



Voorontwerp kadeconstructie

Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal

Mepavex Logistics B.V.

15 april 2022

Project Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever Mepavex Logistics B.V.

Document Voorontwerp kadeconstructie
Status Definitief
Datum 15 april 2022
Referentie 115018/22-005.679

Projectcode 115018
Projectleider ir. G.R. Spaargaren
Projectdirecteur ir. G. Hamoen

Auteur(s) ing. M.D. Mascini
Gecontroleerd door ir. T.J. van der Wel, ir. M.W. Fousert
Goedgekeurd door ir. G.R. Spaargaren

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	6
1.1	Doel van dit rapport	6
1.2	Toelichting van het project	6
1.3	Kadeconstructie	7
1.4	Leeswijzer	7
1.5	Afkortingen	7
2	OMSCHRIJVING VAN DE KADEMUUR	8
2.1	Geometrie kademuur	8
3	UITGANGSPUNTEN	9
3.1	Referenties	9
3.2	Normen en richtlijnen	9
3.3	Geometrie	9
3.4	Waterniveaus	10
3.5	Veiligheidsfilosofie en ontwerplevensduur	10
3.6	Geotechnische parameters	11
3.7	Materiaaleigenschappen	12
	3.7.1 Constructiestaal	12
	3.7.2 Beton	13
3.8	Milieuklasse en betondekking	14
3.9	Conservering en corrosie	14
3.10	Belastingen geotechnisch ontwerp	15
3.11	Belastingen constructief ontwerp	16
	3.11.1 DekslAAF	16
	3.11.2 Gording	16
3.12	Belastingcombinaties	18
	3.12.1 Damwandconstructie	18
	3.12.2 Belastingcombinaties gording	19
3.13	Software	19

4	GEOTECHNISCH ONTWERP	20
4.1	Ontwerp hoofdwand	20
4.1.1	Verankering hoofdwand	20
4.1.2	Fasering	21
4.1.3	Resultaten damwand berekening	22
4.2	Ontwerp vleugelwanden	24
4.2.1	Eigenschappen grondkerende constructie - vleugelwand	24
4.2.2	Verankering vleugelwand	25
4.2.3	Fasering vleugelwand	25
4.2.4	Resultaten vleugelwand berekening	26
4.2.5	Getrapt verloop vleugelwand	27
4.3	Gording	27
4.3.1	Model	27
4.3.2	Resultaten	28
5	CONSTRUCTIEF ONTWERP	29
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	30
	Laatste pagina	30
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Hoofdwand	92
II	Vleugelwand	31
III	SCIA-rapport Gording	28

REVISIEBEHEER

De onderstaande tabel geeft een overzicht de revisies van het voorliggende document.

Tabel 1.1 Overzicht met revisies

Status	Revisie	Datum	Wijzigingen
Concept	01	11 maart 2020	Eerste uitgave

1

INLEIDING

1.1 Doel van dit rapport

Dit rapport beschrijft het voorontwerp van de kademuur behorende bij het project Markiezaat Container Terminal. De container terminal zal in Bergen op Zoom worden aangelegd. Het rapport bevat het voorontwerp van de hoofdwand en vleugelwanden en de bijbehorende verankering en ook het voorontwerp van de gording en de betonksp.

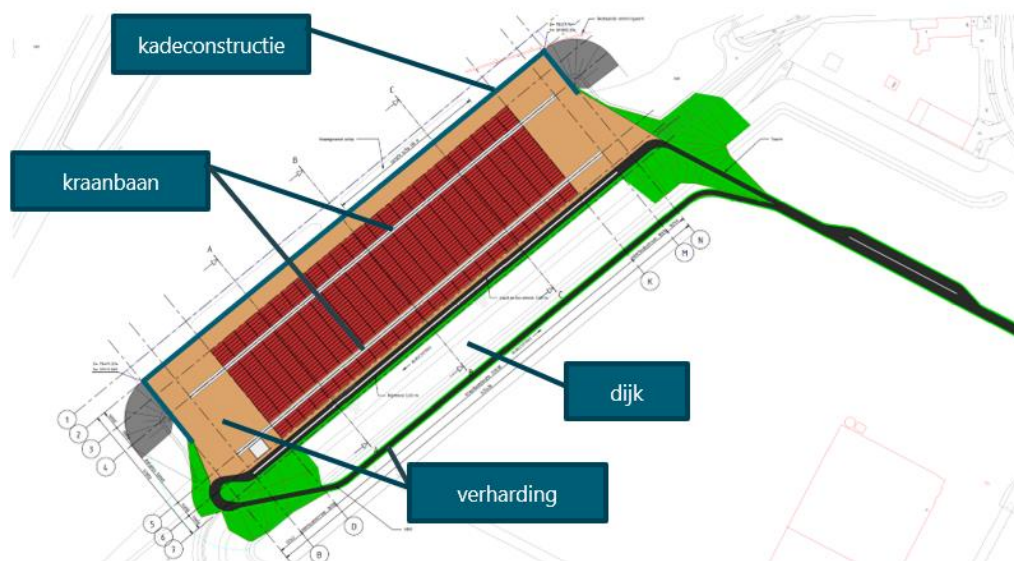
1.2 Toelichting van het project

Mepavex Logistics is voornemens een nieuwe containerterminal aan te leggen met een ruimte voor circa 3.000 2TEU containers in Bergen op Zoom. Binnen het ontwerp kunnen de volgende onderdelen worden onderscheiden:

- kadeconstructie;
- kraanbaan;
- verharding;
- waterkering (dijk).

Deze onderdelen zijn schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 Schematische weergave projectonderdelen



1.3 Kadeconstructie

De kade zal worden uitgevoerd als een verankerde damwand met een betonschort tot NAP -1,40 m. De kademuur heeft een lengte van circa 425 m (exclusief vleugelwanden), afmeren zal langs de gehele kade kunnen. De terminal neemt niet de functie als primaire waterkering over. Deze functie zal behouden blijven aan de achterliggende dijk.

1.4 Leeswijzer

Dit document bestaat uit de volgende onderdelen:

- een omschrijving van de kademuur (hoofdstuk 2);
- een overzicht van de randvoorwaarden en uitgangspunten (hoofdstuk 3);
- de VO-berekeningsresultaten van de damwandconstructie (hoofdstuk 4);
- het constructief ontwerp van de deksloof (hoofdstuk 5);
- conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten (hoofdstuk 6).

1.5 Afkortingen

Tabel 1.1 Afkorting en betekenis

Afkorting	Betekenis
BGT	Bruikbaarheids Grens Toestand
CUR	Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving
IGT	Incidentele Grens Toestand
NGD	Nautisch Gegarandeerde Diepte
TPvE	Technisch Programma van Eisen
UGT	Uiterste Grens Toestand

2

OMSCHRIJVING VAN DE KADEMUUR

2.1 Geometrie kademuur

De 425 m lange kademuur bestaat een verankerde damwandconstructie met aan de voorzijde een betonschort. Er is ook gekeken naar de optie van een verankerde combiwand. Deze optie zou echter duurder uitpakken dan een damwand en is daarom niet verder uitgewerkt in dit rapport.

De damwand bestaat uit damwandplanken van het type AZ36-700N (S355). De bovenkant van de kademuur (bovenkant deksloof) bevindt zich op NAP +3,50 m. Het puntniveau van de damwandplanken is vastgesteld op NAP -19,00 m. Tot een niveau van NAP -1,40 m zal de wand worden voorzien van een betonnenschort. Hiermee krijgt de kade eenzelfde uitstraling als de bestaande kademuur in de Theodorushaven. Het betonschort zorgt tevens voor corrosiebescherming in de zuurstofrijke zone van de damwand. Om het betonschort tegen aanvaring te beschermen zal deze voorzien worden van UHMW-PE-panelen. Voor de veiligheid worden drenkelingenladders aangebracht, h.o.h. circa 30 m. Voor het afmeren dienen er bolders met een capaciteit van 600 kN worden toegepast met een h.o.h. afstand van 15 m, op een afstand van minimaal 0,5 m vanaf de voorkant van de kade.

Het ankersysteem bestaat uit groutankers met een doorsnede $\varnothing 82,5 \times 20,0$ mm met een h.o.h. afstand van 2,80 m. De krachtswerking tussen de damwand en de groutankers wordt ingeleid door een gording van het type HEB500 staalkwaliteit S355.

Het constructieve deel van de betonnen kesp heeft een vierkante doorsnede met een hoogte en breedte van minimaal 800 mm. In het DO zal worden bepaald of er meer ruimte nodig is om alle kademeubilair op te kunnen nemen, waarbij opgemerkt wordt dat een grotere breedte gunstig is voor de constructieve uitwerking van de deksloof.

Opgemerkt dient te worden dat er bij het verschijnen van dit VO nog geen volledig grondonderzoek beschikbaar was. Het in dit rapport gepresenteerde ontwerp is gebaseerd op het beschikbare onderzoek. In de Definitief Ontwerp (DO) fase zal een nadere analyse uitgevoerd moeten worden op de aanvullende gegevens, waardoor het risico bestaat dat het ontwerp wijzigt.

3

UITGANGSPUNTEN

3.1 Referenties

- 1 Markiezaat Container Terminal, Technisch Programma van Eisen, 115018, Witteveen+Bos, september 2019.
- 2 Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 6 november 2019.
- 3 Verhandelingsadvies Markiezaat Container Terminal, 115018, Witteveen+Bos, december 2019.

3.2 Normen en richtlijnen

Normen

- 4 NEN-EN 1990+A1+C2/NB(NL) Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp, december 2011.
- 5 NEN-EN 1992-1-1+C2/NB(NL) Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies -Deel 1 - 1: Algemene regels en regels voor gebouwen, november 2011.
- 6 NEN-EN 1993-1-1+C2/NB(NL) Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen.
- 7 NEN-EN 1993-1-6, Eurocode 3 Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 1-6: sterkte en stabiliteit van schaalconstructies.
- 8 NEN-EN 1993-5, Eurocode 3 Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 5: palen en damwanden, februari 2008.
- 9 NEN-EN 1997-1+C1+A1/NB(nl) Nationale bijlage bij Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels, juli 2019.
- 10 NEN 9997-1+C2 (nl): Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels, november 2017.

Richtlijnen

- 11 SBRCURnet, 2012, Aanbeveling 166 damwandconstructies deel 1 en 2.
- 12 SBRCURnet, 2013, Publication 211E, Quay Walls, second edition.

3.3 Geometrie

Het huidige bodemniveau ter plekke van de kademuur varieert van circa, NAP -2 m tot -4 m. Conform het TPvE wordt de Nautisch Gegarandeerde Diepte NAP -4,85 m [ref. 1]. In onderstaande tabel 3.1 is de constructiediepte voor een situatie met bodembescherming en een situatie zonder bodembescherming bepaald.

Tabel 3.1 Bepaling constructiediepte

Opbouw constructiediepte	Met bodembescherming [m]	Zonder bodembescherming [m]
NGD (Nautisch Gegarandeerde Diepte)	NAP -4,85	NAP -4,85

Opbouw constructiediepte	Met bodembescherming [m]	Zonder bodembescherming [m]
onderhoudsmarge	0,50	0,50
toleranties bodembescherming	0,50	-
bovenkant bodembescherming	NAP -5,85	-
dikte bodembescherming (aanname)	0,50	-
baggerdiepte	-	0,50
baggertolerantie		0,50
ontgroning (erosie)	-	2,00
roergrens	NAP -6,35	NAP -8,35
marge tot constructiediepte	0,50	0,50
constructiediepte	NAP -6,85	NAP -8,85 (NAP -9,50)*

Er wordt gerekend met een constructiediepte van NAP -6,85 m bij toepassing van bodembescherming. Uit de beschikbare grondgegevens blijkt dat er een veenlaag aanwezig is op een diepte variërend van circa NAP -8,00 m tot NAP -9,50 m [ref. 2]. Indien er wordt gekozen om geen bodembescherming toe te passen zal deze laag mogelijk opdrijven of wegspoelen. Er wordt daarom gerekend met een constructiediepte van NAP -9,50 m voor een constructie zonder bodembescherming.

3.4 Waterniveaus

De onderstaande tabel bevat een overzicht van de waterstanden en hun over-/onderschrijdingsfrequentie.

Tabel 3.2 Waterstanden in het Tienjarig Overzicht 1981-1990, RWS

Over-/onderschrijdingsfrequentie	Waterstand
hoogste*	NAP + 1,20 m
gemiddeld	NAP + 0,14 m
laagste	NAP 0,0 m (NAP -0,3 m**)

* In de toekomst wordt het Volkerak-Zoommeer mogelijk ingezet als waterberging waardoor de hoogste waarde kan worden overschreden.

**Voorafgaand aan inzet van het Volkerak-Zoommeer als waterberging zal het peil minimaal NAP - 0,30 m worden.

3.5 Veiligheidsfilosofie en ontwerplevensduur

De ontwerplevensduur van de nieuwe kadeconstructie bedraagt 50 jaar, zonder groot preventief en correctief onderhoud. Aangezien de kadeconstructie niet als primaire waterkering zal functioneren valt de grondkerende constructie in gevolgklasse CC2.

Grondkerende constructies dienen te worden ontworpen conform Eurocode 7, RC2. Bijhorende partiële factoren voor de grondparameters zoals gebruikt in D-Sheet Piling zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Partiele factoren voor grondparameters [NEN 9997-1 tabel A.4b]

Grondparameters		Partiele veiligheidsfactor
hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,175*
effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	1,25
stijfheid	γ_E	1,30

* Factor toegepast op $\tan\varphi$.

Voor de belastingen op de damwand zijn de partiele factoren zoals aangegeven in tabel 3.4 toegepast.

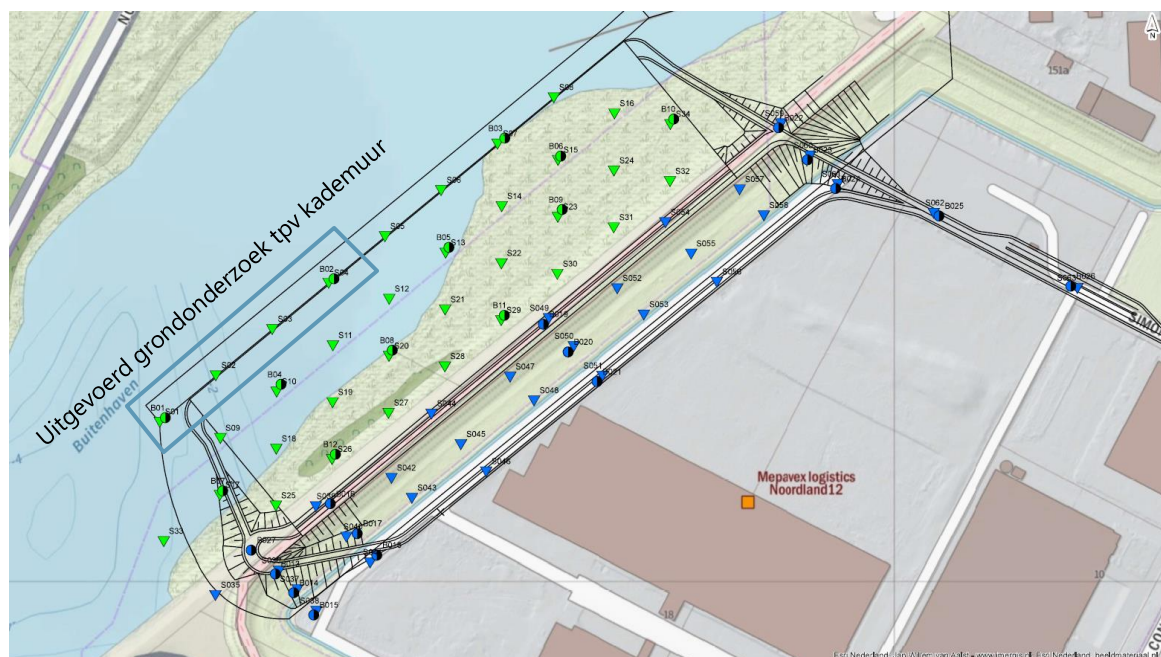
Tabel 3.4 Partiele factoren belastingen [NEN 9997-1 tabel A.3]

Belasting		Symbol	Waarde
permanent	ongunstig	$\gamma_{G,ongunstig}$	1,00
	gunstig	$\gamma_{G,gunstig}$	1,00
veranderlijk	ongunstig	$\gamma_{Q,ongunstig}$	1,10
	gunstig	$\gamma_{Q,gunstig}$	0,00

3.6 Geotechnische parameters

De in de berekeningen gehanteerde grondprofielen zijn gebaseerd op het geotechnisch onderzoek dat is uitgevoerd door MOS Grondmechanica. Door beperkte toegang tot het terrein is het (nog) niet mogelijk geweest het gehele grondonderzoek uit te voeren. Momenteel zijn enkel de sonderingen en boringen zoals aangegeven in afbeelding 3.1 beschikbaar.

Afbeelding 3.1 Status uitgezet grondonderzoek



Dit geotechnische bodemonderzoek is uitgevoerd in september tot oktober 2019 en bestaat uit verschillende sonderingen en boringen, waarvan de sonderingen S01 tot S04 en boringen B01 en B02 ter plaatse van de geprojecteerde locatie van de kademuur zijn uitgevoerd [ref. 2]. In de sondering S04 is een dik pakket los gepakte zandlagen te zien tussen NAP -3,5 m en NAP -15 m. Omdat sonderingen S01 tot en met S03 een aanzienlijk betere pakking laten zien in deze zone, is ervoor gekozen de grondopbouw zoals verkregen uit sondering S04 als maatgevend aan te houden.

Opgemerkt dient te worden dat in sondering S03 een veenlaag van bijna 3 m dik te zien is tussen NAP -3 m en -6 m. Gezien de te realiseren waterdiepte in de toekomst, zal dit geen gevolgen hebben voor de passieve weerstand uit de ondergrond, echter door ophoging van het maaiveld aan de actieve (land) zijde van de wand zal deze laag mogelijk lokaal tot zettingen kunnen leiden. Omdat de exacte aanpak met betrekking tot zettingen nog niet is bepaald én er slechts heel beperkt grondonderzoek beschikbaar is, is deze veenlaag in het VO nog buiten beschouwing gelaten. In de DO-fase zal geanalyseerd moeten worden of er lokaal maatregelen nodig zijn om zettingsverschillen te voorkomen.

De gehanteerde grondparameters behorend bij het grondprofiel afgeleid uit sondering S04 zijn opgenomen in tabel 3.5. Uit het grondonderzoek blijkt dat er een veenlaag aanwezig is op een diepte variërend tussen NAP -8,00 m en NAP -9,50 m. Voor het DO zal de rest van het grondonderzoek uit moeten worden gevoerd om een correcte inschatting te kunnen maken van het verloop van deze veenlaag en eventuele gevolgen met betrekking tot (verschil) zettingen.

Tabel 3.5 Karakteristieke eigenschappen van de grondlagen ter plaatse van de sondering 4

Laag	Omschrijving	Bovenkant laag [NAP m]	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ [kN/m ³]	φ' [°]	δ' [°]	c' [kPa]	$k_{h1}/k_{h2}/k_{h3}$ [MN/m ³]
00	zand, ophoging, matig (boven GWS)	maaiveld	18/20	32,5	21,7	0	20/10/5
01	zand, ophoging, los (onder GWS)	+0,14	17/19	30	20	0	12/6/3
03	zand, los	-3,49	17/19	30	20	0	12/6/3
04	Veen, matig	-8,20	12/12	15	0	2,5	2/0,8/0,5
05	zand, los	-8,80	17/19	30	20	0	12/6/3
06	zand, matig	-15,00	18/20	32,5	21,7	0	20/10/5
07	zand, vast	-16,80	19/21	35	23,3	0	40/20/10
08	klei, vast	-26,30	19/19	17,5	11,7	13	6/4/2
09	klei, zwak zandig, vast	-27,00	20/20	22,5	15	13	6/4/2
10	zand, vast	-28,40	19/21	35	23,3	0	40/20/10

3.7 Materiaaleigenschappen

3.7.1 Constructiestaal

Damwandplanken

- staalsoort S355;
- vloeigrens (fyd) 355 N/mm²;
- treksterkte 470 N/mm²;
- E-modulus (E) 2,1·10⁵ N/mm²;
- volumieke gewicht (γ) 78,5 kN/m³;
- uitzettingscoëfficiënt (α) 1,2 · 10⁻⁵ K⁻¹.

Groutankers

- taalsoort E-470;
- vloeigrens (fyd) 515 N/mm²;
- treksterkte 720 N/mm²;
- E-modulus (E) 2,1·10⁵ N/mm²;
- volumieke gewicht (γ) 78,5 kN/m³;
- uitzettingscoëfficiënt (α) 1,2 ·10⁻⁵ K⁻¹.

Gording

- staalsoort S355;
- vloeigrens (fyd) 355 N/mm²;
- treksterkte 470 N/mm²;
- E-modulus (E) 2,1·10⁵ N/mm²;
- volumieke gewicht (γ) 78,5 kN/m³;
- uitzettingscoëfficiënt (α) 1,2 ·10⁻⁵ K⁻¹.

3.7.2 Beton

Voor het betonschort is beton met een sterkteklasse C30/C37 aangenomen in combinatie met wapeningsstaal van de sterkteklasse B500B. Onderstaand staan de materiaaleigenschappen van beide materialen.

