BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

Berekening van gieken en portaalmast van een boomkorvissersvaartuig en uitwerking enige konstruktieve details

Rapport 76-04 Projektnr. 7.9.

M.A. Bremer

To 76-04

Berekening van gieken en portaalmast
van een boomkorvissersvaartuig en
uitwerking enige konstruktieve details

Rapport 76-04 Projektnummer 7.9.

M.A. Bremer

2288788

E I N D E X A M E N O P D R A C H T

M.A.Bremer

1976 - W41-01

BEREKENING VAN GIEKEN EN PORTAALMAST VAN EEN BOOMKORVISSERSVAARTUIG

en

UITWERKING ENIGE KONSTRUKTIEVE DETAILS

Afstudeeropdracht werktuigbouwkunde HTS-Amsterdam

M.A.Bremer

maart/juni 1976

Inhoudsopgave

Hoofdstuk I

Omschrijving van de opdracht 1

Hoofdstuk II

1. DE NEDERLANDSE ZEEVISSERIJ 2
1.1. Vismethoden 2
1.2. Visserijschepen 2

2. HET BOOMKORVISTUIG 3

3. TUIGAGE BOOMKORVAARTUIGEN 3

4. HET VISSEN MET DE BOOMKOR 5

Hoofdstuk III

1. STERKTEBEREKENING VAN DE GIEK 6
1.1. Berekening van de hangerdraadkracht 6
1.2. Krachten en wringmomenten werkend op de giek 11
1.3. Buigende momenten werkend op de giek 11
1.4. Knikberekening van de giek 15

Hoofdstuk IV

1. PRAKTISCHE BEREKENING VAN DE GIEKEN 17
1.1. Berekeningsresultaten 18

Hoofdstuk V

1. STERKTEBEREKENING PORTAALMAST 21
1.1. Sterkteberekening 26

Hoofdstuk VI

1. PRAKTISCHE BEREKENING PORTAALMAST 33
1.1. Sterkteberekening 33
1.2. Vormverandering 38

Hoofdstuk VII

1. VERMOEIINGSBEREKENING 39

Hoofdstuk VIII

1. UITWERKING ENIGE KONSTRUKTIEVE DETAILS 41

Hoofdstuk IX

Nawoord 43

Samenvatting 44

Literatuurlijst 45

Bijlagen (tekeningen, foto's, grafieken, tabellen)

RAPPORT 76-04

Errata: bladzijden 12, 13 en 14

In de formules dient in plaats van $P_2E_2F_r$; M en $P_2E_3F_r$

te staan respektievelijk $\frac{E_2F_r}{P_2}$; Mcosμ en $\frac{E_3F_r}{P_2}$

Hoofdstuk I

Omschrijving van de opdracht

Ter afsluiting van de studierichting Werktuigbouwkunde aan de Hogere Technische School "Amsterdam" is in samenwerking met de afdeling Technisch Onderzoek van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek te IJmuiden een afstudeeropdracht geformuleerd.

De opdracht omvat:

- het schrijven van een computerprogramma ter berekening van de sterkte van de gieken op een boomkorvaartuig; het met behulp van dit computerprogramma bepalen van de meest gunstige bevestigingspunten van de hangerdraad aan de giek.
- het berekenen van een eenvoudige portaalmastkonstruktie van een boomkorvaartuig alsmede het uitwerken van konstruktieve details.

Deze afstudeeropdracht is een logische voortzetting van de in de periode augustus 1974 tot mei 1975 van het praktijkjaar bij de afdeling Technisch Onderzoek verrichte werkzaamheden.
De resultaten van dit stage-onderzoek zijn vastgelegd in 2 rapporten, te weten:

- Rapport 75-03 "Analyse en berekeningsmethode van de krachten in de tuigage van boomkorvaartuigen" (M.A.Bremer)
- Rapport 75-06 "Programma's voor de berekening van krachten in boomkortuigages nrs 47 en 48" (M.A.Bremer)

Laatstgenoemd rapport is een handleiding voor de in de stageperiode 1974/1975 geschreven computerprogramma's voor de HP 9810 tafelcalculator, die gebaseerd zijn op het Rapport 75-03.

Aangezien op het gebied van tuigageberekening van boomkorvaartuigen voorheen nog geen onderzoek was verricht, kunnen de thans verkregen resultaten van belang worden geacht, mede gezien de plannen van de Scheepvaartinspektie om in de nabije toekomst over te gaan tot het stellen van normen voor tuigage-onderdelen.

Hoofdstuk II

1. DE NEDERLANDSE ZEEVISSERIJ

1.1. Vismethoden

In de Nederlandse zeevisserij zijn de volgende vismethoden te onderscheiden:

a. trawlvisserij

Dit is een vismethode waarbij door één schip een trawlnet wordt gesleept. Er zijn twee trawlvisserij methoden, namelijk de grondtrawlvisserij waarbij het net over de zeebodem wordt gesleept en de pelagische of "zwevende" trawlvisserij waarbij het net op een afstand boven de zeebodem wordt gehouden.

b. spanvisserij

De spanvisserij is een methode van vissen waarbij één net door twee vaartuigen wordt gesleept. Het is een pelagische vismethode.

c. boomkorvisserij

Dit is een methode van vissen waarbij door één schip twee netten over de zeebodem worden gesleept. De netten worden horizontaal opengehouden door een stalen buis (de boom) en vertikaal door aan beide einden van de boom geplaatste stalen sleden (sloffen).

1.2. Visserijschepen

De visserij wordt uitgeoefend met kotters en trawlers. Zowel bij de trawlers als bij de kotters zijn twee typen te onderscheiden, namelijk die waarbij over de zij wordt gevist (zijtrawlers en zijkotters) en die waarbij over het achterschip wordt gevist (hektrawlers en hekkotters).

a. trawlers

De laatste jaren worden alleen hektrawlers gebouwd die de grond- en pelagische trawlvisserij uitoefenen. Voorheen werden alleen zijtrawlers gebouwd waarvan een deel nu nog de trawlvisserij uitoefent en een deel is omgebouwd voor de boomkorvisserij.

b. kotters

Zowel de hekkotters als de zijkotters hebben in het algemeen als hoofdbedrijf de boomkorvisserij, doch tevens wordt door deze groep de span- en trawlvisserij uitgeoefend.

2. HET BOOMKORVISTUIG

Zoals eerder vermeld, is de boomkorvisserij een vismethode waarbij door één schip twee netten worden gesleept. Deze netten worden in horizontale richting opengehouden door de boom en in vertikale richting door de sloffen, die ook zorgen voor het glijden over de zeebodem. De boomkor wordt gebruikt voor de visserij op platvis en garnalen. Voor de platvisvisserij worden tussen de sloffen kettingen (wekkers) aangebracht, die tot doel hebben de bodem vóór het net om te woelen. De platvis die in de bovenste zandlaag ingegraven ligt gaat dan zwemmen en kan worden gevangen.

De boom is een buisvormige konstruktie waarop aan weerszijden een slof met een buisoog is geschoven. De konstruktie van de sloffen is zodanig, dat zij slechts over de einden van de boom komen. Dit wordt bereikt doordat het buisoog aan de buitenzijde dicht is (bijlage fig.1). De boom bestaat meestal uit drie delen, waarbij het middendeel nauwsluitend om de twee andere delen past; dit om een grotere sterkte tegen buiging te krijgen.

Op de sloffen zijn ogen aangebracht waaraan de spruit, de boven- en onderpees van het net en de wekkers worden bevestigd (bijlage fig.2). Aan de spruit wordt de vislijn vastgezet.

3. TUIGAGE BOOMKORVAARTUIGEN

Om de vistuigen buitenboord te zetten en na beëindiging van de visserij weer scheep te zetten zijn de boomkorschepen uitgerust met gieken, die te vergelijken zijn met laadbomen op een koopvaardijschip. Naast de funktie van hijsgerei hebben de gieken, die tijdens het vissen horizontaal staan, tot doel de vislijnen op vaste afstand van het schip te houden waardoor de vistuigen ook op vaste afstand van elkaar blijven. De vislijn is bevestigd op een trommel van de lier en loopt vanaf de lier over enkele schijven op het schip via het visblok in de top van de giek naar het vistuig. De gieken, die scharnierend aan de mast zijn bevestigd, worden op en neer bewogen door een takeldraad die door een paar blokken aan de mast en de giek loopt. Eén part van de takeldraad is vast bevestigd aan de mast of aan de giek, terwijl het andere part op een trommel van de lier zit (bijlage fig.3). Voorts wordt de stand van de giek gefixeerd door een voor- en een achtertui, die op de top van de giek en respektievelijk op het voor- en achterschip zijn bevestigd.

De giek kan op verschillende wijzen worden uitgevoerd, namelijk:
a. enkelvoudige stalen pijp (bijlage fig.4)
b. stalen pijp met verstevigd middendeel door een nauwsluitende tweede pijp, die de eerste omsluit en daarop is vastgelast (bijlage fig.5)
c. stalen pijp met opgelaste strippen ter versteviging (bijlage fig.6)
d. als zogenaamde A-giek; een A-vormige buiskonstruktie (bijlage fig.7)

De A-giek heeft geen tuien nodig, omdat deze konstruktie alleen dwarsscheeps kan scharnieren. De andere gieken zijn in twee richtingen scharnierend bevestigd, in vertikale richting door middel van een scharnier en in horizontale richting door middel van een zogenaamde lummel. De onder b, c en d genoemde gieken komen in de praktijk niet veel voor en zullen daarom in latere beschouwingen niet worden opgenomen.

De boomkorvisserij levert gevaar op wanneer één van de tuigen vastloopt. Dit veroorzaakt hoge piekbelastingen -- tot het 7 à 10 voudige van de belasting tijdens het vissen -- in de tuigage-onderdelen en een dwarsscheepskoppel (vertikale komponent vislijnkracht) x (afstand top giek tot hart schip) waardoor het schip slagzij krijgt. Vooral wanneer na het vastlopen geprobeerd wordt het tuig over de top van de giek los te trekken kan het schip door dit koppel een zodanige slagzij krijgen, dat het kapseist.
In het verleden zijn nogal wat kleinere schepen op deze manier vergaan. Om het kenterend koppel te verlagen moet de arm, waarover wordt getrokken, worden verkleind. Om dit te bereiken moet het trekpunt van de top van de giek worden verplaatst naar een punt in de zij van het schip, hetgeen wordt gerealiseerd door verschillende veiligheidssystemen.

a. Het sliphaaksysteem (bijlage fig.8). Hierbij is de giek voorzien van een sliphaak waaraan een staaldraad is bevestigd, die over een uithouder in de top van de giek loopt en het visblok op zijn plaats houdt (bijlage fig.9). Gooit men nu de sliphaak los, dan valt het visblok omlaag en wordt het trekpunt verplaatst naar een punt op het schip. Door aan de staaldraad een dunne lijn -- de zogenaamde thuishaler -- te bevestigen, kan als het tuig los is het visblok weer in de top van de giek worden gebracht.
b. Het systeem van twee ekstra trommels op de vislier waarop de staaldraad zit die het blok op zijn plaats houdt in plaats van de sliphaken.

c. Het veiligheidssysteem "Van Damme" (bijlage fig.10). Bij dit systeem wordt het visblok op zijn plaats gehouden door de hangerdraad. Viert men de hangerdraad dan komt op een gegeven ogenblik de giek in een vaste draad te hangen. Bij verder doorvieren zakt het hangerblok langs de hangerdraad en wordt het gevaar opgeheven.

De kotters die de laatste jaren zijn gebouwd, zijn alle voorzien van een portaalmast (bijlage fig.3). Op de hekkotters, waar de portaalmast achter de brug staat (bijlage fig.11), en op die zijkotters waar de portaalmast bij de bak staat (bijlage fig.12), moeten de gieken voorzien zijn van een inrichting waarbij het visblok uit de top van de giek kan worden gevierd. Op kotters met de protaalmast direkt vóór de brug (bijlage fig.13) hoeven de gieken niet voorzien te zijn van een veiligheidsinrichting; op deze schepen kan de top van de giek door het vieren van de achtertui naar voren worden gebracht, waardoor over een punt op het voorschip kan worden getrokken.

4. HET VISSEN MET DE BOOMKOR

Na het verlaten van de haven worden de gieken gestreken tot ze een hoek van 30 à 40° met het horizontale vlak maken. Zijn de visgronden bereikt, dan wordt de snelheid teruggenomen en worden de vistuigen overboord gezet en de gieken gestreken tot ze horizontaal staan. Tegelijkertijd worden de vislijnen gevierd tot de gewenste lengte is bereikt (afhankelijk van de waterdiepte en de bodemgesteldheid). Tijdens het vieren wordt de snelheid weer opgevoerd tot een scheepssnelheid van ongeveer 5 à 7 mijl per uur. Deze snelheid wordt gedurende de trek (periode tussen uitzetten en halen) gehandhaafd. Een trek duurt, afhankelijk van bodemgesteldheid en vangst 1 à 2 uur. (bijlage fig.14). Bij het halen wordt eerst de snelheid van het schip verminderd; direkt hierna wordt gelijktijdig begonnen met het toppen van de gieken en het inhalen van de vislijnen. Na een aantal seconden wordt het toppen gestopt en worden de vislijnen ingehaald tot de spruit tegen de schijf van het visblok in de giek zit. Vervolgens worden de gieken zover getopt, dat men bij de naar het schip gekeerde sloffen van de tuigen kan om het kuiltouw te pakken. Hierna kan de kuil aan boord worden gehesen en de vangst aan dek worden gestort.

Hoofdstuk III

1. STERKTEBEREKENING VAN DE GIEK

Allereerst dienen referentievlakken te worden vastgesteld, die altijd kunnen worden teruggevonden in tekeningen en in de praktijk.
Als vlakken werden gekozen:

a. een horizontaal vlak door de konstruktie waterlijn van het schip, in het vervolg aan te duiden met wl.vlak.
(n.b. de konstruktie waterlijn is de theoretische waterlijn waarvan de bouwer van het schip uit gaat).

b. een vertikaal vlak loodrecht op het waterlijnvlak gaande door de hartlijn van het schip, hierna aangeduid met hl.vlak.

c. een vertikaal vlak loodrecht op beide voorgaande vlakken gaande door het hart van beide lummels, voortaan te noemen lm.vlak.

Bij de volgende berekeningen wordt aangenomen, dat
- de diverse staaldraden geen rek hebben,
- de hangerblokken en de staaldraden massa-loos zijn.

1.1. Berekening van de hangerdraadkracht

De portaalmast komt voor in vele uitvoeringen, maar in het algemeen kan worden gesteld, dat het hart van de lummelpot ongeveer recht onder de ophangpunten van de hangerdraadblokken aan de mast ligt. De hangerdraad kan op vele manieren worden ingeschoren. Enige veel voorkomende optuigingen zijn:

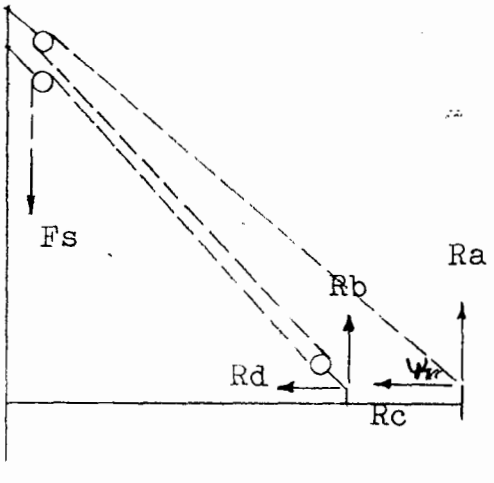


fig.1

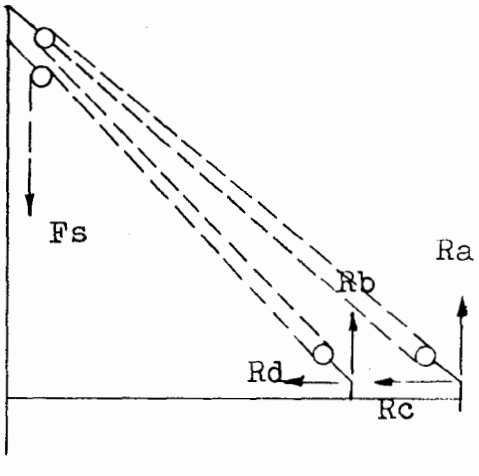


fig.2

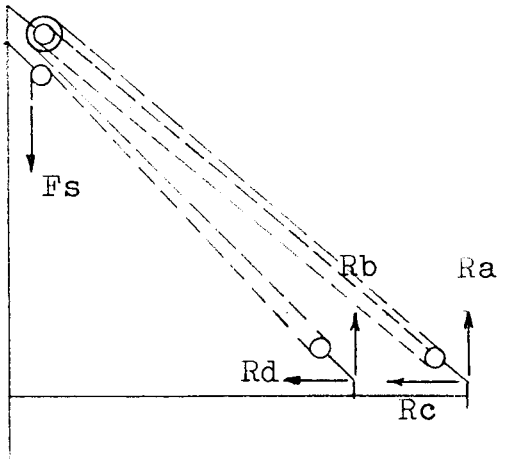


fig.3

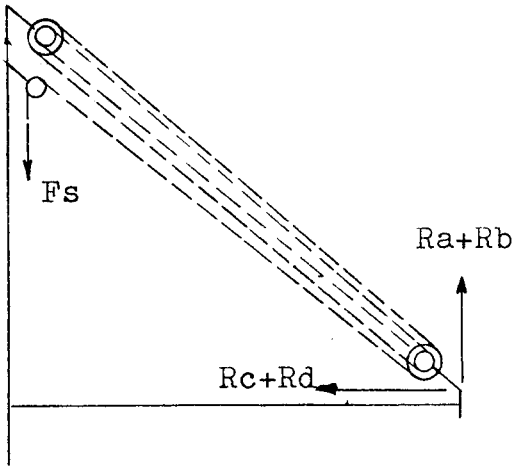


fig.4

In fig.1 is Ra = 1 Fs sinψ1 en Rc = 1 Fs cosψ1
In fig.2 is Ra = 2 Fs sinψ1 en Rc = 2 Fs cosψ1
In fig.3 is Ra = 3 Fs sinψ1 en Rc = 3 Fs cosψ1
In fig.4 is Ra = 3 Fs sinψ1 en Rc = 3 Fs cosψ1
In het algemeen: $Ra=P_1$ Fs sinψ1 en $Rc=P_1$ Fs cosψ1

In de praktijk komt het voor, dat de giek tijdens het vissen niet horizontaal staat doch onder een kleine hoek naar boven (+) of naar beneden (-).

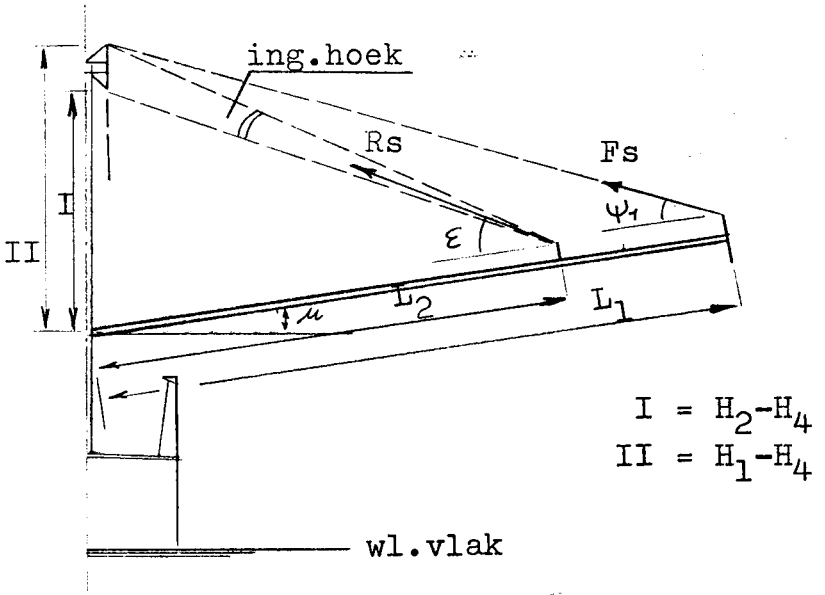


fig.5

$\psi_1 = \mu + \text{arctg}(H_1 - H_4 - E_4 - L_1 \sin\mu / L_1 \cos\mu)$

De ingesloten hoek = $\text{arctg}(H_1 - H_4 - E_1 - L_2 \sin\mu / L_2 \cos\mu) - \text{arctg}(H_2 - H_4 - E_1 - L_2 \sin\mu / L_2 \cos\mu)$

De hoek tussen Rs en de horizontaal =
$\varepsilon = \mu + \text{arctg}(H_2 - H_4 - E_1 - L_2 \sin\mu / L_2 \cos\mu) + \frac{1}{2}(\text{ing.hoek})$

Uit de cosinusregel volgt:
$Rs = \sqrt{2 + 2\cos(\text{ing.hoek})}$ $Fs = N_2 Fs$

$Rb = N_2 Fs \sin\varepsilon$

$Rd = N_2 Fs \cos\varepsilon$

Bovenaanzicht

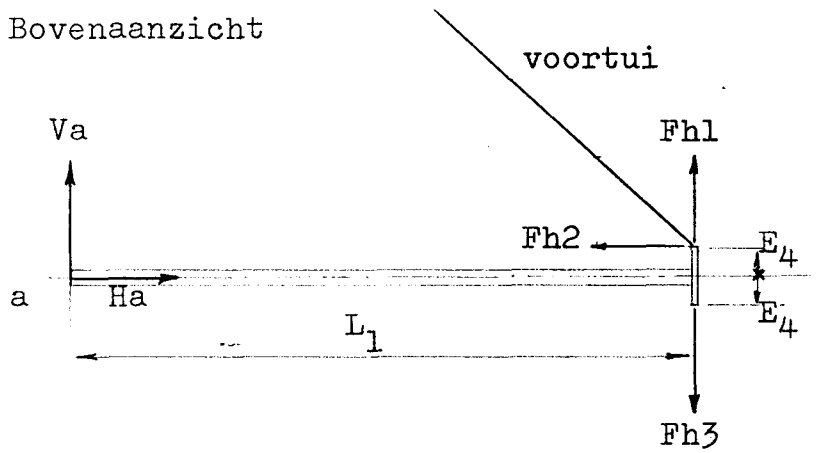


fig.6

In het horizontale vlak kunnen de gieken onder een hoek naar achteren (+) of naar voren (-) staan.

Fh1 en Fh2 zijn ontbondenen van de voortuikracht en Fh3 is een komponent van de door het visblok op de giek uitgeoefende kracht. Deze krachten worden met behulp van een tijdens het stagejaar 1974/1975 geschreven computerprogramma (nr 47 voor de HP 9810 calculator) berekend.

Voor de situatie in fig.6 geldt het volgende evenwicht:

$Va = Fh3 - Fh1$

$Ha = Fh2$

$-Fh2\ E_4 - Fh1\ L_1 + Fh3\ L_1 = 0$

Zijaanzicht

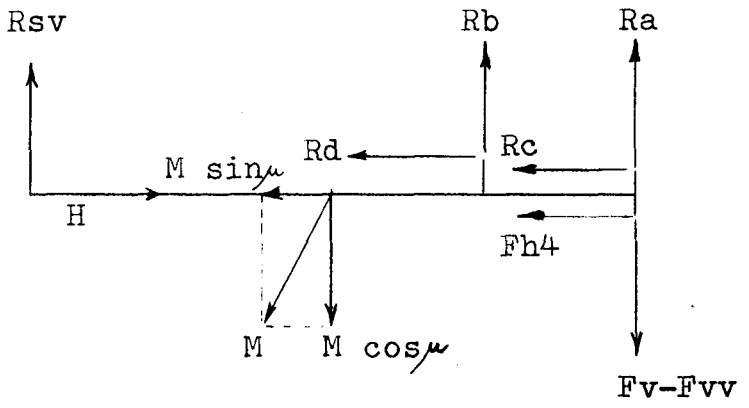


fig.7

Gesteld wordt, dat het zwaartepunt van de giek op het midden ligt, hetgeen niet geheel juist is.
Fh4 en Fv zijn komponenten van de door het visblok op de giek uitgeoefende kracht en Fvv is een komponent van de voortuikracht. Deze krachten worden eveneens met vorengenoemd computerprogramma berekend.

