

Dokumendi nr
R667-01

Tehniline aruanne



Redaktsioon
1

Kuupäev
15.12.2021

SALTECH Consultants AB
Lugnets Allé 1
120 65 STOCKHOLM

Meie büroo, administraator / konstruktor

Daniel Zachrisson

Ülevaataja

Anders Englund

Klient

Rootsi Õnnetusjuhtumite

Uurimisamet (SHK)

Jörgen Zachau

Tellimus
S-200/20

Telefon
+46 (0) 8 735 85 35

Lisade lehekülgede arv
7

Telefon
+46 (0) 8-508 862 00

Lehekülg
1

Lehekülgede arv
6

Parvlaeva Estonia vöörivisiir – massi ja ruumala arvutamine

Kokkuvõte

Parvlaeva Estonia vöörivisiiri mass, raskuse ja ruumala arvutati Meyeri laevatehase originaaljoonise põhjal. Arvutatud massiks saadi 64,0 tonni, mille pikisuunaline raskuse (LCG) kaarest #156 on 5,25 m ja vertikaalne raskuse on arvutuslikust veeliinist (DWL) 6,99 m ülalpool.

Nii arvutatud raskuse kui ka mass erinevad varasemast teabest umbes 10% võrra. Ülestõstetud visiiri hilisema kaalumise tulemusena saadi selle massiks 65,5 tonni, mis erineb arvutatud massist umbes 2% võrra.

Visiiri raskuskeskme ja võimalike õhutaskute ruumala põhjal ei saa välistada, et visiir võis teatavatel tingimustel olla ujuv. Ei ole võimalik kindlaks teha, kas õhutasku tekiks või mitte, samuti ei ole võimalik täpselt öelda, kui palju õhutasku visiiri uppumist edasi lükkaks.

Väljastatud: 15.12.2021	Viide: DZ	Fail:	Lehekülg: 2
----------------------------	--------------	-------	----------------

Redaktsioonide ajalugu

Redaktsioon	Kirjeldus	Kuupäev	Märke
0	Esimene väljaanne	14.06.2021	DZ
1	Ajakohastatud aruanne pärast visiiri kaalumist	15.12.2021	DZ

Väljastatud: 15.12.2021	Viiide: DZ	Fail:	Lehekülg: 3
----------------------------	---------------	-------	----------------

1 Sissejuhatus

Parvlaev Estonia uppus 28. septembril 1994 teel Tallinnast Stockholmi. Aastal 2020 avastati laevakeres seni teadmata auk. Ühe teooria kohaselt tekkis auk küljest ära tulnud vöörivisiiri ja laevakere kokkupõrkel. Selle eelduseks on visiiri ujuvil olek piisavalt kaua, et see laevakerega kokku põrkuks.

Vöörivisiiri ujuvuse hindamiseks arvutati esimese sammuna Meyeri laevatehase originaaljoonise (590-1103 Bugklappe, Ausf. G) põhjal vöörivisiiri mass, raskuskese ja ruumala.

See analüüs piirdub vöörivisiiri ujuvuse arvutamisega vaikselt vees. Analüüs ei hõlma lainete dünaamilisi mõjusid, laeva ja visiiri liikumist pärast eraldumist ega võimalust, et visiir tekitab kerele augu.

2 Massi ja raskuskeskme arvutamine

Mass ja raskuskese arvutati joonisel olevate mõõtmete põhjal, liites kokku kõigi visiiri konstruktsioonelementide massid. Lisati ühe hüdrosilindri mass, arvestades selle asendit ülestõstetud visiiri fotodel. Teine hüdrosilinder eemaldati pärast visiiri ülestõstmist, kuid õnnetuse ajal oli see visiiri küljes.

Massi ja raskuskeskme kokkuvõte on esitatud tabelis 1. Täielik ja üksikasjalik massijaotus on toodud lisas 1.

