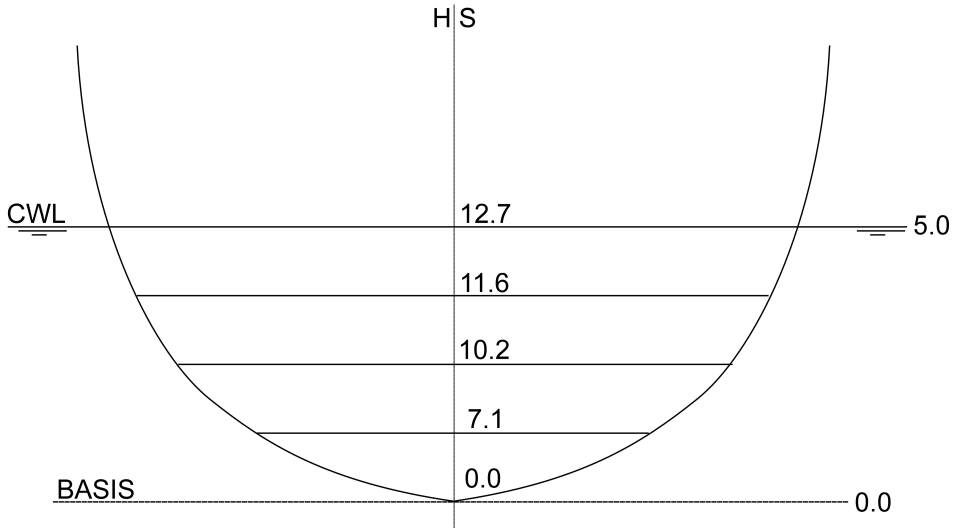
Tentamen MT501 Hydro 1
Maandag 3 april 2006
9.00u – 12.00u Zaal CT-1_98

Bij het tentamen mag u gebruik maken van het dictaat mt501 Hydro 1. Beargumenteer u antwoorden zorgvuldig. Niet of slecht beargumenteerde vragen worden niet als voldoende beoordeeld. Succes.

Vraagstuk 1

Een drijvende constructie heeft over de gehele lengte (L = 50 m) een constante doorsnede volgens bijgaande figuur, waarin de breedten op de bijbehorende waterlijnen zijn aangegeven. Deze constructie drijft in zeewater (ρ = 1025 kg/m^3) met een diepgang van 5.0 m; het gewichtszwaartepunt (KG) ligt 5.80 m boven de basis; g = 9.81 m/s^2. De verticale afstand tussen de waterlijnen is constant en bedraagt 1.25 m.

Spantdoorsnede



Gevraagd:

a. bereken de inhoud (∇) en de hoogteligging van het drukkingspunt boven de basis (KB); gebruik hiervoor de eerste integratieregel van Simpson en voer uw berekening uit in een overzichtelijke tabel.
b. bereken de aanvangsmetacenterhoogte (GM).
c. bereken het stabiliteitsmoment voor $\varphi = 5^0$.

Vraagstuk 2

We beschouwen een onderzeeboot, varende op ruime afstand onder het wateroppervlak.

Gevraagd:

a. welke weerstandscomponenten ondervindt deze onderzeeboot?

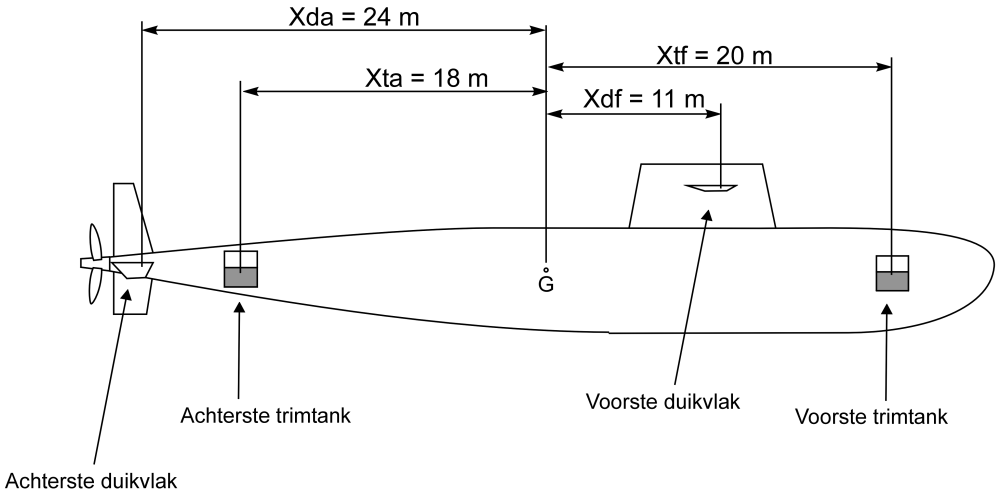
b. geef twee nadelen van cavitatie voor een (militaire) onderzeeboot.