$Rsv = Fv - Fvv - Ra - Rb + M \cos\mu$

$H = Rc + Rd + Fh4 + M \sin\mu$

$(Fvv-Fv+Ra)\ L_1+Rb\ L_2-(M\ L_1\cos\mu/2)+(Rc-Fh4)\ E_4+Rd\ E_1 = 0$

De laatste formule kan na invulling van Ra, Rb, Rc, en Rd geschreven worden als:

$$Fhanger=Fs=\frac{(Fv-Fvv+(M\cos\mu/2))\ L_1+Fh4\ E_4}{P_1\ L_1\ \sin\psi 1+N_2\ L_2\ \sin\varepsilon+P_1\ E_4\ \cos\psi 1+N_2\ E_1\ \cos\varepsilon}$$

Voor gieken met een sliphaak en uithouder wordt deze formule met twee termen uitgebreid.
De sliphaak wordt meestal onder of bovenop de giek bevestigd (gezien in het vertikale vlak; fig.8).
De sliphaakdraad kan op verschillende manieren zijn ingeschoren tussen de uithouder in de top van de giek en het visblok.

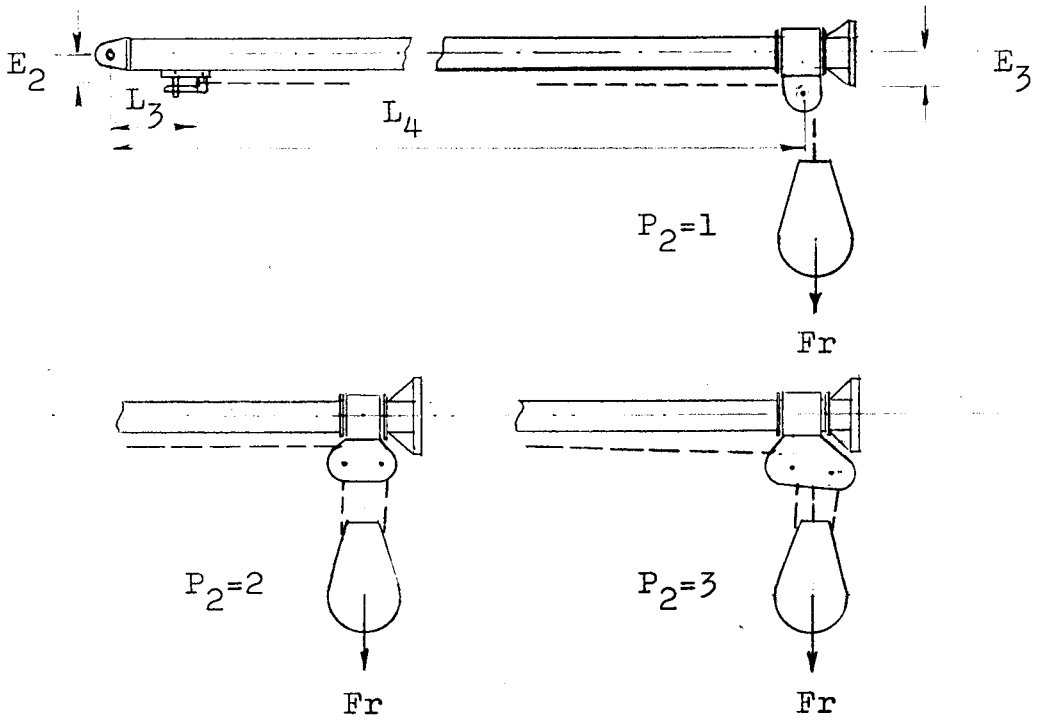


fig.8

Fr is de kracht die door de vislijn op het visblok en door het visblok op de sliphaakdraad wordt uitgeoefend.

De kracht in de sliphaakdraad geeft een moment op de giek, namelijk:
- uithouder aan dezelfde kant als de sliphaak
  $(Fr\ E_2/P_2) - (Fr\ E_3/P_2)$
- sliphaak bovenop de giek
  $(-Fr\ E_2/P_2) - (Fr\ E_3/P_2)$

Het krachtenevenwicht verandert niet, daar de sliphaakdraadkrachten, die op de sliphaak en uithouder werken, gelijk en tegengesteld zijn.

De formule voor de hangerdraadkracht wordt nu:

$$Fs = \frac{(-Fvv+(M\ \cos\mu/2))L_1+Fh4\ E_3+Fv\ L_4+(Fr\ E_3/P_2)\pm(Fr\ E_2/P_2)}{P_1\ L_1\ \sin\psi 1+N_2\ L_2\ \sin\varepsilon+P_1\ E_4\ \cos\psi 1+N_2\ E_1\ \cos\varepsilon}$$

1.2. Krachten en wringmomenten werkend op de giek

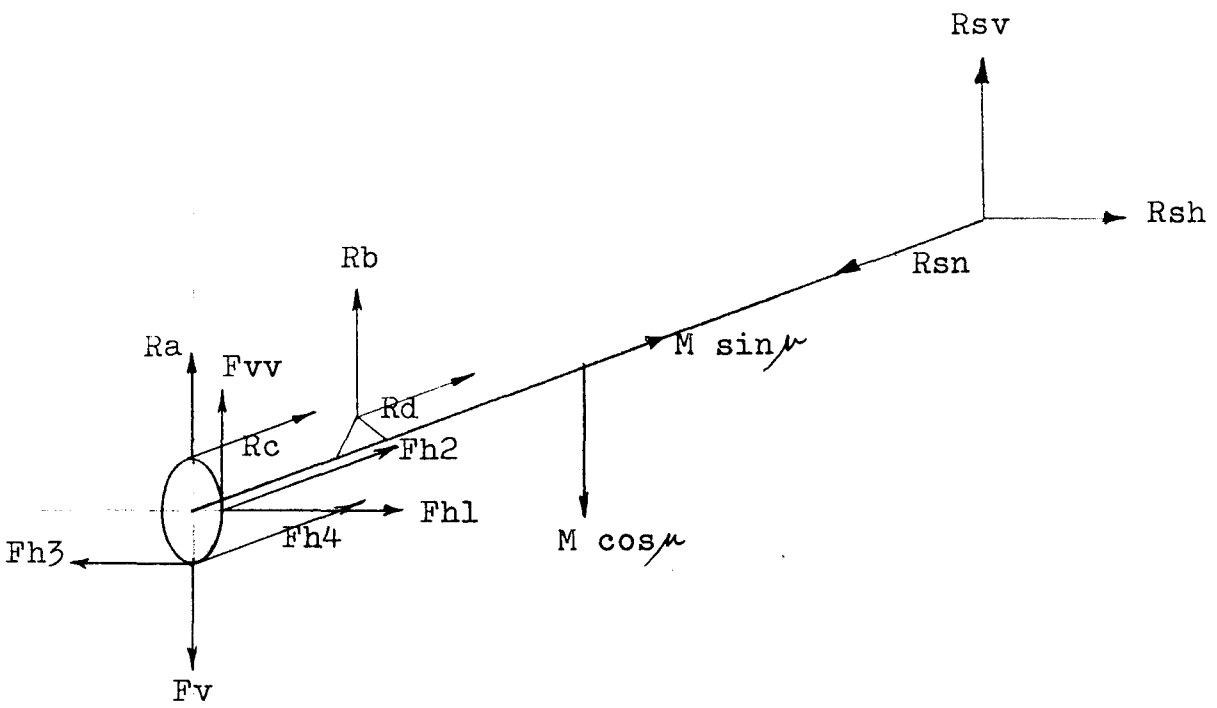


fig.9

Rsv = -Ra-Rb-Fvv+Fv+M cosμ (vertikaal op giek)
Rsh = Fh3-Fh1 (horizontaal loodrecht op giek)
Rsn = Rc+Rd+Fh2+Fh4+M sinμ (horizontaal in giek)
Mw = Fh3 E_3-Fvv E_4 (wringmoment)

1.3. Buigende momenten werkend op de giek

Omdat het de bedoeling is de gunstigste bevestigingspunten van de hangerdraad aan de giek te bepalen, moeten de plaatsen van de bevestigingspunten variabel worden gesteld. Dit wil zeggen, dat L_1 en L_2 variabel moeten zijn. Het is echter wel duidelijk, dat altijd tenminste één part van de hangerdraad op de top van de giek zal worden bevestigd.

Door nu L_1=Lgiek en L_2=variabel alsmede L_2=Lgiek en L_1= variabel te stellen, kunnen alle voorkomende optuigingen van de hangerdraad worden berekend.
De bevestigingspunten op de giek zullen altijd liggen tussen de top van de giek en een lengte, uit de lummel gemeten, die gelijk is aan de afstand lummelpot tot hoogste bevestigingspunt hangerdraadblok aan de mast. Zou het bevestigingspunt op de giek lager liggen, dan kan de giek niet meer worden getopt.

a. giek met sliphaak: L_1=Lgiek en L_2=variabel

$L_2=L_1$

Mbv=Rsv x	$0 \leqslant x < L_3$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr	$L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_1$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr+M(x-$\frac{1}{2}L_1$)	$\frac{1}{2}L_1 \leqslant x < L_4$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr+M(x-$\frac{1}{2}L_1$)-P_2 E_3 Fr	$L_4 \leqslant x < L_1$

$L_4 < L_2 < L_1$

Mbv=Rsv x	$0 \leqslant x < L_3$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr	$L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_1$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr+M(x-$\frac{1}{2}L_1$)	$\frac{1}{2}L_1 \leqslant x < L_4$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr+M(x-$\frac{1}{2}L_1$)-P_2 E_3 Fr	$L_4 \leqslant x < L_2$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr+M(x-$\frac{1}{2}L_1$)-P_2 E_3 Fr +Rd E_1-Rb(x-L_2)	$L_2 \leqslant x < L_1$

$L_2=L_4$

Mbv=Rsv x	$0 \leqslant x < L_3$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr	$L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_1$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr+M(x-$\frac{1}{2}L_1$)	$\frac{1}{2}L_1 \leqslant x < L_4$
=Rsv x $\pm P_2$ E_2 Fr+M(x-$\frac{1}{2}L_1$)-P_2 E_3 Fr +Rd E_1-Rb(x-L_2)	$L_4 \leqslant x < L_1$

$\frac{1}{2}L_1 < L_2 < L_4$

$Mbv = Rsv\ x$ $\qquad 0 \leqslant x < L_3$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr$ $\qquad L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_1$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_1)$ $\qquad \frac{1}{2}L_1 \leqslant x < L_2$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_1) + Rd\ E_1 - Rb(x-L_2)$ $\qquad L_2 \leqslant x < L_4$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_1) - P_2\ E_3\ Fr + Rd\ E_1 - Rb(x-L2)$ $\qquad L_4 \leqslant x < L_1$

b. <u>giek met sliphaak</u>: L_2=Lgiek en L_1=variabel

$L_1 = L_2$

$Mbv = Rsv\ x$ $\qquad 0 \leqslant x < L_3$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr$ $\qquad L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_2$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2)$ $\qquad \frac{1}{2}L_2 \leqslant x < L_4$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2) - P_2\ E_3\ Fr$ $\qquad L_4 \leqslant x < L_2$

$L_4 < L_1 < L_2$

$Mbv = Rsv\ x$ $\qquad 0 \leqslant x < L_3$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr$ $\qquad L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_2$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2)$ $\qquad \frac{1}{2}L_2 \leqslant x < L_4$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2) - P_2\ E_3\ Fr$ $\qquad L_4 \leqslant x < L_1$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2) - P_2\ E_3\ Fr + Rc\ E_4 - Ra(x-L_1)$ $\qquad L_1 \leqslant x < L_2$

$L_1 = L_4$

$Mbv = Rsv\ x$ $\qquad 0 \leqslant x < L_3$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr$ $\qquad L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_2$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2)$ $\qquad \frac{1}{2}L_2 \leqslant x < L_4$

$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2) - P_2\ E_3\ Fr + Rc\ E_4 - Ra(x-L_1)$ $\qquad L_4 \leqslant x < L_2$

$\frac{1}{2}L_2 < L_1 < L_4$

$Mbv = Rsv\ x$	$0 \leqslant x < L_3$
$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr$	$L_3 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_2$
$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2)$	$\frac{1}{2}L_2 \leqslant x < L_1$
$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2) + Rc\ E_4 - Ra(x-L_1)$	$L_1 \leqslant x < L_4$
$= Rsv\ x \pm P_2\ E_2\ Fr + M(x-\frac{1}{2}L_2) - P_2\ E_3\ Fr + Rc\ E_4 - Ra(x-L_1)$	$L_4 \leqslant x < L_2$

c. giek zonder sliphaak: $L_1 = Lgiek$ en $L_2 = variabel$

$Mbv = Rsv\ x$	$0 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_1$
$= Rsv\ x + M(x-\frac{1}{2}L_1)$	$\frac{1}{2}L_1 \leqslant x < L_2$
$= Rsv\ x + M(x-\frac{1}{2}L_1) + Rd\ E_1 - Rb(x-L_2)$	$L_2 \leqslant x < L_1$

d. giek zonder sliphaak: $L_2 = Lgiek$ en $L_1 = variabel$

$Mbv = Rsv\ x$	$0 \leqslant x \leqslant \frac{1}{2}L_2$
$= Rsv\ x + M(x-\frac{1}{2}L_2)$	$\frac{1}{2}L_2 \leqslant x < L_1$
$= Rsv\ x + M(x-\frac{1}{2}L_2) + Rc\ E_4 - Ra(x-L_1)$	$L_1 \leqslant x < L_2$

In het horizontale vlak van de giek geldt voor alle gieken zowel met als zonder sliphaak:

$L_1 = Lgiek$ en $L_2 = variabel$

$Mbh = Rsh\ x$	$0 \leqslant x < L_1$

voor $x = L_1$ is $Mbh = 0$

$L_2 = Lgiek$ en $L_1 = variabel$

$Mbh = Rsh\ x$	$0 \leqslant x < L_2$

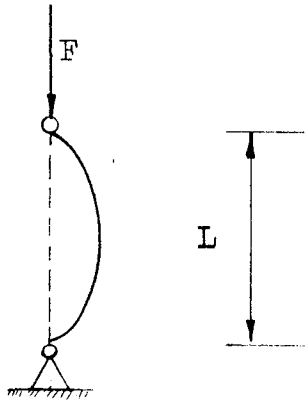
voor $x = L_2$ is $Mbh = 0$

1.4. Knikberekening van de giek

De giek wordt belast op druk en buiging. De drukkracht is bekend uit voorgaande berekeningen. Met behulp van onderstaande formule kan de ideële momentenlijn worden bepaald.

$$Mi=\sqrt{(Mbv)^2+(Mbh)^2+3(Mw)^2/4} \qquad \text{(Huber-Hencky)}$$

De giek kan als het volgende knik-geval worden beschouwd.



knik-lengte Lc=Lgiek

fig.10

De slankheid λ van de in de boomkorvisserij voorkomende gieken ligt tussen 110 en 131, dus $\lambda > 100{,}86$, d.w.z. in het elastische knik-gebied waarin de formule van Euler geldig is.

De knik-spanning is te berekenen met de formule:

$$\sigma ber=(Rsn/A)+(Mi\ max/W) \leqslant \overline{\sigma} ber$$

waarin:

Mi max=maximale ideële moment in kgfcm

Rsn =drukkracht in het hart van de giek in kgf

A =oppervlakte van het pijpmateriaal in cm^2

W =weerstandsmoment in cm^3

De berekende toelaatbare knik-spanning in het elastische gebied is:

$\bar{\sigma}ber \leqslant \pi^2 EI/n\ Lc^2\ A$

waarin:

E =de elasticiteitsmodulus in kgf/cm^2

I =het lineaire traagheidsmoment in cm^4

Lc=de knik-lengte; voor een giek is Lc=Lgiek in cm

n =veiligheidscoëfficiënt

A =oppervlakte van het pijpmateriaal in cm^2

Bij een bepaalde vislijnkracht is nu de knik-veiligheids-coëfficiënt te berekenen.

$$n \leqslant \frac{\frac{\pi^2 EI}{Lc^2\ A}}{\frac{Rsn}{A} + \frac{Mi\ max}{W}}$$

Hoofdstuk IV

1. PRAKTISCHE BEREKENING VAN DE GIEKEN

Uitgaande van de berekeningsmethode in het vorige hoofdstuk zijn twee computerprogramma's geschreven, te weten:

- een programma waarvoor geldt L_1=Lgiek en L_2=variabel
- een programma waarvoor geldt L_2=Lgiek en L_1=variabel

Met deze programma's kan bij een bepaalde waarde van L_1 en L_2 de knik-veiligheidscoëfficiënt van de giek worden berekend bij toenemende grootte van de kracht in de vislijn. Deze kracht wordt zover opgevoerd, dat de knik-veiligheidscoëfficiënt kleiner dan één wordt, waarna het variabele bevestigingspunt van de hangerdraad 50 cm wordt verschoven. De berekening begint dan weer opnieuw. Op deze manier is het mogelijk voor een bepaalde optuiging de beste plaats van het ophangpunt te bepalen.

In de praktijk komt de zijkotter het meest voor; op deze schepen staat de portaalmast bij de bak of bij de brug. De portaalmast bij de bak is over het algemeen hoger dan een portaalmast die voor de brug staat. Op de portaalmast bij de bak wordt namelijk een lichtmastje geplaatst waaraan de navigatie-lichten zijn bevestigd; deze lichten moeten op voorgeschreven hoogte boven de waterlijn worden aangebracht.
De gieken zijn in de praktijk 10 tot 12 mtr lang en worden vervaardigd uit naadloos stalen pijp waarbij diameter en wanddikte afhankelijk zijn van het geïnstalleerde voortstuwingsvermogen van de kotter.

Om een praktische berekening te kunnen uitvoeren is een willekeurige zijkotter gekozen van een type -- qua afmetingen en motorvermogen -- dat de afgelopen jaren veel is gebouwd. Voor de berekeningen zijn twee hoofdgevallen te onderscheiden, namelijk portaal bij de bak en portaal bij de brug. Deze twee gevallen zijn op te splitsen in diverse berekeningen, te weten:

- voor portaal bij de bak, verschillende optuigingen van sliphaakdraad en hangerdraad, en
- voor portaal bij de brug, verschillende optuigingen van de hangerdraad.

Bij beide berekeningen zijn de aangrijpingspunten van de voortui en de vislijn op het schip alsmede de lengte van de gieken gelijk gehouden. Op deze manier is het mogelijk beide situaties te vergelijken met betrekking tot het bepalen van de gunstigste plaats van de portaalmast.

De berekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van een algemeen plantekening van een zijkotter met de volgende hoofdafmetingen:

lengte over alles	:	35,00 mtr
breedte	:	7,50 mtr
holte	:	4,20 mtr
hoofdmotorvermogen	:	1400 pk

Het schip is voorzien van een schroef in straalbuis.* De gieken zijn 10,50 mtr lang en vervaardigd uit naadloos stalen pijp Ø 273 x 15 mm; dit is een gebruikelijke diameter en wanddikte voor voortstuwingsvermogens van 1200 tot en met circa 1600 pk.

Met behulp van het reeds eerder genoemde computerprogramma nr 47 en de nieuw geschreven programma's zijn 6 tuigingsmanieren van de hangerdraad en 2 verschillende tuigingsgevallen van de sliphaakdraad doorgerekend. In totaal zijn dit 18 berekeningen, namelijk 6 voor portaal bij de brug en 12 voor portaal bij de bak.
Een kotter van 1400 pk met schroef in straalbuis heeft bij vissende snelheid (± 5 mijl per uur) een stuwkracht van ± 14 tonf; de horizontale komponent van de vislijnkracht in één vislijn is dan ± 7 tonf. De kracht in de vislijn is afhankelijk van de uitgevierde lijnlengte en de waterdiepte. Een veel voorkomende verhouding waterdiepte : uitgevierde vislijn = 1 : 3 à 3,5. In de berekening is gewerkt met een verhouding van ongeveer 1 : 3, d.w.z. een vislijnkracht van ongeveer 7,5 tonf als startwaarde in de programma's.

1.1. Berekeningsresultaten

Slechts de gunstigste optuigingen van de gieken zijn hieronder vermeld; een volledige overzicht van de uitkomsten van de berekeningen is terug te vinden in de bijlage.
Als eerste kriterium voor het bepalen van de gunstigste optuiging is, wat betreft de afstanden van de bevestigingspunten op de giek, gesteld dat de giek een zo hoog mogelijke kracht in de vislijn moet kunnen weerstaan. Als tweede kriterium is gesteld, dat de giek bij het vissen (d.w.z. vislijnkracht = 7,5 tonf) een zo hoog mogelijke knik-veiligheidscoëfficiënt moet hebben.

* een straalbuis is een korte tapse pijp om de schroef die een stuwkracht verhogend effekt heeft.

a. portaalmast bij de bak (zie bijlage fig.15)

ber. geval nr.	hanger-draad aantal parten op L_1	slip-haak-draad parten	L_1 (mtr)	L_2 (mtr)	knik-veil. coëff. bij vissen	knik tussen Fvis-lijn (tonf)
1	1	1	8,00	10,50	2,3	20 en 25
2	2	1	9,50	10,50	2,0	20 en 25
3	3	1	10,00	10,50	1,9	20 en 25
4	1	2	10,50	10,50	2,1	25 en 30
5	2	2	10,50	10,50	2,1	25 en 30
6	3	2	10,50	10,50	2,1	25 en 30
7	1	1	10,50	10,00	1,9	20 en 25
8	2	1	10,50	9,50	2,0	20 en 25
9	3	1	10,50	9,00	2,1	20 en 25
10	1	2	10,50	10,50	2,1	25 en 30
11	2	2	10,50	10,50	2,1	25 en 30
12	3	2	10,50	10,50	2,1	25 en 30

Op plaats L_2 is het aantal parten van de hangerdraad altijd twee.
De berekeningsgevallen 4, 5, 6, 10, 11 en 12 zijn wat betreft verloop van de knik-veiligheidscoëfficiënt gelijk. Het verloop van alle knik-veiligheidscoëfficiënten bij de diverse gevallen is uitgezet in fig.16 van de bijlage.
Uit bovenstaande tabel blijkt, dat het meervoudig inscheren van de sliphaakdraad gunstiger is, namelijk de momenten op de giek worden kleiner.

b. portaalmast bij de brug (zie bijlage fig.17)

ber. geval nr.	hangerdraad aantal parten op L_1	L_1 (mtr)	L_2 (mtr)	knik-veil. coëff. bij vissen	knik tussen Fvislijn (tonf)
1	1	10,50	10,50	2,9	85 en 90
2	2	10,50	10,50	2,9	85 en 90
3	3	10,50	10,50	2,9	85 en 90
4	1	10,50	10,50	2,9	85 en 90
5	2	10,50	10,50	2,9	85 en 90
6	3	10,50	10,50	2,9	85 en 90

Op plaats L_2 is het aantal parten van de hangerdraad altijd twee.
In alle zes berekeningsgevallen is $L_1=L_2=10,50$ mtr, d.w.z. alle parten van de hangerdraad op de top van de giek, de beste optuiging voor schepen met de portaalmast bij de brug.
Deze zes berekeningsgevallen zijn wat betreft verloop van de knik-veiligheidscoëfficiënt gelijk (zie voor verloop fig.18 van de bijlage).

In vorenstaande tabellen is te zien, dat plaatsing van de portaalmast bij de brug veel gunstiger is voor de gieken dan plaatsing bij de bak. Ten eerste door de afwezigheid van een sliphaak en uithouder; ten tweede, omdat de voortui en het deel van de vislijn tussen visblok top giek en blok op het schip een veel gunstiger stand hebben ten opzichte van het berekeningsgeval portaal bij de bak.

Resumerend kan het volgende worden gesteld:
1. plaatsing van de portaal bij de brug is gunstiger dan plaatsing bij de bak; en
2. bevestiging van alle parten van de hangerdraad op de top van de giek -- ongeacht het aantal parten -- is de gunstigste optuiging.

