

mt025

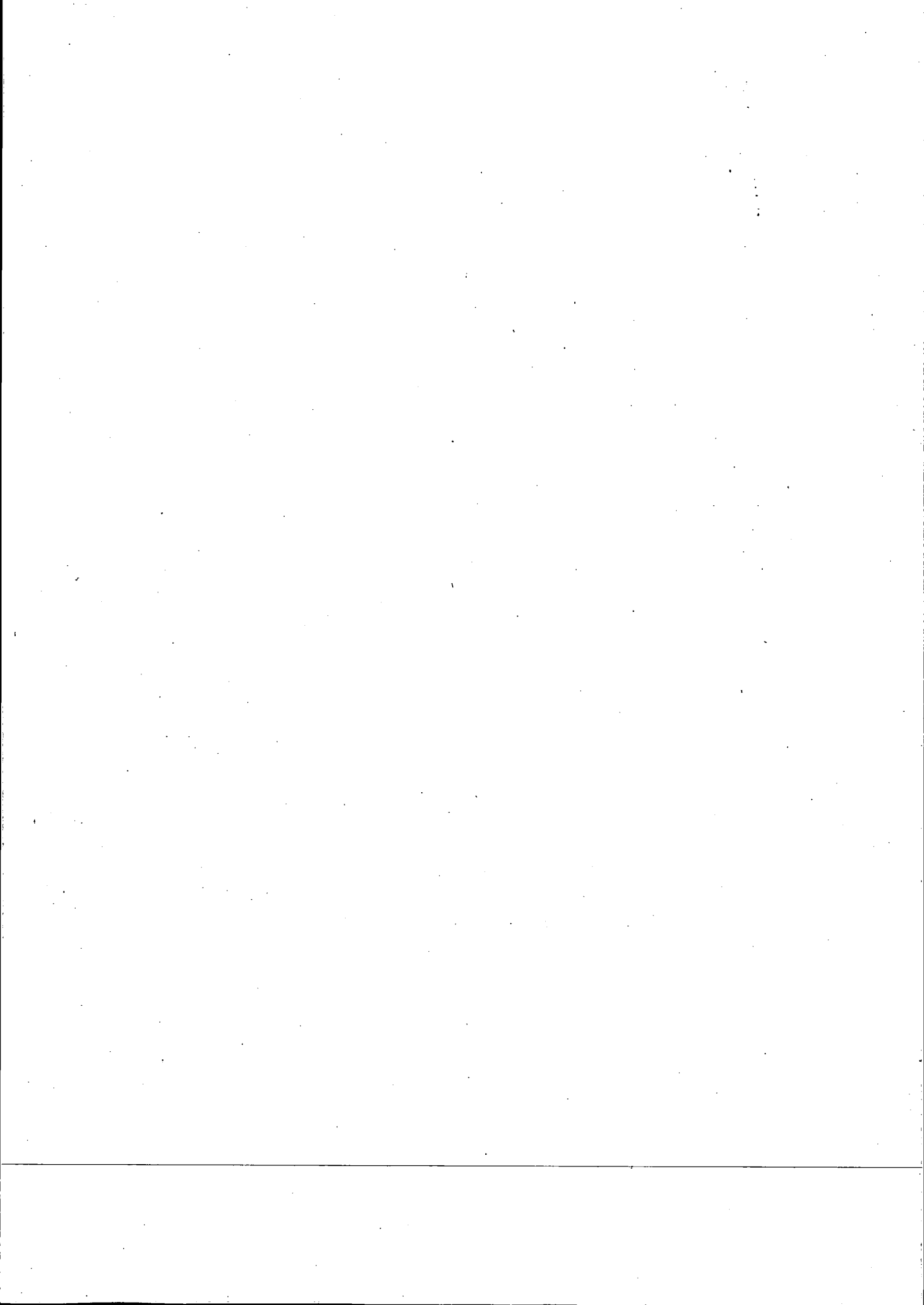
Handleiding oefening scheepshydronechanika
behorend bij het college mt015 "Inleiding
Maritieme Techniek".
Rapport no. 629-K

September 1986 Prof.ir.J.A. Korteweg/Ing.C.J. Bom

TU Delft

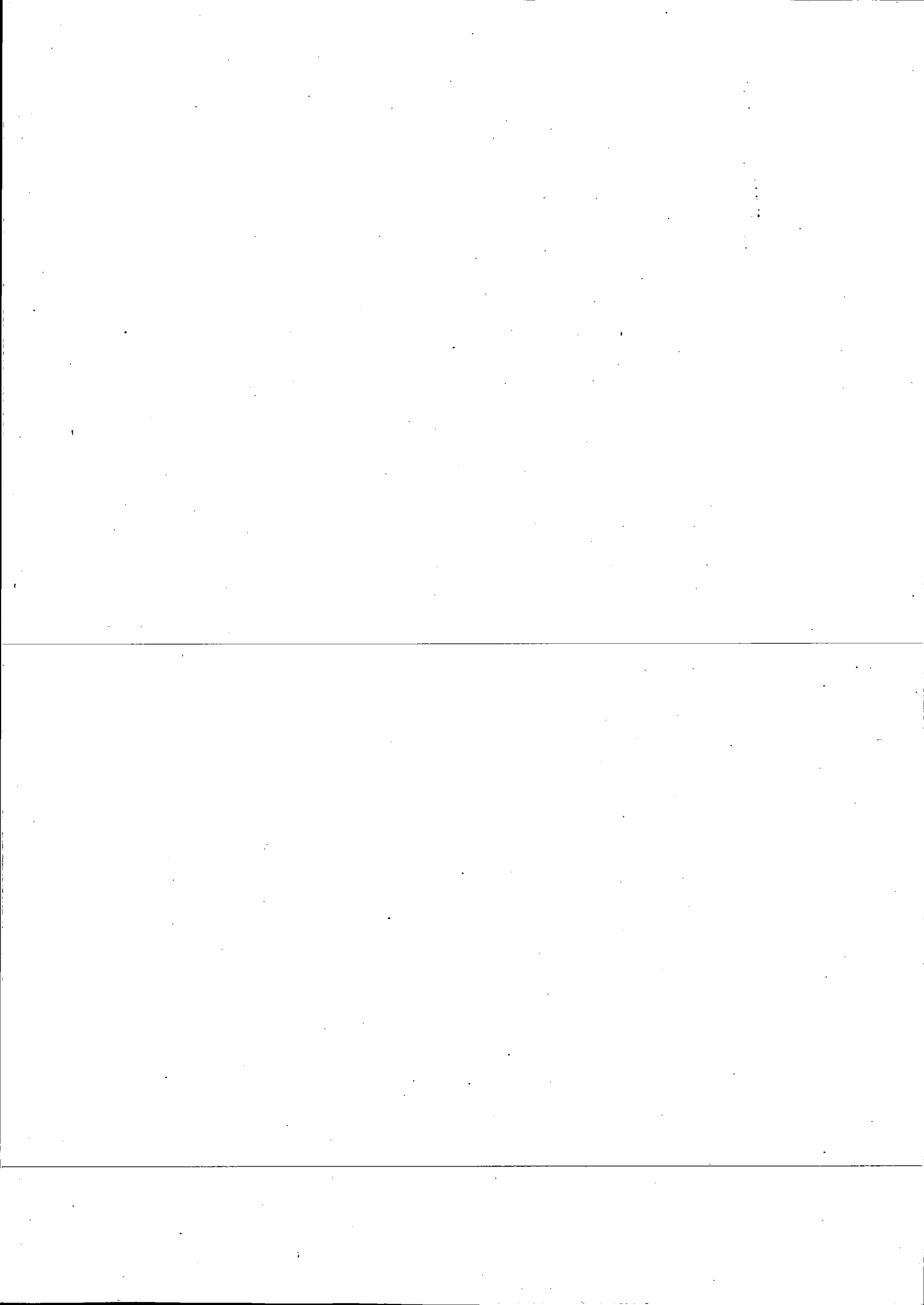
Technische Universiteit Delft

Faculteit der Maritieme Techniek
Vakgroep Hydronautica



Inhoud:

1. Inleiding	1
2. Computergegevens.	1
3. Opgaven scheepshydronechanica	1
4. Het lijnenplan.	4
- dekrondte	6
- dekrondte constructies	8
- zeeg	10
- vlaktilling	15
- kimstraal	16
- voorsteven	17
- achtersteven	17
- spiegelhek	19
- stroken	20
5. Opzetten van de tekening.	21
6. Gebruik van de planimeter.	23
7. Grafische methode ter bepaling van zwaartepunten en oppervlakken	24



1. Inleiding

De oefening bestaat uit het tekenen van een deel van het lijnenplan van een schip en het bepalen van de inhoud en de coördinaten van het volume zwaartepunt van een in dat deel gelegen tank, ruim, enz.

Van de groepjes van 4 studenten, die ook bij de voorgaande oefeningen gefunctioneerd hebben, wordt één ontwerp gekozen dat min of meer voldoet aan de eisen om voor deze opgave als basis te dienen.

De bedoeling van deze oefening is inzicht te verkrijgen in de scheepsvorm en de samenhang der projecties en ervaring op te doen bij het tekenen en het stroken.

Tevens het leren werken met een planimeter om oppervlakken te bepalen en met behulp van integratieregels inhouden en zwaartepuntscoördinaten te berekenen.

2. Computergegevens

Van het gekozen ontwerp zal door de begeleiding een spantentabel gemaakt worden met behulp van de computer. Om deze tabel te kunnen maken moet van het schip bekend zijn: type, lengte, breedte, diepgang, blokcoëfficiënt en plaats van het drukkingspunt.

De vóór- en achterstevencontour van het schip worden gegeven, de holte, de zijdekzeeglijnen en de hoogte van de dubbele bodem.

3. Opgaven scheepshydronechanica

(per groep van 4 studenten, namelijk A - B - C - D).

Student A:

1. maak een lijnenplan van het voorschip met behulp van de bijgevoegde spantentabel en schets van de voorstevencontour en de zijdekzeeglijnen.

teken: - ordinaten 10 t/m 20

- constructie waterlijn en 3 waterlijnen daaronder

+ vlaklijn

- 2 vertikalen op $\pm 1/3$ en $\pm 2/3$ van de halve breedte
- kimsent
- KVS (ordinaatoppervlakken te bepalen met de planimeter)

2. bepaald de inhoud van de voorpiektank en de zwaartepuntsligging in hoogte en in lengte ten opzichte van ord. 10 (het voorpiekschot valt samen met ord. 19, het hoofddek is de top van de tank); gebruik voor het bepalen van het oppervlak van de doorsneden en het bijbehorende zwaartepunt de methode volgens fig. 30 en 31.

Student B:

1. zie student A.
2. bepaald de inhoud van het ruim gelegen achter de voorpiek en zich uitstrekkend van ord. 17 tot 19. Bepaal tevens de zwaartepuntsligging in hoogte en in lengte ten opzichte van ord. 10; gebruik voor het bepalen van het oppervlak van de doorsneden en het bijbehorende zwaartepunt de methode volgens fig. 30 en 31.

Student C:

1. maak een lijnenplan van het achterschip met behulp van de bijgaande spantentabel en schets van de achterstevencoutour en de zijdekzeeglijnen
teken: - ordinaten 0 t/m 10
- constructiewaterlijn en 3 waterlijnen daaronder
+ vlaklijn
- deklijn
- waterlijn boven cwl of kampagnedek
- 2 vertikalen op $\pm 1/3$ en $\pm 2/3$ van de halve breedte
- kimsent
- de KVS (ordinaatoppervlakken te bepalen met de planimeter)
2. bepaal de inhoud van de achterpiektank en de zwaartepuntsligging in hoogte en in lengte ten opzichte van ord. 10. Het achterpiekschot valt samen met ord. 1, als niet anders aangegeven is, en de top van de tank ligt 0,5 m boven de cwl; gebruik voor het bepalen van het oppervlak van de doorsneden en het bijbehorende zwaartepunt de methode volgens fig. 30 en 31.

