



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

Richtlijn voor het vervaardigen van stalen molenroeden

Uitgave December 2011

VERVALLEN

- Index -

1.	Inleiding	3
1.1.	Bij de uitgave 1985 van de richtlijnen	3
1.2.	Bij de uitgave 2011 van de richtlijn	3
2.	Keuze uitvoeringsvormen	5
2.1.	Roedetype	5
2.2.	Roedevorm	6
3.	Onderwerp en toepassingsgebied	6
4.	Normatieve verwijzingen	7
4.1.	Materialen	7
4.2.	Fabricage en toleranties	7
4.3.	Niet-destructief onderzoek	8
4.4.	Bevestigingsartikelen	8
5.	Termen en definities	9
6.	Grootheden, eenheden en symbolen	10
7.	Materialen voor hoofdconstructie	11
7.1.	Hoofdconstructie	11
7.2.	Weervast staal	11
7.2.1.	Normcodering	11
7.2.2.	Omschrijving	11
7.2.3.	Toepassing	11
7.2.4.	Uitzonderingen	12
7.3.	Constructiestaal	12
7.3.1.	Normcodering	12
7.3.2.	Toepassing	12
7.4.	Overige onderdelen	13
8.	Constructief ontwerp	14
8.1.	Plaatschema en samenstelling	14
8.2.	Poring	15
8.3.	Biljoening	16
8.4.	Hekgaten	16
8.5.	Diverse details	19
8.5.1.	Gaten waterafvoer	19
8.5.2.	Zeilkikker	19
8.5.3.	Keerklosboutgaten	20
8.5.4.	Voorzieningen aan de top	21
8.5.5.	Slingerklamp	21
8.5.6.	Oogbouten	22
8.5.7.	Bevestiging roeketting	22
8.5.8.	Fokwieksysteem Fauël	23
8.6.	Flensdeling deelbare roede [TYPE B]	24
8.6.1.	Inleiding	24
8.6.2.	Positie flensdeling	24
8.6.3.	Flensafmetingen	25
8.6.4.	Bouten en boutgaten	26
8.6.5.	Montagegaten	26
8.6.6.	Lekgaten in flens	27
8.6.7.	Gat t.b.v. zelfzwichting	27
9.	Fabricage	28
9.1.	Algemeen	28
9.2.	Snijden en boren	29
9.3.	Lassen	29
9.3.1.	Lastoevoegmateriaal	29
9.3.2.	Fabrikant	29
9.3.3.	Lassers	30

9.3.4. Lasproces	30
9.4. Niet-destructief onderzoek	31
9.5. Conservering	31
9.5.1. Thermisch verzinken	31
9.5.2. Verfsysteem buitenkant roede	32
9.5.3. ML-coating binnenzijde roede (optioneel)	32
9.6. Toleranties	33
9.7. Markering	34
9.8. Montage	34
9.8.1. Contactvlakken	34
9.8.2. Aanhaken bouten deling [TYPE B]	34
10. Onderhoudsboek	35
Bijlage A: Schematisch overzicht molenroede	36
Bijlage B: Standaard middenzwaarden en uitvoervoorbeeld rekenblad	38
Bijlage C: Overzichtstekeningen van roeden	
C – A1: Digitale overzichtstekening roede type A	
C – A2: Digitale overzichtstekening binnen- en buitenroede type A	
C – B1: Digitale overzichtstekening roede type B	
C – B2: Digitale overzichtstekening binnen- en buitenroede type B	

1. Inleiding

1.1. Bij de uitgave 1985 van de richtlijnen

Na omstreeks 1850 werd hout als constructiemateriaal voor de roeden van windmolens meer en meer vervangen door plaatijzer, waarbij men de roeden naar de toen gebruikelijke werkwijze uitvoerde als geklonken kokerconstructies.

Aan dit type roeden is vooral de naam verbonden van de Gebr. Pot, op wier werf te Kinderdijk er enige duizenden werden gemaakt. De uitgangspunten ten aanzien van constructie en vormgeving werden door de fabrikanten van deze roeden empirisch bepaald.

Toen de lastechniek zijn intrede deed werd deze na verloop van tijd ook bij het vervaardigen van molenroeden toegepast. Dit vond plaats omstreeks 1936 en sinds die tijd zijn aan vele windmolens gelaste plaatstalen molenroeden gestoken.

In de loop van de tijd zijn er bij de gelaste molenroeden ten aanzien van de aan constructie, wijze van berekenen, materiaalkeuze, uitvoering en conservering te stellen eisen, verschillende gezichtspunten ontstaan. Doordat het in de laatste decennia vrijwel steeds roeden betrof welke gestoken werden en worden aan molens die zijn beschermd krachtens de Monumentenwet, is het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, met de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed als uitvoerend orgaan, zowel in bestuurlijk als in technisch opzicht, direct bij deze materie betrokken geweest.

Om die reden werd door de Rijksdienst opdracht verstrekt tot het verrichten van een onderzoek naar de constructie van stalen molenroeden en hetgeen daarmee samenhangt, teneinde op basis daarvan te komen tot het opstellen van algemene richtlijnen voor de vervaardiging ervan.

Bij het onderzoek, dat werd uitgevoerd door het ingenieursbureau Wassenaar B.V. te Haren (Gr.) werd allereerst het belastingspectrum geanalyseerd, aan de hand waarvan een berekeningsmodel kon worden opgesteld. Voorts was in de opdracht begrepen het uitwerken, van de plaatdikte-schema's van roeden variërend van 11 tot 29 m' vlucht (lengte) aan de hand van de ontwikkelde berekeningsmethode. Met de resultaten van deze studie die het mogelijk maakt een leemte op te vullen op het grensgebied van de civiele bouwkunde en de werktuigbouwkunde, werden de ontwerp-richtlijnen geformuleerd, waarbij tevens de aspecten van uitvoering, vormgeving en conservering in aanmerking werden genomen. Na het inwinnen van commentaar van de zijde van de Nederlandse roedeleveranciers, de belangrijkste overheidsinstellingen en particuliere organisaties die hierbij betrokken zijn - waarbij ook de molenmakersbedrijven hun inbreng hadden - zijn de ontwerprichtlijnen aangepast en definitief vastgesteld. Deze richtlijn kan worden gehanteerd en middels een bestek bindend verklaard in die gevallen waar bij het vernieuwen van plaatstalen gelaste roeden, aan molens welke krachtens de Monumentenwet 1988 zijn beschermd, aan de orde is.

In die gevallen waar de nieuwe roeden in hout zullen worden uitgevoerd, is deze richtlijn uiteraard niet van toepassing. Het rapport "Berekening Molenroede" van het ingenieursbureau Wassenaar kan dan dienen als uitgangspunt voor het uitvoeren van de nodige controleberekeningen, teneinde de technische aspecten van de keuze hout - staal mede te kunnen onderbouwen

1.2. Bij de uitgave 2011 van de richtlijnen

Begin 2004 heeft de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed een werktuigbouwkundig ingenieursbureau ingeschakeld om een herziening van de bestaande richtlijnen te verzorgen. De molenroeden volgens de richtlijnen uit 1985 blijken in de praktijk vaak te snel te corroderen, waardoor deze voortijdig vervangen moeten worden.

Het streven bij de molenroeden volgens het nieuwe voorschrift is een minimale levensduur van 50 jaren, zodat de roeden tweemaal zolang meegaan als de hekwerken. De hekwerken worden namelijk om de 25 jaren vervangen. Na 25 jaar zullen de roeden opnieuw volledig gecoat moeten worden, omdat er geen coatingsysteem is dat langer meegaat dan 25 jaar.

Om tot het nieuwe voorschrift te komen is een literatuuronderzoek uitgevoerd en is een nieuw ontwerp doorgerekend met behulp van een eindige-elementenmodel.

Bij deze richtlijn horen een drietal digitale bijlagen, t.w.:

- Bijlage A en B: microsoft Excel rekenblad
- Bijlage C: 4 werktekeningen in PDF en DWG-formaat (AutoCAD)

Bij deze richtlijn hoort tevens een spreadsheet-programma (zie Bijlage B), waarmee de benodigde plaatindeling kan worden bepaald. Bij vervanging van roeden is het aanbevelingswaardig om het formulier volgens Bijlage A in te dienen bij het bevoegd gezag.

De belangrijkste wijzigingen van de nieuwe richtlijn zijn:

- Toepassen van **weervast staal of verzinkt constructiestaal** om de corrosieweerstand te vergroten en
- Mogelijkheid tot het aanbrengen van een **flensdeling** in het midden van de roede om het verzinken van roeden van 15 meter en langer mogelijk te maken.

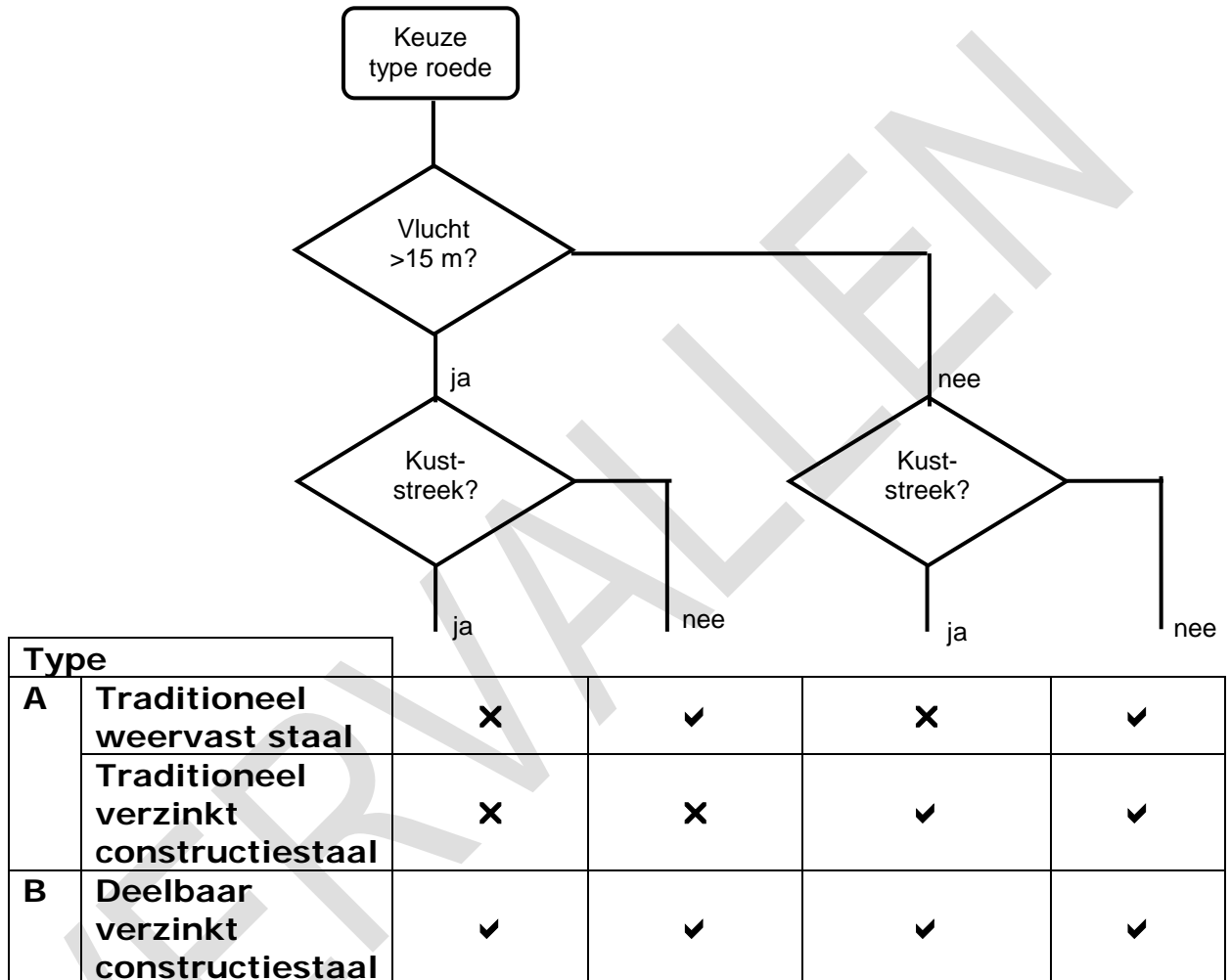
Er is een succesvol pilot-project uitgevoerd met een deelbare roede van 24 meter met een flensdeling, welke thermisch is verzinkt.

De inhoudelijk verbeterde richtlijnen zijn door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed als kennisinstituut opgesteld vanuit een adviserende rol. Roeden worden vanuit deze rol volgens de richtlijnen getoetst, de handhavingstaak ligt bij het bevoegd gezag. De fabrikant blijft verantwoordelijk voor de uiteindelijke kwaliteit en betrouwbaarheid van de geleverde roede.

2. Keuze uitvoeringsvormen

2.1. Roedetype

Er is keuze om de roeden traditioneel of met een flensdeling uit te voeren. Fabrikanten zullen over het algemeen de voorkeur geven aan een traditionele roede, maar dit is niet altijd mogelijk. Volgens *Figuur 2.1* dient bepaald te worden welke uitvoeringen mogelijk zijn.



Figuur 2.1: Selectie roedetypes

Over het algemeen gelden alle voorschriften in deze richtlijn voor alle roedetypes. Daar waar de regels uitzonderlijk voor een bepaald type bedoeld zijn, is de betreffende titel voorzien van [TYPE A] en [TYPE B].

Traditioneel – [Type A]

Het nadeel van de traditionele roede is dat vluchten vanaf 15 meter in Nederland niet thermisch verzinkt kunnen worden. De binnenzijde van de roede is alleen te conserveren door het aanbrengen van een ML-coating m.b.v. een lans

Deelbaar – [Type B]

Door de roede uit te voeren met een deling in het midden van de roede is deze thermisch te verzinken.

Wanneer de technische beperking, van verzinkbaden kleiner dan 15 meter, voor het verzinken is achterhaald, is ook het verzinken van traditionele roeden langer dan 15 meter mogelijk.