Hoofdstuk V

1. STERKTEBEREKENING PORTAALMAST

De berekening van de portaalmast wordt opgesteld voor de vissende situatie. Zoals reeds eerder vermeld, kunnen de gieken onder een hoek staan in een horizontaal en in een vertikaal vlak. De krachten die door de giek op de mast worden uitgeoefend moeten eerst worden ontbonden.

vertikale vlak

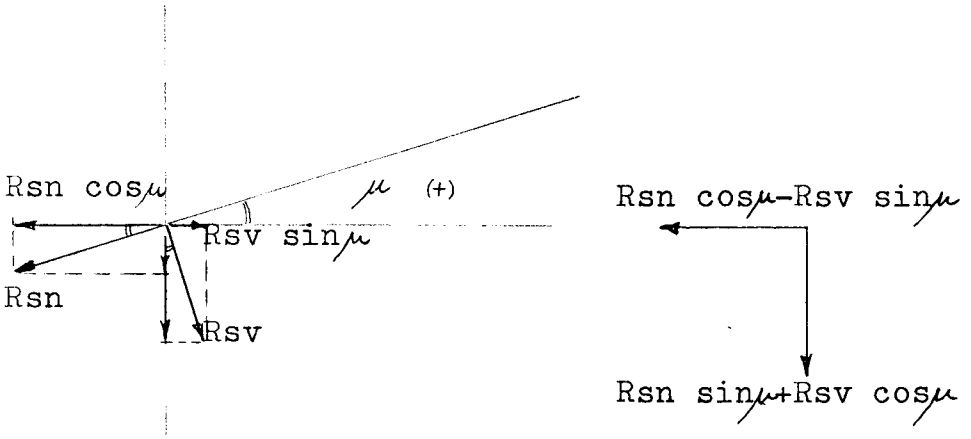


fig.11

horizontale vlak

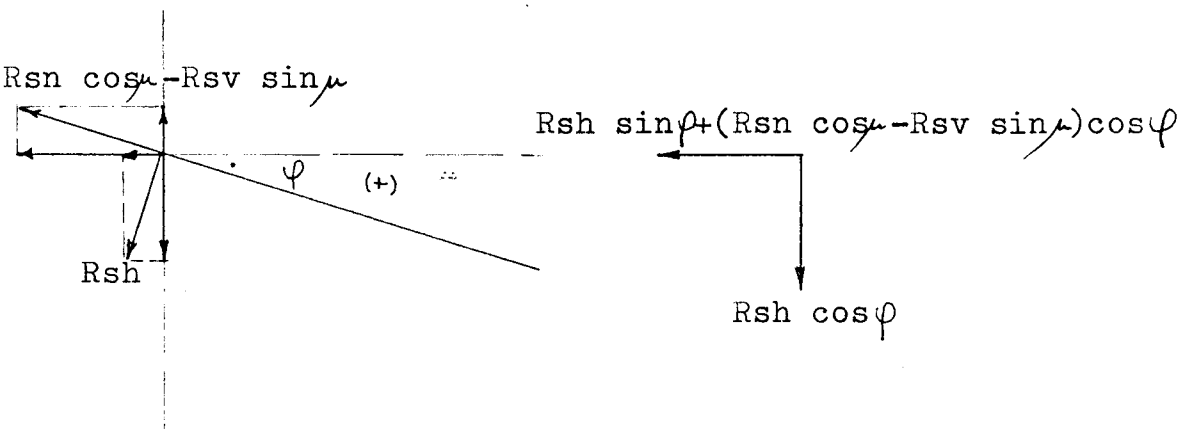


fig.12

totale effekt

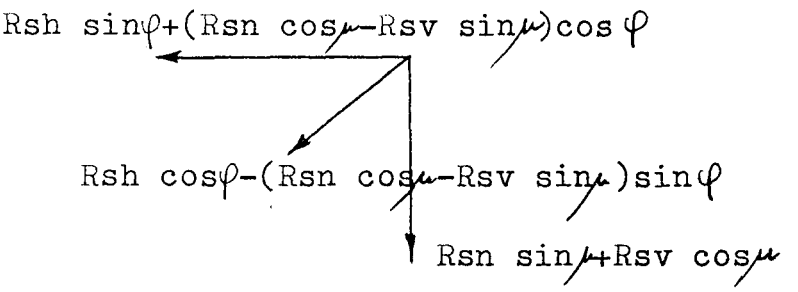


fig.13

Ook dienen de door de hangerdraad op de portaal uitgeoefende krachten te worden ontbonden. In de praktijk wordt de hangerdraad meestal ingeschoren door twee blokken aan de mast. De hangerdraad loopt vanaf het onderste blok naar een trommel van de lier.

vertikale vlak

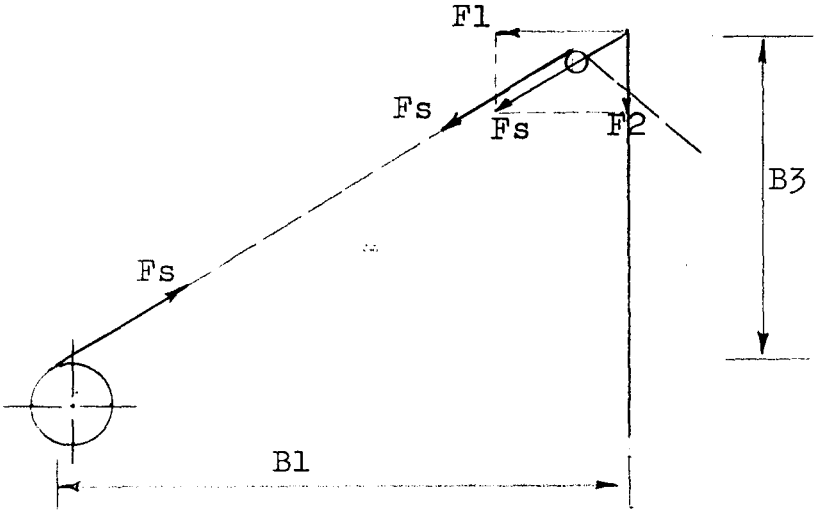


fig.14

$\alpha 1 = \text{arctg}\ (B1/B3)$

$F1 = Fs \sin \alpha 1$ $\qquad$ $F2 = Fs \cos \alpha 1$

horizontale vlak

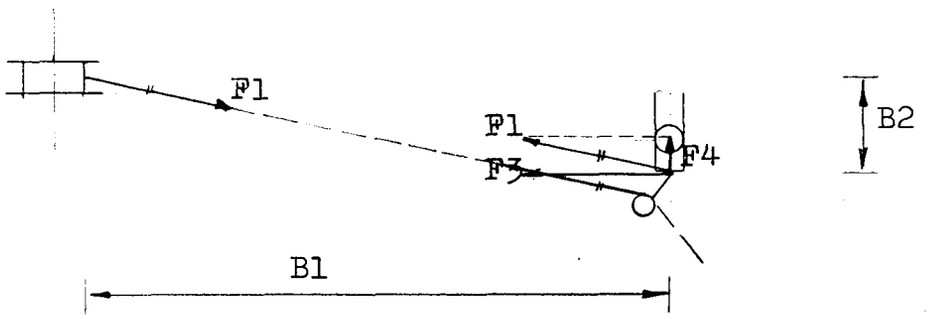


fig.15

$\alpha 2 = \text{arctg}\ (B2/B1)$

$F3 = F1 \cos\alpha 2 = Fs \sin\alpha 1 \cos\alpha 2$

$F4 = F1 \sin\alpha 2 = Fs \sin\alpha 1 \sin\alpha 2$

Vervolgens moeten de hangerkrachten, die in het vlak van mast en giek werken, worden ontbonden.

vertikale vlak

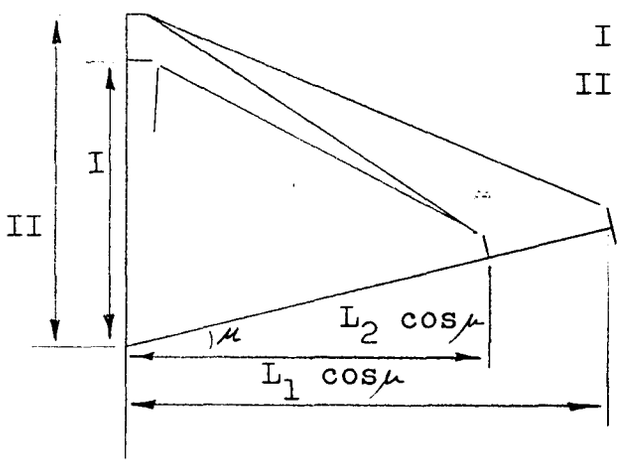


fig.16

$I = H_2 - H_4$

$II = H_1 - H_4$

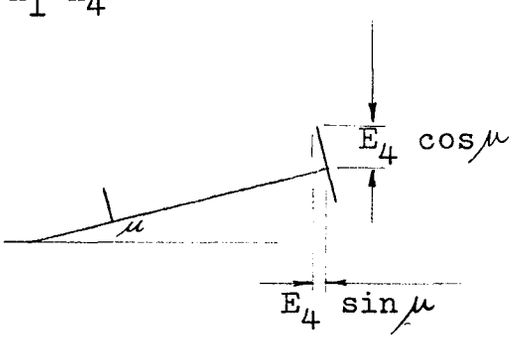


fig.17

coördinator van de ophangpunten aan de giek

$X_1 = L_1 \cos\mu - E_4 \sin\mu$

$Y_1 = L_1 \sin\mu - E_4 \cos\mu$

$X_2 = L_2 \cos\mu - E_1 \sin\mu$

$Y_2 = L_2 \sin\mu - E_1 \cos\mu$

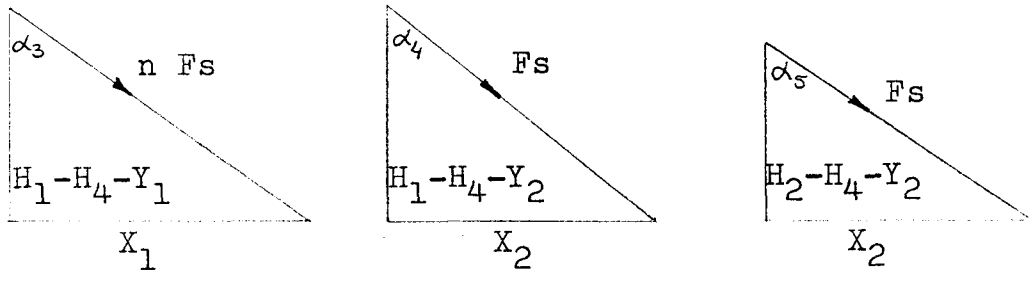


fig.18

n=aantal parten van de hangerdraad op X_1 en Y_1

$\alpha 3 = \text{arctg } X_1/H_1-H_4-Y_1$

$\alpha 4 = \text{arctg } X_2/H_1-H_4-Y_2$

$\alpha 5 = \text{arctg } X_2/H_2-H_4-Y_2$

op H_1 werkt dan:

horizontaal $F = n\ Fs \sin\alpha 3 + Fs \sin\alpha 4$

vertikaal $F = n\ Fs \cos\alpha 3 + Fs \cos\alpha 4$

op H_2 werkt dan:

horizontaal $F = Fs \sin\alpha 5$

vertikaal $F = Fs \cos\alpha 5$

Nu moeten de krachten in het horizontale vlak nog worden ontbonden.

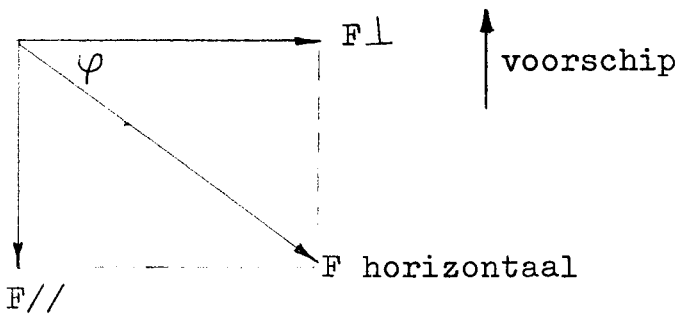


fig.19

op H_1 : $F\perp = (n\ Fs\ \sin\alpha 3 + Fs\ \sin\alpha 4)\ \cos\varphi$
$F// = (n\ Fs\ \sin\alpha 3 + Fs\ \sin\alpha 4)\ \sin\varphi$

op H_2 : $F\perp = Fs\ \sin\alpha 5\ \cos\varphi$
$F// = Fs\ \sin\alpha 5\ \sin\varphi$

In totaal

op H_1 : $F\ hor.\perp = Fs\ (n\ \sin\alpha 3 + \sin\alpha 4)\ \cos\varphi$
$F\ hor.// = Fs\ (n\ \sin\alpha 3 + \sin\alpha 4)\ \sin\varphi$
$F\ vert. = Fs\ (n\ \cos\alpha 3 + \cos\alpha 4)$

op H_2 : $F\ hor.\perp = Fs\ (\sin\alpha 5\ \cos\varphi - \sin\alpha 1\ \sin\alpha 2)$
$F\ hor.// = Fs\ (\sin\alpha 5\ \sin\varphi + \sin\alpha 1\ \cos\alpha 2)$
$F\ vert. = Fs\ (\cos\alpha 5 + \cos\alpha 2)$

In de praktijk liggen de bevestigingspunten van de hangerblokken aan de mast over het algemeen zeer dicht bij elkaar, zodat gerekend kan worden met $H_1 \triangleq H_2$.

Op de mast werken dan de volgende krachten.

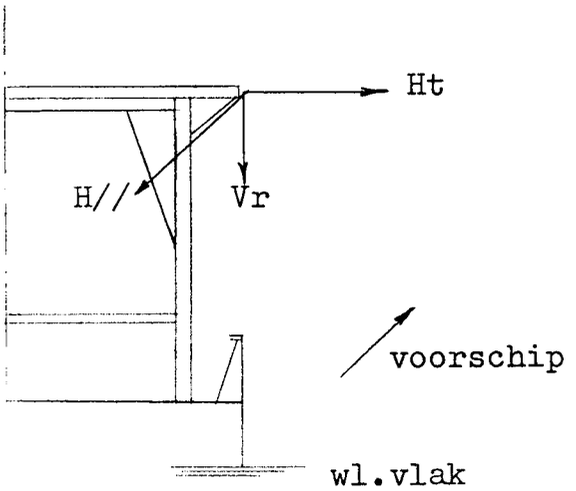


fig.20

$Ht = Fs((n \sin\alpha 3+\sin\alpha 4+\sin\alpha 5)\cos\varphi -\sin\alpha 1 \sin\alpha 2)$

$H// = Fs((n \sin\alpha 3+\sin\alpha 4+\sin\alpha 5)\sin\varphi +\sin\alpha 1 \cos\alpha 2)$

$Vr = Fs\ (n \cos\alpha 3+\cos\alpha 4+\cos\alpha 5+\cos\alpha 1)$

1.1. Sterkteberekening

De portaalmast bestaat in principe uit twee kolommen en een bovenligger (zaling) die de bovenzijde van de kolommen verbindt. De kolommen zijn zodanig aan het dek bevestigd, dat ze ter plaatse van het dek ingeklemd kunnen worden gedacht. In de lengterichting van het schip wordt de portaalmast door pijpschoren gesteund. Staat de portaalmast bij de bak, dan worden de schoren op de bak bevestigd (zie bijlage fig.15); staat de mast bij de brug, dan worden de schoren achterwaarts bevestigd aan de achterzijde van de stuurhut (zie bijlage fig.17). Tussen mast en schoren en tussen de schoren onderling worden bij portaalmasten die bij de bak zijn geplaatst dikwijls nog een versteviging in het horizontale vlak aangebracht (zie bijlage fig.12). Tussen de kolommen wordt over het algemeen een tussenligger aangebracht in de vorm van een pijp of een kokerkonstruktie. Ter hoogte van deze tussenligger wordt de portaalmast in langscheepserichting gesteund door de bakkonstruktie of als de mast voor de brug staat door twee pijpen tussen kolommen en dekhuis. Tussen de bovenligger en de kolommen worden knieën aangebracht, zodat gerekend kan worden met stijve hoeken.

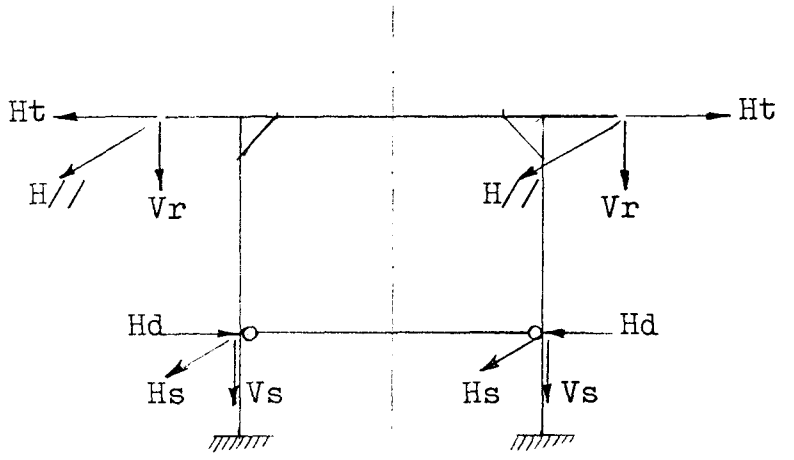
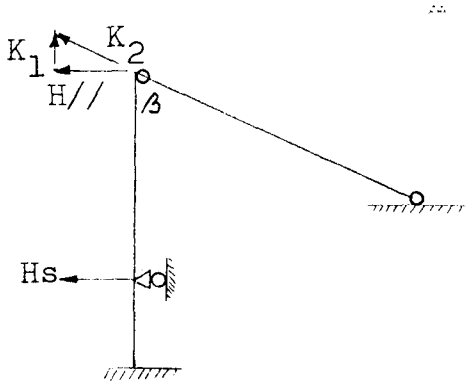


fig.21

De lummelpotten kunnen het beste op dezelfde hoogte als de tussenligger worden aangebracht, zodat de drukkracht Hd in het hart van de tussenligger werkt. Zo worden buigende momenten op de kolommen vermeden en kan de tussenligger in de berekening opgevat worden als pendelstaaf. De schoren hebben tot doel de langscheepsekrachten op de portaalmast op te nemen. Door de schoren zover mogelijk naar buiten op de bovenligger te bevestigen, worden buigende momenten in het horizontale vlak op de bovenligger en torsie op de kolommen voorkomen. Gezien de funktie van de schoren -- het opnemen van een trekkracht -- en de meest gebruikelijke bevestingswijze aan de mast -- door middel van schetsplaten -- kunnen ook de schoren worden opgevat als pendelstaven. In de berekening worden de schoren evenwijdig aan het hartlijnvlak geplaatst. Tevens wordt in de berekening aangenomen, dat de portaalmast loodrecht op het waterlijnvlak staat.



$K_1 = H// / tg\beta$

$K_2 = H// / sin\beta$

fig.22

De schoor wordt belast op een trekkracht K_2, de bakkonstruktie of de pijpsteunen moeten een trekkracht Hs opnemen.

In het vlak van de portaalmast wordt de mast als volgt belast.

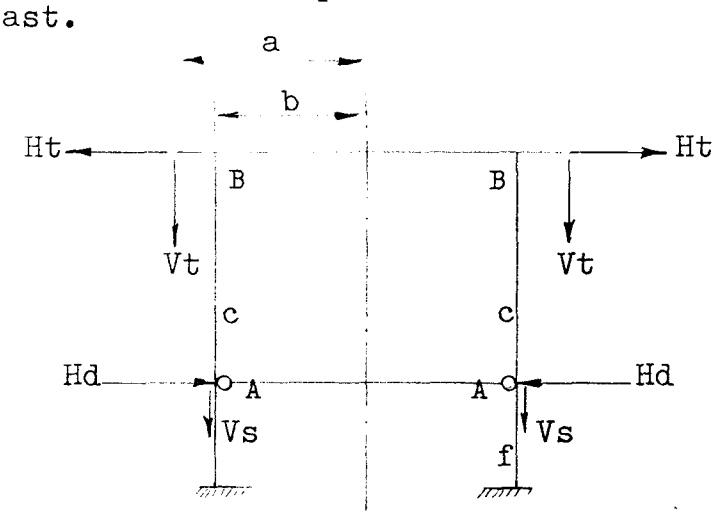


fig.23

Nu kan de bovenligger worden losgemaakt van de kolom; hierdoor worden de volgende losmaakkrachten en momenten geïntroduceerd.

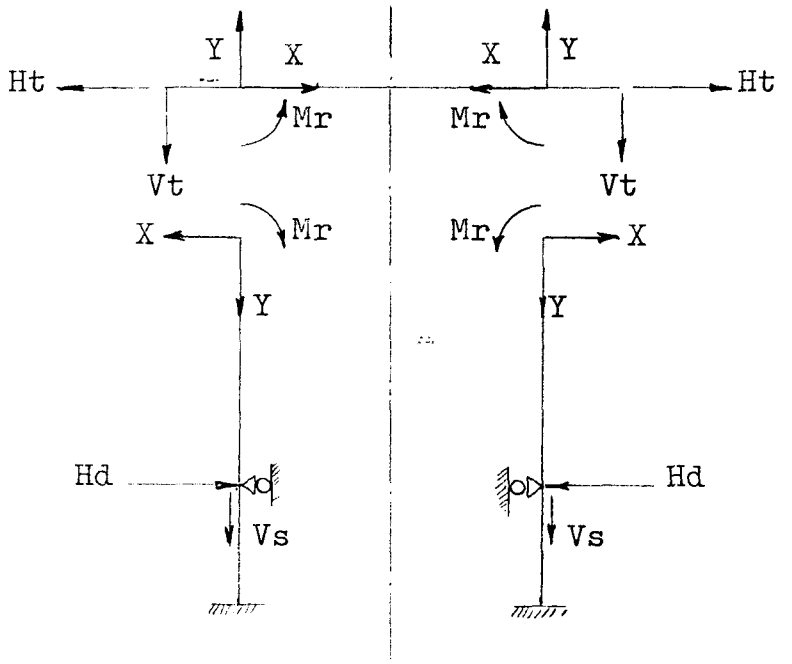


fig.24

Uit het vertikale krachtenevenwicht voor de bovenligger volgt dat Y=Vt.
De kolom heeft in A een verplaatsing nul en is éénvoudig statisch onbepaald.

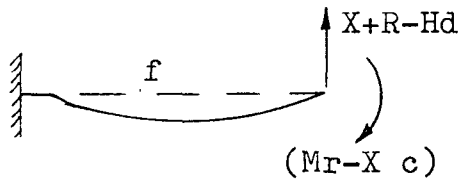


fig.25

Uit de voorwaarde zakking in A=0 volgt:

$$\frac{(X+R-Hd)f^3}{3EI} = \frac{(Mr-X\ c)f^2}{2EI}$$

$$X+R-Hd = 3(Mr-X\ c)/2f \qquad .....(1)$$

$f_B = \varphi_A\ c + f_{AB} = 0$ dit omdat de portaalmast symetrisch wordt belast.

$$f_B=(\frac{(Mr-X\ c)f}{EI} - \frac{(X+R-Hd)f^2}{2EI})c + \frac{X\ c^3}{3EI} - \frac{Mr\ c^2}{2EI} = 0 \qquad .....(2)$$

Uit (1) en (2) volgt, dat

$$Mr=(\frac{4c^2-3cf}{6c-3f})\ X \qquad .....(3)$$

Omdat hoek B een stijve hoek is, geldt φ kolom = φ bovenligger

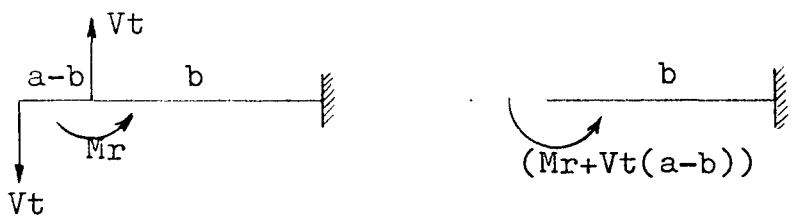


fig.26

$$\varphi_{\text{bovenligger}} = \frac{(Vt\ (a-b) + Mr)\ b}{EI}$$

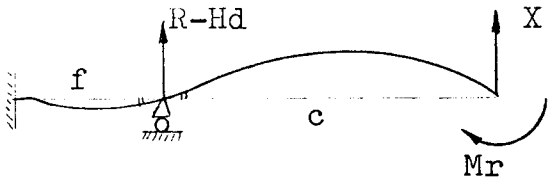


fig.27

$$\varphi_{\text{kolom}} = \frac{X\ c^2}{2EI} - \frac{Mr\ c}{EI} + \frac{(X+R-Hd)f^2}{2EI} - \frac{(Mr-X\ c)f}{EI} \quad .....(4)$$

Uit (4) en (1) volgt, dat

$$\varphi_{\text{kolom}} = \frac{(2c^2+cf)\ X - (4c+f)\ Mr}{4EI}$$

Uit de voorwaarde φkolom = φbovenligger volgt, dat

$$(2c^2+cf)\ X-(4c+f+4b)\ Mr = 4b(a-b)\ Vt \quad .....(5)$$

Na substitutie van (1) in (5) is X uit te drukken in Vt, namelijk:

$$X = \frac{4b(a-b)(6c-3f)}{(2c^2+cf)(6c-3f)-(4c^2-3cf)(4c+f+4b)}\ Vt$$

$$= \text{faktor "A" } Vt \quad .....(6)$$

Het is nu ook mogelijk Mr in Vt uit te drukken.

$$Mr=\left(\frac{4c^2-3cf}{6c-3f}\right) \text{ faktor "A" } Vt = \text{faktor "B" } Vt \quad .....(7)$$

Uit substitutie van (6) en (7) in (1) volgt, dat

R-Hd=((3(faktor "B" - faktor "A" c)/2f) - faktor "A") Vt

Alle op de kolom en bovenligger werkende krachten en momenten zijn nu bekend, zodat van beide de momentenlijn en normaalkrachtenlijn kunnen worden opgezet.
Met behulp van de waarden uit deze lijnen kan de spanning worden berekend, namelijk:

$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{Mmax}{W}$ waarin

N = normaalkracht in tonf

A = materiaaloppervlakte in m^2

Mmax = maximale buigend moment in tonfm

W = weerstandsmoment in m^3

1.2. Vormverandering

De maximale doorbuiging in de kolom zal liggen tussen A en B, daar c zeker groter is dan 2f.