Student D:

1. zie student C.
2. bepaal de inhoud van een dubbele bodem tank in de machinekamer, zich uitstrekkend van ord. 1 tot 3; hoogte 2000 mm; langsschot 1 m uit hart schip. De tank strekt zich uit van het langsschot tot de huid in de zijde. Bepaal tevens de zwaartepuntsligging in hoogte en in lengte ten opzichte van ord. 10; gebruik voor het bepalen van het oppervlak van de doorsneden en het bijbehorende zwaartepunt de methode volgens fig. 30 en 31.

Voor alle studenten:

In het verslag dat naast de tekening gemaakt wordt, moet worden opgenomen:

- de waarden van de spantoppervlakken uit de tekening
- de schetsen van de doorsneden die nodig zijn om berekeningen te maken.
- de berekeningen, deze moeten overzichtelijk uitgevoerd worden, en waar er aanleiding toe is moeten de berekeningen in tabelvorm worden uitgevoerd

4. Het lijnenplan

Het lijnenplan wordt besproken in het college MT 3 sectie 6:3. Hierop aansluitend wordt deze instructie gegeven.

Een lijnentekening van een schip is in fig. 1 aangegeven. In deze figuur zijn een aantal verbanden tussen de verschillende projekties gelegd.

Bekijken we eerst het voorschip, dan zien we in het spantenraam de breedtematen van de ordinaten A en B, die we in het waterlijnenplan weer terug vinden.

Voorbeeld: A is de breedte van ordinaat 16 ter hoogte van waterlijn 3 en
B is de breedte van ord. 18 op w.l. 1.

De direkte verbanden tussen de projekties zijn met dikke streep-lijnen duidelijk aangegeven.

Ga deze goed na!

In het achterschip is ook nog het verband van de sent in spantenraam en sentenplan aangegeven. D wordt langs de schuine lijn opgemeten en in het sentenplan op de desbetreffende ordinaat uitgezet.

Ter informatie

Voor het aantal doorsnijdingsvlakken geldt in het algemeen:

a. waterlijnen: afhankelijk van de diepgang en holte, minimaal 5 onder de k.w.l.

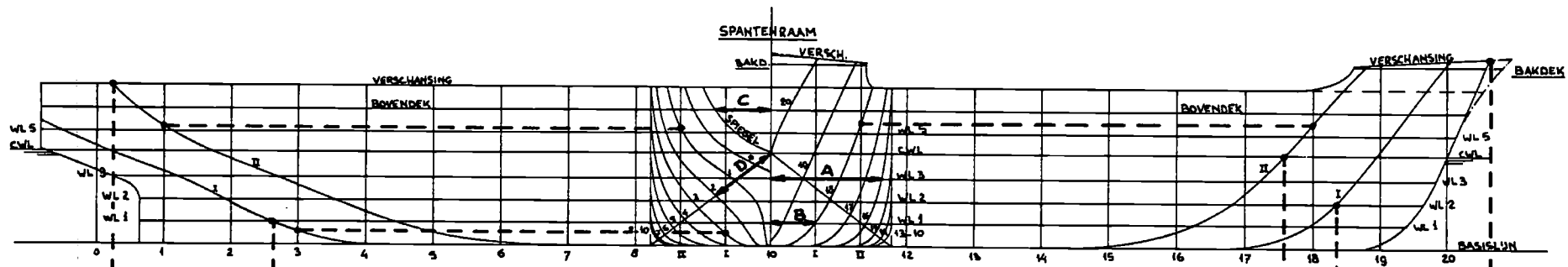
b. vertikalen : minimaal 3 op de halve scheepsbreedte.

c. ordinaten : meestal 21 (0 t/m 20) verdeeld over L_{ord} .
Soms extra ordinaten in achterschip achter ord. 0 (A,B,C) en tussen ordinaten in achter- en voorschip ($\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$ - $18\frac{1}{2}$, $19\frac{1}{2}$).

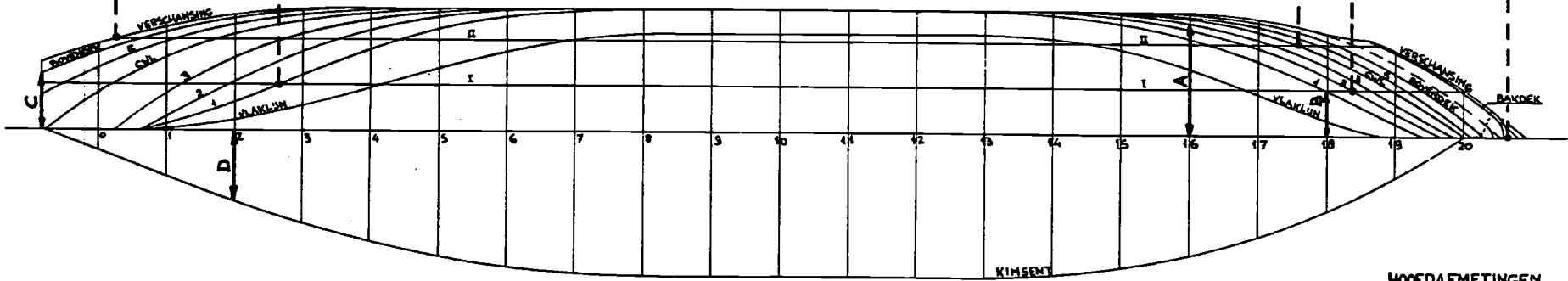
d. senten : in het voorschip 1 of 2
in het achterschip soms wel 3

~~Dit is afhankelijk van de scheepsvorm; zoveel mogelijk plaatsen onder een hoek 90° met de ordinaten.~~

LANGSPAN



WATERLUNENPLAN



SENTENPLAN

HOOFDAFMETINGEN

LENGTE TUSSEN DE ORDINATEN m
BREEDTE m
HOLTE m
DIEPGANG m
KIMSTRAAL m

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT
FACULTEIT DER
MARITIEME TECHNIEK

LJNENPLAN COASTER

GEI:	DAT:	SCHMA:
GEI:	GEI:	RI:

Fig. 1

Dekrondte

Onder dekrondte verstaan we het dwarsscheeps gebogen zijn van een dek. Dit wordt gedaan om overkomend water gemakkelijk te kunnen lozen. Tussendekken hebben meestal geen dekrondte. Vroeger werd het dek op alle schepen over de gehele scheepsbreedte gebogen.

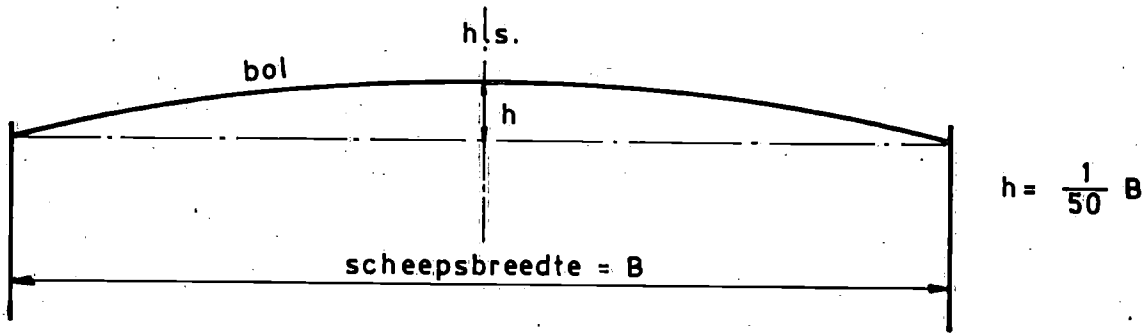


Fig. 2

Tegenwoordig wordt hier dikwijls van afgeweken. Het dwarsscheeps gebogen zijn van het dek houdt in dat dwarsscheepse verstijvingen onder het dek eveneens gebogen moeten worden. Om nu het buigen van die verstijvingen te vermijden, wordt bij vrachtschepen het dek ook wel alleen over de breedte van de laadhoofden gebogen, terwijl men het gedeelte naast de laadhoofden schuin omhoog laat lopen.

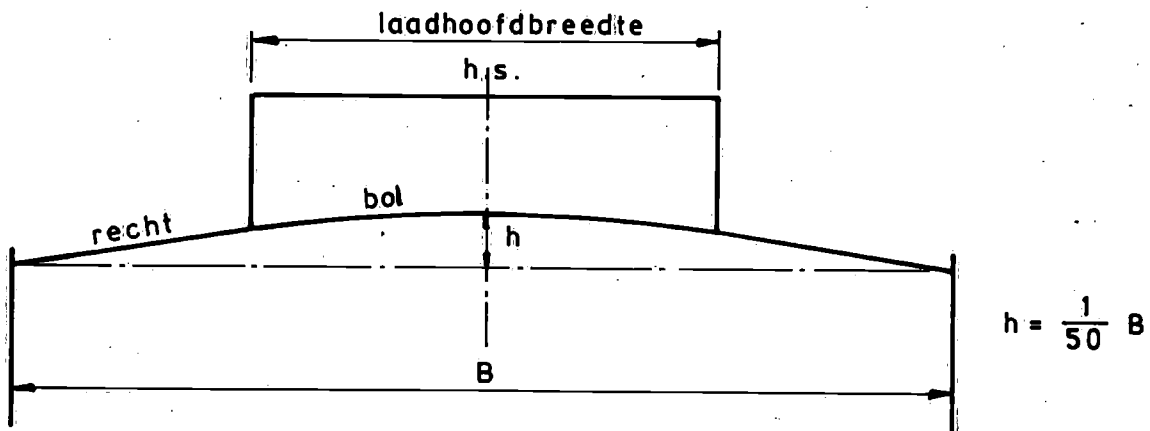


Fig. 3

Op sommige schepen wordt het gebogen gedeelte over de breedte van het laadhoofd horizontaal uitgevoerd.

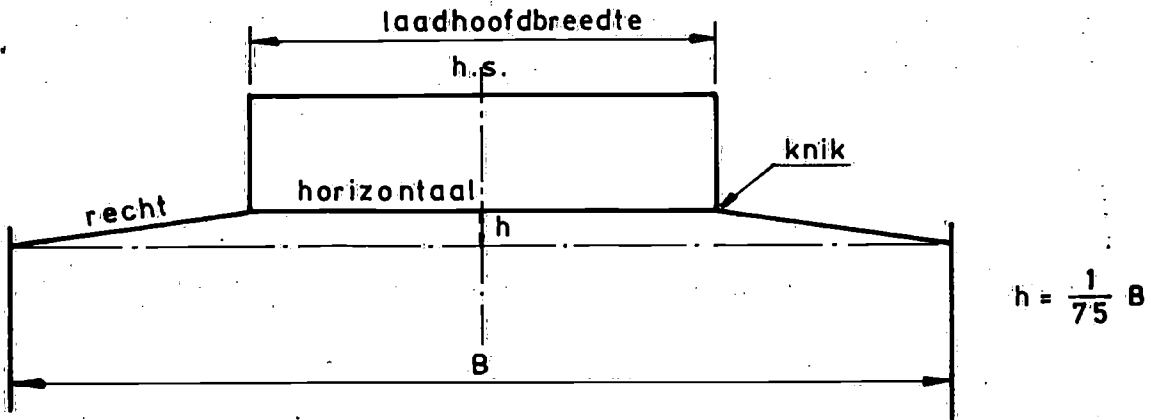


Fig. 4

Bij tankschepen knikt men in dat geval het dek ter plaatse van de langsschotten.

