

HET I.M.S. SYSTEEM.

Prof.ir.J. Gerritsma

Rapport nr. 743-P

Lezing gehouden tijdens het  
lustrum van de D.S.Z.V. "De  
Brielse Maas" op woensdag  
11 maart 1987.



## Het I.M.S. systeem

In november 1985 is door de Offshore Racing Council (ORC) in London een nieuw handicap systeem voor zeilwedstrijden aangenomen. De naam daarvan is: International Measurement System (I.M.S.); het zal gebruikt worden naast de International Offshore Rule (IOR) die voor dat doel sinds 1970 in gebruik is.

Waarom een nieuw systeem? Eerst iets over de IOR. De IOR heeft over de hele wereld toepassing gevonden voor lokale en internationale zeilwedstrijden en heeft in 't algemeen geleid tot goede lichte, snelle zeiljachten met een relatief grote breedte en groot zeiloppervlak. Het is een regel waarbij de ontwerper van het jacht een grote rol speelt, maar desondanks is de invloed van de IOR zelfs op het uiterlijk van de jachten onmiskenbaar. Ze lijken allen op het type boot dat gunstig meet voor de IOR: breed, plat, veel aanvangsstabiliteit, daardoor veel zeil en snel.

IOR jachten worden op de wal en in het water gemeten. Wat de romp betreft beperkt de meting zich tot een paar lengte- en breedtematen, waarvan plaats en aantal de drie dimensionale vorm van het jacht, onder en boven de waterlijn, zo goed mogelijk moeten karakteriseren, althans dat is de bedoeling van een deel van de meting. Met een gering aantal meetplaatsen is dat uiteraard een betrekkelijke zaak, want om de vorm van de romp goed vast te leggen zijn minstens 50 tot 100 punten op het oppervlak nodig en zover komt de IOR meting lang niet.

De IOR bevoordeelt bepaalde maten en dat wordt door de ontwerpers zoveel mogelijk uitgebuit.

Om de rating omlaag te brengen, zonder de snelheid negatief te beïnvloeden, worden soms merkwaardige uitwassen (bumps) op het overigens glad verlopende oppervlak van de romp aangebracht. Een merkwaardige toestand.

In de IOR speelt het gewicht van het jacht (het displacement) impliciet een belangrijke rol. Dat moet ook want de zgn. lengte/deplacementsverhouding is één van de allerbelangrijkste snelheids bepalende factoren. Op de meetbrief komt het displacement wèl voor, maar dat is niet een gemeten, maar een benaderde waarde die afgeleid is uit maar enkele lengte- breedte- en dieptematen. Weging van het schip zou véél nauwkeuriger zijn, maar dat is op min of meer principiële gronden nooit gedaan.

Bij het nieuwe IMS systeem is dat fundamenteel anders aangepakt: de vorm van het jacht wordt volledig opgemeten en deze gegevens verwerkt een computer tot een volledig lijnenplan waarmee de waterverplaatsing en dus het displacement tot op 1 % nauwkeurig bepaald kan worden. Evenals andere belangrijke maten, zoals de lengte. Ook de stabiliteit tot hoeken van  $180^{\circ}$  kan in enkele minuten berekend worden.

Blijkbaar bevoordeelt de IOR schepen met een vrij grote lengte/deplacementsverhouding, want zwaardere schepen dan nu gebruikelijk is hebben in wedstrijden weinig kans op succes. Dat zou anders kunnen door de invloed van  $L/D$   $1/3$  op de rating anders te stellen. In 't algemeen geldt bij dit soort regels dat de ontwerpen in de loop der tijd naar practisch dezelfde vormen tenderen; voorbeeld:

12 meters - diepe zware rompen met 80 % ballast

IOR - lichte platte vormen met veel aanvangsstab.

De lichte IOR schepen vormen evenzo vele proefprojecten voor het gebruik van geavanceerde lichte, sterke en dure materialen (koolstof en aramide vezels) Technisch héél interessant, maar het nadeel is dat voor velen het bedrijven van grand-prix zeilsport daardoor te duur is geworden.

De Fastnet 1979 toonde een belangrijk bezwaar van sommige brede platte rompvormen. In extreme condities met hoge brekende golven zijn dergelijke schepen na kapseizen moeilijk weer overeind te krijgen: soms is de aanvangsstabiliteit in omgeslagen toestand zelfs groter dan rechtop liggend! Een en ander heeft pas geleden geleid tot Amerikaanse voorstellen om de stabiliteit van zeezeiljachten voor het gehele gebied van hellingen tot  $180^{\circ}$  aan bepaalde criteria te toetsen. Want tot dusver is weinig lering getrokken uit de Fastnet 1979 ramp. Die criteria zijn ontleend aan experimenten met modellen van kleine bedrijfsvaartuigen en jachten in brekende golven in Japan, Engeland en hier in Delft.

De rating volgens de IOR en de T.M.F. (tijd correctie factor) die daaruit volgt bestaat uit één getal (bijv. R = 30', TMF = 0.900) en dat getal wordt geacht representatief te zijn voor de snelheid van het jacht in alle windsnelheden en windrichtingen t.o.v. de koers.

Zelfs voor jachten met dezelfde rating ( en TMF correctie) is dat niet het geval: het ene jacht zeilt sneller bij licht weer dan het andere.



Er zijn velen die wedstrijden willen zeilen met jachten die niet volgens een bepaalde rule zijn ontworpen. Daarbij kan nog onderscheid gemaakt worden tussen toerzeilers die wel eens een wedstrijd willen zeilen of wedstrijdzeilers die met hun jacht willen toeren. Voor de eerste categorie is bij ons de NKK ontstaan: blijkbaar een succes. De NKK regel is niet openbaar en er worden niet echt schepen ontworpen die "goed meten" volgens de NKK. In het buitenland (Scandinavië, Verenigde Staten, Engeland) zijn soortgelijke ontwikkelingen bekend, waarbij de meting uiterst eenvoudig is gehouden. Met als nadeel dat nu ook nog vrij sterk verschillende rompvormen in dat ene getal van de rating gekarakteriseerd moeten worden.

Een verschil van 1 % in de tijd correctie is voor wedstrijdzeilers heel belangrijk want dat is bijvoorbeeld meer dan één minuut op twee uur varen. Technisch gezien is 1 % snelheidsverschil heel gering (verg. auto met 100 of 101 km/u.), bijzonder moeilijk te berekenen en te karakteriseren in één getal. Er wordt dan ook vaak een te grote nauwkeurigheid aan bestaande rating systemen toegekend.