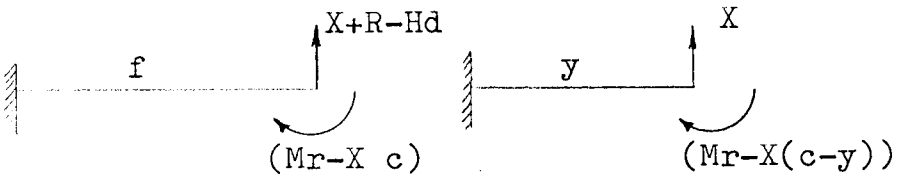


fig.28

$$f_{AB} = \varphi_A\, y - f_y$$

$$= \frac{(Mr-X\ c)f\ y}{4EI} + \frac{X\ y^3}{3EI} - \frac{(Mr-X(c-y))y^2}{2EI}$$

$$= \frac{(Mr-X\ c)f\ y}{4EI} + \frac{X\ y^3}{3EI} - \frac{X\ y^3}{2EI} - \frac{(Mr\ y^2-X\ c\ y^2)}{2EI}$$

De maximale zakking is daar waar de afgeleide gelijk nul is.

$$f'_{AB} = \frac{(Mr-X\ c)f}{4EI} + \frac{X\ y^2}{9EI} - \frac{X\ y^2}{6EI} - \frac{Mr\ y}{4EI} + \frac{X\ c\ y}{4EI} = 0$$

$$X\ y^2 - 9(Mr-X\ c)y + 9(Mr-X\ c)f = 0$$

Deze vergelijking heeft als wortels:

$$y_{1,2} = \frac{9(Mr-X\ c) + \sqrt{81(Mr-X\ c)^2 - 36\ X(Mr-X\ c)f}}{2X}$$

De maximale doorbuiging van de bovenligger is gelegen op het midden van de ligger.

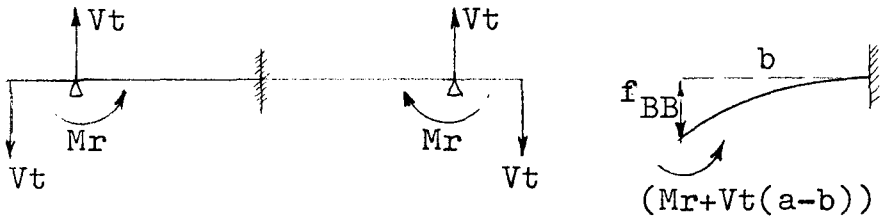


fig.29

$$f_{BB} = \frac{(Mr+Vt(a-b))b^2}{2EI}$$

In deze berekeningen is uitgegaan van kolommen die in het lummelvlak loodrecht op het dek staan. In de praktijk worden de kolommen in dit vlak vaak onder een kleine hoek naar binnen geplaatst. Deze hoek met de vertikaal ligt meestal in de orde van grootte van $\pm$ vijf graden, zodat het schuin-staan van de kolommen van weinig invloed is op het krachtenspel op de kolommen. Ontbinding van de krachten levert weinig verschil op, namelijk:

$\cos 5^\circ = 0{,}996$ en

$\sin 5^\circ = 0{,}09$

Hoofdstuk VI

1. PRAKTISCHE BEREKENING PORTAALMAST

In fig.15 en 17 van de bijlage zijn de portaalmasten afgebeeld waaraan de berekening is uitgevoerd. Voor de berekening zijn de gieken horizontaal gezet en in het horizontale vlak zijn de gieken onder een hoek van 6 graden gezet. In het berekeningsgeval portaal bij de bak is deze hoek positief, bij portaal brug is deze hoek negatief. De gieken zijn opgetuigd met alle parten van de hangerdraad op de top van de giek en de sliphaakdraad is dubbel ingeschoren (gunstigste optuiging uit hoofdstuk IV).

Voor beide opstellingen is een berekening gemaakt voor de vissende situatie bij een vislijnkracht in elke lijn van 7,5 tonf en bij die kracht in elk van de vislijnen waarbij de gieken zullen knikken. Voor de situatie portaalmast brug zijn ook twee tussenliggende waarden berekend.
In de praktijk zal het weliswaar niet voorkomen, dat in beide vislijnen een sterk verhoogde kracht werkt. Deze verhoogde kracht treedt op als een tuig blijft kleven aan de zeebodem of vastloopt. De kans, dat beide tuigen op hetzelfde moment blijven kleven of vastlopen is zeer klein.

Wil men echter de situatie bekijken dat in één vislijn de normale kracht werkt en in de andere een sterk verhoogde kracht, dan moet een geheel andere berekeningsmethode worden gevolgd. In het tijdsbestek van deze afstudeeropdracht was de realisatie van deze berekeningsmethode niet mogelijk, zodat om toch enige indikatie van de sterkte van de mast te krijgen gekozen is voor een berekening met in beide vislijnen een sterk verhoogde kracht.

1.1. Sterkteberekening

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
Fhanger	1,65	5,46	10,54	15,63	1,37	4,60	tonf
Fschoor	0,86	2,84	5,49	8,15	2,38	8,00	"
Ht	5,90	19,50	37,64	55,82	4,63	15,54	"
Vt	3,92	12,98	25,05	37,15	1,87	6,27	"
X	-0,27	-0,91	-1,75	-2,60	-0,28	-0,38	"
Mr	-0,82	-2,73	-5,26	-7,80	-0,37	-1,25	tonfm
R-Hd	0,71	2,34	4,51	6,69	0,30	1,00	tonf
Vs	-0,63	-0,56	-0,47	-0,37	-0,58	-0,37	"
Hd	18,88	44,41	87,45	130,48	12,14	73,03	"
Hs	2,19	7,06	13,91	20,75	1,93	8,43	"

Normaalkrachtenlijn kolom

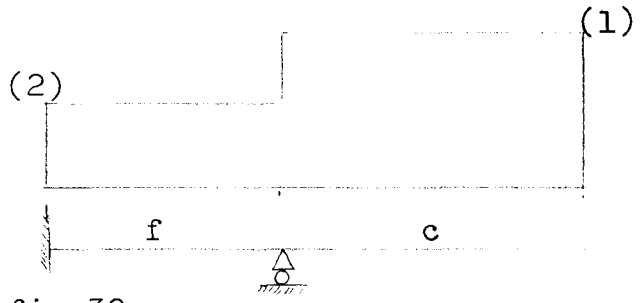


fig.30

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
(1)	3,92	12,98	25,05	37,15	1,87	6,27	tonf
(2)	3,29	12,42	24,58	36,78	1,29	5,90	tonf

Momentenlijn kolom

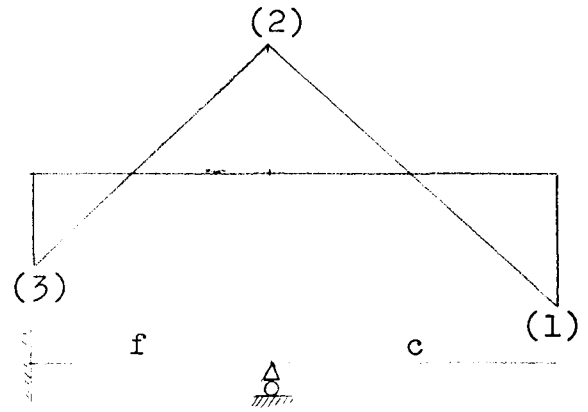


fig.31

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
(1)	0,82	2,73	5,26	7,80	0,37	1,25	tonfm
(2)	0,55	1,82	3,51	5,20	0,26	0,88	"
(3)	0,31	1,04	2,00	2,97	0,15	0,50	"

Het maximale moment werkt op de top van de kolom.

Normaalkrachtenlijn bovenligger

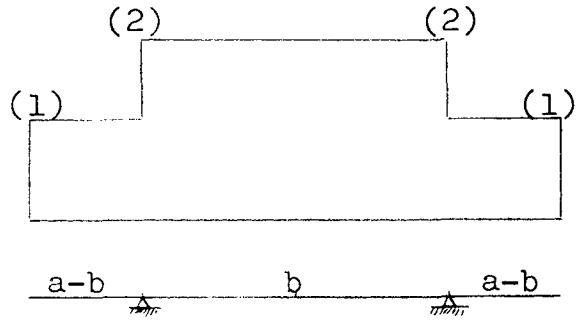


fig.32

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
(1)	5,90	19,50	37,64	55,82	4,63	15,54	tonf
(2)	6,17	20,41	42,90	58,42	5,00	16,79	tonf

Momentenlijn bovenligger

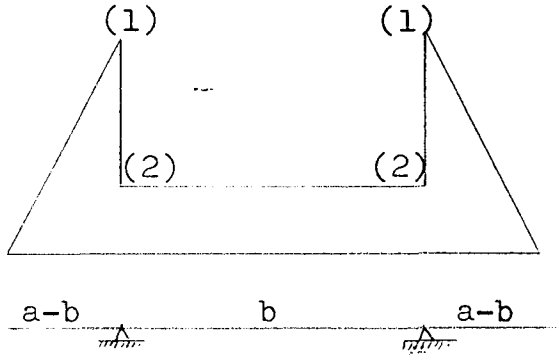


fig.33

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
(1)	0,98	3,25	6,26	9,29	0,47	1,57	tonfm
(2)	0,18	0,58	1,13	1,67	0,08	0,28	tonfm

Het maximale moment werkt op de plaats waar de bovenligger en de kolom op elkaar aansluiten.

De schoren zijn vervaardigd uit naadloos stalen pijp Fe 37 Ø 108 x 8mm;
$\bar{\sigma}$ = 14000 tonf / m^2; materiaaloppervlak A=25 10^{-4} m^2.
De tussenligger, bovenligger en de kolommen zijn vervaardigd uit naadloos stalen pijp Fe 37 Ø 323 x 10mm;
$\bar{\sigma}$ = 14000 tonf / m^2; materiaaloppervlak A=9,8 10^{-4} m^2; weerstandsmoment W=7,5 10^{-4} m^3 en traagheidsmoment I= 1,2 10^{-4} m^4.

De schoren: σ =Fschoor/A tonf/m^2

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
σ	342	1130	2184	3243	947	3183	tonf/m^2

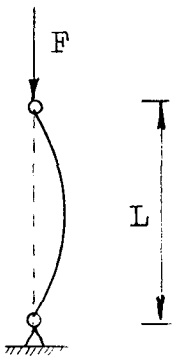
De spanningen in de schoren blijven ruimschoots onder de toelaatbare spanning.

De bovenligger: σ =(N/A)+(Mmax/W) tonf/m^2

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
σ	1936	6416	12724	18348	1100	3807	tonf/m^2

Bij portaal brug en 90 tonf in allebei de vislijnen wordt de toelaatbare spanning ruimschoots overschreden. In de praktijk echter zal de vastloopkracht in de buurt van de 60 tonf liggen en zal in één vislijn optreden.

De tussenligger wordt op druk belast door de kracht Hd. Deze ligger kan worden opgevat als het volgende knikgeval:



knik-lengte Lc=L

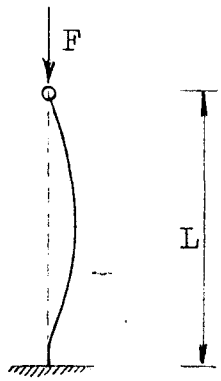
fig.34

De traagheidsstraal $i=\sqrt{I/A} \hat{=} 0{,}11$; de slankheid $\lambda = Lc/i \hat{=} 35{,}5$ voor beide berekeningsgevallen. Deze slankheid valt net buiten het knikvrije gebied ($\lambda < 30$).
De maximaal toelaatbare drukspanning in de ligger is nu $17460 - 115{,}4\lambda = 13360$ tonf/m^2.

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
σ	1239	4532	8924	13314	1927	7452	tonf/m^2

Geen van deze optredende spanningen komt boven de maximaal toelaatbare uit; alleen bij 90 tonf is de spanning vrijwel gelijk aan de maximaal toelaatbare.

De kolommen worden belast op druk met buiging en zijn voor te stellen als volgend knik-geval.



knik-lengte $Lc=\frac{1}{2}L\sqrt{2}$

fig.35

portaal brug L = 7 m ; Lc = 4,95 m
portaal bak L = 8 m ; Lc = 5,66 m

De traagheidsstraal $i=\sqrt{I/A} \hat{=} 0{,}11$; de slankheden zijn nu respektievelijk 45 en 51,5. Deze slankheden vallen in het elastische knik-gebied ($30<\lambda<100{,}86$). In dit gebied geldt voor Fe 37 $\bar{\sigma} = 17460 - 115{,}4\lambda$ tonf/m^2

portaal brug $\bar{\sigma} = 12270$ tonf/m^2
portaal bak $\bar{\sigma} = 11520$ tonf/m^2

	portaal brug				portaal bak		
Fvislijn	7,5	30	60	90	7,5	30	tonf
σ	1493	4665	9570	14190	684	2307	tonf/m^2

Bij portaal brug en 90 tonf wordt de toelaatbare spanning ruimschoots overschreden.

Uit vorenstaande kan worden gekonkludeerd, dat in vissende situatie beide portaalmasten ruimschoots voldoende sterkte hebben; bij respektievelijk 60 en 30 tonf hebben beide portaalmasten nog een redelijke veiligheid tegen breuk.

1.2. Vormverandering

Het beschouwen van vormverandering is alleen van belang in de vissende situatie, waarbij Fvislijn = 7,5 tonf; bij hogere belastingen speelt alleen de sterkte een rol. De grootste uitwijking uit het hart ligt bij de bovenligger op het midden en bij de kolommen in het deel tussen top en lummelpot.
Het traagheidsmoment van de kolommen en de bovenligger = $1{,}2\ 10^{-4}$ m^4 en de elasticiteitsmodulus = $2{,}1\ 10^{7}$ tonf/m^2

Uitwijking bovenligger:

portaal brug f=0,19mm, d.w.z. 1/20000 van de overspanning

portaal bak f=0,09mm, d.w.z. 1/40000 van de overspanning

Voor de kolom ligt de grootste uitwijking bij:

portaal brug op 4,00 m uit de top

portaal bak op 3,21 m uit de top

De uitwijkingen op deze plaatsen zijn:

portaal brug f=0,69mm, d.w.z. 1/7300 van de overspanning

portaal bak f=0,33mm, d.w.z. 1/17000 van de overspanning

Alle bovenstaande uitwijkingen zijn ruimschoots kleiner dan de in de literatuur voorkomende maximale uitwijkingen van liggers, hetgeen betekent dat bij portaalmastberekeningen van het hier behandelde type voor de vissende situatie geen rekening hoeft te worden gehouden met vormverandering.

Hoofdstuk VII

1. VERMOEIINGSBEREKENING

De portaalmast en de gieken worden door de in de vislijn optredende krachten dynamisch belast. De dynamische belasting in de vislijn is afhankelijk van o.a. wind, zeegang, bodem-kondities, elasticiteit van de vislijn. Om een bepaalde gemiddelde vislijnkracht-waarde, die afhankelijk is van het voortstuwingsvermogen, is een wisselende belasting opgebouwd. De amplitude van deze wisselende belasting is niet konstant en is afhankelijk van bovengenoemde kondities, die voortdurend veranderen (zie bijlage fig.19).

Bij dynamische belasting moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan. Onderstaande formules, waarbij is uitgegaan van het vermoeiingsdiagram van Goodman, zijn de enige hanteerbare en praktisch toepasbare op het gebied van vermoeiingssterkte berekeningen.

a. $\sqrt{(\sigma_m + q\, K_{k1}\, K_{f1}\, \Delta\sigma)^2 + 3(\tau_m + q\, K_{k2}\, K_{f2}\, \Delta\tau)^2} \leqslant \sigma_{B/v}$

b. $\sqrt{(\sigma_m + K_{f1}\, \Delta\sigma)^2 + 3(\tau_m + K_{f2}\, \Delta\tau)^2} \leqslant \sigma_{v/v}$

Formule b. dient om te voorkomen, dat in het geval $\Delta\sigma \ll \sigma_m$ men met de eerste formule boven de vloeigrens uitkomt.

σ_m = gemiddelde spanning voor trek en druk = $(\sigma_{max}+\sigma_{min})/2$
$\Delta\sigma$ = amplitude voor trek en druk = $(\sigma_{max}-\sigma_{min})/2$
τ_m = gemiddelde spanning voor afschuiving
$\Delta\tau$ = amplitude voor afschuiving
σ_B = breuksterkte
σ_v = vloeigrens of 0,2% rekgrens
σ_w = wisselsterkte, voor Fe 37 is $\sigma_B/\sigma_w \triangleq 3$
K_f = kerffaktor
K_k = vormfaktor
v = veiligheidsfaktor

Bovenstaande formules gelden alleen voor taaie materialen.

De faktoren K_k en K_f worden voor de meest voorkomende gevallen door de literatuur gegeven. Voor K_k wordt in dit geval de waarde 1,15 aanbevolen.

$K_f = \lambda (K_t - 1) + 1$

λ is afhankelijk van de materiaalsoort (korrelgrootte en hardheid), K_t is de spanningskonsentratie-faktor.

In de literatuur worden voor beide bovenstaande faktoren grafieken gegeven voor de meest voorkomende gevallen. Op het gebied van pijpen of assen waaraan knieën of hijsogen van plat materiaal zijn gelast, worden echter in de literatuur geen grafieken gegeven. Hierdoor èn door het feit, dat de spanningsamplitude konstant van grootte wisselt en zich hierin geen periodiek weerkerende regelmaat voordoet, zijn deze formules niet te gebruiken.

De enige methode die over blijft is proefondervindelijk de vermoeiingssterkte te bepalen. Door gedurende een periode de optredende belasting onder uiteenlopende kondities te registreren en deze in een laboratorium via een te programmeren trekbank op de portaal- en giekkonstrukties los te laten, kan de vermoeiingssterkte worden bepaald. Van het geregistreerde belastingspatroon kan een analyse worden gemaakt, waarvoor verschillende methoden bestaan; deze methoden worden hier echter niet besproken. Als het belastingspatroon geanalyseerd is, kan het aantal belastingswisselingen worden uitgezet in een zogenaamd belastingsspektrum. Dit is een grafiek waar op de vertikale as de belasting gedeeld door de maximale belasting en op de horizontale as het aantal wisselingen gedeeld door het maximale aantal wisselingen zijn uitgezet.

Vanuit een dergelijk belastingsspektrum kan worden bepaald hoeveel belastingswisselingen van elk belastingsnivo voorkomen. Het belastingsspektrum kan worden verdeeld in blokken van konstante amplitude belastingen. Met behulp van de beschadigingsregel van Miner kan de vermoeiingsbeschadiging van elk blok worden bepaald.

De beschadigingsregel van Miner luidt $\Sigma = (n/N) \leqslant 1$; dit betekent, dat n_1 wisselingen van de grootte F_1 een beschadiging geven van (n_1/N_1), waarin N_1 het aantal belastingswisselingen is dat tot breuk leidt bij een konstante amplitude belasting met een interval F_1.

De sommatie van alle op deze manier bepaalde beschadigingen moet nu volgens Miner kleiner blijven dan 1.

In het kader van deze afstudeeropdracht kan geen kwantitatieve uitspraak worden gedaan ten aanzien van de vermoeiingssterkte van boomkortuigages. Wel is het mogelijk enige kwalitatieve uitspraken te doen op het gebied van kerfwerking (spanningskonsentraties) die kunnen leiden tot verhoging van de vermoeiingssterkte.

Hoofdstuk VIII

1. UITWERKING ENIGE KONSTRUKTIEVE DETAILS

Zoals in het vorige hoofdstuk gesteld zijn wel enige kwalitatieve punten uit te werken ter verhoging van de vermoeiingssterkte. Alle lassen moeten zoveel mogelijk als stompe las worden uitgevoerd en na aflassen worden afgeslepen om kerfwerking te voorkomen.
Tussen de kolommen en de bovenligger worden knieën aangebracht om de hoek te verstijven. De in bijlage fig.20a afgebeelde knieën zijn beslist af te raden, omdat de kolommen en de bovenligger na verloop van tijd op de aansluithoeken scheuren gaan vertonen; tevens heeft men in de hoek waar knie, bovenligger en kolom samen komen een opeenhoping van lassen, hetgeen zoveel mogelijk moet worden vermeden.
De in bijlage fig.20b afgebeelde oplossing is beter; de knieën moeten aan de kant van de kolommen een zo klein mogelijke hoek hebben en zo laag mogelijk beginnen om een zo vloeiend mogelijk verloop van de krachten te krijgen.
De in bijlage fig.20c afgebeelde oplossing is de beste, doch op schepen waar de radarantenne op de stuurhut is geplaatst krijgt men met deze verstijving een groot reflektieoppervlak.
Om in deze gevallen inscheuren van de kolommen te voorkomen, kan voor het plaatsing van de verstijving een zogenaamde dubbelplaat op de kolommen worden gelast (zie bijlage fig.20d). Op deze dubbelplaat wordt dan de verstijving gelast. Ontstaan er desondanks nog scheuren, dan treden deze op in de dubbelplaat die relatief eenvoudig is te vervangen.
Ook ter plaatse van de lummelpot kan vóór het plaatsen eerst een dubbelplaat op de mast worden gelast of een nauw om de kolom sluitende pijp worden aangebracht. De horizontale lippen van de lummelpot kunnen het beste door de kolom worden gestoken om deze ter plaatse te verstijven (zie bijlage fig.21 en 22). Zoals reeds eerder vermeld, is het konstruktief aan te bevelen de tussenligger op dezelfde hoogte aan te brengen als de lummelpotten.

Om dwarsscheepse trillingen in de portaalmast te verminderen heeft men in de praktijk goede resultaten geboekt door de mast extra met staaldraden te stagen. In fig.13 van de bijlage zijn twee staaldraadstagen te zien die kruislings tussen bovenligger en stuurhuis zijn bevestigd. Staat de portaalmast bij de bak, dan kunnen de staaldraden in één punt samen komen op de bak.

Ten aanzien van de gehele konseptie van de in de praktijk voorkomende portaalmasten en gieken kunnen ook enige kanttekeningen worden geplaatst.

Aan de portaalmast bij de bak worden twee uithouders gelast waar aan elk een blok hangt waarover de zogenaamde jomper loopt. Deze jomper wordt o.a. gebruikt om de kuil binnenboord te hijsen. Door de schoren geheel aan de buitenzijde van de bovenligger te plaatsen kunnen schetsplaten van de schoren en de uithouders als één geheel worden vervaardigd (zie bijlage fig.15). De bovenligger zou uit vierkant kokerprofiel kunnen worden gemaakt, dat bij vrijwel gelijke afmetingen als de gebruikte pijp zelfs sterker is. Het lassen van de kolom die uit pijp gemaakt is op een bovenligger uit kokerprofiel is eenvoudiger dan lassen van pijp op pijp. Nog een stap verder is de gehele portaalmast uit vierkant kokerprofiel te maken. De lummelpotten, hijsogen e.d. zijn op vlakke wand eenvoudiger te lassen dan op een pijp. Ten aanzien van kerfwerking is dit ook beter, namelijk de hoekverstijvingen kunnen uit dezelfde koker worden vervaardigd, zodat de wand doorloopt in de verstijvingen (zie bijlage fig.23).

Op de top van de giek wordt meestal een dikke ronde plaat gelast waarin de gaten worden gebrand ter bevestiging van de hangerdraad, de voor- en de achtertui. Deze plaat wordt vooral op schepen met grote vermogens altijd krom getrokken, hetgeen naast scheuren in deze plaat ook inwendige spanningen in de top van de giek veroorzaakt. Beter is het om deze hijsogen aan de brengen in de vorm van doorsteekstukken (zie bijlage fig.24). De lasverbindingen tussen doorsteekstukken en giekpijp moeten wel goed worden doorgelast.

Tot slot kan nog worden opgemerkt, dat de gebruikte pijp en kokerprofielen van goede materiaalkwaliteit en het liefst gekeurd moeten zijn.

