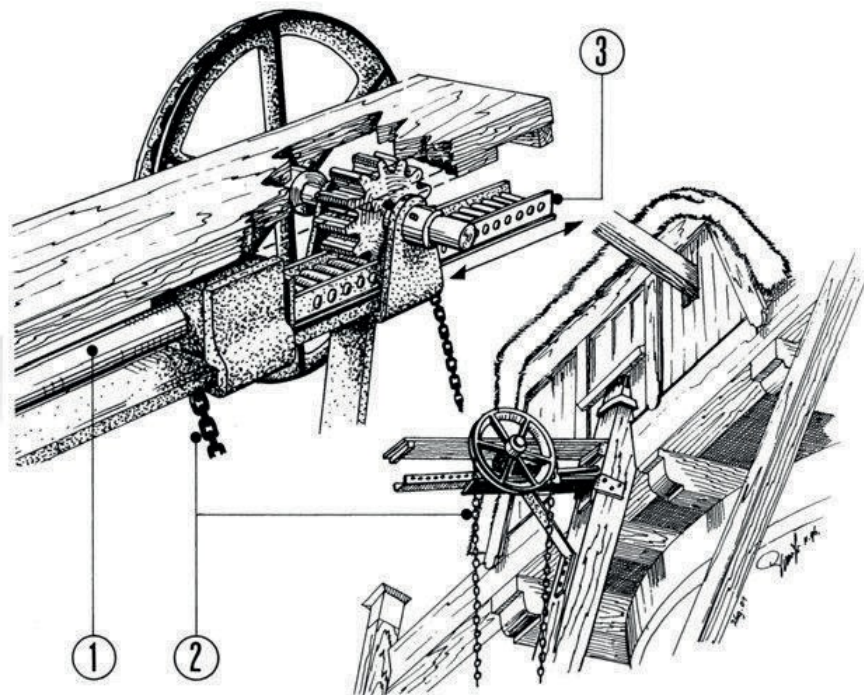


Fig. 6.4.7.4
Bediening met tandheugel

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.

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

remkleppen, regelkleppen

Remkleppen en regelkleppen zijn delen van de stroomlijnnus 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 stroomlijnnus 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 stroomlijnnus 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.

<i>handmatige bediening</i> <i>zwichtring</i> <i>remkleppen</i>	Het bedienen van de rem- of regelkleppen gebeurt op twee manieren: handmatig of automatisch. 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.
<i>automatische bediening</i> <i>centrifugaalkracht</i> <i>reguleurarm</i> <i>instelbare trekveer</i>	Bij automatische bediening wordt gebruik gemaakt van de centrifugaalkracht (middelpuntvliedende kracht) die een draaiend gevlucht oplevert. Aan de koppelstang van de remklep is een reguleurarm bevestigd met daaraan een gewicht. Aan deze reguleurarm 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.
<i>regelkleppen, regelborden</i>	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.
<i>remklepdemper</i>	Als oplossing hiervoor wordt een hydraulische remklepdemper op de reguleurarm 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 treklatt 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 | 3. regelklep in een fokwiek | 5. remklep in een Van Busselneus met zelfzwichting | 6. reguleurmechanisme met hydraulische demper |
| 2. klep in fokwiek voor een spinnekop | 4. regelklep in een Dekker stroomlijnwiek | | |