2.2. Roedevorm

De roedevorm heeft betrekking op de uitvoering van het wiekprofiel en de tuigage. Deze richtlijn voorziet in drie verschillende roedevormen:

1. Oud-Hollands wiekprofiel met zeil;
2. Stroomlijnwiekprofiel en
3. Systemen met zelfzwiching

Deze richtlijn is algemeen van aard en gelden voor roeden met een Oud-Hollands wiekprofiel. Voor roeden met stroomlijn profiel of zelfzwiching met een vlucht tot en met 22 meter kan de opgegeven plaatindeling ook worden aangehouden. Voor vluchten groter dan 22 meter, of roeden welke wezenlijk afwijken van deze richtlijn, dient een aparte berekening te worden gemaakt.

3. Onderwerp en toepassingsgebied

Deze richtlijn bevat de constructieve uitgangspunten voor het ontwerpen van stalen molenroeden, zodat deze voldoen aan de inzichten van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Roeden vervaardigd volgens deze richtlijn heeft een verwachte levensduur van minimaal 50 jaar.

Wellicht ten overvloede wordt opgemerkt dat bij het vervaardigen van molenroeden conform deze richtlijn goed vakmanschap beoefend dient te worden en dat er gewerkt dient te worden volgens de laatste stand der techniek. Onder goed vakmanschap wordt bijvoorbeeld verstaan dat er spanningsarm gelast moet worden en dat alle kanten gebroken moeten worden i.v.m. het dekken van de coating.

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed staat open voor suggesties of innovaties ten aanzien van deze richtlijn.

4. Normatieve verwijzingen

In deze richtlijn wordt verwezen naar onderstaande normen. De gebruiker dient de meest recente druk van onderstaande normen toe te passen. Voorgeschreven normen dienen altijd op tekening of in het bestek genoemd te worden.

4.1. Materialen

NEN-EN-ISO 544	Lastoevoegmaterialen - Technische leveringsvoorwaarden voor toevoegmaterialen en vloeimiddelen - Soort product, afmetingen, toleranties en markeringen
NEN-EN 10025-1	Warmgewalste producten van ongelegeerd onstructiestaal - Deel 1: Technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10025-5	Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 5: Technische leveringsvoorwaarden van weerbestendig constructiestaal
NEN-EN 10149-2	Warmgewalst plaatstaal met hoge vloeigrens voor koudvervormen
NEN-EN 10204	Metalen - Soorten keuringsdocumenten

4.2. Fabricage en toleranties

NEN-EN 287-1	Het kwalificeren van lassers - Smeltlassen - Deel 1: Staal
NEN-EN-ISO 15614-1	Het beschrijven en kwalificeren van lasprocedures voor metallische materialen - Lasmethodebeproeving
NEN-EN-ISO 3834-1	Kwaliteitsborgingseisen voor lassen - Smeltlassen van metallische materialen
NEN-ENV 1090-1	Het vervaardigen van staalconstructies - Deel 1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1418	Laspersoneel - Het kwalificeren van bedieners van lasmachines voor smeltlassen en instellers van weerstandlasapparatuur voor geheel mechanisch en automatisch lassen van metallische materialen
NEN-ISO 8501-1	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet- bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen
NEN-EN-ISO 9013	Thermisch snijden - Classificatie van thermische doorsnijdingen - Geometrische productspecificatie en kwaliteitstoleranties

4.3. Niet-destructief onderzoek

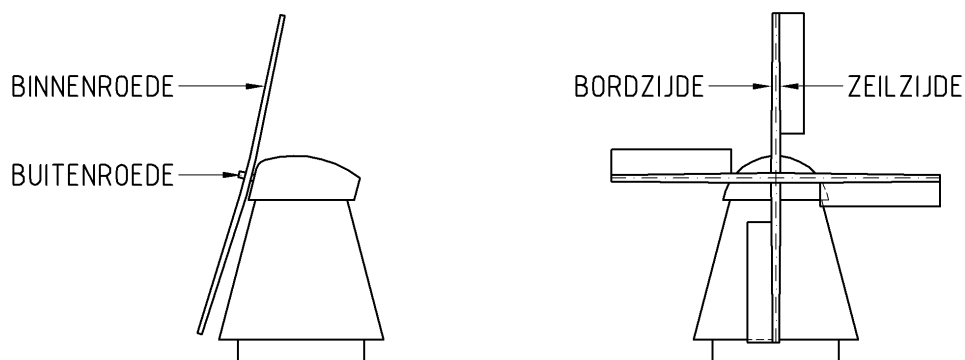
NEN-EN 473	Niet-destructief onderzoek - Kwalificatie en certificatie van personeel voor niet-destructief onderzoek - Algemene principes
NEN-EN 571-1	Niet-destructief onderzoek - Penetrantonderzoek - Deel 1: Algemene beginselen
NEN-EN 970	Niet-destructief onderzoek van gesmeltlaste verbindingen – Visueel onderzoek
NEN-EN 1435	Niet-destructief onderzoek van lassen - Radiografische beproeving van lasverbindingen
NEN-EN 1712	Niet-destructief onderzoek van lassen - Ultrasoon onderzoek van lasverbindingen - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN 1714	Niet-destructief beproeven van lassen - Ultrasoon beproeven van lasverbindingen
NEN-EN 1289	Niet-destructief onderzoek van lassen - Penetrantonderzoek van lassen - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN 1290	Niet-destructief onderzoek van lassen - Magnetisch onderzoek van lassen
NEN-EN 1291	Niet-destructief onderzoek van lassen - Magnetisch onderzoek van lassen - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN 12517	Niet-destructief onderzoek van lassen - Radiografisch onderzoek van lasverbindingen – Aanvaardbaarheidsniveaus

4.4. Bevestigingsartikelen

NEN-EN-ISO 4017	Tapbouten - Productklassen A en B
NEN-EN 14399-1 tot 9	Verbindingen met hoge voorspanning in staalconstructies
DIN 986	Zelfborgende dopmoeren (ELVZ)
DIN 6914/ ISO 7412	HV Voorspanbouten voor staalconstructies
DIN 6915/ ISO 7414	HV Zeskantmoeren voor staalconstructies
DIN 6916/ ISO 7416	HV Sluitringen voor staalconstructies

5. Termen en definities

As	Zie wiekenas
Asrad/wiel	Zie bovenwiel
Baljoening	Zie biljoening
Biljoening	Zeegvormige afschuining van de voorkant
Binnenroede	De roede die het dichtst bij de molenkap door de wiekenas loopt
Buitenroede	De roede die de binnenroede kruist en het verst van de molenkap af ligt
Heklatten	De taps gezaagde houten latten die (ongeveer) haaks op de roede staan en zijn opgesloten in de hekgaten; ze worden onderling verbonden door evenwijdig aan de roede lopende zomen of zoomlatten en vormen samen daarmee het hekwerk, waarop het molenzeil kan worden uitgerold. Er zijn twee verschillende uitvoeringen: <ul style="list-style-type: none">- tapse heklatten die zonder wiggen worden vastgeslagen en- rechte heklatten die met wiggen worden vastgeslagen Het type heeft gevolgen voor heklattengaten in de roeden.
Jalouziezwichting	Wieken uitgevoerd met jaloezieën i.p.v. zeilen zijn geschikt voor zelfzwichting.
Middenzwaarte	De breedte en hoogte van de roede bij de asdoorgang.
Molenroede	Houten of kokervormig stalen balken waar de heklatten in zijn bevestigd. De binnen- en buitenroede zijn vastgewijd in de askop en vormen samen met de complete tuigage het wiekenkruis
Porring	De diepte van de bocht van de (binnen)roede
Slingerklamp	De slinger- of zeilklampen worden gebruikt om het opgerolde zeil vast te zetten.
Vlucht	De lengte van de roede
Zeeg	De schuinite van de heklatten t.o.v. het maalvlak
Zeilkikker	De op de voorzijde van de roede bevestigde haken (8 t/m 15 per end) t.b.v. de bevestiging van het molenzeil.



Figuur 5.1: Positie binnen- en buitenroeden

6. Grootheden, eenheden en symbolen

In deze richtlijn zijn voor de grootheden de volgende symbolen, namen en eenheden gebruikt.

Lengtematen

N	plaatnummer
L_v	lengte gevluht [m]
L_n	lengte plaatdeel [mm]
R	lengte rechte deel roede v.a. as [m]
G	lengte van de biljoening ($0.5 L_v - R$) [m]
B_n	Breedte hekwerk [mm]

Doorsnede-maten

H	hoogte middenzwaarte [mm]
B	breedte middenzwaarte [mm]
h	hoogte eindzwaarte [mm]
b	breedte eindzwaarte [mm]
d_n	dikte plaatdeel [mm]

Hekgatmaten

x, x'	breedte hekgaten [mm]
y, y'	lengte hekgaten [mm]
a	zeeghoek hekgaten [$^\circ$]
b	verdraaiing heklatten in zeilvlak [$^\circ$]
<i>steek</i>	afstand tussen hekgaten in lengterichting [mm]

Maten keerklosbouts

p	afstand hart roede tot eerste boutgat keerklos [mm]
q	randafstand boutgaten keerklosbouts [mm]

Maten fokwieksysteem Fauël

s	afstand eerst strip t.b.v. fokwieksysteem v.a. top [mm]
t	steek overige strippen fokwieksysteem [mm]

7. Materialen voor hoofdconstructie

7.1. Hoofdconstructie

Onder hoofdconstructie worden alle voor-, zij- en achterplaten van de roede bedoeld.

Tabel 7.1: Materiaal en conservering per roedetype

Roedetype		Uitvoering	Materiaal	Conservering	
				Binnenzijde	Buitenzijde
A	vanaf 15 m	Traditioneel, weervast staal	S355J2W	ML-coating	Verfsysteem
	t/m 15 m	Traditioneel, thermisch verzinken	S355J2 of S355MC	Thermisch verzinken + ML-coating*	Thermisch verzinken + Verfsysteem
B		Deelbaar, thermisch verzinken	S355J2 of S355MC	Thermisch verzinken + ML-coating*	Thermisch verzinken + Verfsysteem

* Optioneel (verlengt de levensduur met ca. 20 jaar)

Voor meer informatie over de conservering wordt verwezen naar par.9.5.

7.2. Weervast staal

7.2.1. Normcodering

Materiaal S355J2W (Cor-Ten B)
Norm NEN-EN 10025-5

Te leveren met beproevingsattest 3.1.B volgens NEN-EN 10204.

N.B. Voor het lassen van weervast staal dient **speciaal lasmateriaal** gebruikt te worden. Dit dient overlegd te worden met de staalleverancier.

7.2.2. Omschrijving

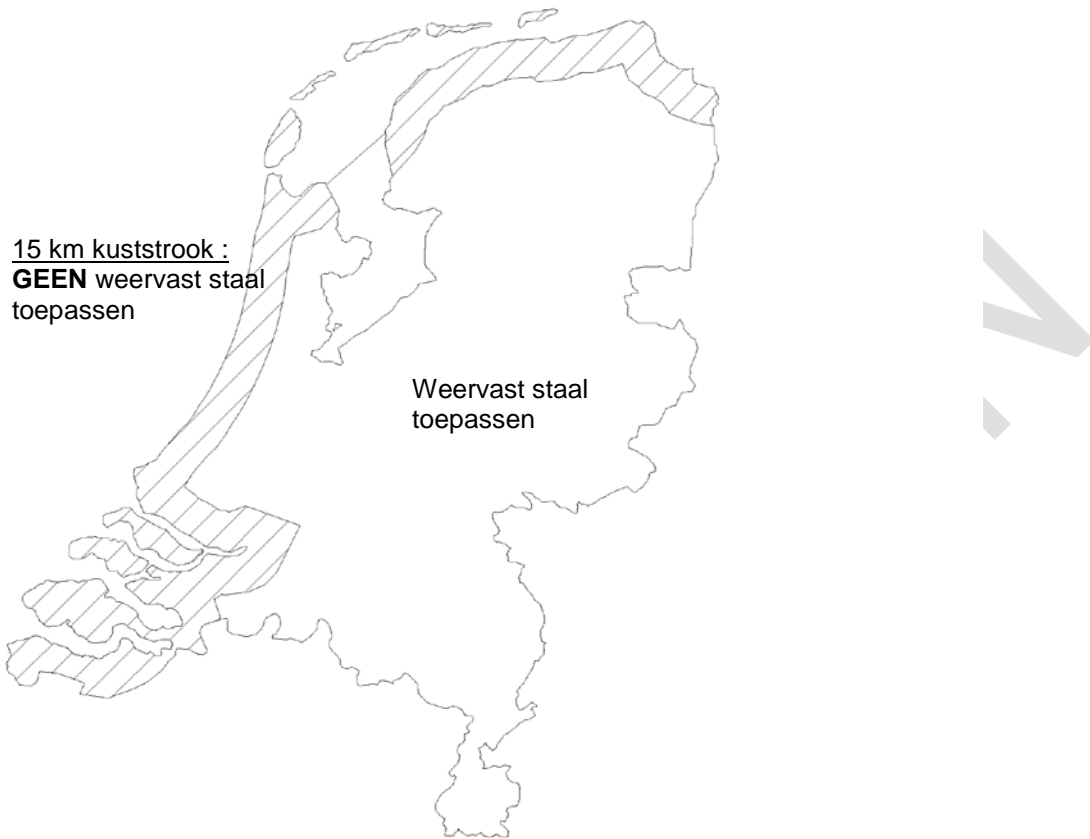
Weervast staal is laag gelegeerd staal met toevoegingen van koper, chroom en silicium. Het materiaal is ook bekend onder de handelsnaam Corten. Om aan te geven dat het weervast staal betreft wordt een "W" aan de materiaalaanduiding toegevoegd. Weervast staal vormt onder de juiste omstandigheden een patina laag waardoor dikteafname ten gevolge van corrosie vermindert. Tevens treedt minder snel onderroest op ter plaatse van beschadigingen van de coating. De patina laag kan alleen gevormd worden als het staaloppervlak gelegenheid krijgt om te drogen en de lucht mag niet zout of vervuild zijn.

7.2.3. Toepassing

Er is in deze richtlijn voor gekozen om roeden die niet thermisch verzinkt kunnen worden in weervast staal uit te voeren om onderroest te voorkomen.

7.2.4. Uitzonderingen

Doordat de patina laag zich niet vormt in een zoute milieu wordt een uitzondering gemaakt voor onderstaande kuststrook van 15 km. In dit gebied dient geen weervast staal toegepast te worden.



