

Weerstandsextrapolatie van Model naar Ware Grootte

Instructiecollege Hydromechanica 3
by Pepijn Pennings

Schaalfactor $\alpha = 20$	Schip	Model
Lengte waterlijn L [m]	235	11.75
Breedte B [m]	32.2	1.61
Diepgang D [m]	12.0	0.6
Displacement ∇ [m ³]	48050	6.0
Temperatuur T [°C]	10	15
Dichtheid ρ [kg/m ³]	1025	1000
Kinematische viscositeit ν [m ² /s]	$1.35 \cdot 10^{-6}$	$1.14 \cdot 10^{-6}$
Zwaartekrachtsversnelling g [m/s ²]	9.81	

Lengte schaling $\sim 1/\alpha$

Oppervlakte schaling $\sim 1/\alpha^2$

Volume schaling $\sim 1/\alpha^3$

Gegeven modelweerstand R_{tm} als functie van modelsnelheid V_m

Totale weerstand

Wrijving
(viskeuze weerstand)

Rest
(druk weerstand)

Rompvorm

Golven

Volgens Froude onafhankelijk van elkaar

$$R_t = R_f(1 + k) + R_w$$

Reynolds Froude

R afhankelijk van:

Dichtheid ρ

Snelheid V

Oppervlak S



Dimensieloos maken

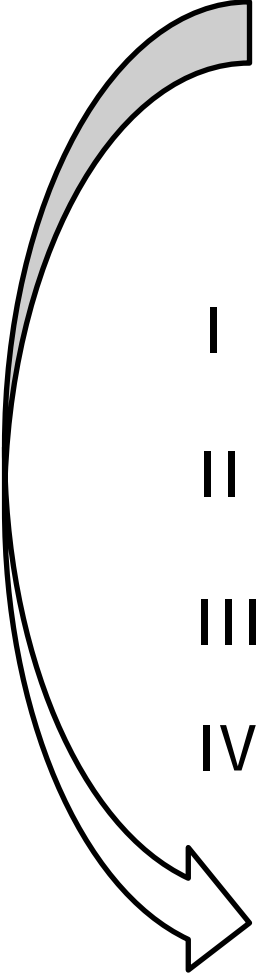
$$C_t = \frac{R_t}{\frac{1}{2}\rho V^2 S} = \frac{kg \frac{m}{s^2}}{\frac{kg m^2}{m^3 s^2} m^2} = [-]$$

ρ gegeven

V gegeven

$$S = (3.4\nabla^{1/3} + 0.5L)\nabla^{1/3} \quad \text{Diktaat 8.2 [Lap]}$$

$$S_s = 8765 [m^2] \quad S_m = 21.91 [m^2]$$


$$C_{tm} = C_{fm}(1 + k) + C_{wm}$$

gegeven

I

II

III

I : ITTC 1957 plaatlijn

II : constante vormfactor (methode van Prohaska)

III : Froude schaling $C_{wm} = C_{ws}$

IV : Bepalen C_{ts} en andere weerstandscomponenten

$$C_{ts} = C_{fs}(1 + k) + C_{ws}$$

IV

$$C_{tm} = C_{fm}(1 + k) + C_{wm}$$

$$C_{fm} = \frac{0.075}{(\log_{10}(R_{nm}) - 2)^2}$$

[ITTC 1957 plaatlijn]