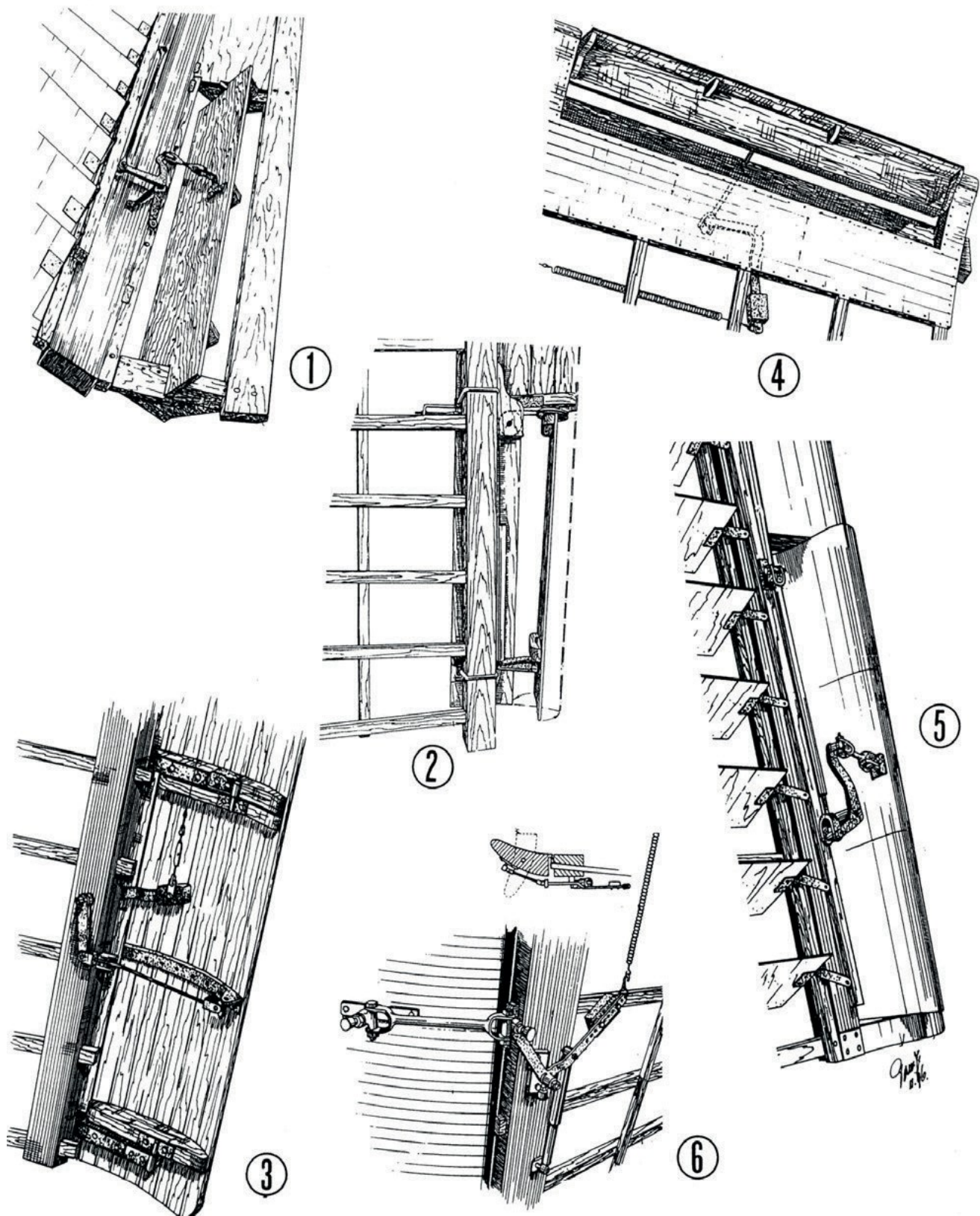


Fig. 6.4.8.1
Rem- en regelkleppen

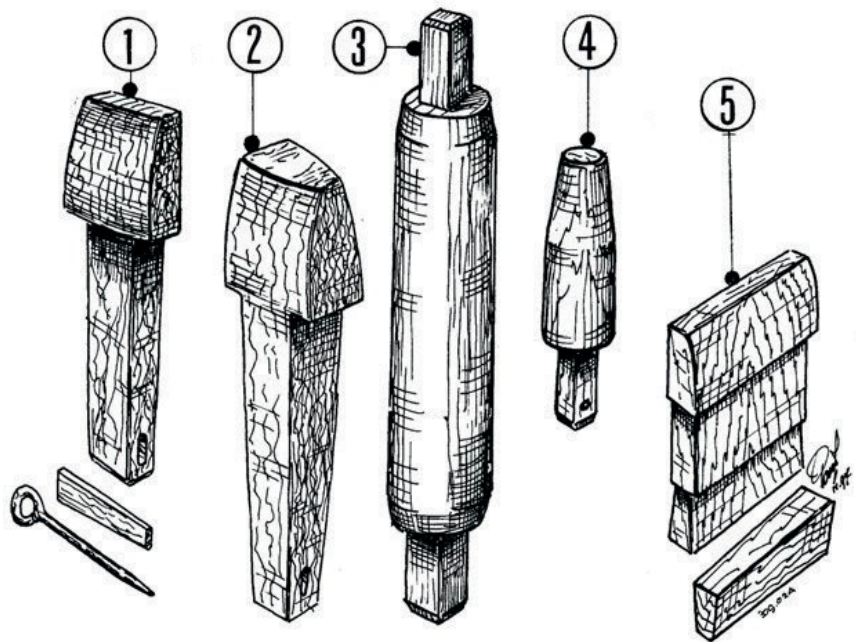
6.5 MOLENWIELEN

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 standermolen tot elf in een oliemolen. Ook in de grootte is er veel variatie: van een diameter van 60 cm voor een schijfloop in een standermolen 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.

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).
- schijfloepen: twee schijven met haaks geplaatste staven (rondsels).

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.
- Gelijkmatische 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.

kroonwiel
kranswiel

schijfloop, rondsel

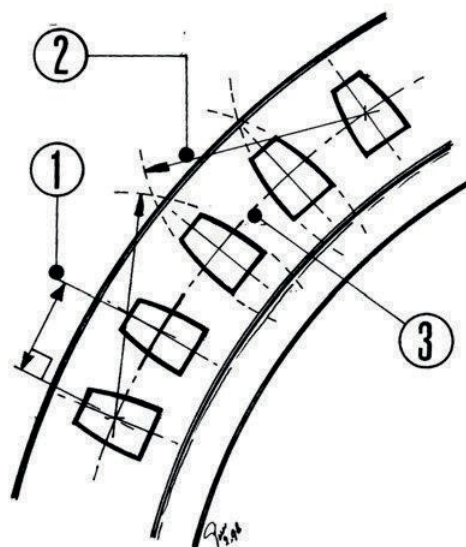
steek

op steek staan

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.

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

azijnhout, palmhout, groenhart
bolletrie, pokhout
zuivere bijenwas

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. plooi stuk | 13. wigkeep |
| 2. voorvelg | 10. voering of hoep | 14. borgpen (armkam) |
| 3. spouwarm | 11. kam | |
| 6. kruisarm | 12. kamstaart | |