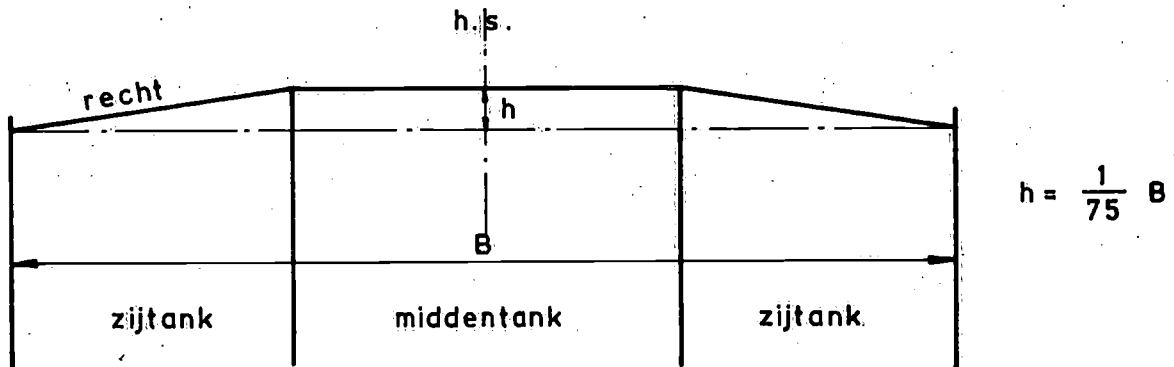


Fig. 5

Een enkele maal wordt het dek wel in dakvorm uitgevoerd.

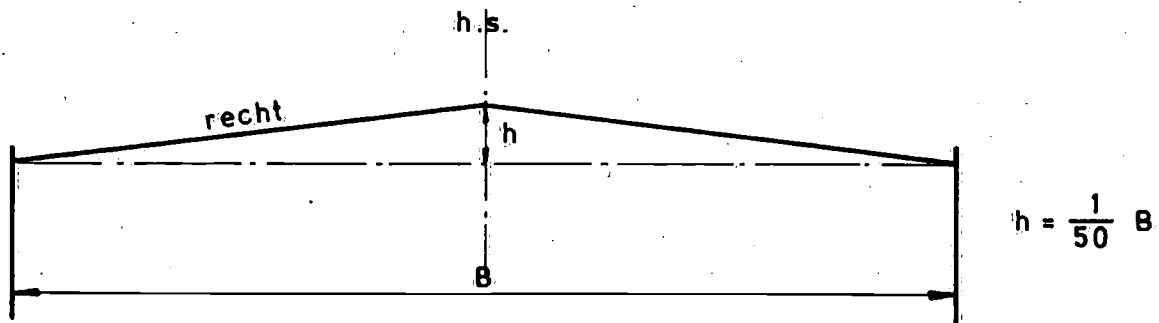


Fig. 6

De afstand h noemt men de "dekrondte", en bedraagt op het groot-spant gewoonlijk $\frac{1}{50}$ van de grootste breedte.

Bij schepen met een horizontaal gedeelte in het midden kan men $h = \frac{1}{75} B$ nemen.

Voor de dekbocht kiest men in de regel een gedeelte van een parabool; soms een gedeelte van een cirkelboog.

Thans worden ook schepen gebouwd zonder dekrondte of -schuinte.

Dekronde konstrukties

1. Parabolische dekrondte.

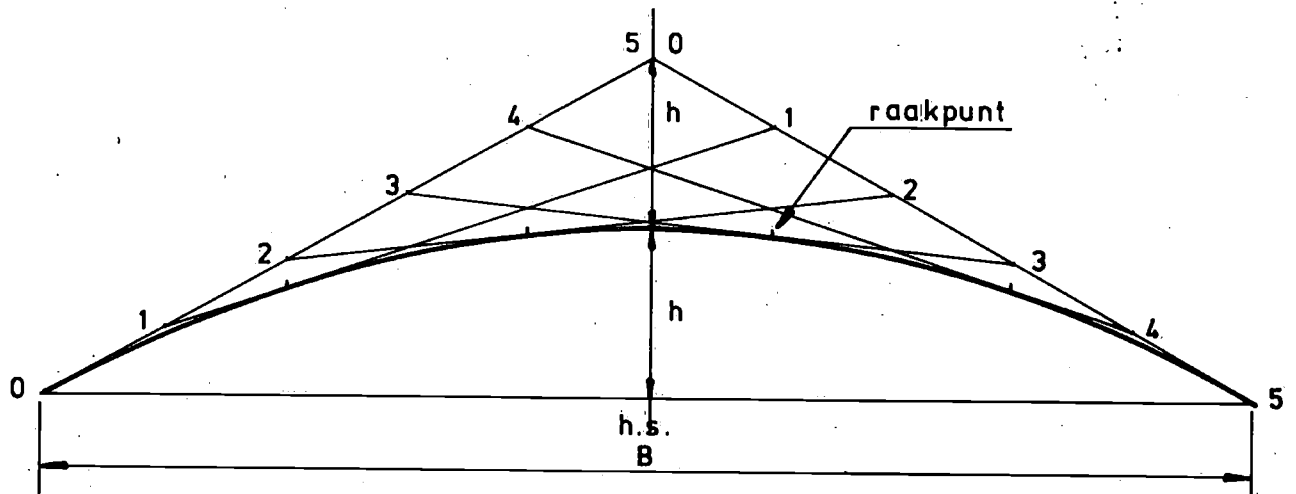


Fig. 7

Voor deze konstruktie is het nodig de gehele breedte van het schip uit te zetten. Bij de volgende methode is slechts de halve scheepsbreedte nodig.

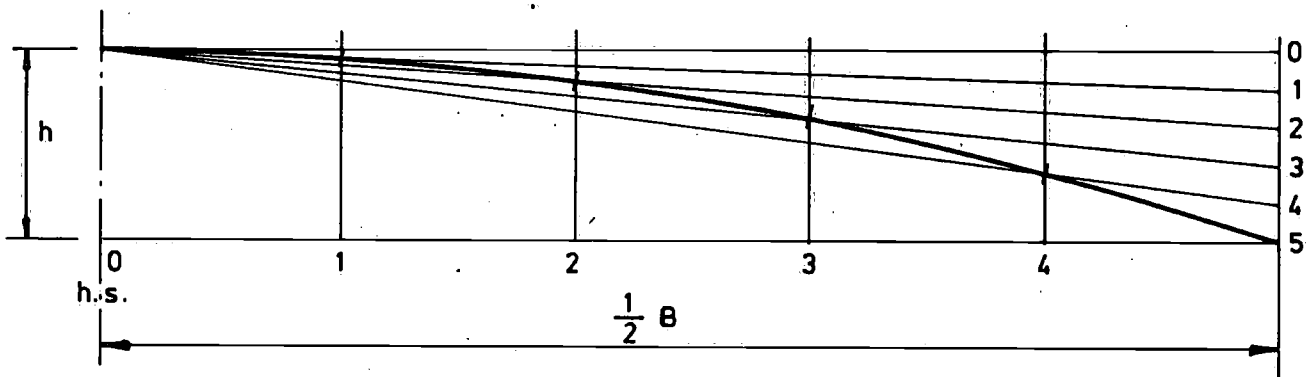


Fig. 8

2. Cirkelvormige dekronde.

De volgende methode benadert een cirkelboog.

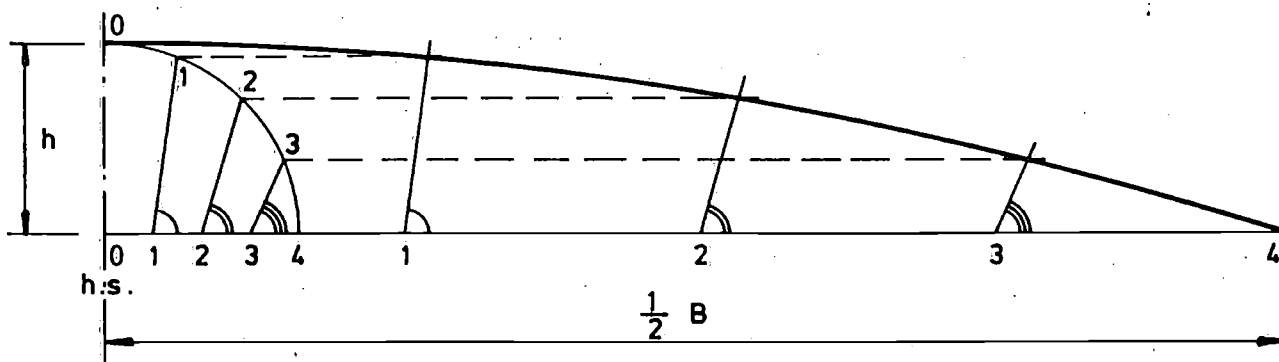


Fig. 9

Rekenmethode (parabool).

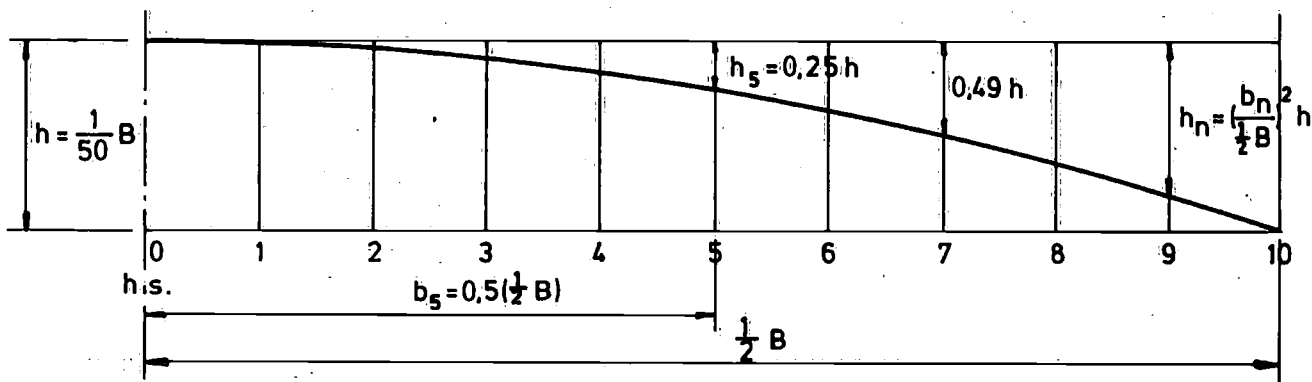


Fig. 10

Zeeg

Het langsscheeps naar voor en achter oplopen van een dek noemt men zeeg.

Het doel van deze zeeg is:

1. vergroting van het reserve drijfvermogen aan de einden van het schip.
2. de kans op overkomend water in vóór- en achterschip te verminderen.
3. verfraaiing van het uiterlijk.

Gewoonlijk heeft alleen het bovenste dek zeeg.

Tussendecken zijn meestal horizontaal of lopen schuin omhoog.

Zeeglijn in de zijde

De zeeg wordt op verschillende wijzen uitgevoerd.

Vroeger werd het dek op alle schepen over de gehele lengte gebogen.

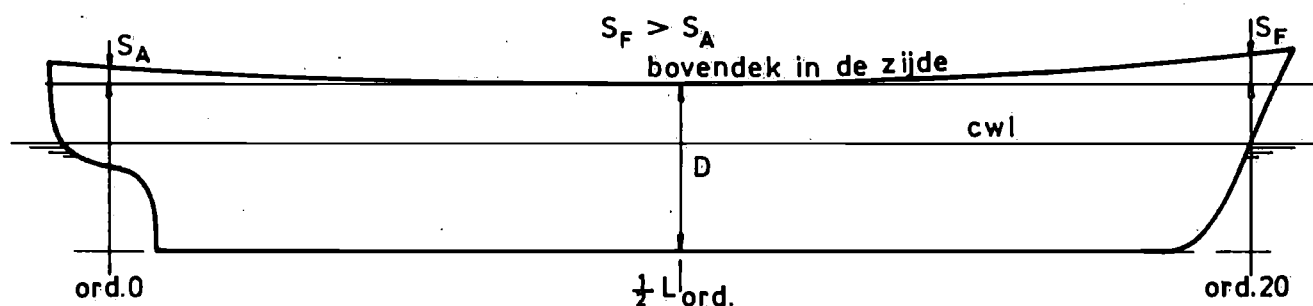


Fig. 11

Meestal ligt het laagste punt van het dek op $\frac{1}{2} L_{ord}$, maar dit is niet noodzakelijk. In het vervolg van dit betoog gaan we er vanuit dat dit wel het geval is.

