

Mt501 Hydromechanica 1

College 6

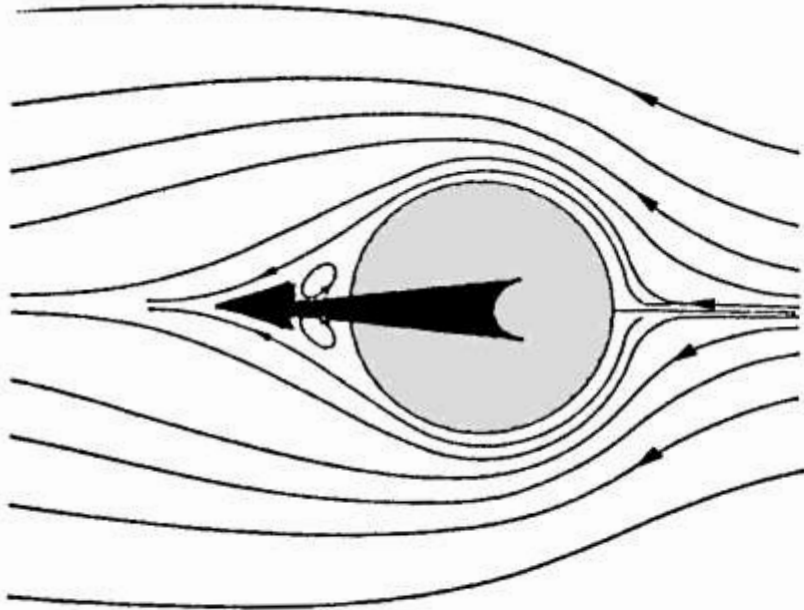
Pepijn de Jong

19-02-2010

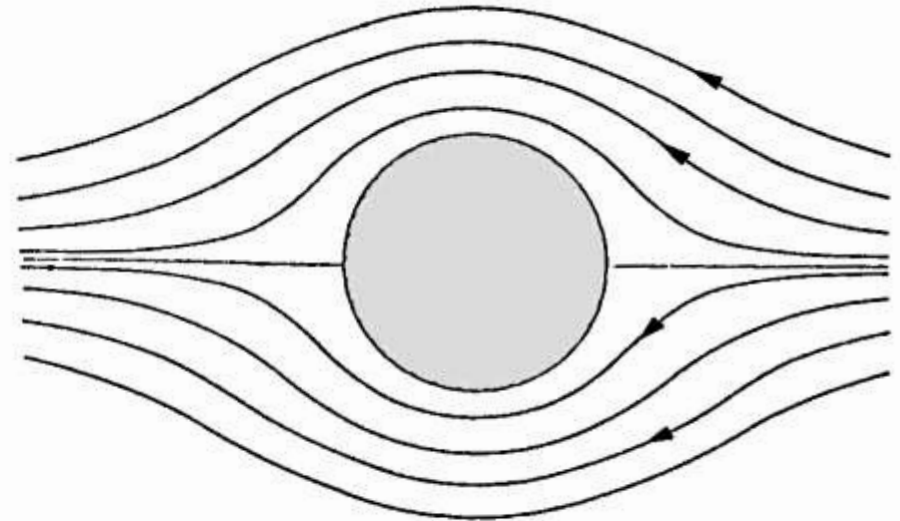
Hoofdstuk 6 Weerstand

Mt501 Hydromechanica 1

Wrijvingsweerstand en vormweerstand



reële vloeistof

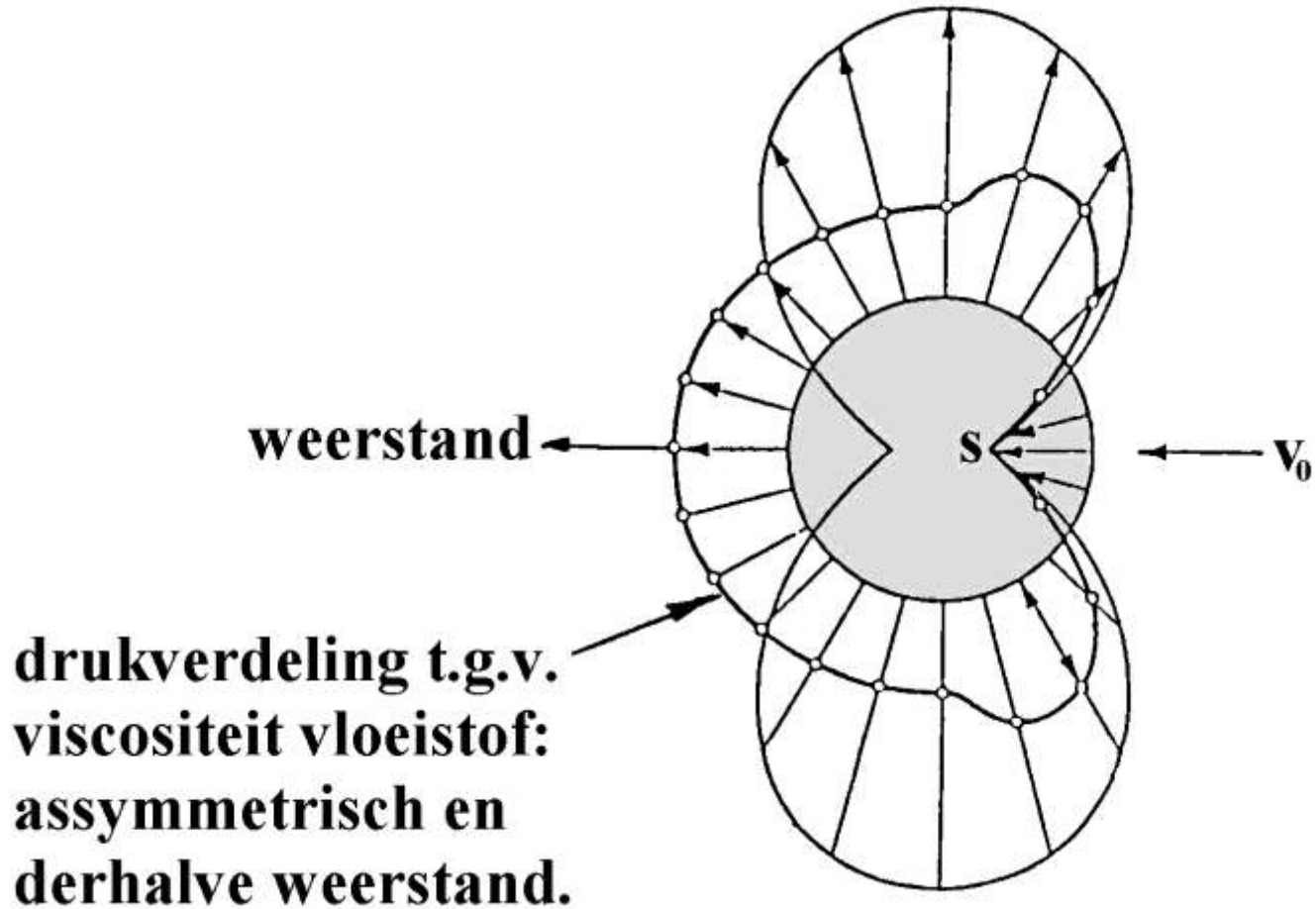


wrijvingsloze vloeistof

- Twee weerstandscomponenten:
 - Wrijvingsweerstand t.g.v. huidwrijving
 - Druk/vorm/wervelweerstand t.g.v. loslating

Reële en wrijvingsloze vloeistof

Resulterende drukverdeling



Grootte weerstandskracht

Weerstandscoefficient

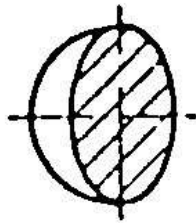
$$W = C_w \cdot 1/2 \rho V^2 \cdot A$$

weerstandscoefficient

stuwdruk

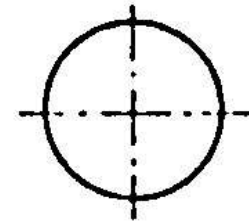
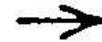
oppervlak

halve kogel



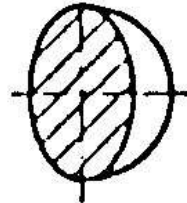
$c_w = 0,4$

kogel



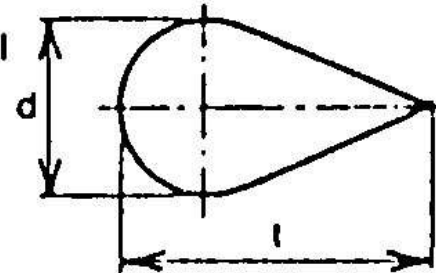
$c_w = 0,5$

halve kogel



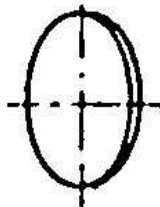
$c_w = 1,3$

druppel



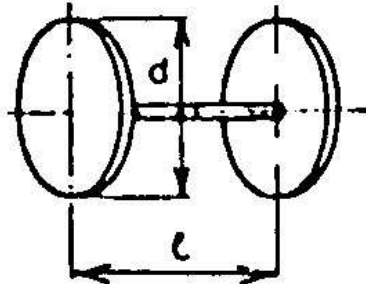
l/d	c_w
2	0,2
3	0,1
5	0,06
10	0,08

ronde plaat



$c_w = 1,1$

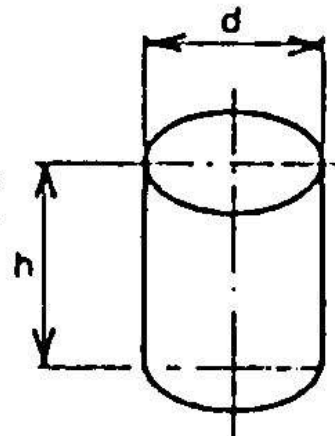
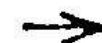
twee ronde platen



l/d	c_w
1	0,9
1,5	0,8
2	1,1
3	1,5

achter elkaar

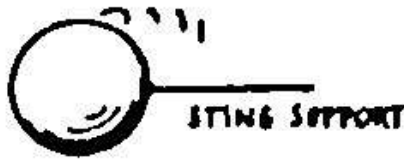






staande cilinder



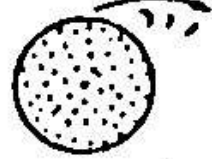

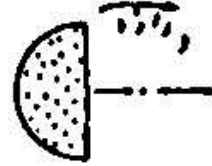
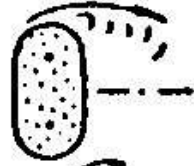
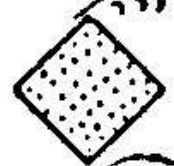
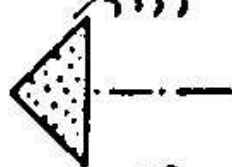
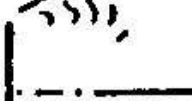
d/h	c_w
1	0,6
2	0,7
5	0,75
10	0,8
40	1,0