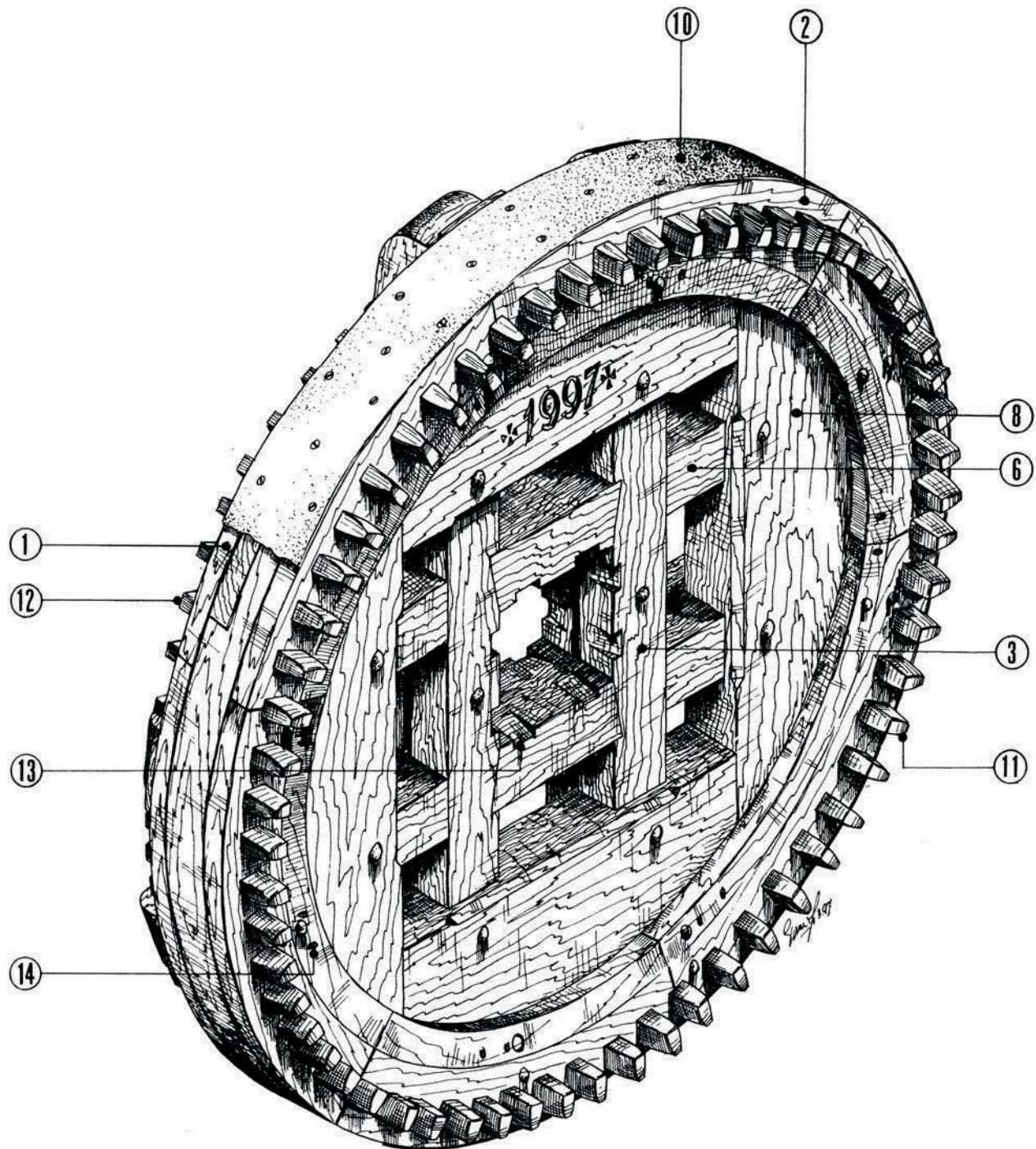


Fig. 6.5.1.1
Het bovenwiel

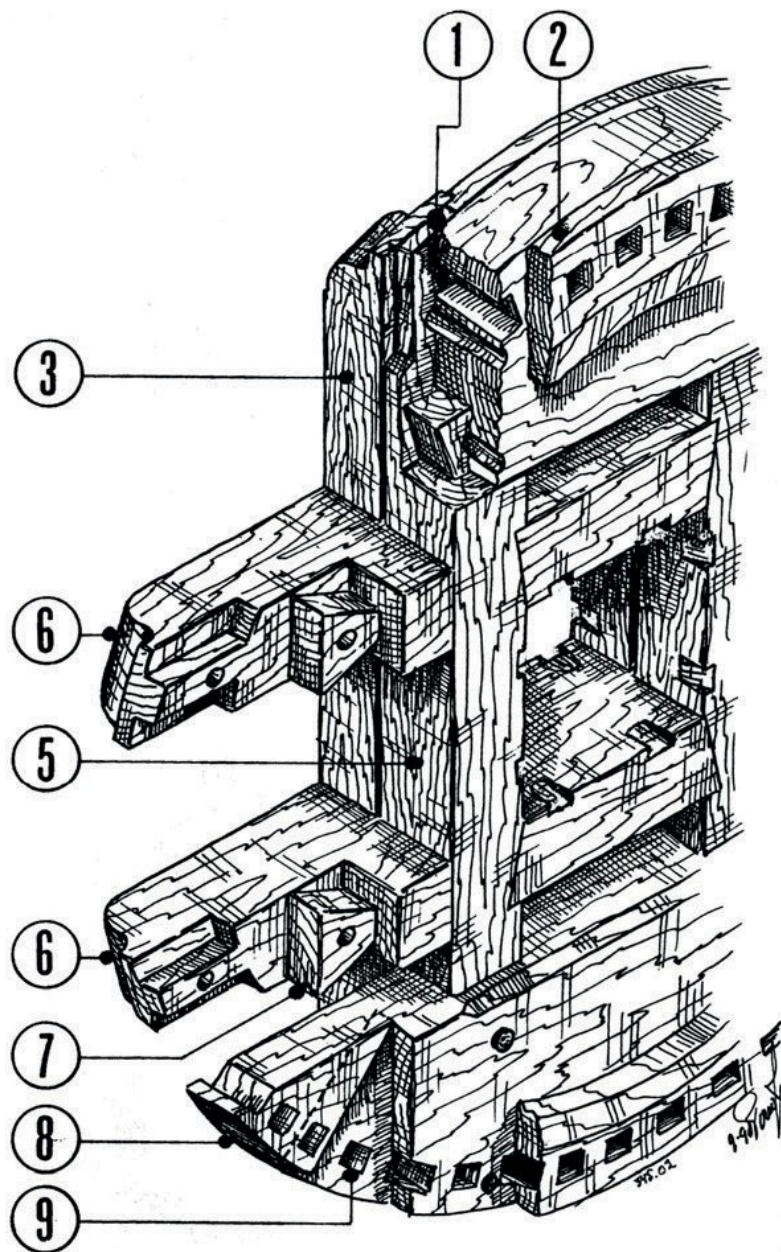


Fig. 6.5.1.2
Opbouw van een bovenwiel

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

<i>kruisarmen</i>	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.
<i>spiegel, spiegelgat</i>	Voor het in elkaar werken van de kruisarmen zijn er twee methoden. De eenvoudigste is het halfhouts in elkaar inlaten van de kruisarmen.
<i>spouwarmen</i>	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.
<i>spouw</i>	
<i>steunklossen, plooiën</i> <i>plooistukken</i>	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 plooiën 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 plooiën worden met de kruisarmen verbonden door middel van zwaluwstaartverbindingen.
<i>zwaluwstaartverbinding</i> <i>haaklassen</i>	Vervolgens worden ze onderling verbonden door haaklassen. De plooiën worden met zware bouten vastgezet op de kruisarmen. De kruisarmen en de plooiën worden in de regel van eikenhout gemaakt.
<i>voorvelg</i>	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.
<i>achtervelg</i>	Bij oudere bovenwielen ontbreekt soms de achtervelg.

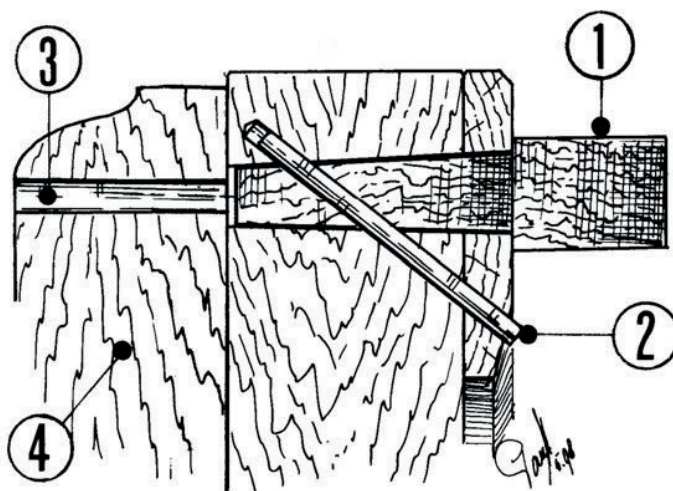


Fig. 6.5.1.3
Het vastzetten van armkammen

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

<i>dammen</i>	In de velgen en plooiën 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 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 achtervelg gemaakt van iepenhout. Deze houtsoort splijt moeilijk, is hard, taai en voldoende sterk. De velgen worden door zware bouten verbonden met de plooiën en de kruisarmen.
<i>iepenhout</i>	
<i>kam, kop, staart</i>	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 of een ijzeren borgspijker. De kamnagels of borgspijkers worden op hun beurt weer geborgd met een klein spijkertje.
<i>kamnagel, borgspijker</i>	
<i>armkammen</i>	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 in de staart van een dergelijke kam (fig. 6.5.1.3).
<i>borgpen</i>	
<i>stootgat</i>	Om een armkam te kunnen verwijderen moet men eerst de houten nagel 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.