De afstand dat het dek op ordinaat 20 boven het dek op $\frac{1}{2} L_{ord}$ ligt, noemen we de zeeg vóór. We geven dit aan met S_F (sheer forward).

Evenzo heet de afstand dat het dek op ordinaat 0 boven het dek op $\frac{1}{2} L_{ord}$ ligt de zeeg achter. Dit wordt aangegeven met S_A (sheer aft). $S_F > S_A$.

De gebogen lijn door deze punten heet de zeeglijn in de zijde of kortweg de zijzeeg.

Het is in het zijaanzicht van het schip de projectie van de aansnijdingslijn van dek met huid.

De zeeglijn heeft dikwijls een parabolisch verloop. Het kan echter ook een willekeurige kromme zijn. Bij een parabolisch verloop bestaat de zeeglijn uit twee parabooltakken, die elk hun top op $\frac{1}{2} L_{ord}$ hebben liggen. Zij hebben op $\frac{1}{2} L_{ord}$ een gemeenschappelijk horizontale raaklijn. De ene tak loopt van $\frac{1}{2} L_{ord}$ naar ordinaat 0 en de andere van $\frac{1}{2} L_{ord}$ naar ordinaat 20. De ordinaten van een parabolische zeeglijn kunnen we op dezelfde wijze berekenen als de ordinaten van de dekrondtelijn.

Verdeel bijvoorbeeld de afstand tussen $\frac{1}{2} L_{ord}$ en de voorloodlijn in 10 gelijke delen.

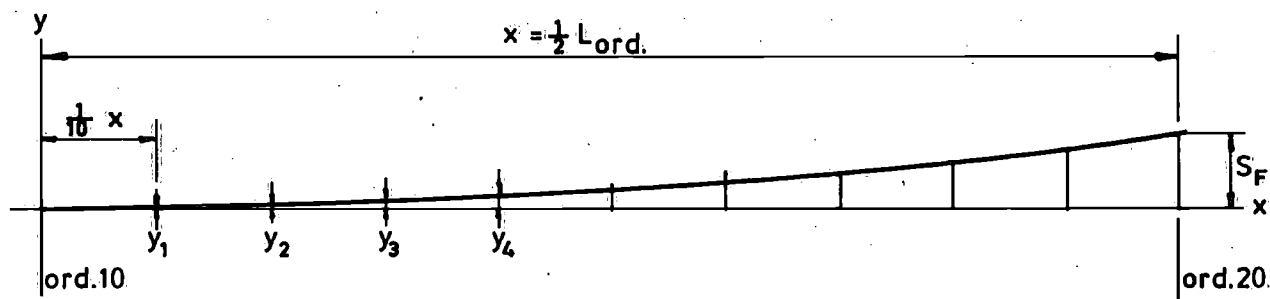


Fig. 12

De ordinaten van de zeeglijn bedragen dan:

$$y_1 = \left(\frac{1}{10}\right)^2 S_F, \quad y_2 = \left(\frac{2}{10}\right)^2 S_F \text{ enz.}$$

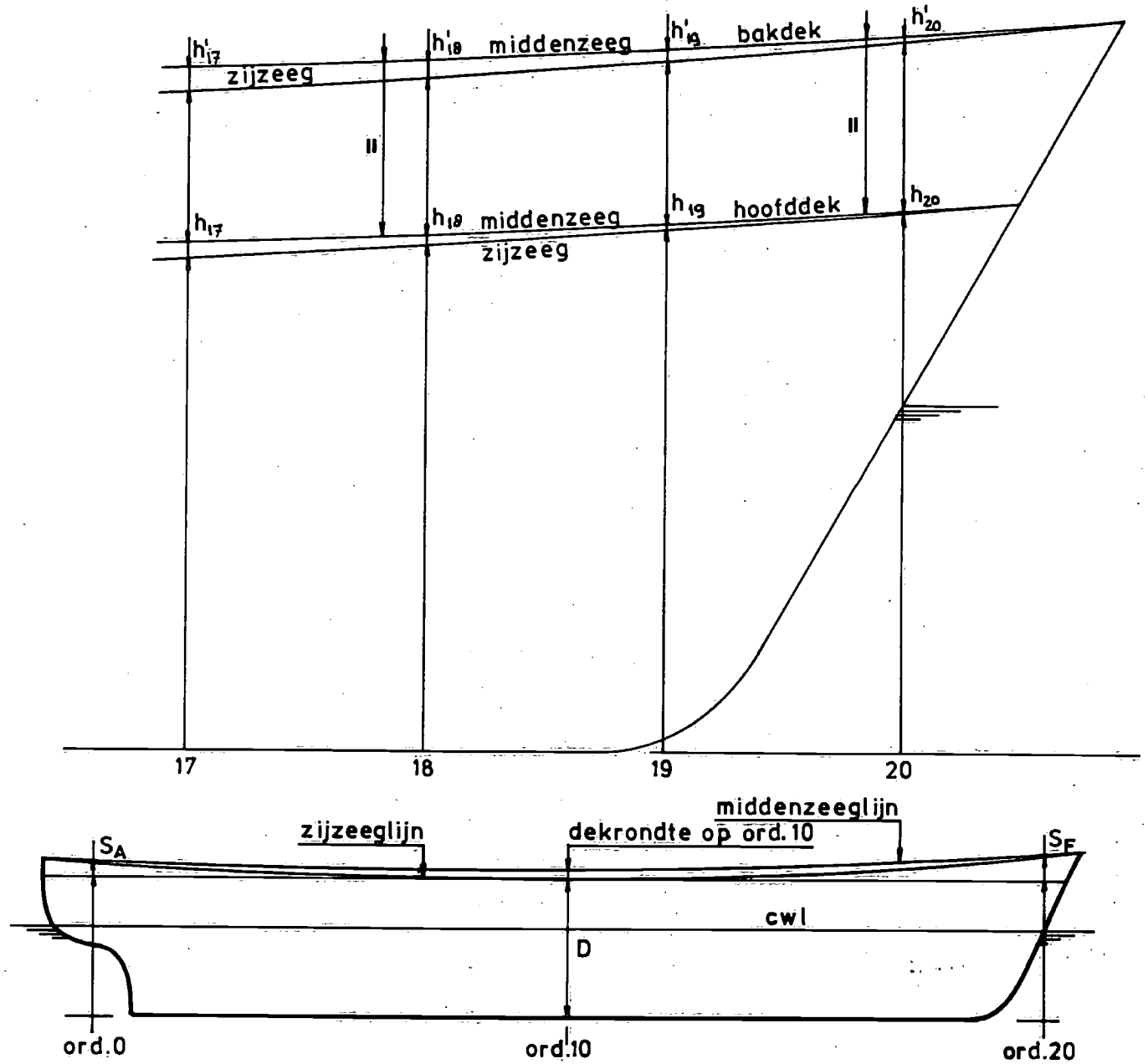
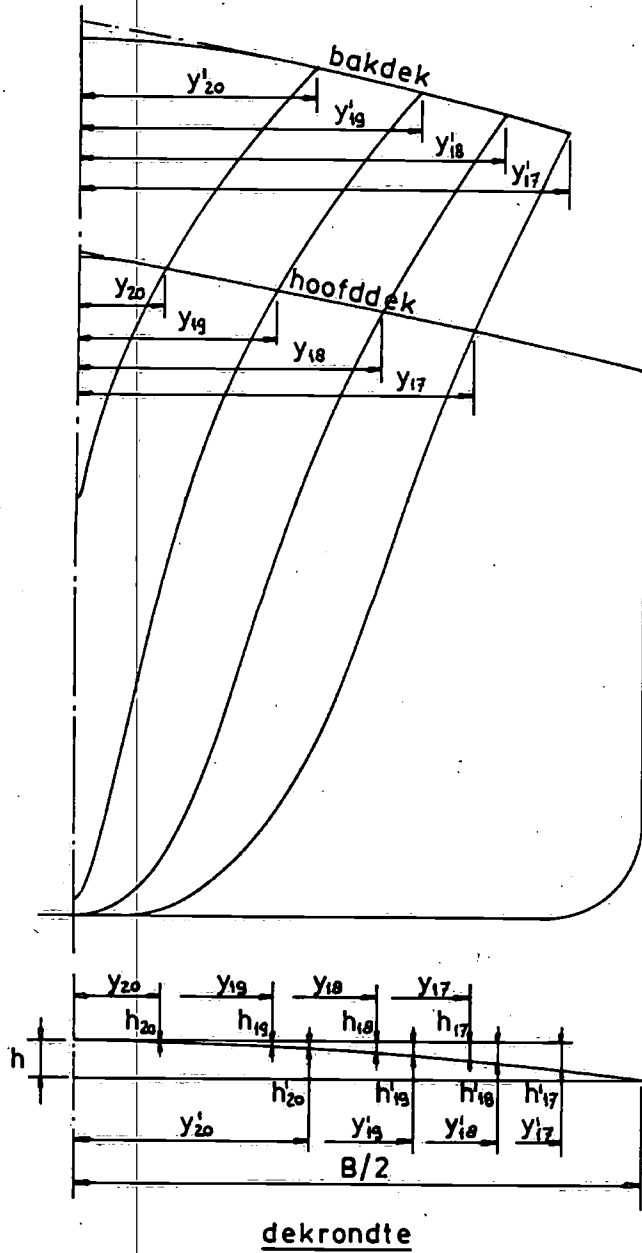
Voor het achterschip gaan we op dezelfde wijze te werk.

Ter informatie

Zeeglijn in het midden

De dekrondte geeft aanleiding tot het tekenen van een tweede zeeglijn. Zetten we op een aantal ordinaten de ter plaatse aanwezige dekrondte boven de zijzeeglijn uit, dan ontstaat de zeeglijn in het midden (op hart schip) of kortweg de middenzeeg.

Figuur 13



Bij het tekenen van 2 dekken boven elkaar gaat men als volgt te werk:

- uitzetten van de zijzeeg van het hoofddek;
- voor het vinden van de middenzeeg wordt de zijzeeg met de dekrondte verhoogd;
- op de middenzeeglijn wordt de dekhoogte uitgezet, nu ontstaat de middenzeeg van het hoger gelegen dek (bak- of kampagedek);
- door te verminderen met de dekrondte vinden we de zijzeeglijn.

Als niet anders is aangegeven loopt de verschansing evenwijdig aan de zeeglijn in de zijde.

Andere zeegvormen

Uit economische overwegingen laat men midscheeps, over het gedeelte waar het dek de grootste breedte heeft, de zijzeeglijn wel horizontaal lopen. In het voor- en achterschip laat men de zeeg dan weer hol verlopen.

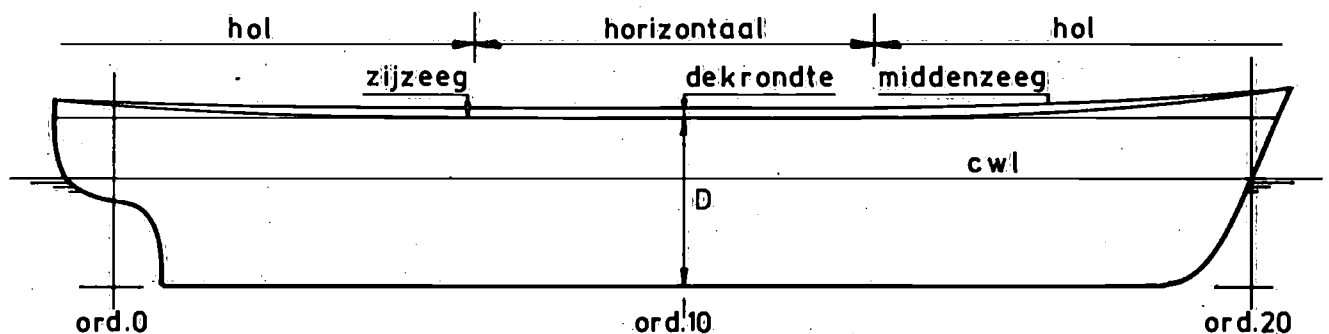


Fig. 14

Het voordeel daarvan is dat men een gedeelte van de langsbalken onder het bovendek niet behoeft te buigen.