Figuur 7.1: Toepassing van weervast staal in Nederland

7.3. Constructiestaal

7.3.1. Normcodering

Materiaal	S355J2	of	Materiaal	S355MC
Norm	NEN-EN 10025-2		Norm	NEN- EN 10149-2
Klasse	3 (geschikt voor thermisch verzinken)		Klasse	3 (geschikt voor thermisch verzinken)

Te leveren met beproevingsattest 3.1.B volgens NEN-EN 10204.

N.B. Klasse 3 beschrijft de toegelaten Si- en P-gehalten, al dan niet in combinatie met elkaar, zodat het staal geschikt is voor thermisch verzinken. (zie paragraaf 7.4.3 van EN10025-2:2004). S355 is vereist vanwege de sterkte. Staal S355MC volgens EN 10149-2: 1996 (warmgewalst plaatstaal met hoge vloeigrens voor koudvervormen) komt qua mechanische eigenschappen overeen met S355J2 en is ook geschikt voor thermisch verzinken.

7.3.2. Toepassing

In het geval dat de staalconstructie verzinkt kan worden of in de kuststrook wordt toegepast volstaat het gebruik van constructie staal conform de hierboven vermelde normcodering.

7.4. Overige onderdelen

Afhankelijk van beschikbaarheid kan gekozen worden uit volgende materialen voor de rest van de constructiedelen.

*Constructie staal**

Materiaal	S235JR of S355J2
Norm	NEN-EN 10025-2
Klasse	3 (geschikt voor thermisch verzinken)

*Weervast staal**

Materiaal	S355J2W
Norm	NEN-EN 10025-5 (Cor-Ten B)

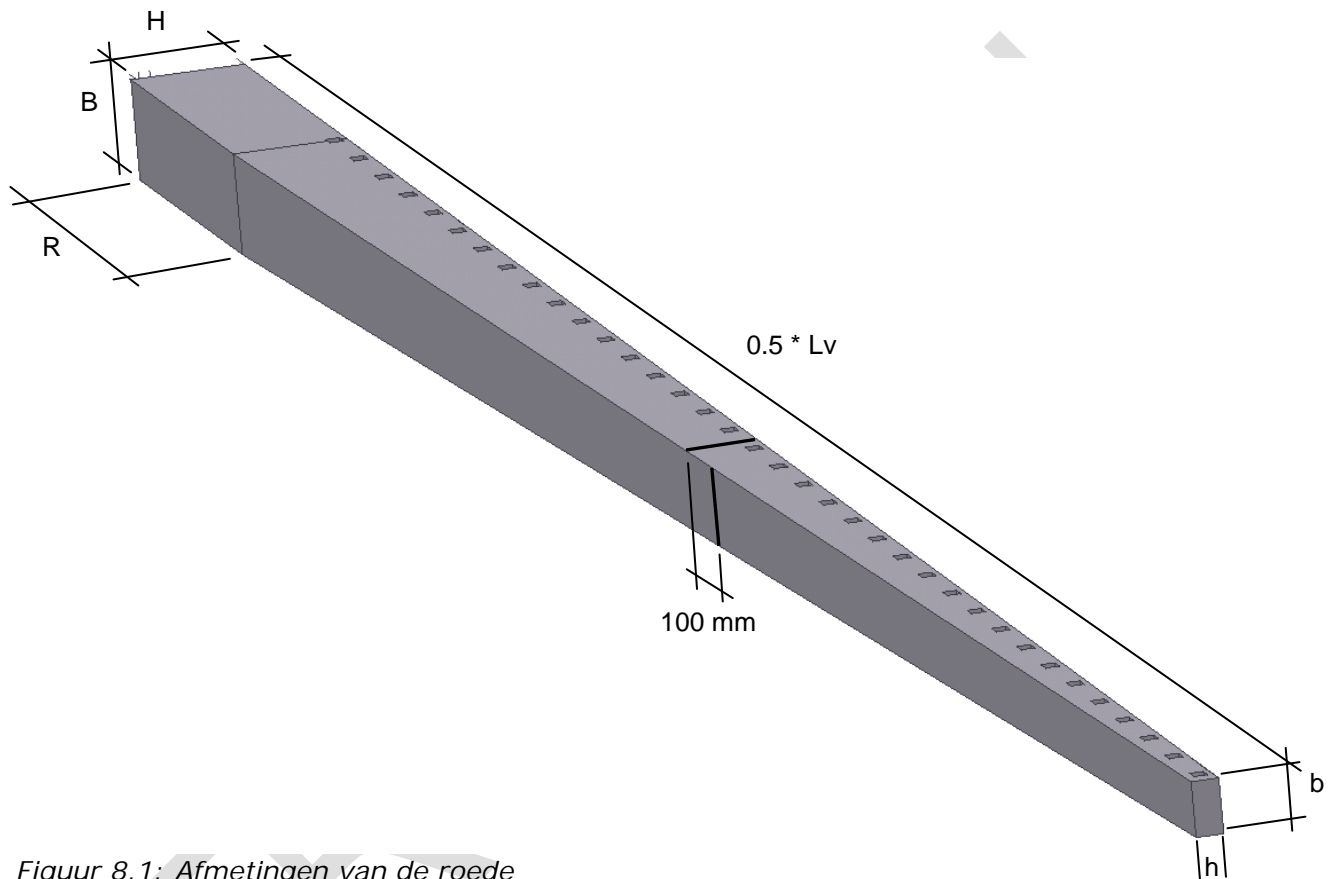
* Te leveren met beproevingsattest 2.2 volgens NEN-EN 10204.

VERVALLEN

8. Constructief ontwerp

8.1. Plaatschema en samenstelling

Voor de overzichts- en detailtekening van de roede wordt verwezen naar bijlage C bij deze richtlijn.



Figuur 8.1: Afmetingen van de roede

De afmetingen van de roede worden bepaald door de middenzwaarte $H \times B$, eindzwaarte $h \times b$ en de vluchtlengte L . Over lengte R is de roede recht en niet taps.

De afstand van een las ten opzichte van een hekstockgat is minimaal dan 50 mm

Op basis van deze afmetingen volgt het optimale plaatschema uit bijgevoegd spreadsheet programma (zie Bijlage B). De minimale wanddikte bedraagt altijd 4 mm aan de top van de roede. Afhankelijk van de beschikbaarheid van de platen mag worden afgeweken van de opgegeven plaatlengtes.

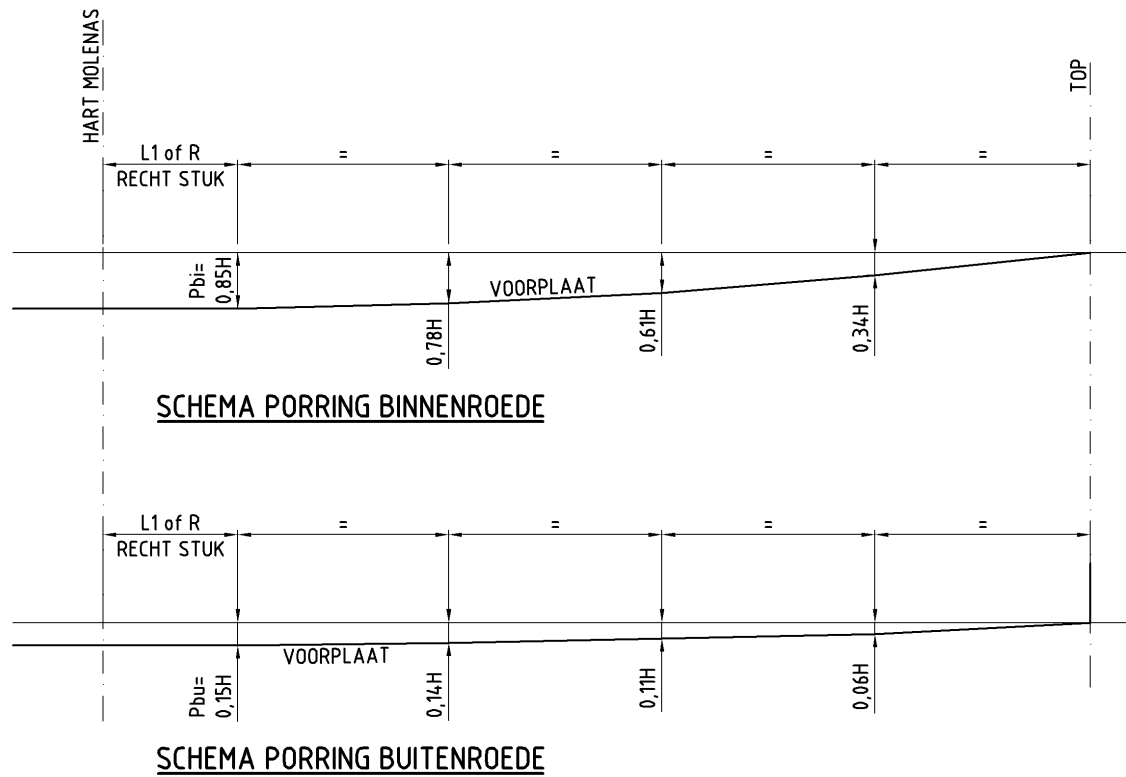
De stuiknaden van de voor- en achterplaat liggen 100 mm verder van de as, dan de zijplaten.

[TYPE B]

In het midden van de vlucht wordt een flensdeling aangebracht conform paragraaf 8.6. Deze deling kan 100 mm excentrisch geplaatst worden i.v.m. met een eventuele as voor zelfzwiching.

8.2. Porring

De binnen- en buitenroede dienen beide uitgevoerd te worden met de volgende porring. Indien de porring niet bekend is, deze over te nemen van de oude roede.



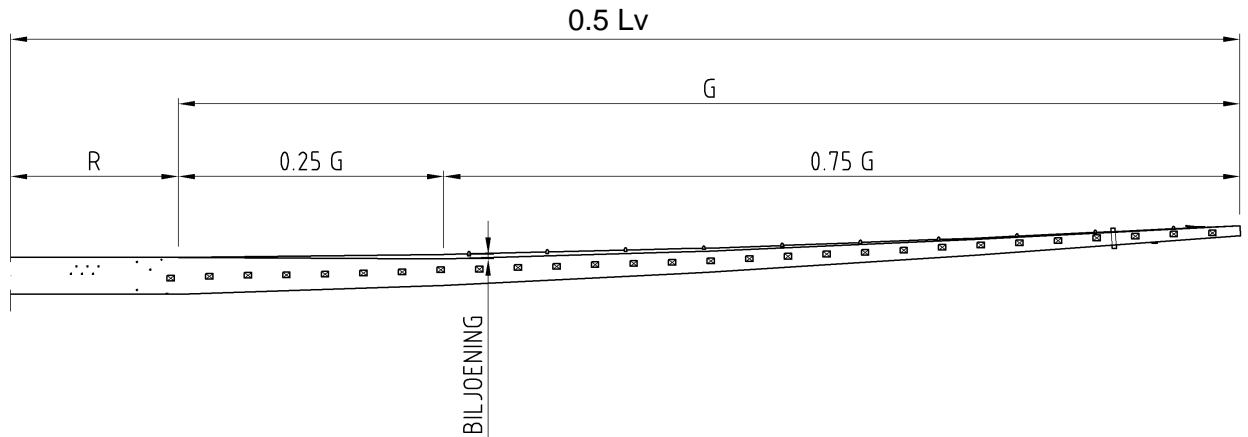
OPMERKING

- DE GEGEVEN PUNTEN WORDEN DOOR VLOEIENDE LIJNEN VERBONDEN
- DE KROMMING VAN DE ACHTERPLAAT IS ZODANIG, DAT DE HOOGTE VAN DE ROEDE RECHTLIJNIG VERLOOPT VAN 'H' NAAR 'h'

Figuur 8.2: Schema porring binnen- en buitenroede

8.3. Biljoening

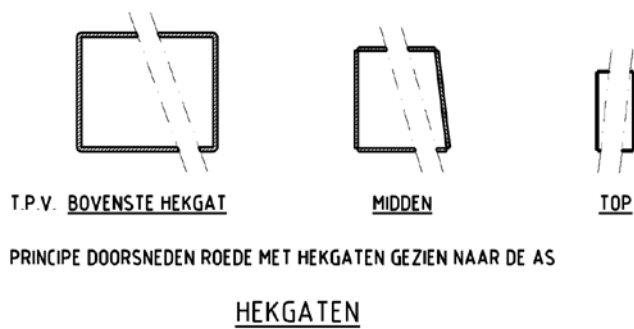
Er wordt een minimale biljoening voorgeschreven van 40mm. De biljoening loopt vloeiend op vanaf afstand R vanaf de as naar afstand R+0.25G tot de maximale biljoening en weer vloeiend terug naar het einde van de roede.