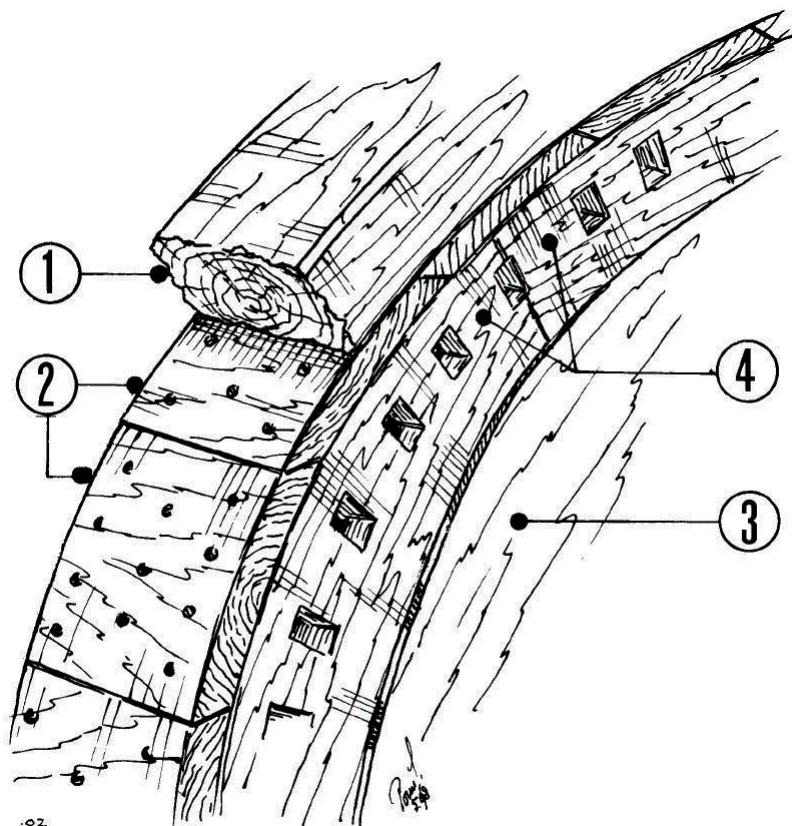


Fig. 6.5.1.4
Belegstukken

1. vangstuk
2. belegstukken
3. plooiestuk van het bovenwiel
4. dammen

hoep
voering

belegstukken

Fig. 6.5.2.1
Bonkelaars

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

bovenbonkelaar, onderbonkelaar

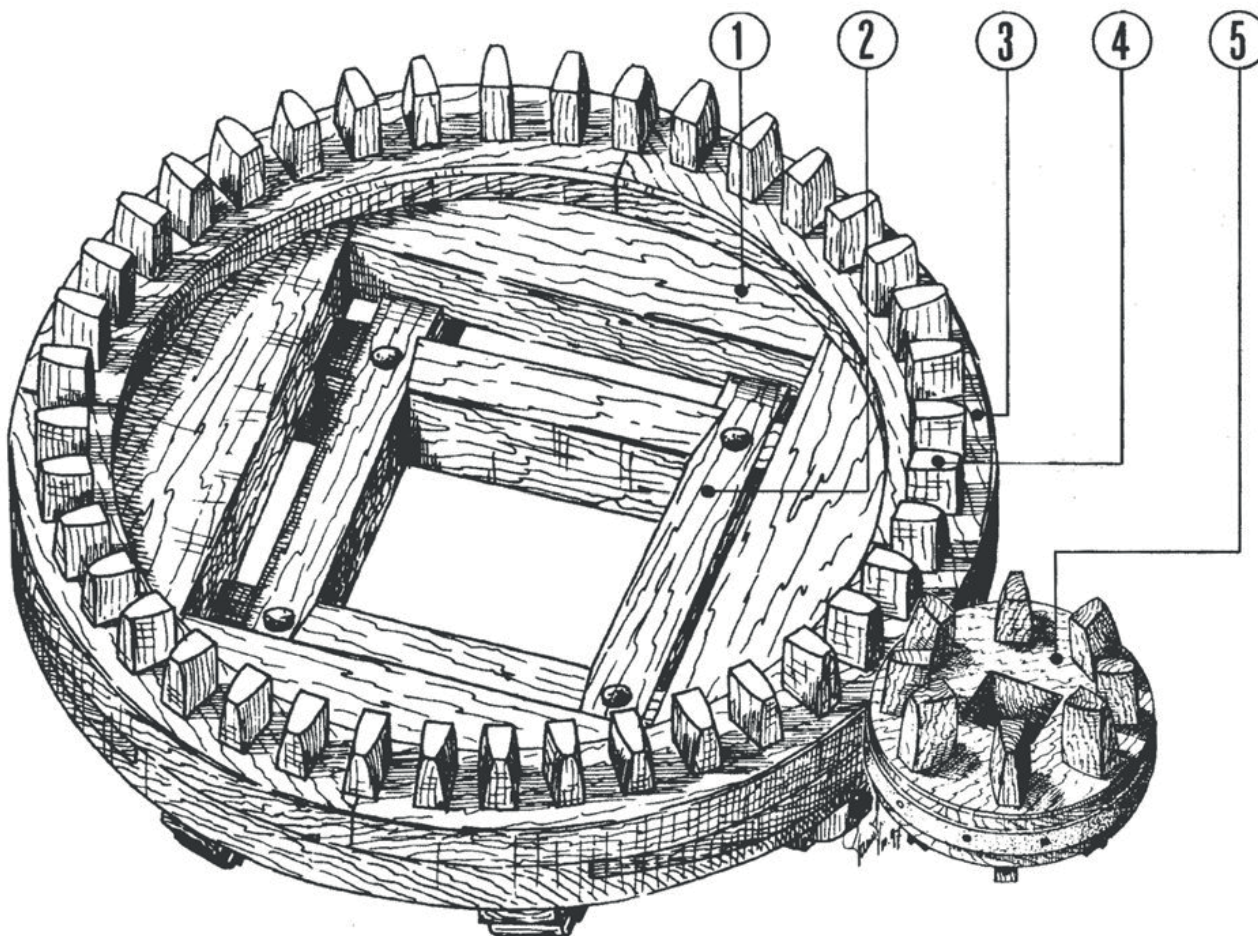
Kammen worden in de regel gemaakt van azijnhout, pokhout of groenhart maar ook andere houtsoorten komen voor.

Op de buitenomtrek van het wiel brengt men een bekleding aan, de hoep of voering. Daarmee voorkomt men dat plooiën 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.

Het bovenwiel of aswiel in de meeste standaardmolens 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

6.5.2 De bonkelaar

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 plooiestukken. Deze worden onderling verbonden met een haaklas.

Op de plooiën komt een ring, de velg. Voor kruisarmen, plooiën 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 groteresnelheid.

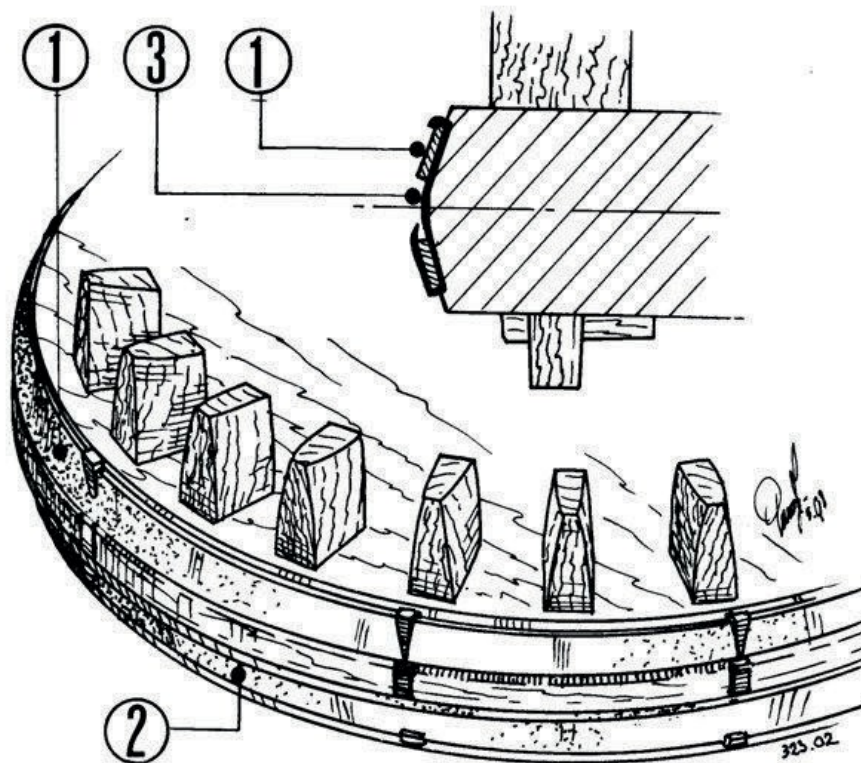


Fig. 6.5.2.2
Klembanden om de bonkelaar

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.