Om ervoor te zorgen dat de onderzeeboot op de juiste diepte komt/blijft beschikt het vaartuig over drie systemen:

1. Ballasttanks om het vaartuig op de juiste diepte te brengen;
2. Trimtanks (1 voor en 1 achter) om de onderzeeboot in lengterichting horizontaal te houden als hij op zijn diepte is;
3. Duikvlakken, stuurbare vleugelprofielen op de voorkant van de romp en bij het roer, die gebruikt worden voor compensatie van kleine verstoringen in het langsscheepse evenwicht.

We zullen de laatste twee systemen beschouwen. Onderstaande schets geeft de benodigde maten aan:

Onderzeeboot



Xda – afstand achterste duikvlak achter G
Xdf – afstand voorste duikvlak voor G
Xta – afstand achterste trimtank achter G
Xtf – afstand voorste trimtank voor G

De totale waterverplaatsing van de onderzeeboot is 2800 t (= 2800 m^3) (volledig ondergedoken). De dichtheid van het zeewater is aanvankelijk 1025 kg/m^3. De zwaartekrachtsversnelling bedraagt 9.81 m/s^2. De onderzeeboot vaart met 21 kn ondergedoken (10.8 m/s).

De onderzeeboot schiet een torpedo af. De massa van de torpedo is 1663 kg en voor het afschieten bevond het zwaartepunt van de torpedo zich op 19 meter voor het zwaartepunt van de onderzeeboot. Om ervoor te zorgen dat de onderzeeboot op dezelfde diepte blijft en horizontaal blijft wordt er water in en/of uit de voorste en achterste trimtanks gepompt. In de trimtanks bevindt zich zeewater met dezelfde dichtheid als het omringende zeewater.

Gevraagd:

c. bereken de hoeveelheid water in m^3 die in of uit de achterste trimtank gepompt moet worden en de hoeveelheid in m^3 die in of uit de voorste trimtank gepompt moet worden om de onderzeeboot horizontaal en op dezelfde diepte te houden.

Door een warmteverschil in het omringende water vaart de onderzeeboot plotseling een gebied in met een andere dichtheid. De dichtheid bedraagt nu 1014 kg/m^3. Om dit dichtheidsverschil te compenseren worden invalshoeken van de voorste en achterste duikvlakken veranderd. De voorste duikvlakken hebben een totaal oppervlak van 8 m^2, de achterste 6.5 m^2. Voor zowel de voorste als de achterste duikvlakken geldt het volgende verband tussen lift en weerstand en invalshoek. Door symmetrie van de vlakken geeft een negatieve invalshoek dezelfde waarde voor C_L als een positive invalshoek, de liftkracht zal dan wel tegengesteld gericht zijn.

α (gr.)	c_L	c_D
0	0.00	0.011
2	0.13	0.015
4	0.28	0.020
6	0.43	0.026
8	0.57	0.033
10	0.70	0.041
12	0.78	0.052
14	0.82	0.065
16	0.85	0.082

Gevraagd:

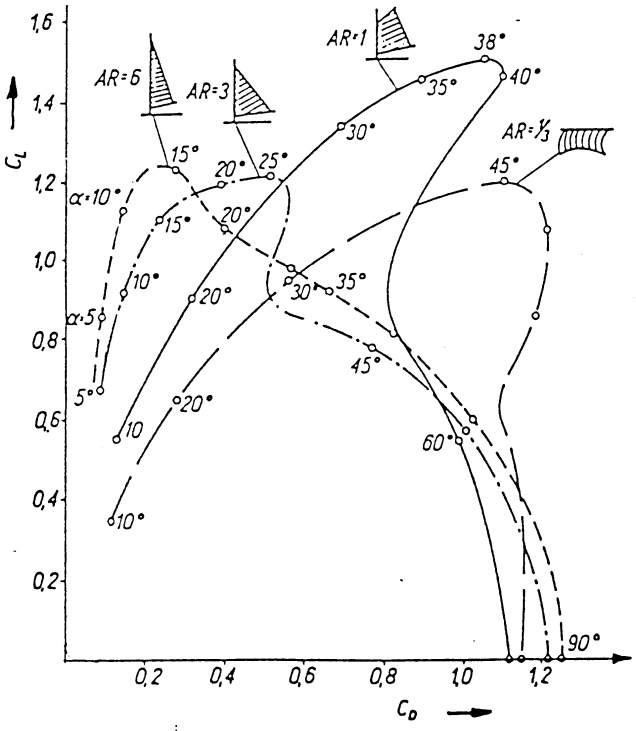
d. bereken de grootte van de krachten die door voorste en door de achterste duikvlakken opgewekt moeten worden om de onderzeeboot op constante diepte en horizontaal te houden.

e. bereken de invalshoeken van zowel de voorste als de achterste duikvlakken met behulp van de tabel (interpoleer lineair indien nodig).