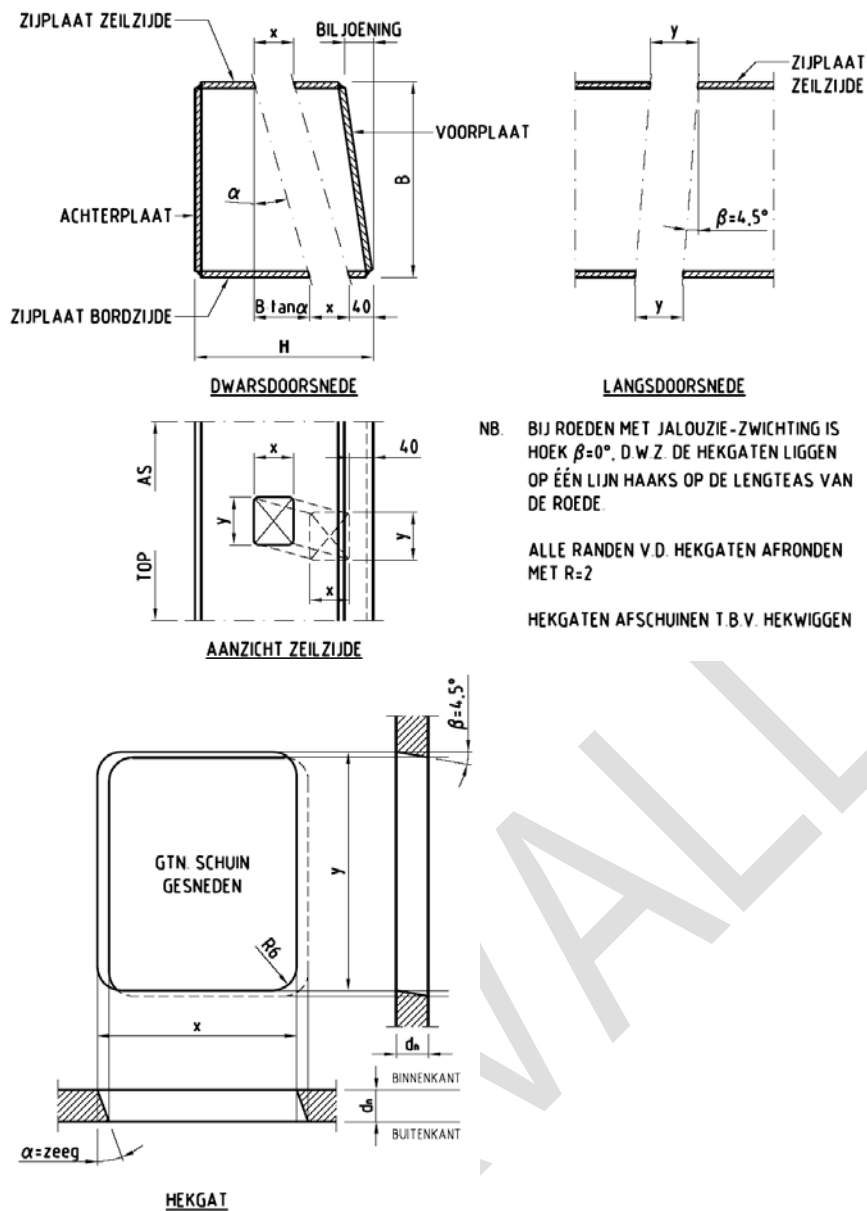
Figuur 8.3: Biljoening gezien vanaf de zijplaat aan de zeilzijde

8.4. Hekgaten

De zeeg van de bestaande roede dient vastgelegd te worden, zodat de positie van de hekgaten voor de nieuwe roede hieruit volgen. Ook de afmetingen van de bestaande roede dienen overgenomen te worden, mits het hekwerk identiek wordt uitgevoerd. Uitvoering van hekgaten bij voorkeur afschuiven i.v.m. aanslag heklat en drukverdeling wegens pons.



Figuur 8.4: Principe doorsneden roede met hekgaten



NB. BIJ ROEDEN MET JALOUZIE-ZWICHTING IS HOEK $\beta = 0^\circ$, D.W.Z. DE HEKGATEN LIGGEN OP ÉÉN LIJN HAAKS OP DE LENGTEAS VAN DE ROEDE

ALLE RANDEN V.D. HEKGATEN AFRONDEN MET $R=2$

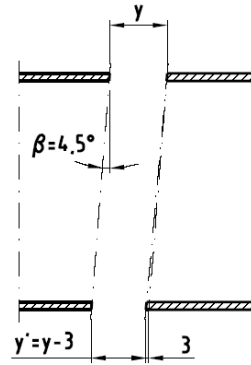
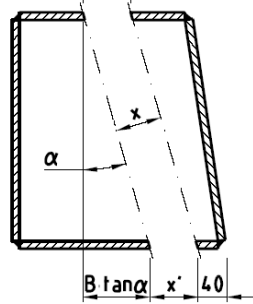
HEKGATEN AFSCHUINEN T.B.V. HEKWIGGEN

Figuur 8.5: Hekgaten voorzien van hekwiggen

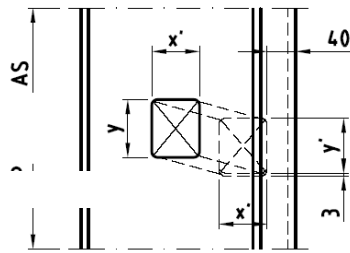
De positie van de hekgaten wordt bepaald door de zeeghoek a en b en wordt minimaal 25mm (voorkeur: 40 mm) vanaf de kant van de voorplaat op de zijplaat aan de bordzijde geplaatst.

$$x' = x + 0,2 \alpha$$

bv: $\alpha = 16^\circ$ en $x = 50$
 $x' = 50 + 0,2 \cdot 16 = 53 \text{ mm}$



DWARSDOORSNEDE



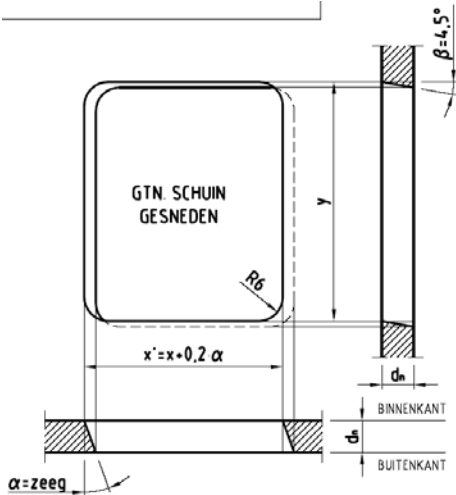
AANZICHT ZEILZIJDE

LANGSDOORSNEDE

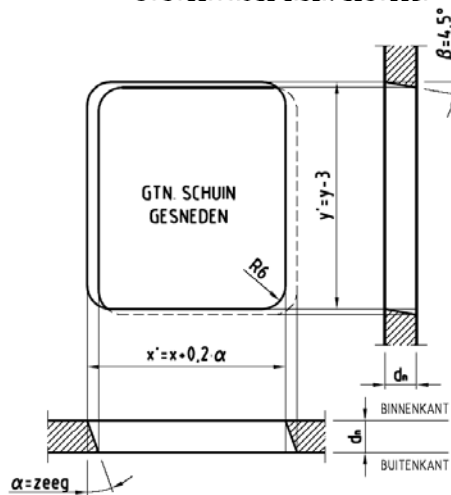
NB. BIJ ROEDEN MET JALOUZIE-ZWICHTING IS HOEK $\beta = 0^\circ$, D.W.Z. DE HEKGATEN LIGGEN OP ÉÉN LIJN HAAKS OP DE LENGTEAS VAN DE ROEDE.

ALLE RANDEN V.D. HEKGATEN AFRONDEN MET $R=2$

AAN DE MAATVOERING EN DE JUISTE SCHUINTE VAN DE ZEEG WORDEN BIJ DIT SYSTEEM HOGE EISEN GESTELD.



HEKGAT ZEILZIJDE



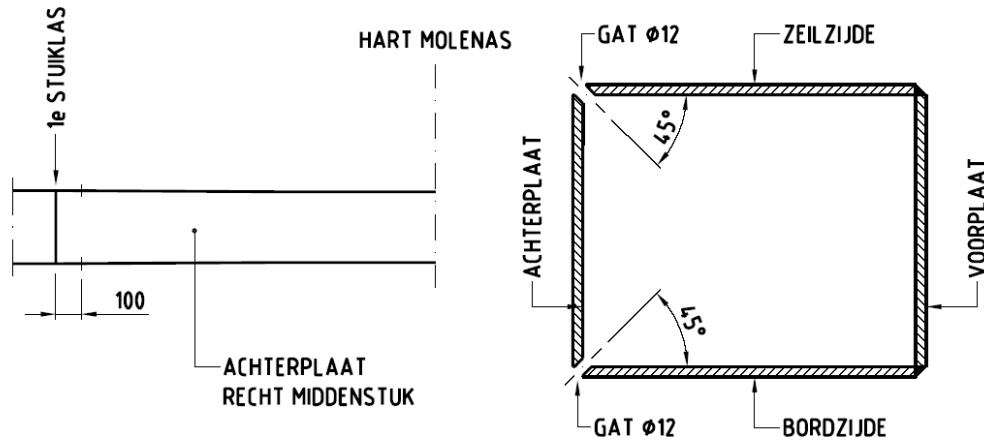
HEKGAT BORDZIJDE

Figuur 8.6: Hekgaten voorzien van tapse heklatten

8.5. Diverse details

8.5.1. Gaten waterafvoer

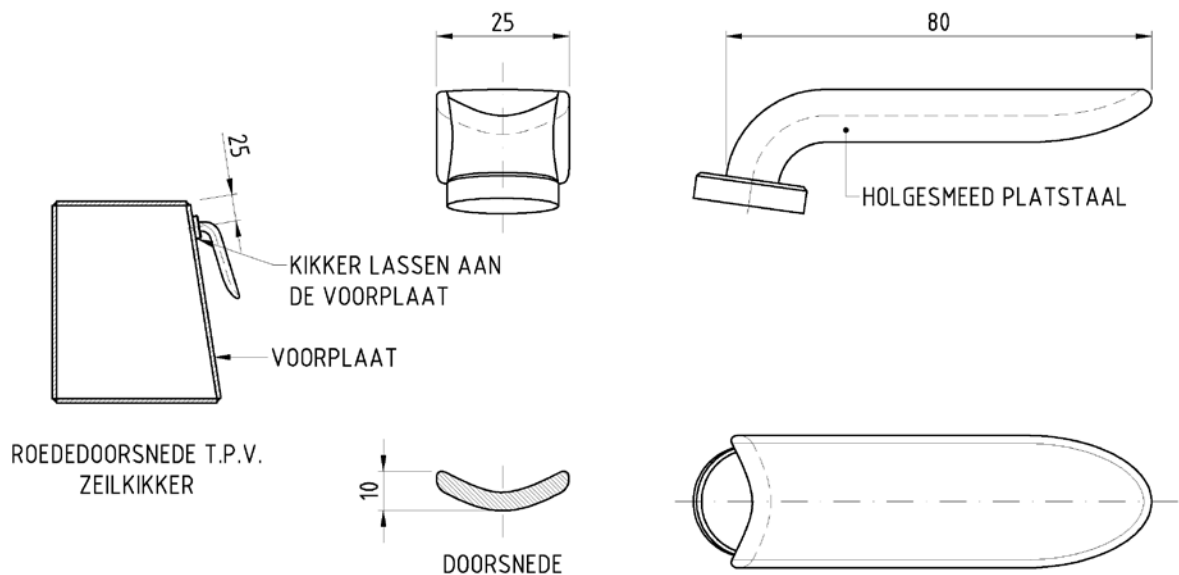
Toepassen bij alle typen roeden.



Figuur 8.7: Positie gaten t.b.v. water- en vuilafvoer

Op de hierboven aangewezen positie dienen gaten $\text{Ø}12$ voor water- en vuilafvoer geboord te worden op 100 mm voorbij de eerste stuiknaden, d.w.z. op afstand $R+100$ mm vanaf het hart van de as. Gaten op deze posities hebben geen consequenties voor de sterkte van de roede.

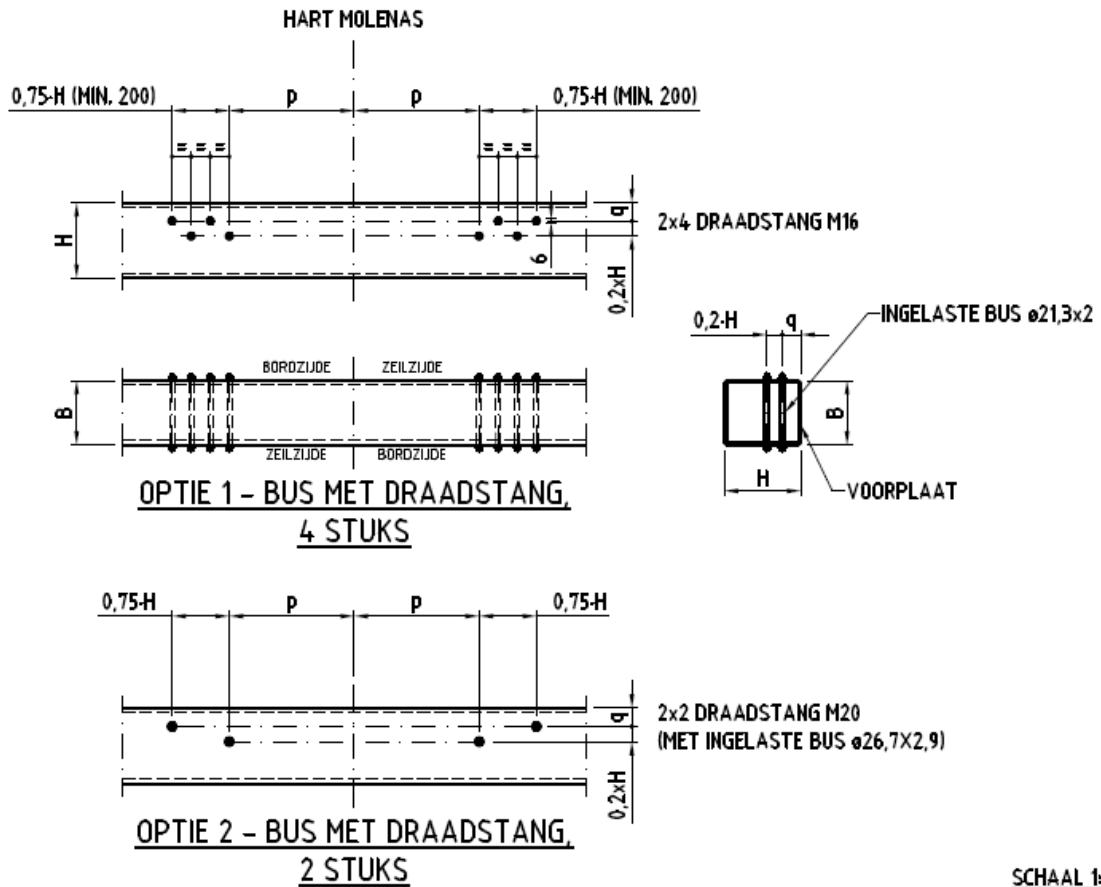
8.5.2. Zeilkikker



Figuur 8.8: Detail zeilkickers

De zeilkickers worden aan de voorplaat gelast. Steekmaat kikers overeen laten komen met die van de molenzeillussen.