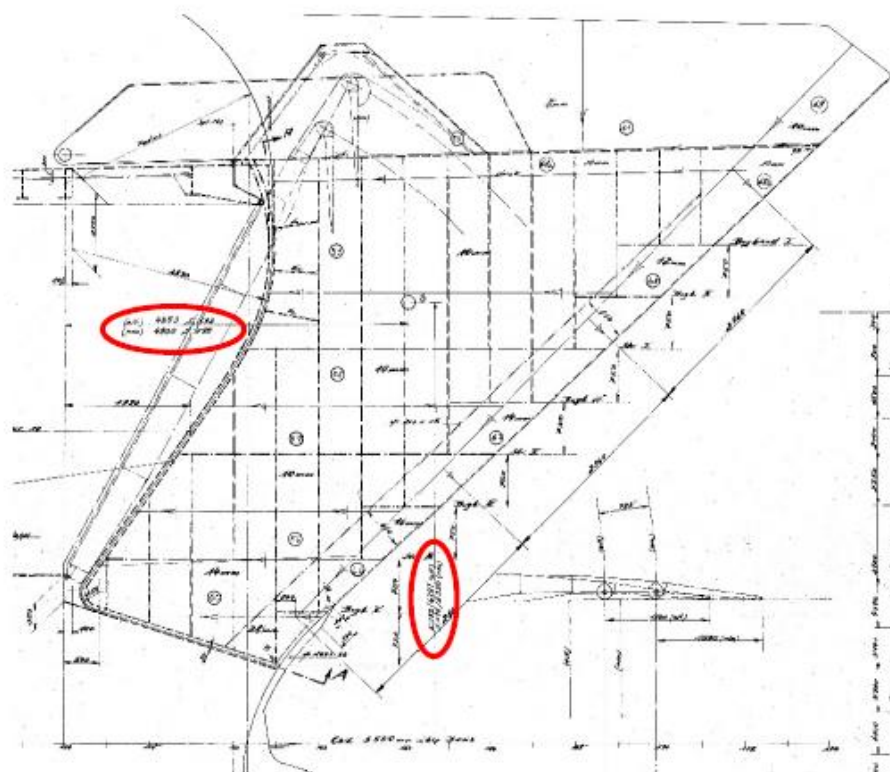
Tabel 1. Massiarvutuse kokkuvõte

Mass		Raskuskese					
Seksioon/osa	Mass (tonn)	VCG DWLst ülalpool		LCG kaarest #156		TCG vasakus pardas pikitasandist	
		Õlg (m)	Moment (tonm)	Õlg (m)	Moment (tonm)	Õlg (m)	Moment (tonm)
Kaared	11,5	6,47	74,73	4,80	55,36	0,00	0,00
Raamtala ja stringerid	13,7	7,13	97,64	5,29	72,40	0,00	0,00
Pikitasandi stringer	1,3	4,43	5,64	5,53	7,04	0,00	0,00
Plaadistus	26,6	6,84	181,77	6,11	162,41	0,00	0,00
Hinge konstruktsioon	10,4	8,09	84,56	3,63	37,89	0,00	0,00
Hüdrosilinder	0,5	7,29	3,53	2,07	1,00	3,40	1,64
Kokku	64,0	6,99	447,86	5,25	336,12	0,03	1,64

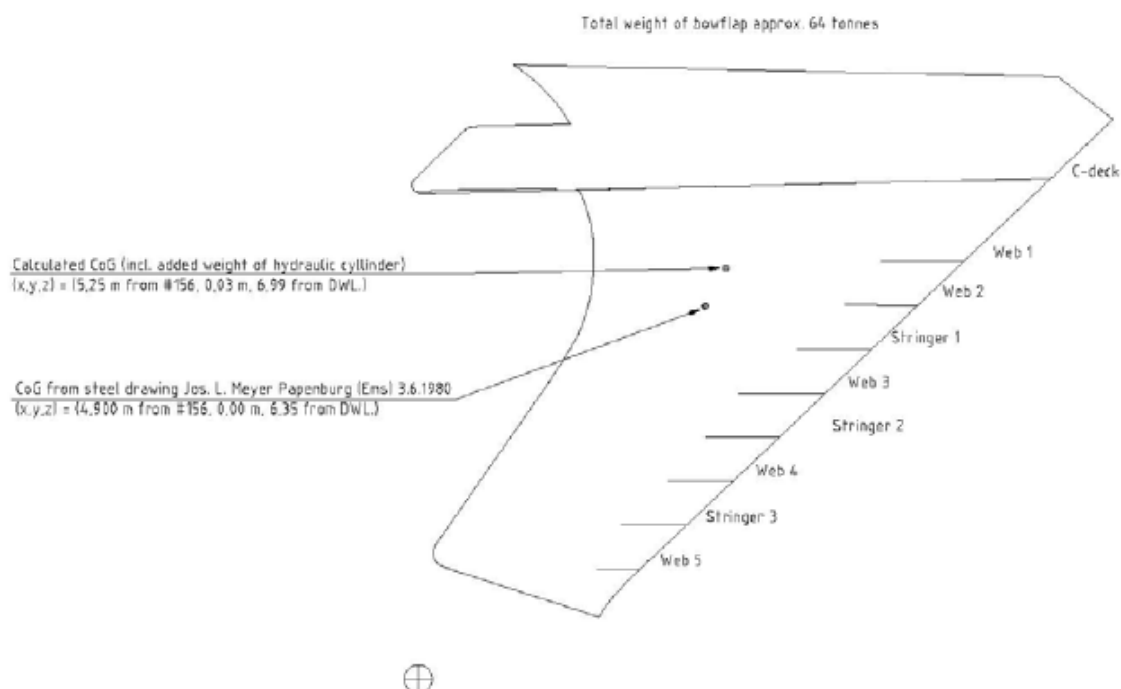
JAICi aruandes on vöörivisiiri massina toodud 56 tonni, kuid seal ei ole öeldud, millel see number põhineb.

Väljastatud: 15.12.2021	Viide: DZ	Fail:	Lehekülg: 4
----------------------------	--------------	-------	----------------

Meyeri joonisel nr 590-1103 on visiiri raskuskese määratud järgmiselt: pikisuunaline raskuskese on 4,9 m kaarest #156 ja vertikaalne raskuskese on arvutuslikust veeliinist 6,35 m ülalpool.