In 1976 heeft de United Stated Yacht Racing Union (USYRU) het probleem van een beter handicapsysteem aangepakt en wel voor het:

"substantial number of yachtsmen  
"who prefer to compete on a more  
"conservative basis and who prefer  
"to own boats that differ from the  
"optimum IOR concept.  
"These yachtsmen prefer a "handicap"  
"rule as opposed to a "design rule"

Gezien wat ik daarstraks zei: geen geringe opgave.

Sinds november 1985 is dat geworden de (IMS International Measurement System) waarvan de administratie in handen ligt van de ORC (Offshore Racing Council) in London.

Het is een systeem dat bestemd is voor toer/wedstrijd jachten.

Nu dan iets over de ontwikkeling van dat systeem, waaraan de sleeptank in Delft een forse bijdrage heeft geleverd.

Laat ik bij ons zelf beginnen.

In 1974 ontstond het plan om een systematisch gevarieerde serie zeiljacht rompvormen te onderzoeken ten dienste van de ontwerpers omdat dergelijke gegevens in de technische literatuur vrijwel geheel ontbraken. De bepaling van de prestatie van een zeiljacht in het ontwerpstadium was daardoor alléén mogelijk met behulp van een modelproef voor dát ene ontwerp en dat is vrij kostbaar, vooral als een aantal alternatieven voor optimaliseren nodig is.

Wij planden een serie van 27 modellen met verschillende volheid, lengte/deplacementsverhouding lengte- breedteverhouding enz., allen ontstaan uit één moedermodel. Van elk van die modellen zou de weerstand gemeten worden afhankelijk van de snelheid, de hellingshoek en de drifthoek. Dit plan werd bekend gemaakt bij onze Amerikaanse vrienden en dat resulteerde in een vergadering in Newport met Olin Stephens en Prof. Newman van het MIT, in verband met plannen voor een nieuw rating systeem dat gebaseerd zou zijn op nauwkeurige bepaling van de prestaties van een zeiljacht. Daarvoor is zoals gezegd: gedetailleerde kennis

van de rompvorm nodig, bijvoorbeeld in de vorm van een lijnentekening. Daarnaast moet het verband tussen die vorm en de weerstand die het jacht ondervindt en de krachten op de zeilen bekend zijn. Weerstand en zeilkrachten bepalen samen de snelheid. Men verzocht samenwerking met ons i.v.m. de geplande systematische serie, die juist als doel had de weerstand van een jacht in het ontwerp stadium te kunnen berekenen. Wij besloten tot die samenwerking, omdat de Amerikanen ons financiële hulp konden bieden via het "Irving Pratt Ocean Race Handicapping Project" (Pratt was een commodore) dat het MIT op zich genomen had. De kosten en fabricage van 9 modellen werden door dit project ter beschikking gesteld.

Alle modellen (het werden er 22) zijn afgeleid van een moedermodel de "standfast 43", een ontwerp van Frans Maas. Olin Stephens stelde de New Yorker 32 voor, maar wij vonden dat een te oud model met lange kiel. Met behulp van computertechnieken is het moeder-model gevarieerd t.a.v. volheid (de zgn. prismatische coefficient) de lengte ligging van het drukkingspunt (zwaartepunt), de L/B verhouding en de lengte/deplacementsverhouding.

Alle modellen hadden dezelfde kiel en roer, hoewel dat voor wedstrijdjachten niet altijd realistische combinaties opleverde. Maar bij een dergelijk onderzoek is het belangrijker om een voldoende basis te geven aan rekenmethoden die voor een zo groot mogelijk variatie-gebied gelden.

Met de gegevens van de 22 uitvoerige proeven kan men nu voor een zeiljacht waarvan de rompvorm in voldoende detail gegeven is, de weerstand met helling en drifthoek met voldoende nauwkeurigheid bepalen als de krachten op de zeilen bekend zijn (daarover straks meer).



De Amerikanen voegden nog resultaten van modelproeven met een 12 meter toe.

Een belangrijke vraag is nu beantwoord:

Als nauwkeurige gegevens van de romp bekend zijn dan kan de weerstand met helling en drift bepaald worden voor een reeks van snelheden.

Nu is de Standfast 43 een jacht dat vele jaren geleden werd ontworpen en de vraag kan gesteld worden of andere vormen toch met de resultaten van de familie van de Standfast aangepakt kan worden.

Het antwoord is: ja vrij goed als de lengte/deplacementsverhouding niet ver buiten het onderzochte gebied valt, zie vergelijking Sabina.

Voor zéér lichte schepen, die de laatste tijd gemaakt worden geldt dat niet, zodat wij onlangs besloten om de serie uit te breiden met 6 à 7 modellen waarvan de L/D 1/3 verhouding tot 7 à 8 zal variëren.

Berekening van de weerstand is niet genoeg: om de snelheid te kunnen bepalen moeten de voortstuwende kracht en de hellende kracht van de zeilen bekend zijn: de voortstuwende kracht moet gelijk zijn aan de weerstand van de boot en de hellende kracht is gelijk aan de dwarskracht op het onderwaterschip. Dat evenwicht geldt bij elke snelheid en dat is de basis voor de prestatie berekening.

De Amerikanen hebben voor de bepaling van de zeilkrachten proeven met het jacht "Bay Bea" uitgevoerd en in combinatie met corresponderende sleeptankproeven kon men zgn. zeilkrachtcoëfficiënten afleiden.

Met een "Standfast 40" (P. Vroon en F. Maas) zijn soortgelijke proeven tijdens een wedstrijdseizoen uitgevoerd en de resultaten daarvan bleken goed met die van de "Bay Bea" overeen te komen. Zij zijn in combinatie met de gegevens van onze systematische serie gebruikt om de prestatie van zeiljachten te berekenen, bij windsnelheden tussen 8 en 20 of 25 knopen en voor elke koers t.o.v. de werkelijke wind. Het resultaat kan in een tabel of in een diagram gegeven worden.

Deze berekeningen worden met een computer uitgevoerd waarbij als input nodig is:

de rompvorm

het zeilplan

de stabiliteit (aantal bemanningsleden)

De vorm van de romp wordt opgemeten met een instrument dat door het MIT is ontwikkeld. In een figuur is het prototype weergegeven.

Dat levert via het LPP (Lines processing program) a.h.w. het lijnenplan van het jacht zodat verdere metingen om de romp vast te leggen niet nodig zijn. Daarmee kan (bij gegeven vrijboord maten) zeer nauwkeurig de waterverplaatsing bepaald worden (weging gaf verschillen kleiner dan één percent).