Betonkesp

- sterkteklasse C30/37;
- karakteristieke cilinderdruksterkte (fck) 30 N/mm²;
- karakteristieke kubusdruksterkte (fck,cube) 37 N/mm²;
- E-modulus ongescheurd (Ecm) 32.800 N/mm²;
- E-modulus gescheurd (E) 10.933 N/mm²;
- volumegewicht (γ) 25 kN/m³;

Materiaalfactoren volgens NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel 2.1N:

- Blijvend en tijdelijk $\gamma_s = 1,5$;
- Buitengewoon $\gamma_s = 1,2$.

Betonstaal

De eigenschappen van het betonstaal volgens tabel C.1 van de NEN-EN 1992-1-1+C2 worden toegepast [ref. 5]. De toegepaste staalkwaliteit voor het betonstaal is B500B. De belangrijkste fysische eigenschappen van de toe te passen wapening zijn vermeld in tabel 3.6.

Tabel 3.6 Eigenschappen betonstaal

Elgenschap	Staalkwaliteit B500B
f _{yk}	500 N/mm ²
f _{yd}	435 N/mm ²
ε _{uk}	5,0 %, bij de horizontale tak hoeft deze niet gecontroleerd te worden
ε _{ud}	4,5 %, bij de horizontale tak hoeft deze niet gecontroleerd te worden
E _s	2,0·10 ⁵ N/mm ²
soortelijk gewicht	78,5 kN/m ³
uitzettingscoëfficiënt	1,0·10 ⁻⁵ K ⁻¹

Materiaalfactoren volgens NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel 2.1N:

- blijvend en tijdelijk: $\gamma_s = 1,15$;
- buitengewoon: $\gamma_s = 1,0$.

3.8 Milieuklasse en betondekking

De minimale dekking is als volgt bepaald:

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

(Op basis van NEN-EN 1992-1-1 tabel 4.4 NB)

$$c_{min,dur} = 0\text{mm} \quad \text{(art. 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1)}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = 0\text{mm} \quad \text{(art. 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1)}$$

$$\Delta c_{dur,st} = 0\text{mm} \quad \text{(art. 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1)}$$

$$\Delta c_{dur,add} = 0\text{mm} \quad \text{(art. 4.4.1.2. van de EN 1992-1-1)}$$

In de onderstaande tabel is aangegeven welke milieuklasse, constructieklasse, dekking en toegepaste dekking van toepassing zijn voor de betonnen kesp.

Tabel 3.7 Betonsterkte, milieuklasse en betondekking

Locatie	Betonsterkte-klasse	Milieuklasse	Constructie-klasse	c_{min} [mm]	Δc_{dev} [mm]	c_{nom} [mm]	c_{toep} [mm]
kesp waterzijde	C30/37	XC4 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50
kesp bovenzijde	C30/37	XC4 XD3 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50
kesp onderzijde	C30/37	XC4 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50
kesp achterzijde	C30/37	XC4 XD3 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50

De toelaatbare scheurwijdte voor de verschillende beton elementen hangt af van de milieuklasse.

De maximale toelaatbare scheurwijdte volgens tabel 7.1N van NEN-EN 1992-1-1/NB:2016 voor alle beton elementen is gelijk aan 0,2 mm.

3.9 Conservering en corrosie

Om de benodigde dikte van de damwandplanken te bepalen is er rekening gehouden met reductie van de wanddikte door corrosie. De totale reductie is per deel bepaald aan de hand van de zone waarin het deel zich bevindt en de beoogde levensduur.

In de berekeningen wordt er van uitgegaan dat er aan de waterzijde van de constructie, ter hoogte van het betonschort, geen corrosie optreedt. Onder het betonschort zal een glasvezelversterkte coating worden aangebracht tot 2 m onder constructieniveau (NAP -6,85 m) met een minimale levensduur van vijftien jaar. Gedurende deze eerste vijftien jaar zal er geen corrosie optreden aan de waterzijde van de kademuur. Over de overige periode van 35 jaar zal corrosie optreden in de permanente onderwaterzone met 0,05 mm/jaar. In de grond zone wordt er gerekend met een corrosietoeslag van 0,02 mm/jaar en aan de landzijde is rekening gehouden met 0,02 mm/jaar over de gehele hoogte van de wand. Deze verwachte afname door corrosie is gebaseerd op de CUR211 (lage waarden) [ref. 12]. In tabel 3.8 wordt een samenvatting gegeven van de toegepaste wanddikte reducties.

Tabel 3.8 Corrosietoeslag per zone damwand

Zone	o.k. zone [m+NAP]	Corrosiesnelheid waterzijde	Corrosiesnelheid landzijde	Totaal wanddikte reductie
betonschort	-1,40	0	0,02 mm/jaar 1,0 mm totaal	1,0 mm
permanent onderwaterzone	-8,85	0,05 mm/jaar 1,75 mm totaal	0,02 mm/jaar 1,0 mm totaal	2,75 mm
in de grond zone	ppn	0,02mm/jaar 1,0mm totaal	0,02 mm/jaar 1,0 mm totaal	2 mm

3.10 Belastingen geotechnisch ontwerp

Terreinbelasting

Voor de grondkerende constructie wordt gerekend met een gelijkmatig verdeelde terreinbelasting van 40 kN/m² tot aan de eerste rij containers, in overeenstemming met het TPvE [ref. 1]. Voor de stacks, beginnend vanaf circa 12,5 m vanaf de kade, wordt gerekend met 55 kN/m².

Bolderbelasting

Voor de bolderbelasting wordt gerekend met een horizontale belasting van 600 kN per bolder (Safe Working Load van de bolders: 60ton). Hoewel de bolders een h.o.h. afstand hebben van 15 m wordt er conservatief gerekend met een horizontale lijnbelasting van 60 kN/m (de bolderbelasting zal dan door de deksloof gespreid moeten worden over een lengte van 10m) die 0,50 m boven de bovenkant van de kademuur aangrijpt.

Reachstacker

Er dient rekening gehouden te worden met het gebruik van reachstackers van het type DRG450-60S5XE.

Voor het ontwerp van de damwand zijn twee situaties beschouwd:

- reachstacker met de voorste as op de deksloof;
- reachstacker met de voorste as net achter de deksloof.

De maximale belasting op de vooras bedraagt 1.029 kN [ref. 3]. De vooras heeft een breedte van 4,15 m en de banden hebben contactoppervlaktbreedte (loodrecht op de as-richting) van 0,516 m. Dit komt neer op een vlaklast van 480 kPa. Voor de situaties waarin de aslast niet aangrijpt in het hart van de damwand is spreiding van de last naar de damwand toegestaan. Dit is bepaald aan de hand van de volgende formule:

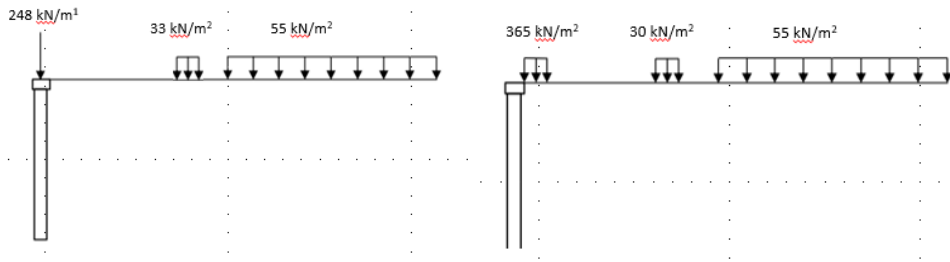
$$q_{eff} = \frac{q * L}{(L + 2d)}$$

Met:

- q_{eff}: vlaklast opgenomen door strekkende meter wand [kPa];
- q: last direct onder de as van de reachstacker [kPa];
- L: lengte steunpunt [m];
- d: afstand tussen wand en as reachstacker [m].

De lasten behorend bij de beschouwde situaties zijn weergegeven in afbeelding 3.2. In het geval van een reachstacker belasting wordt uitgegaan dat er niet gelijktijdig een terreinbelasting kan optreden tot aan de eerste rij containers.

Afbeelding 3.2 1) Reachstacker met vooras op deksloof (links) en 2) reachstacker net achter de deksloof (rechts)



Belasting tijdens bouwfase

Voor de grondkerende constructie wordt tijdens de bouw gerekend met een geschatte belasting van 13 kN/m². Deze belasting bevindt zich op 1 tot 4 m van de kademuur.

3.11 Belastingen constructief ontwerp

3.11.1 Dekslloof

Eigen gewicht

Het eigen gewicht van de betonnen deksloof is meegenomen in het SCIA-model en berekend met behulp van het volumieke gewicht van gewapend beton, 2.500 kg/m³.

Gronddruk

De gronddruk achter de deksloof moet in SCIA worden gemodelleerd als een horizontale lijnbelasting.

Krimp

De krimp van het beton wordt veroorzaakt door de uitdrogingskrimp en de autogene krimp. De krimp moet berekend worden overeenkomstig aan NEN-EN 1992-1-1 [ref. 5].

De overige belastingen op de deksloof worden verder uitgewerkt in de DO-fase.

3.11.2 Gording

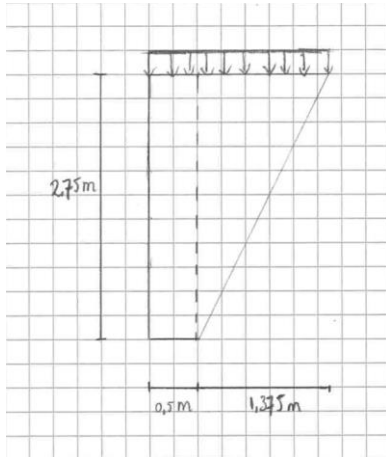
Eigen gewicht

Het eigen gewicht van de gording is meegenomen in het SCIA-model en berekend met het volumieke gewicht van staal, 7.850 kg/m³.

Gronddruk

Het gewicht van de grond boven de gording is meegenomen als belasting in het SCIA-model. De in rekening te brengen breedte van de grondmoot is bepaald met een spreiding van 1:2. Zie onderstaande afbeelding 3.3 voor de bepaling van de in rekening te brengen breedte.

Afbeelding 3.3 In rekening te brengen breedte voor de verticale belasting op de gording



De totale verticale belasting door het gewicht van de grond is:

$$q_v = (0,5 \cdot 2,75 + 0,5 \cdot 1,38 \cdot 2,75) \cdot 20 \frac{kN}{m^3} = 65,31 \text{ kN/m}$$

Terreinbelasting

De in rekening te brengen breedte van de terreinbelasting is gelijk aan die van de grond. De totale verticale belasting door de terreinbelasting is:

$$q_v = (0,5 + 1,38) \cdot 40 \frac{kN}{m^2} = 75 \text{ kN/m}$$

Aangezien de terreinbelasting een variabele belasting is, is deze gemodelleerd in SCIA als een schaakbord belasting.

Ankerkrachten - UGT

De capaciteit van de gording is getoetst voor de UGT-ankerkrachten in overeenstemming met NEN-EN 1993-1-1. Uit de D-sheet berekeningen is gebleken dat ankerkrachten voor de ongecorrodeerde damwand maatgevend zijn. De maximale horizontale belasting per anker is 1.178 kN. In het SCIA-model is deze kracht ingevoerd als een horizontale lijnbelasting met een waarde van:

$$q_{anker} = \frac{1161 \cdot 1,1}{2,80} = 456 \text{ kN/m}$$

Ankerkrachten - IGT

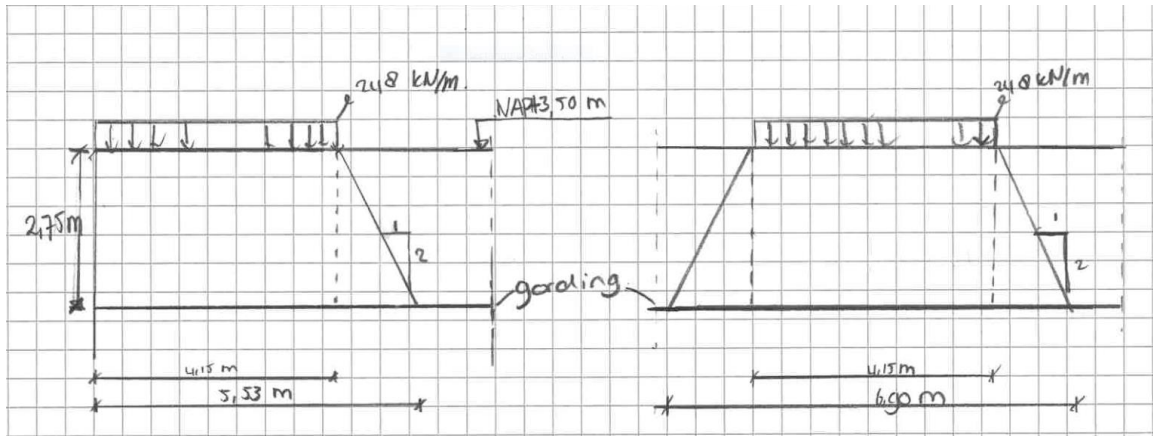
De gording is beschouwd voor ankeruitval (IGT). Uit de D-Sheet berekeningen is gebleken dat de karakteristieke horizontale belasting per anker 982 kN is. De horizontale lijnlast in het SCIA-model voor de IGT-ankerkracht is gelijk aan:

$$q_{anker} = \frac{967 \cdot 1,0}{2,80} = 345 \text{ kN/m}$$

Reachstacker

De maatgevenede reachstacker belasting op de gording is voor de situatie wanneer de reachstacker met zijn vooras boven de gording staat met een belasting van 248 kN/m^1 over de lengte van de voorste as van 4,15 m. Een horizontale spreiding van de belasting op de gording van 1:2 is toegepast. Zie afbeelding 3.4 voor de spreiding wanneer de reachstacker op de hoek van de kade staat (links) en wanneer de reachstacker niet op de hoek van de kade staat (rechts).

Afbeelding 3.4 Horizontale spreiding reachstacker-belasting op hoek van de kade (links) en midden op de kade (rechts)



Wanneer de reachstacker op de hoek van de kade staat resulteert dit in een belasting gelijk aan:

$$q_{reachstacker} = 248 \text{ kN/m} \cdot \frac{4,15}{(4,15 + 1,375)} = 186,3 \text{ kN/m}$$

Wanneer de reachstacker niet op de hoek van de kade staat resulteert dit in een belasting gelijk aan:

$$q_{reachstacker} = 248 \text{ kN/m} \cdot \frac{4,15}{(4,15 + 2,75)} = 149,2 \text{ kN/m}$$

In het geval van een reachstacker belasting wordt uitgegaan dat er niet gelijktijdig een terreinbelasting kan optreden tot aan de eerste rij containers. Aangezien de reachstacker belasting een variabele belasting is, is de belasting in SCIA ingevoerd als een schaakbord belasting.

3.12 Belastingcombinaties

De grondkerende constructie dient alle combinaties van voorkomende belastingen zoals die onder meer volgen uit het eigengewicht, gronddruk, natuurlijke belastingen, scheepsbelastingen en terreinbelastingen te kunnen opnemen gedurende de gehele ontwerplevensduur.

3.12.1 Damwandconstructie

In de berekening voor de damwand is rekening gehouden met verschillende fases. Deze fases zijn omschreven in hoofdstuk 4.1.2. Voor de gebruiksfases (de definitieve situatie en bij inzet van het Volkerak-Zoommeer als waterberging) is in dit voorontwerp rekening gehouden met een terreinbelasting, een bolderbelasting en reachstacker-belasting. Wanneer meerdere belastingen worden gecombineerd, worden de combinatiefactoren ψ_0 toegepast, conform tabel 3.10. De damwand is getoetst aan de belastingcombinaties weergegeven in tabel 3.11.

Tabel 3.9 Belastingcombinaties damwand

Belasting-combinatie	Grenstoestand	Terreinbelasting	Bolderkracht	Reachstacker op deksloof	Reachstacker achter deksloof
BC1a	BGT/UGT	1,0			
BC1b	BGT/UGT	1,0	0,7		
BC2	BGT/UGT	0,7	1,0		

Belasting-combinatie	Grenstoestand	Terreinbelasting	Bolderkracht	Reachstacker op deksloof	Reachstacker achter deksloof
BC2_1	BGT/UGT	0,7	1,0	0,6	
BC2_2	BGT/UGT	0,7	1,0		0,6
BC3b_1	BGT/UGT	0,7	0,7	1,0	
BC3b_2	BGT/UGT	0,7	0,7		1,0

Tabel 3.10 Overzicht ψ - factoren

Belastinggeval	ψ_0	ψ_1	ψ_2
ankeruitval	1,0	1,0	1,0
bolderbelasting	0,7	0,3	0
reachstackers	0,6	0,4	0
terreinbelasting	0,7	0,5	0,3

3.12.2 Belastingcombinaties gording

De gording is getest in de UGT en de IGT, waarbij de IGT de toestand bij ankeruitval is. De toegepaste belastingcombinaties zijn opgesteld conform NEN-EN 1990+A1+C1 en zijn weergegeven in tabel 3.11. De ψ -waarden zijn weergegeven in tabel 3.10

Tabel 3.11 Belastingcombinaties volgens NEN-EN 1990+A1+C1

Belastingcombinatie	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belasting gelijktijdig met de overheersende	
	ongunstig	gunstig		belangrijkste (indien aanwezig)	andere
vergelijking 6.10a (UGT)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,35	0,9	-	1,5 ($\psi_{0,1}$)	1,5 ($\psi_{0,i}$)
vergelijking 6.10b (UGT)	$\xi \gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,20	0,9	1,50	-	1,5 ($\psi_{0,i}$)
vergelijking 6.11 (IGT)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,0	1,0	1,0 ($\psi_{1,1}$)	-	1,0 ($\psi_{2,i}$)

3.13 Software

De volgende software programma's zijn gebruikt:

- D-Sheet Piling 19.1;
- SCIA Engineer 19, versie 19.0.60;
- Office 365.

4

GEOTECHNISCH ONTWERP

Het ontwerp van de grondkerende constructie wordt in dit hoofdstuk toegelicht. De berekeningen zijn gemaakt voor een ontwerp met bodembescherming.

Indien er wordt gekozen voor de optie zonder bodembescherming zal de constructiediepte NAP -9,50 m zijn, wat invloed heeft op het benodigde wandtype. Voor de hoofdwand zal in dat geval een AZ44-700N profiel met een diepte van NAP -20,00 m nodig zijn. Het ankersysteem zal uit groutankers van het type $\text{Ø}101,6 \times 17,5$ mm of gelijkwaardig bestaan. Naast fors zwaardere ankers en wand, zal de wand ook een grotere verplaatsing ondergaan en zal de ligging van de bodem regelmatig gecontroleerd moeten worden om te grote ontgrondingskuilen te voorkomen. Vanuit deze argumenten wordt geadviseerd voor de wand een bodembescherming aan te leggen. In dit hoofdstuk is een kademuur met bodembescherming nader uitgewerkt.

4.1 Ontwerp hoofdwand

De voorgestelde kademuur bestaat uit een verankerde damwand met een betonschort tot NAP -1,40 m. De damwand is opgebouwd met damwandplanken type AZ36-700N en een staalkwaliteit type S355. De bovenkant van de wand bevindt zich op NAP +3,50 m en de onderkant van de wand in de vaste zandlaag, op NAP -19,00 m. De eigenschappen van de damwandplanken zijn weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Eigenschappen damwandplanken AZ36-700N

Eigenschap	Symbol	Waarde	Eenheid
top level		+3,50	NAP m
puntniveau		-19,00	NAP m
lengte	L	22,50	m
staalkwaliteit		S355	-
buigstijfheid (initieel)	EI	$1,88 \times 10^5$	kNm^2/m

4.1.1 Verankering hoofdwand

Het ankersysteem bestaat uit groutankers type $\text{Ø}82,5 \times 20,0$ mm en een hart op hart afstand van 2,80 m. De bovenkant van het groutlichaam bevindt zich in de matig gepakte zandlaag op NAP -16,50 m ($q_c = 15$ MPa). Aangezien de onderkant van het groutlichaam zich in de vaste zandlaag bevindt ($q_c = 38$ MPa) is er voor de berekening van het groutlichaam gerekend met een geschatte gemiddelde conusweerstand van de zandlaag van 20 MPa. Als er uit later grondonderzoek blijkt dat de vaste zandlaag hoger of lager zit, moet er een nieuwe gemiddelde conusweerstand worden bepaald en moet de lengte van het groutlichaam hierop worden aangepast. De eigenschappen van de groutankers zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Eigenschappen groutankers Ø82,5x20,0 mm

Eigenschap	Symbool	Waarde	Eenheid
anker			
verankeringsniveau		0,75	NAP m
hoek t.o.v. maaiveld		30,0	°
h.o.h.		2,80	m
staalkwaliteit		E-470	-
buitendiameter ankerstaaf	Ø	82,5	mm
wanddikte	t	20,0	mm
groutlichaam			
diameter schroefblad	D _{keuze}	350	mm
overpersing	D _{extra}	20	mm
bovenkant groutlichaam		-16,50	NAP m
lengte groutlichaam	L _A	6,0	m

4.1.2 Fasering

De volgende fasering is aangehouden in de berekening van de verankerde damwand. Voor de definitieve situatie is de damwand berekend voor de belastingcombinaties uit tabel 3.9. De situatie waarbij het Volkerak-Zoommeer wordt ingezet als waterberging is berekend voor alleen belastingcombinatie BC1a.