Joonis 1. Detail jooniselt nr 590-1103, raskuskese on ära märgitud

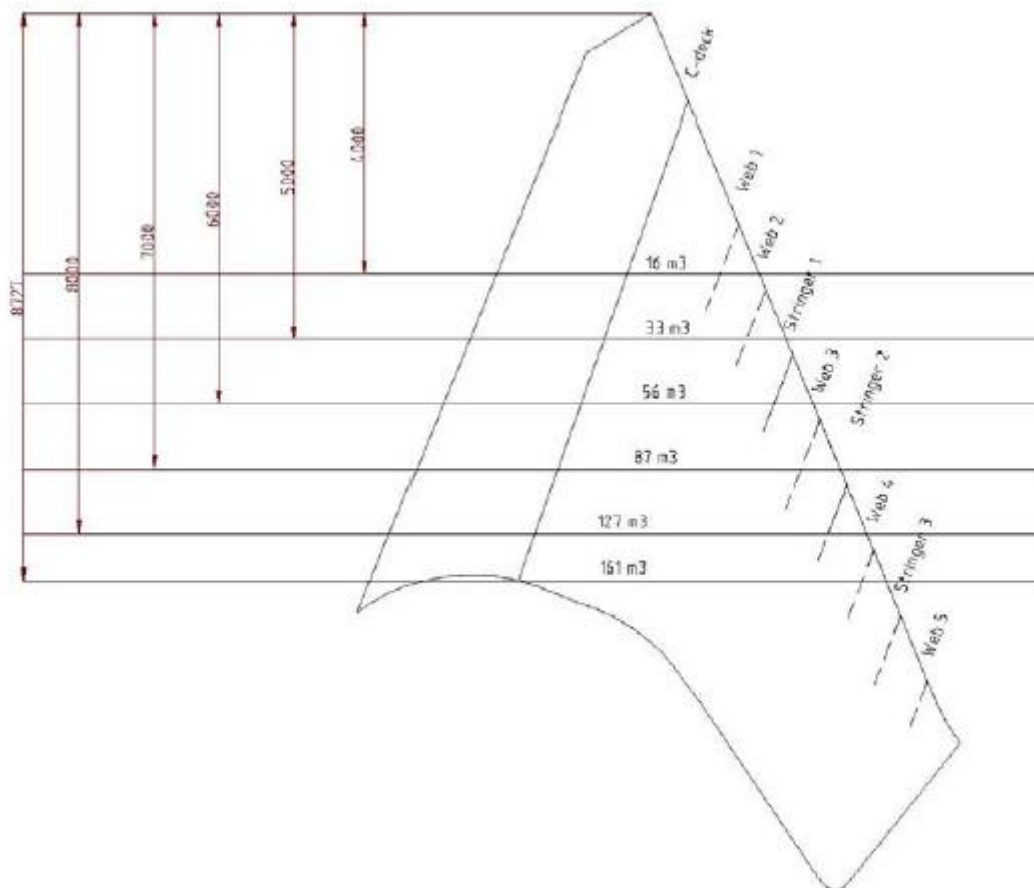


Joonis 2. Arvutatud raskuskeskme ja joonisel esitatud raskuskeskme võrdlus

Väljastatud: 15.12.2021	Viiide: DZ	Fail:	Lehekülg: 5
----------------------------	---------------	-------	----------------

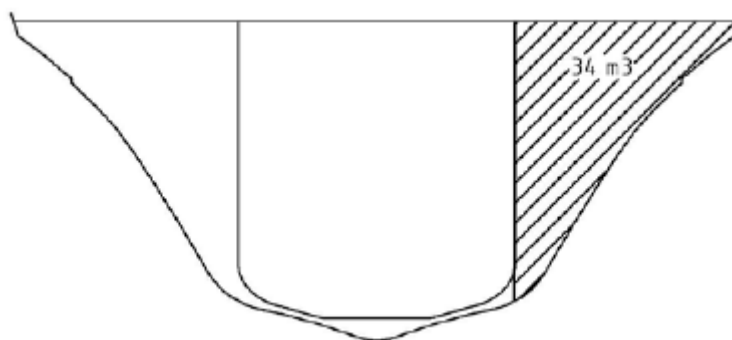
3 Ruumala

Visiiri ja võimalike õhutaskute ruumala hindamiseks tehti visiiri geomeetriast NAPA tarkvaraga 3D-mudel. Ruumala on piiratud välisplaadistuse ja C-tekiga. Joonisel 3 on esitatud maht tasandite kaupa.



Joonis 3. Suletud mahud

Visiiri küljekarbi ruumalaks saadi arvutuslikult 34 m³. Konstruktsioon ei ole veekindel, kuid seal võis tekkida õhutaskuid.



Joonis 4. Küljekarbi ruumala

Väljastatud: 15.12.2021	Viiide: DZ	Fail:	Lehekülg: 6
----------------------------	---------------	-------	----------------

4 Merepõhjast väljatoodud visiiri kaalumine

Pärast aruande esimese versiooni väljaandmist kaaluti merepõhjast väljatoodud vöörivisiiri, kasutades selleks tungraudadele paigutatud koormusandureid. Massiks saadi 65,5 tonni.

5 Kokkuvõte

Nii arvutatud raskuskese kui ka mass erinevad varasemast teabest umbes 10% võrra. Aruande esimese versioonis oli ühe järeldusena välja toodud, et märkimisväärne massi erinevus võiks motiveerida merepõhjast ülestoodud visiiri põhjalikumalt uurima, et tegelik mass kindlaks määrata. Hilisema kaalumise tulemusena saadi massiks 65,5 tonni, mis erineb arvutatud massist umbes 2% võrra.

Visiiri raskuskeskme ja võimalike õhutaskute ruumala põhjal ei saa välistada, et visiir võis teatavatel tingimustel olla ujuvil. Hinnangu kohaselt on võimalik, et visiiril oli õhutaskust tulenevalt piisav üleslükkejõud ja samal ajal raskuskeskme ja ujuvuskeskme vahel vertikaalne eraldatus, mis võis tekitada positiivse püstuvusmomendi. Sellegipoolest sõltub visiiri tegelik käitumine õnnetuse ajal mitmest muust tegurist, nagu lained ja laeva liikumine.