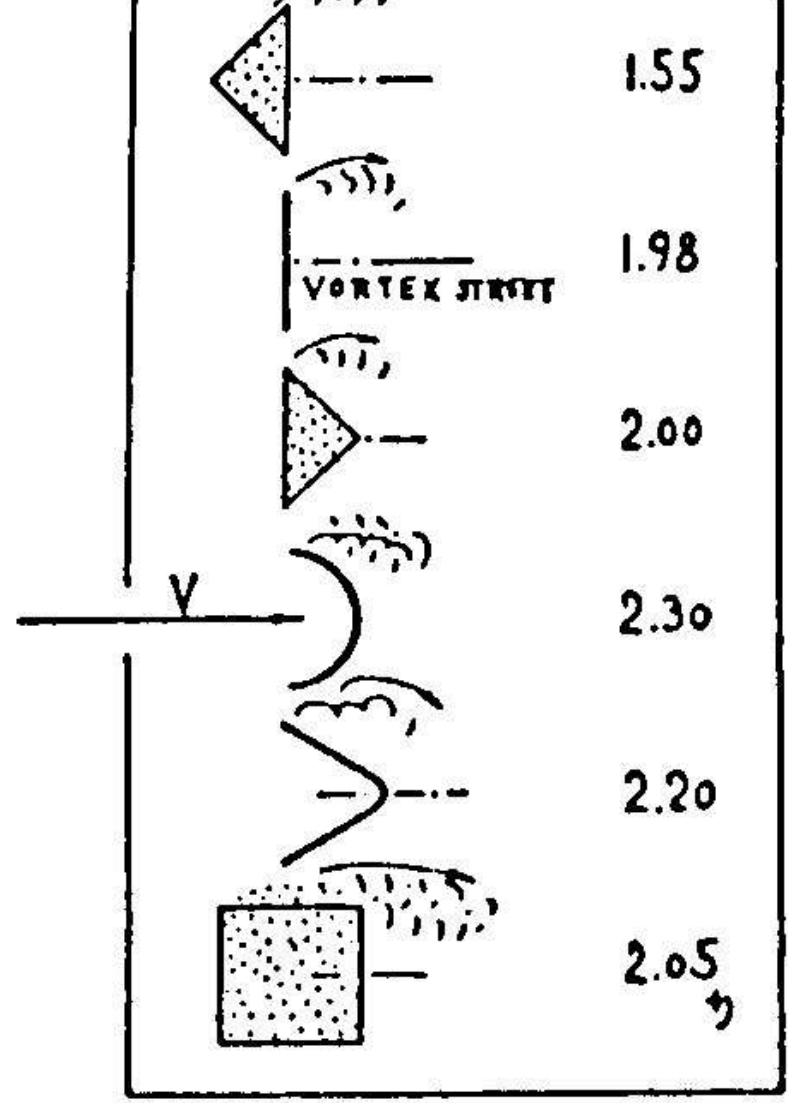
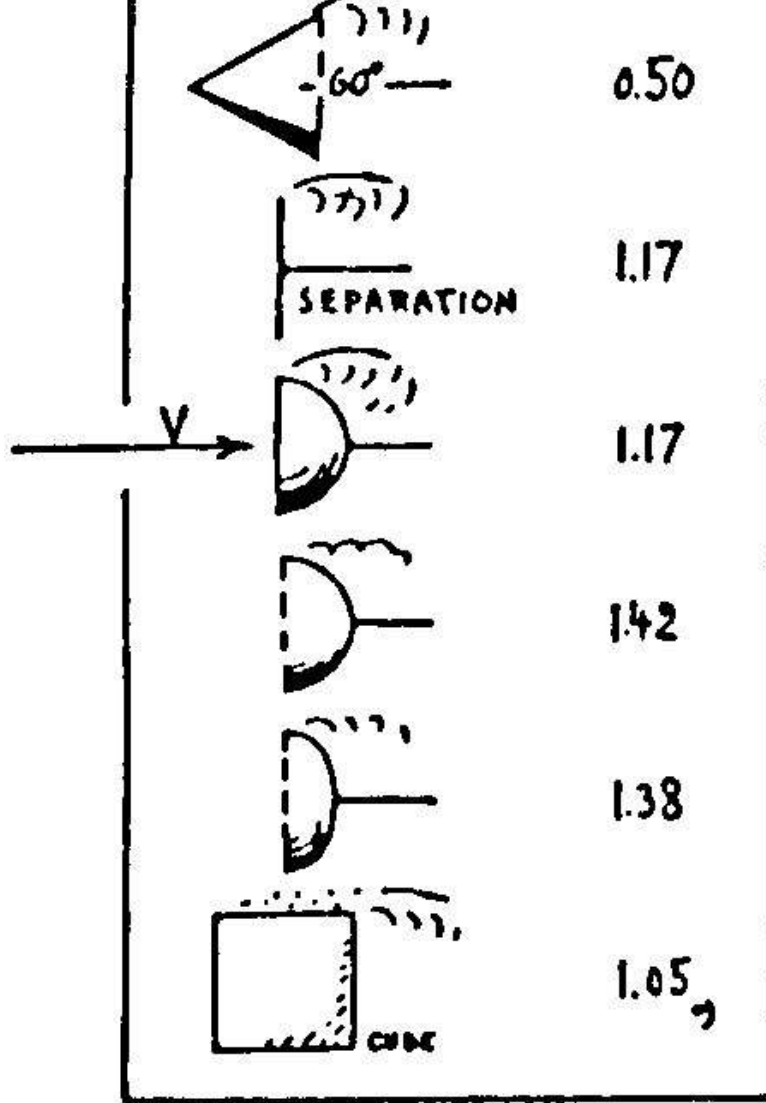
weerstandscoefficienten 3-D lichamen.

3 - D

SHAPE	C_D
	0.47 _g
	0.38
	0.42
	0.59 _g
	0.80 _g
	0.50
	1.17

2 - D

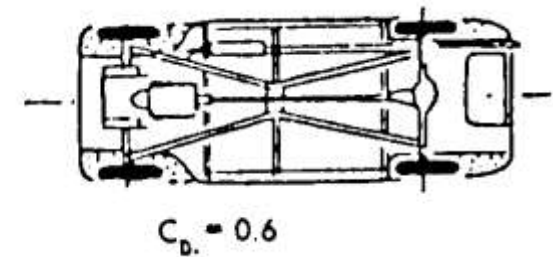
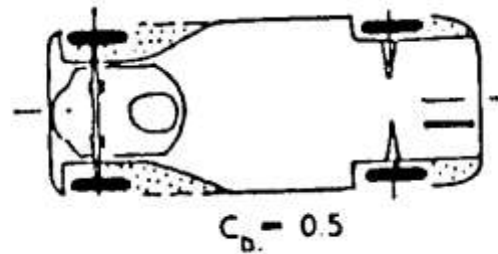
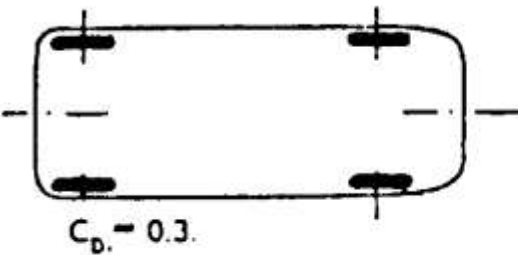
SHAPE	C_D
	— 1.17 _g
	1.20
	1.16
	1.60 _g
	1.55
	1.55
	1.98

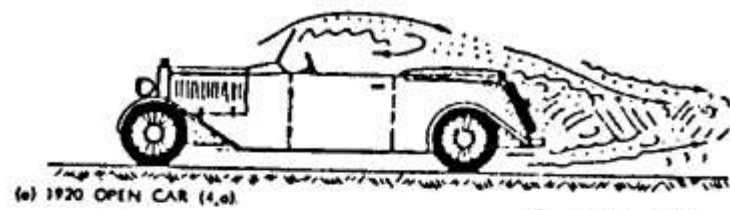


weerstandscoefficienten

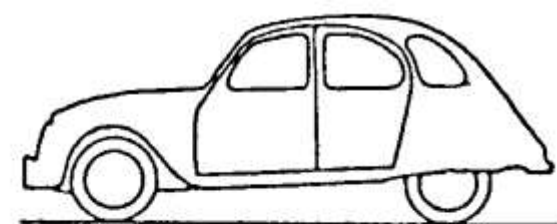
Verminderen weerstand

Stroomlijnen onderkant auto

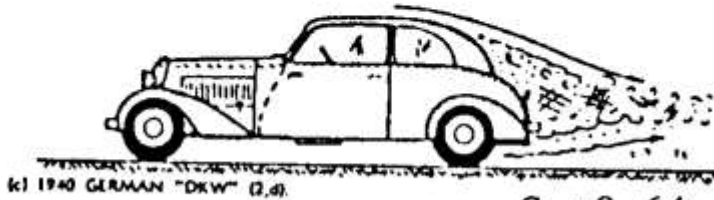




$$C_w = 0.95$$



Citroen 2cv $c_w = 0,52$



(b) 1940 GERMAN "DKW" (3,d)

$$C_w = 0.64$$

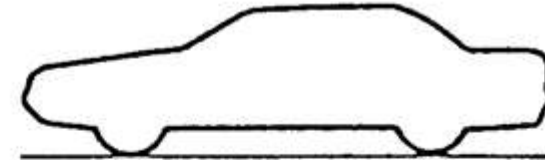


Ford 1955 $c_w = 0.50$

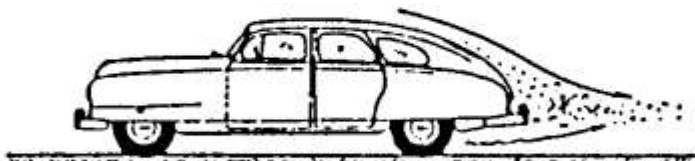


(c) CHRYSLER WINDSOR 1949 (5,b)

