

TUTORIAL – 2

Hydrostatic properties are given in model tests of an appended model

Scale - λ	12	(-)
ρ	998.96	kg/m ³
S_{wm}	1.922	m ²
g	9.80665	m/s ²
L_{wl}	2.881	m
$\nu * 10^{-6}$	1.124182	m ² /s

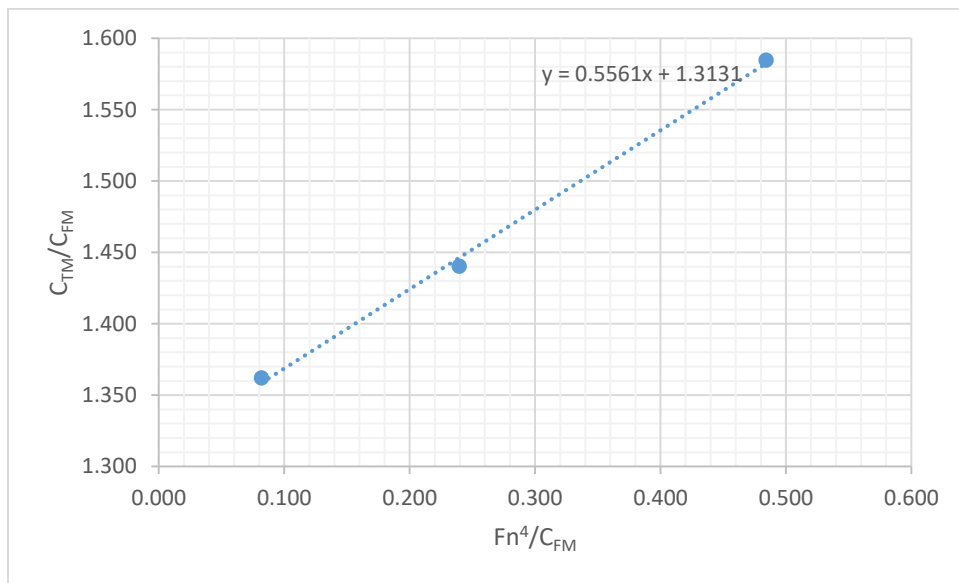
The measured naked and appended model resistance values are given as

V_M (m/s)	$R_{TM-NAKED}$ (N)	$R_{TM-APPEN}$ (N)
0.720	2.794	2.895
0.930	4.681	4.900
1.100	6.972	7.684
1.370	11.738	13.848
1.475	13.923	16.514
1.658	18.411	21.447
1.825	23.277	26.385
1.933	28.158	31.378
2.075	37.504	41.366
2.185	47.208	52.042
2.455	81.274	88.484

1. Determine the form factor

V_M (m/s)	R_{TM} (Kg)	R_{TM} (N)	Fr (-)	Re (*10 ⁻⁶)	C_{TM} (*1000)	C_{FM} (*1000)
0.720	0.285	2.794	0.135	1.845	5.613	4.121
0.930	0.477	4.681	0.175	2.383	5.638	3.914
1.100	0.711	6.972	0.207	2.819	6.002	3.787
1.370	1.197	11.738	0.258	3.511	6.515	3.630
1.475	1.420	13.923	0.277	3.780	6.666	3.579
1.658	1.877	18.411	0.312	4.249	6.977	3.501
1.825	2.374	23.277	0.343	4.677	7.280	3.439
1.933	2.871	28.158	0.364	4.954	7.850	3.403
2.075	3.824	37.504	0.390	5.318	9.073	3.358
2.185	4.814	47.208	0.411	5.600	10.300	3.327
2.455	8.288	81.274	0.462	6.292	14.047	3.257