Hoofdstuk IX

Nawoord

Van de giekberekening uit hoofdstuk III zijn twee computerprogramma's geschreven (nrs.48a en 48b). Van deze twee programma's is in hoofdstuk IV gebruik gemaakt.

De in hoofdstuk VI gegeven berekeningsmethode van een portaalmast kan in de toekomst eveneens in de vorm van een computerprogramma worden uitgewerkt. De afstudeeropdracht van drie maanden liet het schrijven van dit computerprogramma niet toe, zodat dit dan ook niet in de opdrachtomschrijving werd opgenomen.

Zoals in hoofdstuk VII vermeld, is voor het bepalen van de vermoeiingssterkte van portaalmasten een laboratoriumonderzoek nodig.
Aangezien verschillende Technische Hogescholen over de benodigde outillage alsmede over de deskundigen op dit gebied beschikken, zou dit onderzoek wellicht kunnen worden uitgevoerd in het kader van een afstudeeropdracht van een T.H.-student.

IJmuiden, juni 1976

SAMENVATTING

In dit rapport wordt een theoretische berekening gegeven van de sterkte van de gieken bij verschillende plaatsingen van de ophangpunten van de hangerdraad en bij oplopende kracht in de vislijn.
Hierop aansluitend wordt een praktische berekening uitgevoerd waarbij de beste plaatsing van de hangerdraad aan de giek wordt bepaald.
Van de portaalmast wordt een theoretische sterkte- en vormveranderingsberekening opgesteld en worden twee praktijkgevallen doorgerekend.
Tevens worden enige uitspraken gedaan ten aanzien van vermoeiing van de portaal- en giekkonstruktie en een aantal konstruktieve details uitgewerkt.

Literatuurlijst

1. Boer, ir E.J.de, Beamtrawling, Rapport afd.T.O. IJmuiden.

2. Bom, J. (en anderen), Visserijmethoden I, Uitg. v/h A.Kemperman Haarlem 1963.

3. Bremer, M.A., Analyse en berekeningsmethode van de krachten in de tuigage van boomkorvaartuigen, Rapport 75-03 afd.T.O. IJmuiden 1975.

4. Bremer, M.A., Programma's voor berekening van krachten in boomkortuigages nrs 47 en 48, Rapport 75-06 afd.T.O. IJmuiden 1975.

5. Buren Lensink, ir G.J.W.van (en anderen), Vraagstukken over toegepaste mechanica 2a, Uitg. van Nijgh & Ditmar Den Haag 1966.

6. Mulder, ing.A.,) Verbaan, ing.A.,) Metingen trekkracht 1115 pk boomkorkotter, Rapport 73-08 afd.T.O. IJmuiden 1973

7. Verbaan, ing.A., Metingen trekkracht 1200 pk boomkorkotter, Rapport 75-02

---

8. Back, ir J.de,) Strating, dr ir J.,) Wat is vermoeiing en wat weten we ervan ? in tijdschrift Bouwen met staal nr 31 (mei 1975) blz. 23-39.

PORTAALMAST BIJ DE BRUG

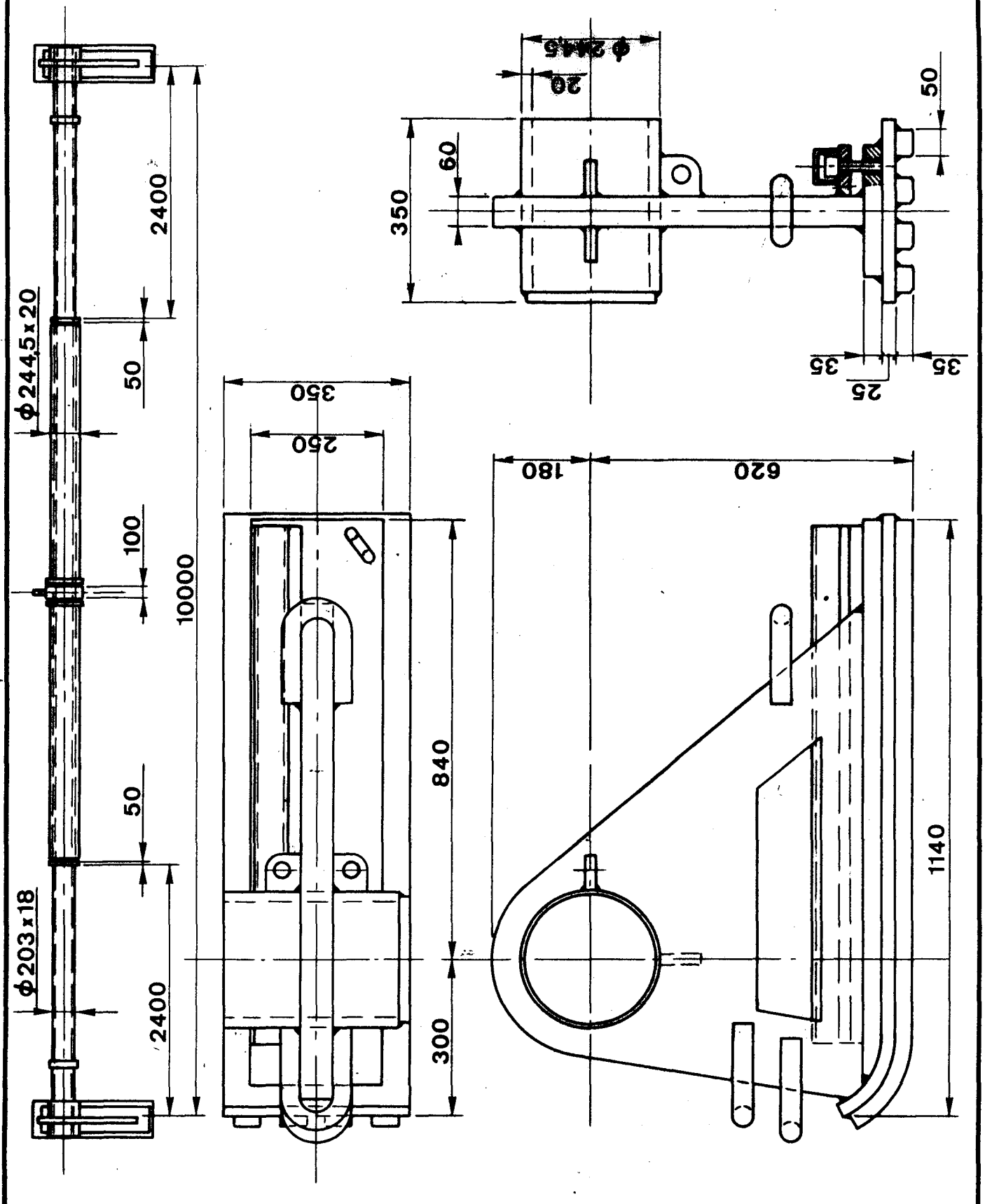
Berekeningsgeval	Fvislijn	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	tonf	L1 m	L2 m
1	Fhanger	2,2	2,8	3,9	5,0	6,2	7,3	8,4	9,5	10,7	11,8	13,0	14,1	15,2	16,3	17,4	18,6	19,7	tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0			
	Fhanger	2,2	2,8	3,9	5,0	6,2	7,3	8,4	9,6	10,7	11,8	13,0	14,1	15,2					tonf	10,00	10,50
	knikveil.	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0							
2	Fhanger	1,6	2,1	2,9	3,8	4,6	5,5	6,3	7,2	8,0	8,8	9,7	10,5	11,4	12,2	13,1	13,9	14,8	tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0			
	Fhanger	1,7	2,0	2,9	3,8	4,6	5,5	6,3	7,2	8,0	8,9	9,7	10,6						tonf	10,00	10,50
	knikveil.	3,1	3,0	2,9	2,7	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0								
3	Fhanger	1,3	1,6	2,3	3,0	3,7	4,4	5,0	5,7	6,4	7,1	7,8	8,4	9,1	9,8	10,5	11,1	11,8	tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0			
	Fhanger	1,3	1,7	2,3	3,0	3,7	4,4	5,1	5,8	6,4	7,1	7,8							tonf	10,00	10,50
	knikveil.	3,2	3,1	3,0	2,8	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0									
4	Fhanger	2,2	2,8	3,9	5,0	6,2	7,3	8,4	9,5	10,7	11,8	13,0	14,1	15,2	16,3	17,4	18,6	19,7	tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0			
	Fhanger	2,2	2,8	3,9	5,0	6,2	7,3	8,5	9,6	10,7	11,9	13,0							tonf	10,50	10,00
	knikveil.	3,2	3,1	3,0	2,7	2,2	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0									
5	Fhanger	1,6	2,1	2,9	3,8	4,6	5,5	6,3	7,2	8,0	8,8	9,7	10,5	11,4	12,2	13,1	13,9	14,8	tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0			
	Fhanger	1,7	2,0	2,9	3,8	4,6	5,5	6,3	7,2	8,0	8,9	9,7	10,6						tonf	10,50	10,00
	knikveil.	3,1	3,0	2,9	2,7	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0								
6	Fhanger	1,3	1,7	2,3	3,0	3,7	4,4	5,0	5,7	6,4	7,1	7,8	8,4	9,1	9,8	10,5	11,1	19,7	tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0			
	Fhanger	1,3	1,7	2,3	3,0	3,7	4,4	5,1	5,7	6,4	7,1	7,8	8,5	9,1					tonf	10,50	10,00
	knikveil.	3,1	3,0	2,8	2,6	2,5	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	0,9							

PORTAALMAST BIJ DE BAK

Berekeningsgeval	Fvislijn	7,5	10	15	20	25	30	tonf	L1 m	L2 m
7	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,2			tonf	10,50	10,50
	knikveil.	1,8	1,5	1,2	1,0					
	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,3	5,2		tonf	10,50	10,00
	knikveil.	1,9	1,7	1,3	1,1	0,9				
	Fhanger	1,9	2,3	3,3	4,3			tonf	10,50	9,50
	knikveil.	2,1	1,8	1,3	0,9					
8	Fhanger	1,4	1,7	2,4	3,2			tonf	10,50	10,50
	knikveil.	1,8	1,5	1,2	1,0					
	Fhanger	1,4	1,7	2,5	3,2			tonf	10,50	10,00
	knikveil.	1,9	1,6	1,3	1,0					
	Fhanger	1,4	1,8	2,5	3,2	3,9		tonf	10,50	9,50
	knikveil.	2,0	1,7	1,4	1,1	0,9				
	Fhanger	1,4	1,8	2,5	3,2			tonf	10,50	9,00
	knikveil.	2,2	1,9	1,4	1,0					
9	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,5			tonf	10,50	10,50
	knikveil.	1,8	1,5	1,2	1,0					
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,5			tonf	10,50	10,00
	knikveil.	1,9	1,6	1,3	1,0					
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,6	3,1		tonf	10,50	9,50
	knikveil.	2,0	1,7	1,3	1,1	0,9				
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,6	3,2		tonf	10,50	9,00
	knikveil.	2,1	1,8	1,4	1,1	0,9				
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,6	3,2		tonf	10,50	8,50
	knikveil.	2,2	1,9	1,4	1,1	0,8				
10	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,2	5,2		tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,9	1,5	1,2	1,0				
	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,3	5,2		tonf	10,50	10,00
	knikveil.	2,3	2,0	1,5	1,1	0,9				
11	Fhanger	1,4	1,7	2,4	3,2	3,9		tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,9	1,5	1,2	1,0				
	Fhanger	1,4	1,7	2,5	3,2	3,9		tonf	10,50	10,00
	knikveil.	2,3	2,0	1,5	1,2	0,9				
12	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,5	3,1		tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,9	1,5	1,2	1,0				
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,5	3,1		tonf	10,50	10,00
	knikveil.	2,2	2,0	1,6	1,2	0,9				

PORTAALMAST BIJ DE BAK

Berekeningsgeval	Fvislijn	7,5	10	15	20	25	30	tonf	L1 m	L2 m
1	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,2			tonf	10,50	10,50
	knikveil.	1,8	1,5	1,2	1,0					
	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,2			tonf	10,00	10,50
	knikveil.	1,8	1,6	1,2	1,0					
	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,2	5,2		tonf	9,50	10,50
	knikveil.	1,9	1,7	1,3	1,1	0,9				
	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,3	5,2		tonf	9,00	10,50
	knikveil.	2,0	1,7	1,4	1,1	0,9				
	Fhanger	1,9	2,4	3,3	4,3	5,3		tonf	8,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,8	1,5	1,1	0,9				
	Fhanger	1,9	2,4	3,4	4,3	5,3		tonf	8,00	10,50
	knikveil.	2,3	2,0	1,5	1,1	0,9				
	Fhanger	1,9	2,4	3,4	4,4	5,4		tonf	7,50	10,50
	knikveil.	2,4	2,1	1,5	1,1	0,8				
2	Fhanger	1,4	1,7	2,4	3,2			tonf	10,50	10,50
	knikveil.	1,8	1,5	1,2	1,0					
	Fhanger	1,4	1,7	2,5	3,2			tonf	10,00	10,50
	knikveil.	1,9	1,6	1,3	1,0					
	Fhanger	1,4	1,8	2,5	3,2	3,9		tonf	9,50	10,50
	knikveil.	2,0	1,7	1,4	1,1	0,9				
	Fhanger	1,4	1,8	2,5	3,2			tonf	9,00	10,50
	knikveil.	2,2	1,9	1,4	1,0					
3	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,5			tonf	10,50	10,50
	knikveil.	1,8	1,5	1,2	1,0					
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,5	3,1		tonf	10,00	10,50
	knikveil.	1,9	1,6	1,3	1,1	0,9				
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,6			tonf	9,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,8	1,4	1,0					
4	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,2	5,2	6,1	tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,9	1,5	1,2	1,1	0,9			
	Fhanger	1,8	2,3	3,3	4,2	5,2		tonf	10,00	10,50
	knikveil.	2,2	1,9	1,6	1,2	1,0				
5	Fhanger	1,4	1,7	2,4	3,2	3,9		tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,9	1,5	1,2	1,0				
	Fhanger	1,4	1,7	2,5	3,2	3,9		tonf	10,00	10,50
	knikveil.	2,3	2,0	1,5	1,2	0,9				
6	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,5	3,1		tonf	10,50	10,50
	knikveil.	2,1	1,9	1,5	1,2	1,0				
	Fhanger	1,1	1,4	2,0	2,6	3,1		tonf	10,00	10,50
	knikveil.	2,3	2,0	1,5	1,1	0,9				

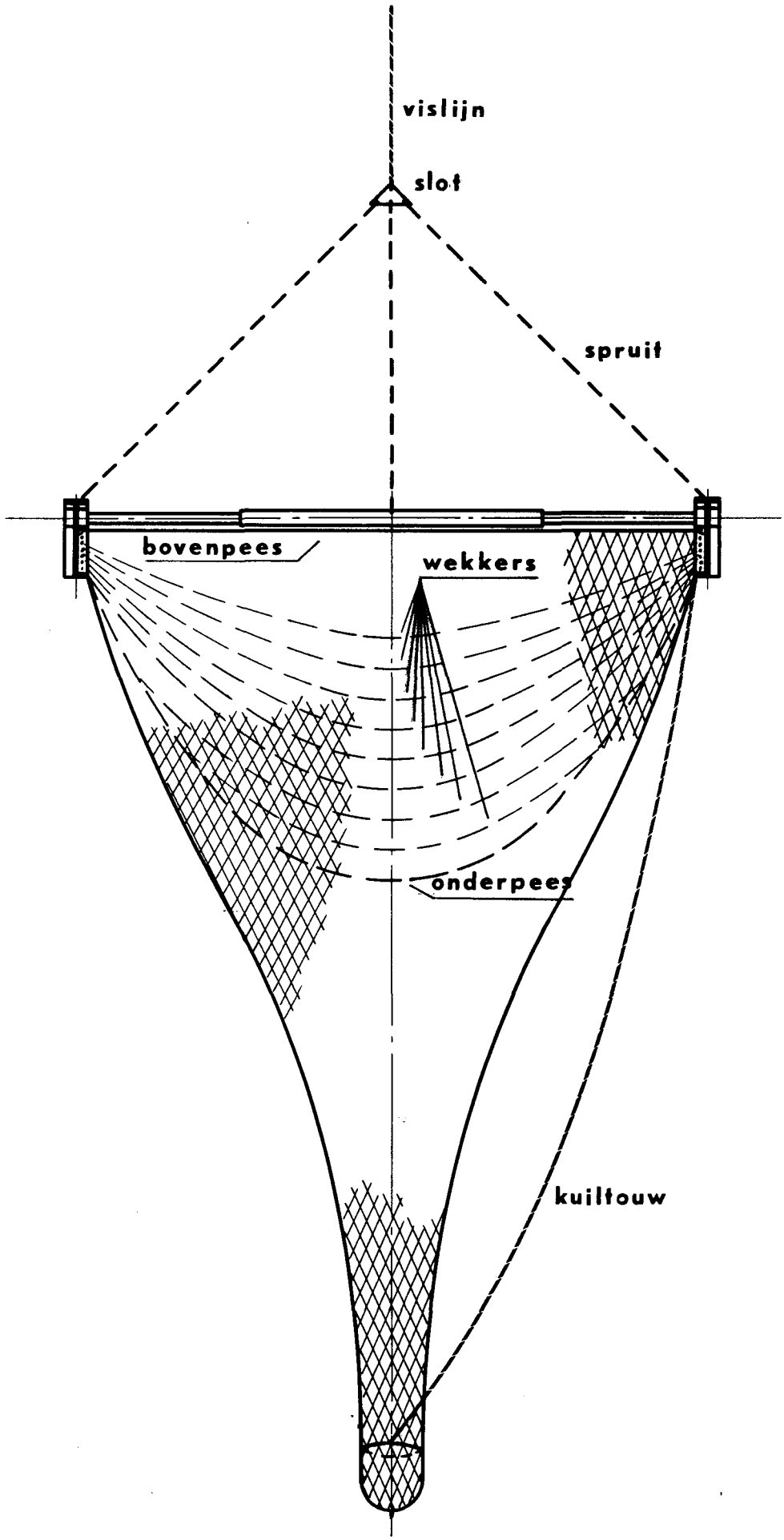


Benaming

BOOM MET SLOFFEN (TX-8 ; 1200pk)