Tabel 4.3 fasering gebruikt in berekeningen

Fase	Maaiveld waterzijde [NAP m]	Maaiveld landzijde [NAP m]	Waterniveau waterzijde [NAP m]	Waterniveau landzijde [NAP m]	Terreinbelasting [kN/m ²]	Belastingcombinatie
1 - installeren wand	aflopend tot -5,50	oplopend van -3,49 tot 0	0	0	0	-
2 - aanvullen tot NAP +1,00	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
3 - aanbrengen en voorspannen anker	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
4 - aanvullen tot NAP +3,50	aflopend tot -5,50	+3,50	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
5 - ontgraven tot constructiediepte	-6,85	+3,50	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
6 t/m 12 - definitieve situatie - Toepassen belastingcombinaties	-6,85	+3,50	0	+0,50	-	-
13 - inzet Volkerak-Zoommeer als waterberging - BC1a	-6,85	+3,50	-0,30	+0,20	-	BC1a

4.1.3 Resultaten damwand berekening

De geotechnische berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN-EN 1997/NB:2016 [ref. 9].

Damwand

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de ongecorrodeerde doorsnede en voor de gecorrodeerde doorsnede voor zowel de damwand als de verankering. De ongecorrodeerde doorsnede leidt tot de maatgevende normaalkracht, dwarskracht, ankerkracht en moment, terwijl de gecorrodeerde doorsnede maatgevend is voor de verplaatsing. In de gecorrodeerde doorsnede is de doorsnedecapaciteit van de damwand echter ook verlaagd. Hierdoor zal de doorsnedecontrole per zone een hogere unity check opleveren wanneer de wand gecorrodeerd is.

Voor het bepalen van de eigenschappen van de doorsnedes is de wand opgedeeld in de zelfde drie zones als de corrosiezones. De zone verdeling van de damwand en de bijbehorende eigenschappen zijn gepresenteerd in de onderstaande tabel 4.4.

Tabel 4.4 Gereduceerde capaciteit na 50 jaar (AZ36-700N, S355)

i	Zone	B.K. sectie [NAP m]	O.K. sectie [NAP m]	El* [kNm ² /m']	W* [cm ³ /m']	f _{yd} [N/mm ²]	M _{Rd} [kNm/m]	M _{Rd} * [kNm/m]
1	betonschort zone	+3,50	-1,40	1,77 x 10 ⁵	3.375	355	1.459	1.366
2	permanent onderwater zone	-1,40	-8,85	1,57 x 10 ⁵	2.995	355	1.459	1.063
3	in de grond zone	-8,85	-19,00	1,66 x 10 ⁵	3.158	355	1.459	1.274

* Gecorrodeerde doorsnede.

De uitgebreide resultaten van de D-sheet berekeningen zijn in bijlage I gepresenteerd. De resultaten voor de ongecorrodeerde damwand en de gecorrodeerde doorsnedes per zone zijn samengevat in tabel 4.5 en tabel 4.6.

Aan de hand van deze resultaten is damwand is getoetst conform NEN-EN 1993-5 [ref. 8].

Het moment en de dwarskracht voor de maatgevende snede zijn direct af te lezen uit de D-Sheet uitvoer. De normaalkracht in de damwand is een combinatie van de ankerkracht, de verticale belasting door de actieve gronddruk en de normaalkracht door de bovenbelasting (wanneer een reachstacker direct op het betonschort staat). De verticale belasting door de actieve gronddruk is berekend met een schaduwberekening in D-Sheet, waaruit volgt dat de verticale belasting door de actieve gronddruk maximaal 180 kN/m bedraagt. In de toetsing van de damwand is er conservatief gerekend met een verticale belasting door actieve gronddruk van 200 kN/m in alle fases.

Tabel 4.5 Resultaten D-Sheet berekening voor de ongecorrodeerde damwand

Constructie	Kenmerken	Zone	M _{Ed}	V _{Ed}	N _{Ed}	U.C.* (≤1,00)	Fase bij maximale U.C
damwand	AZ36-700N, S355	-	643	255	410	0,67	6 (step 6.3)

* Alleen maatgevende Unity Check gepresenteerd.

Tabel 4.6 Resultaten D-Sheet berekening voor de gecorrodeerde damwand

Constructie	Kenmerken	Zone	M _{Ed}	V _{Ed}	N _{Ed}	U.C.* (≤1,00)	Fase bij maximale U.C
damwand	AZ36-700N, S355	1	319	198	421	0,42	12 (step 6.3)
		2	616	222	391	0,86	6 (step 6.3)
		3	435	219	435	0,54	13 (step 6.4)

*Alleen maatgevende Unity Check gepresenteerd.

Verankering

De maatgevende ankerkrachten voor het ongecorrodeerde anker en de verificatie daarvan is weergegeven in tabel 4.7. De hart-op-hart afstand van de ankers is 2,80 m. De volledige verificatie van het anker is weergegeven in bijlage I.

Tabel 4.7 Resultaten D-Sheet berekening voor de ongecorrodeerde ankers

Constructie	Kenmerken	Belasting [kN]	Toelaatbaar [kN]	U.C. (≤1,00)
ankerstaaf	Ø 82,5 x 20,0 mm hoek 30°	1.341	1.618	0,83
		1.676*	2.022*	0,83*
groutlichaam	Ø 370 mm, L = 6,0 m bovenkant NAP -16,50 m	1.341	1.550	0,86
		1.676*	2.092*	0,80*

* Voor de capaciteit controle bij ankeruitval.

De maatgevende ankerkrachten voor het gecorrodeerde anker en de verificatie daarvan is weergegeven in tabel 4.8. De volledige verificatie van het anker is weergegeven in bijlage I.

Tabel 4.8 Resultaten D-Sheet berekening voor gecorrodeerde ankers

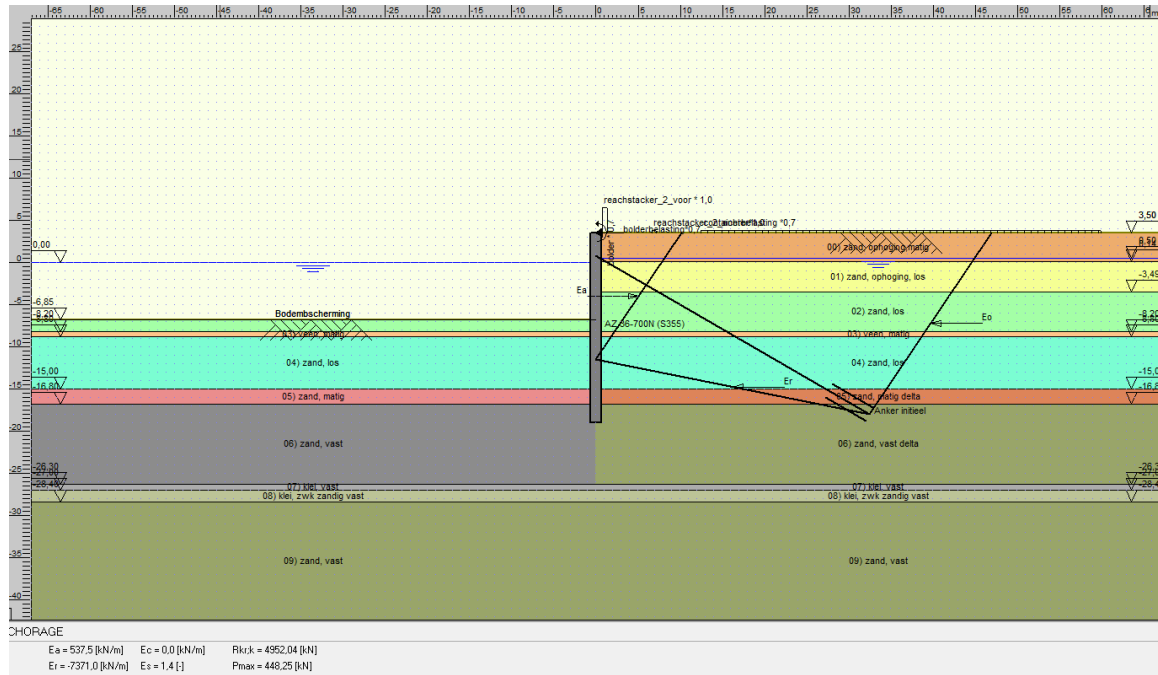
Constructie	Kenmerken	Belasting [kN]	Toelaatbaar [kN]	U.C. (≤1,00)
ankerstaaf	Ø 82,5 x 20,0 mm hoek 30°	1.340	1.512	0,89
		1.675*	2.891*	0,89*
groutlichaam	Ø 370 mm, L = 6,0 m bovenkant NAP -16,50 m	1.340	1.550	0,86
		1.675*	2.092*	0,80*

* Voor de capaciteit controle bij ankeruitval.

Kranz stabiliteit

De Kranz stabiliteit van de ongecorrodeerde damwand is geverifieerd met behulp van het D-Sheet Piling model. Uit de berekeningen blijkt dat fase 12 hiervoor maatgevend is. De maximaal toelaatbare ankerkracht is 4.952 kN/m¹. De maximaal toelaatbare ankerkracht is hoger dan 1,5 maal de optredende maximale ankerkracht, 672 kN/m¹.

Afbeelding 4.1 Verificatie van de Kranz-stabiliteit met D-Sheet Piling



Verticaal draagvermogen

De damwand komt met de teen in de vaste zandlaag, waardoor geen problemen met het draagvermogen worden voorzien. In de D-sheetpiling berekening is een controle op verticale stabiliteit uitgevoerd, deze is voldoende.

4.2 Ontwerp vleugelwanden

De vleugelwanden vormen de overgang van hoofdwand naar talud en bevinden zich ten noordoosten en ten zuidwesten van de hoofdwand.

In deze paragraaf wordt de berekening van de vleugelwanden toegelicht. Hierbij is 1 snede berekend bij een constructiediepte voor de wand van NAP -5,00 m.

Vanaf de hoofdwand tot snede 1 zal hetzelfde type damwand en ankersysteem worden toegepast als bij de hoofdwand (AZ36-700N). Dit leidt er wel toe dat het ankersysteem van de vleugelwand en het ankersysteem van de hoofdwand door elkaar komen te liggen. In het DO moet worden gekeken hoe dit beide aangelegd kan worden zonder dat de ankers elkaar raken.

Er is rekening gehouden met een talud met een helling van 1:3 verlopend naar NAP -6,85 m.

4.2.1 Eigenschappen grondkerende constructie - vleugelwand

De vleugelwand is vanaf snede 1 opgebouwd met damwandplanken type AZ26-700N met een staalkwaliteit S355. De bovenkant van de vleugelwand bevindt zich op NAP +3,60 m en de onderkant op NAP -15,00 m in de snede 1.

Zoals in paragraaf 3.9 gepresenteerd, is bij het ontwerp van de wand rekening gehouden met capaciteitsreductie ten gevolge van corrosie. In de onderstaande tabellen zijn per zone de gereduceerde capaciteiten weergegeven voor damwandplanken van het type AZ26-700N.

Tabel 4.9 Gereduceerde capaciteit na 50 jaar (AZ26-700N, S355), snede 1

i	Zone	B.K. sectie [NAP m]	O.K. sectie [NAP m]	El* [kNm ² /m']	W* [cm ³ /m']	f _{yd} [N/mm ²]	M _{Rd} [kNm/m]	M _{Rd} * [kNm/m]
1	betonschort	+3,60	-1,40	1,17 x 10 ⁵	2.422	355	1.071	993
2	permanent onderwater zone	-1,40	-7,00	1,02 x 10 ⁵	2.109	355	1.071	858
3	in de grond zone	-7,00	-15,00	1,08 x 10 ⁵	2.243	355	1.071	916

4.2.2 Verankering vleugelwand

Snede 1

Het ankersysteem bestaat uit groutankers met een doorsnede Ø82,5 x 17,50 mm met een hart op hart afstand van 2,80 m. De bovenkant van het groutlichaam bevindt zich in de matige zandlaag op NAP -16,50 m. De eigenschappen van de groutankers zijn weergegeven in tabel 4.10.

Tabel 4.10 Eigenschappen groutankers 82,5x17,5

Eigenschap	Symbol	Waarde	Eenheid
anker			
verankeringsniveau		0,75	NAP m
hoek t.o.v. maaiveld		30,0	°
h.o.h.		2,80	m
staalkwaliteit		E-470	-
buitendiameter ankerstaaf	Ø	82,5	mm
wanddikte	t	17,5	mm
groutlichaam			
diameter schroefblad	D _{keuze}	350	mm
overpersing	D _{extra}	20	mm
bovenkant groutlichaam		-16,50	NAP m
lengte groutlichaam	L _A	5,50	m

4.2.3 Fasering vleugelwand

De volgende fasering is aangehouden in de berekening van de vleugelwanden. Aangezien er aan de vleugelwanden geen schepen zullen aanmeren, zijn de bolder- en reachstacker belasting niet meegenomen in de berekening voor de vleugelwand. In de gebruiksfase treedt alleen de terreinbelasting op.

Tabel 4.11 Fasering gebruikt in berekeningen

Fase	Maaiveld waterzijde [NAP m]	Maaiveld landzijde [NAP m]	Waterniveau waterzijde [NAP m]	Waterniveau landzijde [NAP m]	Terrein belasting [kN/m ²]
1 - installeren wand	aflopend tot -5,50	oplopend van -3,49 tot 0	0	0	0
2 - aanvullen tot NAP +1,00	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
3 - aanbrengen en voorspannen anker	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
4 - aanvullen tot NAP +3,60	aflopend tot -5,50	+3,60	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
5 - ontgraven tot constructiediepte	talud van -5,00 naar -6,85	+3,60	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
6 - definitieve situatie	talud van -5,00 naar -6,85	+3,60	0	+0,50	40 tot 12,5 m van de damwand, daarna 55
7 - inzet Volkerak-Zoommeer als waterberging	talud van -5,00 naar -6,85	+3,60	-0,30	+0,20	40 tot 12,5 m van de damwand, daarna 55

4.2.4 Resultaten vleugelwand berekening

De berekening van de vleugelwand in snede 1 is uitgevoerd voor de gecorrodeerde doorsnede voor zowel de damwand als de verankering. Voor het bepalen van de eigenschappen van de doorsnedes is de wand opgedeeld in de zelfde 3 zones als de corrosiezones, gepresenteerd in tabel 4.9.

Vleugelwand - snede 1

De resultaten van de D-Sheet berekening voor snede 1 is weergegeven in tabel 4.12. Het D-Sheet rapport met de resultaten van de berekeningen bij de vleugelwand in snede 1 is weergegeven in bijlage II.

Tabel 4.12 Resultaten D-sheet berekening voor de gecorrodeerde damwand - snede 1

Constructie	Kenmerken	Zone	M _{Ed}	V _{Ed}	N _{Ed}	U.C.* (≤1,00)	Fase bij maximale U.C
Vleugelwand	AZ26-700N, S355	1	276	219	383	0,47	7 (step 6.3)
		2	454	134	383	0,81	7 (step 6.3)
		3	285	138	360	0,52	7 (step 6.4)

*Alleen maatgevende Unity Check gepresenteerd.

Verankering - snede 1

De maatgevende ankerkracht in snede 1 en de verificatie daarvan is weergegeven in tabel 4.13. De hart-op-hart afstand van de ankers is 2,80 m. De volledige verificatie van het anker is weergegeven in bijlage II.

Tabel 4.13 Resultaten D-Sheet berekening voor gecorrodeerde ankers - snede 1

Constructie	Kenmerken	Belasting [kN]	Toelaatbaar [kN]	U.C. ($\leq 1,00$)
ankerstaaf	Jetmix 82,5x17,50 hoek 30°	943	1.367	0,69
		883*	1.709*	0,52*
groutlichaam	Ø 370 mm, L = 5,50 m bovenkant NAP -16,50 m	943	1.421	0,66
		883*	1.918*	0,46*

* Voor de capaciteit controle bij ankeruitval.

4.2.5 Getrapt verloop vleugelwand

Aangezien de kerende hoogte van de vleugelwand ook na snede 1 nog afneemt kan de vleugelwand naarmate de kerende hoogte kleiner wordt, voldoen met een mindere diepte ofwel zonder verankering. Zo kan de vleugelwand bij een constructiediepte van NAP -3,50 m al voldoen met een p.p.n. op een diepte van NAP -12,00 m. Een eventueel getrapt verloop moet in het definitieve ontwerp worden uitgewerkt.

4.3 Gording

De krachtswerking tussen de damwand en de groutankers wordt ingeleid door een gording van het type HEB500 staalkwaliteit S355. De gording is in SCIA Engineer gemodelleerd als een 1D-staafmodel. In dit model zijn de optredende ankerkrachten berekend met de D-Sheet berekeningen meegenomen, alsmede de verticale belasting die de grond uitoefent op de gording, het eigen gewicht, de terreinbelasting en de reachstacker belasting.

4.3.1 Model

De gording is gemodelleerd als een ligger waarin de ankers geschematiseerd zijn tot verende opleggingen, zoals weergegeven in onderstaande afbeelding.

Afbeelding 4.2 SCIA- staafmodel voor de gording



De aangehouden veerstijfheden door de ankers (in y-richting) is hierin gelijk aan:

$$k_{rod} = \frac{EA}{l} \sin(\alpha)$$

Waarin α de hoek van het anker met de horizontaal is. Voor de veerstijfheid in z-richting is een waarde van 100 MN/m aangehouden welke door de stijfheid van de damwand wordt geleverd. Om de onzekerheden in de veerstijfheden te dekken zijn er 3 modellen van de gording gemaakt. Namelijk een model voor de ondergrens-, de verwachtings- en de bovengrenswaardes van de veerstijfheden. De veerwaardes zoals gebruikt in het SCIA-model zijn weergegeven in onderstaande tabel tabel 4.14.

Tabel 4.14 veerstijfheden per strekkende meter

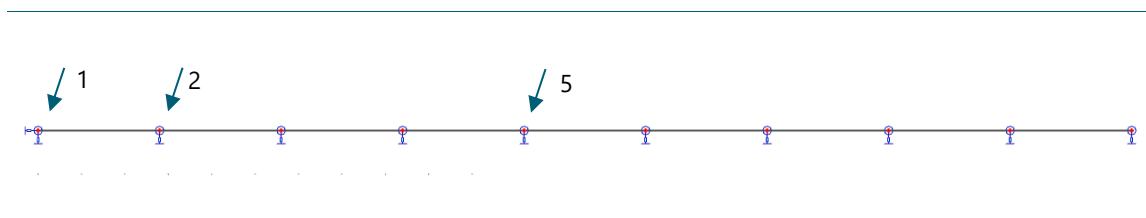
	Translatieveer y-richting [MN/m]	Translatieveer z-richting [MN/m]
karacteristieke veer	11,00	100,00
bovengrens ($\cdot \sqrt{2}$)	15,55	141,41
ondergrens ($/\sqrt{2}$)	7,78	70,71

Ankeruitval

De capaciteit van de gording is getoetst voor de UGT-ankerkrachten in overeenstemming met NEN-EN 1993-1-1. Ook is de gording beschouwd voor ankeruitval (IGT).

Om de gording te testen op ankeruitval, zijn er drie berekeningen gemaakt waarin drie verschillende ankers uitvallen. De beschouwde ankers zijn weergegeven in onderstaande afbeelding 4.3.

Afbeelding 4.3 berekening gemaakt voor uitgevallen ankers



4.3.2 Resultaten

Uit de berekening volgt dat een gording van het type HEB500 voldoet. Onderstaande tabel tabel 4.15 geeft een samenvatting van de constructieve berekening van de doorsnede. Uit de SCIA-berekening blijkt dat er ook aan de algehele eenheidscontrole wordt voldaan met een U.C. van 0,78 voor de UGT en 0,86 voor de IGT. Voor de volledige berekening van de gording wordt verwezen naar bijlage III.

Tabel 4.15 samenvatting verificatie van de gording (HEB500)

belasting	N_{Ed}	M_{Ed}	V_{Ed}	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	U.C.*
UGT	0	270	1.023	8.470	459	1.840	0,78
IGT	0	1.385	990	8.470	1.709	1.840	0,85

* Alleen kritische doorsnedecontrole.

5

CONSTRUCTIEF ONTWERP

De minimale breedte van de betonkosp wordt bepaald door de hoogte van de damwandplanken. De hoogte van de voorschreven damwandplanken van de grondkerende constructie bedraagt ongeveer 500 mm. Aan de voor- en achterzijden van de planken wordt 150 mm extra voorzien, wat resulteert in een minimale breedte van 800 mm voor de kesp. In het DO zal worden bepaald of er een grotere breedte nodig is om alle kademeubilair op te kunnen nemen. Voor de hoogte van de betonkosp zijn geen eisen gesteld in het TPvE, dus wordt er een vierkante doorsnede aangenomen; $h=800$ mm. In het definitieve ontwerp moet worden gecheckt of deze hoogte ook groot genoeg is voor de verankering van de bolders. De wapening en detaillering van de kesp worden in het definitieve ontwerp berekend.