Fr^4/C_{FM} (-)	C_{TM}/C_{FM} (-)
0.082	1.362
0.239	1.440
0.484	1.585
1.216	1.795
1.657	1.862
2.704	1.993
4.041	2.117
5.140	2.307
6.915	2.702
8.584	3.096
13.973	4.313



$$Fr = \frac{V_M}{\sqrt{gL_{WL}}}; C_{TM} = \frac{R_{TM}}{\frac{1}{2}\rho S_{WM} V_M^2}; C_{FM} = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2}$$

$$Re = \frac{V_M L_{WL}}{\nu}$$

$$Fr = \frac{V_M}{\sqrt{gL_{WL}}} = \frac{0.720}{\sqrt{9.80665 \times 2.881}} = 0.135$$

$$C_{TM} = \frac{R_{TM}}{\frac{1}{2} \rho S_{WM} V_M^2} = \frac{2.794}{\frac{1}{2} \times 998.96 \times 1.922 \times 0.720^2} = 5.614 \times 10^{-3}$$

$$Re = \frac{V_M L_{WL}}{\nu} = \frac{0.720 \times 2.881}{1.124182 \times 10^{-6}} = 1.845 \times 10^{-6}$$

$$C_{FM} = \frac{0.075}{\left(\log(Re) - 2\right)^2} = \frac{0.075}{\left(\log(1.845 \times 10^{-6}) - 2\right)^2} = 4.121 \times 10^{-3}$$

2. Uzunluğu 12.192 m, su çekimi 0.3048 m olan bir levha su yüzeyine dik konumda 9.75 m/s hızda 15 derecedeki tatlı suda çekilmektedir. Levhanın sürtünme direncini hesaplayınız. ITTC 1957 formülünü kullanınız.

Verilenler:

$$L = 12.192 \text{ m}$$

$$T = 0.3048 \text{ m}$$

$$V = 9.75 \text{ m/s}$$

$$T_{sic} = 15 \text{ derece}$$

$$R_F = ?$$

$$R_F = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_F$$

Hesaplanmalıdır. Önce water.exe programı çalıştırılıp 15 derecedeki tatlı su yoğunluk ve viskozite değerleri bulunur.

$$\text{TATLI SU YOGUNLUGU } \rho = 999.10 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{TATLI SU VİSKOZİTESİ } \nu = 1.139 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Reynolds sayısı

$$Re = \frac{VL}{\nu} = \frac{9.75 \times 12.192}{1.139 \times 10^{-6}} = 1.043 \times 10^8$$

ITTC 1957 formülü uyarınca sürtünme direnç katsayısı,

$$C_{FM} = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} = \frac{0.075}{(\log(1.043 \times 10^8) - 2)^2} = 1.910 \times 10^{-3}$$

$$R_F = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_F = \frac{1}{2} \times 999.10 \times (2 \times 12.192 \times 0.3048) \times 9.75^2 \times 1.91 \times 10^{-3} (N)$$
$$= 674 N$$

Levhanın ön ve arka olmak üzere 2 adet yüzeyi var.

3. ITTC 1957 bağıntısı ile karakteristikleri aşağıda verilmiş olan bir geminin sürtünme direnç değerini bulunuz.

Verilenler:

$$L = 14.32 \text{ m}$$

$$S = 55.75 \text{ m}^2$$

$$V = 16.5 \text{ knot}$$

$$T_{\text{sic}} = 15 \text{ derece}$$

$$R_F = ?$$

$$\text{TUZLU SU YOGUNLUGU } \rho = 1026.02 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{TUZLU SU VİSKOZİTESİ } \nu = 1.189 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Reynolds sayısı

$$Re = \frac{VL}{\nu} = \frac{0.5144 \times 16.5 \times 14.32}{1.189 \times 10^{-6}} = 1.022 \times 10^8$$

ITTC 1957 formülü uyarınca sürtünme direnç katsayısı,

$$C_{FM} = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} = \frac{0.075}{(\log(1.022 \times 10^8) - 2)^2} = 2.076 \times 10^{-3}$$

$$R_F = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_F = \frac{1}{2} \times 1026.02 \times 55.75 \times (0.5144 \times 16.5)^2 \times 2.076 \times 10^{-3} \text{ (N)}$$
$$= 4.27 \text{ kN}$$

4. L = 116.74 m boy, ve 20.576 m genişlik, 4.02 m boyutlarında bir geminin tuzlu sudaki deplasman kütlesi 3100 ton, ıslak alanı 1579 m² dir. Bu geminin 35 knot hızdaki gücü 22305 kW tır. Bu geminin 6.096 m boyundaki modelinin karşıt hız ve toplam direncini bulunuz. Not: form faktörünü (1+k)=1.06 alınız. Pürüzlülük farkı ΔC_F ' i ihmal ediniz

Benzerlik oranı $\lambda=116.74/6.096=19.15$ tir.