	Schaal	Gecontroleerd	Formaat A4 — figuur 1
	Getekend	Gezien	Rangschikmerk

Auteursrecht voorbehouden volgens de wet



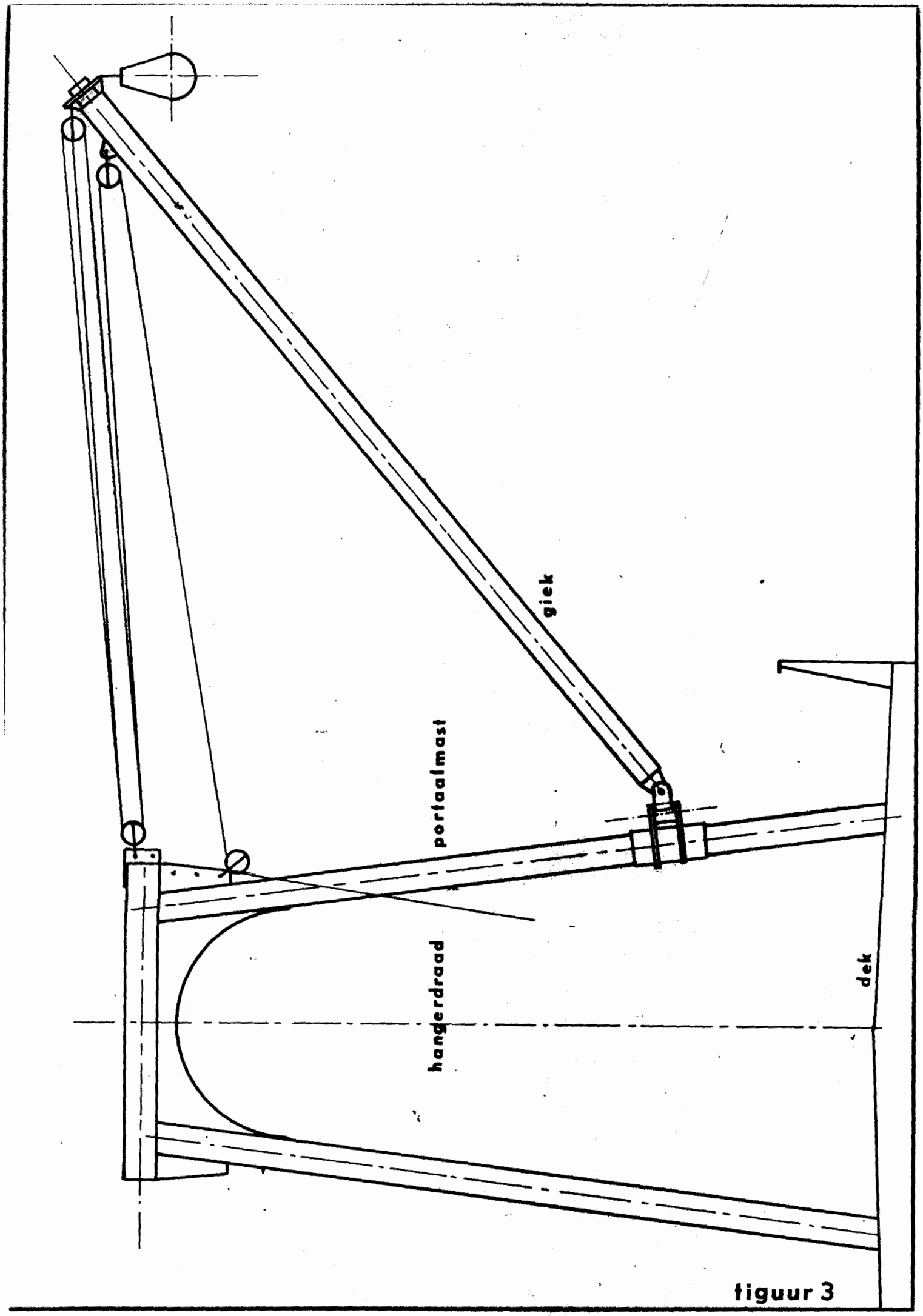
Benaming **boomkortuig**

Formaat A4

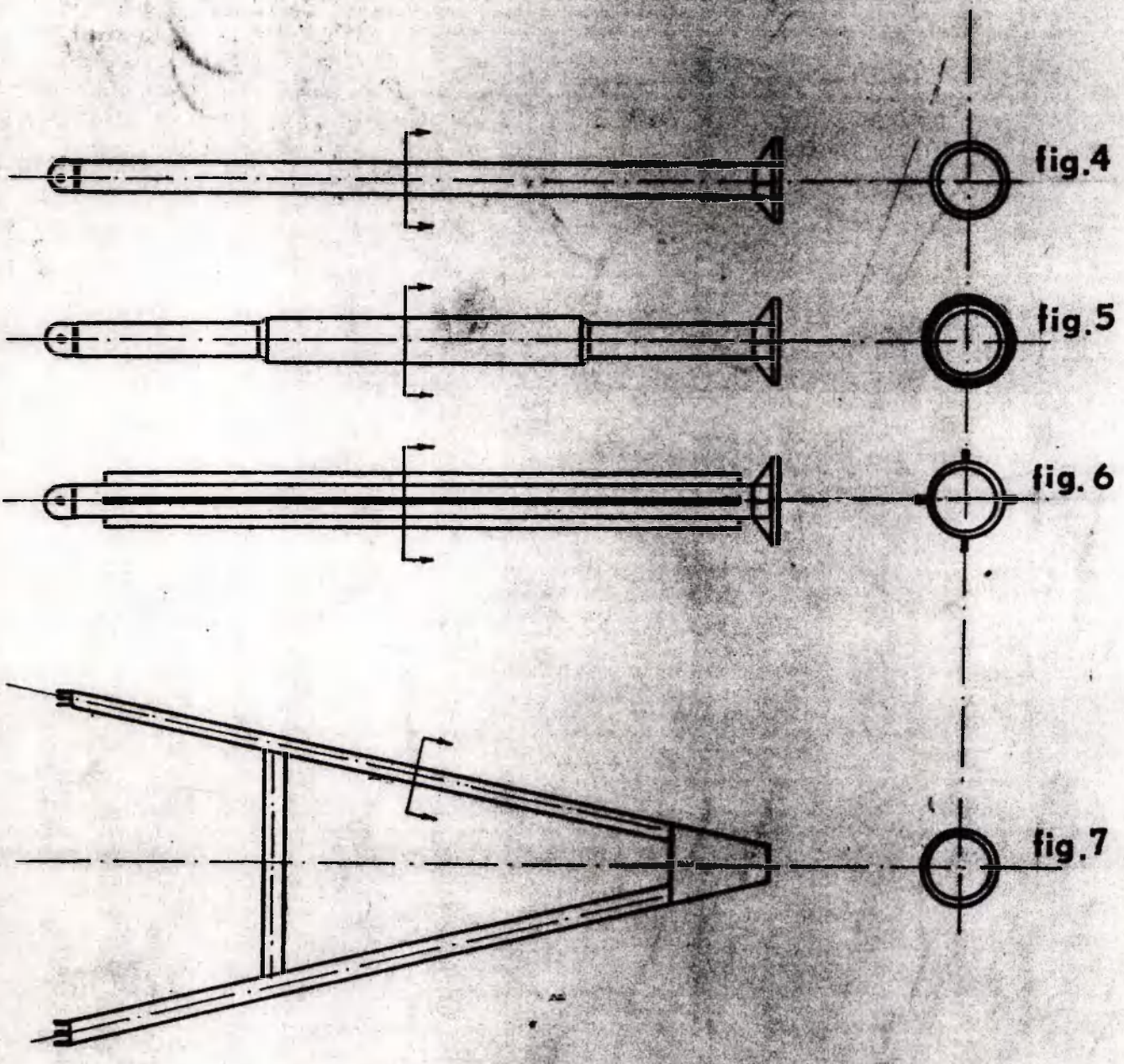
figuur 2

Schaal	Gecontroleerd	
Getekend	Gezien	Rangschikmerk

Auteursrecht voorbehouden volgens de wet

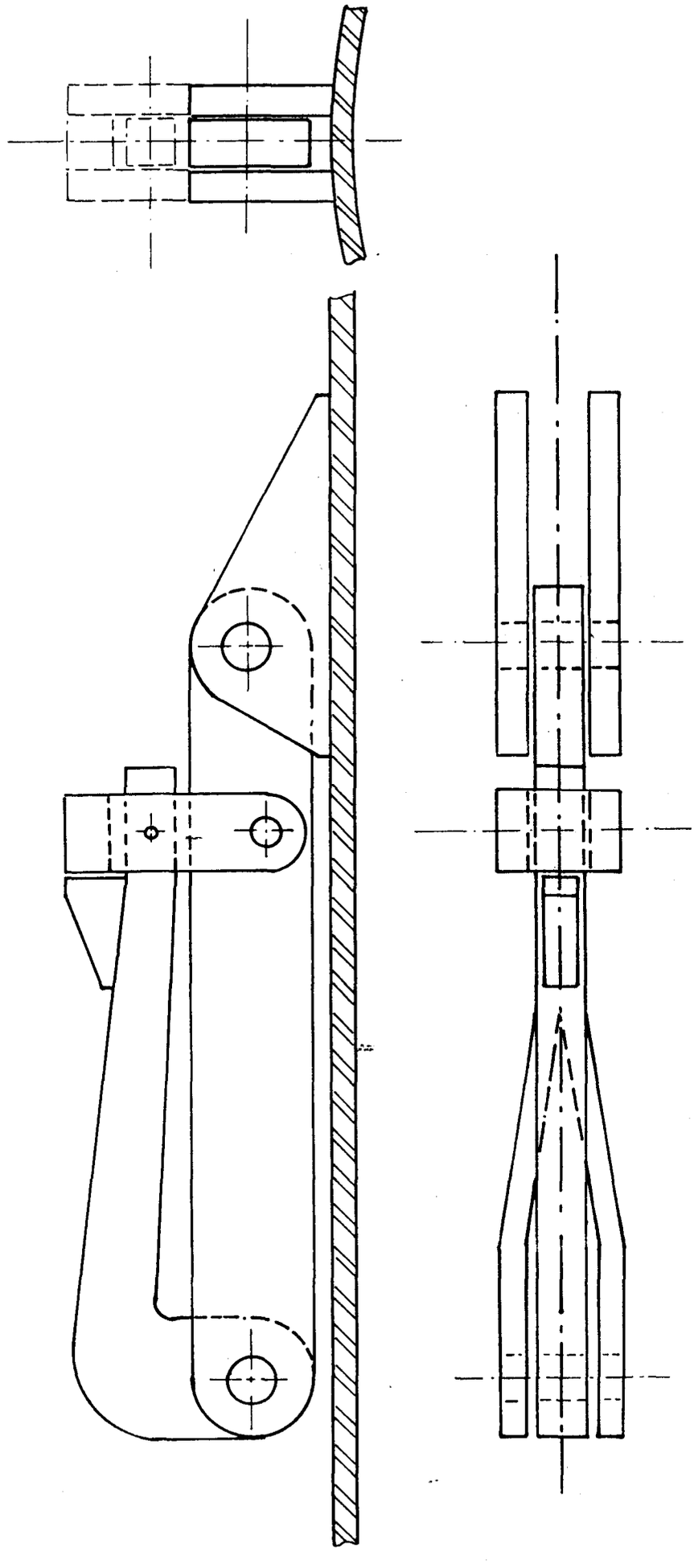


figuur 3

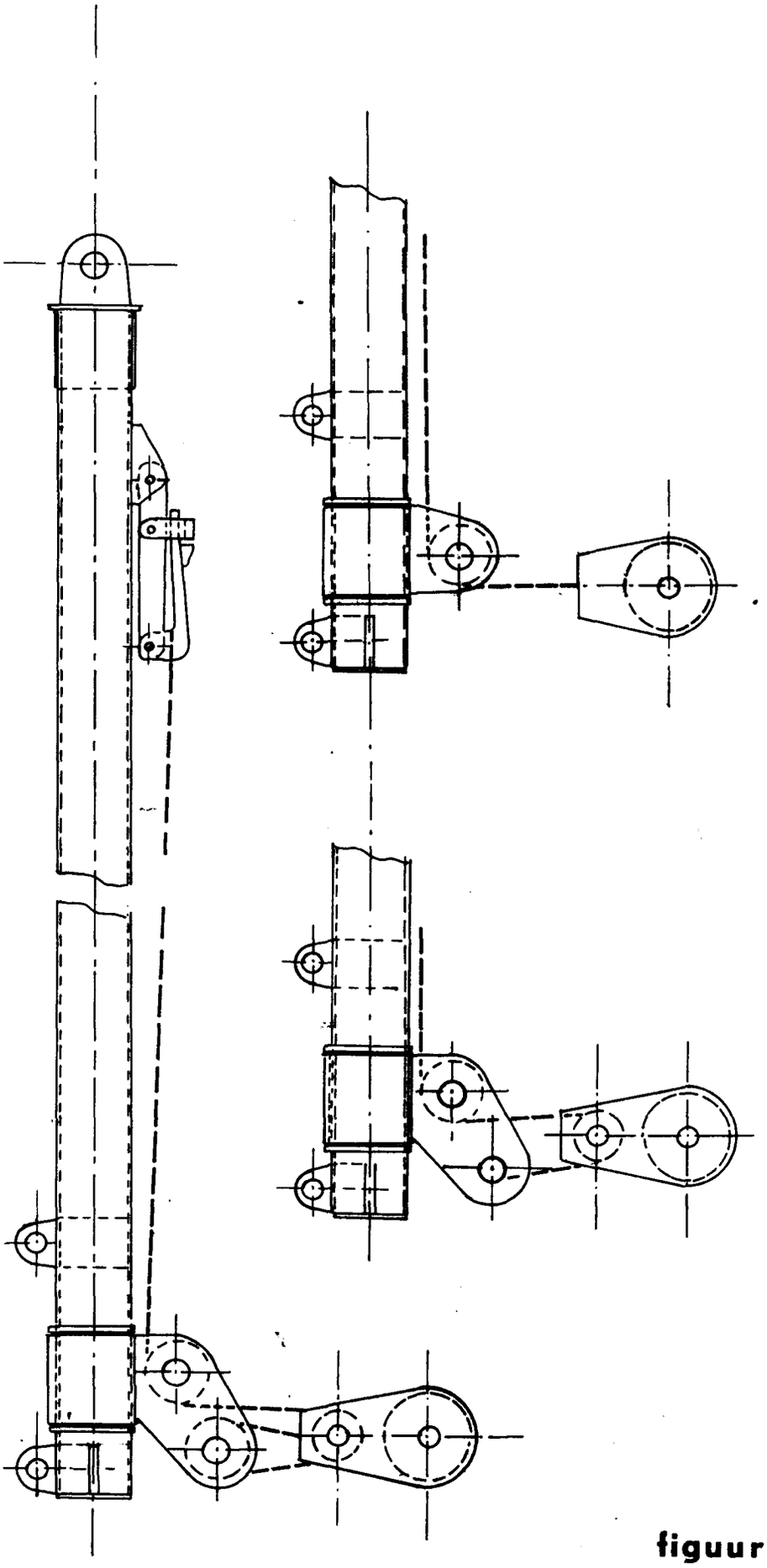


giekkonstrukties

SLIPHAAKKONSTRUKTIE



figuur 8



figuur 9



fig.10 veiligheidssysteem "Van Damme"

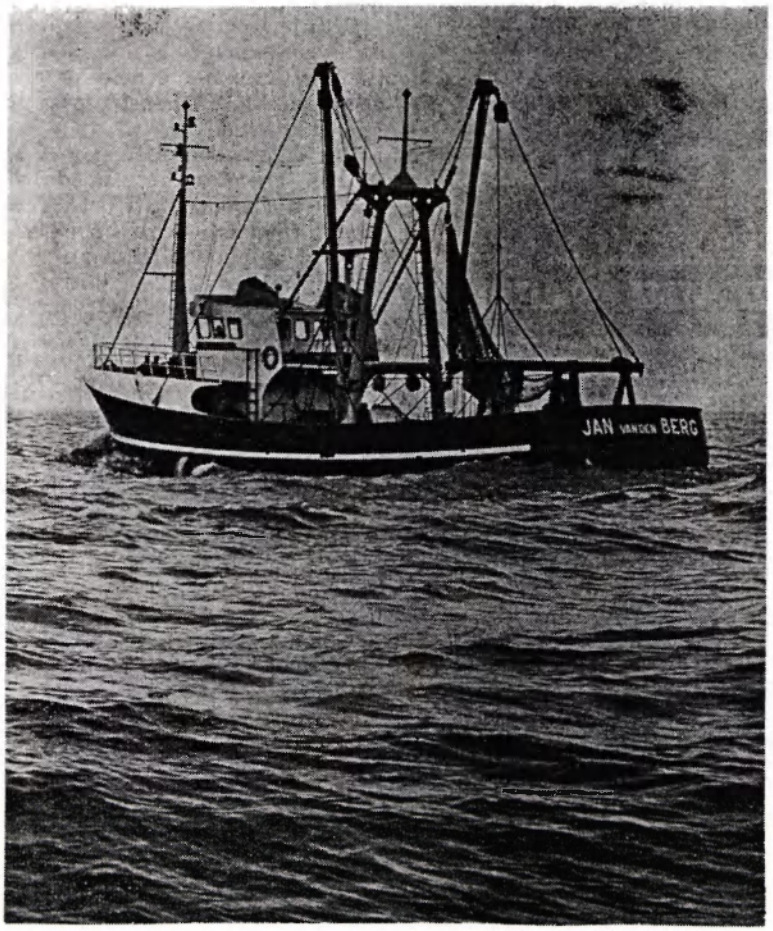


fig.11 hekkotter

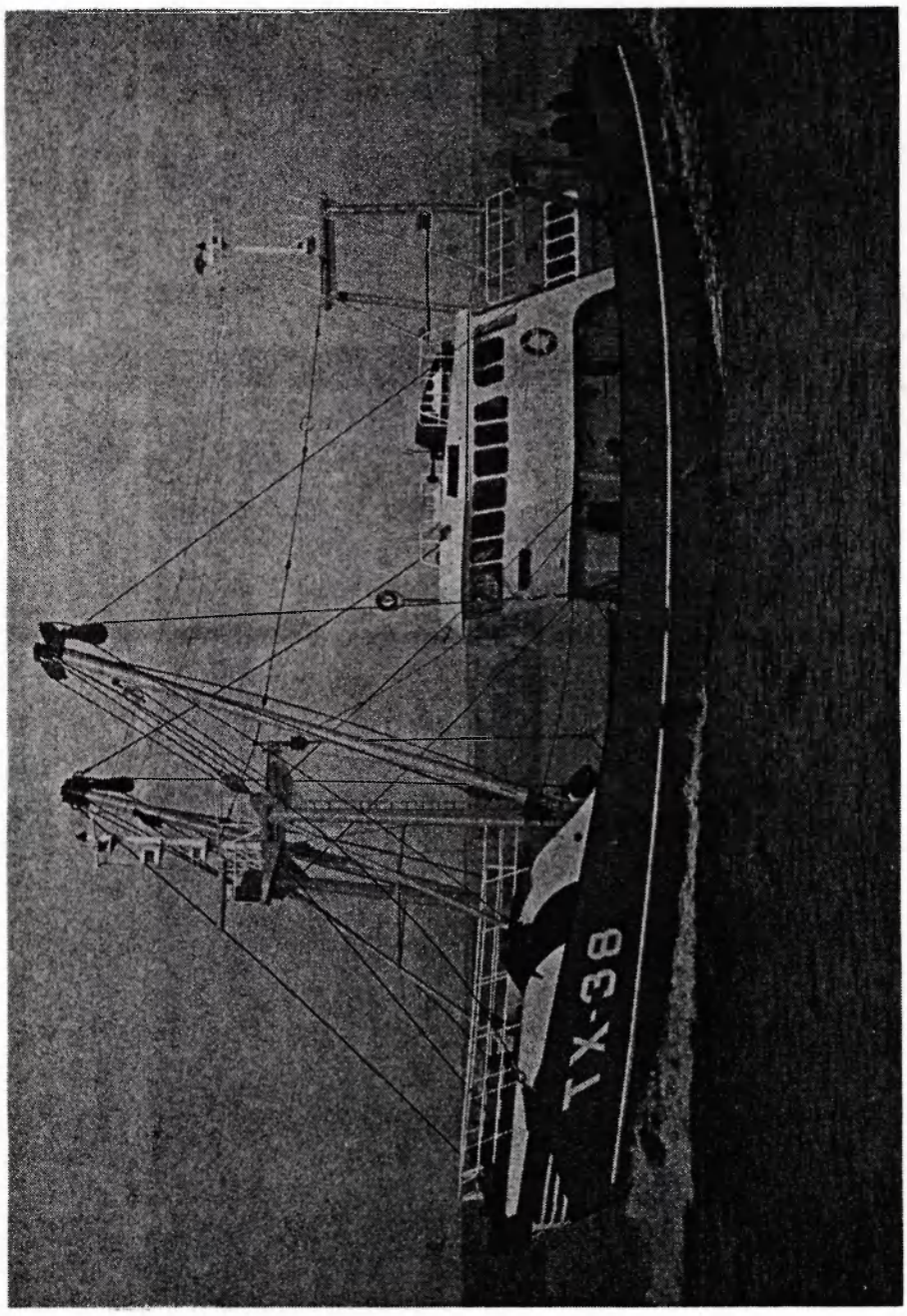


fig.12 zijkotter met portaalmast bij de bak

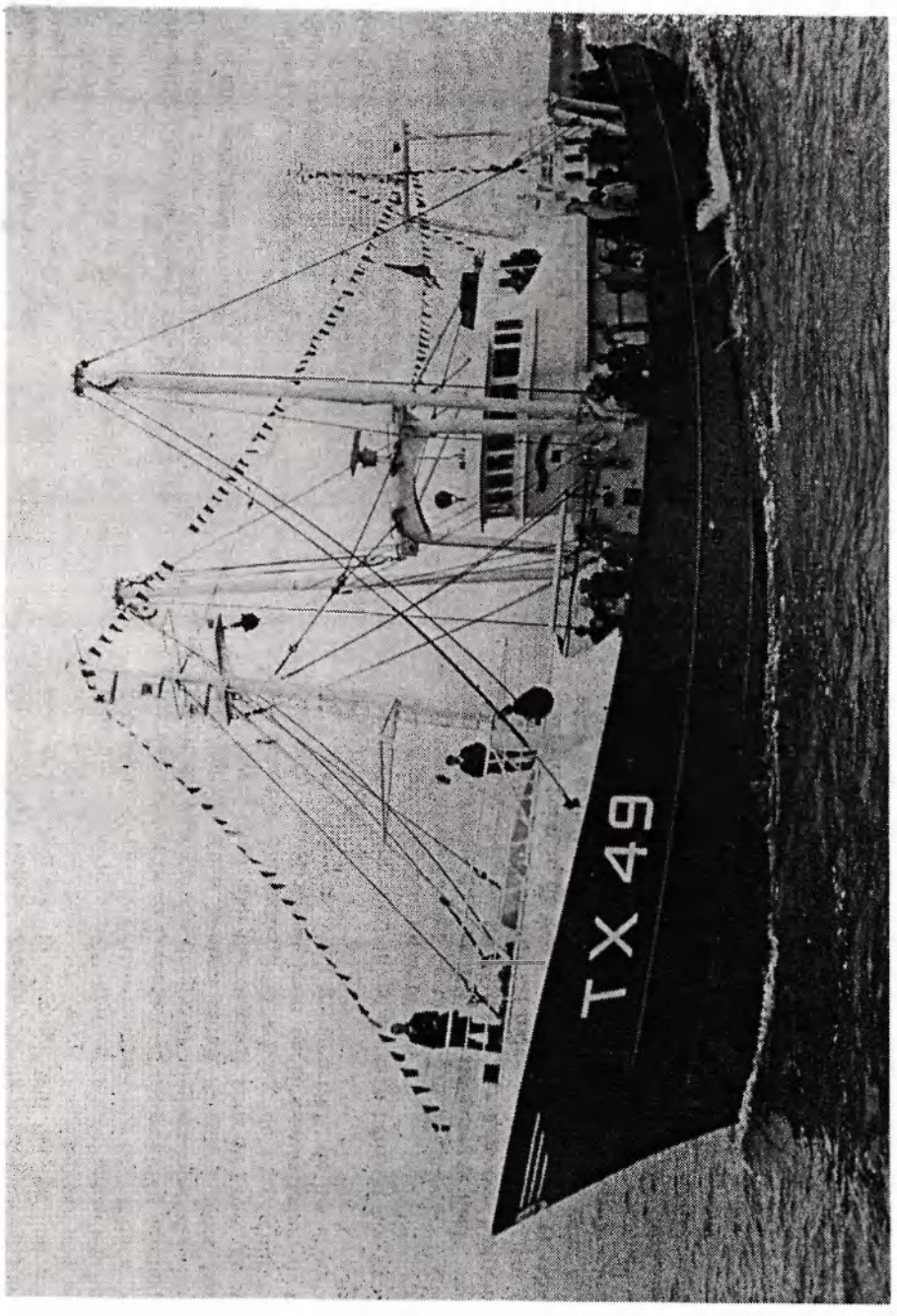
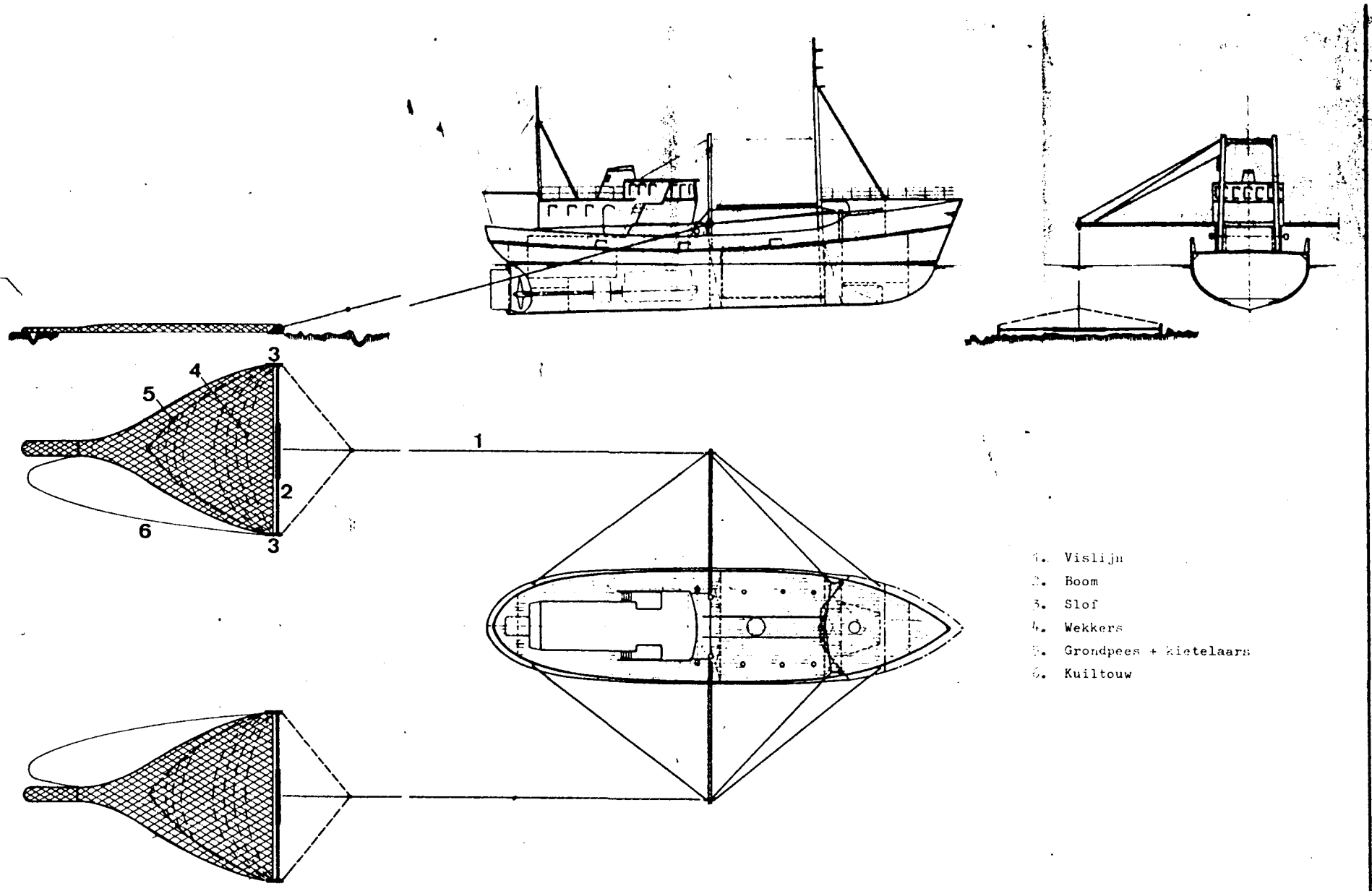
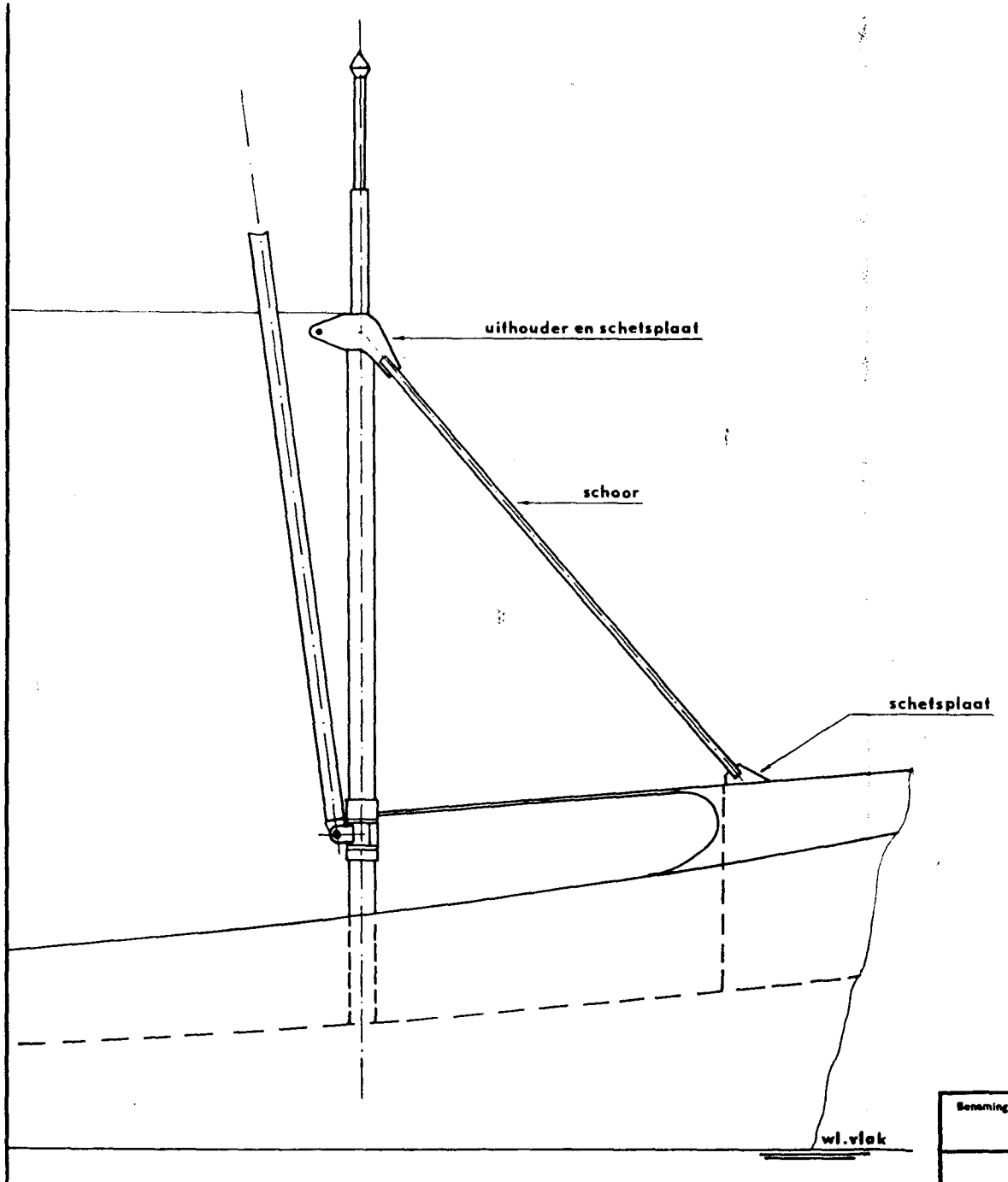