8.5.3. Keerklosboutgaten

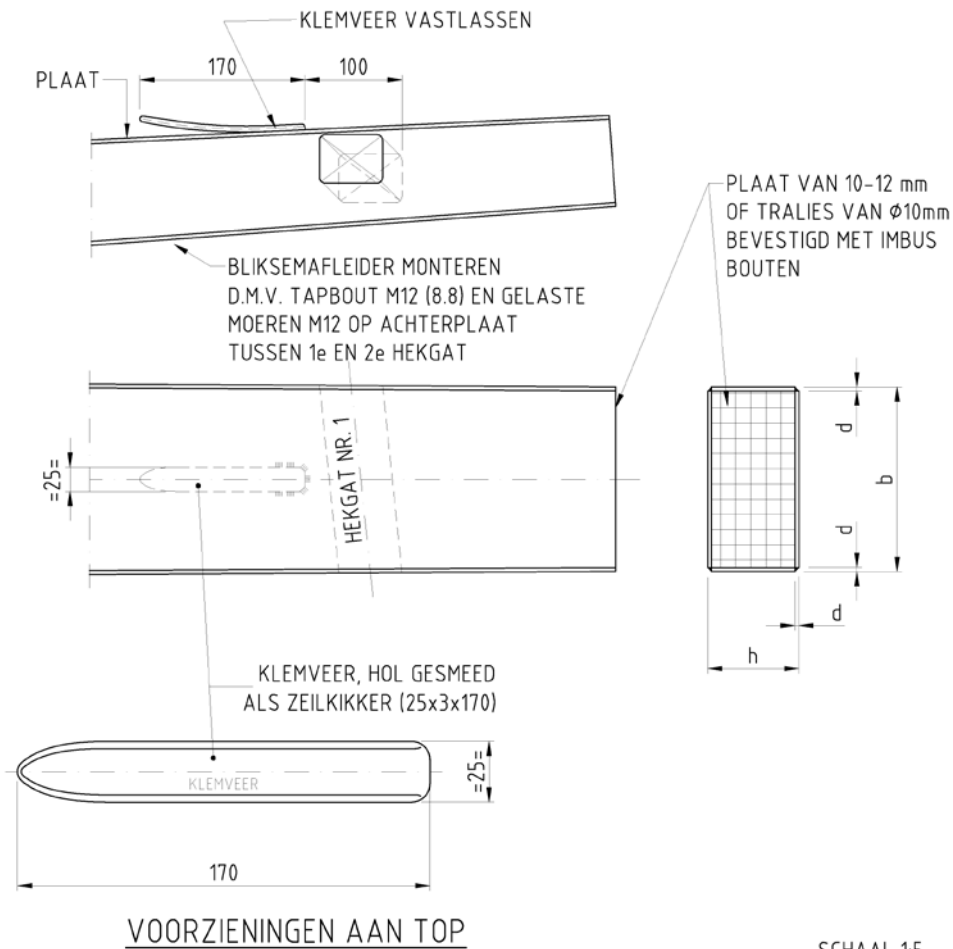


Figuur 8.9: Detail keerklosboutgaten voor 4 of 6 bouten

Het aantal keerklosbouten (4 of 6) dient te worden overgenomen van de bestaande situatie.

VERM

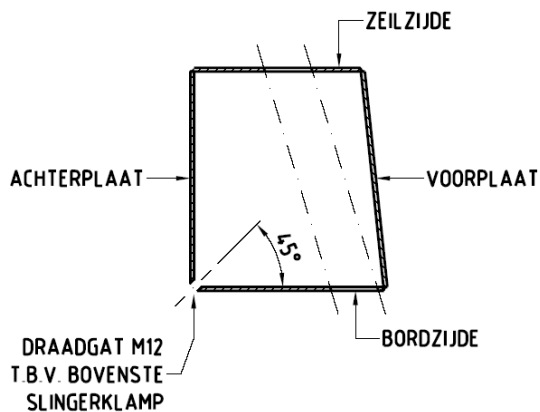
8.5.4. Voorzieningen aan de top



Figuur 8.10: Details voorzieningen aan de top

De top van de roeden dienen te worden voorzien van een klemveer, bliksemafleider en roosterstangen $\phi 8$ op een maximale steek van 50 mm.

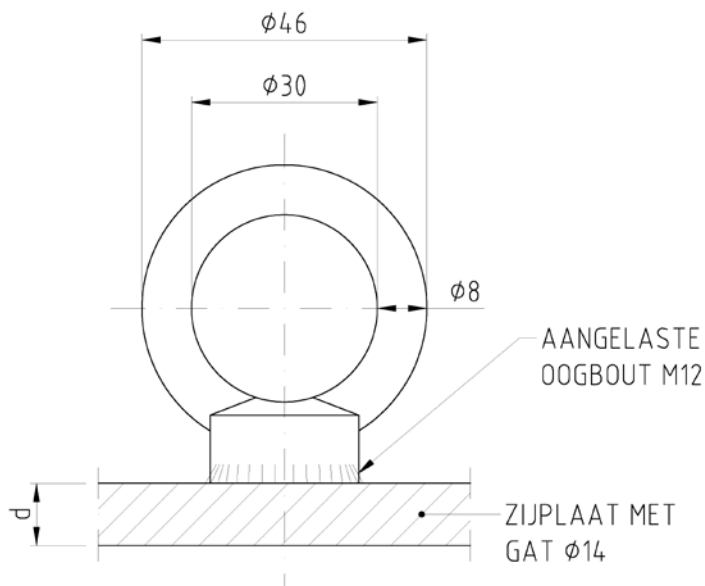
8.5.5. Slingerklamp



Figuur 8.11: Detail draadgat slingerklamp

In Figuur 8.11 is aangegeven waar de draadgaten voor de slingerklampen aangebracht dienen te worden. Per roede worden twee binnenste en twee buitenste slingerklampen aangebracht.

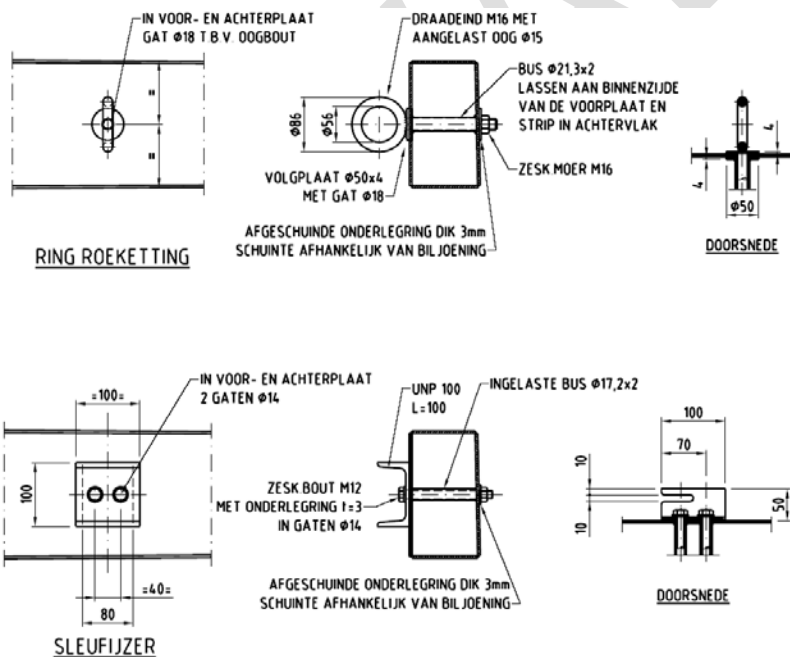
8.5.6. Oogbouten



Figuur 8.12: Detail oogbouten

De oogbouten volgens *Figuur 8.12* worden aangebracht t.b.v. van de buiten- en binnenhoektouwen. De buitenhoektouwen worden aan de bordzijde en de binnenhoektouwen worden aan de zeilzijde gemonteerd.

8.5.7. Bevestiging roeketting



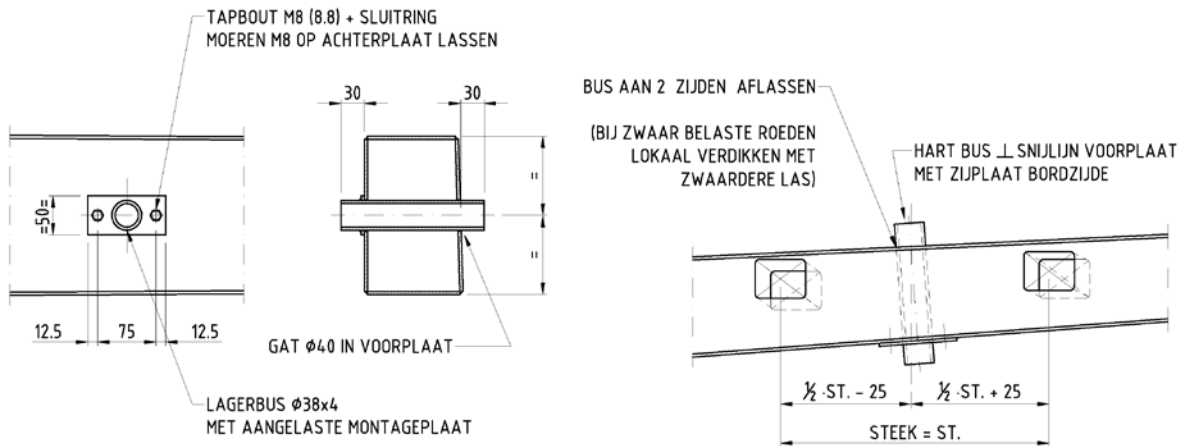
NB. DE BEVESTIGINGSMIDDELEN OP DE VOOR- OF OP DE ACHTERPLAAT PLAATSEN TUSSEN DE HEKGATEN NR. 2 EN NR. 3

Figuur 8.13: Bevestiging roeketting (tussen hekgatnr. 2 en 3)

Een van de bevestigingen uit *Figuur 8.13* dient geplaatst te worden tussen hekgatnummer 2 en 3 op de voor- of achterplaat. Indien het onderdeel demontabel moet zijn dan is een boutbevestiging mogelijk, anders bij voorkeur lassen. Nummering van de hekgaten wordt gerekend vanaf de top.

8.5.8. Fokwieksysteem Fauël

Onder de achterplaat aan de achterzijde van de roede worden strippen 40x16 gelast t.b.v. de bevestiging van de fokwieken. De positie van de strippen verschilt per situatie.



Figuur 8.14: Lagerbus t.b.v. fokwieken (systeem Fauël)

Tussen hekgatnummer 3 en 4 dienen bij het fokwieksysteem lagerbussen aangebracht te worden volgens bovenstaand Figuur 8.14.

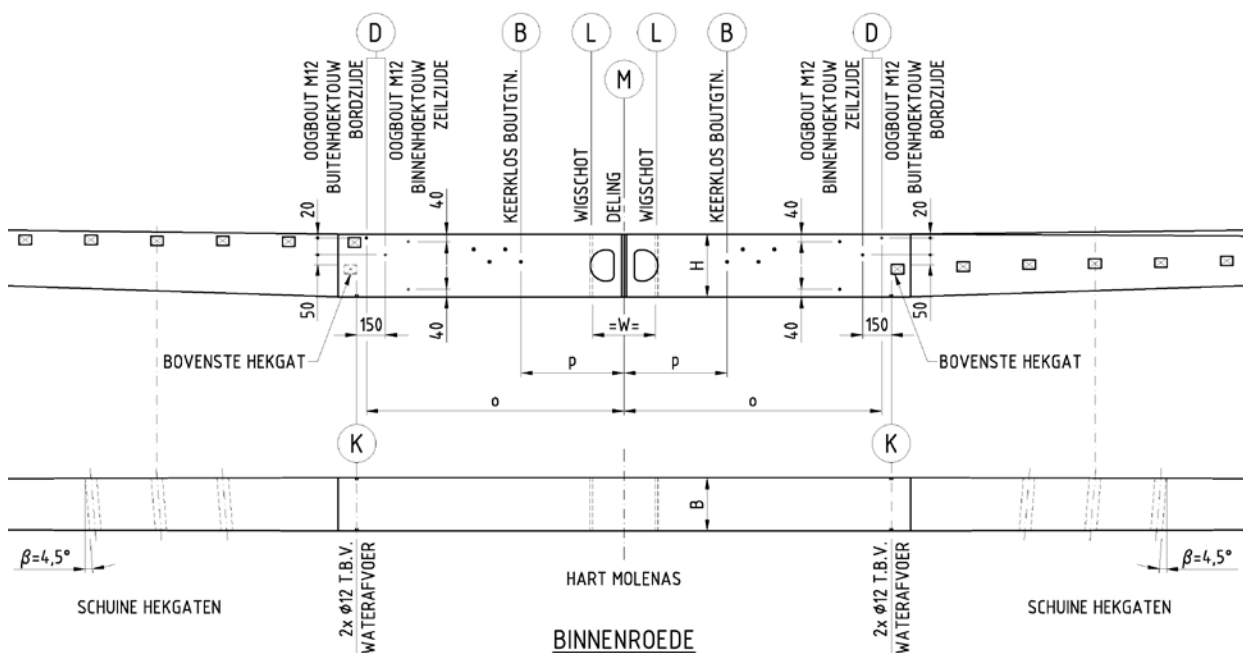
8.6. Flensdeling deelbare roede [TYPE B]

8.6.1. Inleiding

De enige afwijking van de TYPE B ten opzichte van TYPE A is de aanwezigheid van een flensdeling.

Deze deling dient bij voorkeur tijdens het samenstellen van de roede-delen te worden aangebracht. Als de deling achteraf wordt aangebracht bestaat er kans op onwenselijke vervormingen t.g.v het snijden en/of het lassen. De fabrikant is echter vrij om de volgorde te kiezen mits aan de tolerantie-eisen na levering voldaan wordt.