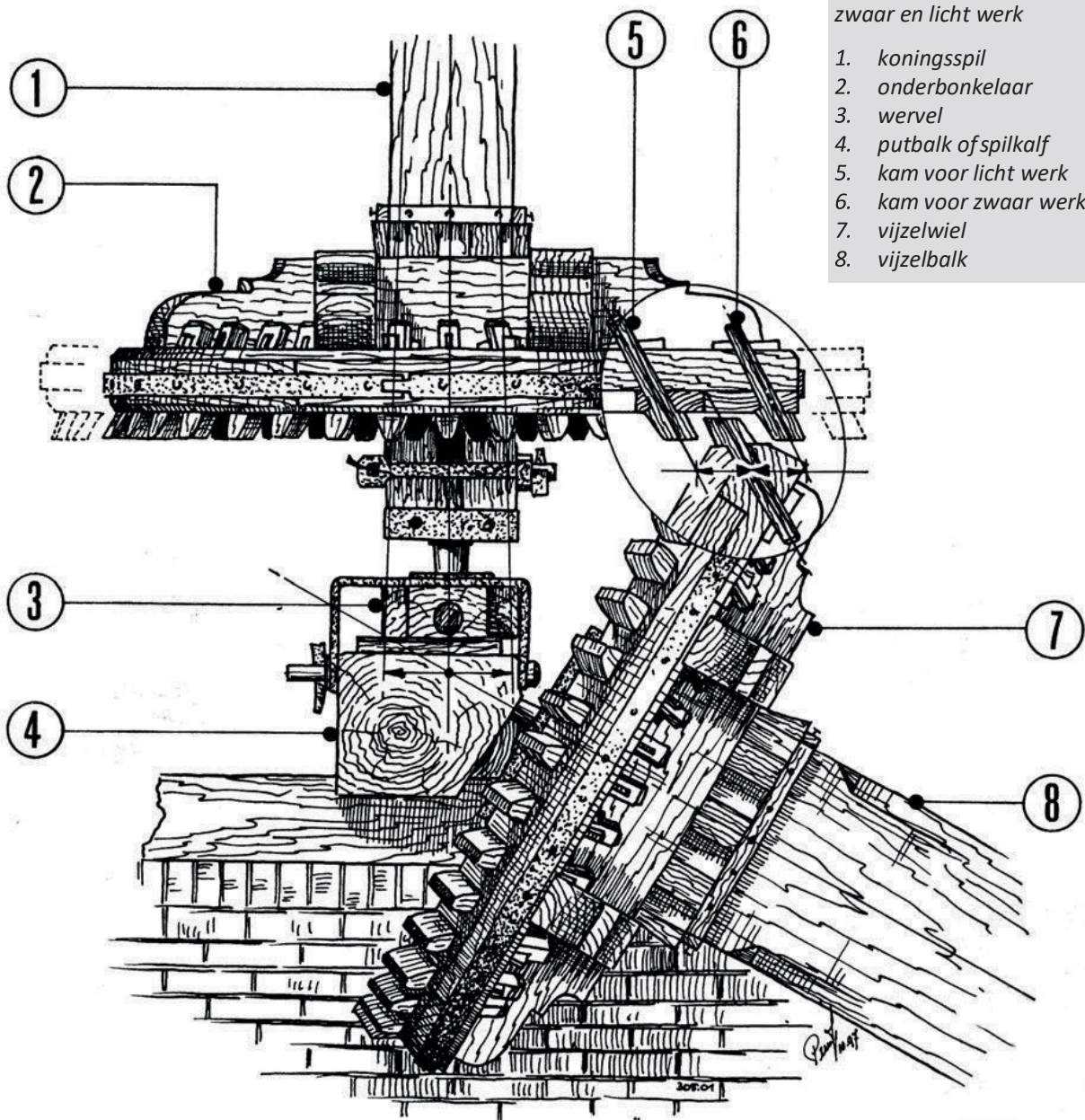


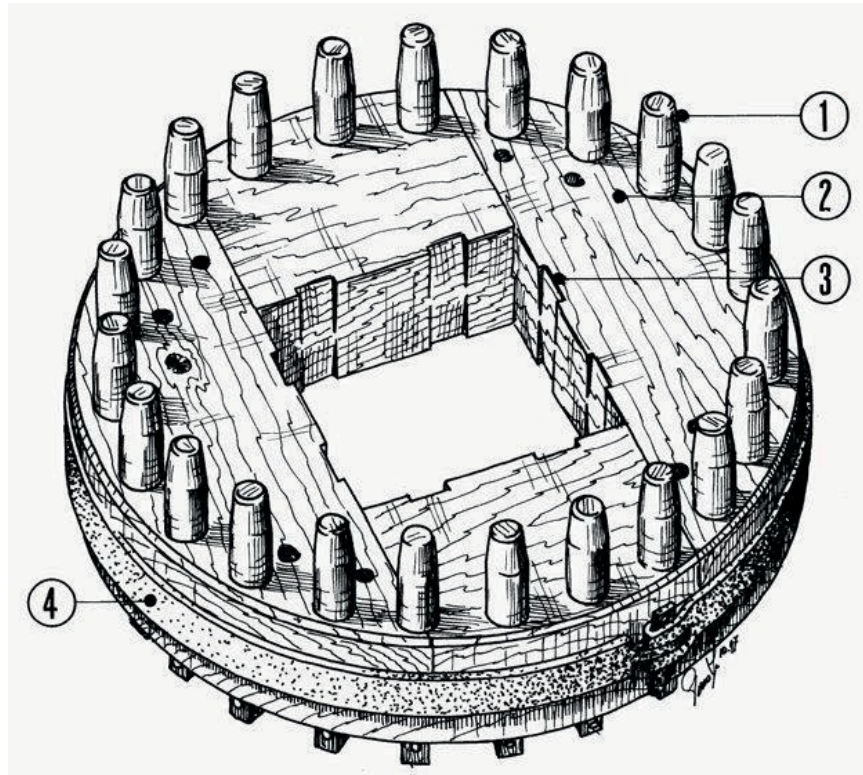
Fig. 6.5.2.3

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

Fig. 6.5.2.4
Dollenwiel

1. dol
2. plooiestuk
3. wigkeep
4. spijlband



6.5.3 De schijfloop of het rondsel

schijfloop, rondsel

*bovenschijfloop, onderschijfloop
steenschijfloop*

*iepen plaat
maanstukken*

staven

trekbouten

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.

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.

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 bijengehouden.