$$C_w = 0.60$$

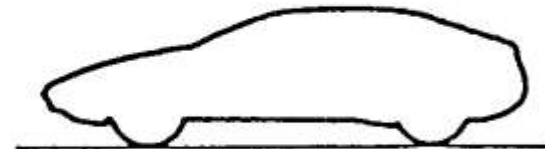


Audi 100 - 1982 $c_w = 0,30$



(d) NASH BODY 1949 (5,b)

$$C_w = 0.45$$

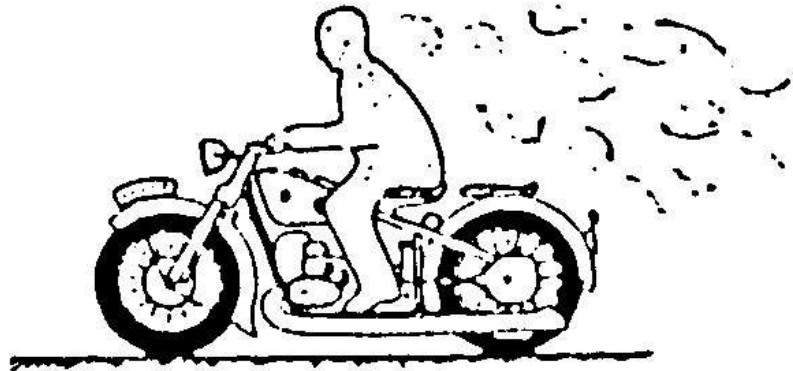


Ford Probe IV - 1983 $c_w = 0,15$

weerstandscoefficienten van personen auto's.

Verminderen van weerstand

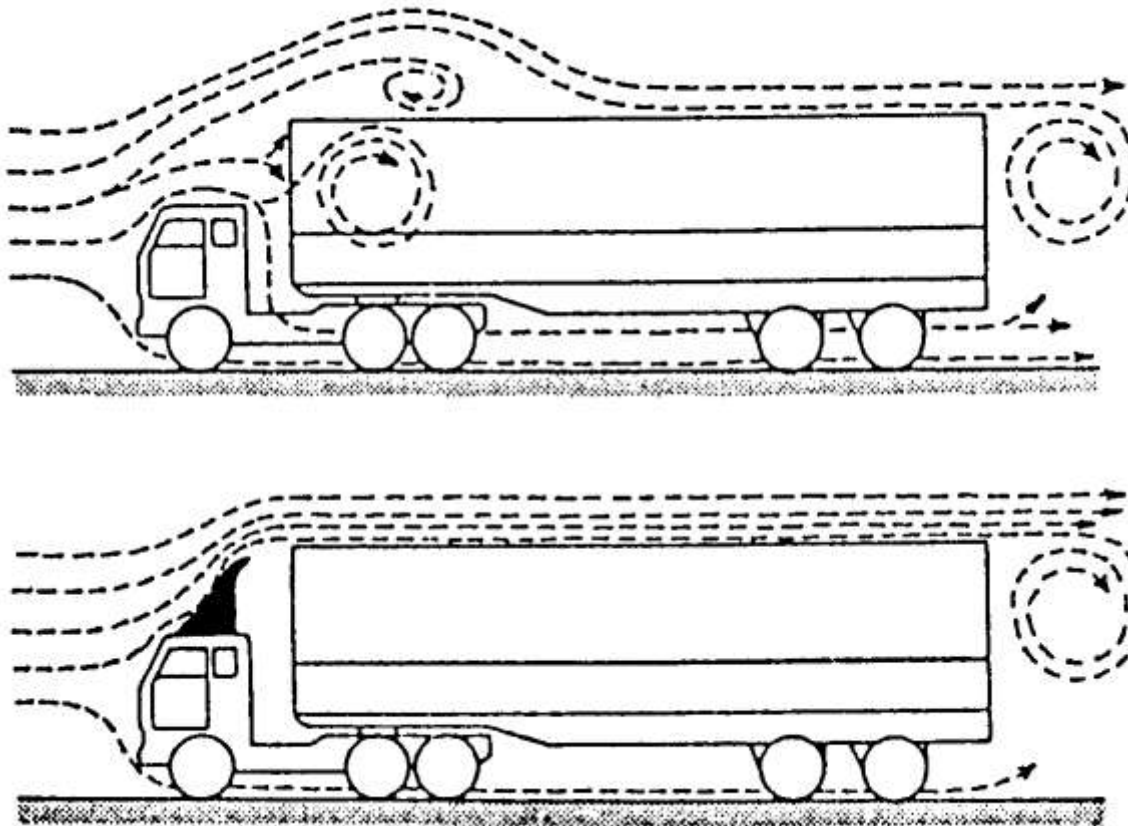
Motorfiets



<u>weerstand motorrijder</u>	<u>$c_d \cdot A$</u>
motor zonder rijder	0.204
motor met berijder	0.565
motor met berijder in gebogen conditie	0.290