De lengte bepaling is gecompliceerd en is gebaseerd op het traagheidsmoment van de wortel uit de kromme van dwarsdoorsneden. Men neemt het gemiddelde van de meettrim:

2 á 3 % ingezonken

met helling 2 graden

zie tabel (deel meetbrief)

Het VPP (velocity prediction program) bepaalt vervolgens de snelheid van het jacht bij windsnelheden van 8 tot 20 knopen en alle windrichtingen, zie Tabel (deel van meetbrief).

Wat doe je nu met al die snelheden op verschillende koers t.o.v. de wind.

In de eerste plaats kun je middelen door bijvoorbeeld de gemiddelde snelheid bij 10 knoop werkelijke wind bepalen op een Olympische baan. Stel dat de gemiddelde snelheid 6 knopen is dan zou het aantal seconden om één mijl af te leggen zijn:  $3600/6 = 600$  sec/mijl en dat is een maat voor het jacht waarmee de handicap berekent kan worden.

Men kan ook een gemiddelde nemen van de snelheid voor alle koersen van aan de wind tot recht voor de wind:

het "random average", geldend voor VTW = 10 knopen op de meetbrief is aangegeven. De rating kan aangepast worden aan de weersomstandigheden, bijvoorbeeld door tijdens de wedstrijd de windsnelheid te meten. Het systeem was al in de V.S. in gebruik met als naam MHS (Measurement Handicap System) en is op 1420 jachten toegepast (1985) en heet nu, zoals gezegd sinds november 1985 het IMS.

Sommigen eigenaren van IOR schepen laten hun boot óók volgens het IMS systeem meten, want dat levert snelheids polairen, die aan boord gebruikt worden om na te gaan of men wel optimaal zeilt. De invloed van de grotere weerstand als gevolg van zeegolven is daarin niet meegeteld, zodat een dergelijke polaire als de hoogst bereikbare snelheid beschouwd moet worden.

Wij hebben in Delft in één speciaal geval die golf invloed berekend, maar dat is een tijdrovende ingewikkelde en kostbare zaak.

Gezien de oneindig vele combinaties van wind, golfhoogte windrichting en golfrichting is het niet te verwachten dat een dergelijke aanvulling in de praktijk op het IMS mogelijk zal zijn. Het IMS levert een snelheidsprognose die alléén onder de meest ideale weersomstandigheden bereikt kan worden. Het systeem zal in de toekomst nog wel bijgeslepen worden. De eerste aanpassing was:

1. De zeilkrachten zijn nu mede gebaseerd op theoretische beschouwingen en niet meer uitsluitend op de praktijk metingen van Bay Bea en Standfast Fractional rigs zijn nu ook opgenomen.
2. De Delftse serie wordt, zoals gezegd uitgebreid met lichte en zeer lichte vormen (tot  $L/v \ 1/3 = 8$ ) wellicht zullen ook deze gegevens gebruikt worden voor uitbreiding van de toepasbaarheid van de Rule.

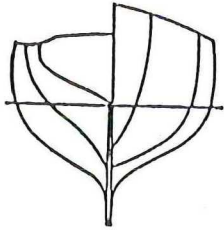
Ik ben benieuwd hoe een en ander hier gaat lopen.

In de V.S. lijkt men voorlopig tevreden met het systeem.

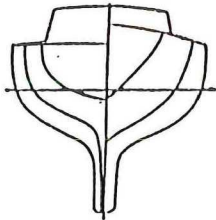
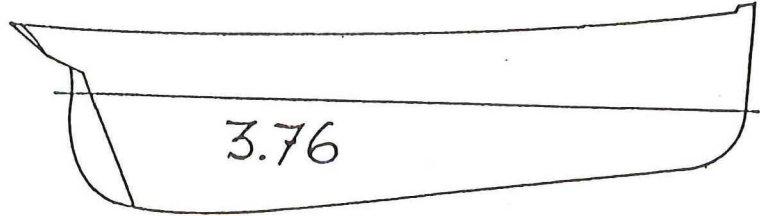


$$L/\sqrt[3]{D}$$

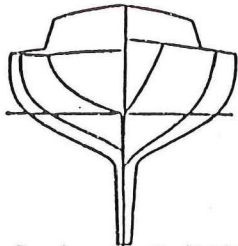
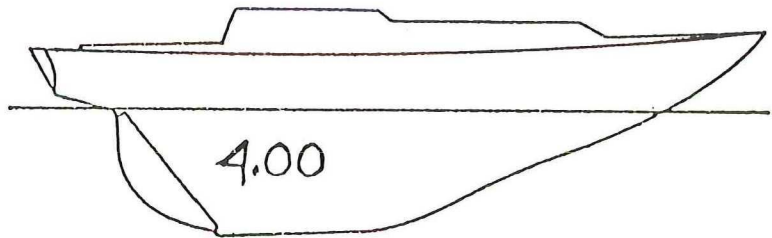
LENGTE - DEPLACEMENT VERHOUDING



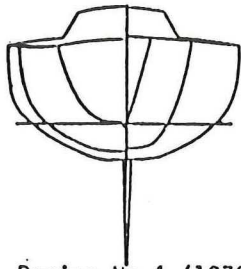
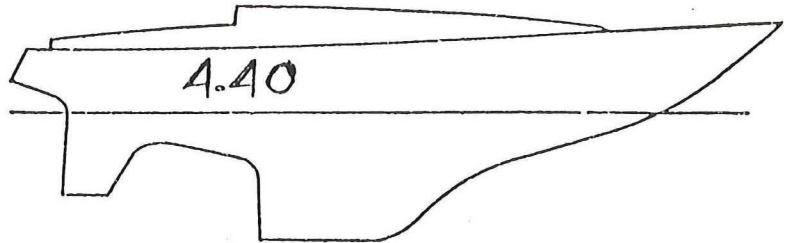
Design No.1 (1899)



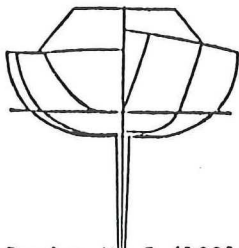
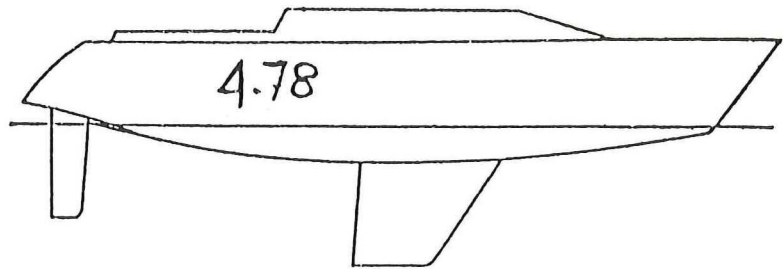
Design No.2 (1963)