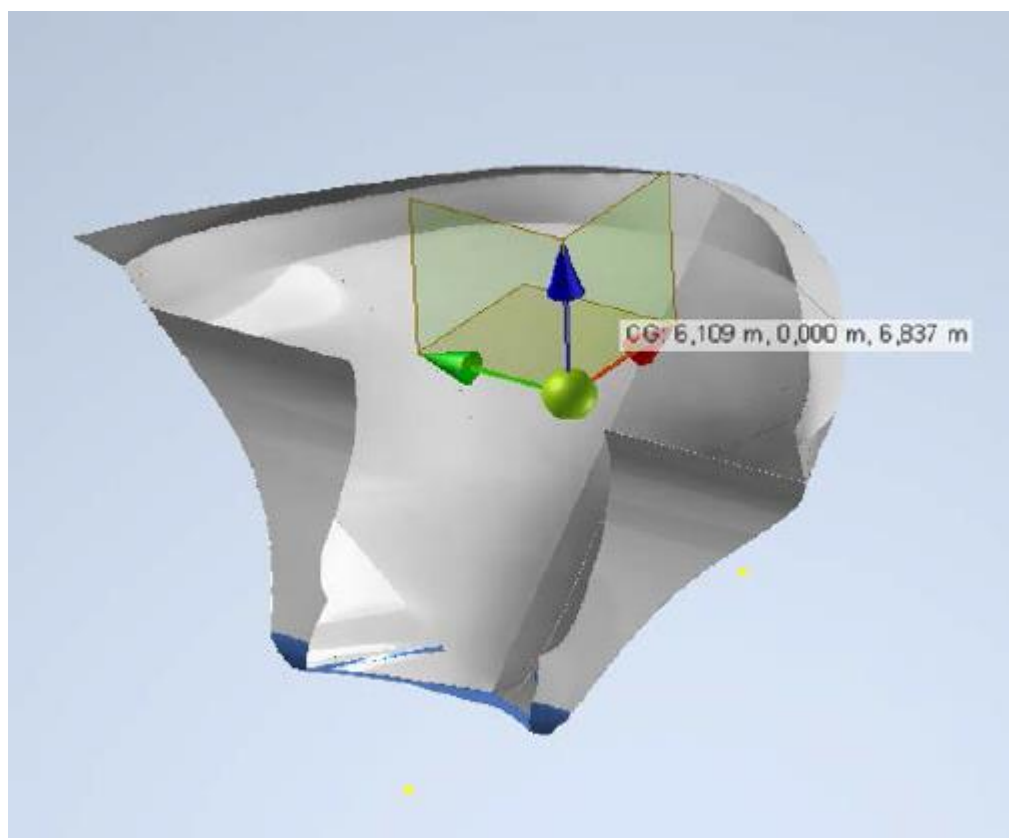
Arvutuste põhjal ei ole võimalik kindlaks teha, kas õhutasku tekiks või mitte, samuti ei ole võimalik täpselt öelda, kui palju õhutasku visiiri uppumist edasi lükkaks.

Väljastatud: 15.12.2021	Viiide: DZ	Fail:	Lehekülg: 7
----------------------------	---------------	-------	----------------

Lisa 1 – Massi ja raskuskeskme arvutamine

Vöörivisiir – Mass ja raskuskesk							
Mass		Raskuskesk					
Sektsioon/osa	Mass (tonn)	VCG DWLst ülalpool		LCG kaarest #156		TCG VP pikitasandist	
		Õlg (m)	Moment (tonm)	Õlg (m)	Moment (tonm)	Õlg (m)	Moment (tonm)
Kaared	11,5	6,47	74,73	4,80	55,36	0,00	0,00
Kaared ja stringerid	13,7	7,13	97,64	5,29	72,40	0,00	0,00
Pikitasandi stringer	1,3	4,43	5,64	5,53	7,04	0,00	0,00
Plaadistus	26,6	6,84	181,77	6,11	162,41	0,00	0,00
Hinge konstruktsioon	10,4	8,09	84,56	3,63	37,89	0,00	0,00
Hüdrosilinder	0,5	7,29	3,53	2,07	1,00	3,40	1,64
Kokku	64,0	6,99	447,86	5,25	336,12	0,03	1,64

Välisplaadistuse 3D CAD-mudel:



Sektsioon/osa	Profil/alamosa	Pindala (m²)	Paksus/pikkus (kg)	Ühikut arv	Mass ühiku kohta (kg)	Pos X (m)	Moment X (kg × m)	Pos Z (m)	Moment Z (kg × m)	Terase tihedus kg/m³	Kogumass
#157	Plaat [9 mm]	0,440	0,009	1	31,10	0,60	18,66	2,31	71,87	7850	31,1
	Äärik (100 × 10)	0,001	1,080	1	8,48	0,60	5,09	2,31	19,59	7850	8,5
	HP (200 × 9)	0,002	1,700	1	31,57	1,20	37,89	2,85	89,99	7850	31,6
#158	Plaat [9 mm]	0,804	0,009	1	56,83	1,20	68,20	2,19	124,35	7850	56,8
	Toru 177,8 × 8	0,004	2,638	1	88,33	1,20	105,99	2,68	236,81	7850	88,3
	Toru 177,8 × 5	0,004	1,615	1	54,08	1,20	64,89	3,50	189,26	7850	54,1
#159	Plaat [9 mm]	1,165	0,009	1	82,31	1,60	131,69	2,15	176,96	7850	82,3
	Äärik (120 × 12)	0,001	1,852	1	20,94	1,60	33,50	2,08	43,54	7850	20,9
	HP (200 × 9)	0,002	2,634	1	48,92	1,60	78,27	3,13	152,93	7850	48,9
#160	Plaat [9 mm]	1,080	0,009	1	76,30	2,40	183,12	1,97	150,47	7850	76,3
	Plaat [9 mm]	0,193	0,009	1	13,64	2,40	32,73	4,06	55,32	7850	13,6
	HP (200 × 9)	0,002	4,588	1	85,21	2,40	204,51	3,73	317,85	7850	85,2
#161	Plaat [10,5 mm]	0,131	0,011	1	10,80	2,40	25,91	5,18	55,91	7850	10,8
	Toru 177,8 × 8	0,004	2,991	1	100,15	2,40	240,36	4,10	410,61	7850	100,1
	Toru 177,8 × 8	0,004	2,557	1	85,62	2,40	205,48	4,10	351,03	7850	85,6
#162	Äärik 120 × 12	0,001	0,761	1	8,60	3,00	25,81	1,82	15,62	7850	8,6
	Plaat [10,5 mm]	0,138	0,011	1	11,37	3,00	34,12	1,31	14,92	7850	11,4
	HP (200 × 9)	0,002	6,484	1	120,43	3,00	361,28	3,38	407,05	7850	120,4
#163	Plaat [10 mm]	0,197	0,010	1	15,46	3,00	46,39	2,49	38,48	7850	15,5
	Plaat [10 mm]	0,197	0,010	1	15,46	3,00	46,39	4,00	61,83	7850	15,5
	Äärik 120 × 12	0,001	1,464	1	16,55	3,00	49,65	4,85	80,20	7850	16,5
#164	Äärik 100 × 10	0,001	1,182	1	9,28	3,00	27,84	4,99	46,30	7850	9,3
	Plaat [9 mm]	1,560	0,009	1	110,21	3,00	330,64	4,99	549,97	7850	110,2
	Plaat [16 mm]	0,199	0,016	1	24,99	3,00	74,98	5,79	144,67	7850	25,0
#165	Plaat [16 mm]	0,380	0,016	1	47,73	3,00	143,18	8,89	424,06	7850	47,7
	Äärik 160 × 22	0,004	1,242	1	34,32	3,00	102,96	8,66	297,20	7850	34,3
	Äärik 160 × 22	0,004	0,918	1	25,37	3,00	76,10	8,75	221,95	7850	25,4
#166	Plaat [10,5 mm]	0,202	0,011	1	16,65	3,60	59,94	2,20	36,63	7850	16,6
	Plaat [10 mm]	0,203	0,010	1	15,94	3,60	57,37	2,90	46,21	7850	15,9
	Plaat [10 mm]	0,286	0,010	1	22,45	3,60	80,82	4,83	108,48	7850	22,5
#167	HP (200 × 9)	0,002	9,484	1	176,15	3,60	634,13	5,13	903,64	7850	176,1
	Plaat [9 mm]	0,428	0,009	1	30,24	3,60	108,86	5,59	169,03	7850	30,2
	Plaat [16 mm]	2,505	0,016	1	314,63	3,60	1132,66	7,26	2282,63	7850	314,6
#168	HP (200 × 9)	0,002	4,050	1	75,22	3,60	270,80	8,41	632,61	7850	75,2
	Jäikusribi (270 × 10,5)	0,064	0,011	2	5,28	3,60	37,98	8,26	87,14	7850	10,6
	Jäikusribi (300 × 9)	0,052	0,009	2	3,69	3,60	26,55	5,60	41,33	7850	7,4
#169	Jäikusribi (300 × 9)	0,052	0,009	2	3,69	3,60	26,55	6,01	44,29	7850	7,4
	Jäikusribi (200 × 9)	0,035	0,009	2	2,46	3,60	17,70	5,80	28,50	7850	4,9
	Toru 177,8 × 8	0,004	3,148	1	105,41	3,60	379,46	5,78	608,82	7850	105,4
#170	Toru 177,8 × 8	0,004	2,501	1	83,74	3,60	301,47	5,80	485,37	7850	83,7
	Plaat [10,5 mm]	0,225	0,011	1	18,55	4,20	77,89	2,73	50,70	7850	18,5
	Äärik (120 × 12)	0,001	1,487	1	16,81	4,20	70,60	3,42	57,44	7850	16,8
#171	Plaat [10 mm]	0,349	0,010	1	27,40	4,20	115,07	3,95	108,11	7850	27,4
	HP (200 × 9)	0,002	3,415	1	68,43	4,20	266,39	7,75	237,85	7850	68,4
	HP (200 × 9)	0,002	3,630	1	67,42	4,20	283,17	6,87	463,18	7850	67,4
#172	Plaat [10 mm]	1,003	0,010	1	78,74	4,20	330,69	5,44	428,64	7850	78,7
	Äärik (100 × 10)	0,001	0,671	1	5,27	4,20	22,12	5,25	27,65	7850	5,3