6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In de voorliggende rapportage zijn de hoofdonderdelen van de kadeconstructie behorende bij het project 'Markiezaat Container Terminal' doorgerekend op VO-niveau. Naar aanleiding hiervan zijn de volgende conclusies en aanbevelingen gevormd:

- in eerste instantie is er gekeken naar een verankerde combiwand als grondkerende constructie. Uit de berekeningen is gebleken dat dit duurder zou uitpakken dan een verankerde damwand. Om deze reden is in dit rapport alleen een verankerde damwand uitgewerkt;
- een damwandconstructie bestaande uit AZ36-700N (S355-)profielen met een verankering door middel van groutankers $\varnothing 82,5 \times 20,0$ mm voldoet om te worden toegepast als grondkerende constructie. Dit is gebaseerd op sondering 4 [ref. 2];
- de h.o.h. afstand tussen de ankers is 2,80 m. Een HEB500 gording met staalsoort S355 voldoet en kan de ankerkrachten ook bij ankeruitval verdelen;
- het ontwerp is gemaakt voor een situatie waarin bodembescherming wordt toegepast. Er is ook gekeken naar een situatie zonder bodembescherming. De damwand zou dan ten minste een AZ44-700N-profiel moeten hebben met een diepte tot NAP -20,00 m en een zwaardere anker. De optie met bodembescherming wordt daarom aanbevolen;
- wanneer er meer grondgegevens beschikbaar zijn moeten de hoofd- en vleugelwanden nogmaals geverifieerd worden;
- de vleugelwand zal bestaan uit damwandplanken type AZ36-700N (vanaf de hoofdwand tot snede 1) en type AZ26-700N (stuk vanaf snede 1 tot einde damwand). Het ankersysteem vanaf snede 1 kan voldoen met een doorsnede $\varnothing 82,5 \times 17,5$ mm;
- in het DO moet het ankersysteem van de vleugelwanden verder uitgewerkt worden om conflicten met de verankering van de hoofdwand te voorkomen;
- de vleugelwanden kunnen geoptimaliseerd worden door het toepassen van een getrappt verloop in het talud. Ook kan er gekeken worden vanaf welk punt er geen ankers meer nodig zijn. Dit moet worden uitgewerkt in het DO;
- het constructief ontwerp voor de betonnen kesp zal in het DO worden uitgewerkt;
- uit de beschikbare grondgegevens blijkt dat er een veenlaag zit op tussen circa NAP -8,0 m tot NAP -9,5. M Bij het baggeren zou deze laag kunnen opdrijven. Als dit gebeurt zal dit moeten worden aangevuld. Aangezien de veenlaag niet overal de zelfde diepte heeft is dit mogelijk niet een probleem over de hele lengte van de kade. Dit zal blijken uit de additionele grondgegevens.

Bijlage(n)



BIJLAGE: HOOFDWAND

- 1 D-sheet rapport ongecorrodeerde damwand.
- 2 Verificatie ongecorrodeerde damwand.
- 3 Verificatie ongecorrodeerde groutankers.
- 4 D-Sheet rapport gecorrodeerd.
- 5 Excelsheet damwand - betonschort zone.
- 6 Excelsheet damwand - perm onder water zone.
- 7 Excelsheet damwand - in de grond zone.
- 8 Excelsheet ankers gecorrodeerd.

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 3/12/2020
Time of report: 1:28:04 PM
Report with version: 19.1.1.23942

Date of calculation: 3/12/2020
Time of calculation: 1:21:23 PM
Calculated with version: 19.1.1.23942

File name: P:\.\Hoofdwand\initieel\berekening damwand en ankers initieel AZ36

Project identification: Markiezaat Container Terminal
Hoofdwand (AZ36-700N)
Ongecorrodeerd

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Anchors and Struts	4
2.3 Overall Stability per Stage	4
2.4 Warnings	5
2.5 CUR Verification Steps	6
3 Input Data for all Stages	7
3.1 General Input Data	7
3.2 Sheet Piling Properties	7
3.2.1 General Properties	7
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	7
3.2.3 Maximum Allowable Moments	7
3.2.4 Properties for Vertical Balance	7
3.3 Calculation Options	7
4 Outline Stage 1: Initiele situatie	15
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m	16
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen	17
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m	18
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte	19
9 Outline Stage 6: Definitieve situatie - BC1a	20
10 Step 6.3 Stage 6: Definitieve situatie - BC1a	21
10.1 Calculation Results	21
10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	21
10.1.2 Moments, Forces and Displacements	21
10.1.3 Charts of Stresses	23
10.1.4 Stresses	23
10.1.5 Percentage Mobilized Resistance	24
10.1.6 Vertical Force Balance	24
10.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	25
10.1.8 Anchors/Struts	25
11 Outline Stage 7: Definitieve situatie - BC1b	26
12 Outline Stage 8: Definitieve situatie - BC2	27
13 Outline Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1	28
14 Outline Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2	29
15 Outline Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1	30
16 Outline Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2	31
17 Outline Stage 13: Inzet waterberging - BC1a	32

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		28,48	-10,59	0,0	13,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		27,14	10,09	0,0	13,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,5	-4,43	3,24	0,0	9,3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-5,32	3,89			
2	EC7(NL)-Step 6.3		299,64	80,40	0,0	19,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		291,53	-82,73	0,0	19,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-38,4	150,39	49,12	0,0	12,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		180,47	58,95			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-190,61	-170,22	16,0	18,5	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4		-164,66	-170,22	16,1	18,8	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	-15,1	-169,93	-169,90	11,3	13,2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-203,92	-203,88			
4	EC7(NL)-Step 6.3		-170,32	-163,87	19,5	22,7	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		-147,95	-152,07	19,5	22,9	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	-16,9	-158,96	-162,58	13,6	16,1	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-190,76	-195,10			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-430,62	-175,24	26,1	29,8	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		-394,22	-169,48	26,6	30,6	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	-28,7	-244,59	-133,76	17,4	20,1	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-293,51	-160,52			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-642,54	-254,80	31,3	36,0	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-616,57	-246,76	31,7	36,6	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5	-42,1	-373,99	-177,67	19,3	22,4	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-448,79	-213,21			
7	EC7(NL)-Step 6.3		-583,39	-262,03	32,3	37,0	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.4		-555,15	-256,98	32,0	36,9	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	-42,5	-334,70	-188,69	19,4	22,5	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-401,64	-226,43			
8	EC7(NL)-Step 6.3		-480,39	-240,56	30,2	34,6	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.4		-459,53	-236,82	30,2	34,7	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5	-42,1	-322,70	-189,03	18,9	22,0	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-387,24	-226,84			
9	EC7(NL)-Step 6.3		-379,73	-194,68	31,2	35,5	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.4		-359,54	-191,00	31,0	35,4	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5	-41,4	-310,92	-185,77	19,5	22,8	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-373,10	-222,93			
10	EC7(NL)-Step 6.3		322,24	-191,89	28,9	32,9	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.4		322,24	-189,98	28,8	32,8	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5	-41,9	281,30	-174,34	19,6	22,8	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		337,56	-209,21			
11	EC7(NL)-Step 6.3		-380,41	-195,71	31,3	35,7	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.4		-357,91	-193,44	31,1	35,6	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5	-41,8	-281,27	-173,27	19,6	22,8	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-337,52	-207,92			
12	EC7(NL)-Step 6.3		321,78	-200,57	29,5	33,5	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.4		321,78	-198,43	29,3	33,3	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5	-48,8	279,24	-175,01	19,9	23,1	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		335,09	-210,01			
13	EC7(NL)-Step 6.3		-567,52	-266,40	33,2	37,7	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.4		-536,16	-262,92	33,3	38,1	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5	-48,6	-306,99	-195,34	20,8	24,3	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-368,39	-234,41			
Max		-48,8	-642,54	-266,40	33,3	38,1	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Anker initieel	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.3	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	240,00	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	218,42	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	206,31	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	255,80	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	281,22	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	275,24	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	276,09	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	380,81	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	362,72	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	333,93	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	419,78	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	413,94	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	382,83	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.3	405,72	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.4	401,40	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	396,67	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.3	342,87	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.4	336,98	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	392,81	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.3	404,20	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.4	401,99	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	431,14	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.3	370,44	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.4	368,75	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	427,03	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.3	448,25	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.4	445,78	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	468,70	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.3	465,88	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.4	463,41	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	478,75	Elastic

Max		478,75	
-----	--	---------------	--

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initiele situatie	11,03
Aanvullen tot NAP+1m	5,92
Aanbrengen ankers en opspannen	5,92
Aanvullen tot NAP+3,50m	3,65
Ontgraven tot constructiediepte	2,62
Definitieve situatie - BC1a	2,14
Definitieve situatie - BC1b	2,13
Definitieve situatie - BC2	2,25
Definitieve situatie - BC2_1	2,26
Definitieve situatie - BC2_2	2,28
Definitieve situatie - BC3b_1	2,26
Definitieve situatie - BC3b_2	2,30
Inzet waterberging - BC1a	2,23

2.4 Warnings

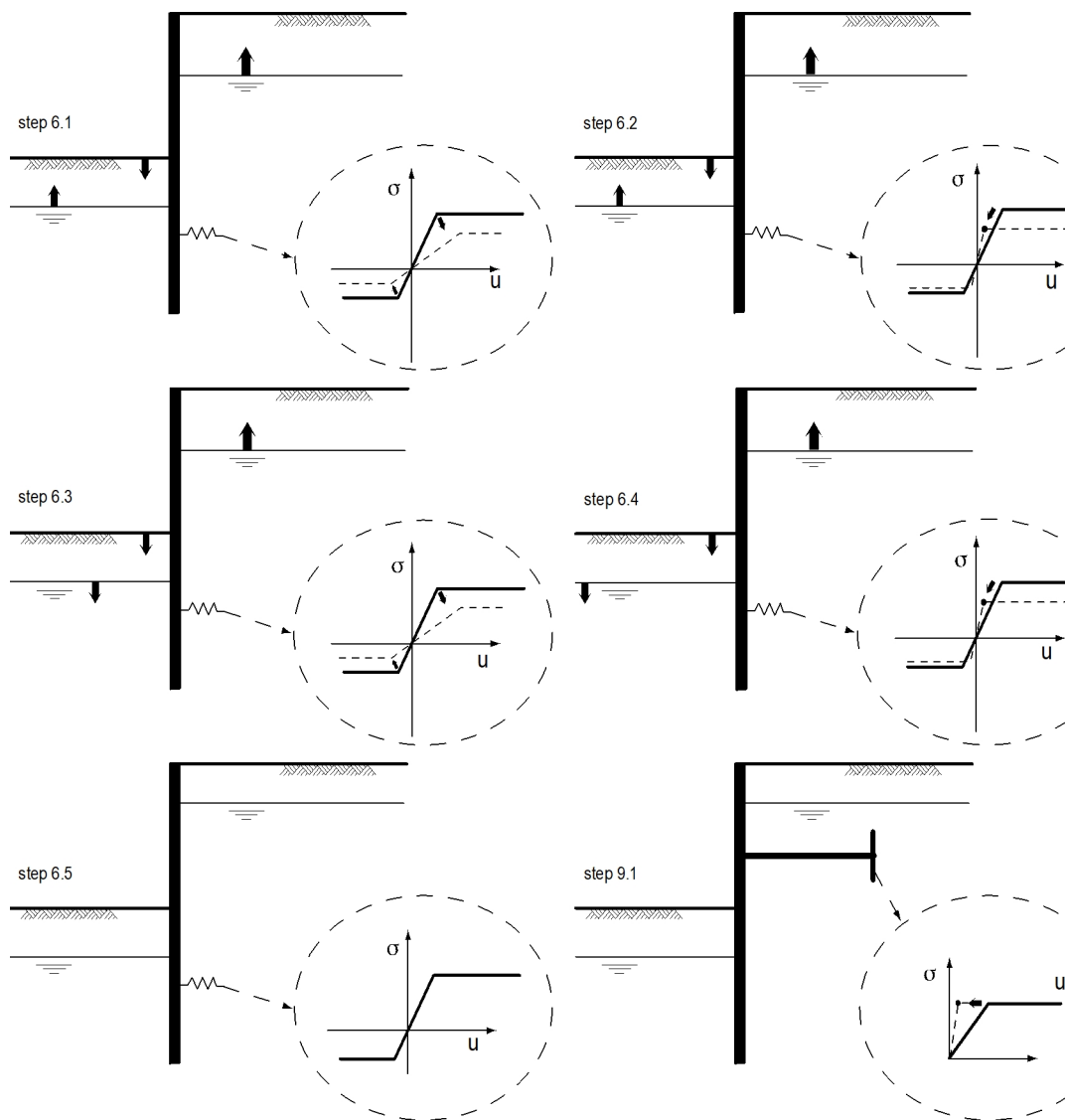
* Phi values

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

- Initieel L
- Initieel
- aanvullen tot NAP+1m
- aanvullen tot NAP+1m -d
- aanvullen tot NAP+3,5m -d
- aanvullen tot NAP+3,5m L
- aanv. tot NAP+3,5m dw -d
- aanv. tot NAP+3,5m dw -d7
- aanv. tot NAP+3,5m dw -d9

2.5 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	13
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	22,50 m
Level top side	3,50 m
Number of sections	1
q _b ;max	10,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 36-700N (S3...	-19,00	3,50	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 36-700N (S3...	1,8818E+05	1,00	1,8818E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 36-700N (S3...	1459,03	1,00	1,00	1,00	1459,03

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 36-700N (S3...	-19,00	3,50	500,00	1,35	170,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Initiele situatie
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000

Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	2: Aanvullen tot NAP+1 m
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	

- Partial factor base resistance (γ_b)	1,20
Verification of stage	3: Aanbrengen ankers en opspannen
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (γ_b)	1,20
Verification of stage	4: Aanvullen tot NAP+3,50m
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	

- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	5: Ontgraven tot constructiediepte
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	6: Definitieve situatie - BC1a
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	7: Definitieve situatie - BC1b
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	8: Definitieve situatie - BC2
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	

- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	9: Definitieve situatie - BC2_1
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	10: Definitieve situatie - BC2_2
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25

- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	11: Definitieve situatie - BC3b_1
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	12: Definitieve situatie - BC3b_2
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00

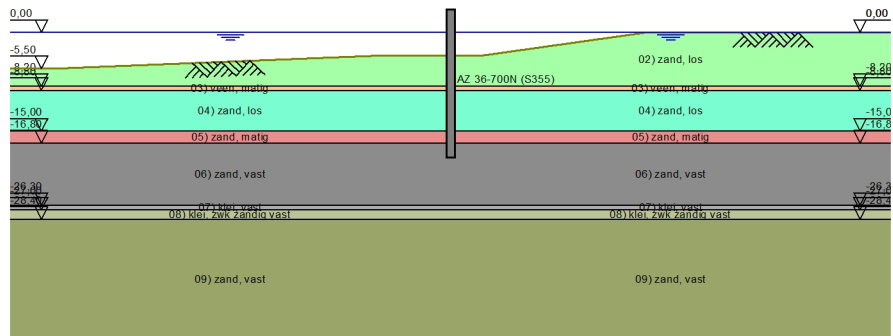
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	13: Inzet waterberging - BC1a
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

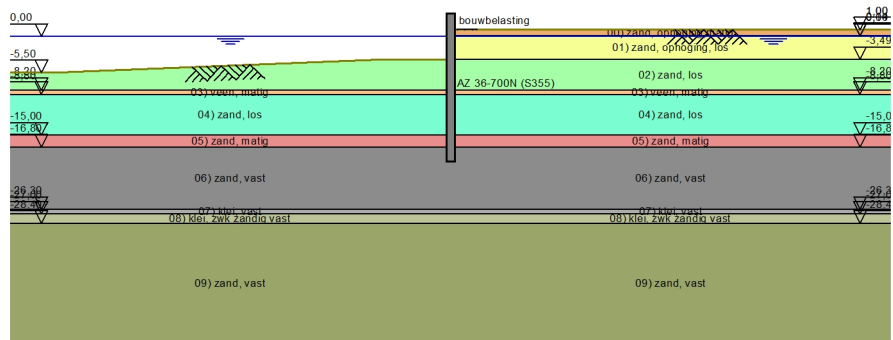
4 Outline Stage 1: Initiele situatie

Outline - Stage 1: Initiele situatie



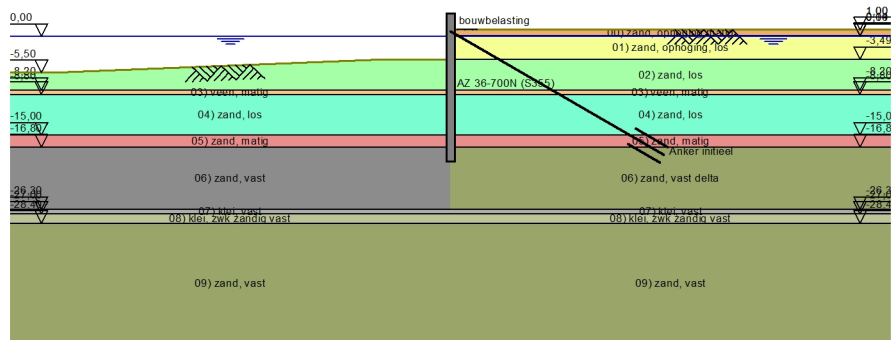
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m

Outline - Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m



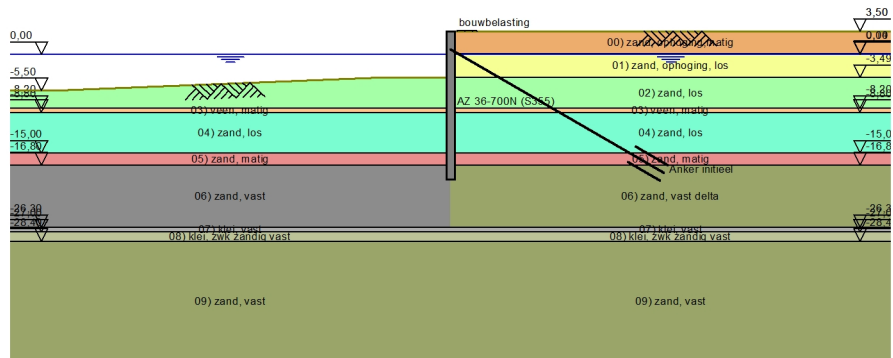
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen

Outline - Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen



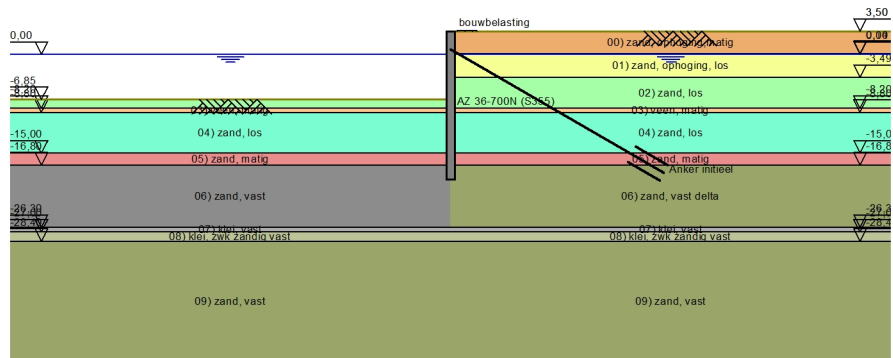
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m

Outline - Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m



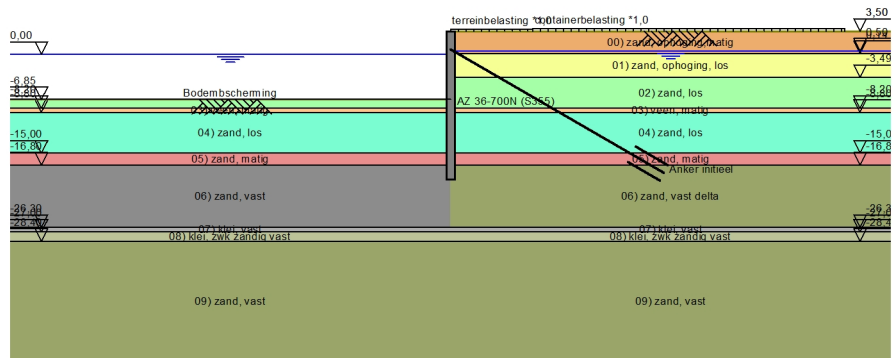
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte

Outline - Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte



9 Outline Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

Outline - Stage 6: Definitieve situatie - BC1a



10 Step 6.3 Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

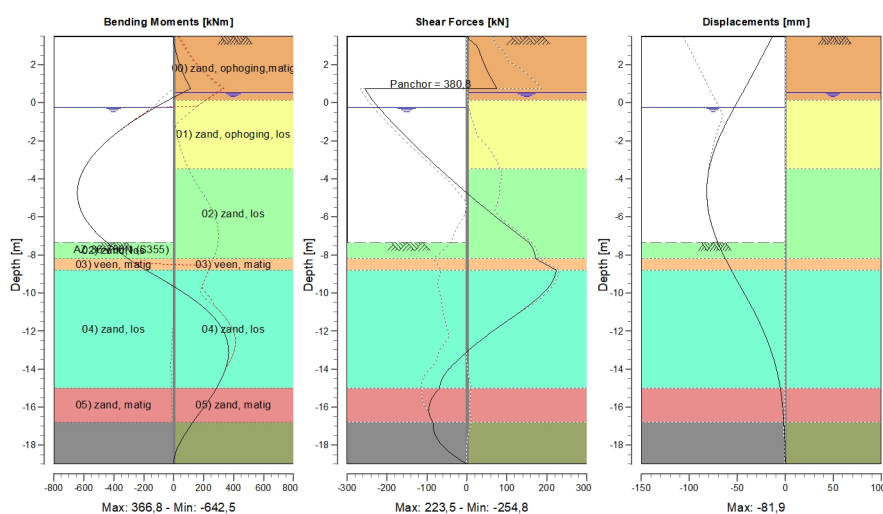
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2