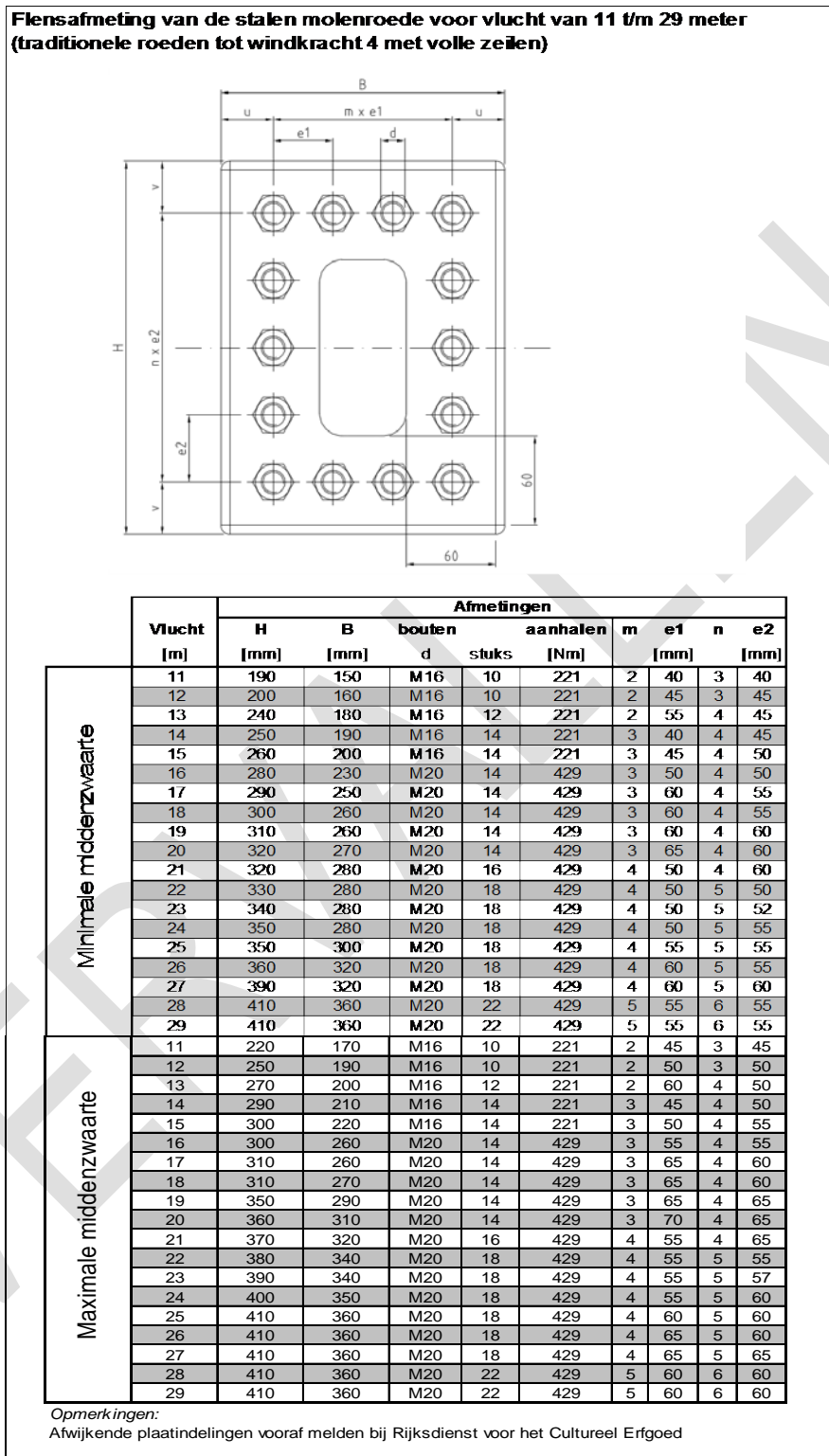
8.6.2. Positie flensdeling



Figuur 8.15: Positie flensdeling

De deling dient in het midden van de roede aangebracht te worden. Voor roeden met een zwich-as mag de deling maximaal 100 mm excentrisch verschoven worden.

8.6.3. Flensafmetingen



Figuur 8.16: Flensafmetingen

Alle flensdelingen dienen te worden uitgevoerd met een dikte van 20 mm vervaardigd van hetzelfde materiaal als de voor-, achter- en zijplaten. De flens heeft een breedte van 60 mm.

8.6.4. Bouten en boutgaten

Voorspanbouten thermisch verzinkt 10.9 HV vlg. DIN 6914 dienen toegepast te worden met bijbehorende HV moeren vlg. DIN 6915 klasse 10.

N.B. 1: Waterstofbroosheid

Waterstofbroosheid kan optreden bij op trek belaste, geharde producten die bijvoorbeeld door reinigen in zuren of door elektrolytisch verzinken een hoeveelheid waterstof opgenomen hebben. Deze producten kunnen dan zonder verdere aanleiding plots bros breken. Bepaalde maatregelen kunnen het risico voor waterstofbroosheid verminderen, maar niet uitsluiten. Het elektrolytisch behandelen van bouten en schroeven in de sterkteklassen 12.9 en hoger mag niet.

N.B. 2: 8.8 kwaliteit niet toegestaan

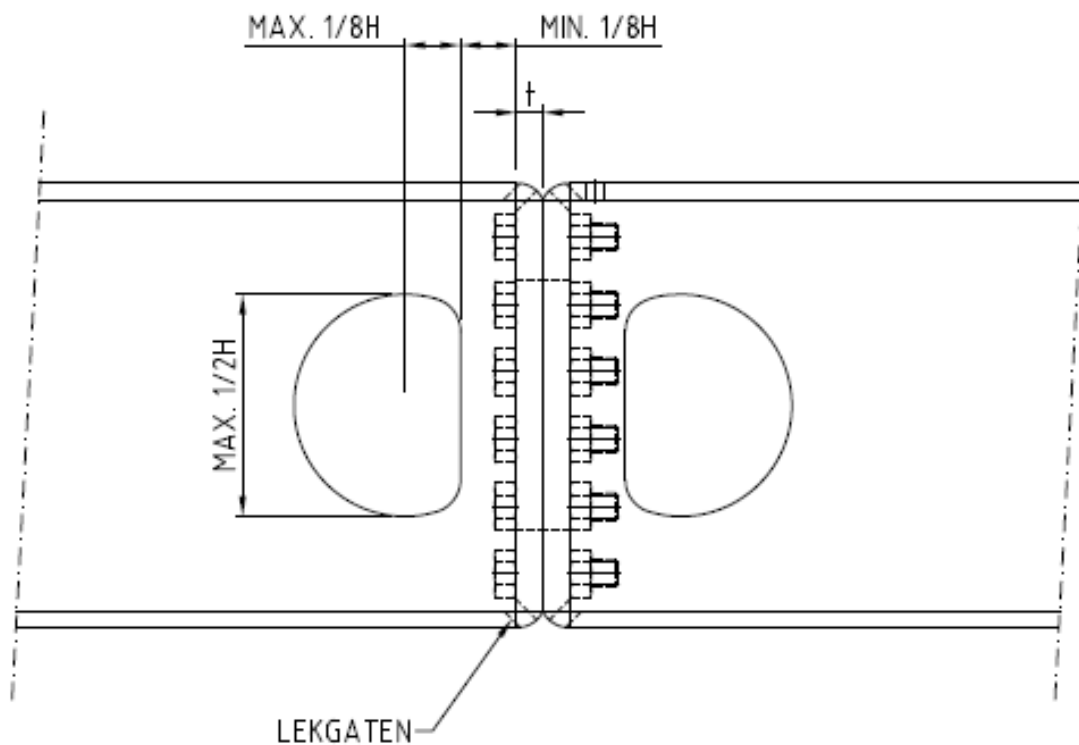
Vervangen van M20-10.9 door lichtere boutkwaliteit M24-8.8 is niet zonder meer toegestaan aangezien dit de flens verzwakt en dit mogelijk te weinig ruimte geeft voor de momentsleutel.

8.6.5. Montagegaten

Om montage volgens paragraaf 9.8.2 mogelijk te maken dienen de zijplaten voorzien te worden van de volgende montagegaten conform *Figuur 8.17*.

Max. gatbreedte $1/2 H$
Min. afstand tot delingsflens $1/8 H$

Het montagegat mag zover van de delingsflens gemonteerd worden als de wigschotten toestaan.



Figuur 8.17: Geometrie flensdeling

8.6.6. Lekgaten in flens

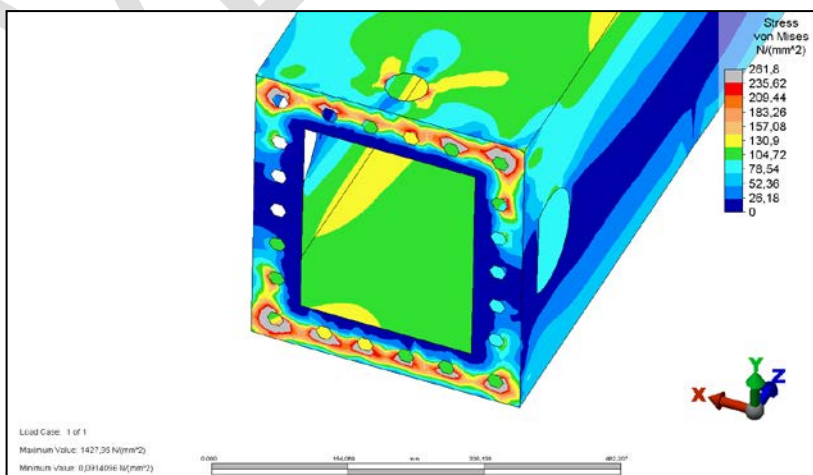
Ter voorkoming van verzwakking van de flens dienen de lekgaten voor uitstromen van zink en water vrij te blijven van de flens. Zie *Figuur 8.18* en *Figuur 8.18*



Figuur 8.18: Lekgaten voor uitstromen van zink en water

8.6.7. Gat t.b.v. zelfzwichting

Bij zelfzwichting wordt een stang (max. $\varnothing 40\text{mm}$) vanuit het hart van de wiekas in de roede gestoken. Hiervoor dient een gat van maximaal $\varnothing 50\text{mm}$ in voor- en achterplaat van de roede te worden aangebracht. Bij een deelbare roede mag de deling hiervoor maximaal 100mm excentrisch te worden geplaatst.



Figuur 8.19: Spanningen in platen rondom gaten t.b.v. zelfzwichting en montage

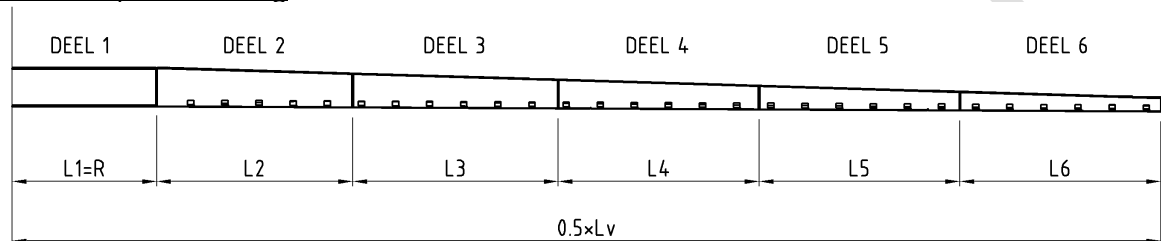
9. Fabricage

9.1. Algemeen

Voor de fabricage van de roeden dient gewerkt te worden binnen de regels van NEN-ENV 1090-1.

Alle fabricagemallen of hulpconstructies die eventueel gebruikt worden dienen na afloop verwijderd te worden.

Overzicht plaatindeling



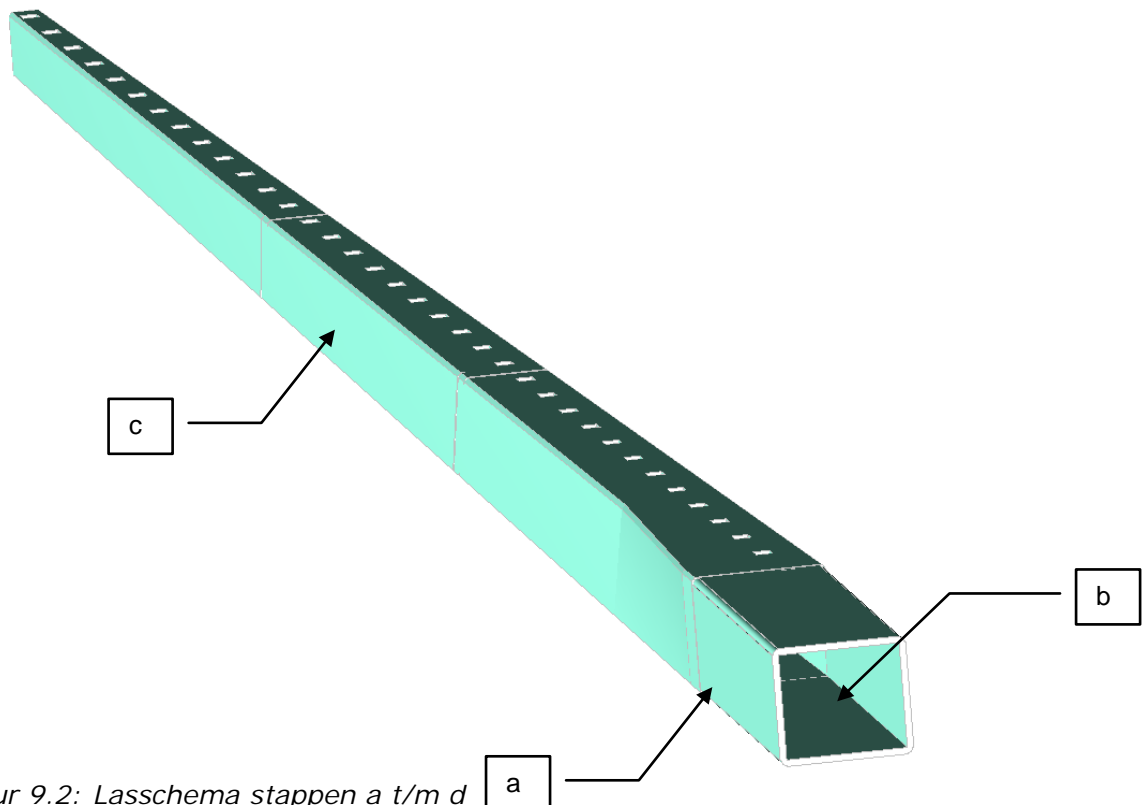
Figuur 9.1: Nummering plaatdelen

Voor de aan te houden plaatindeling per vluchtlengte wordt verwezen naar Bijlage B. Het aantal plaatdelen hangt af van de totale vluchtlengte van de roede.

Stappenplan samenstellen molenroeden

Tijdens de fabricage van de molenroeden dient de volgende volgorde in acht genomen te worden.

- Stap a – lassen van stuiknaden van alle plaatdelen
- Stap b – [TYPE B] lassen van delingsflens aan plaatdelen
- Stap c – lassen van alle langsnaden
- Stap d – lassen van voorzieningen



Figuur 9.2: Lasschema stappen a t/m d

9.2. Snijden en boren

De afmetingen van de platen inclusief de hekgaten dienen zorgvuldig ontworpen te zijn, bij voorkeur met CAD. Het snijden van de platen dient uitsluitend te gebeuren middels een geautomatiseerde laser- of plasmasnijder of een gelijkwaardige techniek. Naast het snijden van de platen inclusief hekgaten dienen de lasafschuiningen ten behoeve van de stuiknaden aangebracht te worden.