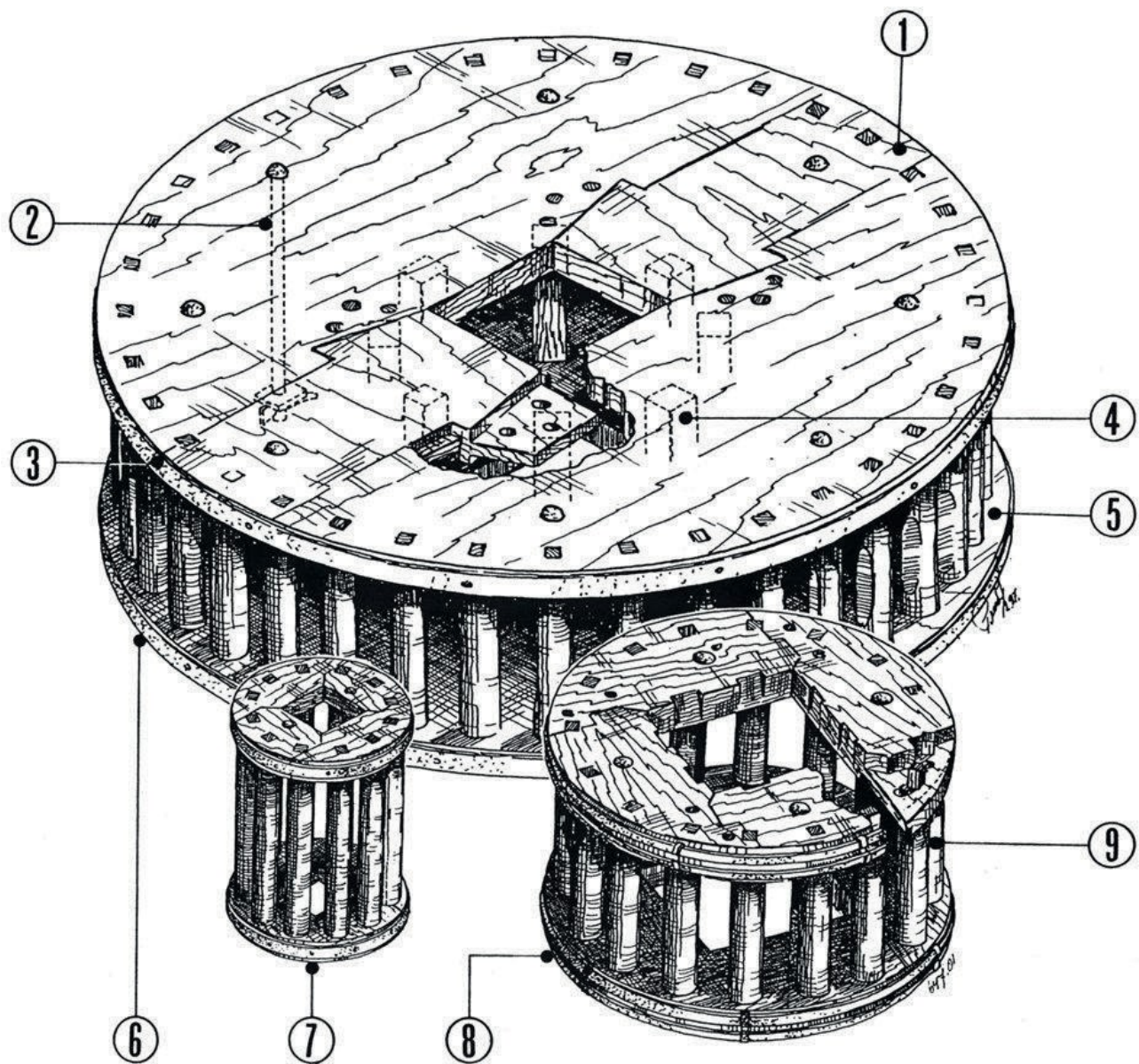


Fig. 6.5.3.1
Rondsels of schijffloren

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

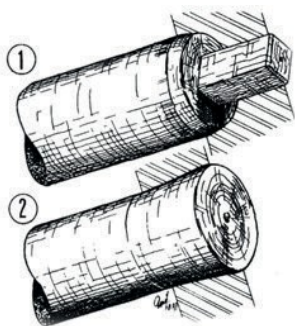
stutstaven

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. 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).

schietstaven



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. 6.5.3.2
Voorbeelden van staven

1. normale staafkop
2. schietstaafkop

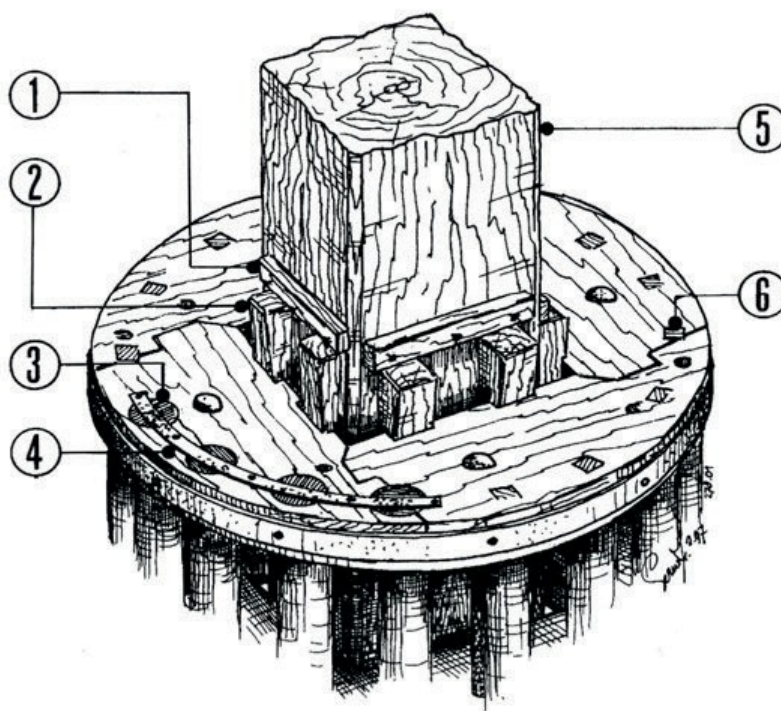


Fig. 6.5.3.3
Rondsel met schietstaven

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

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 plooiën bevestigd. Op deze plooiën 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 plooiën 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 plooiën, iepen voor de velgen en groenhard of azijnhout voor de kammen