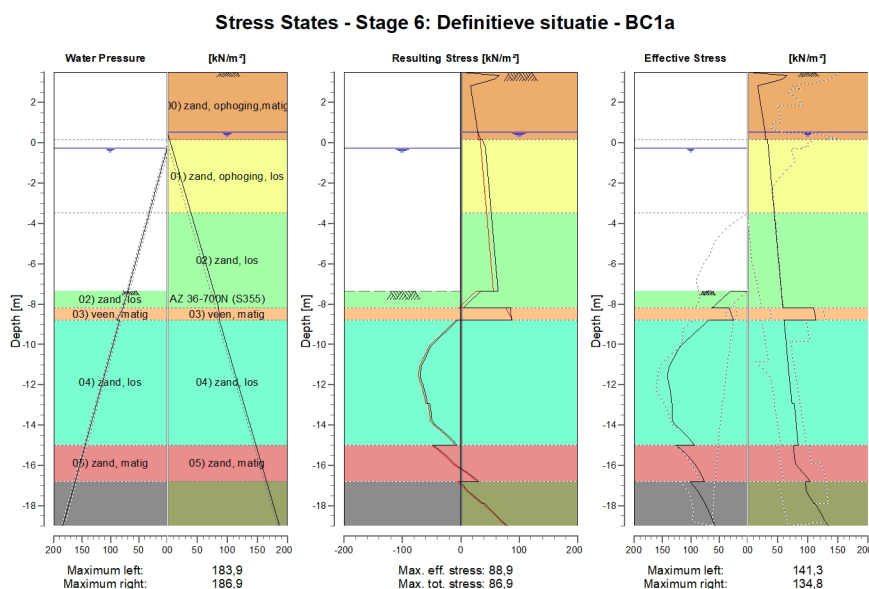


10.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	-0,03	0,57	-13,3
1	2,67	15,31	31,97	-21,9
2	2,67	15,26	31,59	-21,9
2	1,83	48,21	48,12	-30,6
3	1,83	48,20	47,93	-30,6
3	1,00	96,32	68,19	-39,5
4	1,00	96,32	68,19	-39,5
4	0,75	114,21	74,99	-42,2
5	0,75	114,21	-254,80	-42,2
5	0,55	63,81	-249,11	-44,4
6	0,55	63,81	-249,11	-44,4
6	0,50	51,39	-247,65	-44,9
7	0,50	51,39	-247,65	-44,9
7	0,20	-21,51	-238,19	-48,3
8	0,20	-21,51	-238,18	-48,3
8	0,14	-35,74	-236,15	-48,9
9	0,14	-35,74	-236,15	-48,9
9	0,00	-68,43	-230,81	-50,5
10	0,00	-68,43	-230,81	-50,5
10	-0,25	-124,88	-220,63	-53,2
11	-0,25	-124,88	-220,63	-53,2
11	-0,30	-135,85	-218,51	-53,8
12	-0,30	-135,88	-218,41	-53,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,36	-343,51	-171,53	-64,7
13	-1,36	-343,48	-171,46	-64,7
13	-2,43	-499,36	-121,16	-73,6
14	-2,43	-499,36	-121,20	-73,6
14	-3,49	-599,99	-67,47	-79,5
15	-3,49	-599,98	-67,59	-79,5
15	-4,61	-642,28	-7,29	-81,9
16	-4,61	-642,29	-7,36	-81,9
16	-5,73	-615,00	56,73	-80,0
17	-5,73	-614,99	56,60	-80,0
17	-6,85	-513,95	124,48	-74,0
18	-6,85	-513,95	124,48	-74,0
18	-7,35	-443,86	156,01	-70,2
19	-7,35	-443,85	155,99	-70,2
19	-8,20	-302,65	171,92	-62,5
20	-8,20	-302,65	171,90	-62,5
20	-8,80	-184,08	223,49	-56,3
21	-8,80	-184,08	223,47	-56,3
21	-9,83	37,41	198,80	-44,9
22	-9,83	37,41	198,77	-44,9
22	-10,87	215,19	141,90	-33,7
23	-10,87	215,22	141,77	-33,7
23	-11,90	325,66	71,60	-23,7
24	-11,90	325,64	71,54	-23,7
24	-12,93	366,21	8,53	-15,6
25	-12,93	366,20	8,48	-15,6
25	-13,97	347,62	-43,42	-9,4
26	-13,97	347,60	-43,55	-9,4
26	-15,00	286,27	-68,59	-5,3
27	-15,00	286,27	-68,52	-5,3
27	-15,90	210,83	-93,87	-3,0
28	-15,90	210,84	-93,94	-3,0
28	-16,80	127,52	-84,67	-1,6
29	-16,80	127,55	-84,70	-1,6
29	-17,90	40,38	-66,18	-0,6
30	-17,90	40,36	-66,23	-0,6
30	-19,00	0,00	-0,02	0,1
Max		-642,29	-254,80	-81,9
Max, minor nodes incl.		-642,54	-254,80	-81,9

10.1.3 Charts of Stresses



10.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	P	
1	2,67	0,00	0,00	-	-	17,60	0,00	A	
2	2,67	0,00	0,00	-	-	17,60	0,00	A	
2	1,83	0,00	0,00	-	-	22,08	0,00	A	
3	1,83	0,00	0,00	-	-	22,07	0,00	A	
3	1,00	0,00	0,00	-	-	26,56	0,00	A	
4	1,00	0,00	0,00	-	-	26,55	0,00	A	
4	0,75	0,00	0,00	-	-	27,90	0,00	A	
5	0,75	0,00	0,00	-	-	27,89	0,00	A	
5	0,55	0,00	0,00	-	-	28,97	0,00	A	
6	0,55	0,00	0,00	-	-	28,97	0,00	A	
6	0,50	0,00	0,00	-	-	29,12	0,49	A	
7	0,50	0,00	0,00	-	-	29,12	0,49	A	
7	0,20	0,00	0,00	-	-	30,03	3,43	A	
8	0,20	0,00	0,00	-	-	30,03	3,43	A	
8	0,14	0,00	0,00	-	-	30,21	4,02	A	
9	0,14	0,00	0,00	-	-	33,28	4,02	A	
9	0,00	0,00	0,00	-	-	33,70	5,40	A	
10	0,00	0,00	0,00	-	-	33,70	5,40	A	
10	-0,25	0,00	0,00	-	-	34,47	7,85	A	
11	-0,25	0,00	0,00	-	-	34,47	7,85	A	
11	-0,30	0,00	0,49	-	-	34,62	8,34	A	
12	-0,30	0,00	0,49	-	-	34,61	8,34	A	
12	-1,36	0,00	10,92	-	-	37,87	18,77	A	
13	-1,36	0,00	10,92	-	-	37,82	18,77	A	
13	-2,43	0,00	21,35	-	-	41,10	29,20	A	
14	-2,43	0,00	21,35	-	-	41,04	29,20	A	
14	-3,49	0,00	31,78	-	-	44,33	39,63	A	
15	-3,49	0,00	31,78	-	-	44,25	39,63	A	
15	-4,61	0,00	42,77	-	-	47,72	50,62	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
16	-4,61	0,00	42,77	-		47,63	50,62	A	
16	-5,73	0,00	53,76	-		51,11	61,61	A	
17	-5,73	0,00	53,76	-		51,02	61,61	A	
17	-6,85	0,00	64,75	-		54,50	72,59	A	
18	-6,85	0,00	64,75	-		54,43	72,59	A	
18	-7,35	0,00	69,65	-		55,99	77,50	A	
19	-7,35	29,75	69,65	P		55,93	77,50	A	
19	-8,20	62,96	77,99	P		58,57	85,84	A	
20	-8,20	32,17	77,99	3	98	109,82	85,84	A	
20	-8,80	24,84	88,79	P		113,74	86,81	A	
21	-8,80	68,72	83,88	P		60,55	86,81	A	
21	-9,83	109,19	94,01	P		63,75	96,95	A	
22	-9,83	108,96	94,01	P		63,68	96,95	A	
22	-10,87	133,87	104,15	3	90	66,87	107,09	A	
23	-10,87	133,83	104,15	3	90	66,81	107,09	A	
23	-11,90	139,17	114,29	2	73	69,99	117,22	A	
24	-11,90	139,17	114,29	2	73	70,33	117,22	A	
24	-12,93	133,41	124,42	2	58	73,52	127,36	A	
25	-12,93	133,41	124,42	2	58	77,59	127,36	A	
25	-13,97	128,42	134,56	1	47	80,95	137,50	A	
26	-13,97	128,42	134,56	1	47	80,76	137,50	A	
26	-15,00	93,59	144,70	1	30	84,10	147,64	A	
27	-15,00	126,14	144,70	1	34	76,14	147,64	A	
27	-15,90	94,02	153,53	1	22	79,05	156,46	A	
28	-15,90	94,02	153,53	1	22	79,39	156,46	A	
28	-16,80	76,24	162,36	1	16	104,04	165,29	1	
29	-16,80	101,39	162,36	1	21	95,60	165,29	A	
29	-17,90	74,87	173,15	1	14	110,46	176,08	1	
30	-17,90	74,87	173,15	1	14	112,39	176,08	1	
30	-19,00	57,37	183,94	1	9	134,79	186,88	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

10.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1151,8	1385,1
Water	1725,9	1823,2
Total	2877,7	3208,3

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	3197,09 kN
Mobilized passive effective resistance	1151,85 kN
Percentage mobilized resistance	36,0 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	51354,28 kNm
Mobilized passive moment	16093,83 kNm
Percentage mobilized moment	31,3 %

10.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-252,17
Vertical force passive	371,80
Vertical anchor force (*)	-209,45
Resulting vertical force (no dead weight)	-89,82
Vertical toe capacity Rb;d	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (90 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-252,17
Vertical force passive	371,80
Vertical anchor force (*)	-209,45
Resulting vertical force (no dead weight)	-89,82
Vertical toe capacity Rb;d	2997,60
Vertical toe capacity is sufficient (90 <= 2998)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

10.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

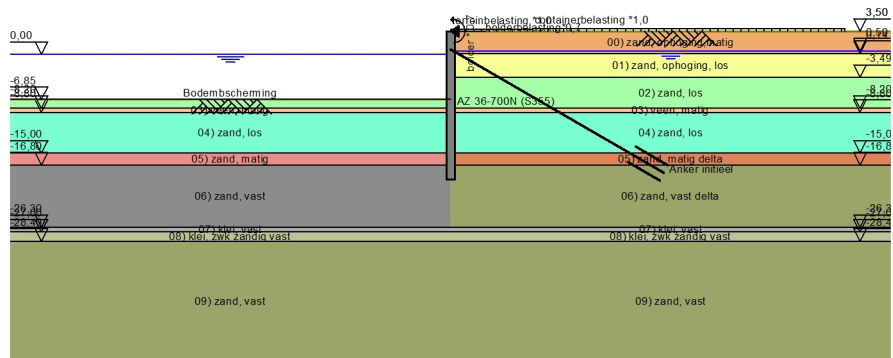
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-31,97
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-44,25
-8,80	04) zand, los	236,82	-3,49	02) zand, los	-76,10
-15,00	05) zand, matig	59,81	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	62,79	-8,80	04) zand, los	-139,45
			-15,00	05) zand, matig	-52,45
			-16,80	06) zand, vast ...	92,05

10.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker initieel	0,75	2,100E+08	380,81	Elastic	Right	Anchor

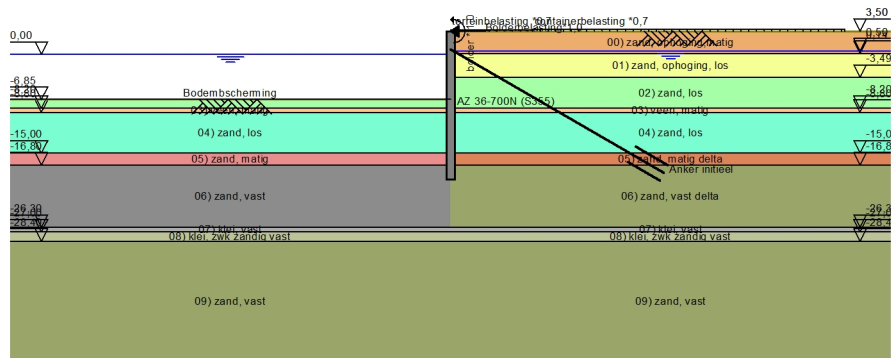
11 Outline Stage 7: Definitieve situatie - BC1b

Outline - Stage 7: Definitieve situatie - BC1b



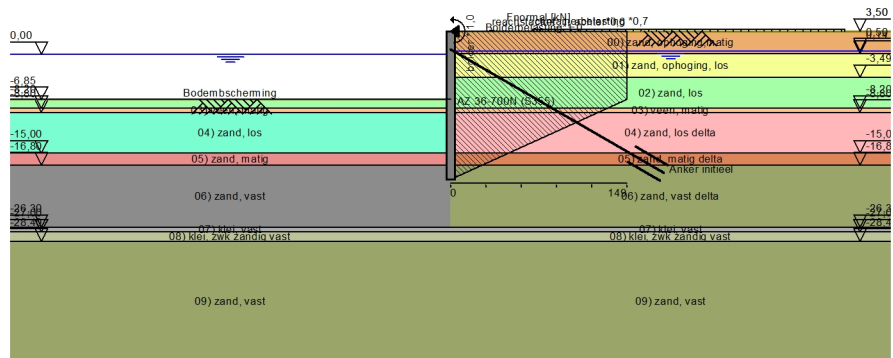
12 Outline Stage 8: Definitieve situatie - BC2

Outline - Stage 8: Definitieve situatie - BC2



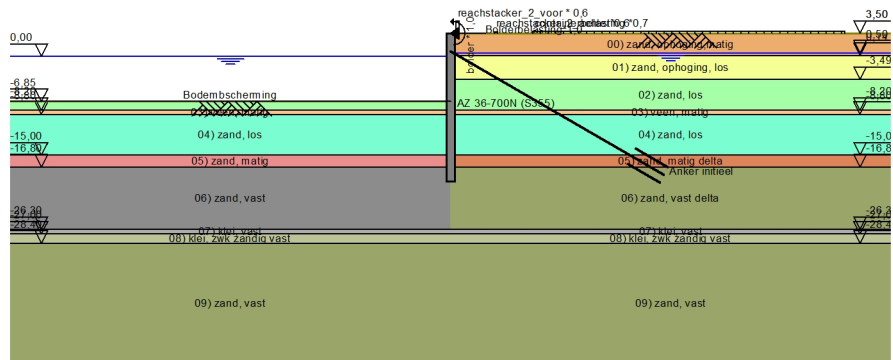
13 Outline Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1

Outline - Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1



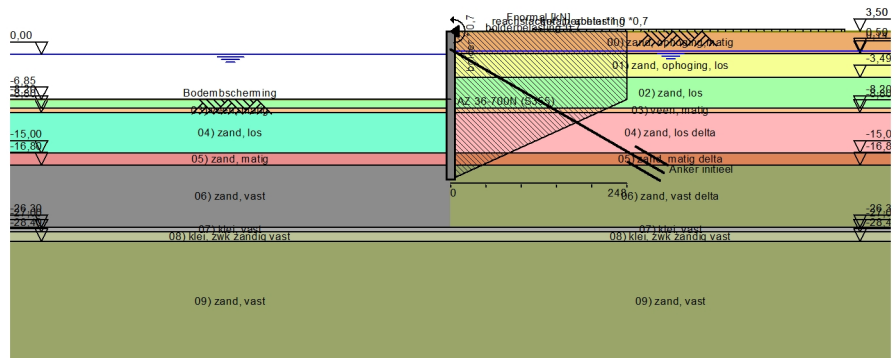
14 Outline Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2

Outline - Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2



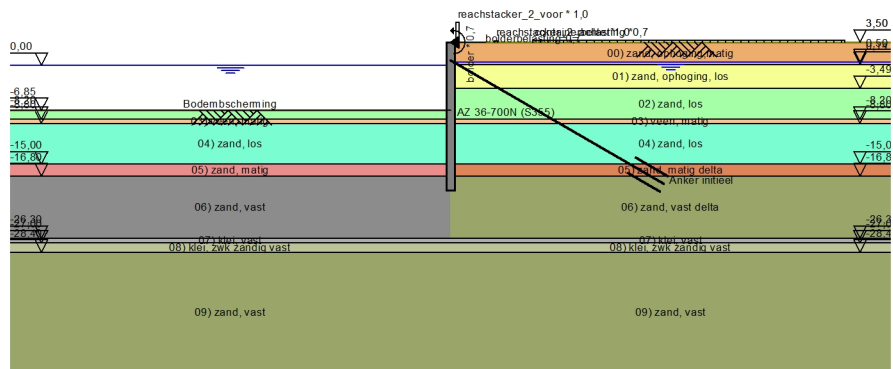
15 Outline Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1

Outline - Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1



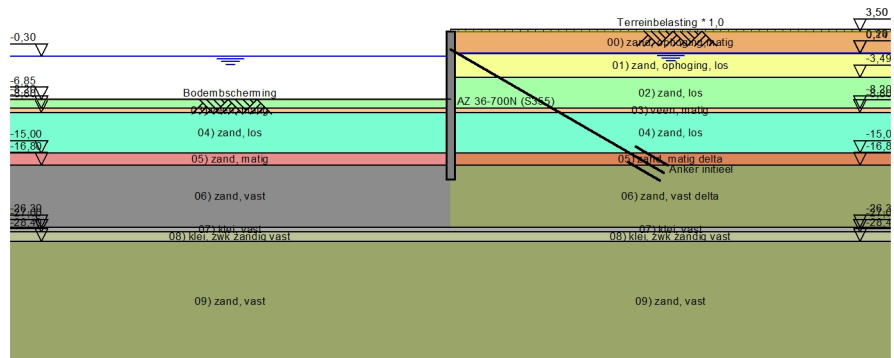
16 Outline Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

Outline - Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2



17 Outline Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

Outline - Stage 13: Inzet waterberging - BC1a



End of Report

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Hoofdwand - ongecorrodeerd**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

algemeen

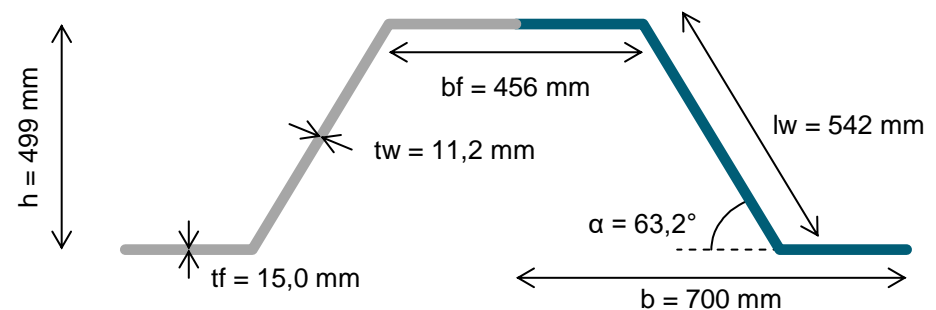
taal = **NL**

sheet pile properties

type damwand

AZ 36-700N

profiel type [Z / U] = **Z**
 profiel breedte b = **700 mm**
 profiel hoogte h = **499 mm**
 flensdikte t_f = **15,0 mm**
 lijfdikte t_w = **11,2 mm**
 hoek lijf α = **63,2 °**
 weerstandsmoment W = **3590 cm³/m¹**
 traagheidsmoment I = **89610 cm⁴/m¹**
 doorsnede oppervlakte A = **215,9 cm²/m¹**
 verfooppervlak (eenzijdig) A_c = **1,47 m²/m**
 flensbreedte b_f = **456 mm**
 lijflengte l_w = **542 mm**



corrosie eigenschappen

berekening corrosie = **absoluut**
 levensduur T = **50 jaar**
 corrosie voorzijde $u_{c,1}$ = **0 mm/50 jaar**
 corrosie achterzijde $u_{c,2}$ = **0 mm/50 jaar**
 corrosie totaal $u_{c,tot}$ = **0 mm/50 jaar**

staal eigenschappen

E-modulus E = **2,10E+08 kN/m²**
 volumiek gewicht γ = **7850 kg/m³**
 staalkwaliteit = **S355 GP -**
 vloeigrens f_y = **355 N/mm²**

belastingen

buigend moment M_{Ed} = **642,54 kNm/m¹**
 dwarskracht V_{Ed} = **254,8 kN/m¹**
 normaalkracht N_{Ed} = **409,89 kN/m¹**
 kniklengte l = **13,9 m**
 waterdrukverschil w = **0,5 m**

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede γ_{M0} = **1,00 -**
 partiële factor voor instabiliteit γ_{M1} = **1,10 -**
 -- --
 -- --

BEREKENINGEN

eigenschappen

		<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnede oppervlakte A	=	215,9	215,9 cm ² /m ¹
elastisch weerstandsmoment W_{el}	=	3590	3590 cm ³ /m ¹
plastisch weerstandsmoment W_{pl}	=	4110	4110 cm ³ /m ¹
traagheidsmoment I	=	89610	89610 cm ⁴ /m ¹
buigstijfheid EI	=	188181	188181 kN/m ² /m ¹
axiale stijfheid EA	=	4533900	4533900 kN/m ¹
doorsnedeklasse	klasse	2	2 -

reductie factor corrosie = **1,00 -**

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand		unity check		
	symbol	waarde	symbol	intiëel	gecorrodeerd	intiëel	gecorrodeerd
belasting(combinatie)							
buigend moment	M_{Ed}	643	$M_{c,Rd}$	1459	1459	0,44	0,44
dwarskracht	V_{Ed}	255	$V_{pl,Rd}$	1587	1587	0,16	0,16
buigend moment + dwarskracht	$M_{Ed}; V_{Ed}$	643; 255	$M_{V,Rd}$	1459	1459	0,44	0,44
dwarskracht plooi	V_{Ed}	255	$V_{b,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
normaalkracht	N_{Ed}	410	$N_{pl,Rd}$	7664	7664	0,05	0,05
knik	$N_{Ed}; 1.15 \cdot M_{Ed}$	410; 739	$\chi \cdot N_{pl,Rd}; M_{c,Rd}$	4022; 1459	4022; 1459	0,67	0,67
buigend moment + normaalkracht	$M_{Ed}; N_{Ed}$	643; 410	$M_{N,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	$M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}$	643; 255; 410	$M_{N;V,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

maatgevende unity check = **0,67** **0,67**

Project **Markiezaat Container Terminal**
Projectcode **115018**
Onderwerp **Hoofdwand - ongecorrodeerd**
Adviseur **M.D. Mascini**
Datum **12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