Na het snijden dienen de scherpe kanten, die niet gelast zullen worden, te worden gebroken tot $R =$ minimaal 2 mm (alleen dikte > 5mm) en dient het materiaal te worden voorzien van een shopprimer (geldt alleen voor [TYPE A] in weervast staal) op basis van epoxyhars of watergedragen acrylaat (uitsluitend "spuitkwaliteit").

9.3. Lassen

Lasspanningen dienen tot een minimum beperkt te worden door gebruik te maken van goed vakmanschap en de laatste stand der techniek, dat wil zeggen dat:

- In de naast gelegen gebieden mogen geen hardheden boven de 350 HV 10 voorkomen.
- De grond van de las naad moet regelmatig zijn doorgelast; inkarteling, scheurtjes, poriën, eindkraters, lasspatten en slakinsluitingen mogen niet voorkomen.
- Het oppervlak van de las moet na het lassen regelmatig en vlak zijn.
- Lasspetters dienen verwijderd te worden.
- Het laswerk uitvoeren in een overdekte, goed geventileerde ruimte.
- Voordat met lassen wordt begonnen de samen te stellen onderdelen hechten.
- Treffen van passende maatregelen om het naderhand richten zoveel mogelijk te vermijden.

9.3.1. Lastoevoegmateriaal

Voor weerbestendig staal dient ander lastoevoegmateriaal te worden gebruikt dan voor conventioneel constructiestaal. De keuze van lastoevoegmateriaal dient overlegd te worden met de leverancier. Het materiaal bevat met name meer koper en nikkel en dient te voldoen aan de eisen van NEN-EN 759.

Opslag en behandeling van het lastoevoegmateriaal volgens opgave fabrikant. Niet geworden materialen en materiaal dat langer dan 4 uur uit de verpakking is mogen niet meer worden verlast, dan nadat ze opnieuw zijn gedroogd.

9.3.2. Fabrikant

De fabrikant moet aan volgende voorwaarden voldoen:

- In het bezit zijn van een geldig certificaat volgens NEN-EN 729, klasse 2 of het testen dient uitbesteed te worden.
- In het bezit zijn van alle documenten benodigd voor de aanvaarding van alle toe te passen lasmethoden, volgens NEN-EN 288

Voor elke roede dient de fabrikant een 'onderhoudsboek' aan te leggen, met daarin minimaal het volgende:

- Materiaal leveringsrapport (niet per se attest maar wel kwaliteit van levering)
- Lasmethode kwalificaties (PQR)
- Lasplan
- Inspectie- en keuringsplan
- Meetrappen
- Lasserskwalificaties
- NDO-rapporten
- Goedgekeurde lasprocedures (WPS+WPO)

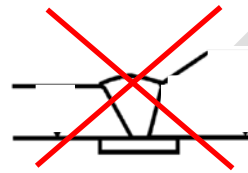
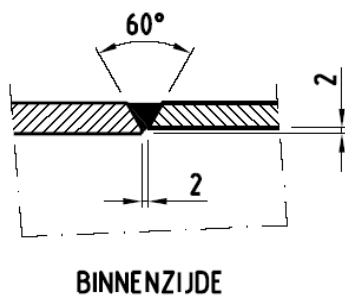
9.3.3. Lassers

De lassers dienen een geldige kwalificatie te hebben volgens NEN-EN 287-1 voor handlassen of NEN-EN 1418 voor mechanisch of automatisch lassen.

9.3.4. Lasproces

Losse platen worden samengesteld over hele lengte van de roede door aanbrengen van stuiklassen. De stuiknaden van de voor- en zijplaten dienen 100 mm versprongen te worden opgezet, zoals aangegeven in het constructieschema in Bijlage B.

- **Stap 1: Stuiklassen**
BUITENZIJD



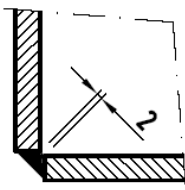
Figuur 9.3: Stuiklassen

Figuur 9.4: Backing strip is NIET toegestaan

De stuiklassen zijn het meest bepalend voor de levensduur van molenroeden. Deze dienen daarom met grote zorg te worden aangebracht, waarbij kerven op de eerste plaats voorkomen dienen te worden. Als de las aan de achterzijde grove onregelmatigheden vertoont, dan dient er te worden tegengelast. Als er haarscheurtjes of kleine onregelmatigheden in de las zitten dient deze te worden vlakgeslepen.

Lassen met behulp van een "backing strip" is NIET toegestaan.

- **Stap 2: Langlassen**



Figuur 9.5: Langlassen

De langlassen dienen **teruglopend gelast** te worden vanuit het hart van de roede om de invloed van laskrimp te minimaliseren.

- **Stap 3: Nabewerking**

Na het lassen van de roede dienen de lassen gladgeslepen te worden (vermijd "blauwslipen") en de tapgaten geboord te worden voor de voorzieningen.

9.4. Niet-destructief onderzoek

Elke roede dient voor het conserveren onderworpen te zijn aan een niet-destructief onderzoek (NDO). Fabrikanten die aan de eisen van NEN-EN 729 (klasse 2) voldoen mogen het NDO zelf uitvoeren. In andere gevallen dient dit uit besteed te worden aan een onafhankelijke instantie.

Dit onderzoek is noodzakelijk om vermoeiingsscheuren bij de lasnaden te voorkomen.

De stuiklassen dienen geïnspecteerd te worden met behulp van een niet-destructief onderzoek, bestaande uit de volgende drie onderdelen.

Tabel 9.1: NDO stuiklassen

Onderzoek	Doel	Norm	Niveau	Onderzoekspercentage per lasdikte [mm]		
				$t \leq 6$	$6 < t \leq 8$	$t > 8$
Visueel	Algemene kwaliteitscontrole	NEN-EN 970		100%	100%	100%
Magnetisch of Penetrant	Onderzoek hechting las <u>uitwendig</u>	NEN-EN 1290 NEN-EN 1291 NEN-EN 473	1 1 MT-2	-	10%	10%
		NEN-EN 571-1 NEN-EN 1289 NEN-EN 473	1 1 PT-2	-	10%	10%
Ultrasoon	Onderzoek hechting las <u>inwendig</u>	NEN-EN 1714 NEN-EN 1712 NEN-EN 473	B 2 UT-2	-	-	25%

9.5. Conservering

9.5.1. Thermisch verzinken

Roeden of roede-delen die thermisch verzinkt kunnen worden (in 2011; tot een maximale lengte van 15 meter), worden bij de verzinkerij als voorbehandeling gebeitst om de walshuid en oxidelaag te verwijderen.

Alle voorgeschreven materialen zijn geschikt om verzinkt te worden.



Figuur 9.6: Thermisch verzinken van een deelbare roede in 2007

9.5.2. Verfsysteem buitenkant roede

Vóór het aanbrengen van laag 1 dienen oppervlakken volledig vetvrij, schoon, stofvrij en droog te zijn. Voorts dienen de door de verfleverancier aanbevolen wachttijden tussen de verschillende lagen, alsmede de verwerkingscondities, in acht genomen te worden.

Om condensvorming tijdens applicatie te voorkomen dient de temperatuur van de ondergrond tenminste 3 graden boven het dauwpunt te liggen en de relatieve luchtvochtigheid bedraagt maximaal 70%.

Voor de conservering van de buitenkant van de roede dient een 3-laags verfsystemen gekozen te worden. De in de tabel aangegeven laagdikten moeten worden aangehouden, tenzij de fabrikant van het toe te passen verfsysteem andere laagdikten voorschrijft.

Tabel 9.1: Verflaagdikten buitenkant roede

LAAG NR.	VERFSOORT PER LAAG	LAAGDIKTE (DROOG)	BARIL COATINGS	SIGMA COATINGS	AMERON COATINGS	ZANDLEVEN COATINGS	INTERNATIONA L PAINTINGS
1	Epoxy-Zinkfosfaat	80 mm	Baropox Universal HB	Sigmacover CM Primer	Amerlock 400	Monopox ZF Universal	Intercure 200
2	Epoxy-dekverf	100 mm	Baroxpo HB Finish	Sigmacover CM Coating	Amerlock 400	Monopox HB Coating	Intergard 410
3	Poly-urethaan dekverf	60 mm	PolyDur HB Finish	Sigmadur HB finish	Amercoat 450 S	Polyfinish MU-DL	Interthane 990

Genoemde verven in Tabel 9.1 zijn slechts indicatief. Het staat de fabrikant vrij te kiezen voor equivalente alternatieven.

9.5.3. ML-coating binnenzijde roede (optioneel)

ML-coating is een corrosiewerend middel, speciaal ontwikkeld voor de bescherming van holle ruimten. ML-coating is samengesteld uit basisgrondstoffen met sterk penetrerende eigenschappen, waardoor een duurzame anti-roest behandeling van moeilijk bereikbare delen mogelijk is.

De binnenzijde van de niet-verzinkte roeden dienen met een luchtvernevelingspistool voorzien te worden van een laag ML-coating. Voor verzinkte roeden is dit optioneel om de levensduur extra te verlengen.

9.6. Toleranties

Deze toleranties gelden voor zowel TYPE A als B

Rechtheid

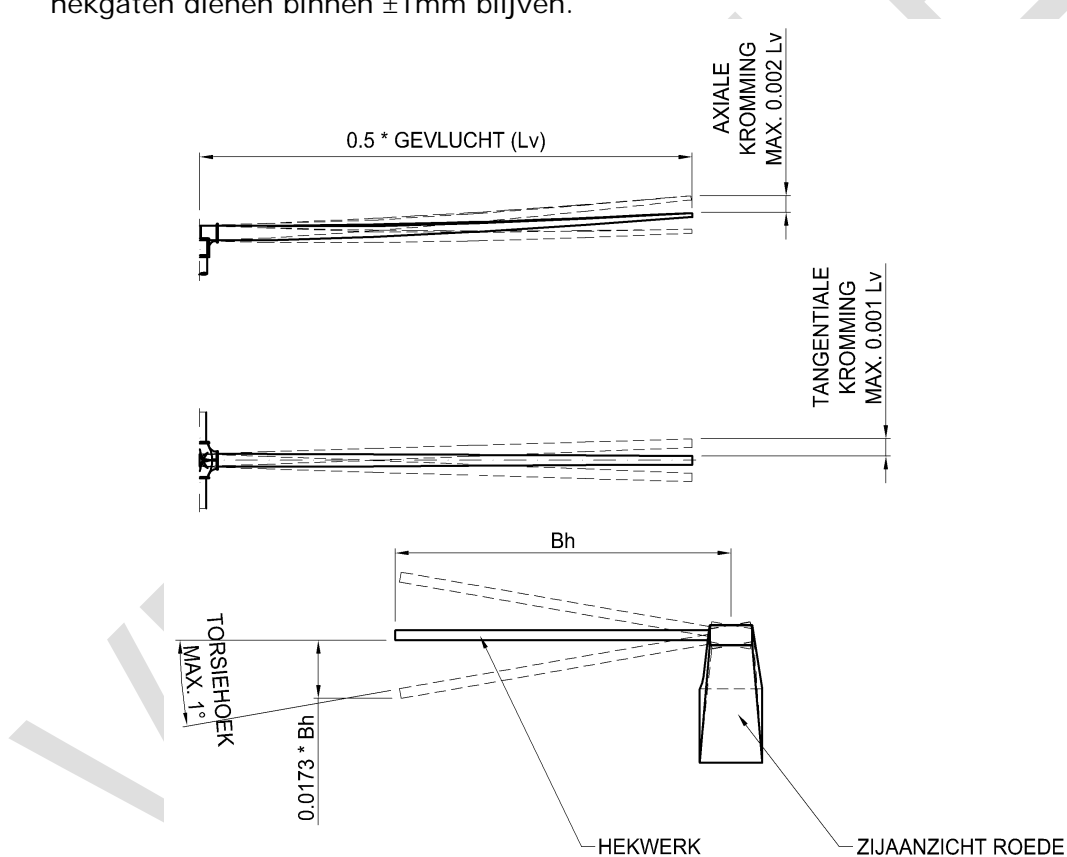
Na fabricage is een maximale kromming in axiale richting toelaatbaar van $0.002 L_v$. Voor een roede met b.v. een lengte van 22m komt dit neer op een afwijking van 44 mm. In tangentiële richting is een kromming toegestaan van $0.001 L_v$. Dit komt b.v. neer op een afwijking van 22 mm bij een vlucht van 22 m.

Torsie

De roede mag naar het einde toe niet meer getordeerd zijn dan $\pm 1^\circ$ ten opzichte van het hart. Bij een hekwerk van b.v. 1500 mm breed resulteert dit in een afwijking van 26 mm (geleidelijk van af centerlijn roede).

Positie hekgaten

Ook de positie van de hekgaten heeft direct gevolgen voor de stand van het hekwerk. De hekgaten dienen binnen $\pm 1\text{mm}$ blijven.



Figuur 9.6: Toleranties

9.7. Markering

De roeden dienen voorzien te worden met een fabricageplaatje met daarop minimaal de volgende gegevens:

- Fabrikant
- Roedenummer

9.8. Montage

9.8.1. Contactvlakken

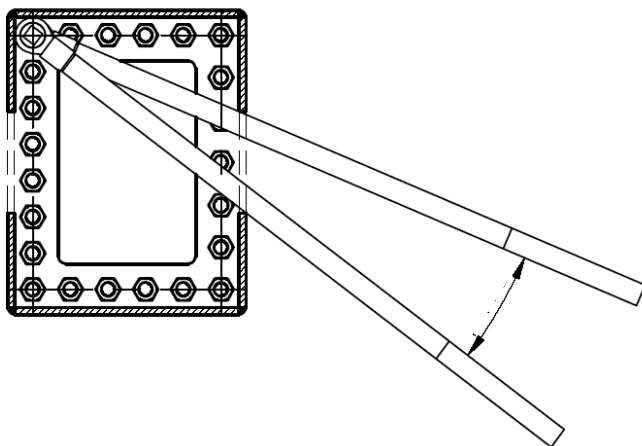
Het is aanbevelingswaardig om het aanligvlak tussen de askop en de roede (in de askop) te voorzien van een rubberen plaat (bijvoorbeeld EPDM) of een andere duurzame, flexibele plaat die het capillaire vocht kan buiten houden.

