



Maritiem Instituut
Willem Barentsz

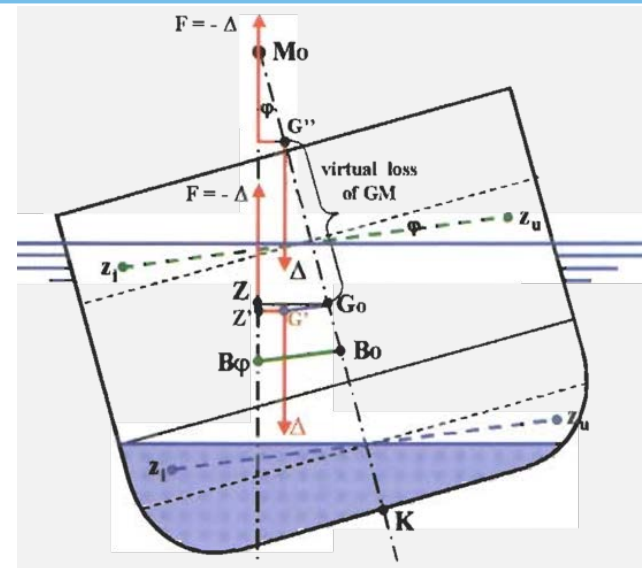
NHL
STENDEN
hogeschool

Nationale Wiskunde Dagen 2018

Varen is rekenen bij de
koopvaardij!

Ger Scheepstra

Docent zeemanschap MIWB



We gaan een (vereenvoudigde) stabiliteit berekening van de Victoriaborg maken

Voldoende stabiliteit is voldoende richtend vermogen om na die zware windstoot of hoge golf ook weer terug te komen in de beginstand



- Hoe gaan we dat doen:

Eerst een korte uitleg over een paar basisbegrippen uit de stabiliteit. Vervolgens steeds korte stukjes uitleg gelijk gaan toepassen in de berekening. Werk hierbij gerust samen!

- Wat hebben we daarvoor nodig:

Invulformulier, een selectie uit de scheepsgegevens van de Victoriaborg, geodriehoek en potlood. Deze zijn allemaal gegeven. De presentatie is ook uitgeprint aanwezig.

Eigen materiaal : eenvoudige rekenmachine

- We hebben hiervoor maximaal 60 minuten

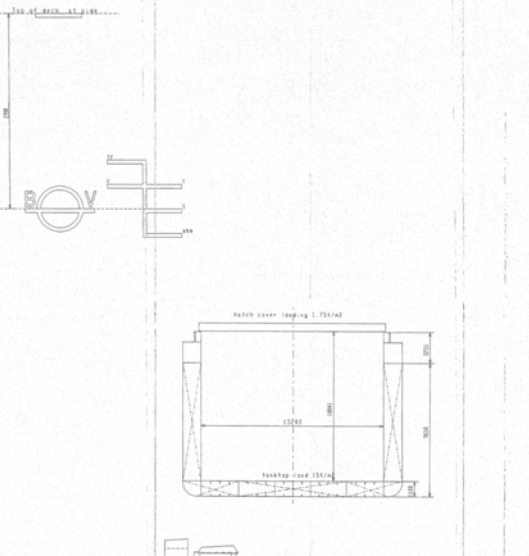
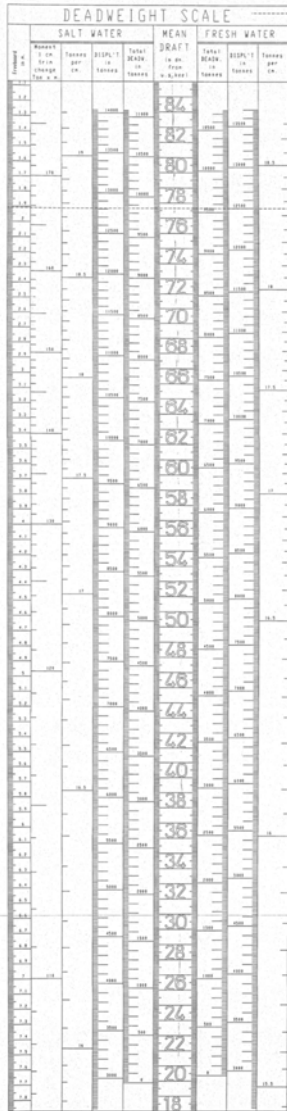
Basisbegrippen stabiliteit; wat hebben we nodig?

1. Displacement Δ van het schip; gewicht van de waterverplaatsing van het schip.
Eenheid Δ : Ton (van 1000kg)
2. Verticale ligging zwaartepunt G
3. De ligging van het drukkingspunt B
4. De ligging van het Metacentrum M
5. De ligging van het valse Metacentrum N
6. Het stabiliteitskoppel; richtend of kenterend?
7. De ligging van G ten opzichte van M
8. Vrije vloeistof correctie; schijnbare rijzing van het zwaartepunt G
9. De stabiliteitskromme
10. Stabiliteitseisen

Vereenvoudiging: we laten 1 stabiliteitseis (de windeis) en de maximaal toegestane diepgang (Plimsollmerk) buiten beschouwing.

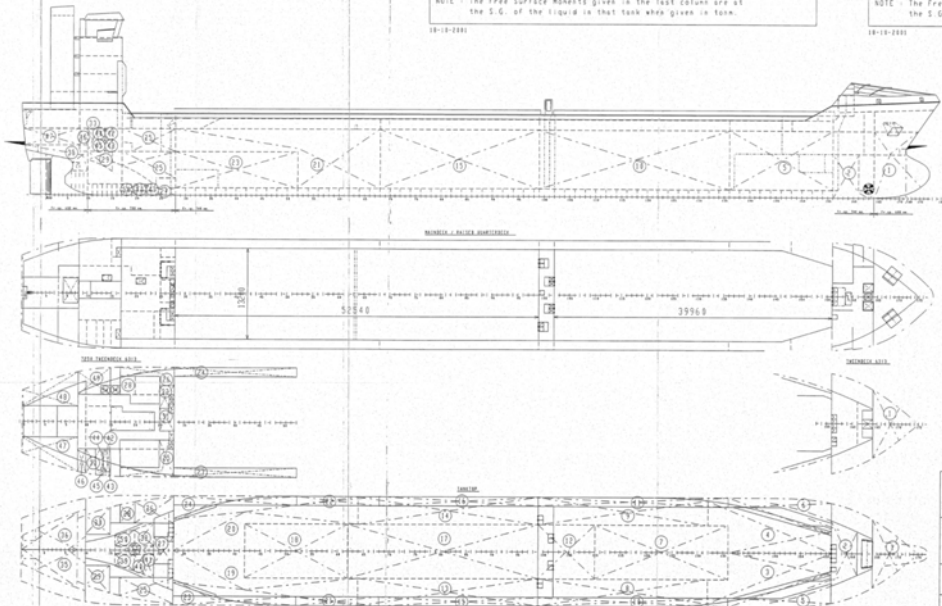


Dwarsdoorsnede en langsdoorsnede van het schip



Hold- and tank capacities		Conoship			
Dry Cargo spaces		580/580/584			
Compartment	Frame numbers	Grain		Bale	
		Capacity m³	W.C.G. t/m³	Capacity m³	W.C.G. t/m³
Hold 1	102-126	5245	18792	14.64	82.24
Hold 2	20-23	226	11374	15.32	45.81
Hold 2 with bulk	20-23	2255	25628	15.26	155.72
Tank capacities		Capacity m³	W.C.G. t/m³	Capacity m³	W.C.G. t/m³
H.F.O. tanks		S.G. = 0.950 t/m³			
Compartment	Frame numbers	Capacity m³	W.C.G. t/m³	Capacity m³	W.C.G. t/m³
No. 23	113-14	1077	16.38	1408	17.78
No. 24	141-157	16.38	17.78	1408	17.78
No. 25	158-173	16.38	17.78	1408	17.78
No. 26	174-189	16.38	17.78	1408	17.78
No. 27	190-205	16.38	17.78	1408	17.78
No. 28	206-221	16.38	17.78	1408	17.78
No. 29	222-237	16.38	17.78	1408	17.78
No. 30	238-253	16.38	17.78	1408	17.78
No. 31	254-269	16.38	17.78	1408	17.78
No. 32	270-285	16.38	17.78	1408	17.78
Fuel Oil tanks		S.G. = 0.950 t/m³			
Compartment	Frame numbers	Capacity m³	W.C.G. t/m³	Capacity m³	W.C.G. t/m³
No. 33	113-14	1077	16.38	1408	17.78
No. 34	141-157	16.38	17.78	1408	17.78
No. 35	158-173	16.38	17.78	1408	17.78
No. 36	174-189	16.38	17.78	1408	17.78
No. 37	190-205	16.38	17.78	1408	17.78
No. 38	206-221	16.38	17.78	1408	17.78
No. 39	222-237	16.38	17.78	1408	17.78
No. 40	238-253	16.38	17.78	1408	17.78
No. 41	254-269	16.38	17.78	1408	17.78
No. 42	270-285	16.38	17.78	1408	17.78
Potable water tanks		S.G. = 1.000 t/m³			
Compartment	Frame numbers	Capacity m³	W.C.G. t/m³	Capacity m³	W.C.G. t/m³
No. 43	113-14	1077	16.38	1408	17.78
No. 44	141-157	16.38	17.78	1408	17.78
No. 45	158-173	16.38	17.78	1408	17.78
No. 46	174-189	16.38	17.78	1408	17.78
No. 47	190-205	16.38	17.78	1408	17.78
No. 48	206-221	16.38	17.78	1408	17.78
No. 49	222-237	16.38	17.78	1408	17.78
No. 50	238-253	16.38	17.78	1408	17.78
No. 51	254-269	16.38	17.78	1408	17.78
No. 52	270-285	16.38	17.78	1408	17.78