In sommige gevallen laat men de zeeg in vóór- en achterschip schuin oplopen in plaats van hol. Er behoeven dan in het geheel geen dekbalken gebogen te worden.

In dat geval is het echter noodzakelijk om van de middenzeeglijn uit te gaan in plaats van de zijzeeglijn. We vermeerderen dan de holte van het schip met de dekrondte op het grootspant en tekenen de middenzeeglijn. De zijzeeglijn verkrijgen we dan door de plaatselijke rondte onder de middenzeeglijn uit te zetten.

De zijzeeglijn blijft in het vóór- en achterschip nog iets hol verlopen.

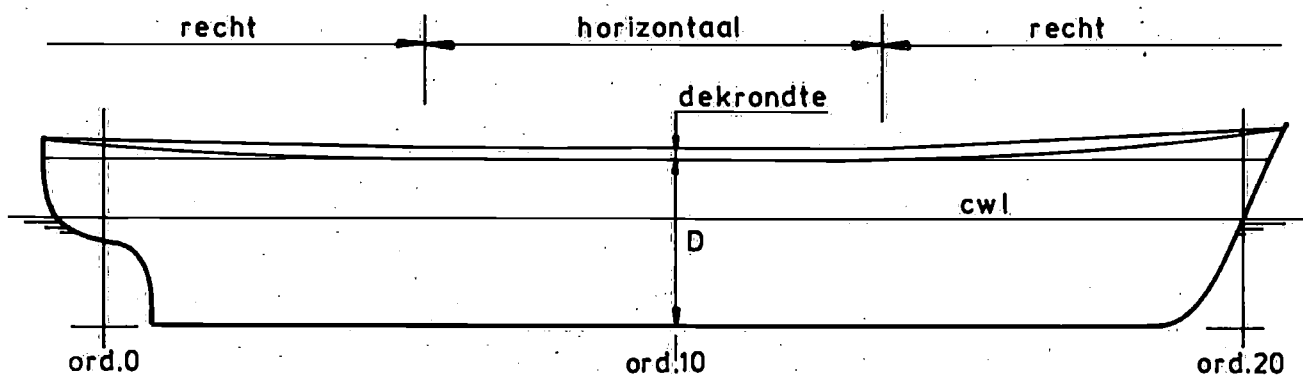


Fig. 15

Thans worden veel schepen gebouwd met kleine zeeg of zonder zeeg (daar waar dek smaller wordt dan B begint de zeeg).

Standaardzeeg

In de schepenwet is in verband met de berekening van het vrijboord, ter vergelijking met de werkelijke zeeg van een schip, een standaardzeeg opgenomen.

Is de werkelijke zeeg groter dan deze standaardzeeg (overmaat), dan resulteert dit in een kleiner vrijboord. Andersom resulteert een tekort aan zeeg in een groter vrijboord.

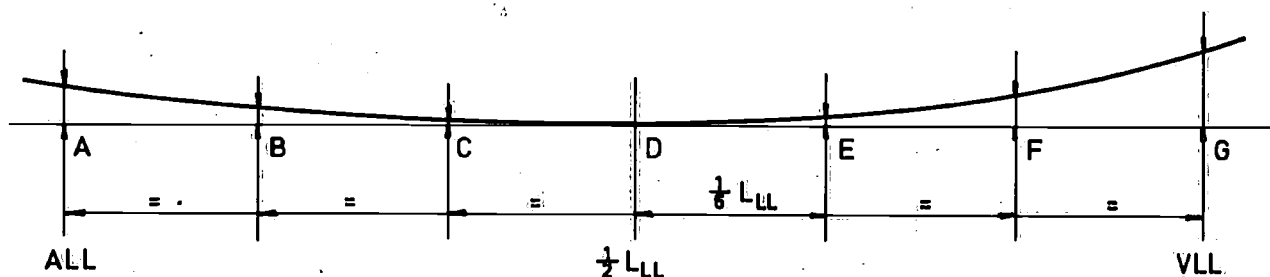


Fig. 16

De ordinaten van de standaardzeeg worden gemeten vanuit de holtelijn tot het dek in de zijde, en bedragen:

Ordinaat	Zeeghoogte in mm.
A = ALL	25 c
B	11,1 c
C	2,8 c
D	0
E	5,6 c
F	22,2 c
G = VLL	50 c

Hierin is $c = \frac{L_{LL}}{3} + 10$, waarin L_{LL} in m.

De standaardzeeg is dus een zijzeeg. We zien dat de standaardzeeg in het voorschip tweemaal zo groot is als die in het achterschip. Verder kunnen we nog opmerken dat de standaardzeeg een parabolisch verloop heeft.

Vlaktilling

Het oplopen van het vlak noemen we vlaktilling. Vrachtschepen hebben over het algemeen weinig of geen vlaktilling. Sleepboten, vissersschepen, jachten, enz. hebben grote vlaktilling.

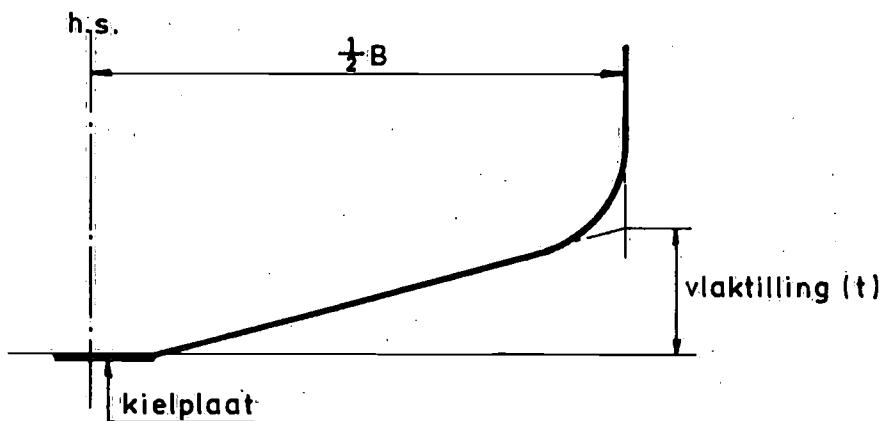


Fig. 17

Kimstraal

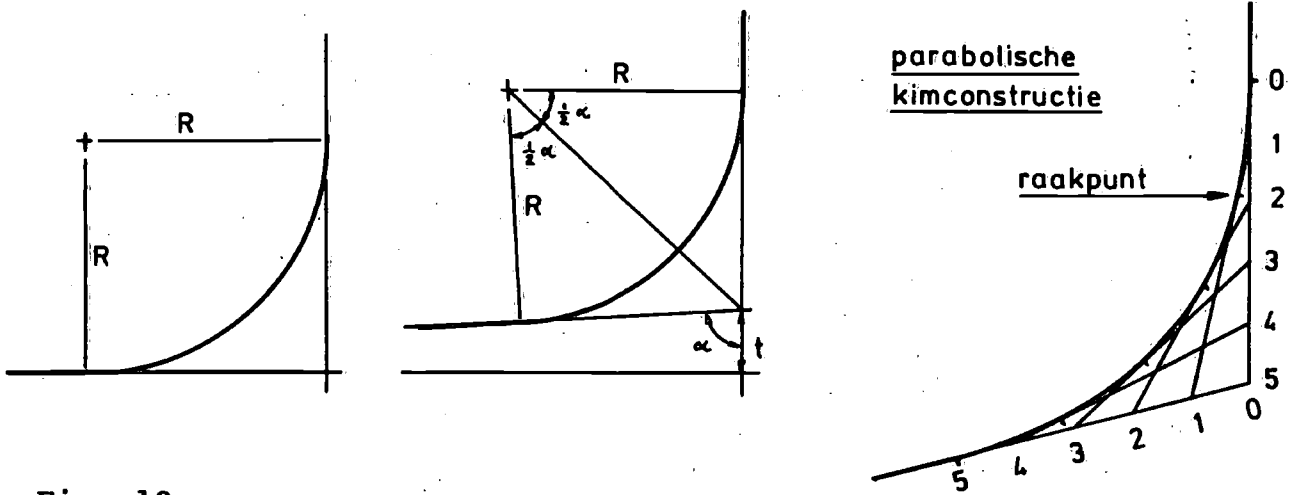


Fig. 18

Kimstraal (R) is de straal van de ronding waarmee de zij van het schip in het vlak overgaat.

Het grootspantoppervlak (A_m) bedraagt bij kimstraal (R) zonder vlaktilling: $A_m = BT - 0.4292 R^2$

A_m bedraagt bij kimstraal (R), vlaktilling (t) en kielplaatbreedte (b):

$$A_m = BT - t(\frac{1}{2}B - b) - 2 R^2 \left(\text{tg} \frac{1}{2} \alpha - \frac{\alpha \pi}{360} \right)$$

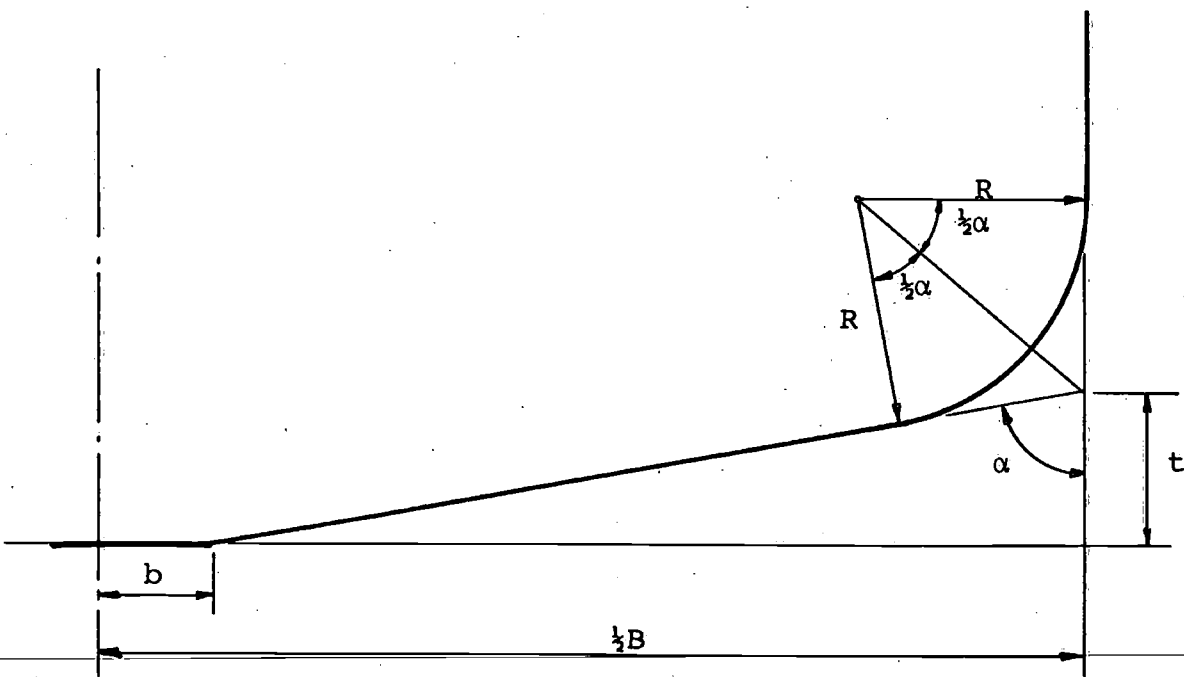


Fig. 19

Voorsteven

Afronding van waterlijnen en dekken t.p.v. de voorsteven; zie fig. 20 (geldt in principe ook voor een soortgelijke achtersteven; kruiserhek).

In het waterlijnenplan worden de lijnen doorgestrookt tot de hart-schiplijn; dit geeft in het langsplan aanleiding tot het tekenen van een doorgestrookte voorsteven.