[TYPE B]

De flenzen van de flensdeling worden staal-op-staal bevestigd. Om kruip te voorkomen, en de voorspanning in de boutverbinding te behouden, wordt er geen materiaal tussen de flenzen toegepast.

9.8.2. Aanhalen bouten deling [TYPE B]

De bouten in de deling dienen kruislings te worden aangehaald. De bouten en moeren zijn bereikbaar door de montagegaten in de zijplaten. De bouten dienen van te voren te worden ingevet en te worden aangehaald met een moment volgens het schema van *Figuur 8.16*. Het aanhalen kan met zowel een traditionele momentsleutel (*zie Figuur 9.7*) als hydraulische momentsleutel geschieden (*zie Figuur 9.8*)



Figuur 9.7: Aanhalen van bouten m.b.v. traditionele momentsleutel en montagegaten



Figuur 9.8: Hydraulische momentsleutel

10. Onderhoudsblad

Bij de roede dient de fabrikant een 'Onderhoudsblad molenroeden' aan te leggen voor het molenhandboek van de eigenaar, met daarin minimaal de volgende gegevens:

- Fabrikant
- Jaartal
- Roedenummer
- Verfsysteem
- Materiaal leveringsrapport
- Meetrapportage NDO (Niet-destructief onderzoek) van de lassen
- Voorschrift samensteller
- Gebruiksaanwijzing m.b.t. onderhoud

In het onderhoudsblad dient tevens vermeld te worden dat zelfborgende onderdelen of moeren van de roede voor eenmalig gebruik geschikt zijn en na inspectie of onderhoud vervangen dienen te worden en dat de roede is vervaardigd volgens de inzichten van de Richtlijn voor het vervaardigen van stalen molenroeden, december 2011 van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

VERVALLEN

Bijlage A: Schematisch overzicht molenroede

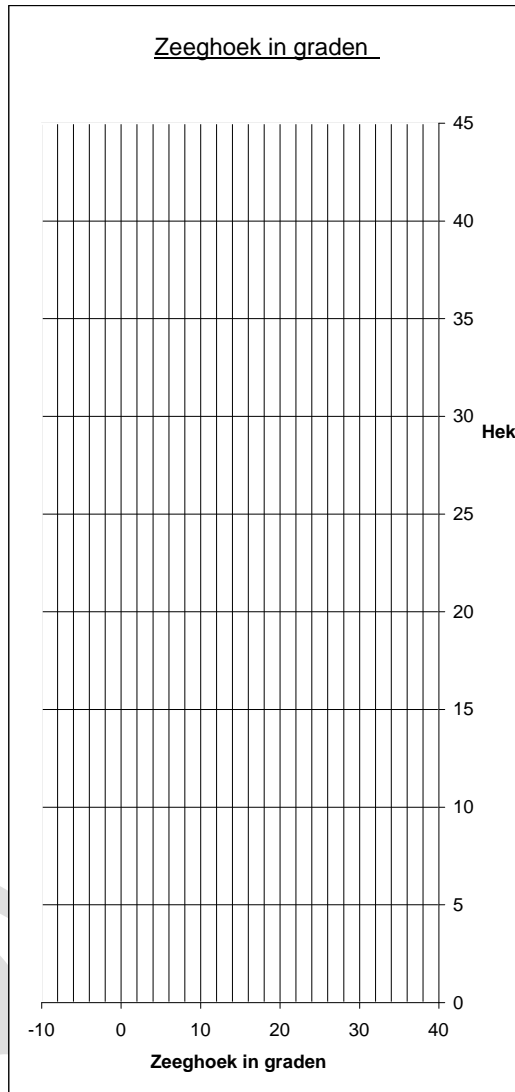
Dit document is digitaal in Excel beschikbaar.

RIJKSDIENST VOOR HET CULTUREEL ERFGOED					
Richtlijnen voor het vervaardigen van gelasten stalen molenroeden					
Schematisch overzicht van de hoofdmaten en verdere gegevens					
Verwezen wordt naar maataanduiding en details zoals vermeld in de richtlijnen					
Datum:					
Het betreft de levering van een	<input type="radio"/> BUITENROEDE <input type="radio"/> BINNENROEDE <input type="radio"/> BINNEN- EN BUITENROEDE				
Algemene gegevens molen, eigenaar/opdrachtgever, aannemer e.d.					
<u>Molen</u>		<u>Eigenaar of opdrachtgever van het herstelwerk</u>			
Naam:		Naam:			
Type:		Adres:			
Ligging (adres/polder):		Plaats:			
Plaats:		Provincie:			
Gemeente:					
Provincie:					
<u>Opdrachtgever voor de fabricage van de roede (aannemer/molenmaker)</u>		<u>Leverancier van de te maken roede:</u>			
Naam:		Naam:			
Adres:		Adres:			
Plaats:		Plaats:			
Provincie:		Provincie:			
Technische gegevens van de molen					
Inwendige maat van de ashuizen excl. wigschuinte	.....	x	..... mm
Lengte van de ashuizen	.....		mm	
Wel / geen "kaken"	.....		mm	
Toe te passen wieksysteem	.....			
Binnenroede	.....			
Buitenroede	.....			
Overige gegevens (voor roeden langer dan 22 m)					
Totale windvangbreedte	.....		mm	
Lengte tuigage	.....		mm	
Mass tuigage per end (incl. zeil)	.....		kg	
Maximale snelheid v.d. molen tijdens normaal bedrijf	.....		enden/min	
Hoofdafmetingen van de roede(n)					
Vlucht = lengte buitenroede	.....		m	
Zwaarte					
in het midden (B x H)	.....	x	..... mm
aan de toppen (b x h)	.....	x	..... mm
Plaatschema					
d1	20	mm	L1	m
d2	mm	L2	m
d3	mm	L3	m
d4	mm	L4	m
d5	mm	L5	m
d6	mm	L6	m
Hekgaten (zie details in par.7.4)					
Aantal hekgaten per end	.....			
steekafstand hekgaten	.....		mm / hekgat	
hart 1e hekgat - eind roede	.....		mm	
grootte van de hekgaten (x * y)	.....	x	..... mm
Voorzieningen aan de top					
Tapgaten bliksemafleiderinstallatie (zie par. 7.5.4)					
wel / niet aanbrengen, op voorplaat / achterplaat					
Bevestigingsmiddelen roeketting (zie par. 7.5.7)					
Op voorplaat / achterplaat					
d.m.v.	<input type="radio"/> oogbout <input type="radio"/> U-ijzer met sleuven <input type="radio"/> anders, nl.				
Klemveer onderhoektouw molenzeilen (zie par. 7.5.4)					
wel / niet aanbrengen					

Zeeg

Hekgatnr. Zeeghoek
(v.a. top) in graden

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40



Fabricage

Lastoevoegmateriaal:

Keuring door fabrikant zelf? Ja / Nee

Materiaal v.d. platen: S355J2G1W

Conserveringssysteem: *Coating laag* *Dikte (droog)* *Merk* *Type*

1	m m		
2	m m		
3	m m		

Diversen

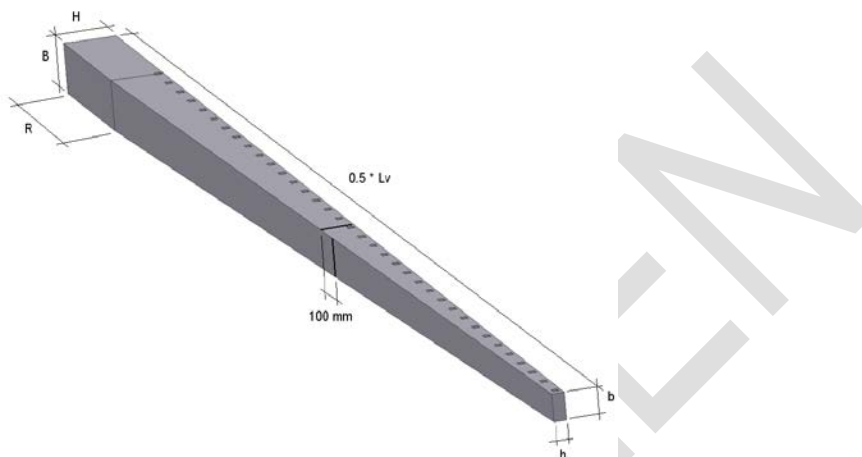
Aan te brengen diverse afwijkende voorzieningen, overeenkomstig onderstaande gegevens
Er is wel / geen schets bijgevoegd in bladen.

Indien voor een plaatindeling wordt gekozen die afwijkt van de opgave in Bijlage B
dient een controle berekening te worden gemaakt

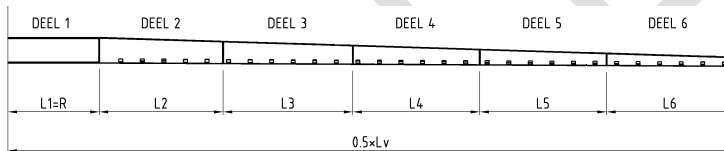
Bijlage B: Standaard middenzwaarten en uitvoervoorbeeld rekenblad

Schema plaatdikten voor vlucht van 11 t/m 29 meter

Hoofdafmetingen roede



Nummering plaatdelen



Plaatindeling voor standaard middenzwaarten

Vlucht [m]	Afmetingen				deel 1		deel 2		deel 3		deel 4		deel 5		deel 6		deel 7		deel 8		hele roe [kg]
	H [mm]	B [mm]	h [mm]	b [mm]	dikte [mm]	lengte [m]	dikte [mm]	lengte [m]	dikte [mm]	lengte [m]	dikte [mm]	lengte [m]	dikte [mm]	lengte [m]	dikte [mm]	lengte [m]	dikte [mm]	lengte [m]	dikte [mm]	lengte [m]	
11	190	150	80	150	8	1.0	4	4.5													230
12	200	160	80	160	8	1.0	4	5.0													260
13	230	180	80	160	8	1.0	4	5.5													310
14	250	190	80	160	8	1.0	4	6.0													350
15	260	200	80	170	8	1.0	6	1.0	4	5.5											410
16	280	230	80	170	8	1.0	6	1.0	4	6.0											470
17	290	250	90	180	8	1.0	6	1.0	4	6.5											530
18	300	260	90	180	8	1.0	6	1.8	4	6.2											590
19	310	260	90	180	8	1.0	6	2.7	4	5.8											650
20	320	270	90	180	10	1.0	8	1.0	6	2.4	4	5.6									780
21	320	280	90	190	10	1.0	8	1.7	6	2.8	4	5.0									870
22	330	280	90	190	12	1.0	10	1.0	8	1.6	6	2.7	4	4.7							1030
23	340	280	90	190	15	1.0	12	1.0	10	1.0	8	2.2	6	2.0	4	4.3					1250
24	350	280	90	200	15	1.5	12	1.0	10	1.0	8	2.1	6	2.1	4	4.3					1400
25	360	300	90	200	15	1.5	12	1.0	10	1.5	8	2.9	6	1.6	4	4.0					1570
26	360	320	90	200	20	1.5	12	1.6	10	2.3	8	2.5	6	1.2	4	3.9					1870
27	390	340	90	200	20	1.5	15	1.0	12	1.0	10	2.5	8	2.7	6	1.1	4	3.7			2170
28	410	360	100	200	20	1.5	15	1.0	12	1.0	10	2.5	8	2.7	6	1.4	4	3.9			2340
29	410	360	100	200	20	1.5	15	1.6	12	1.7	10	2.7	8	2.2	6	1.0	4	3.8			2550
11	220	170	80	160	8	1.0	4	4.5													260
12	250	190	80	160	8	1.0	4	5.0													310
13	270	200	80	160	8	1.0	4	5.5													350
14	290	210	80	160	8	1.0	4	6.0													390
15	300	220	80	170	8	1.0	4	6.5													430
16	300	260	80	170	8	1.0	4	7.0													480
17	310	260	90	180	8	1.0	4	7.5													520
18	310	270	90	180	8	1.0	6	1.2	4	6.8											590
19	340	290	90	180	8	1.0	6	1.3	4	7.2											660
20	360	310	90	180	8	1.0	6	1.7	4	7.3											740
21	370	320	90	190	8	1.0	6	3.2	4	6.3											840
22	380	340	90	190	8	1.0	6	3.8	4	6.2											920
23	390	340	90	190	10	1.0	8	1.3	6	3.9	4	5.3									1100
24	400	350	90	200	10	1.0	8	2.1	6	3.7	4	5.2									1220
25	410	360	90	200	12	1.0	10	1.0	8	2.9	6	2.9	4	4.7							1460
26	410	360	90	200	12	1.0	10	2.0	8	3.6	6	2.1	4	4.3							1610
27	410	360	90	200	15	1.0	12	1.8	10	2.6	8	3.1	6	1.2	4	3.8					1950
28	410	360	100	200	20	1.5	15	1.0	12	1.0	10	2.5	8	2.7	6	1.4	4	3.9			2340
29	410	360	100	200	20	1.5	15	1.6	12	1.7	10	2.7	8	2.2	6	1.0	4	3.8			2550

Opmerkingen: -Afmetingen gelden voor een halve roede
-Indien wordt afgeweken van het plaatschema dient een controleberekening te worden gemaakt

Voor afwijkende middenzwaarten dient gebruik gemaakt te worden van het 'rekenblad plaatdikte-indeling', welke beschikbaar is als Microsoft Excel bestand.

Als voorbeeld maximale middenzwaarte bij 22 m vlucht.

Plaatindeling stalen molenroeden met afwijkende middenzwaarte conform Richtlijnen 2011			
Vlucht (11...29 meter)	Lv	22 m	
Middenzwaartetype	max.	<input type="button" value="OPTIMALISEREN"/>	
Middenzwaarte	Hm		380 mm
Middenzwaarte	Bm		340 mm
Topzwaarte	ht		90 mm
Topzwaarte	bt		190 mm
As tot einde rechte koker	L1		1 m

Deel	Dikte	Lengte
deel 1	8 mm	1.0 m
deel 2	6 mm	3.8 m
deel 3	4 mm	6.2 m

Massa per roede ca. 920 kg excl. tuigage

Handleiding

(Gekleurde cellen zijn invulvelden)

1. Kies vlucht
2. Kies type. Bij min en max haalt programma zelf de waarden op.
3. Klik op button "OPTIMALISEREN"
4. Hierna verschijnt vanaf regel 22 de plaatindeling.

Dit rekenblad bevat meerdere bladen waarvan slechts het rekenblad zichtbaar is.