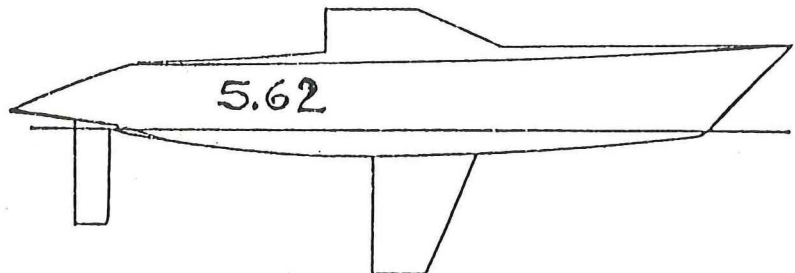
Design No.3 (1972)

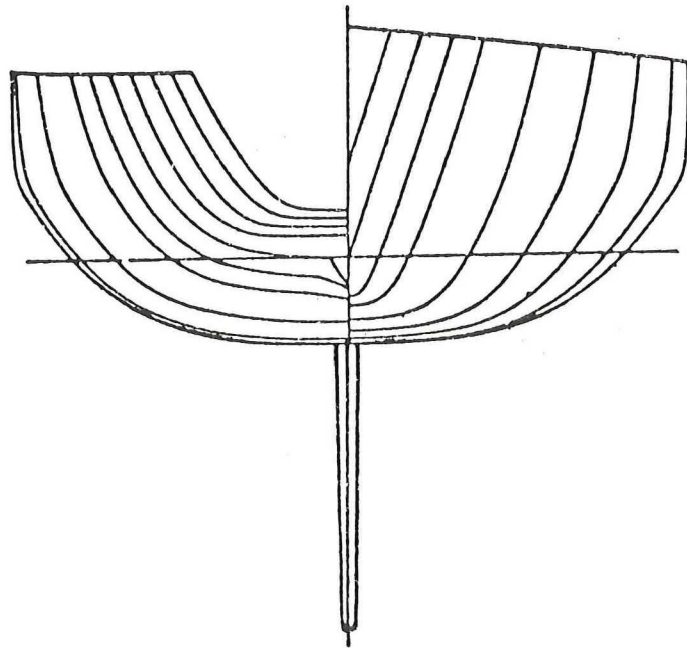
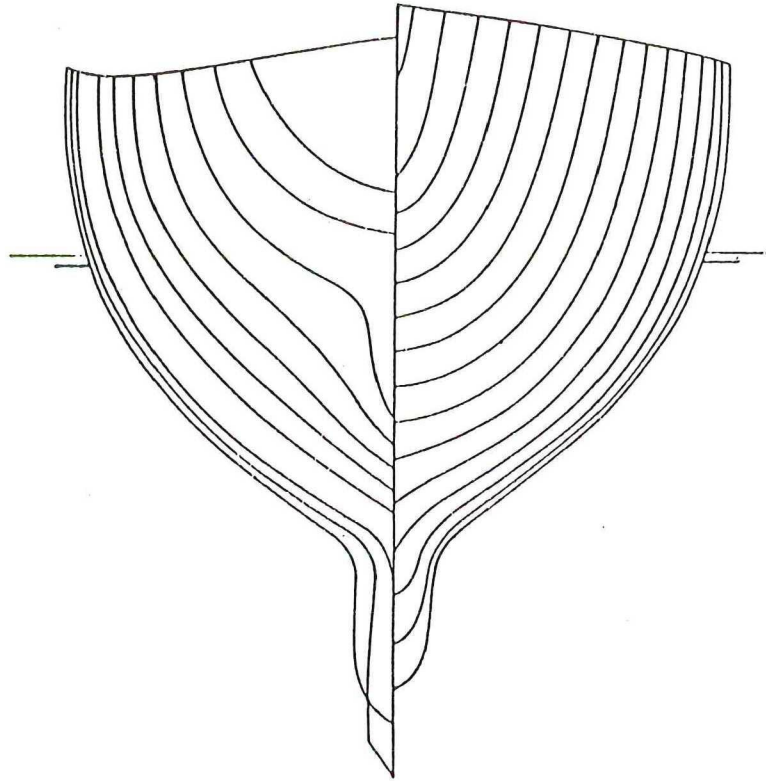


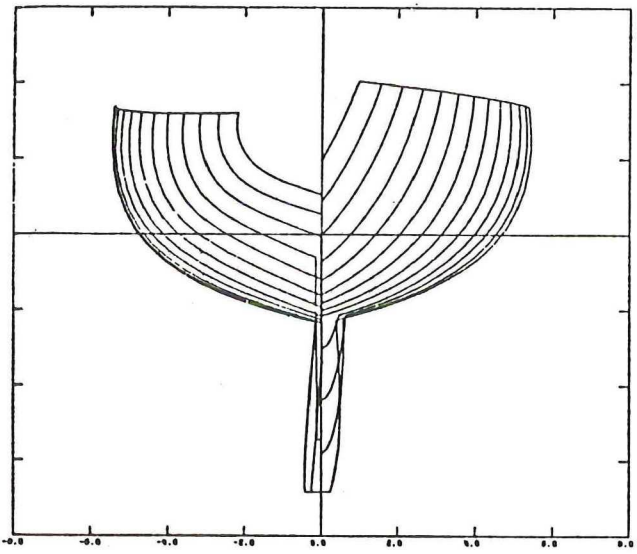
Design No.4 (1978)



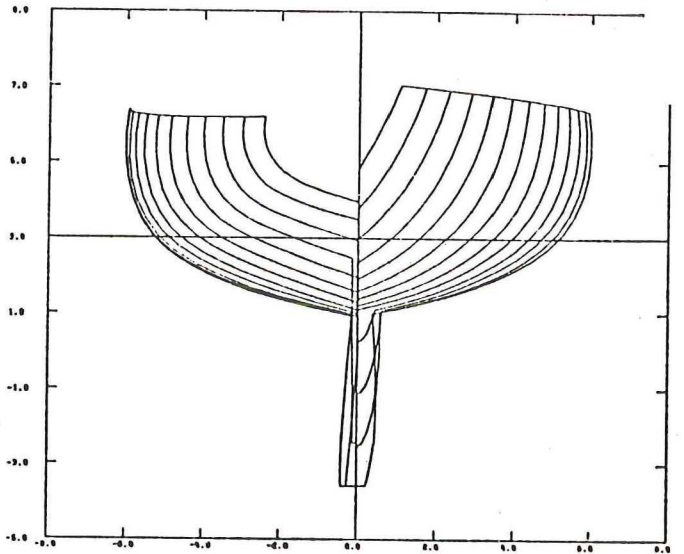
Design No.5 (1981)