In het spantenraam worden de breedten van de doorgestrookte lijnen t.p.v. het einde van de voorsteven uitgezet.

In het waterlijnenplan verbindt de stevenlijn de punten van waterlijnen en dekken t.p.v. het einde van de steven.

Bij het afwerken van de lijnentekening worden de waterlijnen en dekken afgerond.

Achtersteven

Het achterschip kan de volgende vormen hebben:
kruiserhek.

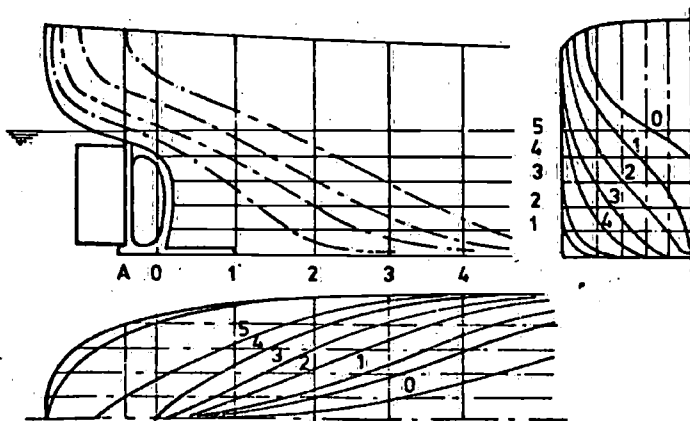
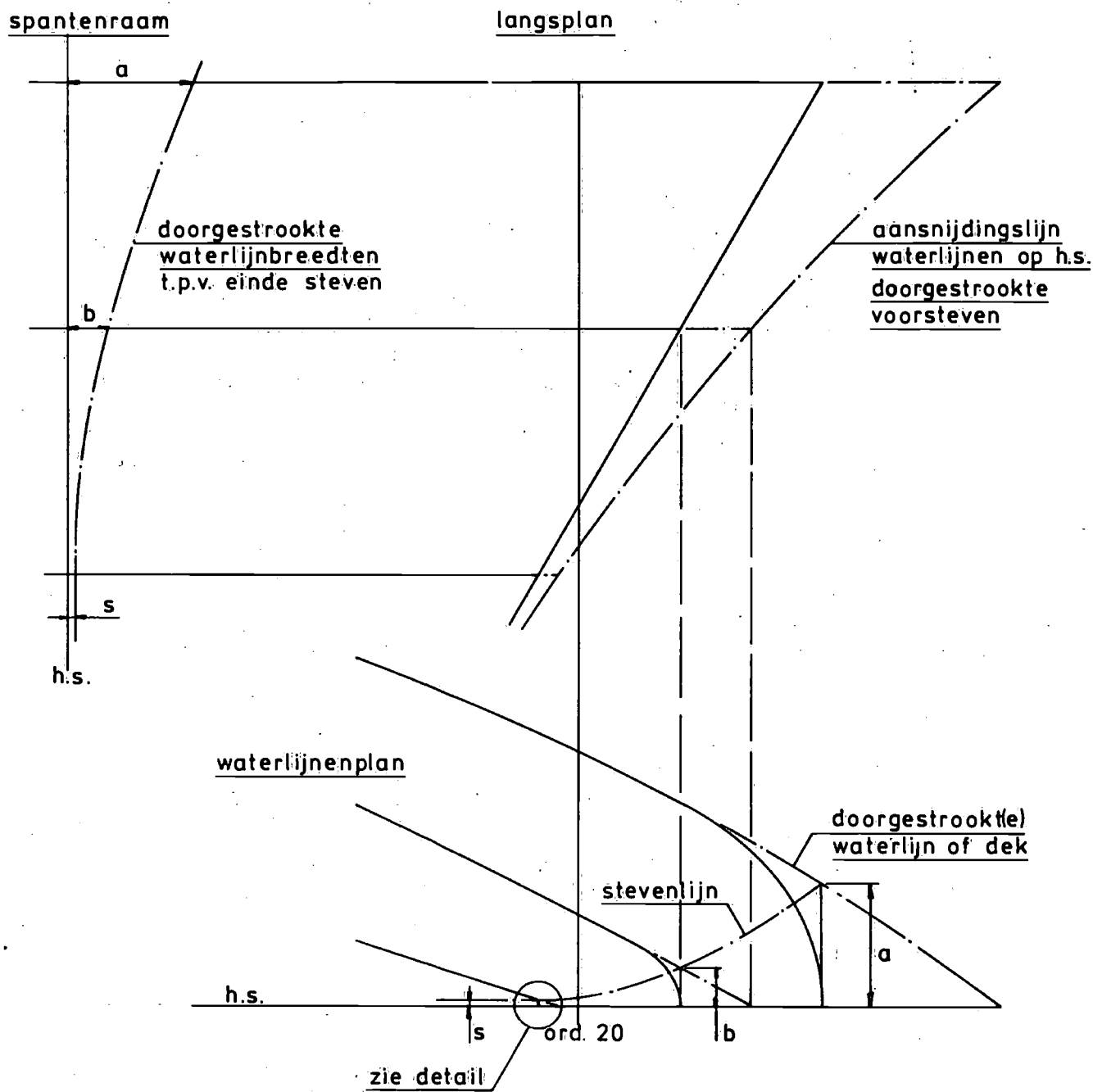
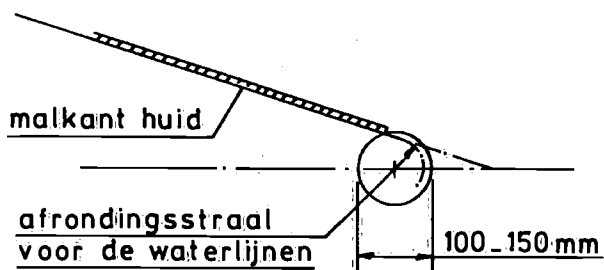


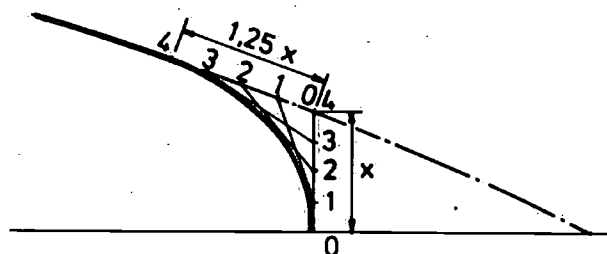
Fig. 21



detail steven onder de cwl



constructie afronding van de steven



Figuur 20

Spiegelhek. Het spiegelhek wordt tegenwoordig veel toegepast; de vorm ervan kan zijn: gebogen, geknikt of recht.

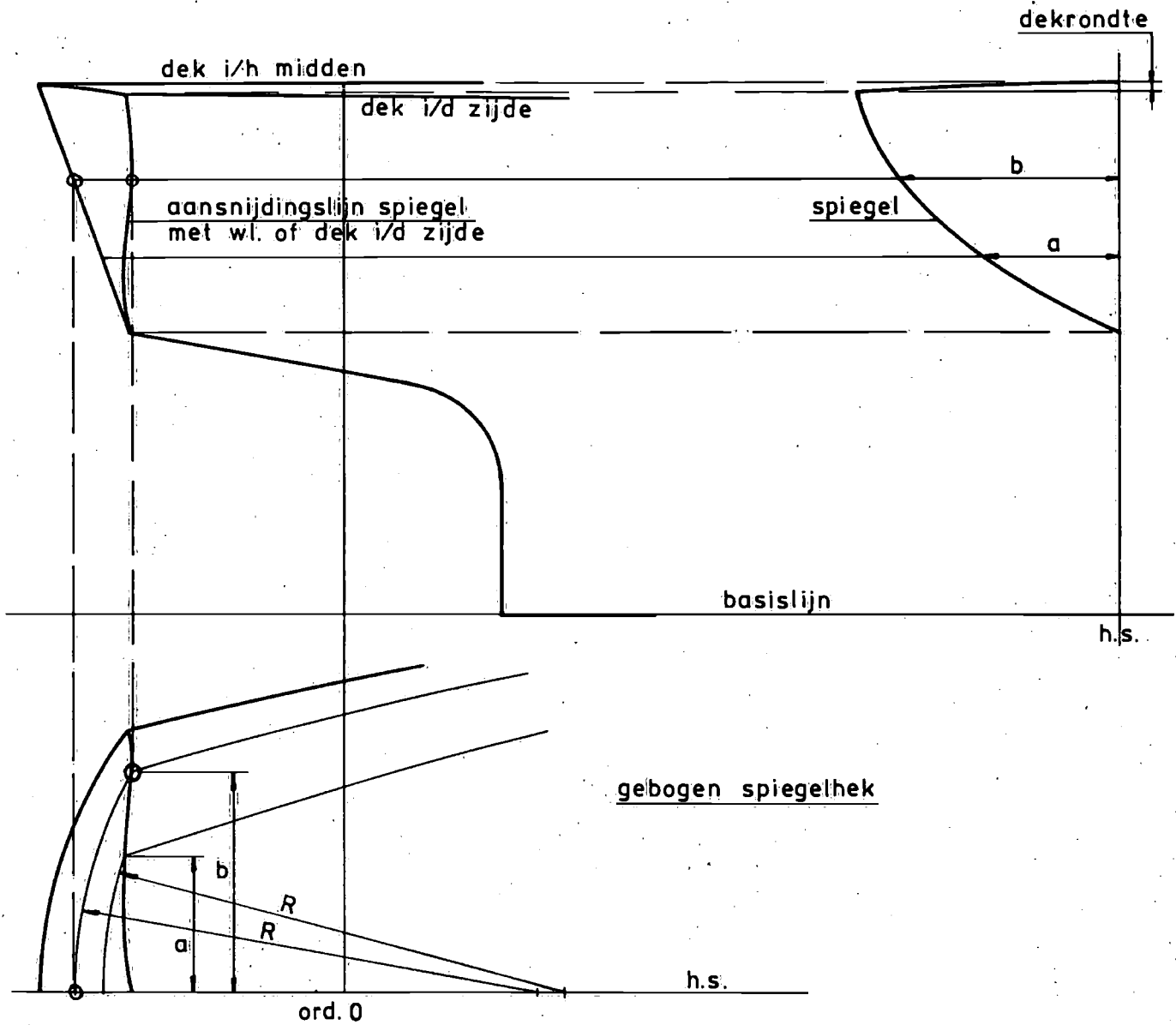


Fig. 22

Stroken met strooklat:

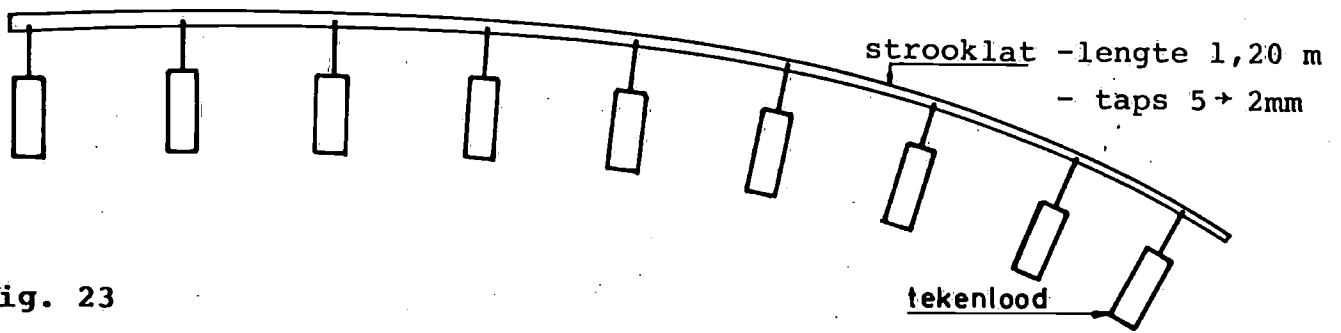


Fig. 23

- loden op regelmatige afstanden zetten, bijv. op elk spant
- afstand niet te groot
- loden 1 voor 1 oplichten, totdat de lat niet meer verspringt.