Tank capacities		Conoship			
Ballastwater tanks		580/580/584			
Compartment	Frame numbers	Capacity m³	W.C.G. t/m³	Capacity m³	W.C.G. t/m³
No. 1	102-126	5245	18792	14.64	82.24
No. 2	20-23	226	11374	15.32	45.81
No. 3	222-237	16.38	17.78	1408	17.78
No. 4	238-253	16.38	17.78	1408	17.78
No. 5	254-269	16.38	17.78	1408	17.78
No. 6	270-285	16.38	17.78	1408	17.78
No. 7	113-14	1077	16.38	1408	17.78
No. 8	141-157	16.38	17.78	1408	17.78
No. 9	158-173	16.38	17.78	1408	17.78
No. 10	174-189	16.38	17.78	1408	17.78
No. 11	190-205	16.38	17.78	1408	17.78
No. 12	206-221	16.38	17.78	1408	17.78
No. 13	222-237	16.38	17.78	1408	17.78
No. 14	238-253	16.38	17.78	1408	17.78
No. 15	254-269	16.38	17.78	1408	17.78
No. 16	270-285	16.38	17.78	1408	17.78
No. 17	113-14	1077	16.38	1408	17.78
No. 18	141-157	16.38	17.78	1408	17.78
No. 19	158-173	16.38	17.78	1408	17.78
No. 20	174-189	16.38	17.78	1408	17.78
No. 21	190-205	16.38	17.78	1408	17.78
No. 22	206-221	16.38	17.78	1408	17.78
No. 23	222-237	16.38	17.78	1408	17.78
No. 24	238-253	16.38	17.78	1408	17.78
No. 25	254-269	16.38	17.78	1408	17.78
No. 26	270-285	16.38	17.78	1408	17.78
No. 27	113-14	1077	16.38	1408	17.78
No. 28	141-157	16.38	17.78	1408	17.78
No. 29	158-173	16.38	17.78	1408	17.78
No. 30	174-189	16.38	17.78	1408	17.78
No. 31	190-205	16.38	17.78	1408	17.78
No. 32	206-221	16.38	17.78	1408	17.78
No. 33	222-237	16.38	17.78	1408	17.78
No. 34	238-253	16.38	17.78	1408	17.78
No. 35	254-269	16.38	17.78	1408	17.78
No. 36	270-285	16.38	17.78	1408	17.78
Total		3707	13018	13.65	14958



MAIN PARTICULARS

- Length over all: 232.00 m
- Length between perpendiculars: 122.84 m
- Breadth moulded: 15.80 m
- Depth: 9.45 m
- Deck moulded: 7.75 m
- Headlight height: 4361 G1
- Tonnage: 3959 MT

Capacity

- Ballast water: 3717 m³
- Potable water: 71 m³
- Grain: 452 m³
- Oil: 47 m³

Compliances on tanktops: 15 t/m²
Compliances on hatchcovers: 1.75 t/m²

Container Capacity

20'	40'	20'	30'
on Deck	288	132	24
on Hatch	264	128	48
Total	552	260	72

Stackloads tanktop: 180/228 ton TEU/FEU
hatchcovers: 24/48 ton TEU/FEU

Auto: NETHERLANDS
Class: BV, IEC SA Finisier/Steveng

VICTORIABORG PBDS

WIS no. 246 02 7000
 ING no. 50 24 076

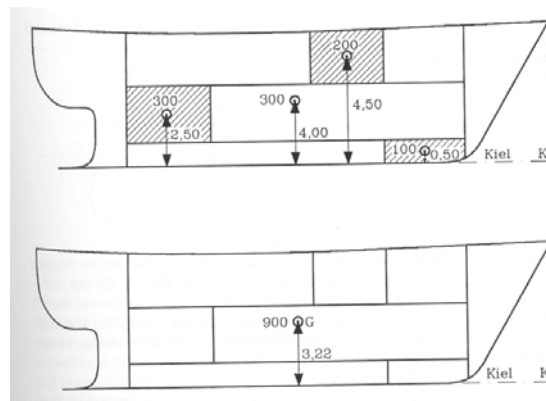
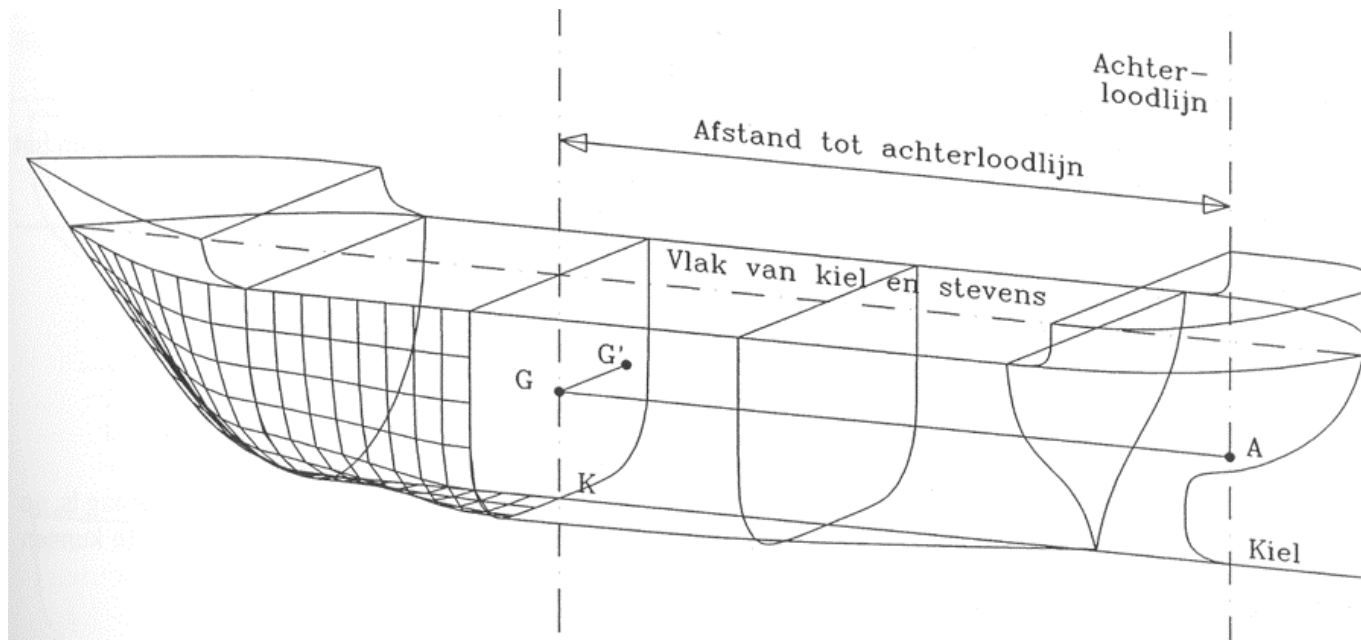
volharding