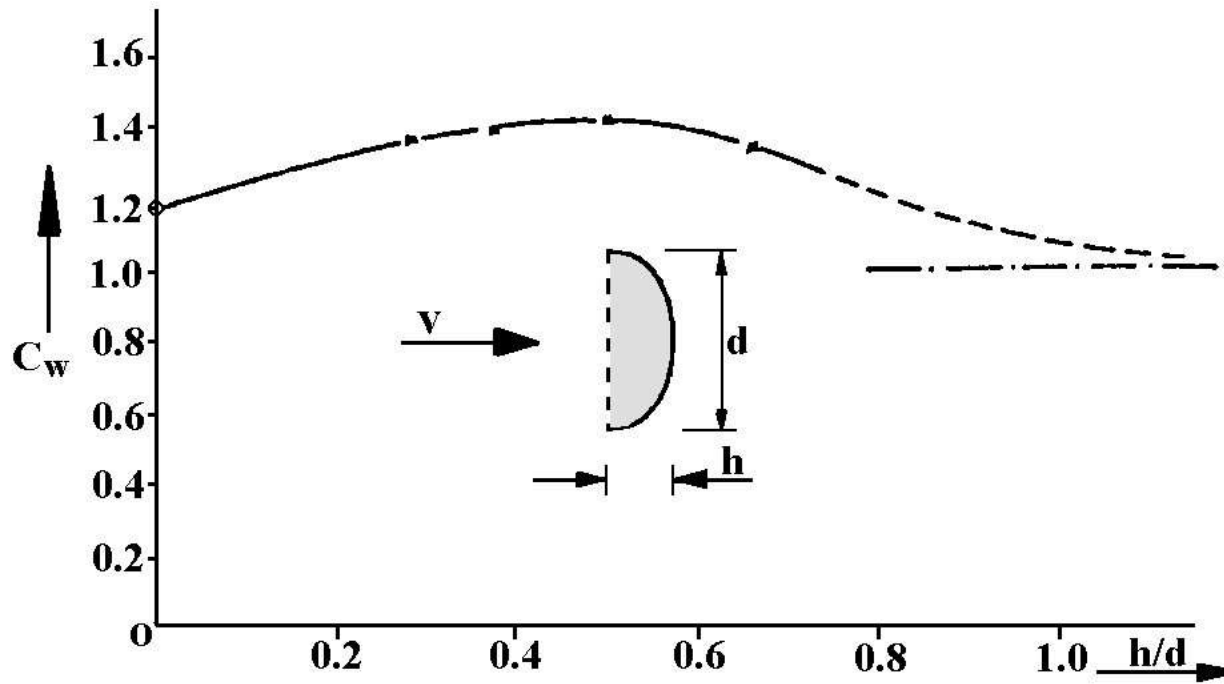
Verminderen van weerstand

Vrachtwagen/spoilers



Vermeederen van weerstand

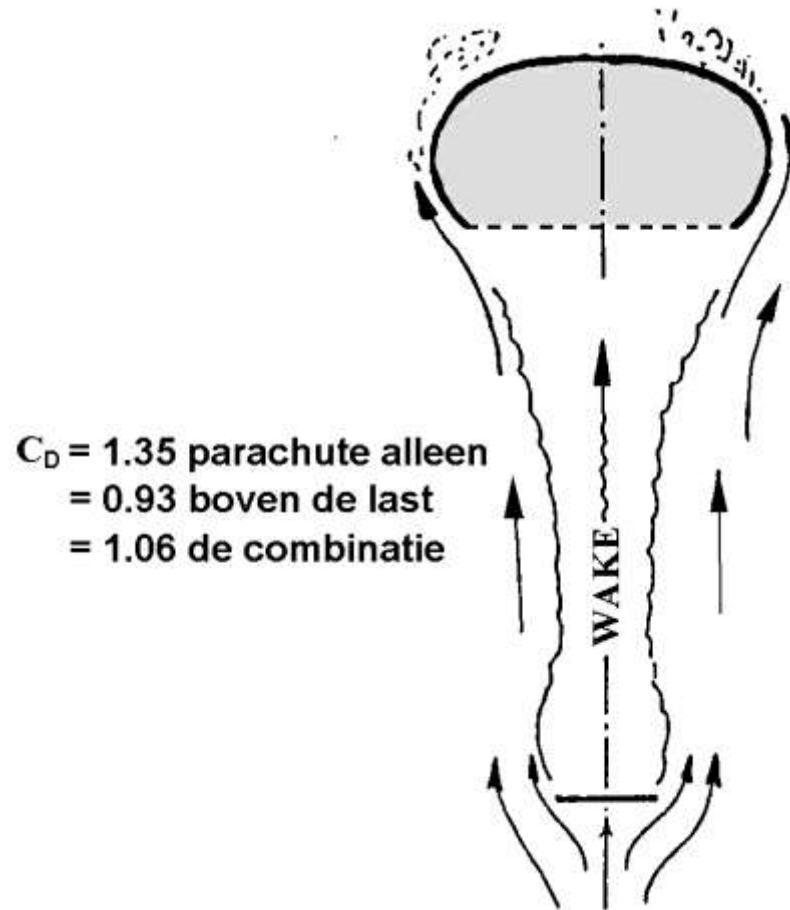
Parachute



Weerstandscoefficient parachute als functie van de vorm

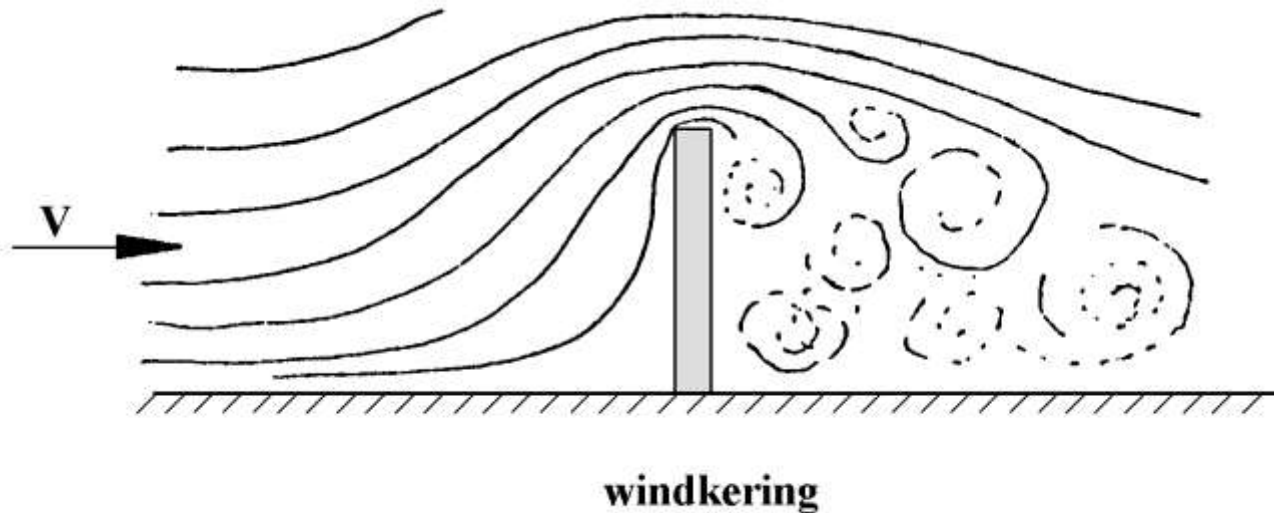
Vermeeanderen van weerstand

Parachute



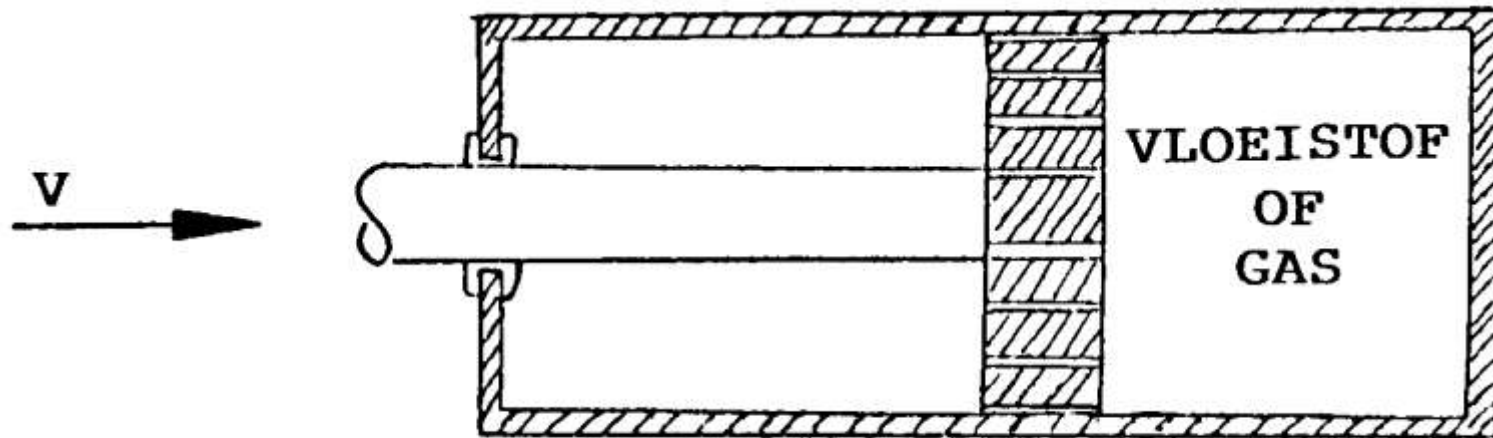
Vermeeanderen van weerstand

Windkering



Vermeederen van weerstand

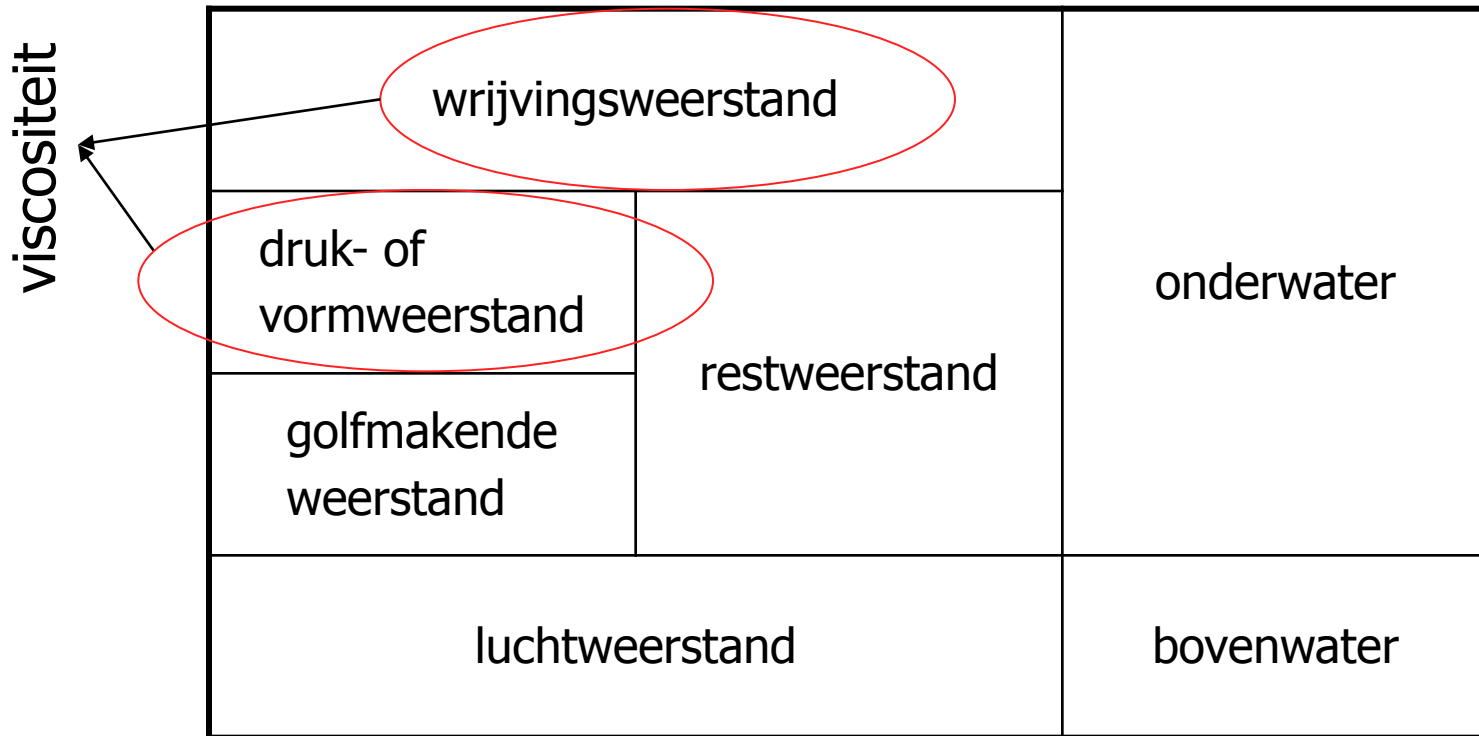
Vloeistofdemper



Vloeistof demper

Weerstand oppervlakteschepen

Weerstandcomponenten



Wrijvingsweerstand

Weerstandcomponenten

- Bepaald aan de hand van vlakke platen
- Verwaarlozing 3D effecten
- Afhankelijk van:
 - Snelheid
 - Lengte
 - Ruwheid
 - Oppervlak
 - Viscositeit (temperatuur)

Vorm / druk / wervelweerstand

Weerstandsc componenten

- Oorzaak:
 - Loslating stroming aan achterzijde lichaam
 - Hierdoor geen/minder drukherstel aan achterzijde
 - Dit vertaald zich in weerstand
- Is lastiger te quantificeren:
 - Vaak meegenomen met andere weerstandsc componenten