Stroken met mallen:

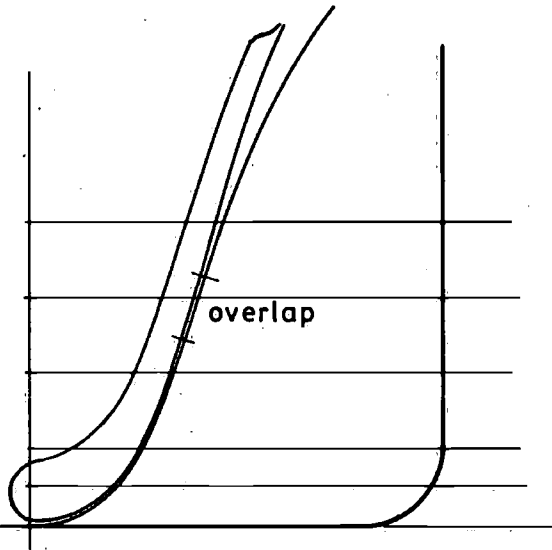


Fig. 24

kopenhager scheepsmallen
nr, 1,2,11(groot),13,30,

Het stroken van een lijn met mallen gaat meestal niet in één keer. Daarom moet men met verschillende mallen werken en steeds korte stukken tekenen.

Hierbij steeds voor een goede overlap zorgen, en zorgvuldig aansluiten op het vorige.

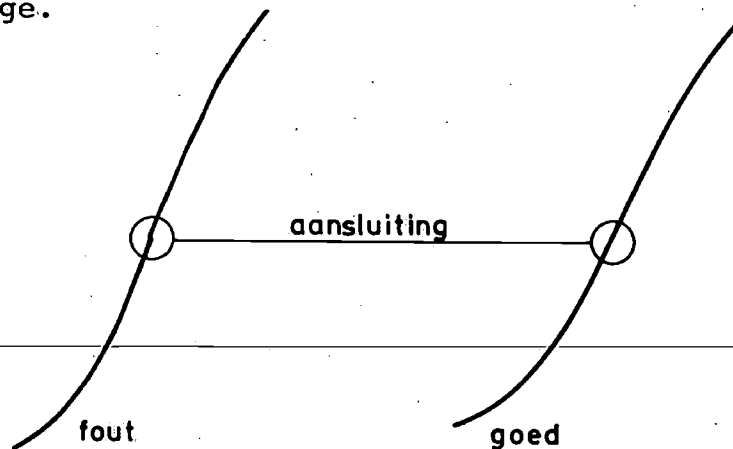


Fig. 25

5. Opzetten van de tekening

Het netwerk

Onder het netwerk verstaat men: alle rechte lijnen die in het lijnenplan aanwezig zijn en die als coördinatenstelsel dienst doen. Op deze lijnen worden punten bepaald, waardoor de gebogen lijnen gestrookt worden.

Het netwerk wordt uiterst dun opgezet met potlood 4 H.

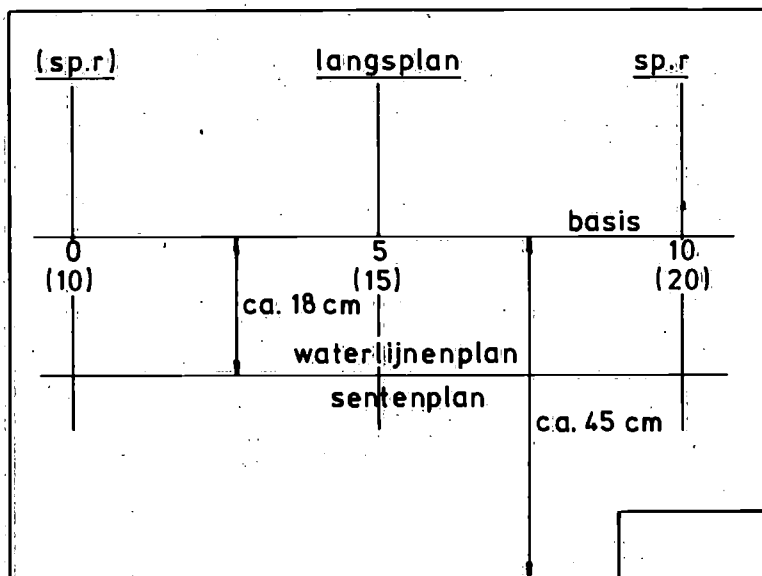


Fig. 26

papierindeling

lengtetekeningpapier 100 cm

Volgorde van het opzetten van het netwerk.

1. Basis uitzetten van uit rand van papier met behulp van tekenmachine, (zie fig. 26 voor de papierindeling).

2. $\frac{1}{2}L$ uitzetten met de schaalstok.

Daarna $\frac{1}{2} L_{Ord}$ door midden delen, daarna deze afstanden in 5 gelijke stukken verdelen met de steekpasser. Hiertoe wordt de steekpasser zo nauwkeurig mogelijk ingesteld op ordinaat afstand, en door dan 5 x deze afstand uit te zetten, komt men bij ord. 5 (of ord. 15) terecht.

Komt men niet precies op het uitgemeten punt uit, dan de afstand op steekpasser iets veranderen en nogmaals proberen.

3. de tekenkop van de machine 90° draaien en nu de ordinaten opzetten; daarna controleren op haaksheid, tevens onder en boven opmeten of de afstanden kloppen.

4. waterlijnen tekenen, deze op drie plaatsen uitzetten.
5. het spantenraam krijgen we door $\frac{1}{2}B$, de vertikalen en de kim te tekenen.
6. waterlijnenplan, H.S. en vertikalen tekenen.

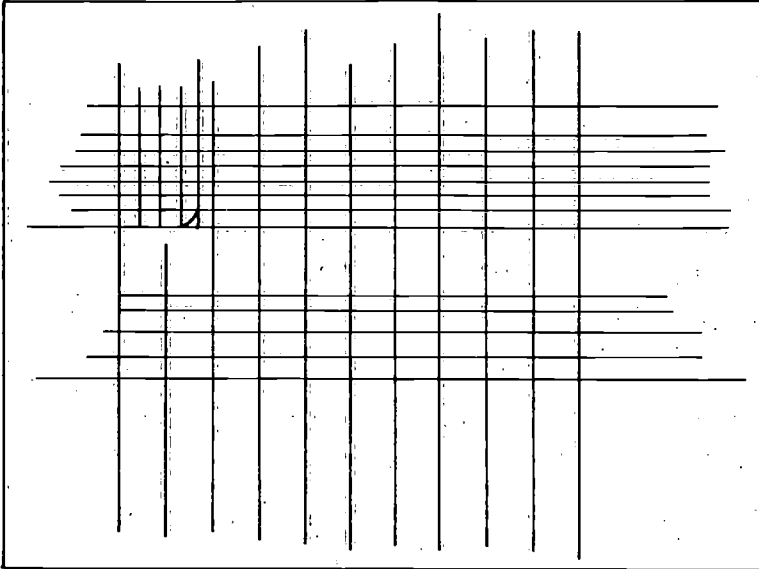


Fig. 27

Netwerk (van het voor-
schip)

Contouren en uitstroken der lijnen

1. In het langsplan de voor- of achtersteven volgens de opgave tekenen.
2. Met behulp van de spantentabel de breedten van de waterlijnen in het waterlijnenplan uitzetten.
3. De waterlijnen stroken en foutjes eruit halen.
4. Uit het waterlijnenplan de ordinaatbreedten opnemen en in het spantenraam uitzetten met behulp van strookjes papier en daarna de ordinaten stroken.
5. Uit het lijnenplan en het spantenraam de vertikalen construeren; hiervoor in eerste instantie de middelste vertikaal uitstroken; eventuele foutjes direct corrigeren.
N.B.: altijd vanuit 2 projecties!
6. De sent uit het spantenraam opnemen met behulp van strookje papier en uitzetten in het sentenplan.
7. Nadat alles compleet is en klopt, de tekening schoon gummen en met 2 H of 3 H optekenen (scherpe punt!)
Daarna de bijschriften in inkt of potlood. Gebruik hiervoor een niet te dunne pen, b.v. 0,35 of potlood HB.

6. Gebruik van de planimeter - te verkrijgen bij de heer C. Bom
kamer 1 boven de sleeptank;
- iedere avond terugbrengen.

De planimeter is een instrument om het oppervlak van een willekeurige figuur te bepalen.

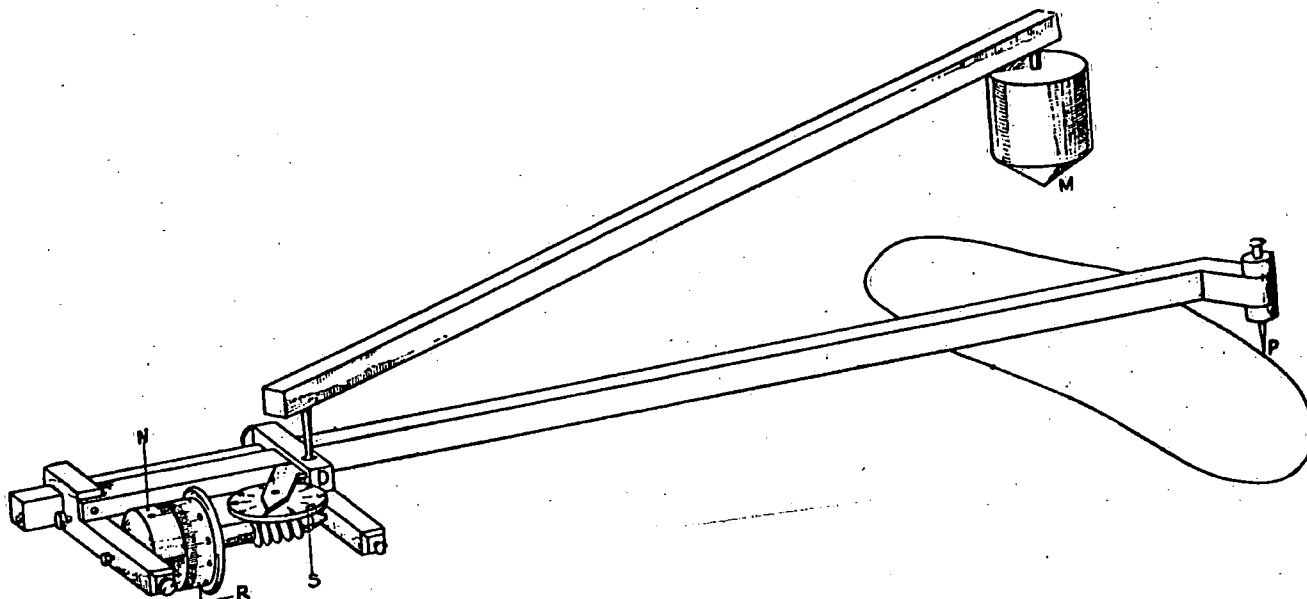


Fig. 28

De planimeter bestaat uit 2 afzonderlijke armen, die scharnierend met elkaar verbonden kunnen worden. De éne arm eindigt in M, het verzwaarde deel, om verschuiving tegen te gaan. De andere arm eindigt in P, waarmee de omtrek van de op te meten figuur gevolgd wordt. Met behulp van S, R en N leest men de stand van de planimeter af.

Om het oppervlak van een figuur te bepalen plaatst men M, dat als draaipunt fungeert, buiten de figuur op het papier. Zet P op de omtrek van de figuur. Lees op de diverse schaalverdelingen een getal in 4 cijfers af, doorloop met P de omtrek van de figuur en lees weer een getal in 4 cijfers af. Het verschil tussen begin en eindaflezing, vermenigvuldigd met een correctiefactor (cf) geeft het oppervlak van de figuur aan. In de cf is verwerkt de schaal van de tekening en eventuele krimp of rek van het papier. De cf kan men bepalen door enige malen een figuur van bekende afmetingen en oppervlak af te rijden (bijv. het grootspant) en nu het werkelijke oppervlak te delen door het verschil van de aflezingen:

$$cf = \frac{Am}{\text{versch. afl.}}$$

Ga van te voren na of het mogelijk is de omtrek van de figuur met P te doorlopen.