CONOSHIP CONOSHIP INTERNATIONAL, s.r.o. - P.O. BOX 1020
 GRONINGEN - THE NETHERLANDS

CAPACITY PLAN

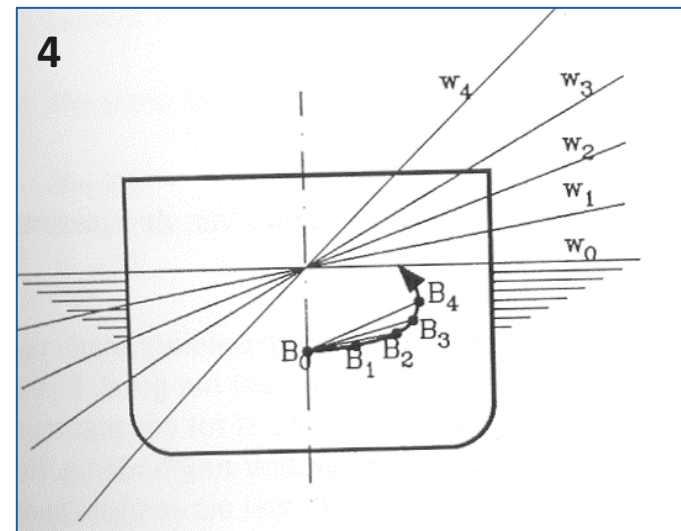
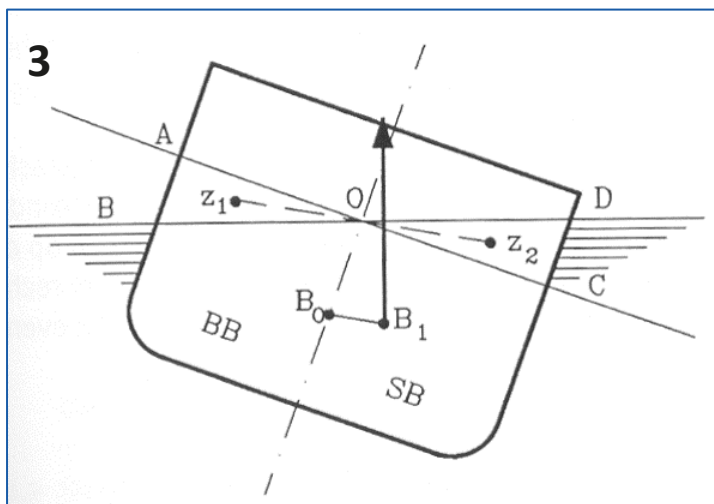
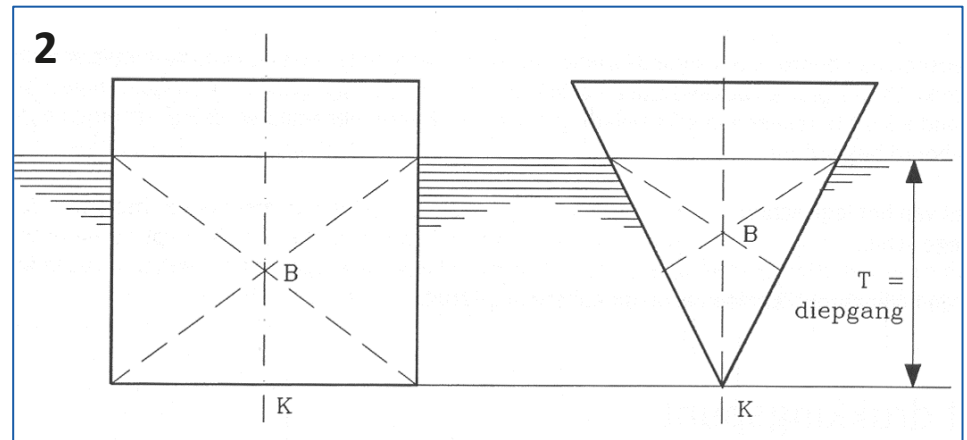
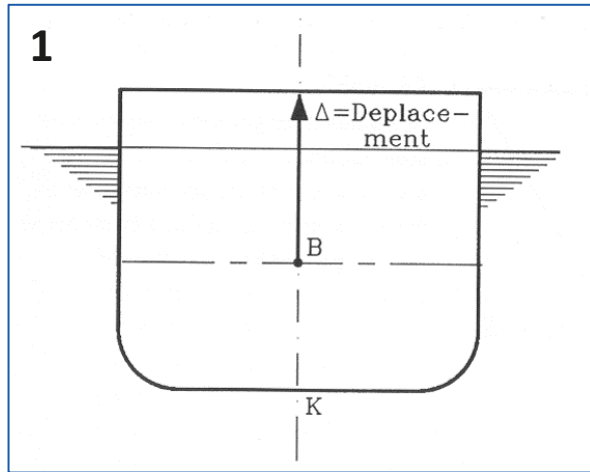
SCALE: 1:300 DATE: 27-03-2000 SHEET: DRAWING NO: 003
 DRAWN BY: M. Tertoux CHECKED BY: T. Verbeek

De verticale ligging van het zwaartepunt G (KG) Engels: VCG Te berekenen met de momentenstelling

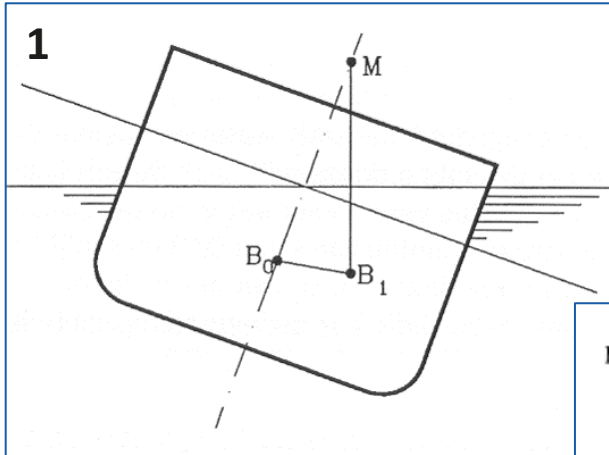


De momentenstelling
gaan we straks doen.

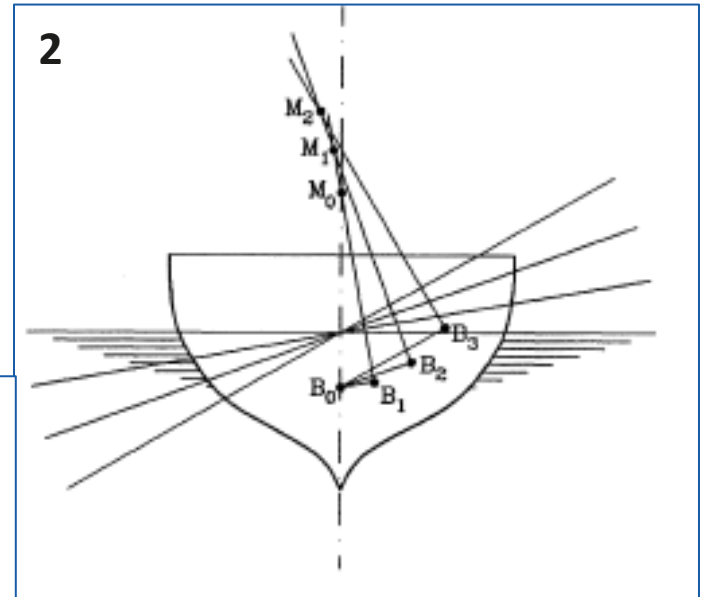
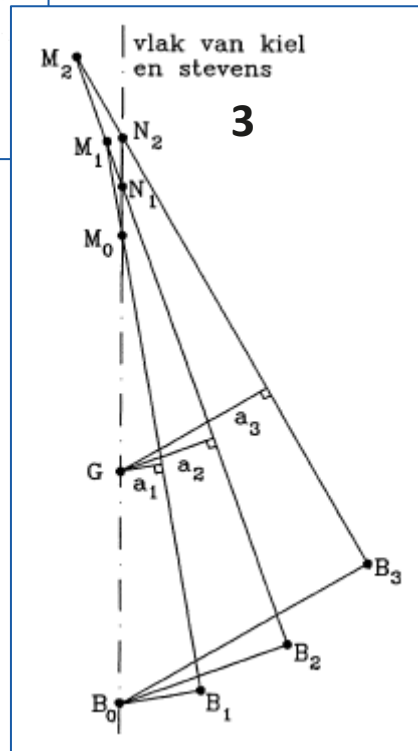
De ligging van het drukkingspunt B; aangrijpingspunt opwaartse kracht



Het Metacentrum M (en het valse Metacentrum N)



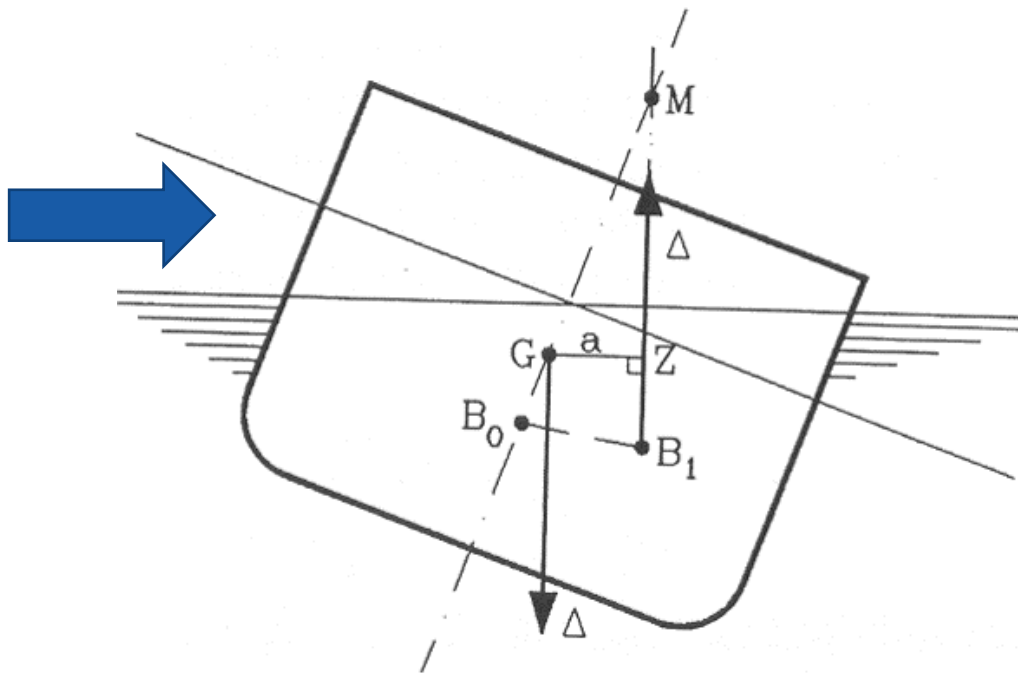
M = snijpunt werklĳjn opwaartse kracht met “center line” (vlak van kiel en stevens)
 Afstand KM wordt altijd voor iedere diepgang verstrekt!