$$R_{nm} = \frac{V_m L_m}{\nu_m}$$

$$C_{tm} = C_{fm}(1 + k) + C_{wm}$$

||

$$C_{wm} \sim cF_{nm}^4 \quad F_{nm} = \frac{V_m}{\sqrt{gL_m}}$$

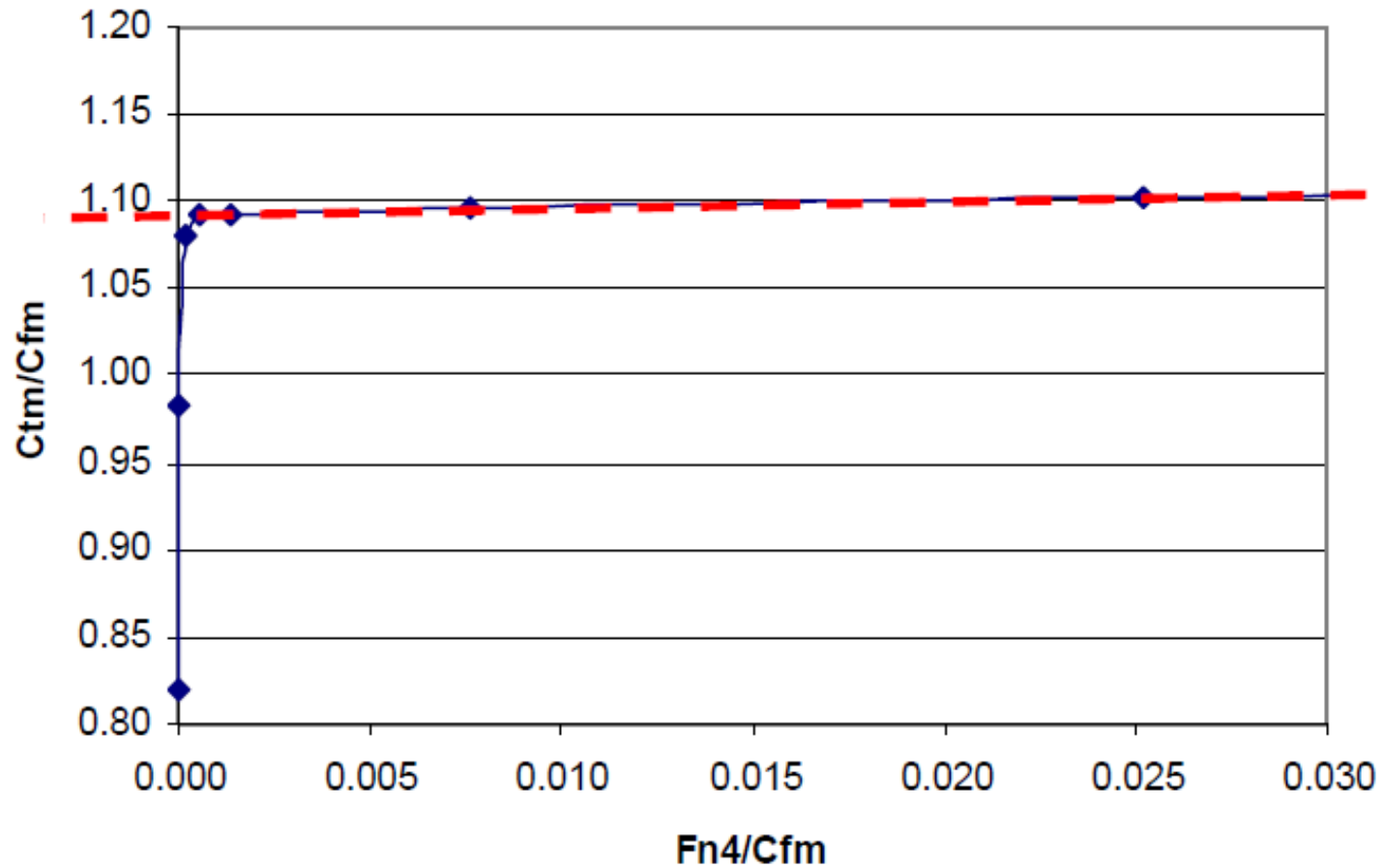
$$C_{tm} = C_{fm}(1 + k) + cF_{nm}^4$$

$$\frac{C_{tm}}{C_{fm}} = (1 + k) + c \frac{F_{nm}^4}{C_{fm}}$$

$$y = (1 + k) + cx$$

$$F_n \rightarrow 0 \quad x \rightarrow 0 \quad y = (1 + k)$$

Prohaskaplot



$$(1 + k) \approx 1.09$$

Vraag a : Punten nodig voor $F_n \rightarrow 0$ voor goede schatting $(1 + k)$

$$C_{tm}(V=?) = C_{fm}(V=?) (1 + k) + C_{wm}$$

III

$$F_{nm} = F_{ns} \rightarrow C_{wm} = C_{ws}$$

Welke modelsnelheid hoort bij de dienstsnelheid van het schip?