Model ve gemi için yoğunluk ve viskoziteler 15 derecedeki su için aşağıdaki gibi bulunurlar.

TATLI SU YOGUNLUGU $\rho = 999.10 \text{ kg/m}^3$

TATLI SU VİSKOZİTESİ $\nu = 1.139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

TUZLU SU YOGUNLUGU $\rho = 1026.02 \text{ kg/m}^3$

TUZLU SU VİSKOZİTESİ $\nu = 1.189 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Froude sayıları benzerliğinden

$$V_s = 35 \text{ knots}$$

$$\lambda = 1:19.15$$

$$V_m = V_s / \sqrt{\lambda} = 35 * 0.5144 / \sqrt{19.15}$$

$$V_m = 4.11 \text{ m/s}$$

Geminin toplam direnci

$$P_E = R_{TS} \times V_s$$

$$22305 = R_{TS} \times 35 \times 0.5144$$

$$R_{TS} = 1238.9 \text{ kN}$$

olarak bulunur. Geminin sürtünme direnci C_{FS} in bulunması gerekir. Bu durumda gemiye ait Reynold sayısı

$$Re = \frac{VL}{\nu} = \frac{0.5144 \times 35 \times 116.74}{1.189 \times 10^{-6}} = 1.767 \times 10^9$$

Buna bağlı sürtünme direnç katsayısı C_{FS} ise

$$C_{FS} = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} = \frac{0.075}{(\log(1.767 \times 10^9) - 2)^2} = 1.428 \times 10^{-3}$$

Dolayısı ile sürtünme direnci R_{FS} ise

$$R_{FS} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_F = \frac{1}{2} \times 1026.02 \times 1579 \times (0.5144 \times 35)^2 \times 1.428 \times 10^{-3} (N)$$

$$= 374.95 kN$$

Viskoz direnç ise form faktöründen;

$$R_{VS} = R_{FS} \times (1 + k) = 374.95 \times 1.06 = 397.44 kN$$

Toplam direnç bağıntısı uyarınca dalga direnci

$$R_{TS} = R_{VS} + R_W$$

$$R_W = R_{TS} - R_{VS} = 1238.9 - 397.44 = 841.45 kN$$

Olarak hesaplanır. Dalga direnç katsayısı C_w ise hem gemi hem de modelde aynı olup

$$C_w = \frac{R_W}{\frac{1}{2} \rho S V^2} = \frac{841.45 \times 1000}{\frac{1}{2} \times 1026.02 \times 1579 \times (0.5144 \times 35)^2} = 3.204 \times 10^{-3}$$

Modele ait Reynold sayısı Re ve buna bağlı sürtünme direnç katsayısı C_{FM} ;

$$Re = \frac{VL}{\nu} = \frac{4.11 \times 6.096}{1.139 \times 10^{-6}} = 2.19 \times 10^7$$

$$C_{FM} = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} = \frac{0.075}{(\log(2.19 \times 10^7) - 2)^2} = 2.629 \times 10^{-3}$$

$$C_{TM} = C_{FM} (1 + k) + C_w$$

$$C_T = 2.629 \times 1.06 + 3.204 = 5.99 \times 10^{-3}$$

Sonuç olarak, model toplam direnci

$$R_{TM} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_{TM} = \frac{1}{2} \times 999.10 \times (1579 / 19.15^2) \times 4.11^2 \times 5.99 \times 10^{-3}$$

$$= 217.63 N$$

5. Boyu 62.5 m, genişliği 10 m, draftı 3.5 m, blok katsayısı 0.70 olan bir geminin; 1/25 ölçekli modelinin $V_M=1.2$ m/s hızındaki sürtünme direnci toplam direncin %60 'ıdır.
- Geminin karşıt model hızını
 - Geminin toplam direncini
 - Geminin efektif gücünü (towing resistance)

Bulunuz. (Islak alan $S = 780 \text{ m}^2$ olarak verilmiştir.) Form faktörü için

$$(1+k) = 1 + 18.7 \left(C_B \frac{B}{L} \right)^2 \quad (\text{Conn \& Ferguson})$$

Bağıntısı kullanılacaktır. Pürüzlülük katkısı Pürüzlülük farkı ΔC_F için 120 mikron pürüz yükseklik değeri alınır.