Aangepaste definitie bij grotere slagzij: M ligt niet meer op de “center line”

Probleem wordt opgelost met N welke wel op de “center line” ligt.
 Eenvoudiger rekenen

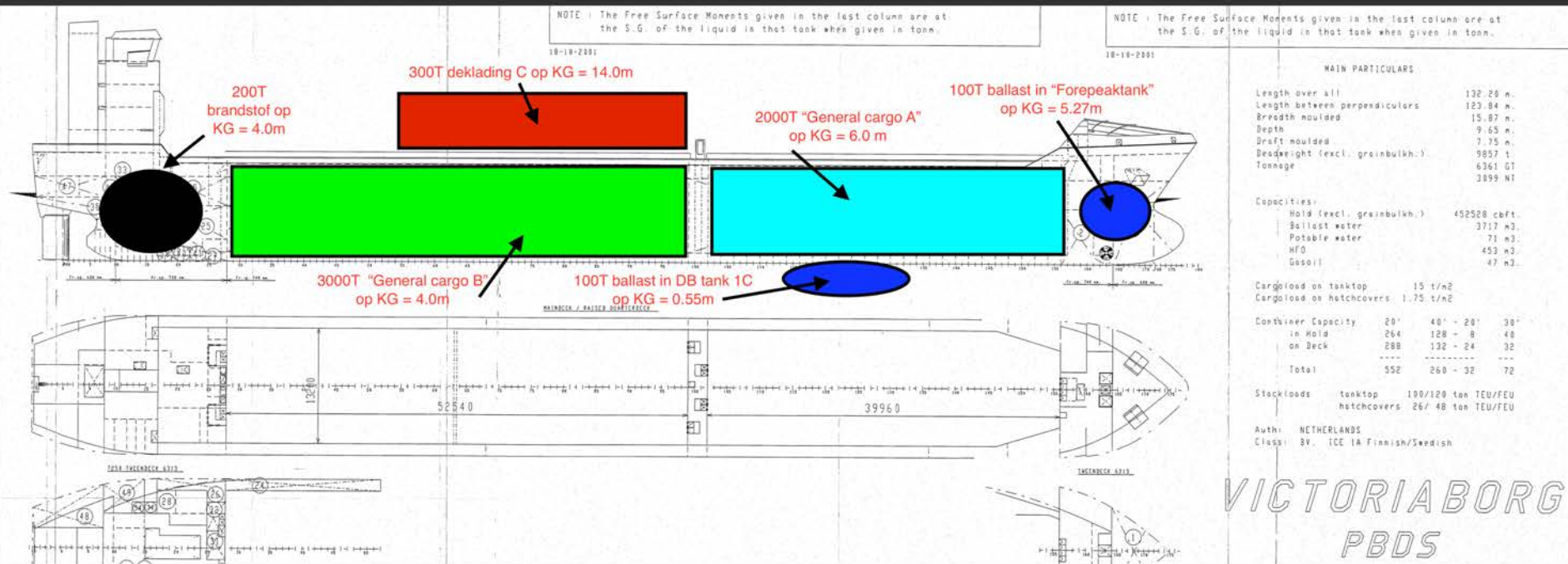
Alle punten samenvoegen: dwarsdoorsnede met stabiliteitskoppel

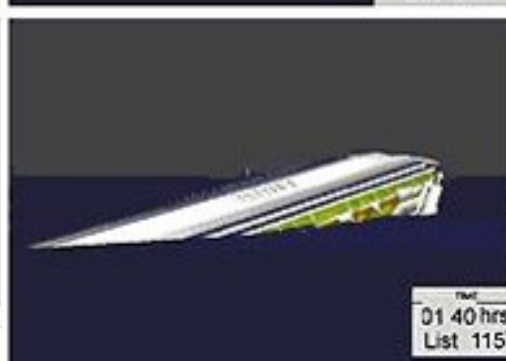
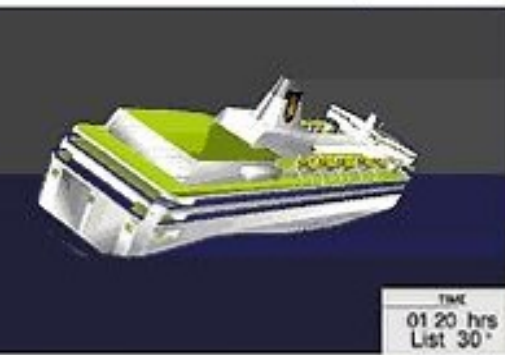


Bij de stabiliteit kromme die we straks gaan maken komt de slagzij ω op de horizontale as en de arm "a" (GZ) op de verticale as.

Een specifieke stabiliteitskromme is dus geldig voor 1 bepaalde KG en Δ
Laten we eerst beginnen met de Victoriaborg!

Brandstof, ballast en ladingen A-B-C op bekende locaties



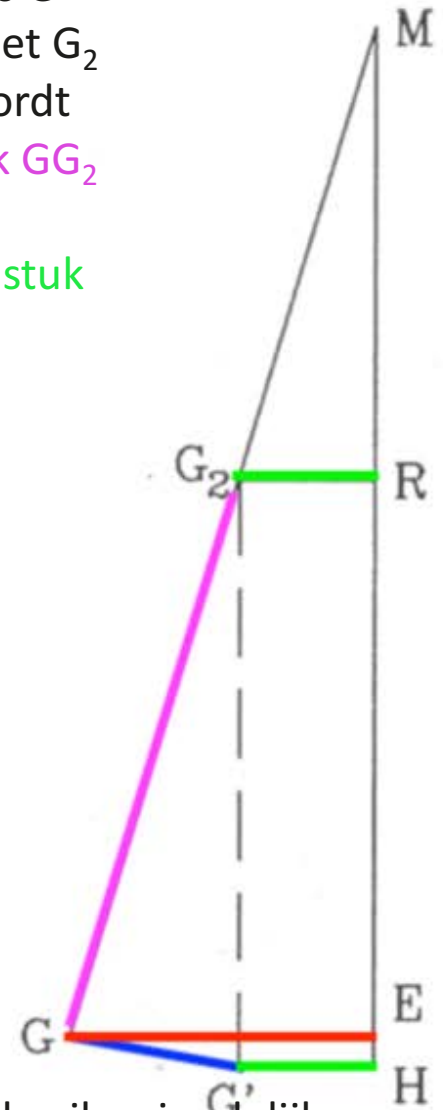
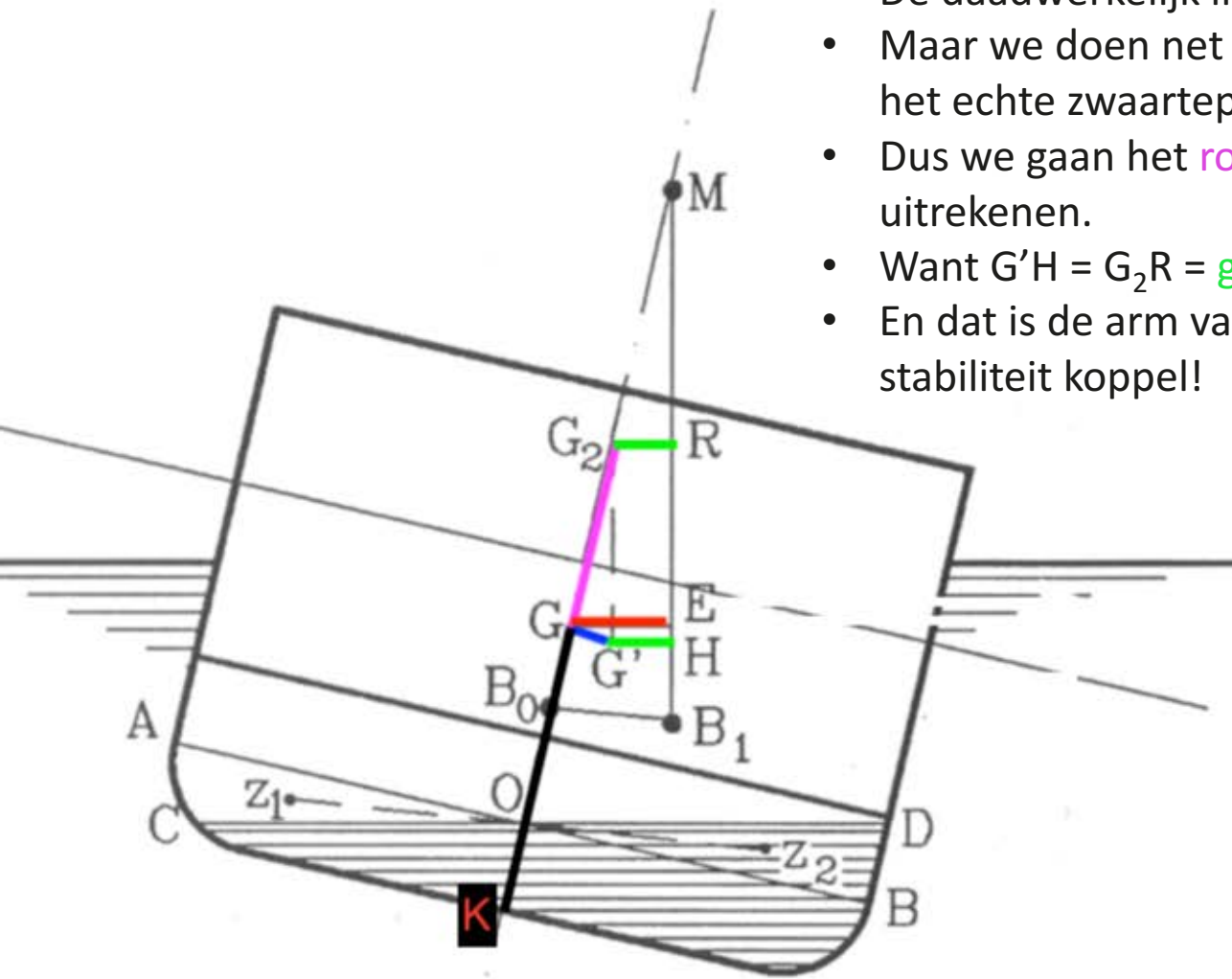