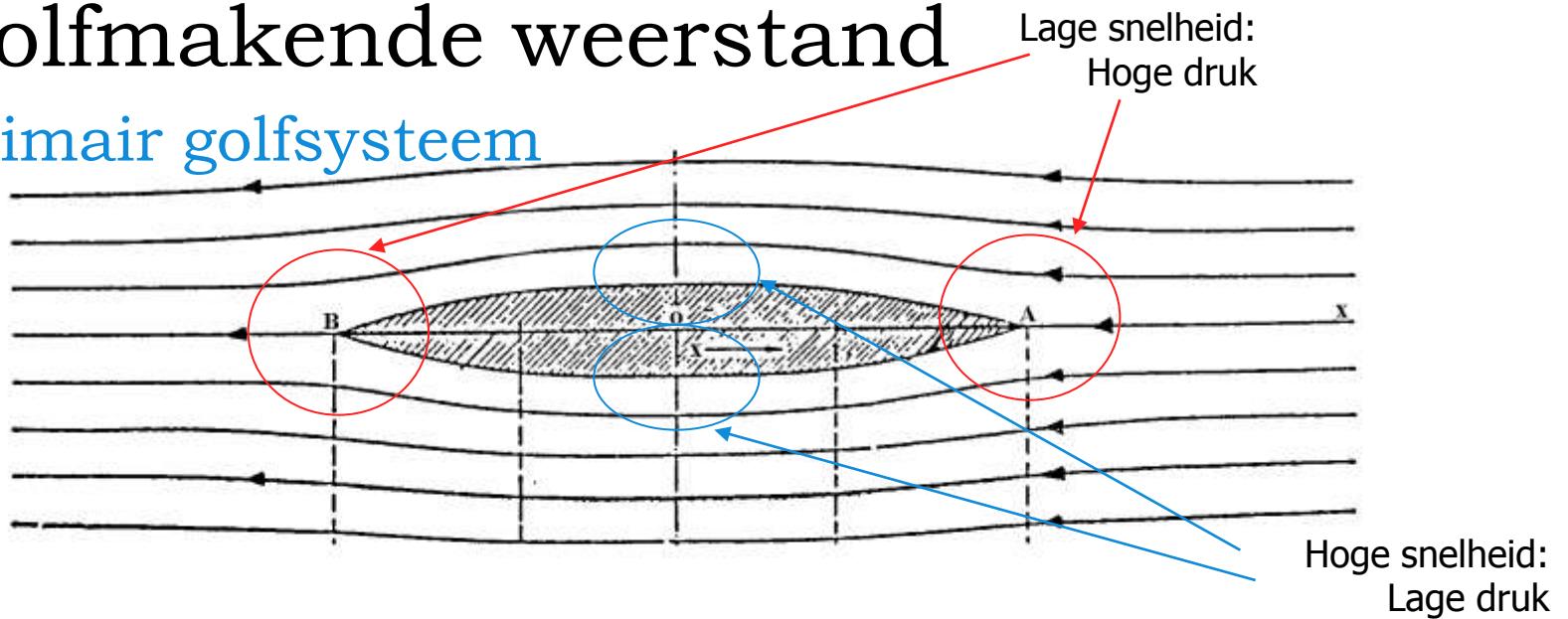
Golfmakende weerstand

Weerstandsc componenten

- Schip varend op grens lucht/water
- (Druk)verstoringen zorgen op interface voor golven
- Het maken van golven kost energie
- Dit vertaald zich in weerstand
- LET OP: extra weerstand door het varen in golven is een geheel andere weerstandscomponent

Golfmakende weerstand

Primair golfsysteem



Golfmakende weerstand

Primair en secundair golfsysteem

- Primair golfsysteem
 - Drukverloop langs romp
 - Transversale golven
- Secundair golfsysteem
 - Verplaatsend drukpunt in vrij vloeistofoppervlak
 - Divergerende (zwaartekrachtsgolven)
 - Kelvinhoek: 19.5 graden

Golfmakende weerstand

Secundair golfsysteem

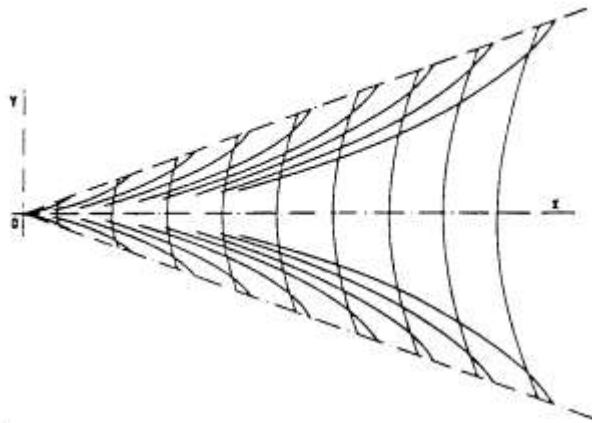


Fig. 10. Wave system caused by a travelling pressure point

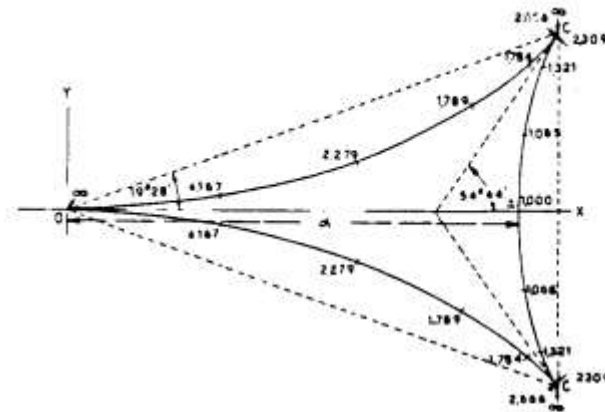
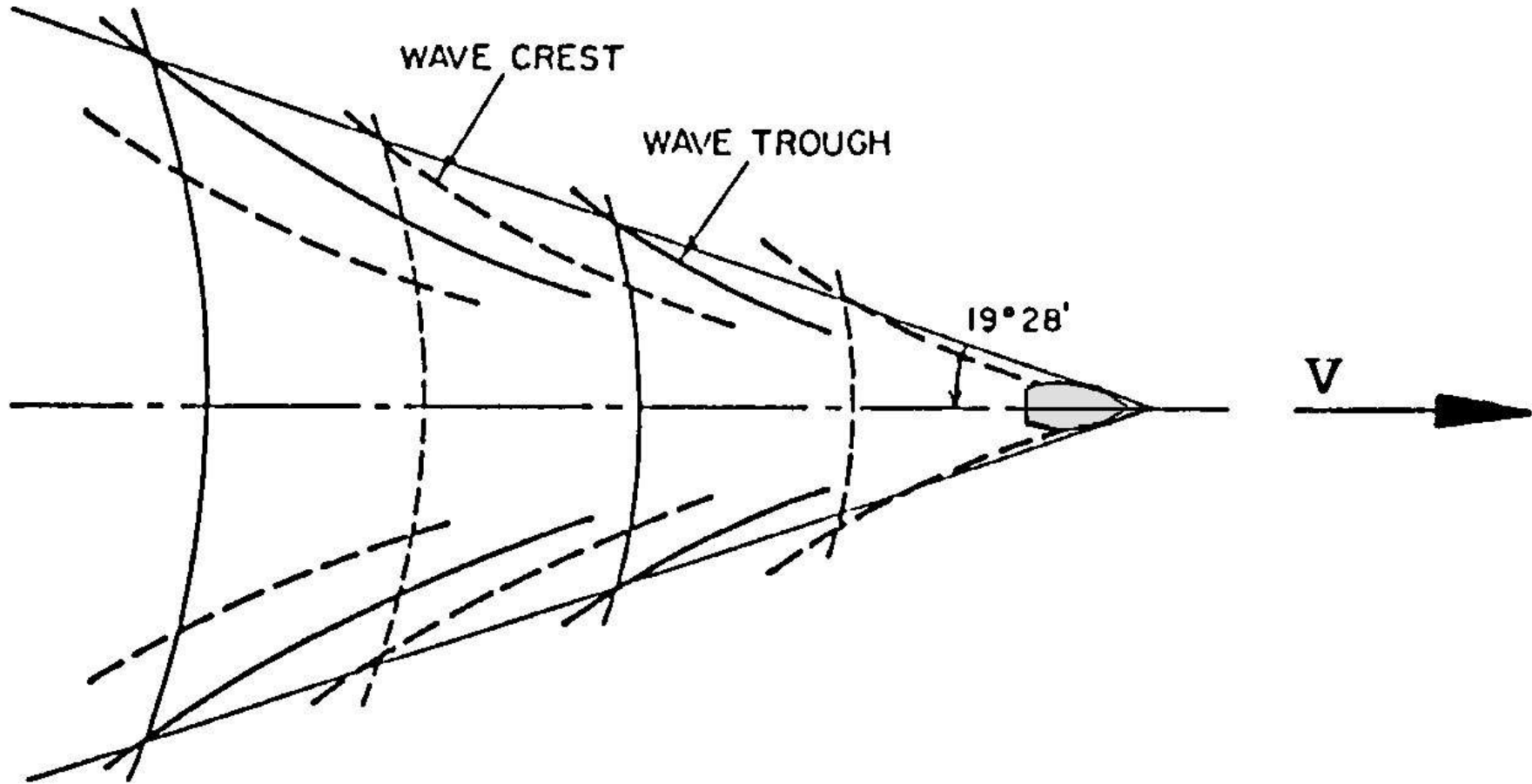


Fig. 11. Dimensions of a couple of waves of the wave system in fig. 10

Golfmakende weerstand

Secundair golfsysteem



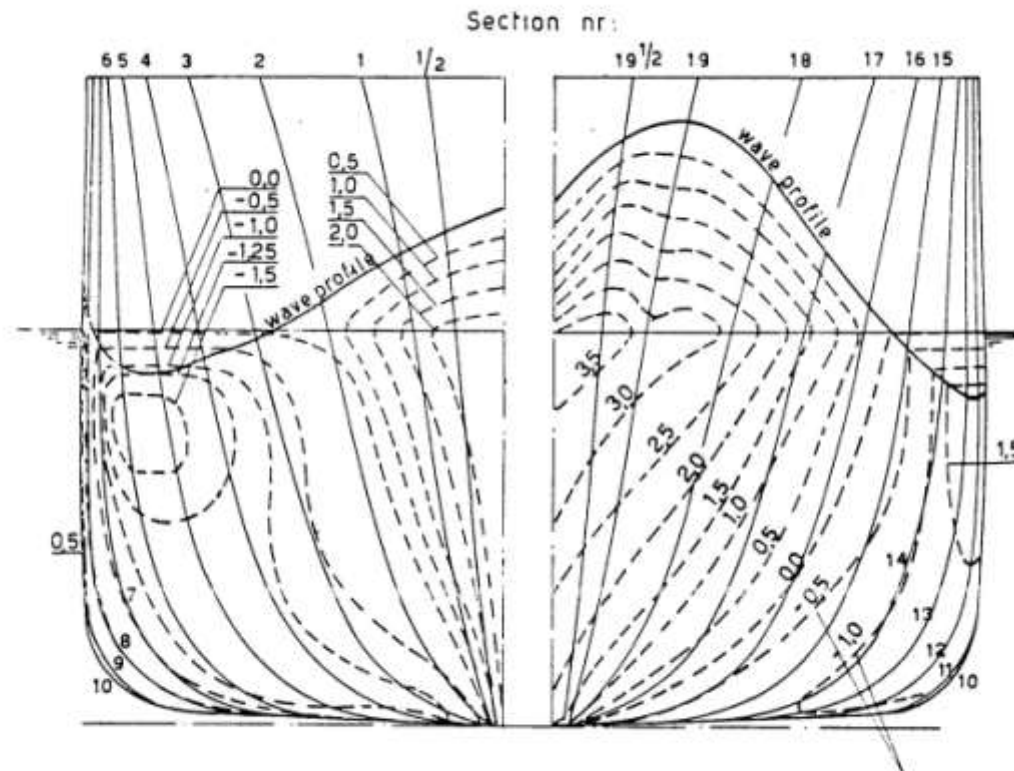
Golfmakende weerstand

Secundair golfsysteem

- Praktijk iets gecompliceerder:
 - Geen drukpunt, maar schip met lengte en drukverloop over lengte
 - Hierdoor golfsysteem globaal:
 - Hoge golf bij boeg en hek (hoge druk)
 - Golfdal bij middenschip (lage druk)
 - Ieder zorgt voor eigen golfsysteem
 - Hierbij komen lokale afwijkingen:
 - Vormveranderingen schip: drukveranderingen: golven