			<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnedeklasse				
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814 -
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	37,3 -
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2 -
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y,red}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
* alleen voor klasse 4 damwanden				
lokale effecten door waterdruk				
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	33,1 -
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000 -
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y,red}$	=	355	355 N/mm ²
toetsing buigend moment				
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c,Rd}$	=	1459	1459 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,44	0,44 -
toetsing dwarskracht				
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	7744 mm ² /m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl,Rd}$	=	1587	1587 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,16	0,16 -
toetsing buigend moment + dwarskracht				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	nee	nee -
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000 -
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V,Rd}$	=	1459	1459 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,44	0,44 -
toetsing plooi dwarskracht				
schuine lengte van lijf	c	=	542	542 mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	59,5 -
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon > 72$	=	nee	nee -
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	n.v.t. -
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing normaalkracht				
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl,Rd}$	=	7664	7664 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,05	0,05 -
toetsing knik				
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	9613 kN/m ¹
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,043	0,043 -
controle knik?	$N_{Ed}/N_{cr} > 0.04$	=	ja	ja -
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,893 -
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76 -
factor $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,162 -
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,525 -
buckling check (≤ 1)		=	0,67	0,67 -
toetsing buigend moment + normaalkracht				
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja -
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. -
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y,V}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -

Project	Markiezzaat Container Terminal
Projectcode	115018
Onderwerp	Toetsing groutankers hoofdwand - ongecorrodeerd
Adviseur	M.D. Mascini
Datum	12-3-2020

TITEL

Berekening van groutinjectieankers conform CUR 166, 6e druk, deel 1+2, 2012
Berekening van de gording conform EN 1993-1-1+C2:2011
Veiligheidsfactoren conform NEN 9997-1+C2:2017

UITGANGSPUNTEN

algemeen

taal	=	NL
refertieniveau	=	NAP
maatgevende sondering	=	4

geometrie algemeen

maaiveldniveau actieve zijde	=	3,50 m+NAP
maaiveldniveau passieve zijde	=	-6,85 m+NAP
bovenkant damwand	=	3,50 m+NAP
onderkant damwand	=	-19,00 m+NAP

belasting per strekkende meter

richting ingevoerde belasting	=	onder hoek -
CUR stap 6.1-6.4	$P_{max(6.1-6.4)}$	= 466 kN/m ¹
CUR stap 6.5	P_k	= 399 kN/m ¹
CUR stap 6.5 x 1,2	$P_k \times 1,2$	= 479 kN/m ¹
MAX($P_{max(6.1-6.4)}$; $P_k \times 1,2$)	P_{max}	= 479 kN/m ¹

geometrie verankering

anker zijde	=	rechts -
hoek ankers met horizontaal	α	= 30 °
hart-op-hart afstand	a	= 2,80 m
overlengte ankerstang	L_{over}	= 0,50 m
verankeringniveau	=	0,75 m+NAP
bovenkant groutlichaam	=	-16,50 m+NAP
onderkant groutlichaam	=	-19,50 m+NAP
lengte groutlichaam	L_A	= 6,00 m
lengte ankerstang	L_{staaf}	= 41,00 m
horizontale lengte achter damwand	L_{hor}	= 35,07 m

belasting per anker

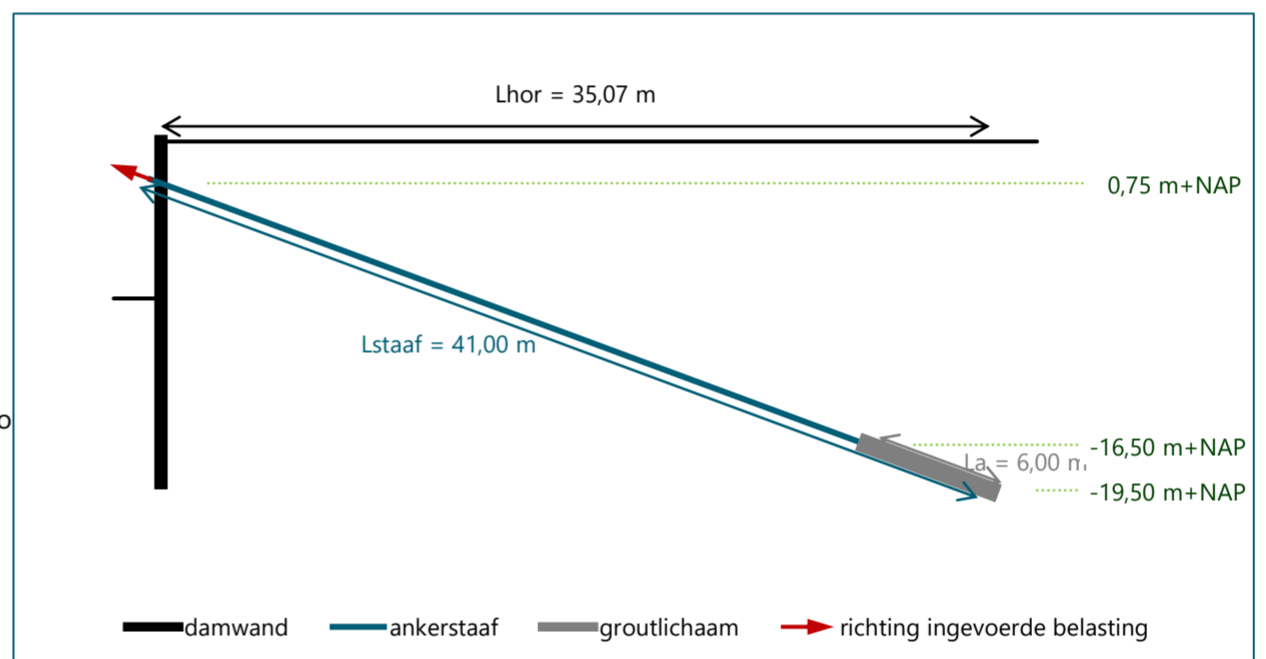
horizontaal (BGT)	P_{khor}	=	967 kN/anker
horizontaal (UGT)	P_{maxhor}	=	1161 kN/anker
onder hoek (BGT)	P_k	=	1117 kN/anker
onder hoek (UGT)	P_{max}	=	1341 kN/anker

veiligheidsfactoren en benodigde controles

veiligheidsklasse	=	RC2
tijdelijke of permanente constructie?	=	permanent
controle op ankeruitval benodigd?	=	ja
controleproef op ieder anker benodigd?	=	ja

corrosie

berekening corrosie	=	per jaar
	ankerstaaf	gording
corrosie per jaar	=	0,000 mm/jaar rondom
levensduur	=	50 jaar
corrosie tijdens levensduur	=	0,00 mm rondom



BEREKENING VAN ANKERSTAAF, GROUTLICHAAM EN GORDING

ankerstaaf

type ankerstaaf	Jetmix 82,5 x 20,0 mm		
buitendiameter	D_o	=	82,5 mm
binnendiameter	D_i	=	42,5 mm
wanddikte	t	=	20 mm
--	=	--	--
oppervlakte doorsnede	A_{mtg}	=	3927 mm ²
oppervlakte doorsnede met corrosie	$A_{mtg,corr}$	=	3927 mm ²
staalkwaliteit	=	E-470	
vloeisspanning ankerstaaf	f_y	=	515 N/mm ²
breukspanning ankerstaaf	f_{ua}	=	720 N/mm ²

controle ankerstaaf

partial material factor yield	γ_{M0}	=	1,00 -
partial material factor thread	γ_{M2}	=	1,25 -
reduction factor thread	k_t	=	0,90 -
yield strength anchor rod	$F_{tg,Rd}$	=	2022 kN
tensile strength anchor rod	$F_{t,Rd}$	=	2036 kN
total strength anchor rod	$F_{t,Rd}$	=	2022 kN
conversiefactor NL	γ_{NL}	=	1,25 -
rekenwaarde sterkte ankerstaaf	R_{td}	=	1618 kN
ontwerpbelasting ankerstaaf	$E_{ULS,d}$	=	1341 kN
controle sterkte ankerstaaf (unity check ≤ 1)			0,83 -

groutlichaam

standaard diameter schroefblad	$D_{stand.}$	=	350 mm
toegepaste diameter schroefblad	D_{keuze}	=	350 mm
overpersing diameter	D_{extra}	=	20 mm
diameter groutlichaam	D_{totaal}	=	370 mm
omtrek groutlichaam	O	=	1162 mm
bovenkant groutlichaam	=	-16,50 m+NAP	
onderkant groutlichaam	=	-19,50 m+NAP	
lengte groutlichaam	L_A	=	6,00 m
schachtwrijvingsfactor	α_f	=	0,015 -
gemiddelde conusweerstand	$q_{c,qem}$	=	20,0 MPa
karakteristieke houdkracht per meter	$r_{ULS,m}$	=	348,7 kN/m

controle groutlichaam

correlatiefactor	ξ_{ULS}	=	1,00 -
partiële materiaalfactor	$\gamma_{a,ULS}$	=	1,35 -
gemeten weerstand groutlichaam	$R_{ULS,m}$	=	2092 kN
karakteristieke weerstand groutlichaam	$R_{ULS,k}$	=	2092 kN
rekenwaarde weerstand groutlichaam	$R_{ULS,d}$	=	1550 kN
rekenwaarde kracht groutlichaam	$E_{ULS,d}$	=	1341 kN
controle houdkracht groutlichaam (unity check ≤ 1)			0,86 -

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Toetsing groutankers hoofdwand - ongecorrodeerd**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

SAMENVATTING

verificatie	type	situatie	belasting	weerstand	eenheid	unity check	check
verificatie ankerstaaf	Jetmix 82,5 x 20,0 mm; L = 41,00 m	standaard	1341	1618	kN	0,83	ok
	hart-op-hart afstand = 2,80 m	ankeruitval	1676	2022	kN	0,83	ok
verificatie groutlichaam	D = 370 mm; L = 6,00 m;	standaard	1341	1550	kN	0,86	ok
	van -16,50 tot -19,50 m+NAP	ankeruitval	1676	2092	kN	0,80	ok

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 3/12/2020
Time of report: 1:39:20 PM
Report with version: 19.1.1.23942

Date of calculation: 3/12/2020
Time of calculation: 10:24:33 AM
Calculated with version: 19.1.1.23942

File name: P:\.\berekening damwand en ankers gecorrodeerd AZ36_FOUM_MASM

Project identification: Markiezaat Container Terminal
Hoofdwand (AZ36-700N)
Gecorrodeerd

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		28,24	-10,46	0,0	13,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		26,95	-10,08	0,0	13,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,5	-4,05	3,04	0,0	9,3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-4,86	3,65			
2	EC7(NL)-Step 6.3		298,13	80,61	0,0	19,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		291,07	-86,23	0,0	19,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-44,1	149,61	49,07	0,0	12,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		179,53	58,88			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-186,43	-170,22	16,0	18,5	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4		-161,42	-170,22	16,1	18,8	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	-18,0	-166,46	-169,91	11,3	13,3	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-199,75	-203,89			
4	EC7(NL)-Step 6.3		-163,00	-162,51	19,5	22,8	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		-141,17	-150,94	19,5	22,9	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	-20,4	-154,98	-162,02	13,7	16,1	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-185,97	-194,42			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-412,53	-172,53	26,1	29,8	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		-378,64	-167,35	26,7	30,7	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	-32,5	-231,91	-130,26	17,4	20,1	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-278,29	-156,32			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-616,27	-251,56	31,3	36,0	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-592,22	-244,15	31,7	36,7	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5	-47,2	-357,14	-175,25	19,3	22,5	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-428,56	-210,30			
7	EC7(NL)-Step 6.3		-564,49	-258,25	32,3	36,9	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.4		-537,69	-253,45	32,0	36,9	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	-47,5	-322,37	-186,39	19,4	22,6	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-386,84	-223,67			
8	EC7(NL)-Step 6.3		-464,14	-237,31	30,2	34,6	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.4		-443,76	-233,66	30,2	34,8	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5	-47,1	-310,89	-187,08	18,9	22,1	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-373,07	-224,49			
9	EC7(NL)-Step 6.3		-364,76	-192,34	31,2	35,5	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.4		-345,13	-188,70	30,9	35,4	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5	-46,4	-300,71	-184,43	19,5	22,8	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-360,85	-221,32			
10	EC7(NL)-Step 6.3		321,34	-189,16	28,9	32,9	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.4		321,34	-187,42	28,8	32,7	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5	-47,9	289,56	-173,55	19,6	23,0	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		347,48	-208,26			
11	EC7(NL)-Step 6.3		-364,60	-193,12	31,3	35,7	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.4		-343,08	-190,99	31,1	35,6	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5	-46,9	-267,48	-171,85	19,7	23,0	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-320,97	-206,22			
12	EC7(NL)-Step 6.3		319,46	-197,59	29,5	33,5	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.4		319,46	-195,54	29,3	33,3	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5	-54,5	283,26	-174,57	20,0	23,4	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		339,92	-209,48			
13	EC7(NL)-Step 6.3		-545,07	-264,33	33,1	37,7	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.4		-515,95	-261,37	33,2	38,0	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5	-53,9	-290,86	-193,29	20,9	24,4	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-349,03	-231,95			
Max		-54,5	-616,27	-264,33	33,2	38,0	Sufficient

1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Anker gecorrodeerd	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.3	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	240,00	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	217,89	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	206,08	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	254,99	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	282,04	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	277,19	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	276,04	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	382,07	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	364,85	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	333,70	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	414,82	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	409,28	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	379,33	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.3	401,47	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.4	397,26	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	393,74	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.3	340,38	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.4	334,28	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	390,15	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.3	399,75	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.4	397,74	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	434,30	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.3	368,55	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.4	366,80	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	430,16	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.3	442,48	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.4	440,11	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	468,82	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.3	470,85	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.4	469,25	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	478,65	Elastic

Max		478,65	
-----	--	---------------	--

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initiele situatie	11,03
Aanvullen tot NAP+1m	5,92
Aanbrengen ankers en opspannen	5,92
Aanvullen tot NAP+3,50m	3,65
Ontgraven tot constructiediepte	2,62
Definitieve situatie - BC1a	2,14
Definitieve situatie - BC1b	2,13
Definitieve situatie - BC2	2,25
Definitieve situatie - BC2_1	2,26
Definitieve situatie - BC2_2	2,28
Definitieve situatie - BC3b_1	2,26
Definitieve situatie - BC3b_2	2,30
Inzet waterberging - BC1a	2,23

1.4 Warnings

* Phi values

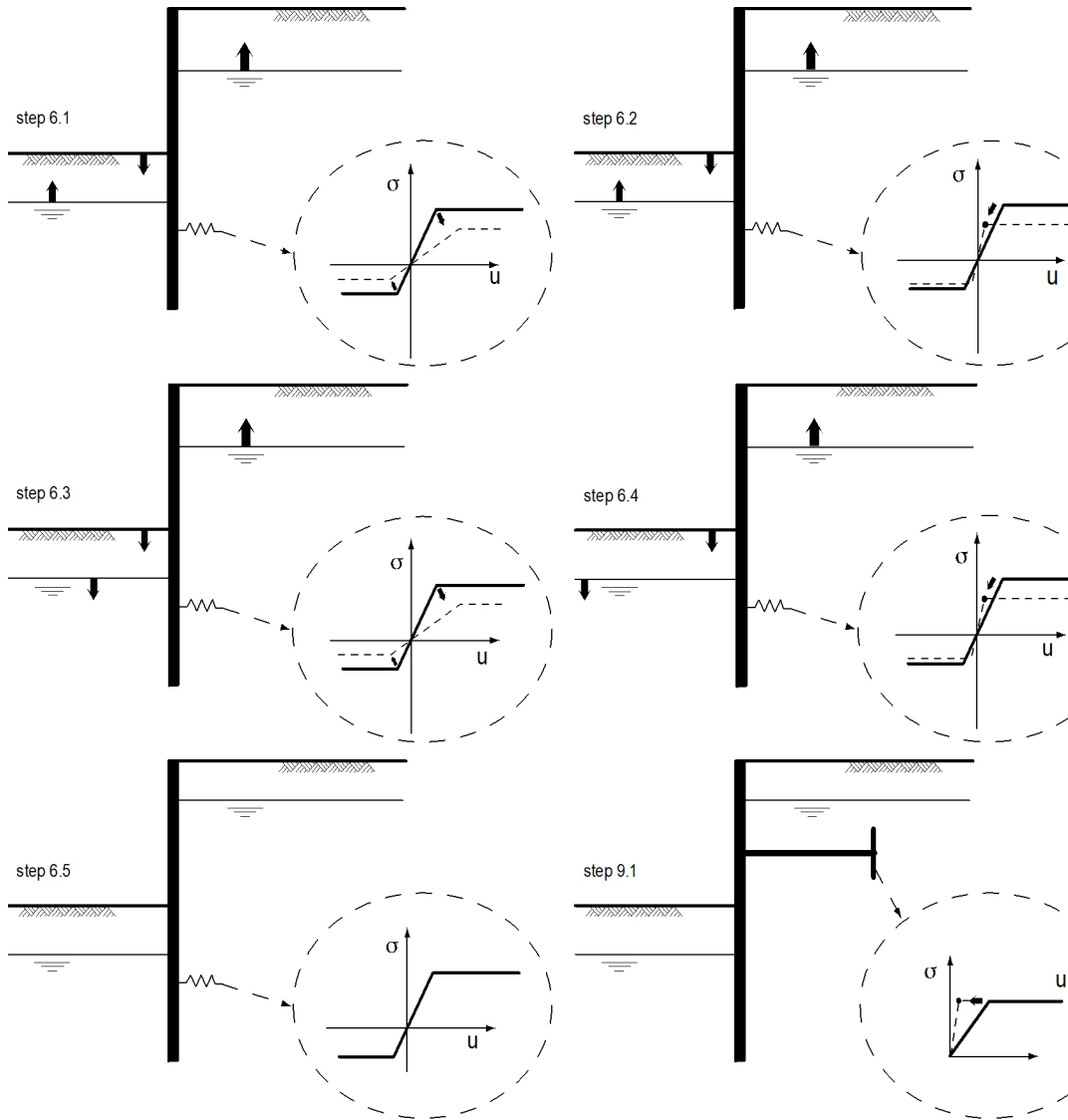
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

- Initieel L
- Initieel
- aanvullen tot NAP+1m
- aanvullen tot NAP+1m (-d)
- aanvullen tot NAP+3,5m -d
- aanvullen tot NAP+3,5m L
- aanv tot NAP+3,5m dw -d
- aanv tot NAP+3,5m dw -d (
- aanv tot NAP+3,5m dw -d 9

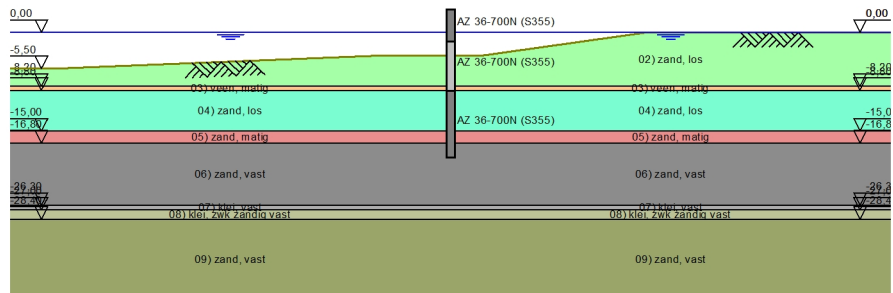
According to article 5.2.1(2) of Eurocode 3 (Design of steel structures - Part 5: Piling), if a plastic global analysis of sheet piling is performed, the rotation capacity shall be checked (see Table 5-1 of Eurocode 3). This check is not done by D-Sheet Piling.