Nog 1 probleem: het effect van de ballast in de gedeeltelijk gevulde tanken. Dit heet “vrije vloeistof oppervlak” (=Free Surface Moment FSM) en dit effect kan zorgen voor zeer ongewenste effecten!

Bij de Estonia was door lekwater dit effect extreem groot. Het schip gedroeg zich alsof het zwaartepunt G boven in de schoorsteen zat.

Het richtende stabiliteitskoppel werd daardoor vervangen door een kenterend koppel.

- De daadwerkelijk ligging is G'
- Maar we doen net alsof het G_2 het echte zwaartepunt wordt
- Dus we gaan het **roze stuk GG_2** uitrekenen.
- Want $G'H = G_2R =$ **groene stuk**
- En dat is de arm van ons stabiliteit koppel!



Het uitrekenen voor tanken (waar dit effect te verwachten is) is gebruiksvriendelijk:

$$GG_2 = \text{FSM}/\text{displacement}$$

Free Surface Moment is eenvoudig op te zoeken in scheepsgegevens; gaan we zo doen.

1. Scheepsgegevens ms 'Victoriaborg'

Scheepsnaam	: Victoriaborg
Eigenaars	: Scheepvaartonderneming 'Victoriaborg'
Bouwer	: Scheepswerf Bodewes Volharding BV
Kiellegging	: 30 juni 2000
Hoofdafmetingen	: Lll 123,84 m : B 15,87 m : H 9,65 m
Diepgang Zomermerk	: 7,75 m
Displacement Zomer	: 12809 tonnes
Blokcoëfficiënt	: 0,816
Oppervlakte kimkielen (A_k)	: 17,0 m ²
Deadweight	: 9857 tonnes (graanschotten aan de wal) : 9777 tonnes (graanschotten aan boord)
Leeg schip:	2952 tonnes
VCG (KG) leeg schip	: 7,17 m
LCG (XG) leeg schip	: 56,51 m
Gross Tonnage	: 6361 GT
Nett Tonnage	: 3099 NT
Ruimafmetingen	: Hold 1 : L 39,96 m, B 13,20 m, H 10,83 m : Hold 2 : L 52,54 m, B 13,20 m, H 10,83 m

Momentenstelling met behulp van (bijgevoegde)scheepsgegevens:

Beginsituatie leeg schip

Free Surface momenten ballast

Hydrostatische gegevens

Crosscurves voor $KN\sin\Phi$

Gewicht leeg schip is 2952T en KG leeg schip is 7.17m

Merk	TZW	ZW	T	Z	W
Diepgang	8,08	7,92	7,91	7,75	7,59
Displacement zoetw.	13112	12809			
Displacement zeew.			13112	12809	12506
Deadweight	10520	9857	10520	9857	9554

Dekbelasting	: Op de tanktop 15 tonne/m ²
	: Op de luiken 1,75 tonne/m ²

Momenten stelling uitvoeren met de nu bekende gegevens

Onderdeel	Gewicht (Ton)	KG (meter)	Moment (mt)
Leeg schip	2952	7.17	
Brandstof	200	4.0	
Lading A	2000	6.0	
Lading B	3000	4.0	
Deklading C	300	14.0	
Ballast DB1C	100	0.55	
Ballast FP	100	5.27	
Totaal			

1. Gewichten optellen: Totale gewicht noemen we het displacement
2. Gewicht en KG vermenigvuldigen geeft het moment
3. Alle momenten optellen geeft het totale (verticale) moment
4. Totale moment delen door displacement geeft de KG waarde
5. FSM waarde ballast (931.1 mt) delen door displacement geeft de schijnbare rijzing van het zwaartepunt
6. Uitgerekende KG en bovenstaande rijzing optellen geeft "eind KG"