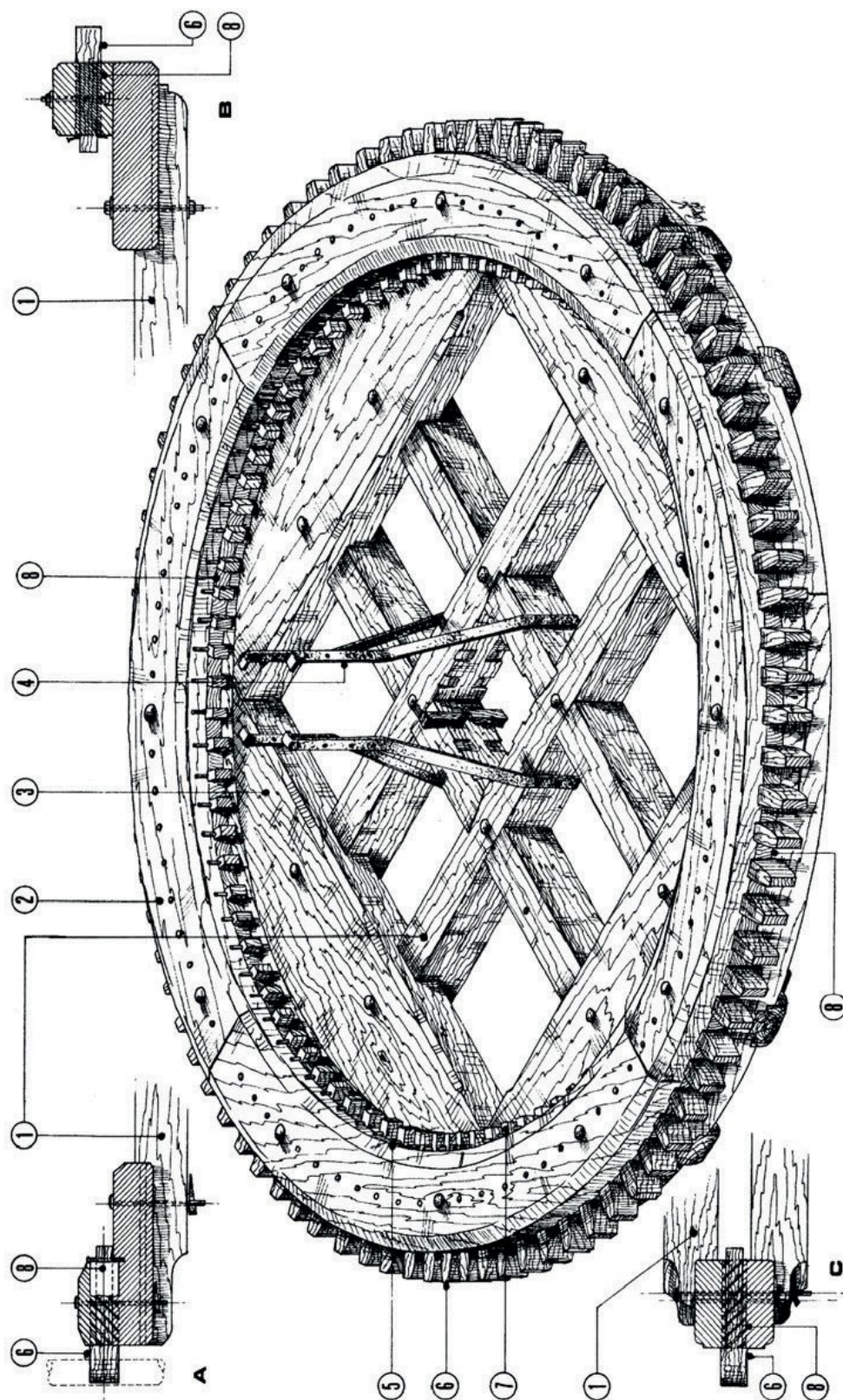


Fig. 6.5.4.1
Het spoorwiel

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

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

6.5.5 Het sterrewiel of varkenswiel

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 schijfloper. 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.

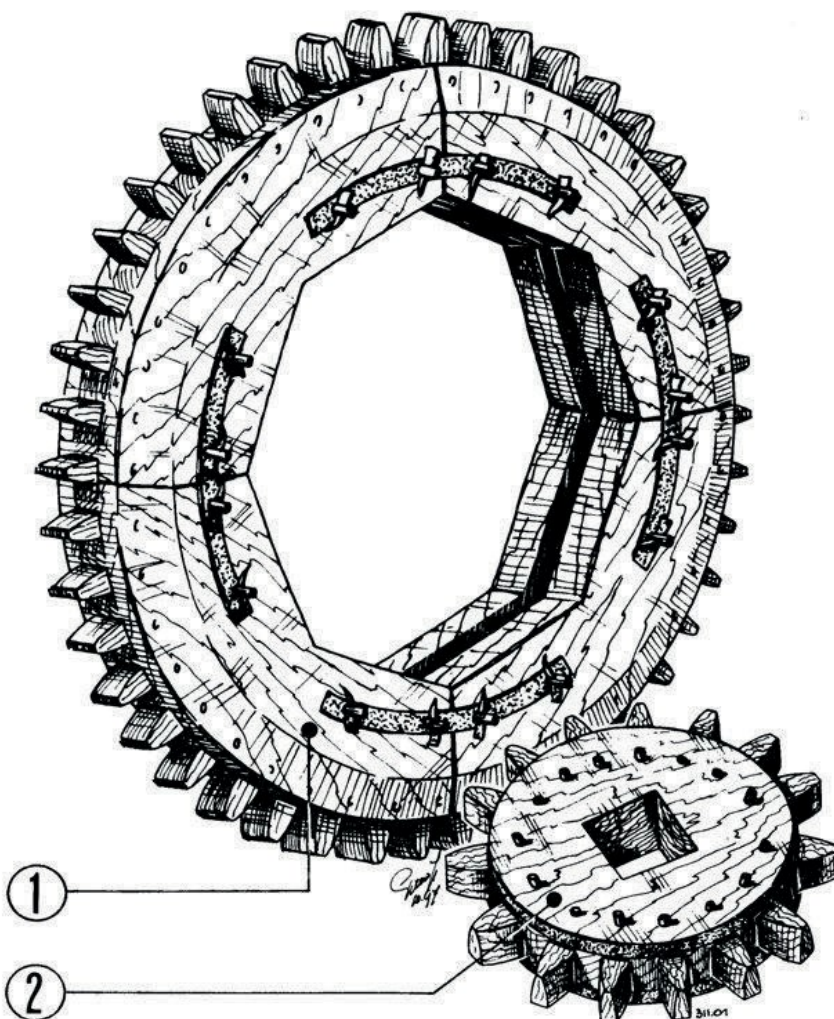


Fig. 6.5.5.1
Voorbeelden van sterre- of
varkenswielen

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 plooiën worden met zwaluwstaartverbindingen op de kruisarmen bevestigd. Tussen de plooiën onderling worden haaklassen toegepast.

Evenals bij het bovenwiel komen op de plooiën een voor- en een achtervelg.

Bij oudere wielen ontbreekt vaak de achtervelg. Door plooiën en velgen worden de kammen gestoken.

De gebruikte houtsoorten zijn dezelfde als bij het bovenwiel: eiken voor de kruisarmen en de plooiën, 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*