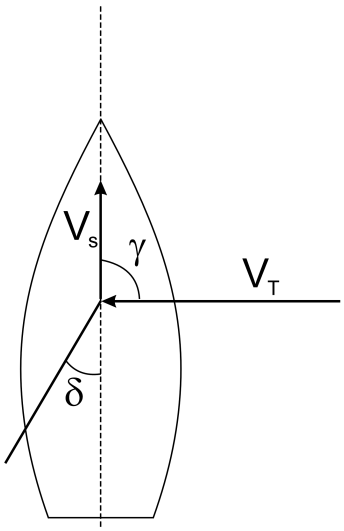
Vraagstuk 3

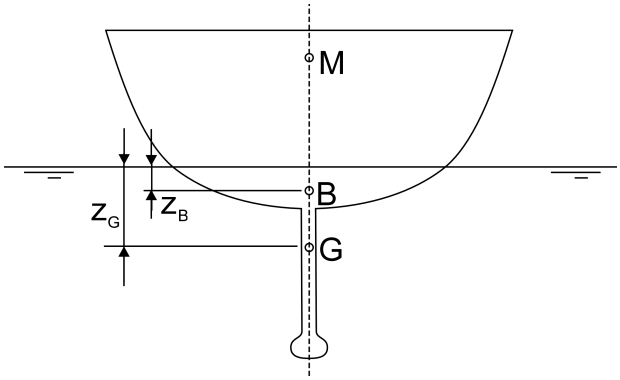
Beschouw een zeilschip waarvan de volgende gegevens bekend zijn:

scheepssnelheid:	V_S = 4.0 m/s
ware windsnelheid:	V_T = 7.0 m/s
invalshoek ware wind:	γ = 90°
oppervlak zeil:	A = 30 m^2
aspectgetal van het zeil:	AR = 6
dichtheid lucht:	ρ_L = 1.280 kg/m^3
inhoud onderwaterschip:	∇ = 5 m^3
drukkingspunt	
t.o.v. wateroppervlak:	z_B = 0.35 m
zwaartepunt	
t.o.v. wateroppervlak:	z_G = 0.80 m
dwarstraagheidsmoment	
van het waterlijnoppervlak:	I_T = 5.10 m^4
dichtheid water:	ρ_W = 1025 kg/m^3
versnelling zwaartekracht:	g = 9.81 m/s^2



Zeilschip





In de getoonde situatie heeft de zeiler de hoek van het zeil met hart schip (δ) ingesteld op 47°. Verwaarloos bij de berekeningen de drift van het zeilschip.

Gevraagd:

a. hoe groot is de snelheid van de schijnbare wind (V_A) en onder welke hoek t.o.v. de langsas van het schip (β) valt deze in? Bereken de invalshoek (α) van de schijnbare wind op het zeil.

b. bereken de liftkracht en de weerstandskracht opgewekt door het zeil met behulp van de bijgeleverde krommen.

c. bereken de dwarsscheepse kracht op het zeil.

Stel: het zeilpunt (aangrijpingspunt van de zeilkrachten) ligt 5.0 m boven het wateroppervlak.
het aangrijpingspunt van dwarskrachten op romp en kiel ligt 0.80 m onder het wateroppervlak.

d. hoe groot is het kenterend moment (M_K)?

e. hoe groot is de aanvangsstabiliteit (GM), het stabiliteitsmoment (M_{ST}) en de hellingshoek (φ) die optreedt veroorzaakt door de dwarskracht op het zeil? Hierbij wordt verondersteld dat de hellingshoek klein blijft ($\varphi \leq 6^o$) en er dus gerekend mag worden met de aanvangsstabiliteit.

Vraagstuk 4

Van zowel een schip als de schroef van dat schip wordt een model gemaakt met modelschaal $\alpha = 40$. De volgende gegevens zijn bekend:

Lengte	$L_s = 120$ m
Snelheid	$V_s = 10.3$ m/s
Schroefdiameter	$D_s = 4.50$ m
Schroeftoerental	$n_s = 180$ omw/min = 3 omw/s
Kinematische viscositeit	$\nu = 1.0 \cdot 10^{-6}$ m^2/s (voor zowel model als werkelijke schip)

Om model en werkelijke schip dynamisch gelijkvormig te maken wordt aan de modelwet van Foude voldaan.

Gevraagd:

a. laat zien wat de verhouding is tussen modelsnelheid en scheepssnelheid.

b. hoe groot moet het schroeftoerental van de modelschroef zijn om ook de stuwkracht dynamisch gelijkvormig te houden?

c. wat is de verhouding tussen de restweerstanden van model en schip?

d. wat is de verhouding tussen de wrijvingsweerstanden van model en schip?

Door de stuwkracht dynamisch gelijkvormig te houden (in vraag b.) zal ook de stuwkracht voldoen aan de modelwet van Froude en schalen met α^3.

e. wat betekent dit voor het vrijvarende model, voorgestuwd door de modelschroef. Zal deze **langzamer even snel** of **sneller** varen dan de geschaalde snelheid van het werkelijke schip?