Tussenstand

Als we goed hebben gerekend dan hebben we gevonden

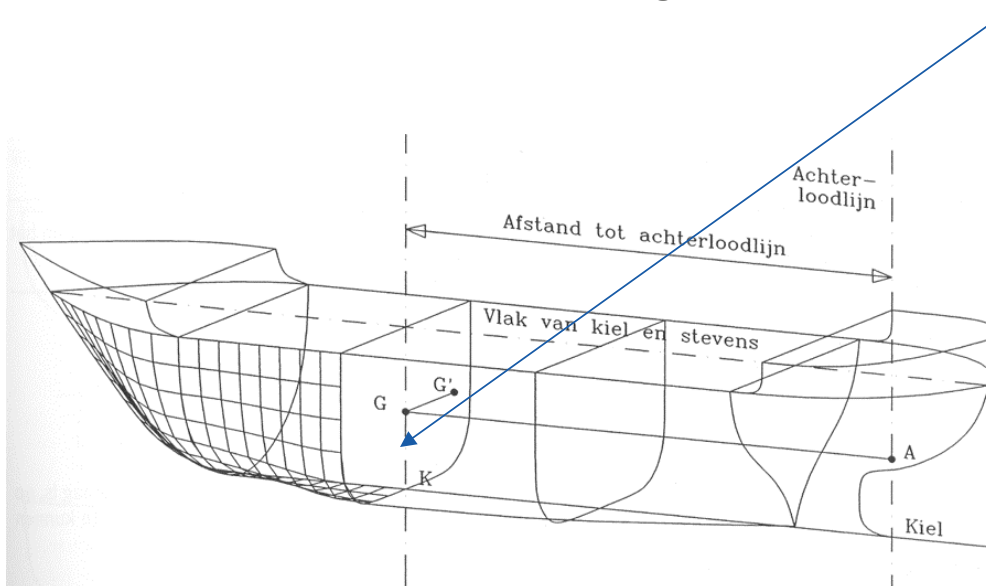
Displacement = 8652T

Totale verticale moment = 50747.84 mt

De KG = 5.8654 m

De (schijnbare) rijzing door FSM = 0.1076 m

De eind KG waarmee we verder gaan = 5.973 = 5.97 m



HYDROSTATIC PARTICULARS

Trim = 0.000 m

Draught from base m	Displacement S.W. [t/m ³]		Immer- sion ton/cm	Moment change trim Tonm/cm	LCB from APP m	LCF from APP m	KM transv. m
	1.0000 ton	1.0250 ton					
4.800	7386.75	7571.41	16.82	120.73	63.391	62.300	6.632
4.820	7419.56	7605.05	16.83	120.87	63.386	62.266	6.627
4.840	7452.39	7638.70	16.83	121.02	63.381	62.252	6.621
4.860	7485.24	7672.37	16.84	121.17	63.376	62.216	6.617
4.880	7518.10	7706.06	16.85	121.32	63.371	62.203	6.612
4.900	7550.99	7739.76	16.86	121.47	63.366	62.185	6.607
4.920	7583.88	7773.48	16.87	121.63	63.361	62.158	6.603
4.940	7616.80	7807.22	16.88	121.78	63.356	62.128	6.599
4.960	7649.73	7840.97	16.88	121.94	63.350	62.108	6.594
4.980	7682.68	7874.74	16.89	122.10	63.345	62.085	6.590
5.000	7715.64	7908.53	16.90	122.26	63.340	62.063	6.586
5.020	7748.63	7942.34	16.91	122.42	63.334	62.032	6.582
5.040	7781.63	7976.17	16.92	122.59	63.329	62.011	6.579
5.060	7814.65	8010.02	16.93	122.76	63.323	61.974	6.575
5.080	7847.69	8043.88	16.94	122.93	63.317	61.942	6.572
5.100	7880.75	8077.77	16.95	123.11	63.312	61.925	6.569
5.120	7913.83	8111.67	16.96	123.29	63.306	61.896	6.566
5.140	7946.93	8145.60	16.97	123.47	63.300	61.874	6.562
5.160	7980.04	8179.54	16.98	123.67	63.294	61.837	6.560
5.180	8013.18	8213.51	16.99	123.86	63.288	61.815	6.557
5.200	8046.34	8247.50	17.00	124.07	63.282	61.792	6.554
5.220	8079.52	8281.50	17.01	124.27	63.276	61.751	6.552
5.240	8112.72	8315.53	17.02	124.48	63.269	61.727	6.549
5.260	8145.93	8349.58	17.03	124.69	63.263	61.695	6.547
5.280	8179.17	8383.65	17.04	124.92	63.257	61.662	6.545
5.300	8212.43	8417.74	17.05	125.15	63.250	61.635	6.542
5.320	8245.71	8451.85	17.06	125.38	63.244	61.608	6.541
5.340	8279.00	8485.98	17.08	125.61	63.237	61.567	6.539
5.360	8312.33	8520.13	17.09	125.84	63.230	61.555	6.537
5.380	8345.67	8554.31	17.10	126.08	63.224	61.521	6.535
5.400	8379.03	8588.51	17.11	126.32	63.217	61.498	6.534
5.420	8412.43	8622.74	17.12	126.56	63.210	61.462	6.532
5.440	8445.84	8656.99	17.14	126.81	63.203	61.427	6.531
5.460	8479.29	8691.27	17.15	127.06	63.196	61.398	6.530
5.480	8512.76	8725.58	17.17	127.33	63.189	61.353	6.528

Gemiddelde diepgang en afstand KM nu ook bekend

Momentenstelling met behulp van (bijgevoegde)scheepsgegevens:

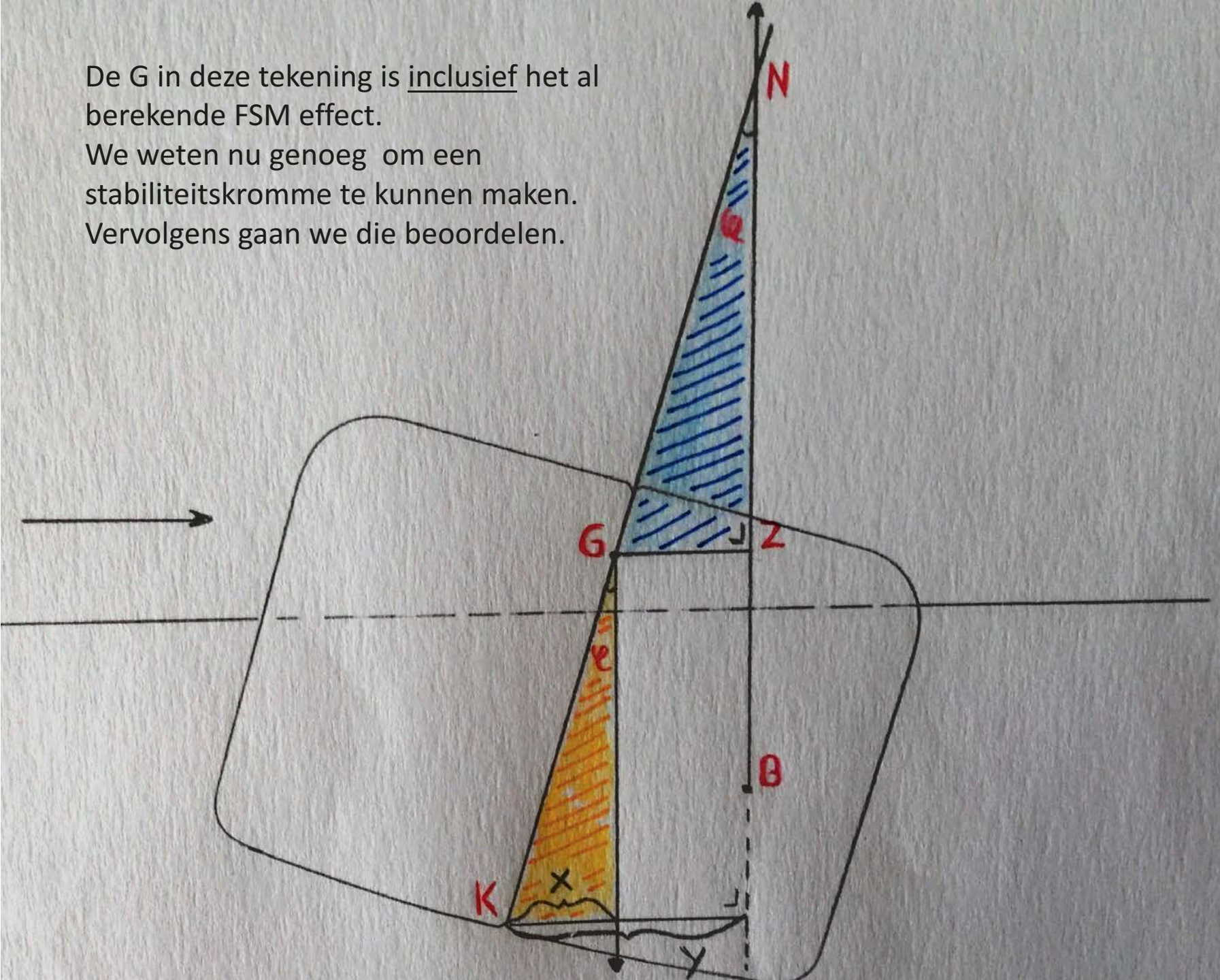
Beginsituatie leeg schip
Free Surface momenten ballast
Hydrostratische gegevens
Crosscurves voor KNsin Φ

Displacement van 8652T geeft een diepgang van 5.44m in zeewater en de KM = 6.53m

We weten nu dus ook dat met de "eind KG" van 5.97m punt G onder M ligt. Dat is goed; we hebben in ieder geval een positief stabiliteitskoppel. Vraag is nu of dat groot genoeg is

De G in deze tekening is inclusief het al berekende FSM effect.

We weten nu genoeg om een stabiliteitskromme te kunnen maken. Vervolgens gaan we die beoordelen.