	Äärik (100 × 10)	0,001	0,864	1	6,78	4,20	28,49	5,96	40,42	7850	6,8
#173	Plaat [16 mm]	2,080	0,016	1	261,25	4,20	1097,24	7,52	1964,58	7850	261,2
	HP (200 × 9)	0,002	3,692	1	68,57	4,20	288,00	8,23	564,48	7850	68,6
	Jäikusribi (270 × 10,5)	0,064	0,011	1	5,28	4,20	22,16	8,09	42,68	7850	5,3
#174	Plaat [10,5 mm]	0,308	0,011	1	25,39	4,80	121,86	4,03	102,28	7850	25,4
	HP (200 × 9)	0,002	2,655	1	49,31	4,80	236,70	4,80	236,70	7850	49,3
	Äärik (150 × 15)	0,002	2,000	1	35,33	4,80	169,56	4,53	159,92	7850	35,3
#175	Plaat [10 mm]	0,383	0,010	1	30,07	4,80	144,31	5,86	176,27	7850	30,1
	HP (200 × 9)	0,002	3,774	1	70,09	4,80	336,46	7,41	519,40	7850	70,1
	HP (200 × 9)	0,002	3,266	1	60,66	4,80	291,17	8,77	531,99	7850	60,7
#176	Äärik (100 × 10)	0,001	0,555	1	4,36	4,80	20,91	5,86	25,54	7850	4,4
	Plaat [16 mm]	0,016	1,956	1	245,67	4,80	1179,23	8,03	1973,00	7850	245,7
	Jäikusribi (270 × 10,5)	0,064	0,011	1	5,28	4,80	25,32	8,63	45,51	7850	5,3
#177	Plaat [10,5 mm]	0,237	0,011	1	19,53	5,40	105,49	4,22	82,34	7850	19,5
	HP (200 × 9)	0,002	2,192	1	40,71	5,40	219,85	4,75	193,38	7850	40,7
	Jäikusribi (200 × 15)	0,003	2,185	1	51,46	5,40	277,87	4,86	250,03	7850	51,5
#178	Plaat [10 mm]	0,313	0,010	1	24,57	5,40	132,68	5,43	133,34	7850	24,6
	Plaat [16 mm]	1,978	0,016	1	248,44	5,40	1341,56	7,46	1853,34	7850	248,4
	Jäikusribi (400 × 10)	0,086	0,010	1	7,54	5,40	40,69	5,74	43,29	7850	7,5
#179	Plaat [10 mm]	0,089	0,010	1	6,99	5,40	37,73	6,00	41,92	7850	7,0
	HP (200 × 9)	0,002	3,329	1	61,83	5,40	333,88	7,07	437,20	7850	61,8
	Jäikusribi (270 × 10,5)	0,064	0,011	2	5,28	5,40	56,97	8,06	85,07	7850	10,6
#180	HP (200 × 9)	0,002	2,814	1	52,26	5,40	282,23	8,15	426,06	7850	52,3
	Plaat [9 mm]	1,553	0,009	1	109,72	6,00	658,32	6,35	696,72	7850	109,7
	Äärik (120 × 12)	0,001	3,000	1	33,91	6,00	203,47	6,43	217,95	7850	33,9
#181	Plaat [16 mm]	1,755	0,016	1	220,43	6,00	1322,57	8,58	1891,27	7850	220,4
	Plaat [9 mm]	2,818	0,009	1	199,09	6,00	1194,55	8,62	1715,77	7850	199,1
	Plaat [9 mm]	1,075	0,009	1	75,95	6,00	455,69	9,05	687,64	7850	75,9
#182	Toru 177,8 × 8	0,004	0,522	1	17,48	6,00	104,87	8,58	149,96	7850	17,5
	Jäikusribi (300 × 9)	0,052	0,009	1	3,69	6,00	22,13	8,60	31,72	7850	3,7
	Äärik (150 × 15)	0,002	3,190	1	56,34	6,00	338,06	8,82	497,06	7850	56,3
#183	Plaat [9 mm]	2,260	0,009	1	159,67	6,60	1053,82	8,14	1299,71	7850	159,7
	Plaat [9 mm]	2,420	0,009	1	170,97	6,60	1128,42	6,35	1085,68	7850	171,0
	HP (200 × 9)	0,002	2,954	1	54,86	6,60	362,11	8,58	470,74	7850	54,9
#184	Äärik 120 × 12	0,001	5,876	1	66,42	6,60	438,39	7,00	464,96	7850	66,4
	Plaat [9 mm]	0,400	0,009	1	28,26	6,60	186,52	8,40	237,38	7850	28,3
	Plaat [10,5 mm]	0,328	0,011	1	27,04	7,20	194,65	5,69	153,83	7850	27,0
#185	Jäikusribi (200 × 15)	0,003	2,035	1	47,92	7,20	345,05	6,31	302,16	7850	47,9
	HP (200 × 9)	0,002	4,360	1	80,98	7,20	583,05	6,83	553,08	7850	81,0
	Jäikusribi (270 × 10,5)	0,064	0,011	1	5,28	7,20	37,98	8,10	42,73	7850	5,3
#186	HP (200 × 9)	0,002	4,984	1	92,57	7,20	666,49	8,25	763,69	7850	92,6
	Plaat [10,5]	0,268	0,011	1	22,09	7,80	172,30	7,07	156,22	7850	22,1
	Jäikusribi (200 × 15)	0,003	2,411	1	56,78	7,80	442,88	7,69	436,74	7850	56,8
#187	HP 200 × 9	0,002	2,983	1	55,40	7,80	432,15	7,86	435,47	7850	55,4
	HP 180 × 8	0,002	4,468	1	66,15	7,80	515,96	8,91	589,39	7850	66,1
	Plaat [9 mm]	0,480	0,009	1	33,91	7,80	264,51	8,74	296,29	7850	33,9
#188	Jäikusribi (270 × 10,5)	0,064	0,011	1	5,28	7,80	41,15	8,76	46,23	7850	5,3
	Plaat [9 mm]	1,520	0,009	1	107,39	8,40	902,06	8,64	927,83	7850	