Golfmakende weerstand

Drukverloop en golven

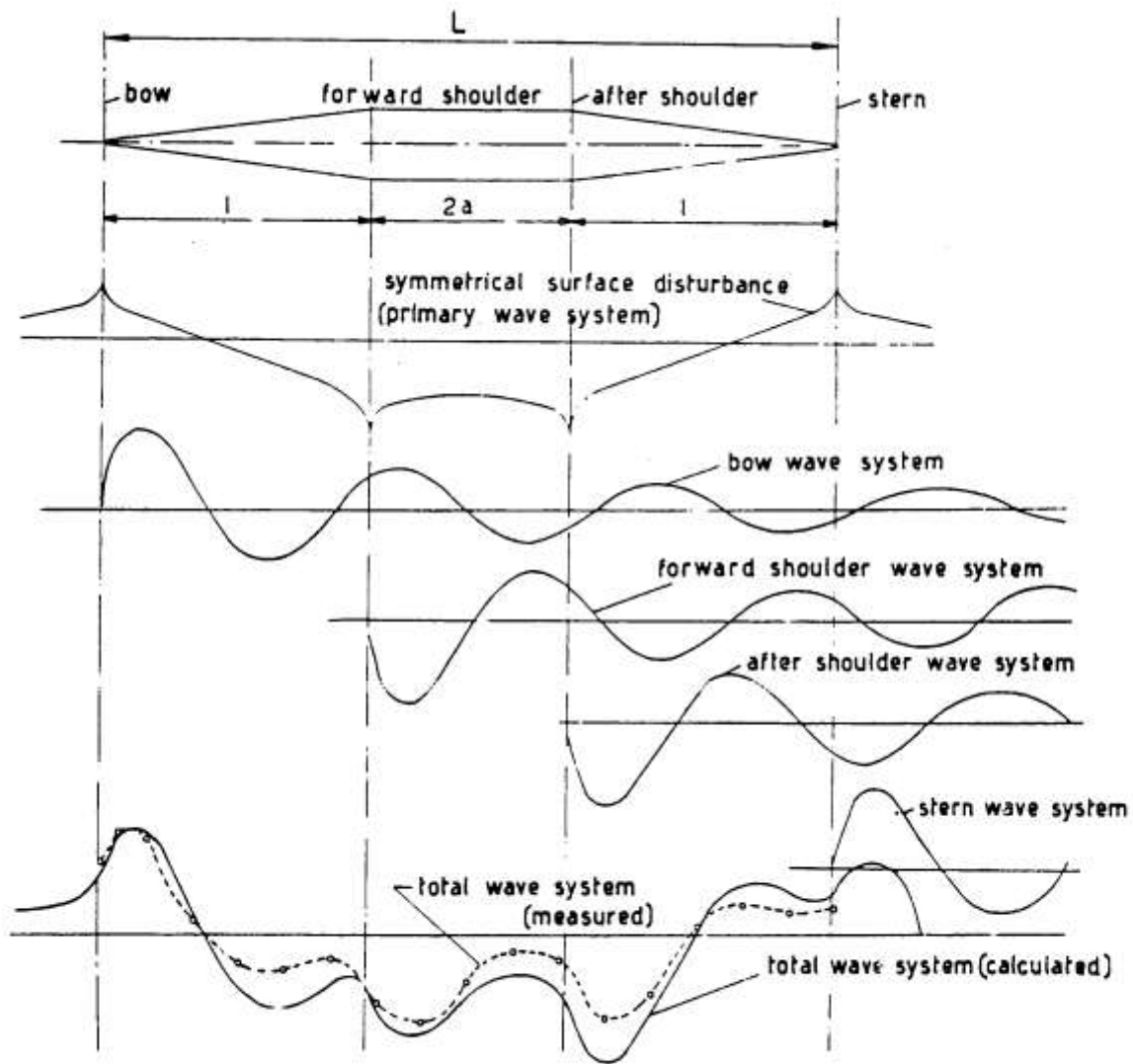


Pressure distribution over the hull surface as measured by Eggert

Golfmakende weerstand

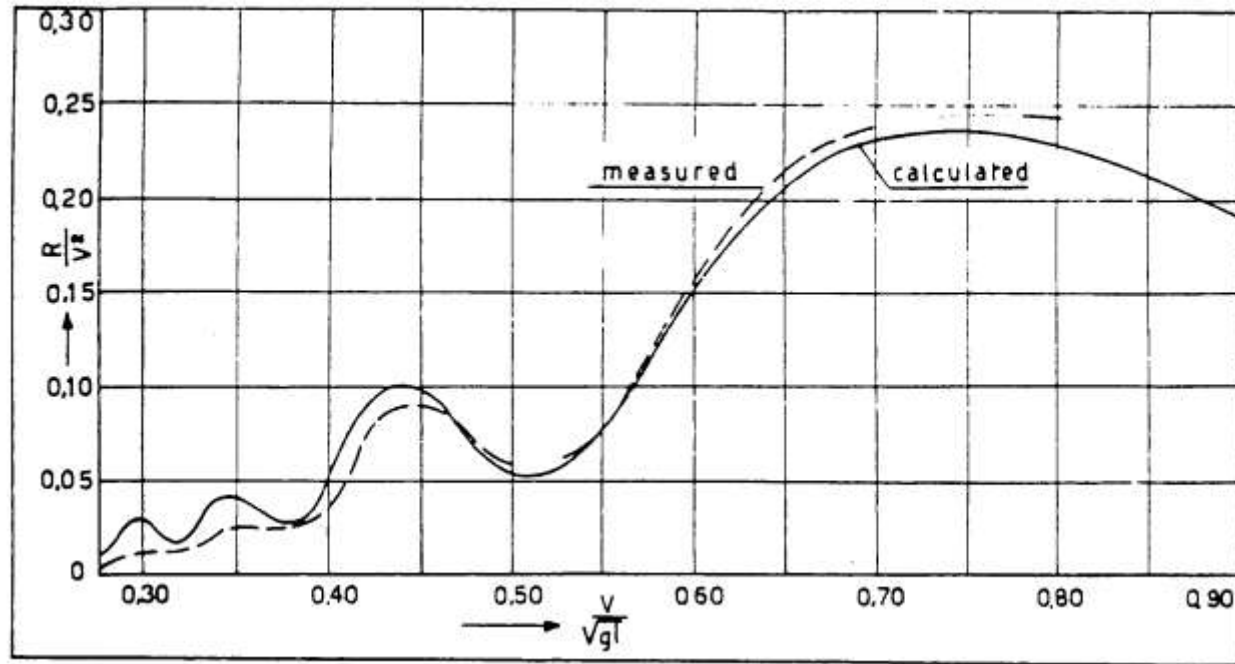
Bepalen golfmakende weerstand

- Integreren golfdruk over sloopshuid leidt tot weerstandskracht
- Alternatief:
 - Golven onttrekken energie aan schip
 - Bepalen/meten golven op zekere afstand van schip
 - Leidt tot energie in golven
 - Kan omgerekend worden naar weerstandskracht op schip
 - (Havelock)



Golfmakende weerstand

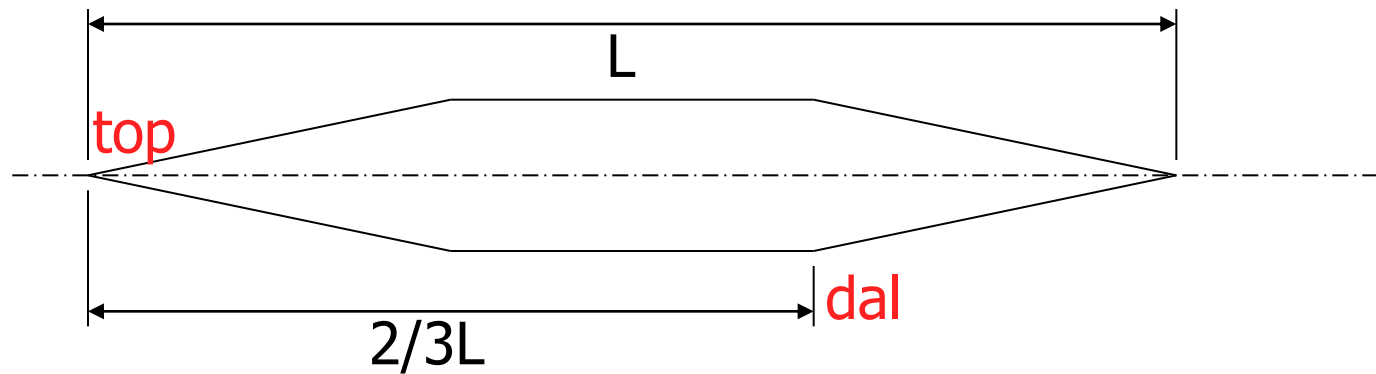
Interacties tussen golfsystemen



Golfmakende weerstand

Interacties tussen golfsystemen

- Interactie tussen boeg golf en achterschoudergolf:



- Minima wanneer top boeg golf samenvalt met dal schoudergolf:
 - $2/3L = \lambda, 2 \lambda, 3 \lambda$
- Maxima wanneer dal boeg golf samenvalt met dal schoudergolf:
 - $2/3L = 1/2\lambda, 3/2 \lambda, 5/2 \lambda$