CROSS CURVES

KN sin ϕ

Displ. ton	Angle of inclination in degrees											
	0.00	2.00	5.00	10.00	12.00	15.00	20.00	25.00	30.00	40.00	50.00	60.00
7700	0.000	0.231	0.578	1.160	1.395	1.751	2.358	2.988	3.648	4.917	5.837	6.490
7750	0.000	0.231	0.577	1.158	1.393	1.749	2.355	2.985	3.644	4.916	5.836	6.489
7800	0.000	0.230	0.577	1.157	1.392	1.747	2.352	2.981	3.640	4.915	5.835	6.489
7850	0.000	0.230	0.576	1.156	1.390	1.745	2.350	2.978	3.636	4.914	5.835	6.488
7900	0.000	0.230	0.575	1.155	1.389	1.744	2.347	2.975	3.633	4.912	5.834	6.487
7950	0.000	0.230	0.575	1.154	1.388	1.742	2.345	2.972	3.629	4.911	5.833	6.487
8000	0.000	0.230	0.575	1.153	1.387	1.741	2.343	2.969	3.625	4.909	5.833	6.486
8050	0.000	0.229	0.574	1.152	1.386	1.739	2.341	2.966	3.622	4.908	5.832	6.485
8100	0.000	0.229	0.574	1.151	1.385	1.738	2.339	2.963	3.619	4.906	5.832	6.484
8150	0.000	0.229	0.573	1.151	1.384	1.736	2.337	2.960	3.616	4.904	5.832	6.483
8200	0.000	0.229	0.573	1.150	1.383	1.735	2.335	2.958	3.613	4.902	5.831	6.481
8250	0.000	0.229	0.573	1.149	1.382	1.734	2.333	2.955	3.610	4.900	5.831	6.480
8300	0.000	0.229	0.572	1.148	1.381	1.733	2.332	2.953	3.607	4.898	5.831	6.479
8350	0.000	0.229	0.572	1.148	1.380	1.732	2.330	2.951	3.604	4.896	5.830	6.477
8400	0.000	0.228	0.572	1.147	1.379	1.731	2.329	2.949	3.601	4.894	5.830	6.476
8450	0.000	0.228	0.571	1.147	1.379	1.730	2.327	2.947	3.599	4.891	5.830	6.475
8500	0.000	0.228	0.571	1.146	1.378	1.729	2.326	2.945	3.596	4.889	5.830	6.473
8550	0.000	0.228	0.571	1.146	1.377	1.728	2.325	2.943	3.594	4.886	5.829	6.471
8600	0.000	0.228	0.571	1.145	1.377	1.728	2.324	2.942	3.592	4.884	5.829	6.470
8650	0.000	0.228	0.571	1.145	1.376	1.727	2.323	2.940	3.590	4.881	5.829	6.468
8700	0.000	0.228	0.570	1.144	1.376	1.726	2.322	2.939	3.588	4.879	5.829	6.466
8750	0.000	0.228	0.570	1.144	1.375	1.726	2.321	2.937	3.585	4.876	5.828	6.465
8800	0.000	0.228	0.570	1.144	1.375	1.725	2.320	2.936	3.584	4.873	5.828	6.463
8850	0.000	0.228	0.570	1.144	1.375	1.725	2.319	2.935	3.582	4.870	5.827	6.461
8900	0.000	0.228	0.570	1.143	1.375	1.724	2.318	2.934	3.580	4.867	5.827	6.459
8950	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.724	2.318	2.933	3.578	4.864	5.826	6.457
9000	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.724	2.317	2.932	3.577	4.861	5.826	6.455
9050	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.317	2.931	3.575	4.858	5.825	6.453
9100	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.316	2.930	3.574	4.855	5.824	6.451
9150	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.316	2.929	3.572	4.852	5.823	6.449
9200	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.316	2.929	3.571	4.848	5.822	6.447
9250	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.316	2.928	3.570	4.845	5.821	6.444
9300	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.315	2.928	3.568	4.842	5.820	6.442
9350	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.315	2.927	3.567	4.838	5.819	6.440
9400	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.315	2.927	3.566	4.835	5.818	6.437
9450	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.315	2.927	3.565	4.831	5.817	6.435
9500	0.000	0.228	0.570	1.143	1.374	1.723	2.315	2.927	3.564	4.828	5.815	6.433
9550	0.000	0.228	0.570	1.144	1.375	1.724	2.315	2.927	3.563	4.825	5.814	6.430
9600	0.000	0.228	0.570	1.144	1.375	1.724	2.316	2.927	3.563	4.821	5.812	6.428
9650	0.000	0.228	0.570	1.144	1.375	1.724	2.316	2.927	3.562	4.818	5.811	6.425
9700	0.000	0.228	0.571	1.144	1.375	1.725	2.316	2.927	3.561	4.815	5.809	6.423
9750	0.000	0.228	0.571	1.145	1.376	1.725	2.316	2.927	3.561	4.812	5.807	6.420
9800	0.000	0.228	0.571	1.145	1.376	1.725	2.317	2.927	3.560	4.808	5.806	6.418
9850	0.000	0.228	0.571	1.145	1.377	1.726	2.317	2.928	3.560	4.805	5.804	6.415
9900	0.000	0.228	0.571	1.146	1.377	1.726	2.318	2.928	3.559	4.802	5.802	6.412
9950	0.000	0.228	0.572	1.146	1.377	1.727	2.318	2.928	3.559	4.799	5.800	6.410
10000	0.000	0.229	0.572	1.147	1.378	1.727	2.319	2.929	3.559	4.796	5.798	6.407
10050	0.000	0.229	0.572	1.147	1.378	1.728	2.320	2.929	3.559	4.793	5.796	6.404
10100	0.000	0.229	0.572	1.147	1.379	1.729	2.320	2.930	3.558	4.790	5.794	6.401
10150	0.000	0.229	0.573	1.148	1.380	1.729	2.321	2.930	3.558	4.787	5.792	6.398

Met het al eerder berekende displacement van 8652T zijn nu bij toenemende slagzij de KNsin Φ waarden op te zoeken.

Voor het gemak heb ik deze waarden al vast ingevuld in de tabel op de volgende slide.

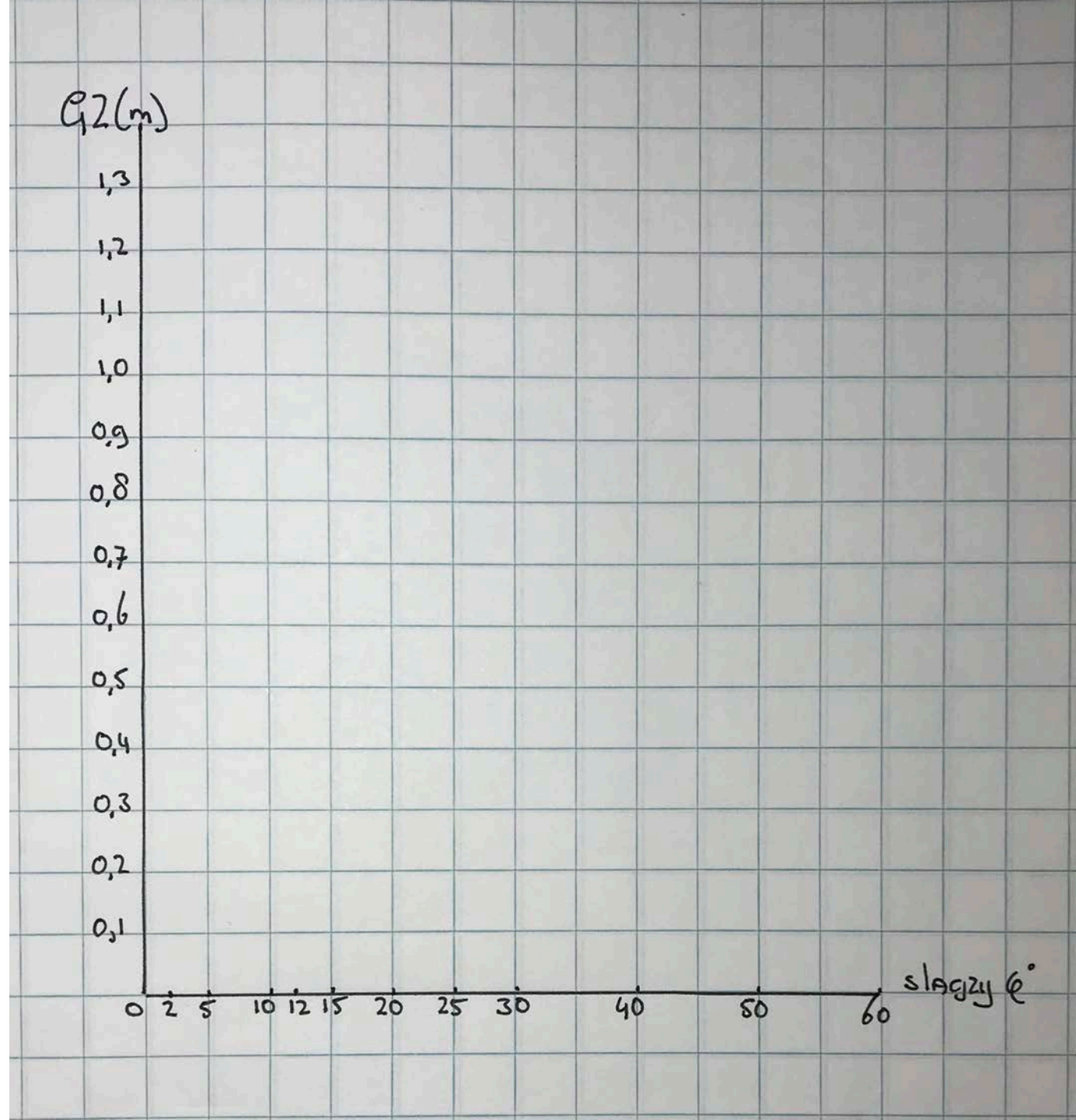
Tabel voor het tekenen van de stabiliteitskromme

	$\varphi=2^\circ$	$\varphi=5^\circ$	$\varphi=10^\circ$	$\varphi=12^\circ$	$\varphi=15^\circ$	$\varphi=20^\circ$	$\varphi=25^\circ$	$\varphi=30^\circ$	$\varphi=40^\circ$	$\varphi=50^\circ$	$\varphi=60^\circ$
KNsin φ	0.228	0.571	1.145	1.376	1.727	2.323	2.940	3.590	4.881	5.829	6.468
KGsin φ	0.208	0.520									
GZ	0.02	0.05									

- KNsin Φ (eenheid meters) is overgenomen uit de scheepsgegevens (cross curves) van de Victoriaborg
- De berekende “eind KG” is eerder door onszelf berekend: 5.97m
Dus nu steeds berekenen $5.97 \times \sin 2$, $5.97 \times \sin 5$, $5.97 \times \sin 10$, etc. voor de 2^e kolom (eenheid meters) in te vullen.
- De 3^e kolom GZ (eenheid meters) krijgen we door $KN\sin\Phi - KG\sin\Phi$
Als voorbeeld zijn de eerste 2 kolommen ingevuld. (afroonden op 2 decimalen)

We kunnen nu de stabiliteit kromme tekenen.

De slagzij op de x-as en de arm GZ op de y-as.