Sektsioon/osa	Jäikusribi	Pindala (m2)	Paksus/pikkus (m)	Ühikute arv kohta (kg)	Mass ühiku	Pos X (m)	Moment X (kg × m)	Pos Z (m)	Moment Z (kg × m)	Terase tihedus kg/m3	Kogumass
Liittala 5	Plaat [10 mm]	0,544	0,010	1	42,70	3,30	140,71	1,87	79,86	7850	42,7
	Jäikusribi 120 × 12	0,001	0,900	1	10,17	3,01	30,61	1,87	19,02	7850	10,2
Stringer 3	Plaat [10 mm]	1,318	0,010	1	103,46	3,93	406,92	2,62	271,07	7850	103,5
	Jäikusribi 120 × 12	0,001	1,511	1	17,08	3,47	59,32	2,62	44,75	7850	17,1
Liittala 4	Plaat [10 mm]	2,265	0,010	1	177,80	4,45	791,04	3,37	599,19	7850	177,8
	HP 120 × 6	0,001	1,193	1	8,73	4,55	39,67	3,37	29,41	7850	8,7
Stringer 2	Jäikusribi 200 × 15	0,003	2,162	1	50,92	3,90	198,57	3,37	171,58	7850	50,9
	Plaat [10 mm]	1,957	0,010	1	153,62	5,32	816,51	4,12	632,93	7850	153,6
	Jäikusribi 200 × 15	0,003	2,188	1	51,53	4,92	253,26	4,12	212,29	7850	51,5
	HP 120 × 6	0,001	1,129	1	8,26	5,58	46,12	4,12	34,03	7850	8,3
Liittala 3	Plaat [10 mm]	2,632	0,010	1	206,61	6,15	1270,04	4,87	1006,20	7850	206,6
	Jäikusribi 200 × 15	0,003	2,588	1	60,95	5,51	336,00	4,87	296,81	7850	60,9
	HP 120 × 6	0,001	2,324	1	17,00	6,14	104,31	4,87	82,80	7850	17,0
Stringer 1	Toru 177,8 × 8	0,004	2,653	1	88,83	4,41	391,92	5,62	499,23	7850	88,8
	Toru 177,8 × 8	0,004	1,850	1	61,94	5,73	354,63	5,62	348,12	7850	61,9
	Plaat [9 mm]	0,108	0,009	1	7,63	6,07	35,63	5,62	42,88	7850	7,6
	Plaat [10 mm]	3,930	0,010	1	308,51	6,60	1851,03	5,62	1733,80	7850	308,5
	Jäikusribi 300 × 9	0,350	0,009	1	24,73	4,19	103,58	5,62	138,97	7850	24,7
	Jäikusribi 300 × 9	0,350	0,009	1	24,73	4,61	114,07	5,62	138,97	7850	24,7
	Plaat [9 mm]	0,044	0,009	1	3,11	6,30	19,57	5,62	17,47	7850	3,1
	HP 120 × 6	0,001	1,164	1	8,52	7,08	60,29	5,62	47,86	7850	8,5
	Jäikusribi 150 × 15	0,002	1,662	1	29,36	6,50	190,72	5,62	164,98	7850	29,4
	Jäikusribi 150 × 15	0,002	3,896	1	68,81	5,11	351,84	5,62	386,73	7850	68,8
Liittala 2	Toru 177,8 × 8	0,004	3,007	1	100,68	4,83	485,90	6,37	641,36	7850	100,7
	Toru 177,8 × 8	0,004	2,185	1	73,16	6,10	446,57	6,37	466,03	7850	73,2
	Plaat [9 mm]	0,108	0,009	1	7,63	6,04	38,47	6,37	48,60	7850	7,6
	Plaat [10 mm]	6,220	0,010	1	488,25	5,50	3173,65	6,37	3110,18	7850	488,3
	Jäikusribi 150 × 15	0,002	4,775	1	84,34	5,73	483,43	6,37	537,24	7850	84,3
	HP 120 × 6	0,001	1,233	1	9,02	7,84	70,74	6,37	57,46	7850	9,0
	Jäikusribi 300 × 9	0,350	0,009	1	24,73	7,05	174,33	6,37	157,51	7850	24,7
Liittala 1	Plaat [9 mm]	0,187	0,009	1	13,21	5,48	72,43	7,12	94,07	7850	13,2
	Toru 177,8 × 8	0,004	3,080	1	103,13	5,24	540,08	7,12	734,27	7850	103,1
	Jäikusribi 300 × 9	0,350	0,009	1	24,73	7,83	193,49	7,12	176,06	7850	24,7
	Toru 177,8 × 8	0,004	2,487	1	83,27	6,88	573,25	7,12	592,90	7850	83,3
	Jäikusribi 150 × 15	0,002	2,850	1	50,34	7,23	364,10	7,12	358,41	7850	50,3
	Jäikusribi 300 × 9	0,350	0,009	1	24,73	5,05	124,80	7,12	176,06	7850	24,7
	Jäikusribi 300 × 9	0,350	0,009	1	24,73	5,46	135,06	7,12	176,06	7850	24,7
	Jäikusribi 150 × 15	0,002	1,464	1	25,86	8,00	206,86	7,12	184,11	7850	25,9
	Jäikusribi 150 × 15	0,002	2,812	1	49,67	8,30	412,24	7,12	353,63	7850	49,7
	Plaat [10 mm]	8,015	0,010	1	629,18	7,00	4404,24	7,12	4479,74	7850	629,2
C-tekk	Plaat [8 mm]	45,022	0,008	1	2827,38	4,55	12864,59	8,43	23834,83	7850	2827,4
	Plaat [10 mm]	3,240	0,010	1	254,34	9,26	2355,19	8,43	2144,09	7850	254,3
	Plaat [15 mm]	1,900	0,015	1	223,73	1,26	281,89	8,43	1886,00	7850	223,7
	Äärik 100 × 15	0,002	1,570	1	18,49	1,37	25,23	8,43	155,84	7850	18,5
	HP 120 × 7	0,001	2,494	1	20,60	1,98	40,72	8,43	173,62	7850	20,6
	HP 120 × 7	0,001	2,494	1	20,60	2,81	57,96	8,43	173,62	7850	20,6
	HP 160 × 7	0,001	2,494	1	28,58	4,00	114,45	8,43	240,96	7850	28,6
	HP 140 × 7	0,001	3,115	1	30,39	4,56	138,51	8,43	256,23	7850	30,4
	HP 200 × 9	0,002	2,072	1	38,48	1,18	122,49	8,43	324,42	7850	38,5
	HP 140 × 7	0,001	2,385	1	23,27	9,70	225,64	8,43	196,18	7850	23,3
VAHESUMMA (üks külg) KOKKU	HP 140 × 7	0,001	1,118	1	10,91	9,94	108,40	8,43	91,96	7850	10,9
						5,29	36201,11	7,13	48820,43		6848,4 13696,83663