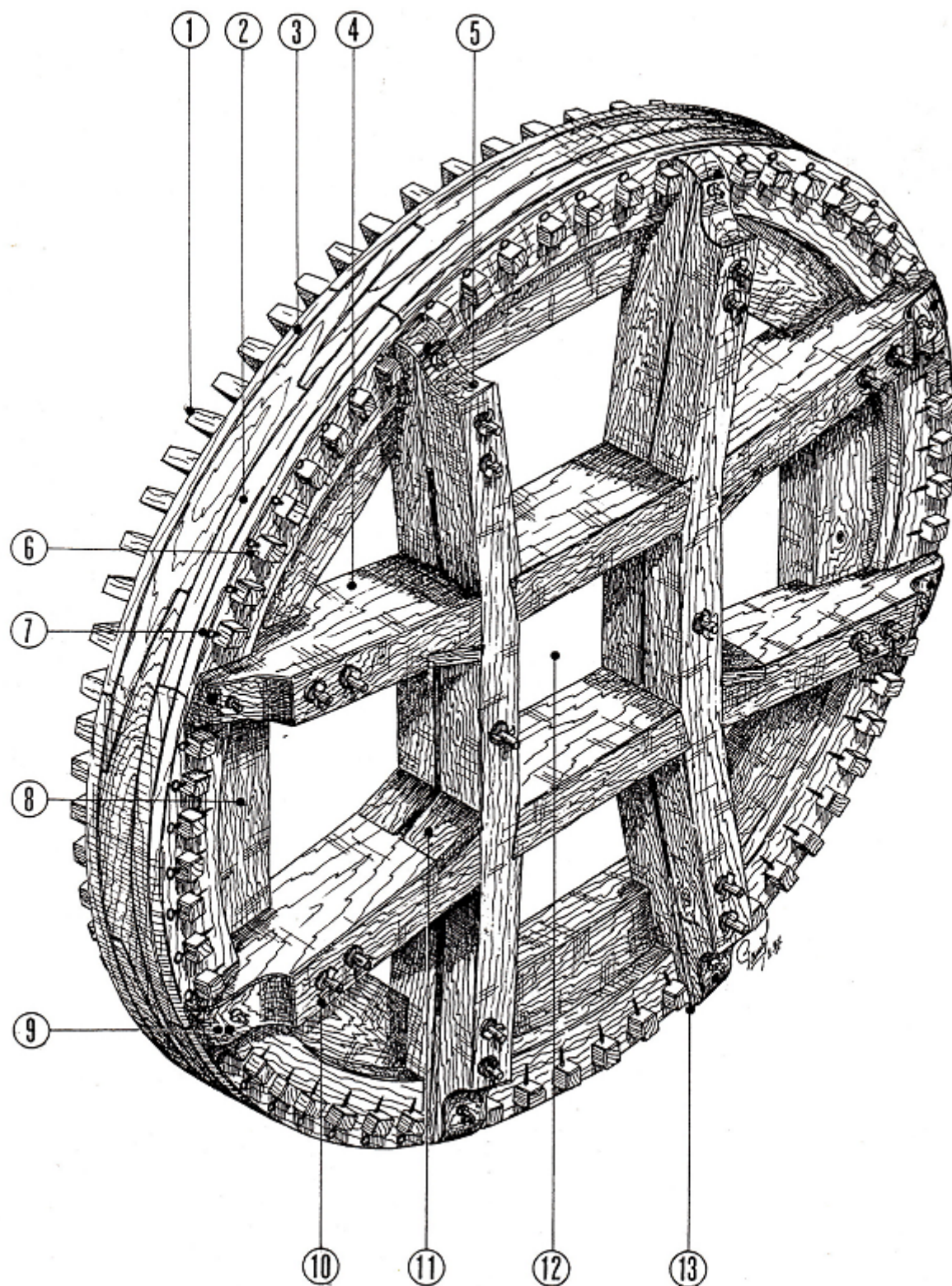
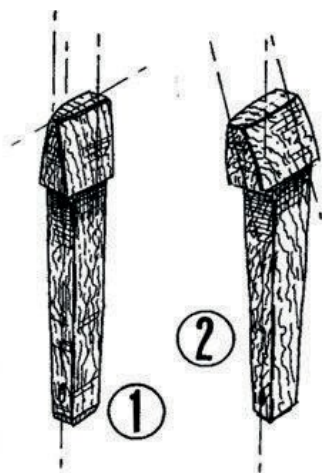


Fig. 6.5.6.1
Het water- of onderwiel

vijzelwiel

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

*conische kamwielen, schijfflopen*

6.5.7 Het 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 plooiën met daarop een velg. De achtervelg ontbreekt gewoonlijk. De kammen worden door plooiën 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).

6.5.8 Conische kamwielen en schijfflopen

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 bovenschijffloop 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 schijfflopen.

6.5.9 Gietijzeren wielen

*gietijzeren wielen**naaf**borgklosjes**haagbeuk*

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. 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 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. 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.

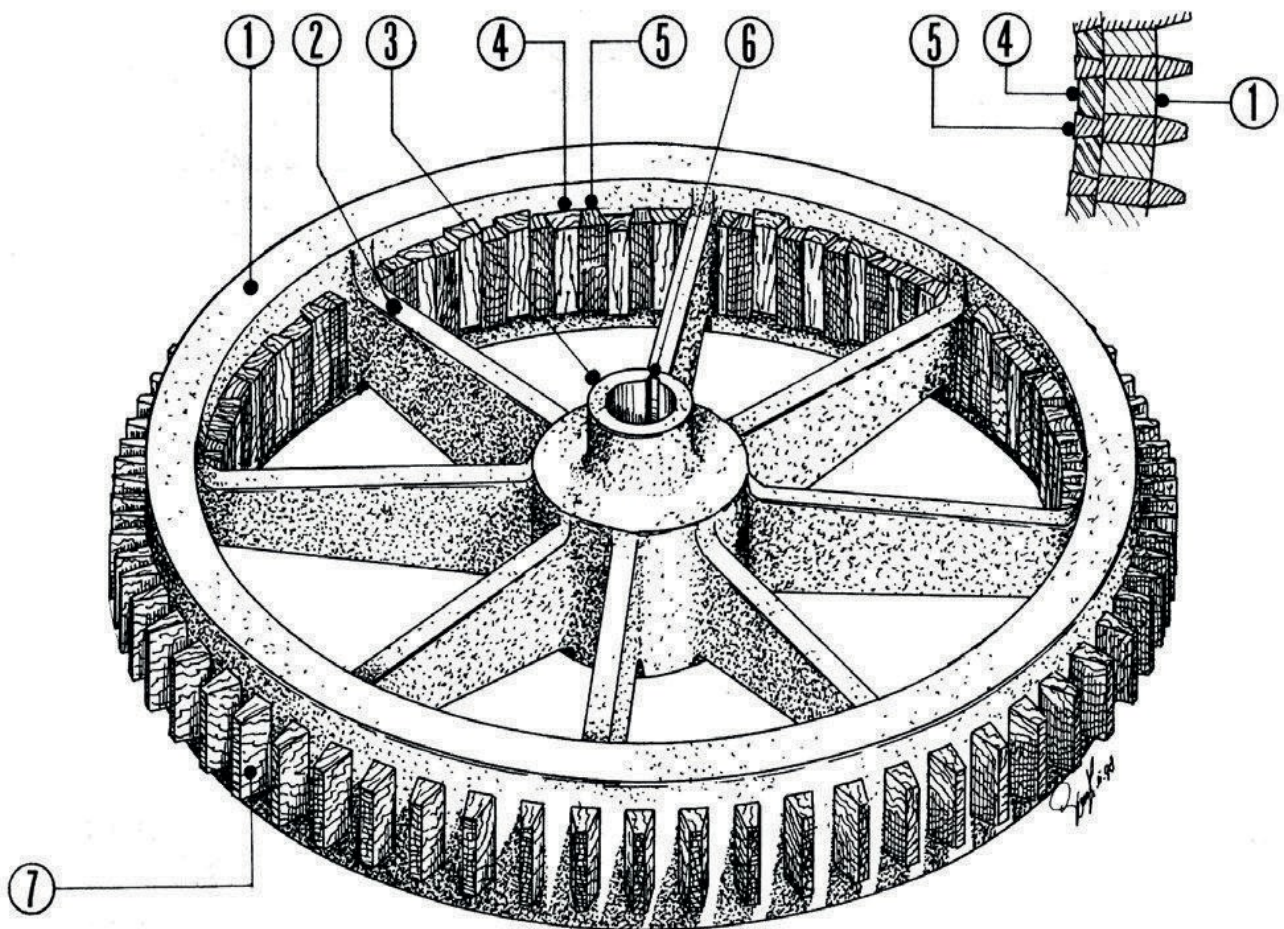


Fig. 6.5.9.1
Gietijzeren wiel

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

6.5.10 De wielen van het luiwerk

kammenluiwerk
sleepluiwerk

luiwiel

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.

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

luitafel

Het sleepluiwerk heeft ook twee wielen maar deze hebben geen kammen. Het wiel rond de koningsspil, de luitafel, is samengesteld uit kruisarmen en plooiën. Op de plooiën 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.

gaffelwiel

gaffels

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 plooiën 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.