Benzerlik oranı $\lambda=25$ tir.

Model ve gemi için yoğunluk ve viskoziteler 15 derecedeki su için aşağıdaki gibi bulunurlar.

TATLI SU YOGUNLUGU $\rho = 999.10 \text{ kg/m}^3$

TATLI SU VİSKOZİTESİ $\nu = 1.139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

TUZLU SU YOGUNLUGU $\rho = 1026.02 \text{ kg/m}^3$

TUZLU SU VİSKOZİTESİ $\nu = 1.189 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Gemi hızı Froude sayıları eşitliğinden bulunur.

$$\lambda = 1:25$$

$$V_S = V_M \times \sqrt{\lambda} = 1.2 \times \sqrt{25} = 6 \text{ m/s} \quad (11.66 \text{ knot})$$

Gemiye ait Reynolds sayısı Re ve buna bağlı sürtünme direnç katsayısı C_{FS} ;

$$Re = \frac{VL}{\nu} = \frac{6 \times 62.5}{1.189 \times 10^{-6}} = 3.15 \times 10^8$$

$$C_{FS} = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} = \frac{0.075}{(\log(3.15 \times 10^8) - 2)^2} = 1.776 \times 10^{-3}$$

Form faktörü için

$$(1+k) = 1 + 18.7 \left(C_B \frac{B}{L} \right)^2 = 1 + 18.7 \left(0.70 \times \frac{10}{62.5} \right)^2 = 1.234$$

Değeri hesaplanır.

Modele ait Reynold sayısı Re ve buna bağlı sürtünme direnç katsayısı C_{FM} ;

$$Re = \frac{VL}{\nu} = \frac{1.2 \times 62.5 / 25}{1.139 \times 10^{-6}} = 2.633 \times 10^6$$

$$C_{FM} = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} = \frac{0.075}{(\log(2.633 \times 10^6) - 2)^2} = 3.838 \times 10^{-3}$$

Sonuç olarak, sürtünme direncinin toplam direncin %60 olduğu verisinden hareket edilerek; dalga direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{TM} = C_{FM} (1 + k) + C_W$$

$$\frac{C_{FM} (1 + k)}{C_{TM}} = 0.60$$

$$C_{TM} = \frac{3.838 \times 10^{-3} \times 1.234}{0.60} = 7.893 \times 10^{-3}$$

$$C_W = C_{TM} - C_{FM} (1 + k) = 7.893 - 3.838 \times 1.234 = 3.161 \times 10^{-3}$$

Dalga direnç katsayısı ve form faktörü model ve gemi için aynı değerde olduğu için; gemiye ait toplam direnç katsayısı

$$\Delta C_F = 105 \left(\frac{k_s}{L} \right)^{1/3} - 0.64 = \left[105 \left(\frac{120 / 1000000}{62.5} \right)^{1/3} - 0.64 \right] \times 10^{-3} = 0.665 \times 10^{-3}$$

$$C_{TS} = C_{FS} (1 + k) + \Delta C_F + C_W$$

$$C_{TS} = 1.776 \times 1.234 + 0.665 + 3.161 = 6.017 \times 10^{-3}$$

Şeklinde elde edilir. Toplam direnç ise

$$R_{TS} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_{TS} = \frac{1}{2} \times 1026.02 \times 780 \times 6^2 \times 6.017 \times 10^{-3}$$

$$= 86.7 \text{ kN}$$

$$P_E = R_{TS} \times V_S = 86.7 \times 6 = 520 \text{ kW}$$