Stabiliteit kromme beoordelen op de 3 “statische eisen”

Eis nummer 1:

Is de GM tenminste 0.15m?

Eis nummer 2:

Is GZ bij een slagzij van 30 graden tenminste 0.20m?

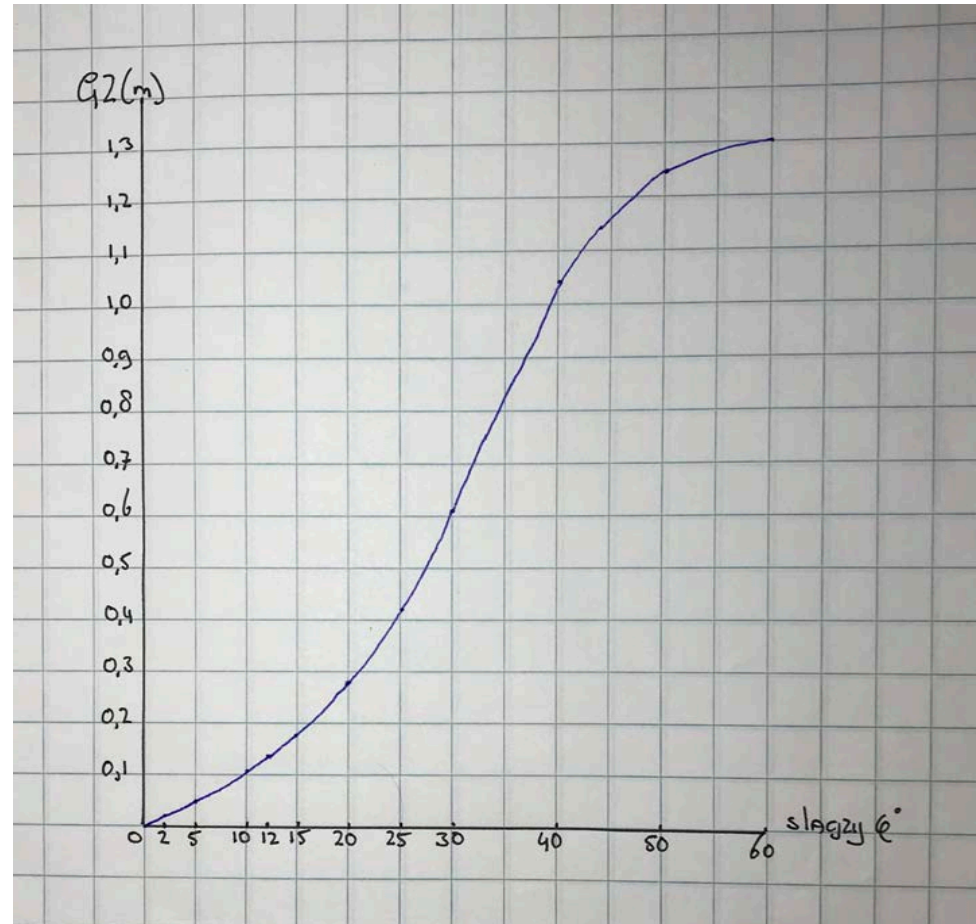
Eis nummer 3:

Wordt de maximale waarde van GZ bij een slagzij groter dan 30 graden bereikt?

Antwoord is 3 keer JA

Reden van deze eisen:

We willen in ieder geval dat G voldoende ver onder M ligt (positief richtend koppel) en dat dit koppel ook bij grotere slagzij voldoende groot is



Stabiliteit kromme beoordelen op de 3 “ dynamische eisen”

Eis nummer 4:

Is de oppervlakte onder de kromme van 0-30 graden tenminste 0.055 mradiaal?

Eis nummer 5:

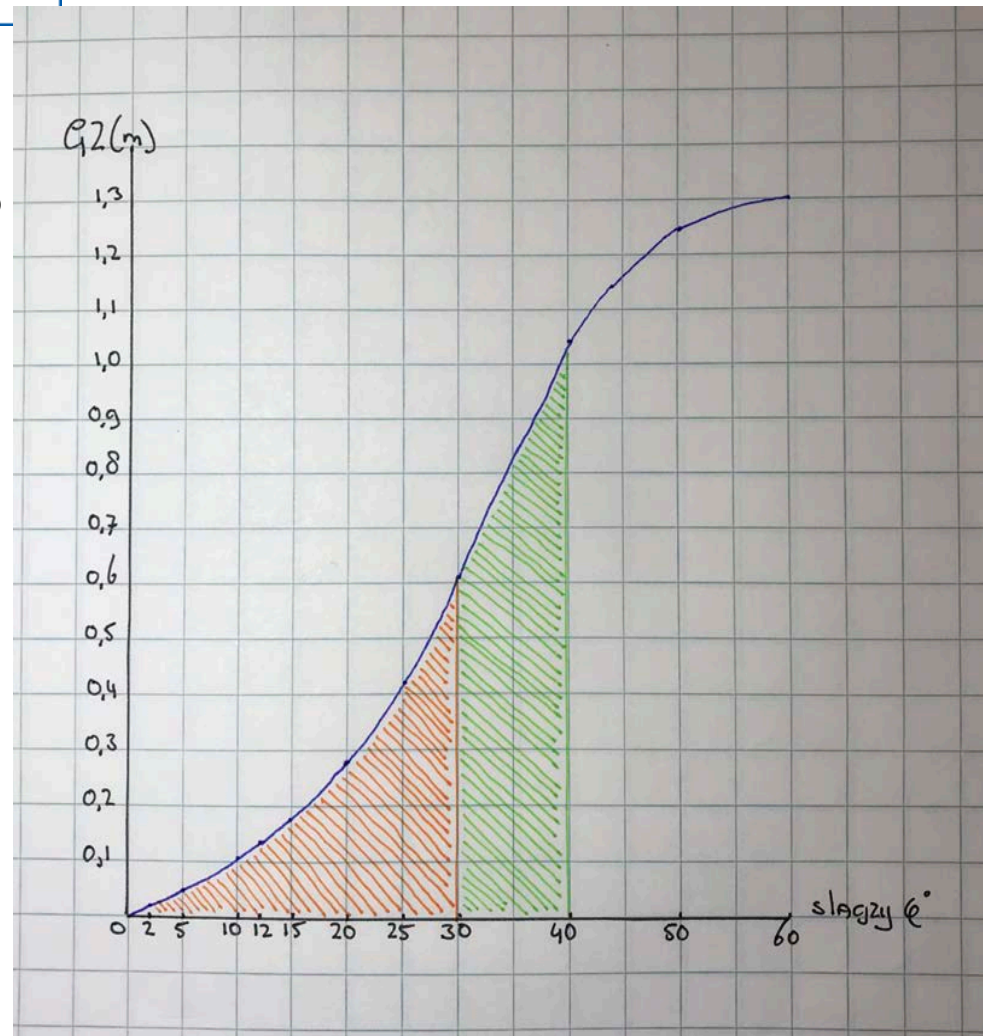
Is de oppervlakte onder de kromme van 0-40 graden tenminste 0.09 mradiaal?

Eis nummer 6:

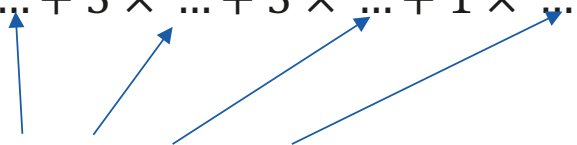
Is de toename van de oppervlakte van 30-40 graden tenminste 0.03 mradiaal?

Reden van deze eisen:

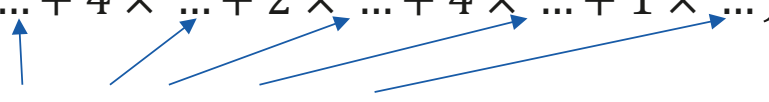
De oppervlakte onder de kromme is een maat voor de hoeveelheid arbeid die geleverd moet worden om het schip een bepaalde slagzij te geven.



Oppervlakte bepalen zonder functievoorschrift De 1^e en 2^e regel van Simpson

$$Opp\ 0 - 30 = \frac{3}{8} \times \frac{10}{57.3} \times (1 \times \dots + 3 \times \dots + 3 \times \dots + 1 \times \dots) mrad$$


De waarden van GZ bij 0, 10, 20 en 30 graden invullen
Zie eerder gemaakte tabel voor deze waarden

$$Opp\ 0 - 40 = \frac{1}{3} \times \frac{10}{57.3} \times (1 \times \dots + 4 \times \dots + 2 \times \dots + 4 \times \dots + 1 \times \dots) mrad$$


De waarden van GZ bij 0, 10, 20, 30 en 40 graden
invullen. Zie eerder gemaakte tabel voor deze waarden

$$Opp\ 30 - 40 = Opp\ 40 - Opp\ 30\ mrad$$

Conclusie? (of nog vragen? 😊)





Maritiem Instituut
Willem Barentsz



hogeschool

**Bedankt voor uw
aandacht!**