Golfmakende weerstand

Interacties tussen golfsystemen

- Voorbeeld voor maxima:
 - $2/3L = 1/2\lambda, 3/2 \lambda, 5/2 \lambda$
- Relatie golfsnelheid/golflengte:

$$C = \sqrt{\frac{9.81\lambda}{2\pi}} = 1.25\sqrt{\lambda}$$

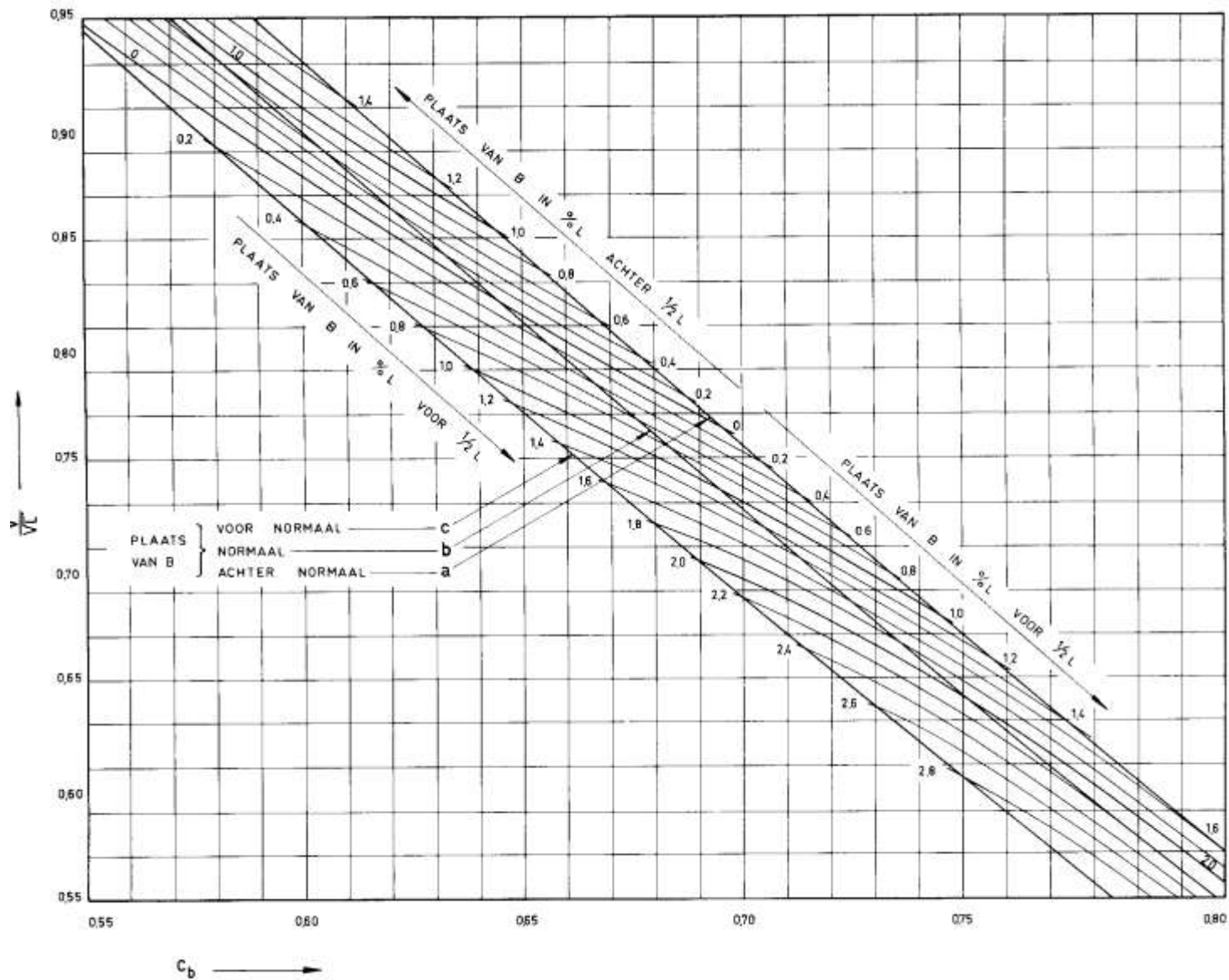
- Dimensieloze scheepssnelheid:

$$Fn = \frac{C}{\sqrt{gL}}$$

Golfmakende weerstand

Invloed LCB en KVS

- Hydrodynamisch in ideale vloeistof:
 - Minimum weerstand als voor- en achterschip symmetrisch zijn
 - Dan compenseren de golfsystemen elkaar
- Echter viscositeit:
 - Welk gevolg??
 - Oplossing??



Golfmakende weerstand

Factoren

- Waterverplaatsing
- Lengte (Froude getal)
- Vorm onderwaterschip (C_b , LCB, C_p , L/B, B/T)

- Hoe nu weerstand te bepalen??

Golfmakende weerstand

Hoe golfweerstand bepalen?

- Rekenmodellen (kan erg gecompliceerd zijn)
 - (wel te bepalen met ideale vloeistof)
- Individuele modelproeven (kostbaar)
- Systematische modelproeven
- Gebruik resultaten eerder uitgevoerde modelproeven (na statische analyse)

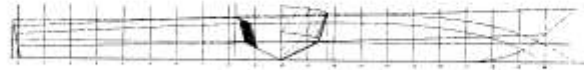
Golfmakende weerstand

Systematische modelproeven

- David Taylor Serie
- Series 60
- Delft Systematic Yacht Hull Series
- Delft Systematic Deadrise Series

Table 2
Main particulars of the models

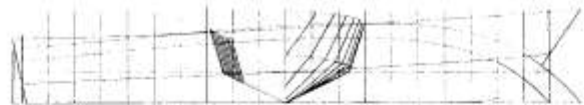
Model	186	187	188	189	190
A_p	42.9670 dm ²	42.7700 dm ²	45.0000 dm ²	33.4700 dm ²	26.2800 dm ²
L_p	10.0 dm	12.5 dm	15.0 dm	15.0 dm	15.0 dm
B_{PP}	4.2967 dm	3.4216 dm	3.0000 dm	2.2300 dm	1.7520 dm
B_{PX}	5.00 dm	4.08 dm	3.67 dm	2.73 dm	2.14 dm
B_{PY}	4.000 dm	2.900 dm	2.350 dm	1.750 dm	1.374 dm
L_p/B_{PA}	2.372	3.653	5.000	6.726	8.560
L_p/B_{PY}	2.000	3.064	4.087	5.494	7.010
B_{PY}/B_{PX}	1.1637	1.1920	1.2200	1.2200	1.2200
B_{PY}/B_{PY}	0.8000	0.7108	0.6400	0.6400	0.6420
C_{AP} 10% in %	47.1130	47.8792	48.8000	48.8000	48.8000



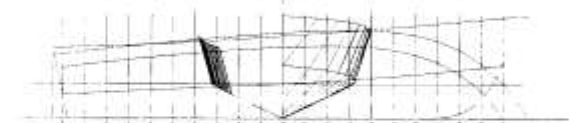
Model 190



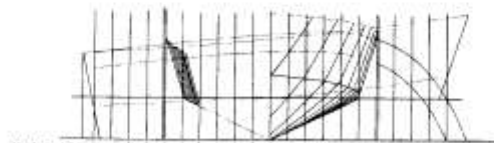
Model 189



Model 188

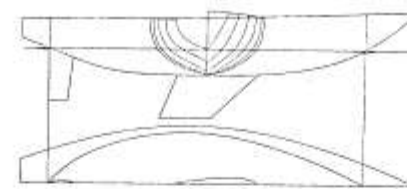


Model 187

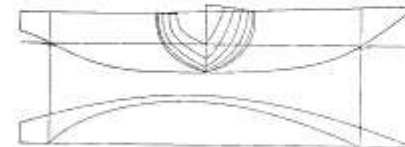


Model 186

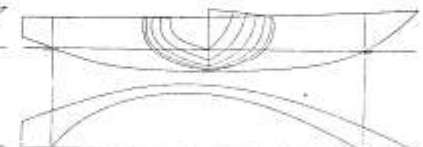
Figure Body plans of the models.