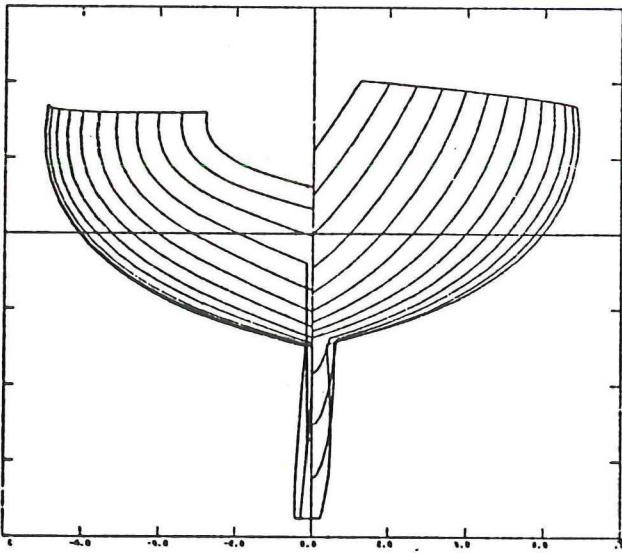




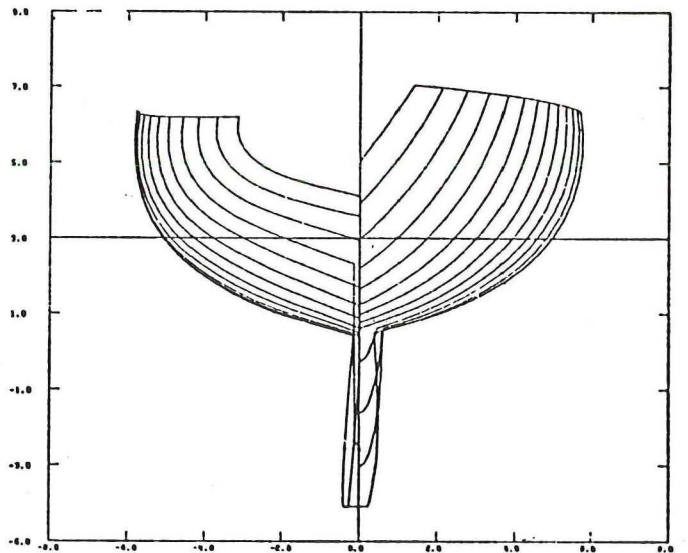
Body plan of Delft Series Model 4.



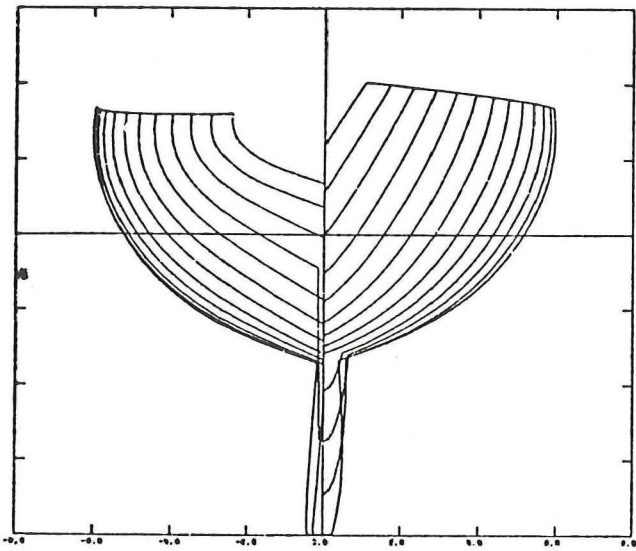
Body plan of Delft Series Model 7.



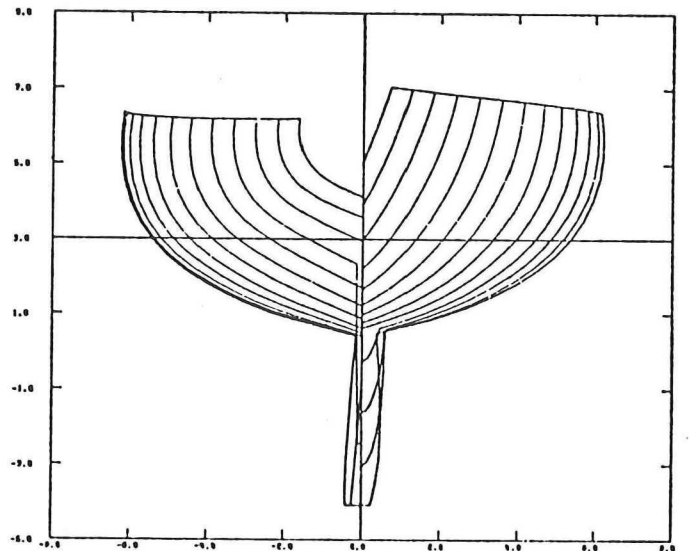
Body plan of Delft Series Model 5.



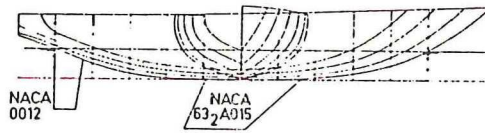
Body plan of Delft Series Model 8.



Body plan of Delft Series Model 6.



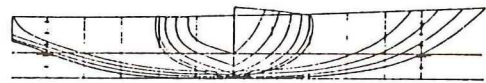
Body plan of Delft Series Model 9.