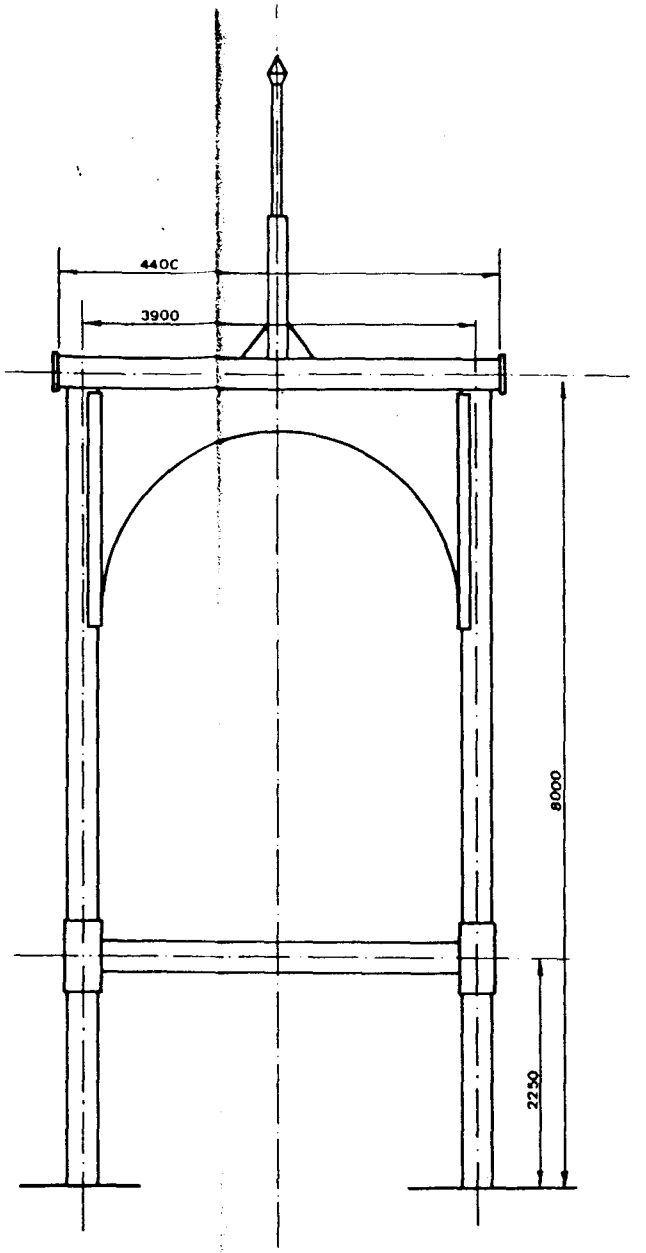
fig.13 zijkotter met portaalmast bij de brug



1. Vislijn
2. Boom
3. Slof
4. Wekkers
5. Grondpees + kietelaars
6. Kuiltouw

Benaming: VISSEND - FIGUUR 14			
technisch visserijonderz.	Schaal 1 : 200	Gecontroleerd	Formaat A3
	Getekend	Gezien	Rangschikmerk





Benaming
PORTAAL BIJ DE BAK

	Schaal 1:50	Gecontroleerd	Formaat A3	figuur 15
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet	Getekend	Gezien	Rangschikmerk	

portaalmast bij de bak

A= berekeningsgeval 1

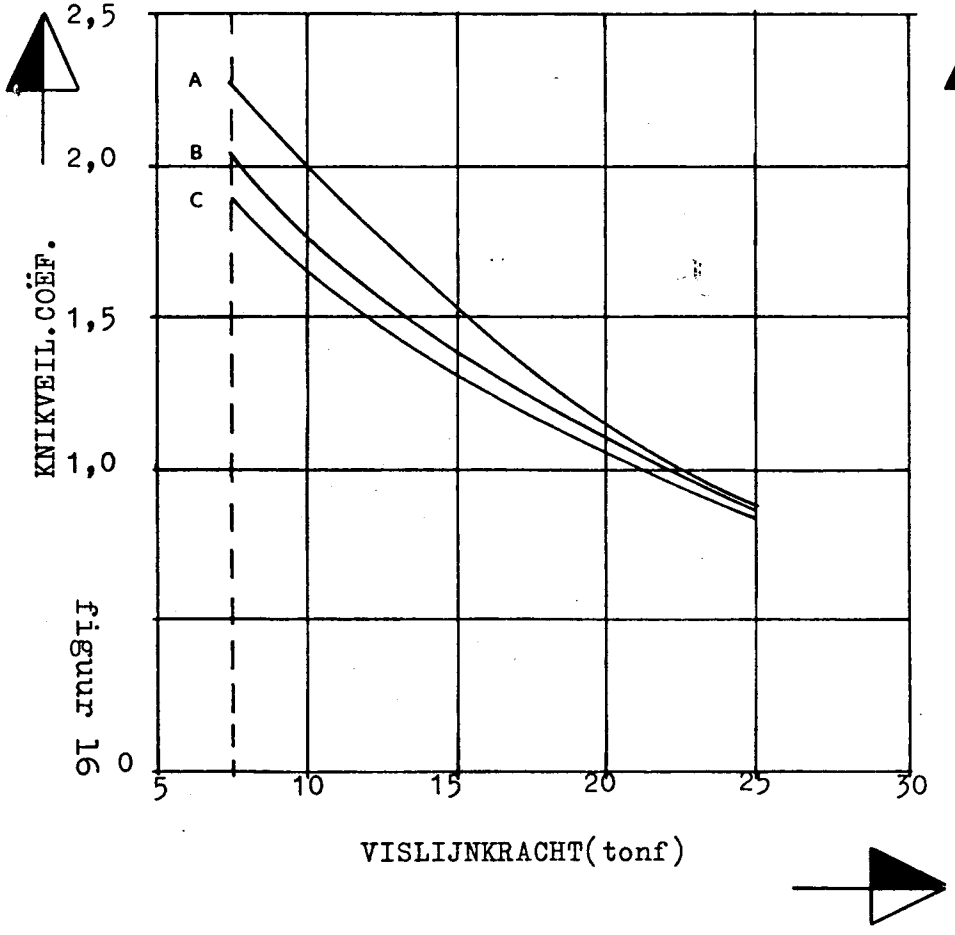
B= " " 2=8

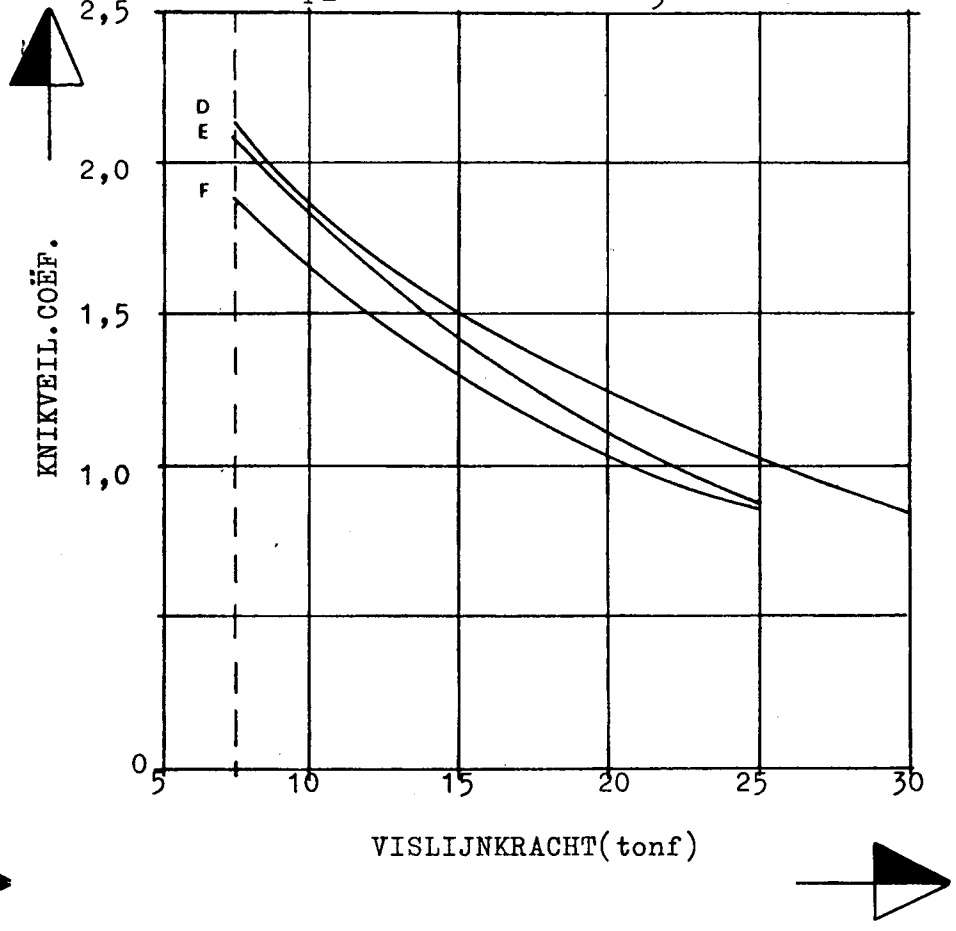
C= " " 7

D= berekeningsgeval 4=5=6=10=11=12

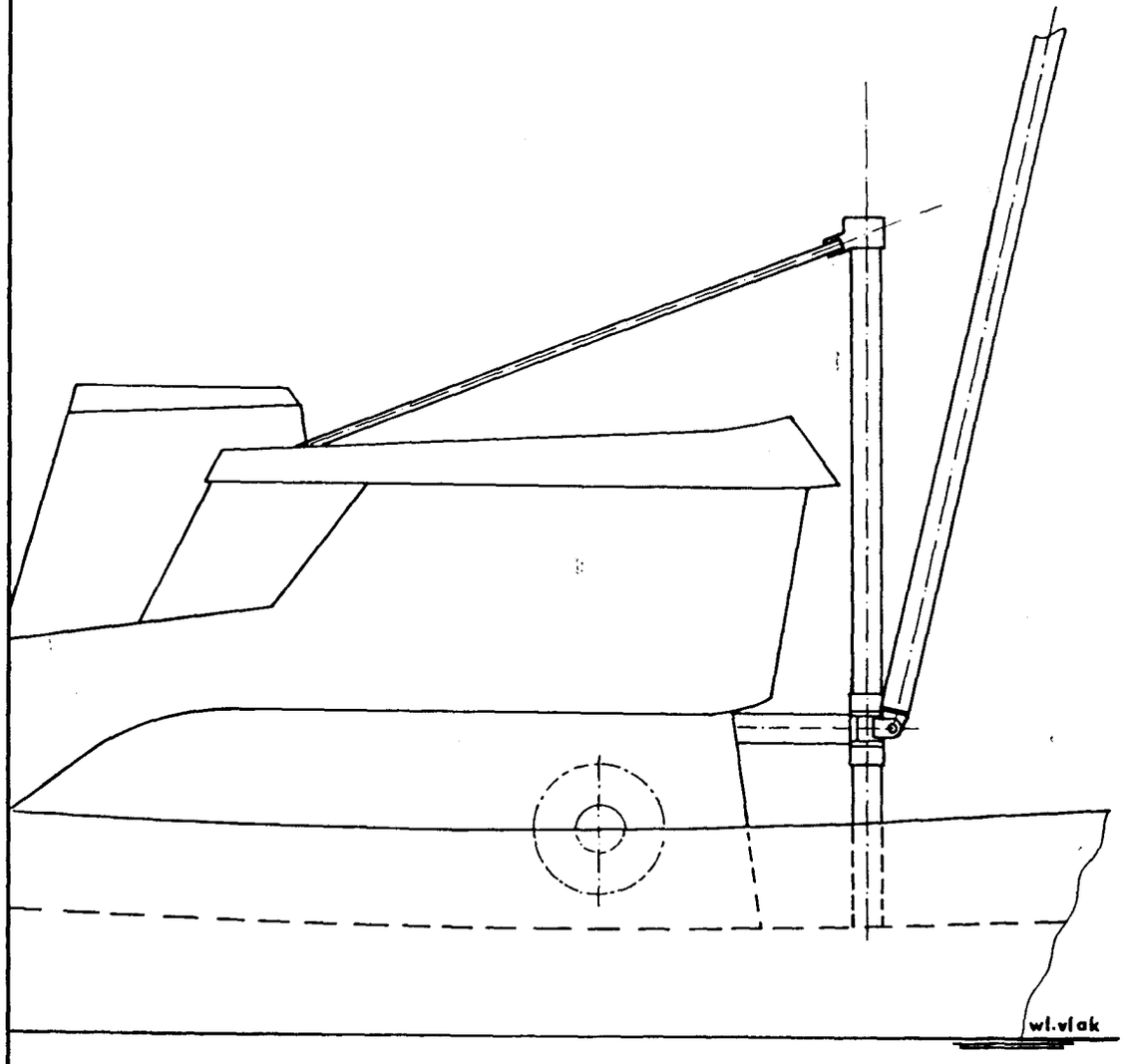
E= " " 9

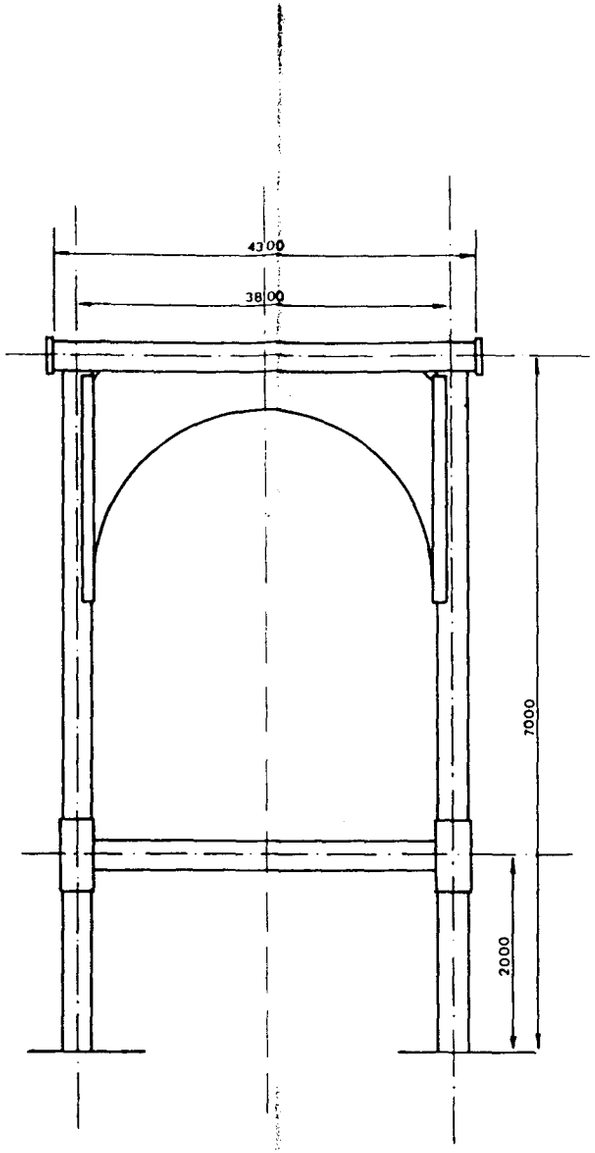
F= " " 3





figuur 16



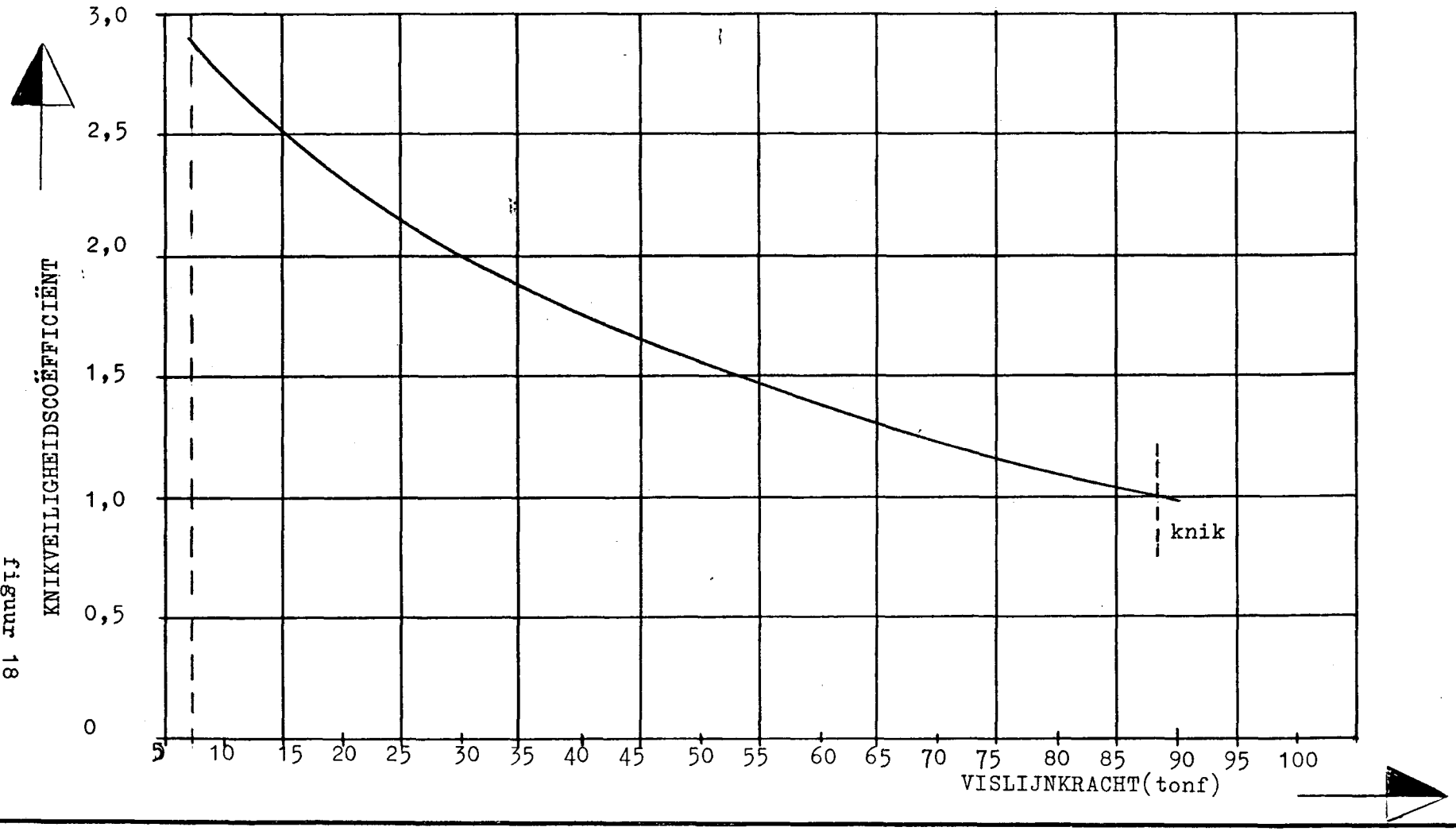


Benaming: **PORTAAL BIJ DE BRUG**			Formaat A3	**figuur 17**
	Schaal 1:50	Gecontroleerd		
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet	Getekend	Gezien	Rangschikmerk	

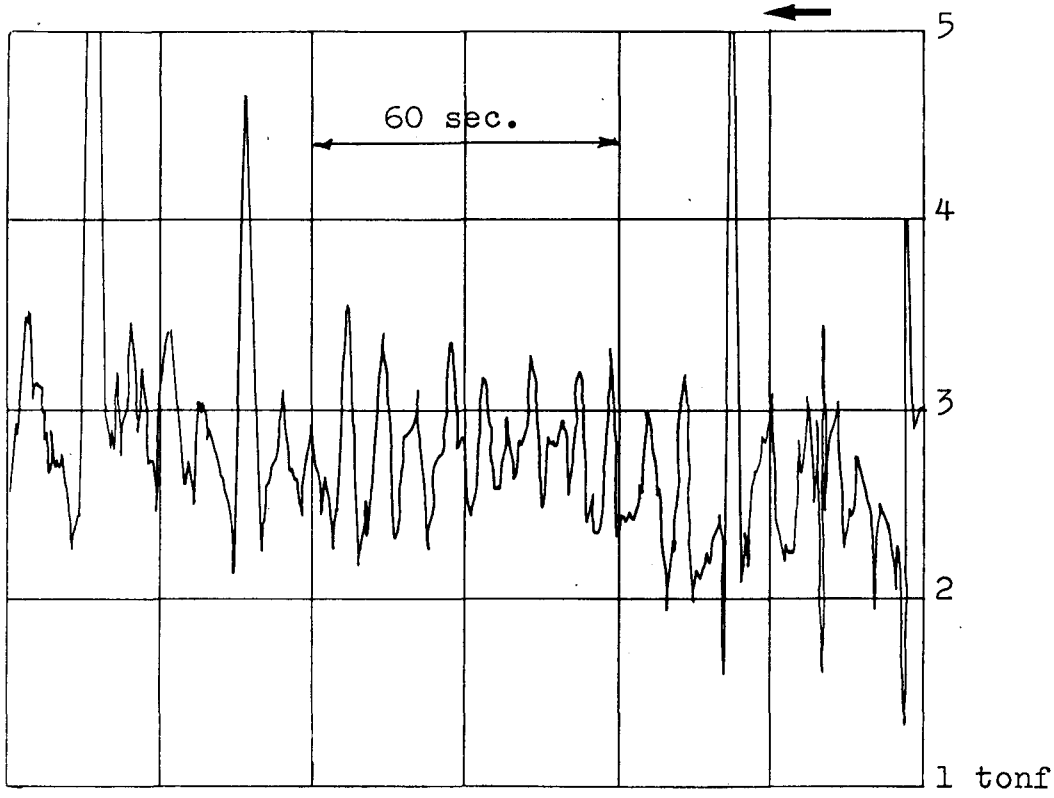
portaalmast bij de brug

$L_1 = L_2 = 10{,}50$m

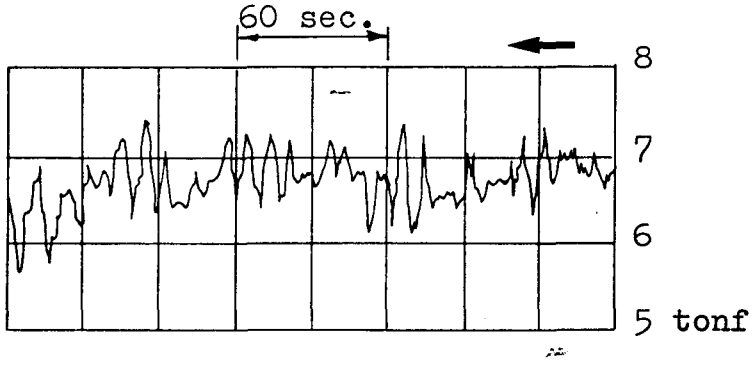
berekeningsgevallen 1 t/m 6



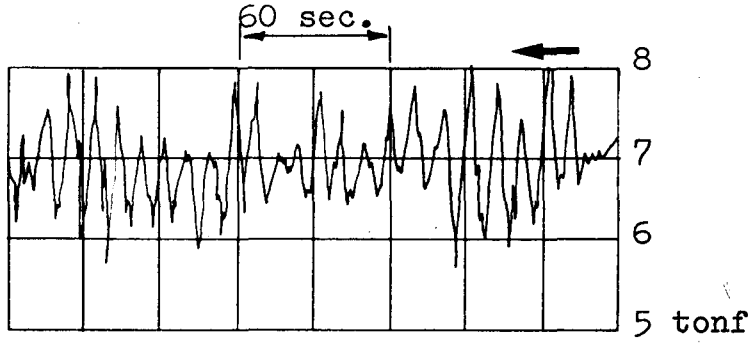
figuur 18



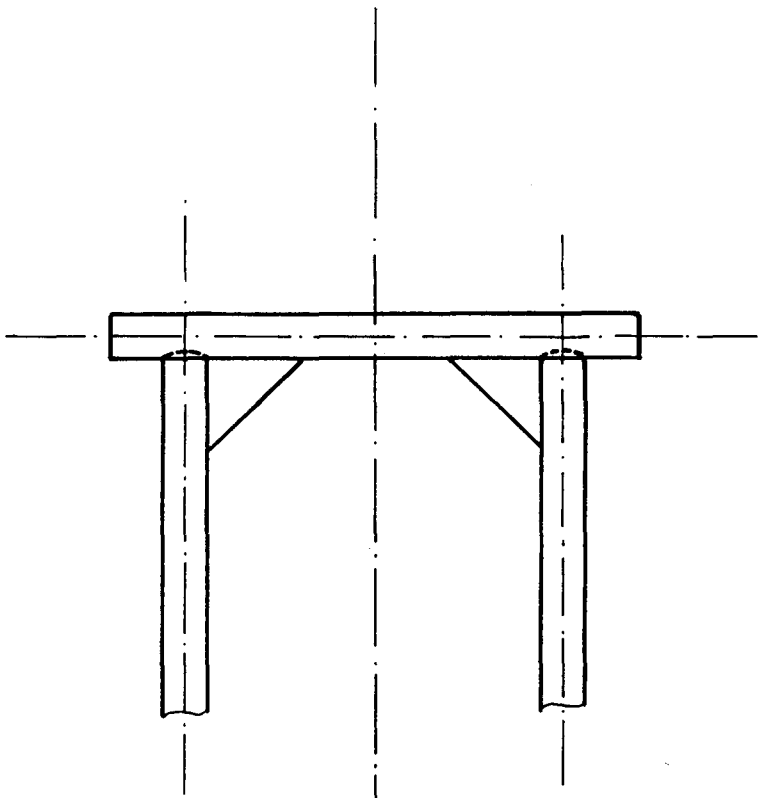
540 pk voortstuwingsvermogen, 22 m waterdiepte,
75 m vislijn uitgevierd, windkracht 3Bf.,
vissend op zware grond.