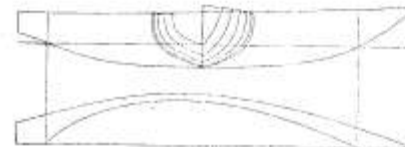
PARENT MODEL NR1



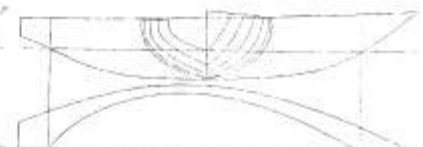
NR2



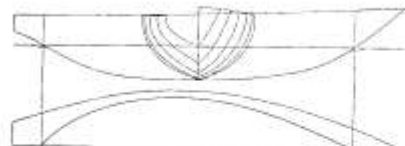
NR3



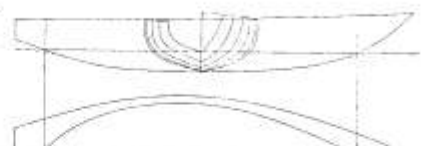
NR4



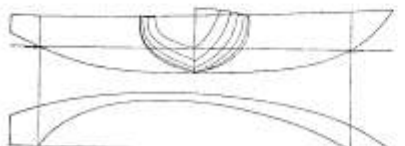
NR5



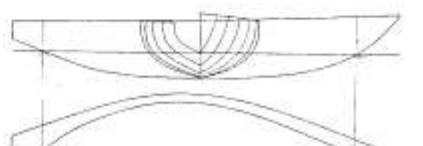
NR6



NR7



NR8



NR9

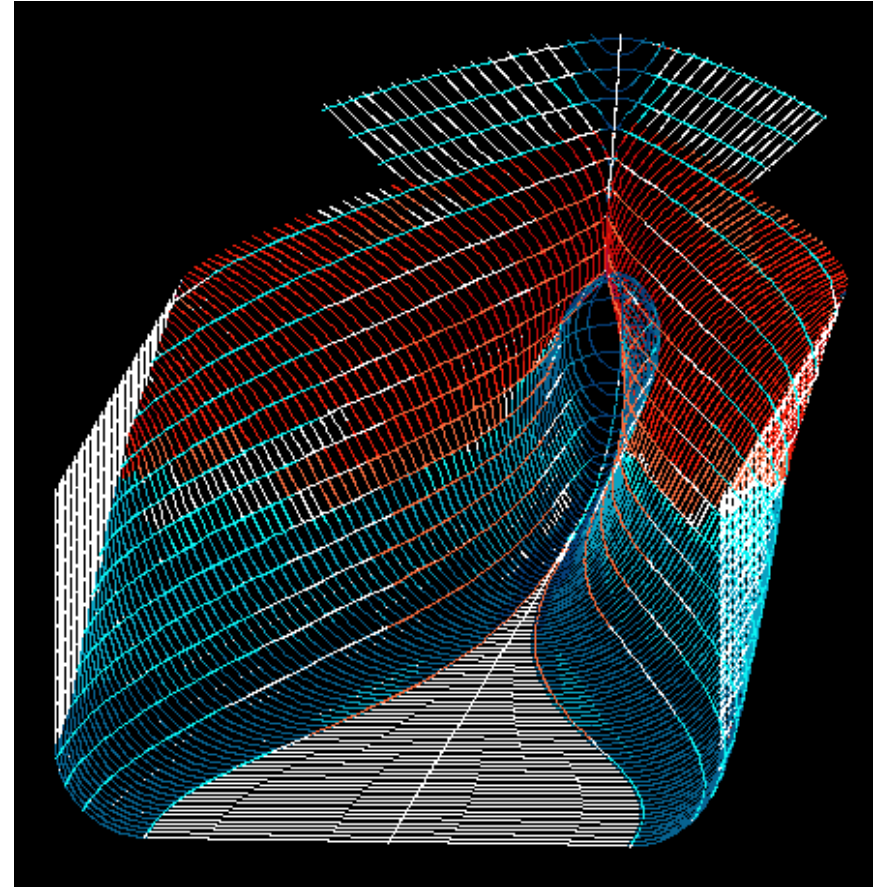
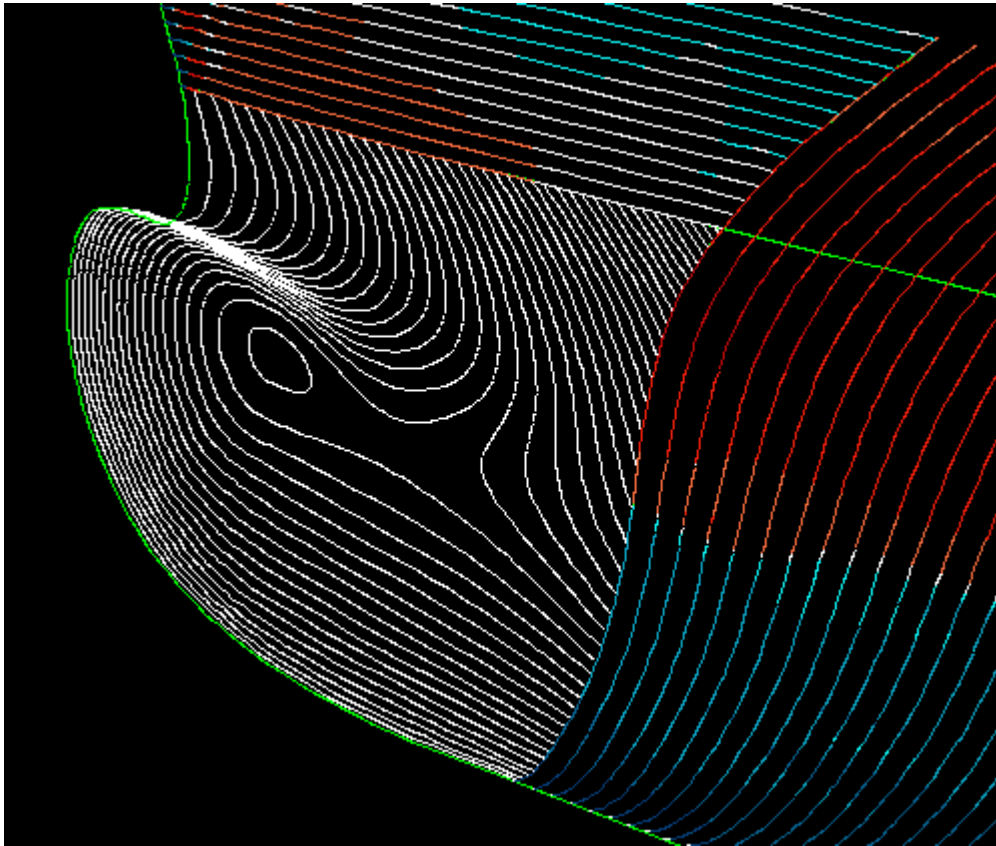
Fig. Lines of models 1 – 9.

Verminderen weerstand

Hoe?

Verminderen weerstand

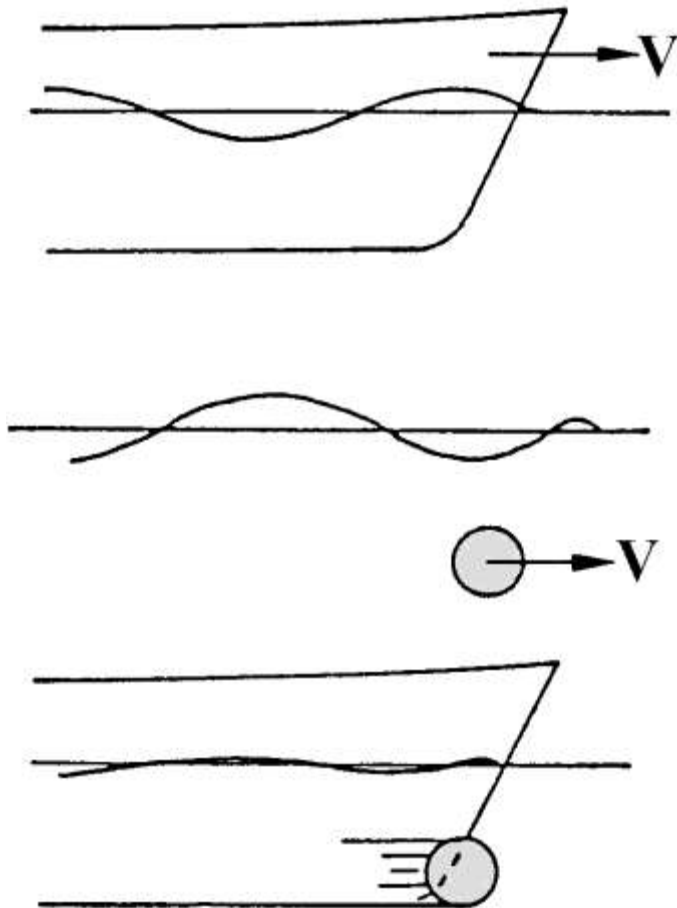
Bulb





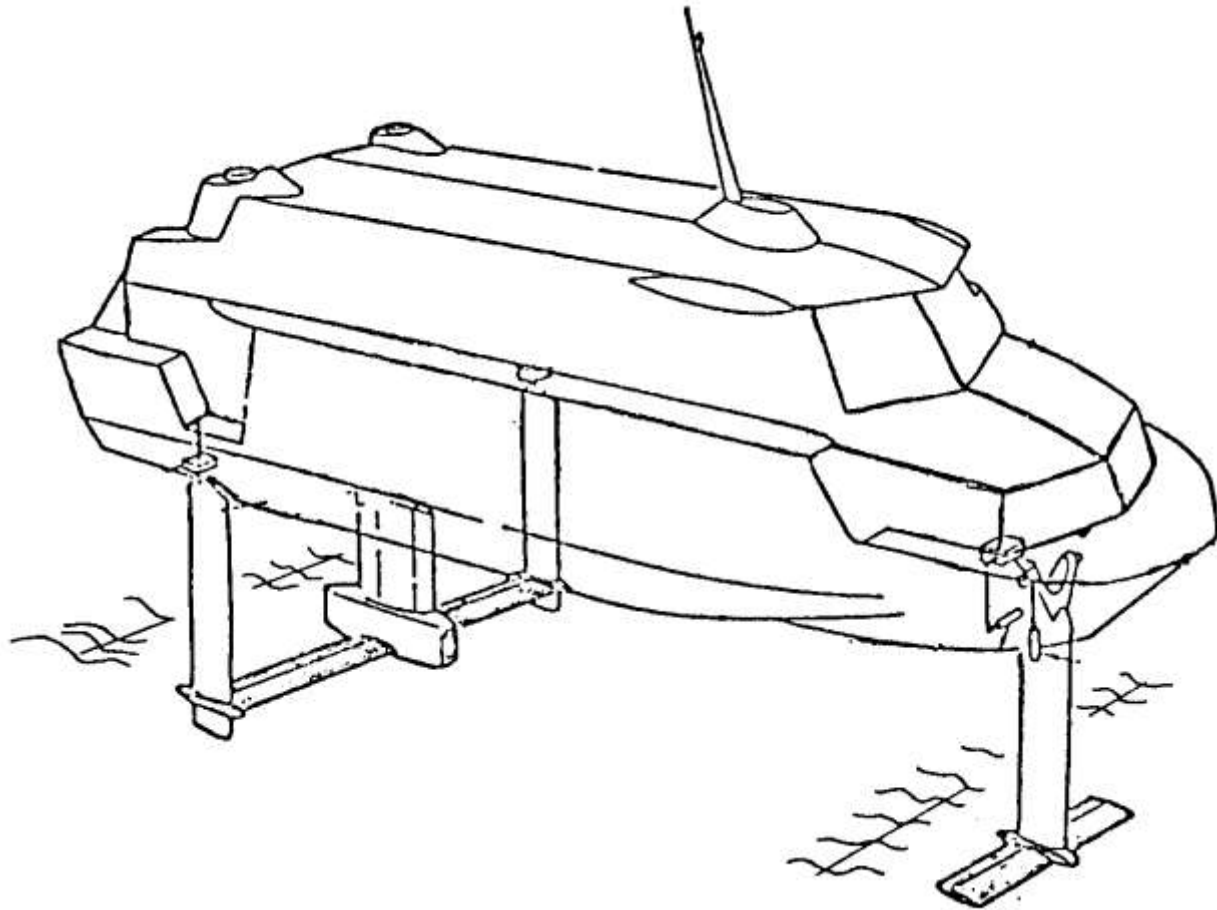
Verminderen weerstand

Bulb



Verminderen weerstand

Draagvleugels



Verminderen weerstand



Verminderen weerstand

Draagvleugels



Verminderen weerstand

Luchtweerstand



Huiswerk

- Lezen t/m hoofdstuk 6
- Vraagstukken t/m 16