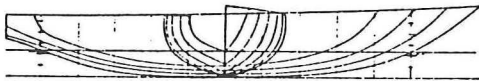
PARENT MODEL 1



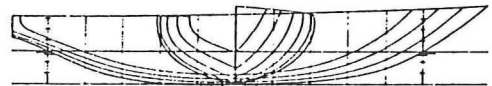
2



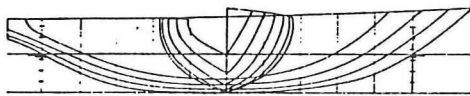
3



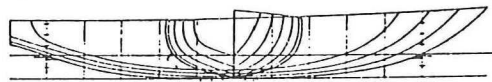
4



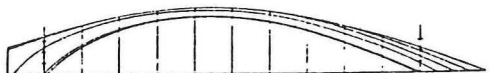
5



6

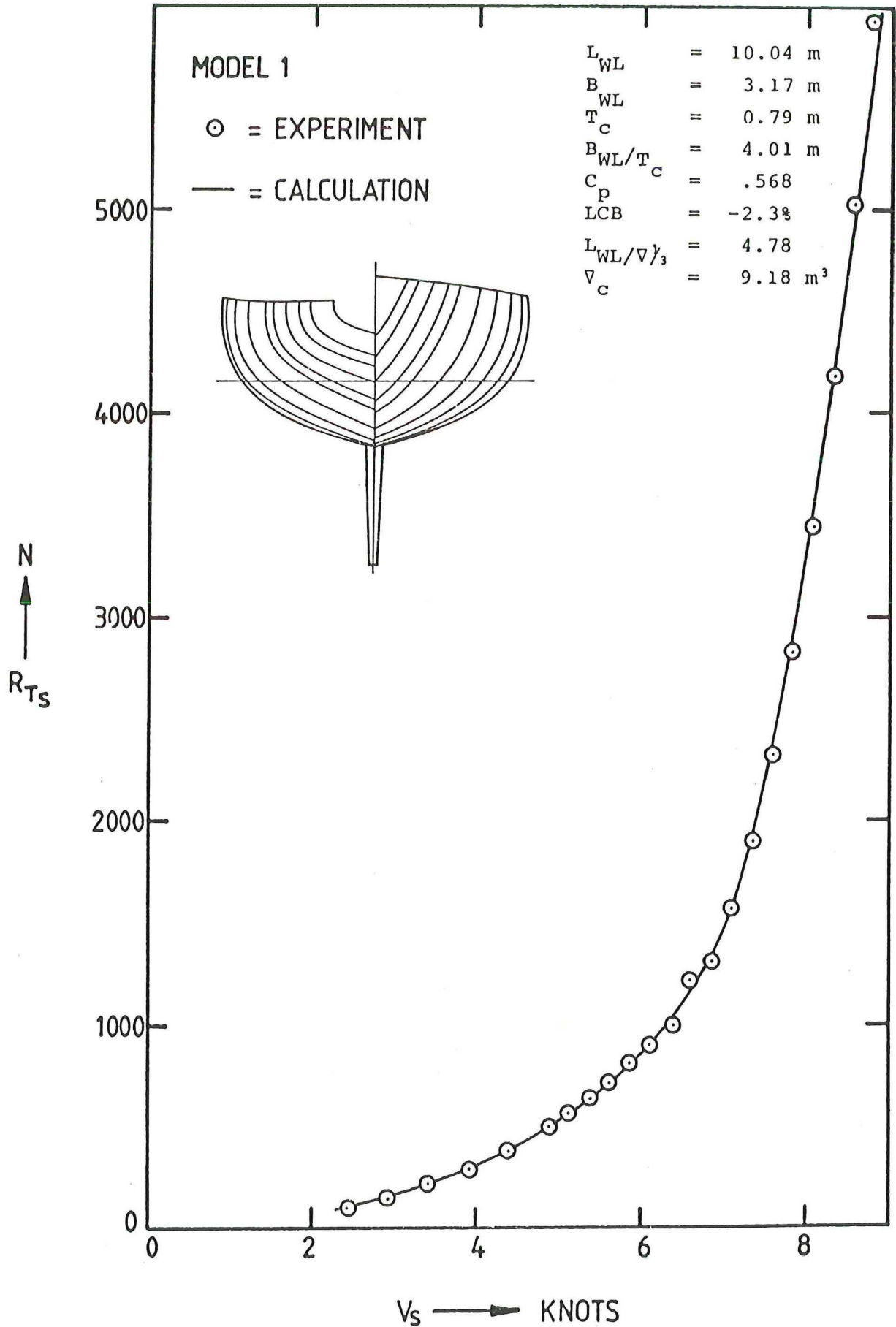


7

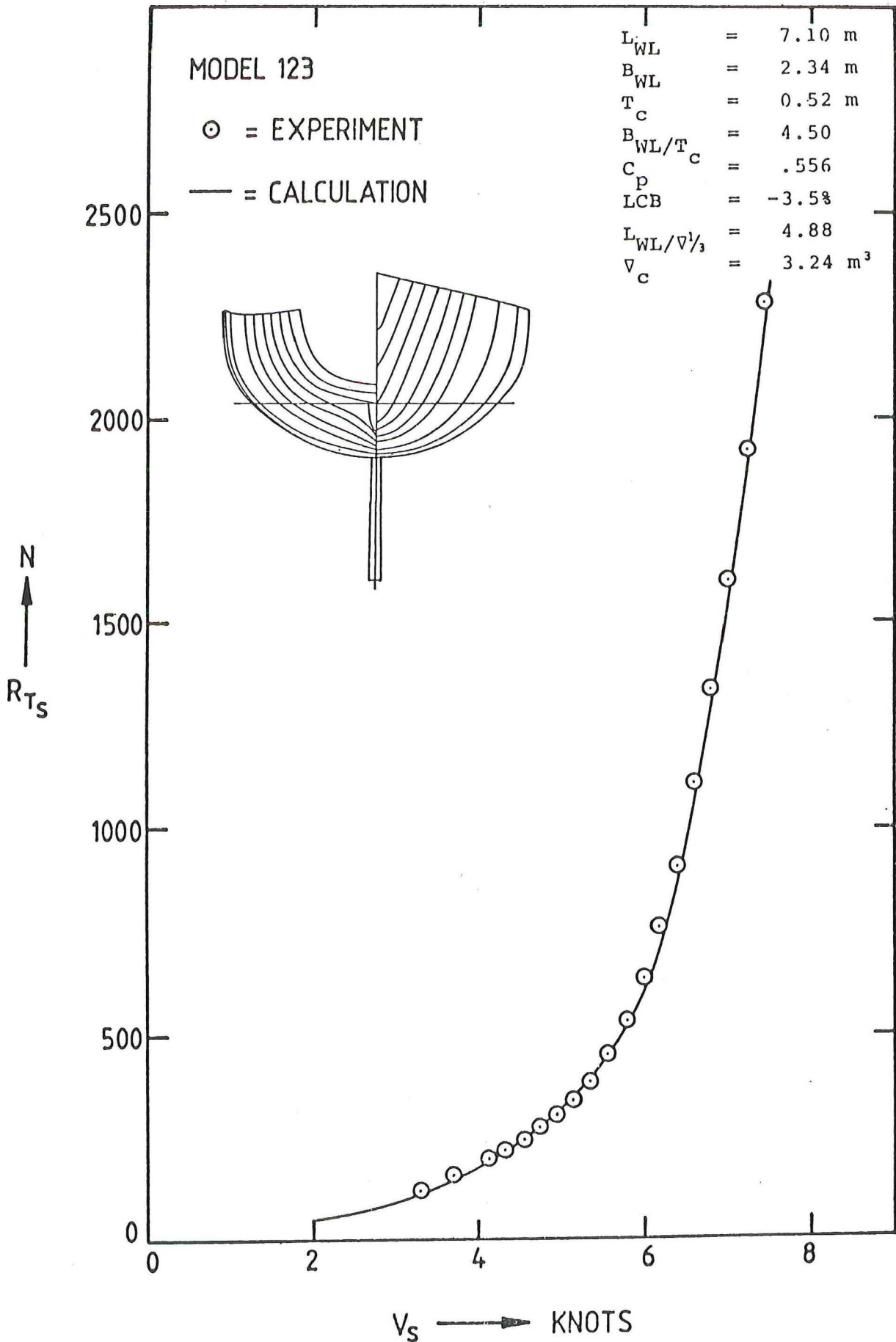


Lijnenplannen van de systematische serie  
(modellen 1 t/m 7)