Is dit niet het geval kan men dit verhelpen door M te verplaatsen.

Zorg er voor dat de armen van de planimeter ongeveer loodrecht staan als P zich in het zwaartepunt van de figuur bevindt.

Evenmin mag bij planimetreren de hoek tussen de armen te klein worden, deze moet tenminste 15° blijven.

7. Grafische methode ter bepaling van zwaartepunten en oppervlakken

Deze methode is goed te gebruiken voor eenvoudige figuren.

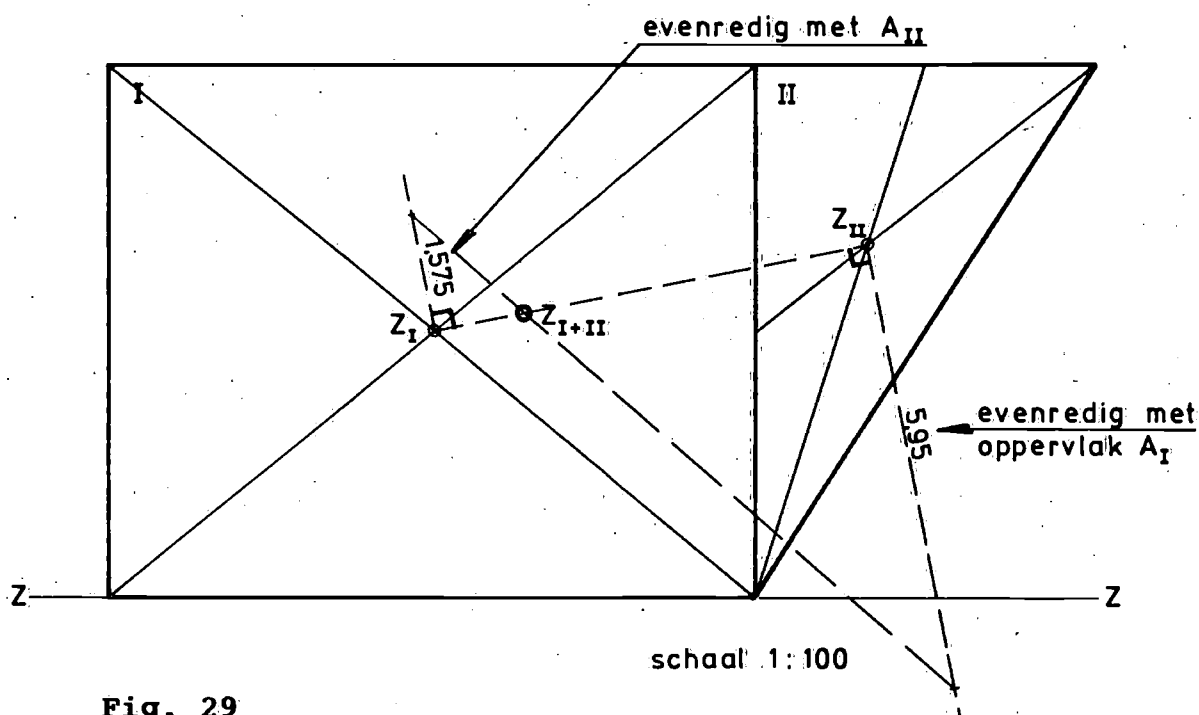
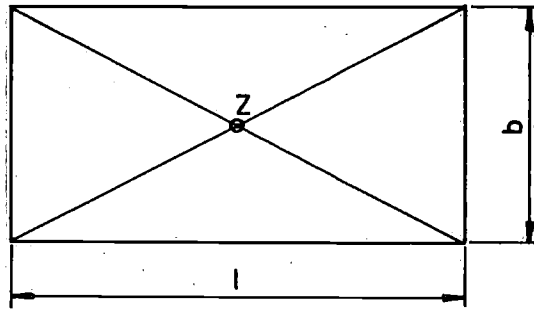


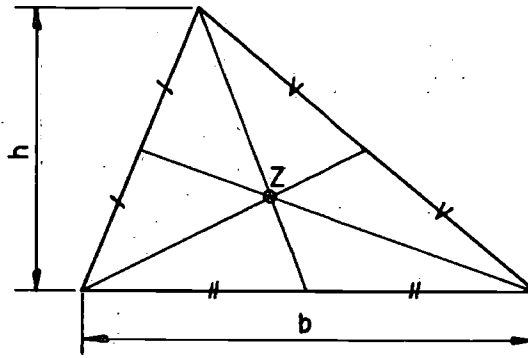
Fig. 29

$$\begin{aligned}
 A_I &= 8,5 \times 7 &= 59,5 \text{ m}^2 \\
 A_{II} &= \frac{1}{2} \times 7 \times 4,5 &= 15,75 \text{ m}^2 \\
 \text{Totaal} && \underline{75,25 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

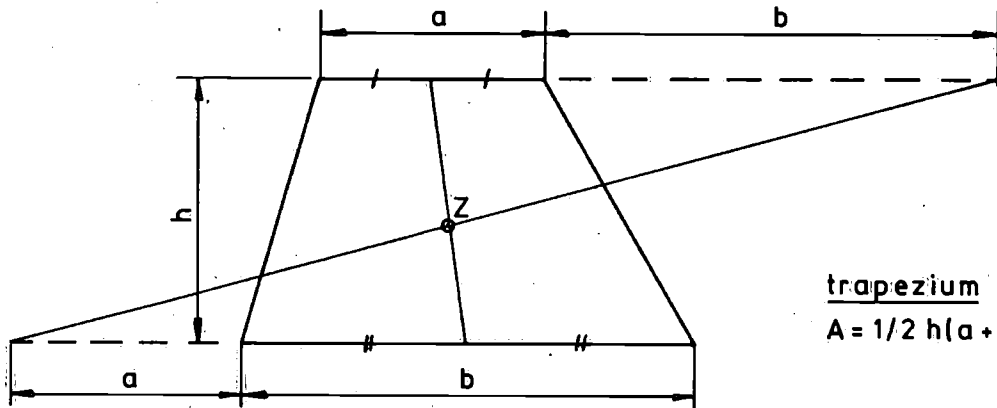
Zwaartepunt Z_{I+II} ligt 3,75 m boven het vlak z-z (opgemeten uit de figuur).



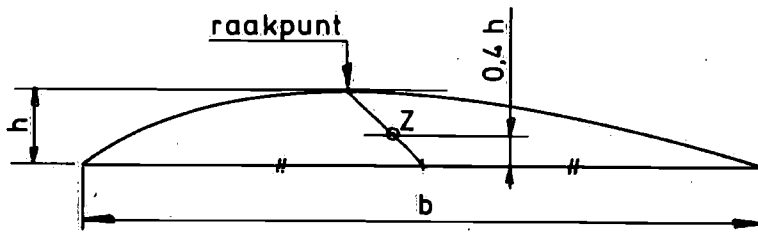
rechthoek
 $A = l \cdot b$



driehoek
 $A = 1/2 \cdot b \cdot h$



trapezium
 $A = 1/2 \cdot h \cdot (a + b)$



paraboolsegment
 $A = 2/3 \cdot b \cdot h$

fig. 30 oppervlak en zwaartepunt van enkelvoudige figuren

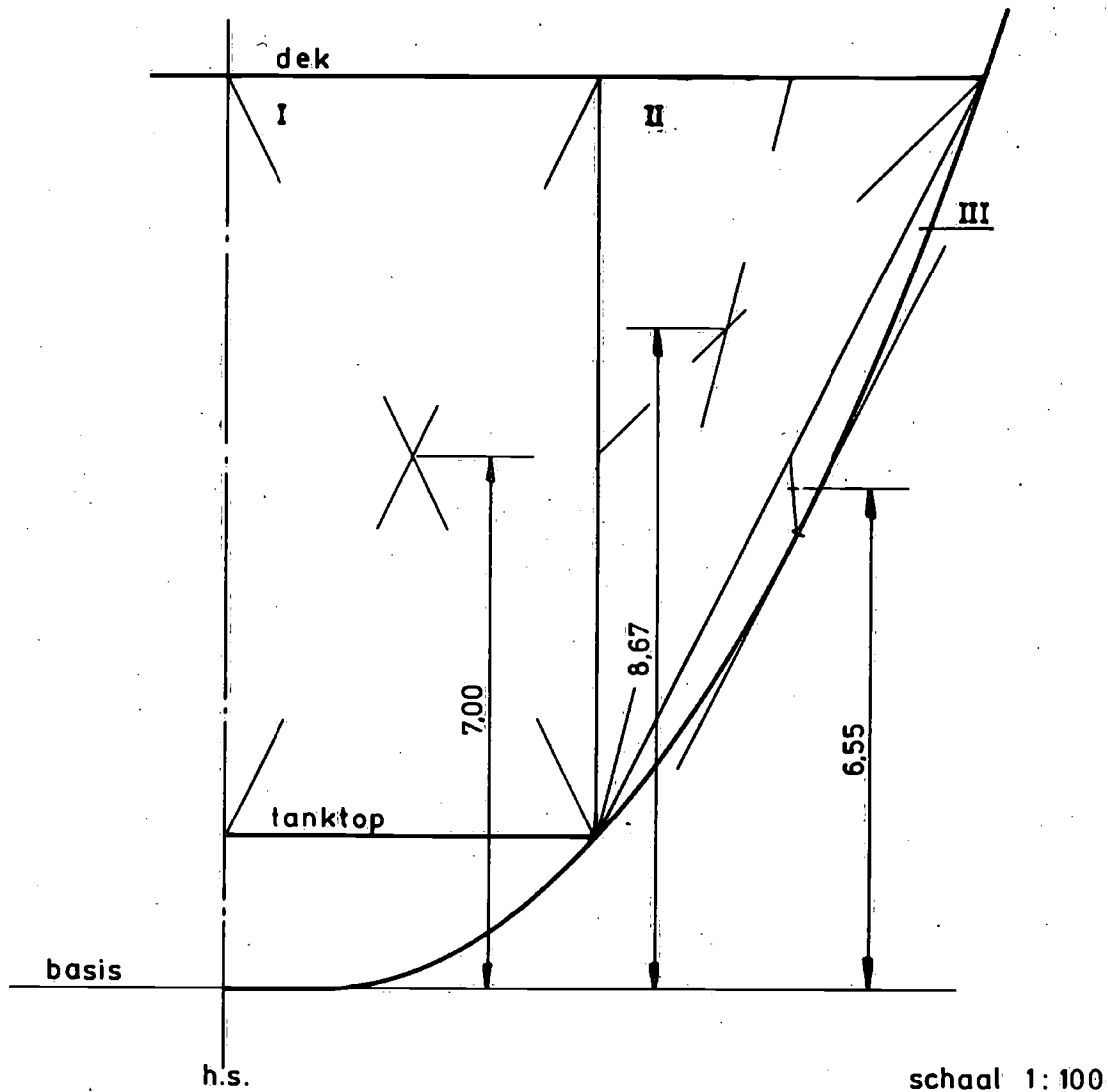


Fig. 31

	Afmetingen	opp (m ²)	afstand tot basis (m)	mom. t.o.v. basis (m ³)
I	4,9.10	= 49,00	7,00	343,00
II	$\frac{1}{2}.5,1.10$	= 25,50	8,67	221,09
III	$\frac{2}{3}.11,2.0,55$	= 4,11	6,55	26,92
		<u>78,61</u>		<u>591,01</u>

opp. = 2.78,61 = 157,22 m²

⊙ t.o.v. basis: $\frac{591,01}{78,61} = 7,52$ m

Bepaling oppervlak en zwaartepunt van een ruimdoorsnede
boven de dubbele bodem (momentenberekening).