Section/Part	Profile /Subpart	Area (m2)	Thickness/length (m)	Units	Weight per unit (kg)	Pos X (m)	Moment X (kg * m)	Pos Z (m)	Moment Z (kg * m)	Steel density kg/m3	Tot weight
Plate [9 mm]	6,127	0,009	1	432,87	6,20	2683,81	4,57	1978,23	7850	432,9	
Plate [9 mm]	1,350	0,009	1	95,38	8,68	827,88	8,13	775,42	7850	95,4	
Ladder FB 150 x 15	0,002	5,950	2	105,09	4,17	876,89	3,88	815,09	7850	210,2	
Ladder FB 150 x 15	0,002	2,771	2	48,94	7,22	707,03	7,27	711,14	7850	97,9	
Profile 200 x 140	0,028	1,116	1	245,30	3,55	869,58	1,58	388,55	7850	245,3	
HP 140 x 7	0,001	1,484	1	14,48	10,58	153,22	9,70	140,50	7850	14,5	
Profile 100 x 8	0,087	0,008	1	5,46	2,46	13,43	1,46	7,97	7850	5,5	
Pipe 177,8 x 8	0,004	0,928	1	31,07	2,99	92,84	2,71	84,24	7850	31,1	
Pipe 177,8 x 8	0,004	0,928	1	31,07	4,31	134,05	4,19	130,07	7850	31,1	
Pipe 177,8 x 8	0,004	0,928	1	31,07	5,69	176,80	5,67	176,03	7850	31,1	
Plate [8 mm]	0,096	0,008	1	6,00	3,53	21,20	2,63	15,80	7850	6,0	
Plate [8 mm]	0,028	0,008	1	1,76	4,27	7,50	3,48	6,12	7850	1,8	
Plate [8 mm]	0,090	0,008	1	5,65	5,07	28,66	4,16	23,49	7850	5,7	
Plate [8 mm]	0,090	0,008	1	5,65	5,78	32,66	4,86	27,47	7850	5,7	
Plate [8 mm]	0,199	0,008	1	12,50	6,53	81,57	5,71	71,30	7850	12,5	
Plate [8 mm]	0,128	0,008	1	8,04	7,45	59,87	6,42	51,57	7850	8,0	
Plate [8 mm]	0,073	0,008	1	4,58	8,10	37,12	7,00	32,08	7850	4,6	
Plate [8 mm]	0,155	0,009	1	10,95	9,14	100,08	7,98	87,38	7850	11,0	
Plate [8 mm]	0,068	0,008	1	4,27	11,29	48,23	9,63	41,11	7850	4,3	
Stiffener 100 x 8	0,001	0,120	2	0,75	2,38	3,59	1,55	2,33	7850	1,5	
Stiffener 150 x 15	0,002	0,120	2	2,12	3,42	14,48	2,70	11,45	7850	4,2	
Stiffener 150 x 15	0,002	0,120	2	2,12	4,99	21,14	4,18	17,71	7850	4,2	
Stiffener 150 x 15	0,002	0,120	2	2,12	5,58	23,64	4,98	21,11	7850	4,2	
Stiffener 150 x 15	0,002	0,120	2	2,12	6,46	27,38	5,59	23,70	7850	4,2	
Stiffener 100 x 10	0,001	0,001	2	0,01	8,92	0,14	7,91	0,12	7850	0,0	

Sektsioon/osa	Profiil/alamosa	Pindala (m2)	Paksus/pikkus (m)	Ühikute arv	Mass ühiku kohta (kg)	Pos X (m)	Moment X (kg × m)	Pos Z (m)	Moment Z (kg × m)	Pos Y (m)	Moment Y (kg × m)	Terastihedus kg/m3	Kogumass
Hüdrosilinder	Kolvivars	0,016	3,100	1	396,12	2,00	792,24	7,40	2931,28	3,40	1346,81	7850	396,1
	Silinder	0,008	1,400	1	87,65	2,40	210,36	6,80	596,03	3,40	298,02	7850	87,7
KOKKU						2,07	1002,60	7,29	3527,32	3,40	1644,82		483,8