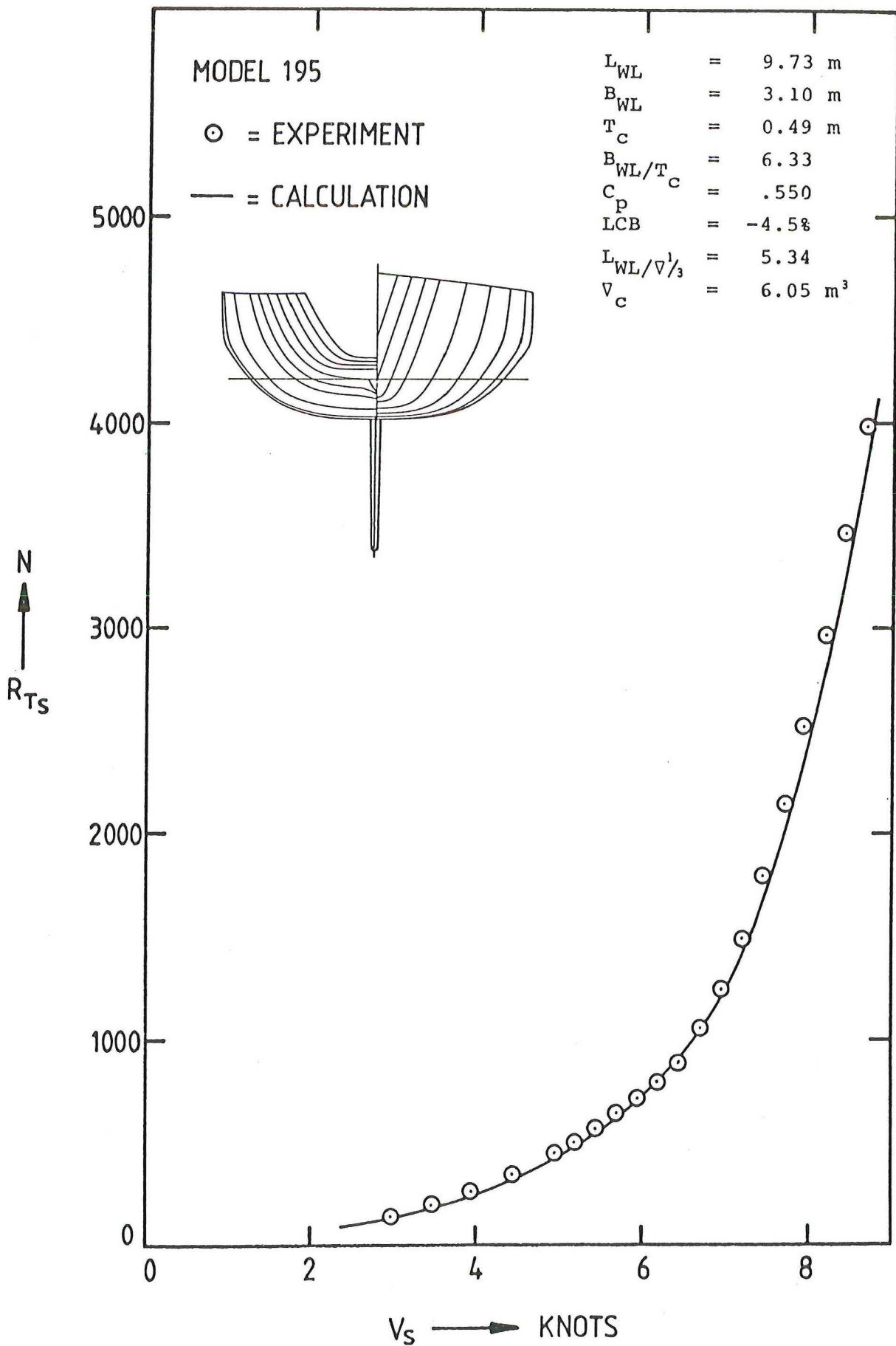




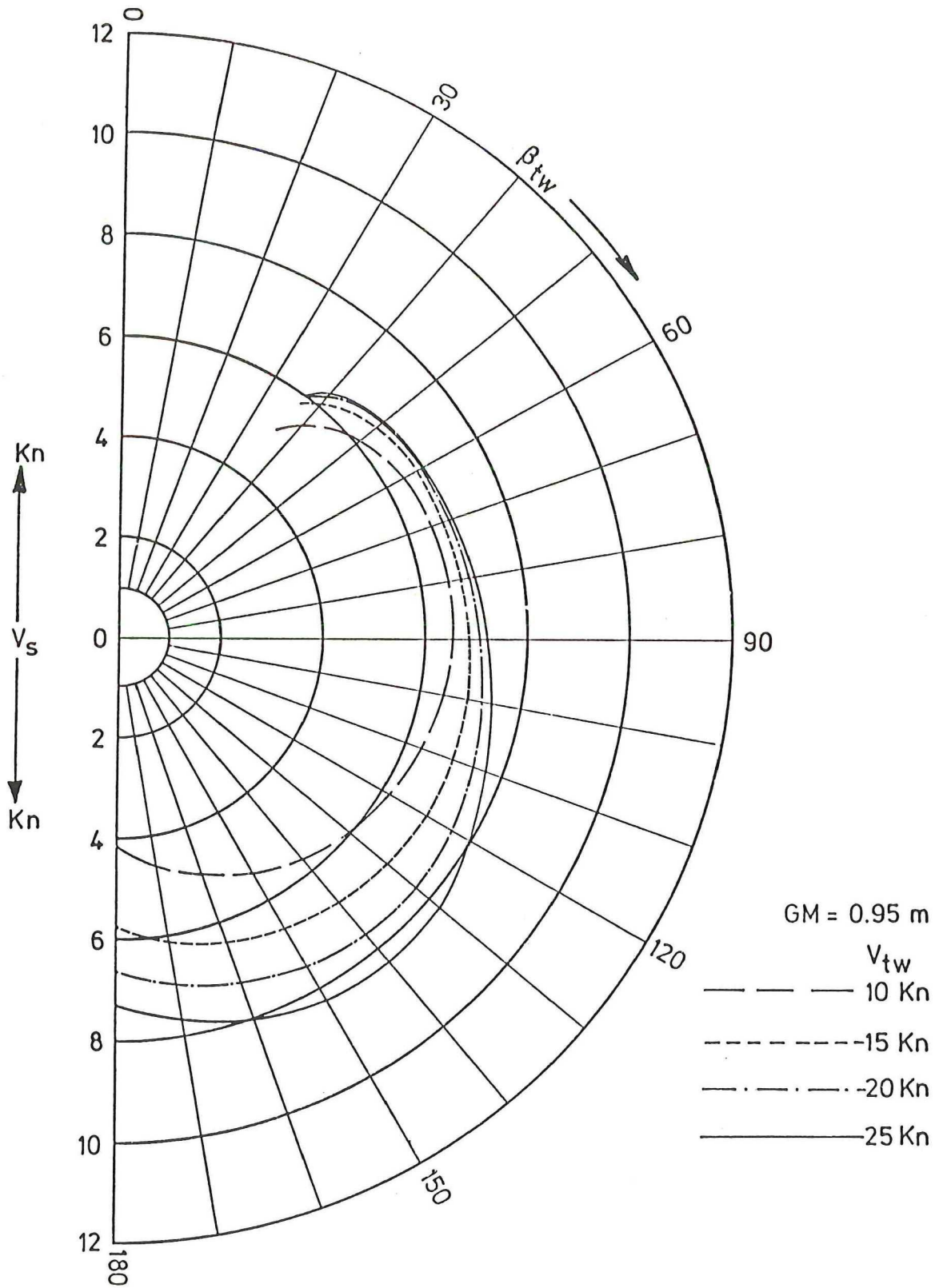
Figuur 7 Vergelijking van gemeten en berekende weerstand; model 1.



Vergelijking van gemeten en berekende weerstand; model 123 (Pion).

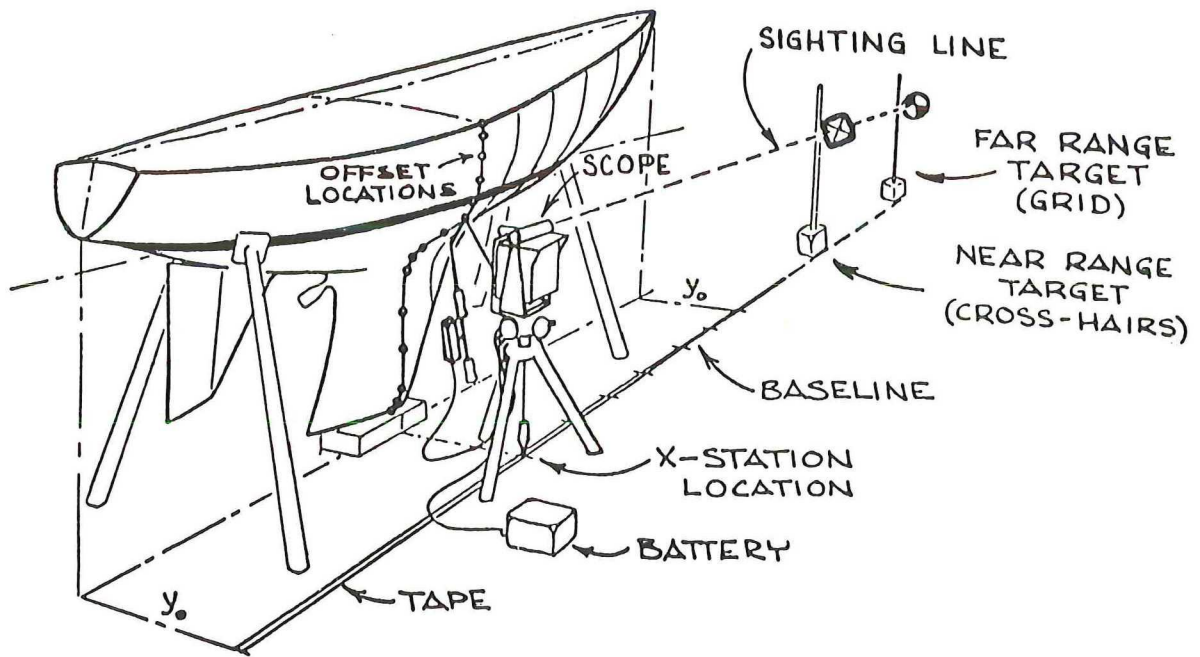


Figuur 9 Vergelijking van gemeten en berekende weerstand; model 195 (Sabina 1983).



Snelheidspolaire 32' jacht.





Schematic arrangement for measuring with the prototype Hull Measuring Device.

THE CREW LIMIT FOR THIS YACHT, IF IMPOSED, IS 10 PERSONS

-----SPEED AS A FUNCTION OF SAILING CONDITION-----

VTW	OPTIMUM BEAT				OPTIMUM RUN		
	BTW	V	VMG	HEEL	BTW	V	VMG
8	50	4.716	3.046	5	145	4.781	3.928
10	50	5.556	3.563	10	145	5.765	4.743
12	50	6.156	3.997	15	157	6.022	5.559
14	48	6.361	4.292	17	165	6.526	6.310
16	46	6.492	4.483	19	171	6.968	6.875
20	45	6.651	4.674	23	174	7.723	7.685

VTW	REACH BTW = 80		REACH BTW = 110		REACH BTW = 135		RUN BTW=180
	V	HEEL	V	HEEL	V	HEEL	V
8	6.308	10	6.427	5	5.370	2	3.705
10	6.903	17	7.139	7	6.451	3	4.572
12	7.330	21	7.568	11	7.103	3	5.375
14	7.604	13	7.934	15	7.554	4	6.179
16	7.848	17	8.211	19	7.930	5	6.821
20	8.189	24	8.620	27	8.566	8	7.660