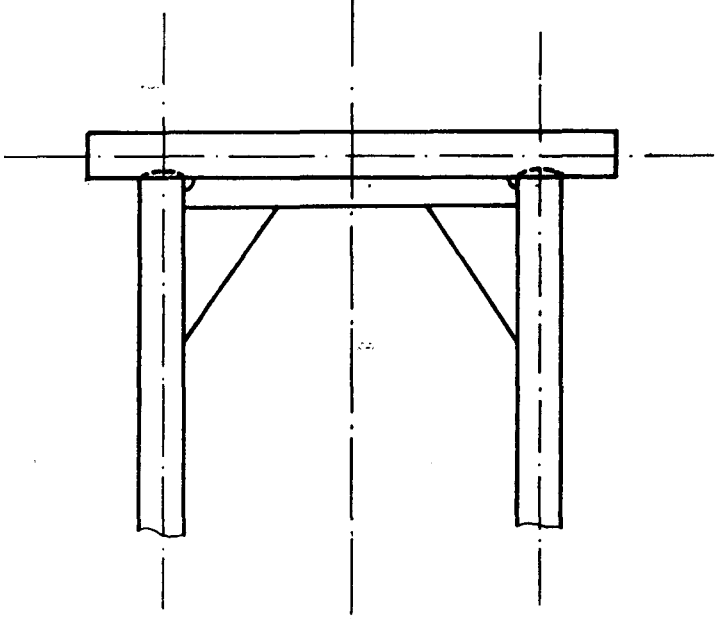
1115 pk voortstuwings-
vermogen
40 m waterdiepte
75 m vislijn uitgevierd
windkracht max. 3Bf.
vissend op vlakke grond



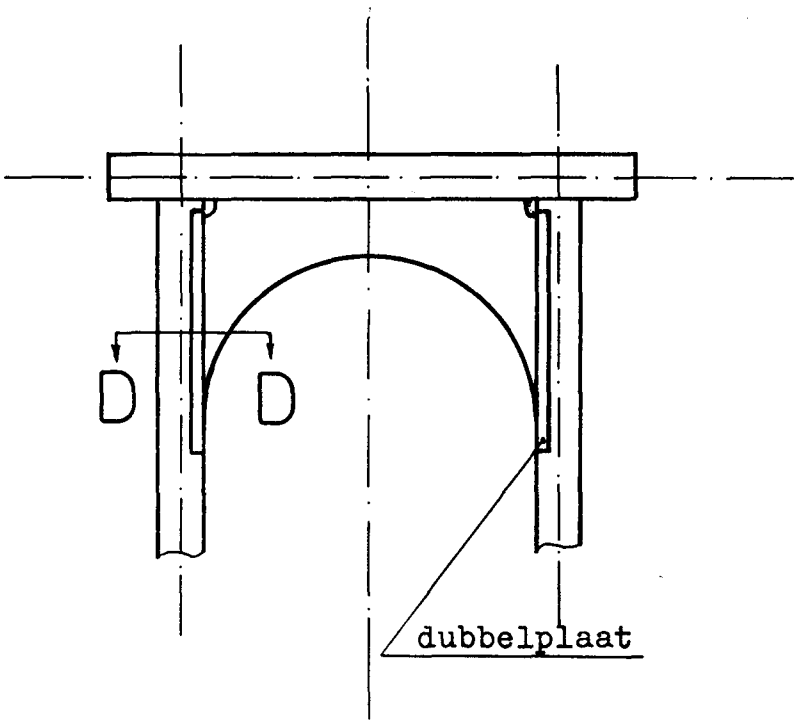
figuur 19



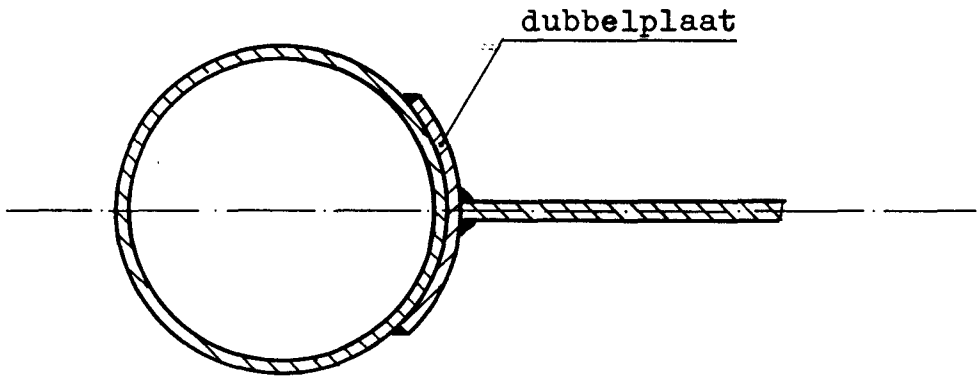
figuur 20a



figuur 20b



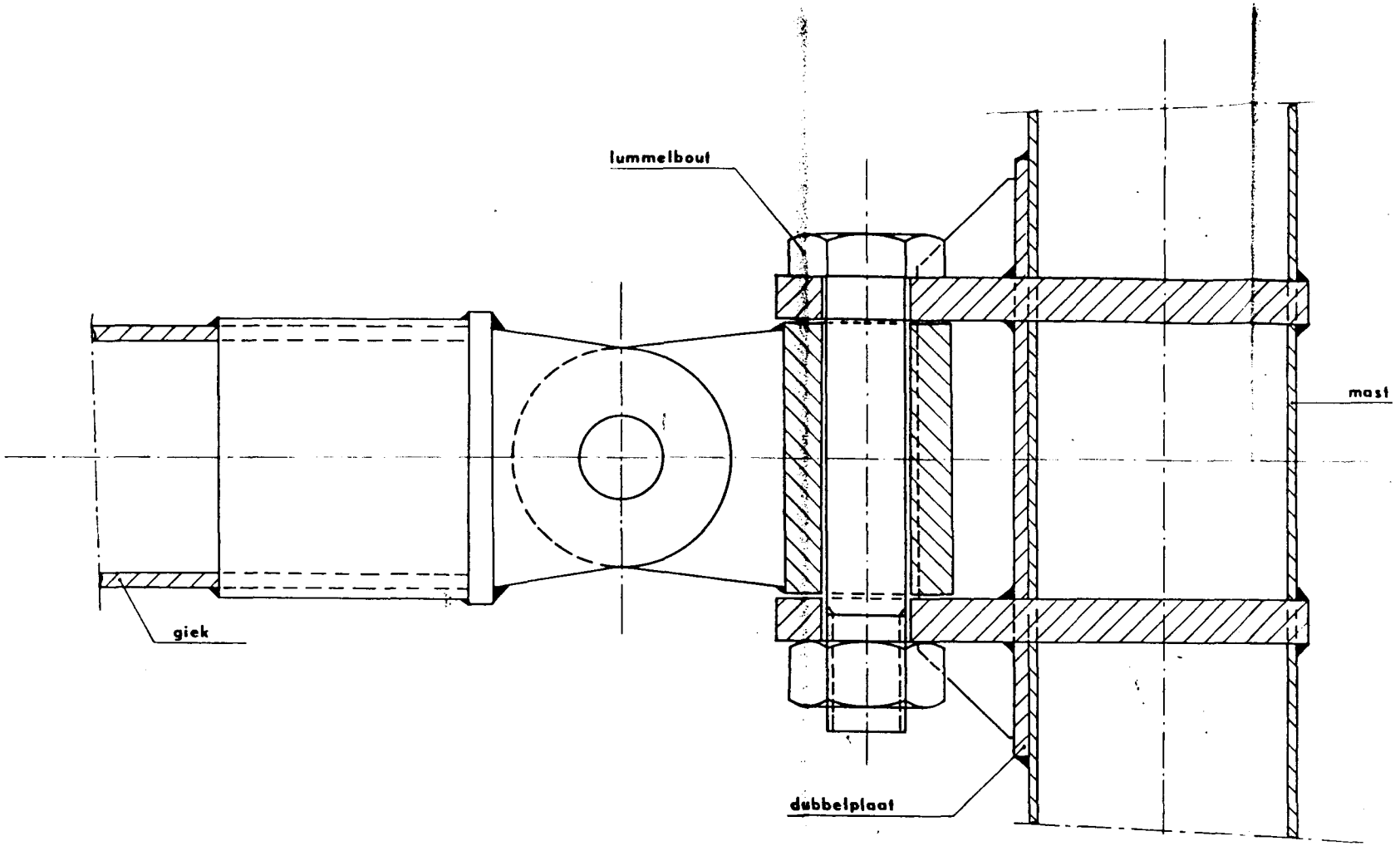
figuur 20c



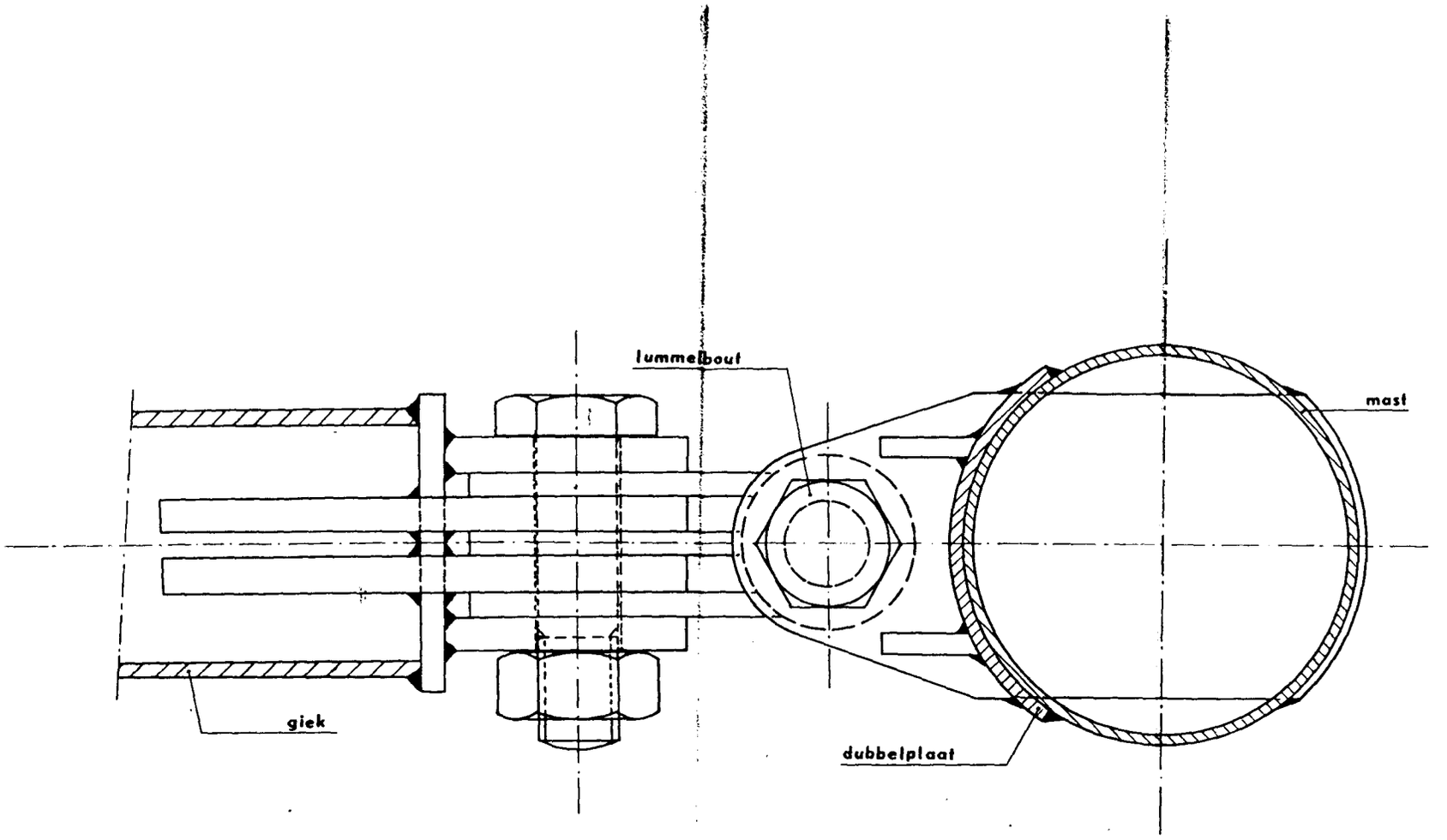
figuur 20d

Doorsnede

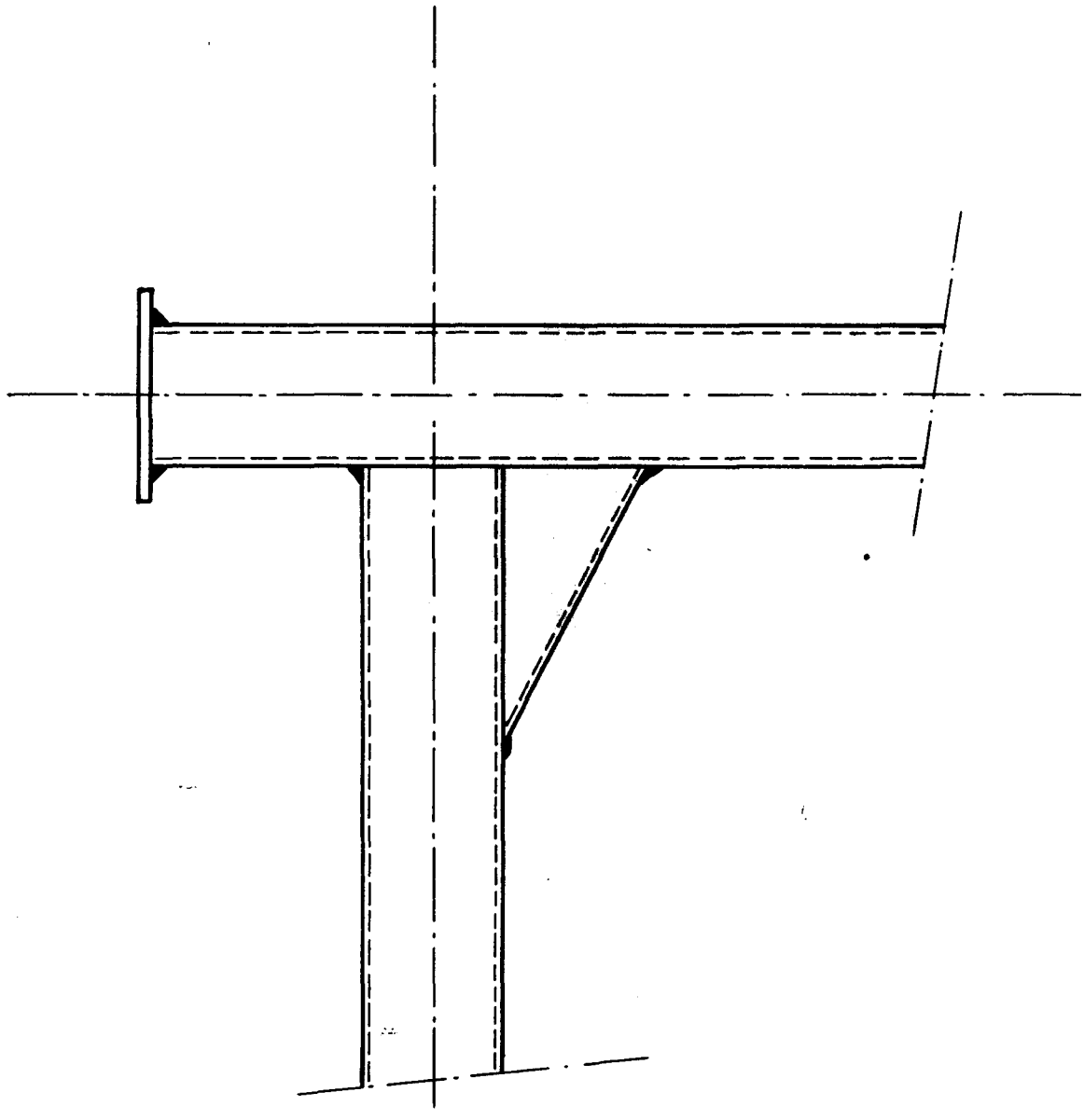
D_D



Benaming: LUMMELKONSTRUKTIE zijaanzicht			Formaat A3
	Schaal	Gecontroleerd	figuur 21
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet	Getekend	Gezien	Rangschikmerk



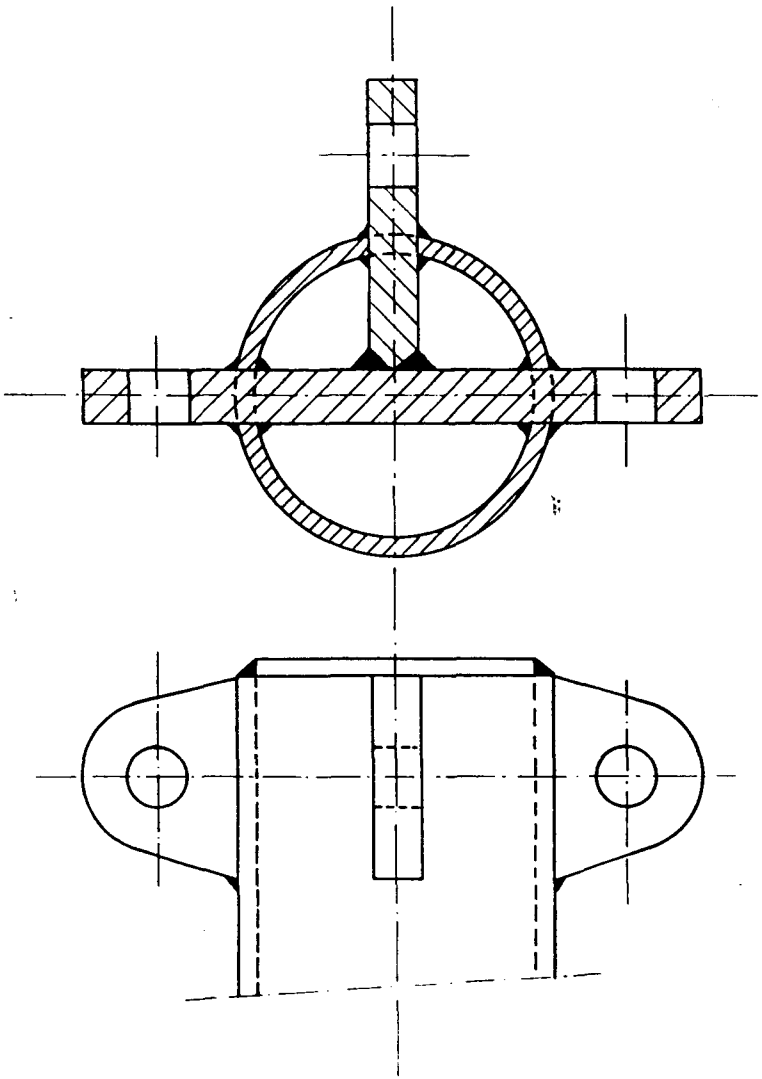
Benaming: LUMMELKONSTRUKTIE bovenaanzicht			Formaat A3	figuur 22
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet	Schaal	Gecontroleerd		
	Getekend	Gezien	Rangschikmerk	

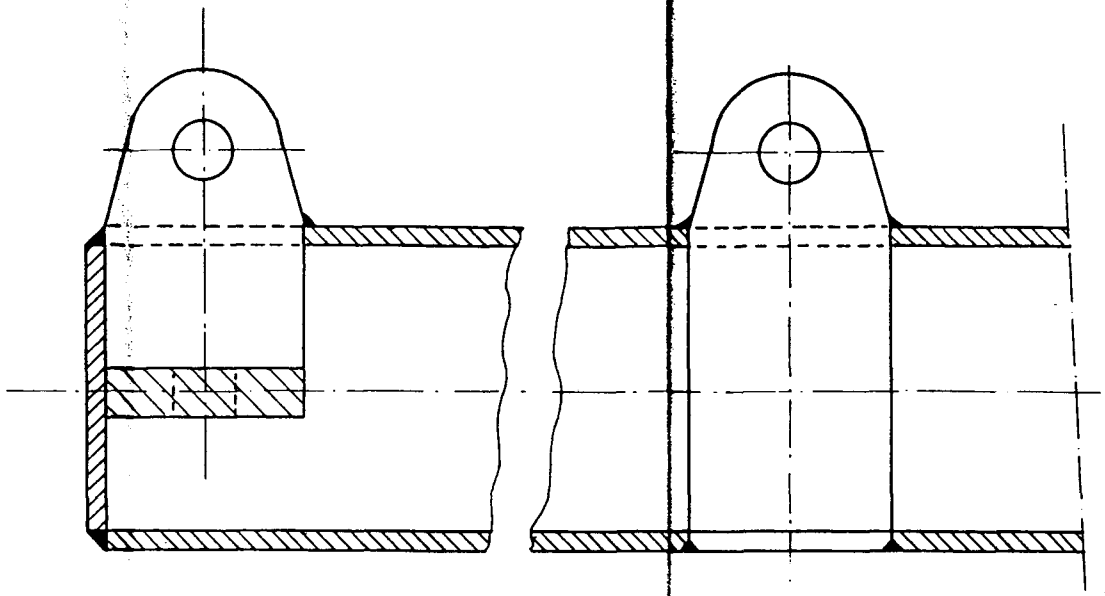


HOEKVERSTIJVING IN PORTAAL

UIT VIERKANT KOKERPROFIEL

figuur 23





Benaming

OGEN AAN DE GIEK

	Schaal		Gecontroleerd
Auteursrecht voorbehouden volgens de wet	Getekend		Gezien

Formaat A3

figuur24

Rangschikmerk