$$\frac{V_m}{\sqrt{gL_m}} = \frac{V_s}{\sqrt{gL_s}} \rightarrow \frac{V_s^2}{V_m^2} = \frac{L_s}{L_m} = \alpha$$

$$V_m = \frac{V_s}{\sqrt{\alpha}}$$

Schaalfactor $\alpha = 20$	Schip	Model
Dienstsnelheid V_{kn} [knopen]	21.6	4.83
Dienstsnelheid V [m/s]	11.1	2.48
Froude getal [-]	0.23	0.23

$$C_{ts} = C_{fs}(1 + k) + C_{ws}$$

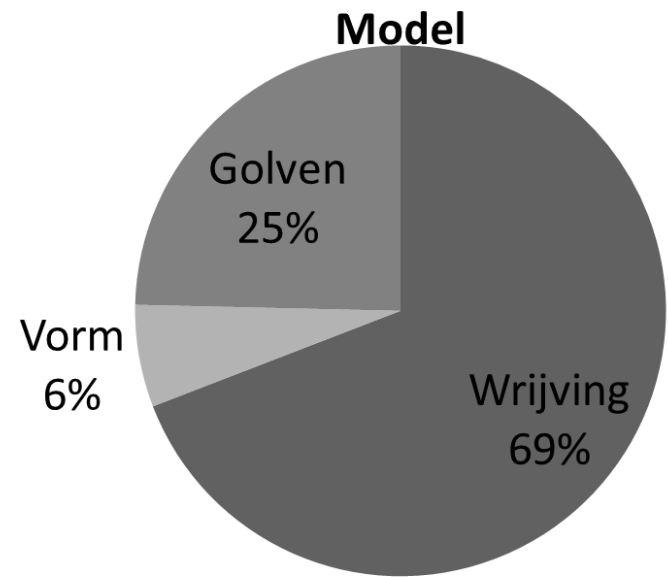
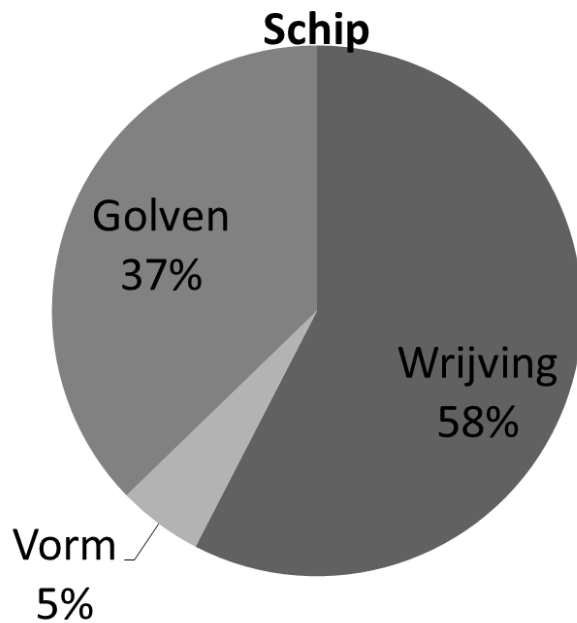
IV

$$\begin{aligned} C_{wm}(V_m=2.48) &= C_{tm}(V_m=2.48) - C_{fm}(R_n=2.6 \cdot 10^7)(1 + k) \\ &= C_{ws}(V_s=11.1) \end{aligned}$$

$$C_{ts}(V_s=11.1) = C_{fs}(R_n=1.9 \cdot 10^9)(1 + k) + C_{ws}(V_s=11.1)$$

$$R_{ts} = \frac{1}{2} \rho_s V_s^2 S_s C_{ts}$$

Schaalfactor $\alpha = 20$	Schip	Model
Dienstsnelheid V_{kn} [knopen]	21.6	4.83
Dienstsnelheid V [m/s]	11.1	2.48
Froude getal [–]	0.23	0.23
Reynolds getal [–]	$1.9 \cdot 10^9$	$2.6 \cdot 10^7$



Weerstand component	Schip Coefficient [-] $\cdot 10^{-3}$	Model Coefficient [-] $\cdot 10^{-3}$	Schip Kracht [kN]	Model Kracht [N]
Totaal	2.45	3.71	1361	251
Wrijving	1.41	2.56	784	173
Vorm	0.13	0.23	70.5	15.6
Golven	0.91	0.91	507	61.8