1.5 CUR Verification Steps



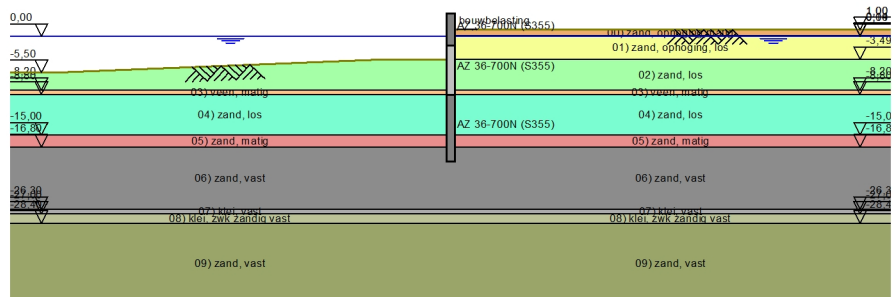
2 Outline Stage 1: Initiele situatie

Outline - Stage 1: Initiele situatie



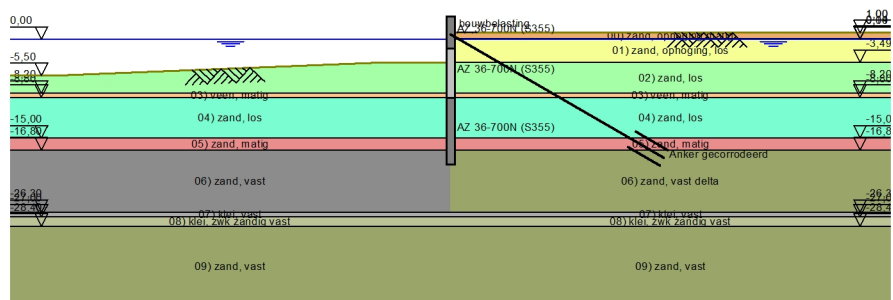
3 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m

Outline - Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m



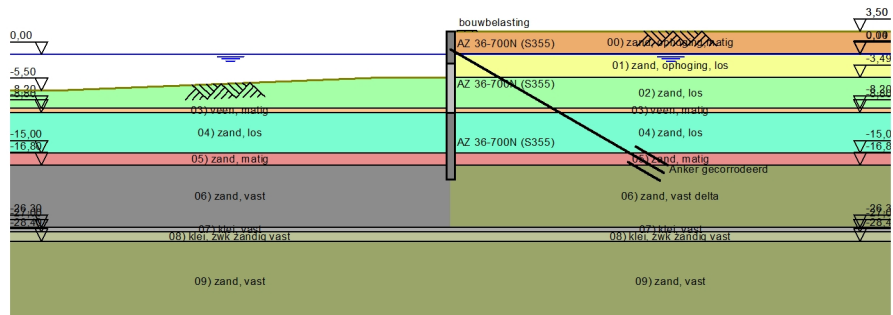
4 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen

Outline - Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen



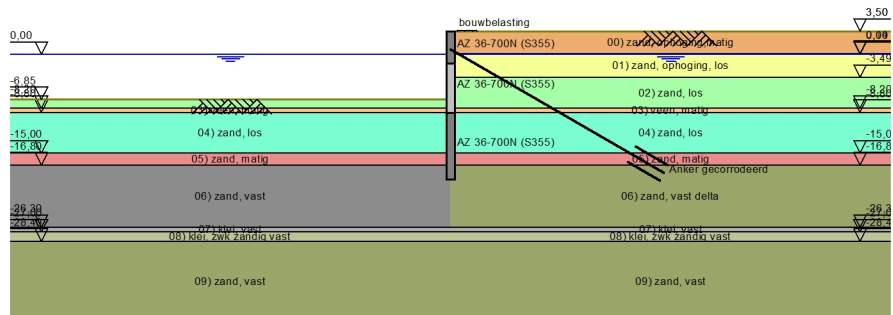
5 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m

Outline - Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m



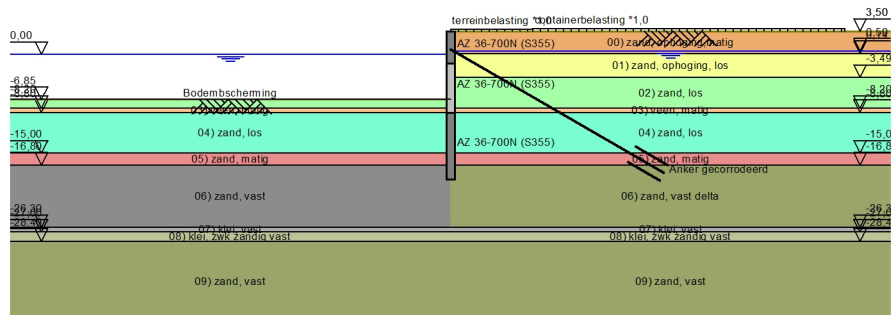
6 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte

Outline - Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte



7 Outline Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

Outline - Stage 6: Definitieve situatie - BC1a



8 Step 6.3 Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

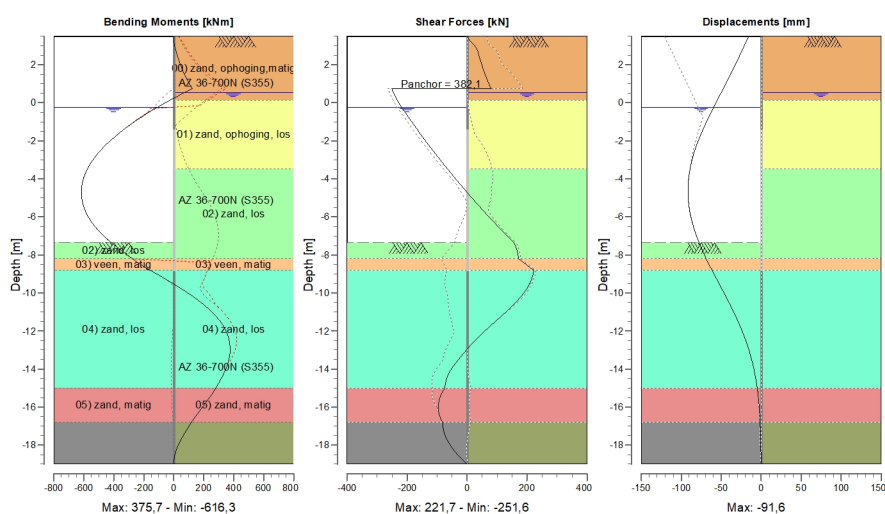
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



8.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	-0,03	0,54	-15,5
1	3,29	0,58	7,69	-17,8
2	3,29	0,61	8,26	-17,8
2	3,08	3,70	20,79	-20,2
3	3,08	3,70	20,83	-20,2
3	2,88	9,33	31,90	-22,6
4	2,88	9,36	31,37	-22,6
4	2,67	16,49	36,58	-25,0
5	2,67	16,47	36,06	-25,0
5	2,46	24,37	39,84	-27,4
6	2,46	24,37	39,84	-27,4
6	2,25	33,08	43,86	-29,7
7	2,25	33,08	43,86	-29,7
7	2,04	42,66	48,11	-32,1
8	2,04	42,67	47,93	-32,1
8	1,83	53,12	52,41	-34,5
9	1,83	53,11	52,23	-34,5
9	1,63	64,48	56,95	-37,0
10	1,63	64,48	56,95	-37,0
10	1,42	76,85	61,90	-39,4
11	1,42	76,85	61,90	-39,4
11	1,21	90,28	67,08	-41,9
12	1,21	90,28	67,08	-41,9

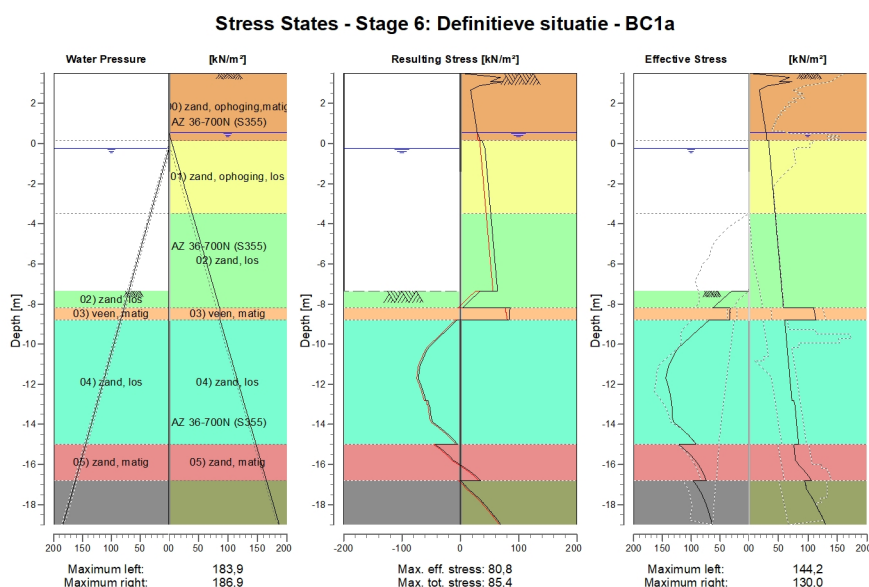
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	1,00	104,82	72,49	-44,3
13	1,00	104,82	72,49	-44,3
13	0,88	114,09	75,85	-45,8
14	0,88	114,09	75,85	-45,8
14	0,75	123,78	79,29	-47,3
15	0,75	123,78	-251,56	-47,3
15	0,55	74,03	-245,88	-49,8
16	0,55	74,03	-245,84	-49,8
16	0,50	61,78	-244,37	-50,4
17	0,50	61,78	-244,36	-50,4
17	0,35	25,47	-239,77	-52,2
18	0,35	25,47	-239,77	-52,2
18	0,20	-10,14	-234,89	-54,1
19	0,20	-10,14	-234,89	-54,1
19	0,14	-24,17	-232,86	-54,8
20	0,14	-24,17	-232,86	-54,8
20	0,00	-56,40	-227,51	-56,5
21	0,00	-56,40	-227,51	-56,5
21	-0,13	-84,53	-222,52	-58,1
22	-0,13	-84,53	-222,52	-58,1
22	-0,25	-112,02	-217,34	-59,6
23	-0,25	-112,02	-217,34	-59,6
23	-0,30	-122,84	-215,22	-60,2
24	-0,30	-122,84	-215,22	-60,2
24	-0,52	-169,15	-205,80	-62,8
25	-0,52	-169,15	-205,80	-62,8
25	-0,74	-213,38	-196,24	-65,4
26	-0,74	-213,39	-196,12	-65,4
26	-0,96	-255,47	-186,41	-68,0
27	-0,96	-255,46	-186,29	-68,0
27	-1,18	-295,36	-176,43	-70,4
28	-1,18	-295,36	-176,44	-70,4
28	-1,40	-333,08	-166,44	-72,8
29	-1,40	-333,08	-166,46	-72,8
29	-1,61	-366,86	-156,82	-75,0
30	-1,61	-366,86	-156,86	-75,0
30	-1,82	-398,63	-147,09	-77,1
31	-1,82	-398,63	-147,13	-77,1
31	-2,03	-428,35	-137,22	-79,0
32	-2,03	-428,35	-137,26	-79,0
32	-2,24	-455,99	-127,23	-80,9
33	-2,24	-455,99	-127,27	-80,9
33	-2,44	-481,53	-117,10	-82,6
34	-2,44	-481,53	-117,15	-82,6
34	-2,65	-504,94	-106,84	-84,2
35	-2,65	-504,94	-106,89	-84,2
35	-2,86	-526,19	-96,46	-85,6
36	-2,86	-526,19	-96,50	-85,6
36	-3,07	-545,26	-85,93	-86,9
37	-3,07	-545,26	-85,97	-86,9
37	-3,28	-562,11	-75,27	-88,1
38	-3,28	-562,11	-75,36	-88,1
38	-3,49	-576,73	-64,53	-89,1
39	-3,49	-576,73	-64,70	-89,1
39	-3,71	-589,91	-52,94	-89,9
40	-3,71	-589,91	-53,15	-89,9
40	-3,94	-600,48	-41,24	-90,6
41	-3,94	-600,48	-41,47	-90,6
41	-4,16	-608,42	-29,41	-91,1
42	-4,16	-608,42	-29,64	-91,1
42	-4,39	-613,70	-17,43	-91,5
43	-4,39	-613,70	-17,65	-91,5
43	-4,61	-616,27	-5,29	-91,6
44	-4,61	-616,27	-5,54	-91,6
44	-4,83	-616,11	6,98	-91,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
45	-4,83	-616,11	6,73	-91,5
45	-5,06	-613,19	19,39	-91,2
46	-5,06	-613,19	19,16	-91,2
46	-5,28	-607,46	31,98	-90,7
47	-5,28	-607,46	31,75	-90,7
47	-5,51	-598,90	44,72	-90,1
48	-5,51	-598,90	44,49	-90,1
48	-5,73	-587,47	57,61	-89,2
49	-5,73	-587,46	57,30	-89,2
49	-5,95	-573,15	70,57	-88,1
50	-5,95	-573,15	70,25	-88,1
50	-6,18	-555,91	83,67	-86,9
51	-6,18	-555,91	83,44	-86,9
51	-6,40	-535,71	97,01	-85,5
52	-6,40	-535,71	96,77	-85,5
52	-6,63	-512,50	110,50	-83,9
53	-6,63	-512,50	110,25	-83,9
53	-6,85	-486,25	124,13	-82,2
54	-6,85	-486,25	124,01	-82,2
54	-7,02	-464,71	134,44	-80,8
55	-7,02	-464,71	134,44	-80,8
55	-7,18	-441,43	144,95	-79,3
56	-7,18	-441,43	144,96	-79,3
56	-7,35	-416,39	155,55	-77,7
57	-7,35	-416,39	155,45	-77,7
57	-7,56	-382,64	161,87	-75,6
58	-7,56	-382,65	161,73	-75,6
58	-7,78	-347,74	166,53	-73,4
59	-7,78	-347,74	166,46	-73,4
59	-7,99	-312,00	169,63	-71,1
60	-7,99	-312,00	169,57	-71,1
60	-8,20	-275,77	171,11	-68,7
61	-8,20	-275,78	171,07	-68,7
61	-8,40	-239,86	188,03	-66,4
62	-8,40	-239,86	188,03	-66,4
62	-8,60	-200,56	204,90	-64,0
63	-8,60	-200,56	204,90	-64,0
63	-8,80	-157,90	221,69	-61,6
64	-8,80	-157,90	221,69	-61,6
64	-8,85	-146,83	221,36	-61,0
65	-8,85	-146,83	221,36	-61,0
65	-9,07	-98,45	218,89	-58,2
66	-9,07	-98,45	218,89	-58,2
66	-9,29	-50,80	214,72	-55,5
67	-9,29	-50,79	214,68	-55,5
67	-9,51	-4,26	208,79	-52,7
68	-9,51	-4,26	208,74	-52,7
68	-9,73	40,79	201,13	-49,9
69	-9,73	40,79	201,12	-49,9
69	-9,95	83,96	191,77	-47,1
70	-9,95	83,96	191,76	-47,1
70	-10,17	124,90	180,68	-44,4
71	-10,17	124,90	180,64	-44,4
71	-10,39	163,23	168,23	-41,7
72	-10,39	163,23	168,19	-41,7
72	-10,61	198,73	154,95	-39,0
73	-10,61	198,73	154,93	-39,0
73	-10,83	231,24	140,97	-36,4
74	-10,83	231,24	140,95	-36,4
74	-11,05	260,60	126,24	-33,9
75	-11,05	260,60	126,13	-33,9
75	-11,27	286,64	110,88	-31,5
76	-11,27	286,63	110,77	-31,5
76	-11,49	309,26	95,27	-29,1
77	-11,49	309,26	95,20	-29,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
77	-11,71	328,46	79,51	-26,8
78	-11,71	328,45	79,45	-26,8
78	-11,93	344,19	64,00	-24,6
79	-11,93	344,19	63,99	-24,6
79	-12,14	356,61	49,20	-22,5
80	-12,14	356,61	49,19	-22,5
80	-12,36	365,85	35,00	-20,5
81	-12,36	365,85	34,99	-20,5
81	-12,58	372,02	21,32	-18,7
82	-12,58	372,03	21,24	-18,7
82	-12,80	375,23	8,03	-16,9
83	-12,80	375,23	7,95	-16,9
83	-13,02	375,65	-4,03	-15,2
84	-13,02	375,65	-4,03	-15,2
84	-13,24	373,50	-15,52	-13,7
85	-13,24	373,50	-15,52	-13,7
85	-13,46	368,86	-26,74	-12,3
86	-13,46	368,86	-26,74	-12,3
86	-13,68	361,77	-37,76	-10,9
87	-13,68	361,78	-37,89	-10,9
87	-13,90	352,28	-48,49	-9,7
88	-13,90	352,27	-48,62	-9,7
88	-14,12	340,55	-57,74	-8,6
89	-14,12	340,55	-57,73	-8,6
89	-14,34	327,07	-64,69	-7,5
90	-14,34	327,07	-64,68	-7,5
90	-14,56	312,28	-69,67	-6,6
91	-14,56	312,28	-69,66	-6,6
91	-14,78	296,59	-72,89	-5,8
92	-14,78	296,59	-72,88	-5,8
92	-15,00	280,37	-74,54	-5,0
93	-15,00	280,37	-74,52	-5,0
93	-15,20	264,67	-82,18	-4,4
94	-15,20	264,67	-82,16	-4,4
94	-15,40	247,62	-88,04	-3,9
95	-15,40	247,62	-88,02	-3,9
95	-15,60	229,56	-92,33	-3,4
96	-15,60	229,57	-92,31	-3,4
96	-15,80	210,79	-95,23	-2,9
97	-15,80	210,79	-95,30	-2,9
97	-16,00	191,58	-96,47	-2,5
98	-16,00	191,58	-96,54	-2,5
98	-16,20	172,33	-95,61	-2,2
99	-16,20	172,33	-95,59	-2,2
99	-16,40	153,47	-92,65	-1,9
100	-16,40	153,47	-92,63	-1,9
100	-16,60	135,39	-87,93	-1,6
101	-16,60	135,39	-87,91	-1,6
101	-16,80	118,40	-81,66	-1,4
102	-16,80	118,40	-81,66	-1,4
102	-17,02	100,51	-80,76	-1,2
103	-17,02	100,51	-80,83	-1,2
103	-17,24	82,97	-78,39	-1,0
104	-17,24	82,97	-78,44	-1,0
104	-17,46	66,14	-74,24	-0,9
105	-17,46	66,14	-74,21	-0,9
105	-17,68	50,45	-68,11	-0,7
106	-17,68	50,45	-68,09	-0,7
106	-17,90	36,30	-60,31	-0,6
107	-17,90	36,30	-60,29	-0,6
107	-18,12	24,03	-51,00	-0,5
108	-18,12	24,04	-51,01	-0,5
108	-18,34	13,96	-40,33	-0,4
109	-18,34	13,96	-40,35	-0,4
109	-18,56	6,40	-28,24	-0,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
110	-18,56	6,40	-28,24	-0,2
110	-18,78	1,64	-14,75	-0,1
111	-18,78	1,64	-14,75	-0,1
111	-19,00	0,00	0,00	0,0
Max		-616,27	-251,56	-91,6
Max, minor nodes incl.		-616,27	-251,56	-91,6

8.1.3 Charts of Stresses



8.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-	0,00	0,00	P		
1	3,29	0,00	0,00	-	68,66	0,00	1	28	
2	3,29	0,00	0,00	-	68,73	0,00	1	28	
2	3,08	0,00	0,00	-	51,58	0,00	1	20	
3	3,08	0,00	0,00	-	73,13	0,00	1	28	
3	2,88	0,00	0,00	-	33,14	0,00	1		
4	2,88	0,00	0,00	-	32,39	0,00	1		
4	2,67	0,00	0,00	-	17,60	0,00	A		
5	2,67	0,00	0,00	-	17,60	0,00	A		
5	2,46	0,00	0,00	-	18,72	0,00	A		
6	2,46	0,00	0,00	-	18,72	0,00	A		
6	2,25	0,00	0,00	-	19,84	0,00	A		
7	2,25	0,00	0,00	-	19,84	0,00	A		
7	2,04	0,00	0,00	-	20,96	0,00	A		
8	2,04	0,00	0,00	-	20,96	0,00	A		
8	1,83	0,00	0,00	-	22,08	0,00	A		
9	1,83	0,00	0,00	-	22,07	0,00	A		
9	1,63	0,00	0,00	-	23,20	0,00	A		
10	1,63	0,00	0,00	-	23,19	0,00	A		
10	1,42	0,00	0,00	-	24,31	0,00	A		
11	1,42	0,00	0,00	-	24,31	0,00	A		
11	1,21	0,00	0,00	-	25,43	0,00	A		

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
12	1,21	0,00	0,00	-		25,43	0,00	A	
12	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,55	0,00	0,00	-		28,97	0,00	A	
16	0,55	0,00	0,00	-		28,97	0,00	A	
16	0,50	0,00	0,00	-		29,12	0,49	A	
17	0,50	0,00	0,00	-		29,12	0,49	A	
17	0,35	0,00	0,00	-		29,58	1,96	A	
18	0,35	0,00	0,00	-		29,57	1,96	A	
18	0,20	0,00	0,00	-		30,03	3,43	A	
19	0,20	0,00	0,00	-		30,03	3,43	A	
19	0,14	0,00	0,00	-		30,21	4,02	A	
20	0,14	0,00	0,00	-		33,28	4,02	A	
20	0,00	0,00	0,00	-		33,70	5,40	A	
21	0,00	0,00	0,00	-		33,70	5,40	A	
21	-0,13	0,00	0,00	-		34,09	6,62	A	
22	-0,13	0,00	0,00	-		34,08	6,62	A	
22	-0,25	0,00	0,00	-		34,47	7,85	A	
23	-0,25	0,00	0,00	-		34,47	7,85	A	
23	-0,30	0,00	0,49	-		34,62	8,34	A	
24	-0,30	0,00	0,49	-		34,62	8,34	A	
24	-0,52	0,00	2,65	-		35,29	10,50	A	
25	-0,52	0,00	2,65	-		35,29	10,50	A	
25	-0,74	0,00	4,81	-		35,96	12,65	A	
26	-0,74	0,00	4,81	-		35,95	12,65	A	
26	-0,96	0,00	6,97	-		36,63	14,81	A	
27	-0,96	0,00	6,97	-		36,62	14,81	A	
27	-1,18	0,00	9,12	-		37,30	16,97	A	
28	-1,18	0,00	9,12	-		37,29	16,97	A	
28	-1,40	0,00	11,28	-		37,96	19,13	A	
29	-1,40	0,00	11,28	-		37,96	19,13	A	
29	-1,61	0,00	13,33	-		38,60	21,18	A	
30	-1,61	0,00	13,33	-		38,59	21,18	A	
30	-1,82	0,00	15,38	-		39,23	23,23	A	
31	-1,82	0,00	15,38	-		39,22	23,23	A	
31	-2,03	0,00	17,43	-		39,87	25,28	A	
32	-2,03	0,00	17,43	-		39,85	25,28	A	
32	-2,24	0,00	19,48	-		40,50	27,33	A	
33	-2,24	0,00	19,48	-		40,49	27,33	A	
33	-2,44	0,00	21,53	-		41,13	29,38	A	
34	-2,44	0,00	21,53	-		41,12	29,38	A	
34	-2,65	0,00	23,58	-		41,77	31,43	A	
35	-2,65	0,00	23,58	-		41,75	31,43	A	
35	-2,86	0,00	25,63	-		42,40	33,48	A	
36	-2,86	0,00	25,63	-		42,39	33,48	A	
36	-3,07	0,00	27,68	-		43,03	35,53	A	
37	-3,07	0,00	27,68	-		43,02	35,53	A	
37	-3,28	0,00	29,73	-		43,66	37,58	A	
38	-3,28	0,00	29,73	-		43,65	37,58	A	
38	-3,49	0,00	31,78	-		44,30	39,63	A	
39	-3,49	0,00	31,78	-		44,28	39,63	A	
39	-3,71	0,00	33,98	-		44,98	41,83	A	
40	-3,71	0,00	33,98	-		44,96	41,83	A	
40	-3,94	0,00	36,18	-		45,65	44,03	A	
41	-3,94	0,00	36,18	-		45,64	44,03	A	
41	-4,16	0,00	38,38	-		46,33	46,22	A	
42	-4,16	0,00	38,38	-		46,31	46,22	A	
42	-4,39	0,00	40,57	-		47,01	48,42	A	
43	-4,39	0,00	40,57	-		46,99	48,42	A	
43	-4,61	0,00	42,77	-		47,69	50,62	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
44	-4,61	0,00	42,77	-		47,67	50,62	A	
44	-4,83	0,00	44,97	-		48,37	52,82	A	
45	-4,83	0,00	44,97	-		48,35	52,82	A	
45	-5,06	0,00	47,17	-		49,04	55,01	A	
46	-5,06	0,00	47,17	-		49,03	55,01	A	
46	-5,28	0,00	49,36	-		49,72	57,21	A	
47	-5,28	0,00	49,36	-		49,70	57,21	A	
47	-5,51	0,00	51,56	-		50,40	59,41	A	
48	-5,51	0,00	51,56	-		50,38	59,41	A	
48	-5,73	0,00	53,76	-		51,08	61,61	A	
49	-5,73	0,00	53,76	-		51,06	61,61	A	
49	-5,95	0,00	55,96	-		51,75	63,80	A	
50	-5,95	0,00	55,96	-		51,74	63,80	A	
50	-6,18	0,00	58,15	-		52,43	66,00	A	
51	-6,18	0,00	58,15	-		52,41	66,00	A	
51	-6,40	0,00	60,35	-		53,11	68,20	A	
52	-6,40	0,00	60,35	-		53,09	68,20	A	
52	-6,63	0,00	62,55	-		53,79	70,40	A	
53	-6,63	0,00	62,55	-		53,77	70,40	A	
53	-6,85	0,00	64,75	-		54,46	72,59	A	
54	-6,85	0,00	64,75	-		54,45	72,59	A	
54	-7,02	0,00	66,38	-		54,97	74,23	A	
55	-7,02	0,00	66,38	-		54,95	74,23	A	
55	-7,18	0,00	68,02	-		55,47	75,86	A	
56	-7,18	0,00	68,02	-		55,46	75,86	A	
56	-7,35	0,00	69,65	-		55,97	77,50	A	
57	-7,35	29,75	69,65	P		55,96	77,50	A	
57	-7,56	38,06	71,74	P		56,62	79,58	A	
58	-7,56	38,06	71,74	P		56,60	79,58	A	
58	-7,78	46,36	73,82	P		57,26	81,67	A	
59	-7,78	46,36	73,82	P		57,24	81,67	A	
59	-7,99	54,66	75,90	P		57,90	83,75	A	
60	-7,99	54,66	75,90	P		57,89	83,75	A	
60	-8,20	62,96	77,99	P		58,55	85,84	A	
61	-8,20	32,21	77,99	P		109,80	85,84	A	
61	-8,40	33,16	79,95	P		111,11	86,16	A	
62	-8,40	32,50	79,95	P		111,12	86,16	A	
62	-8,60	33,17	81,91	3	99	112,43	86,49	A	
63	-8,60	32,80	81,91	3	99	112,45	86,49	A	
63	-8,80	33,01	83,88	3	98	113,76	86,81	A	
64	-8,80	69,10	83,88	P		60,59	86,81	A	
64	-8,85	71,06	84,37	P		60,74	87,30	A	
65	-8,85	70,90	84,37	P		60,73	87,30	A	
65	-9,07	79,53	86,52	P		61,41	89,46	A	
66	-9,07	79,36	86,52	P		61,40	89,46	A	
66	-9,29	87,97	88,68	P		62,08	91,61	A	
67	-9,29	87,86	88,68	P		62,06	91,61	A	
67	-9,51	96,46	90,83	P		62,74	93,77	A	
68	-9,51	96,39	90,83	P		62,72	93,77	A	
68	-9,73	104,98	92,98	P		63,40	95,92	A	
69	-9,73	104,93	92,98	P		63,39	95,92	A	
69	-9,95	113,52	95,14	P		64,07	98,08	A	
70	-9,95	113,49	95,14	P		64,05	98,08	A	
70	-10,17	122,07	97,29	P		64,73	100,23	A	
71	-10,17	122,05	97,29	P		64,72	100,23	A	
71	-10,39	126,98	99,45	3	97	65,40	102,39	A	
72	-10,39	126,97	99,45	3	97	65,38	102,39	A	
72	-10,61	130,91	101,60	3	94	66,06	104,54	A	
73	-10,61	130,90	101,60	3	94	66,05	104,54	A	
73	-10,83	134,90	103,76	3	91	66,72	106,70	A	
74	-10,83	134,90	103,76	3	91	66,71	106,70	A	
74	-11,05	138,96	105,91	3	89	67,39	108,85	A	
75	-11,05	138,95	105,91	3	89	67,37	108,85	A	
75	-11,27	141,12	108,07	3	86	68,05	111,01	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
76	-11,27	141,12	108,07	3	86	68,04	111,01	A	
76	-11,49	142,63	110,22	3	82	68,72	113,16	A	
77	-11,49	142,63	110,22	3	82	68,70	113,16	A	
77	-11,71	144,19	112,38	2	79	69,38	115,32	A	
78	-11,71	144,19	112,38	2	79	69,37	115,32	A	
78	-11,93	141,72	114,53	2	74	70,04	117,47	A	
79	-11,93	141,72	114,53	2	74	70,03	117,47	A	
79	-12,14	139,55	116,69	2	70	70,71	119,62	A	
80	-12,14	139,55	116,69	2	70	70,70	119,62	A	
80	-12,36	137,67	118,84	2	66	71,37	121,78	A	
81	-12,36	137,67	118,84	2	66	71,36	121,78	A	
81	-12,58	136,09	121,00	2	63	72,03	123,93	A	
82	-12,58	136,09	121,00	2	63	72,02	123,93	A	
82	-12,80	134,82	123,15	2	60	72,70	126,09	A	
83	-12,80	134,81	123,15	2	60	76,46	126,09	A	
83	-13,02	133,85	125,31	2	57	77,17	128,24	A	
84	-13,02	133,85	125,31	2	57	77,94	128,24	A	
84	-13,24	133,18	127,46	2	55	78,66	130,40	A	
85	-13,24	133,18	127,46	2	55	78,61	130,40	A	
85	-13,46	132,81	129,61	2	53	79,33	132,55	A	
86	-13,46	132,81	129,61	2	53	79,29	132,55	A	
86	-13,68	132,73	131,77	2	51	80,00	134,71	A	
87	-13,68	132,73	131,77	2	51	79,96	134,71	A	
87	-13,90	130,30	133,92	1	49	80,67	136,86	A	
88	-13,90	130,30	133,92	1	49	80,63	136,86	A	
88	-14,12	120,62	136,08	1	44	81,34	139,02	A	
89	-14,12	120,62	136,08	1	44	81,30	139,02	A	
89	-14,34	111,91	138,23	1	39	82,02	141,17	A	
90	-14,34	111,91	138,23	1	39	81,98	141,17	A	
90	-14,56	104,13	140,39	1	35	82,69	143,33	A	
91	-14,56	104,13	140,39	1	35	82,65	143,33	A	
91	-14,78	97,22	142,54	1	32	83,36	145,48	A	
92	-14,78	97,22	142,54	1	32	83,32	145,48	A	
92	-15,00	91,14	144,70	1	29	84,03	147,64	A	
93	-15,00	122,05	144,70	1	33	76,16	147,64	A	
93	-15,20	113,32	146,66	1	30	76,81	149,60	A	
94	-15,20	113,32	146,66	1	30	76,79	149,60	A	
94	-15,40	105,60	148,62	1	27	77,43	151,56	A	
95	-15,40	105,60	148,62	1	27	77,41	151,56	A	
95	-15,60	98,83	150,58	1	25	78,06	153,52	A	
96	-15,60	98,83	150,58	1	25	78,04	153,52	A	
96	-15,80	92,94	152,55	1	22	78,68	155,48	A	
97	-15,80	92,94	152,55	1	22	78,98	155,48	A	
97	-16,00	87,86	154,51	1	21	84,23	157,45	1	
98	-16,00	87,86	154,51	1	21	84,12	157,45	1	
98	-16,20	83,50	156,47	1	19	90,59	159,41	1	
99	-16,20	83,50	156,47	1	19	90,48	159,41	1	
99	-16,40	79,79	158,43	1	18	96,30	161,37	1	
100	-16,40	79,79	158,43	1	18	96,19	161,37	1	
100	-16,60	76,67	160,39	1	17	101,43	163,33	1	
101	-16,60	76,67	160,39	1	17	101,32	163,33	1	
101	-16,80	74,06	162,36	1	16	106,04	165,29	1	
102	-16,80	97,04	162,36	1	20	94,84	165,29	A	
102	-17,02	91,18	164,51	1	18	95,74	167,45	A	
103	-17,02	91,18	164,51	1	18	96,13	167,45	A	
103	-17,24	86,25	166,67	1	17	97,67	169,61	1	
104	-17,24	86,25	166,67	1	17	97,99	169,61	1	
104	-17,46	82,09	168,83	1	16	102,73	171,77	1	
105	-17,46	82,09	168,83	1	16	103,04	171,77	1	
105	-17,68	78,54	170,99	1	15	107,24	173,93	1	
106	-17,68	78,54	170,99	1	15	107,54	173,93	1	
106	-17,90	75,46	173,15	1	14	111,34	176,08	1	
107	-17,90	75,46	173,15	1	14	111,62	176,08	1	
107	-18,12	72,71	175,30	1	13	115,12	178,24	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
108	-18,12	72,71	175,30	1	13	115,40	178,24	1	
108	-18,34	70,19	177,46	1	12	118,71	180,40	1	
109	-18,34	70,19	177,46	1	12	119,49	180,40	1	
109	-18,56	67,80	179,62	1	11	122,69	182,56	1	
110	-18,56	67,80	179,62	1	11	123,42	182,56	1	
110	-18,78	65,47	181,78	1	11	126,58	184,72	1	
111	-18,78	65,47	181,78	1	11	126,85	184,72	1	
111	-19,00	63,16	183,94	1	10	130,00	186,88	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

8.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1153,0	1390,8
Water	1724,4	1823,2
Total	2877,4	3213,9

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	3199,70 kN
Mobilized passive effective resistance	1152,98 kN
Percentage mobilized resistance	36,0 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	51378,78 kNm
Mobilized passive moment	16080,10 kNm
Percentage mobilized moment	31,3 %

8.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-255,24
Vertical force passive	371,28
Vertical anchor force (*)	-210,14
Resulting vertical force (no dead weight)	-94,10
Vertical toe capacity R _{b;d}	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (94 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-255,24
Vertical force passive	371,28
Vertical anchor force (*)	-210,14
Resulting vertical force (no dead weight)	-94,10
Vertical toe capacity R _{b;d}	2991,61
Vertical toe capacity is sufficient (94 <= 2992)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

8.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-33,54
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-44,25

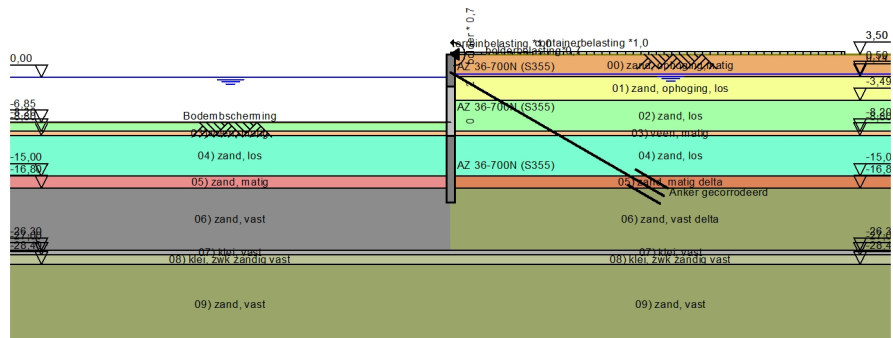
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-8,80	04) zand, los	237,96	-3,49	02) zand, los	-76,10
-15,00	05) zand, matig	57,63	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	63,31	-8,80	04) zand, los	-139,45
			-15,00	05) zand, matig	-53,36
			-16,80	06) zand, vast ...	91,47

8.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	382,07	Elastic	Right	Anchor

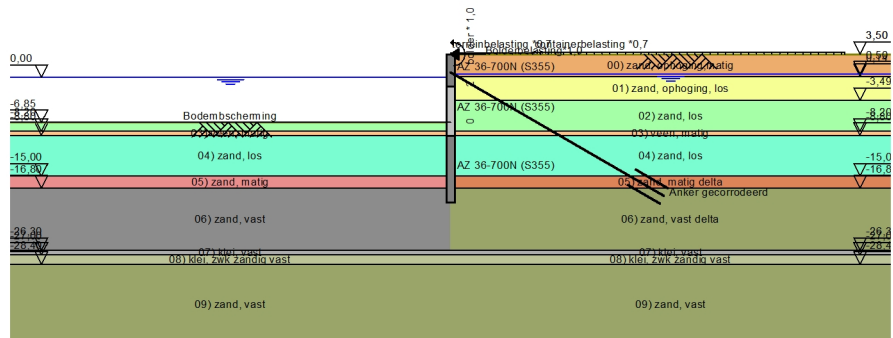
9 Outline Stage 7: Definitieve situatie - BC1b

Outline - Stage 7: Definitieve situatie - BC1b



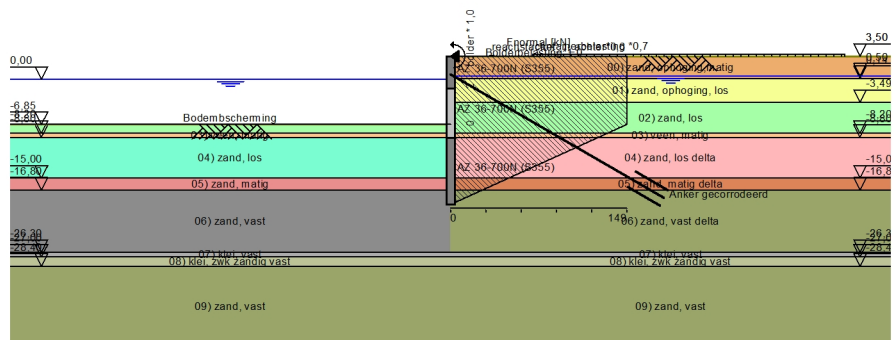
10 Outline Stage 8: Definitieve situatie - BC2

Outline - Stage 8: Definitieve situatie - BC2



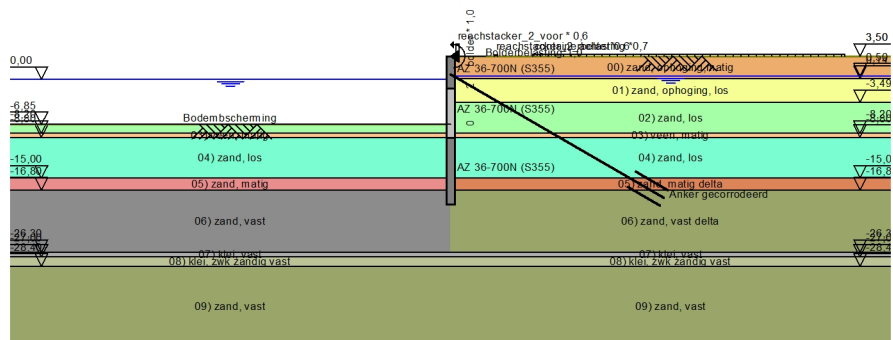
11 Outline Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1

Outline - Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1



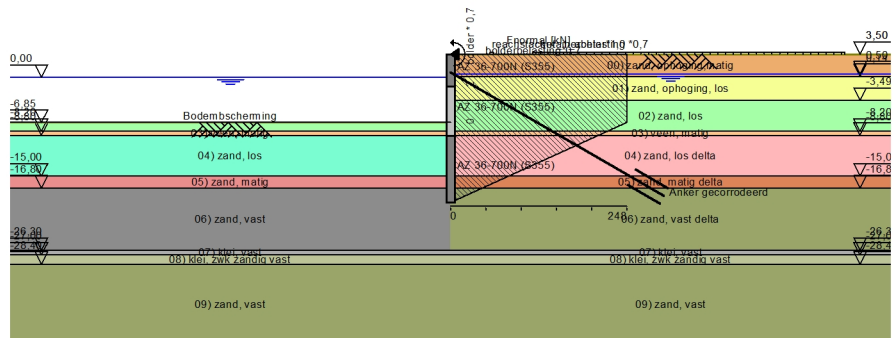
12 Outline Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2

Outline - Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2



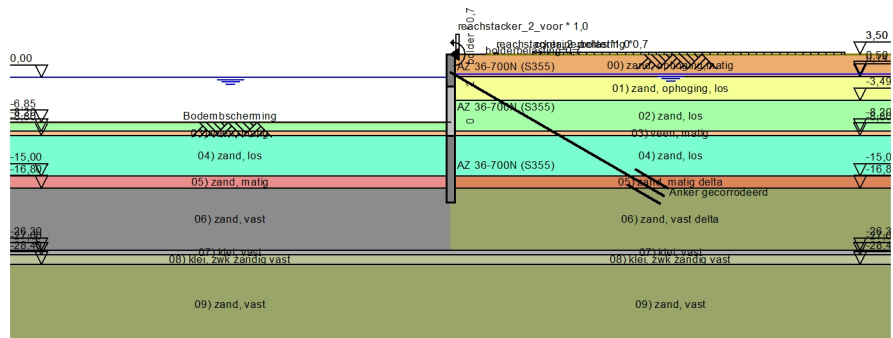
13 Outline Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1

Outline - Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1



14 Outline Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

Outline - Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2



15 Step 6.3 Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

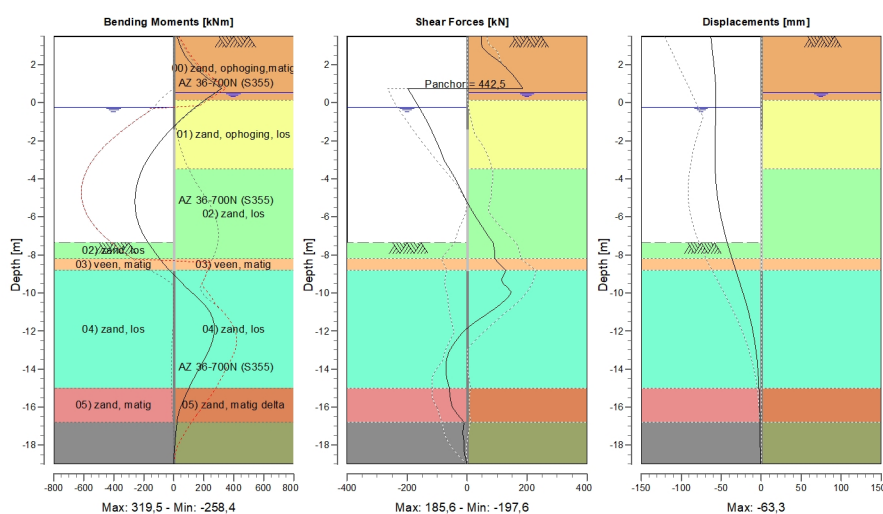
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



15.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	20,99	46,57	-63,3
1	3,29	30,67	46,74	-62,7
2	3,29	30,68	46,97	-62,7
2	3,08	40,46	47,36	-62,1
3	3,08	40,46	47,42	-62,1
3	2,88	50,78	52,46	-61,5
4	2,88	50,78	52,49	-61,5
4	2,67	62,97	65,71	-60,9
5	2,67	62,98	65,52	-60,9
5	2,46	78,33	82,84	-60,3
6	2,46	78,32	82,65	-60,3
6	2,25	97,38	101,07	-59,7
7	2,25	97,38	101,07	-59,7
7	2,04	120,06	117,18	-59,2
8	2,04	120,07	117,00	-59,2
8	1,83	145,89	131,20	-58,7
9	1,83	145,88	131,01	-58,7
9	1,63	174,46	143,69	-58,2
10	1,63	174,46	143,68	-58,2
10	1,42	205,56	155,12	-57,8
11	1,42	205,56	155,11	-57,8
11	1,21	238,93	165,53	-57,4
12	1,21	238,93	165,52	-57,4

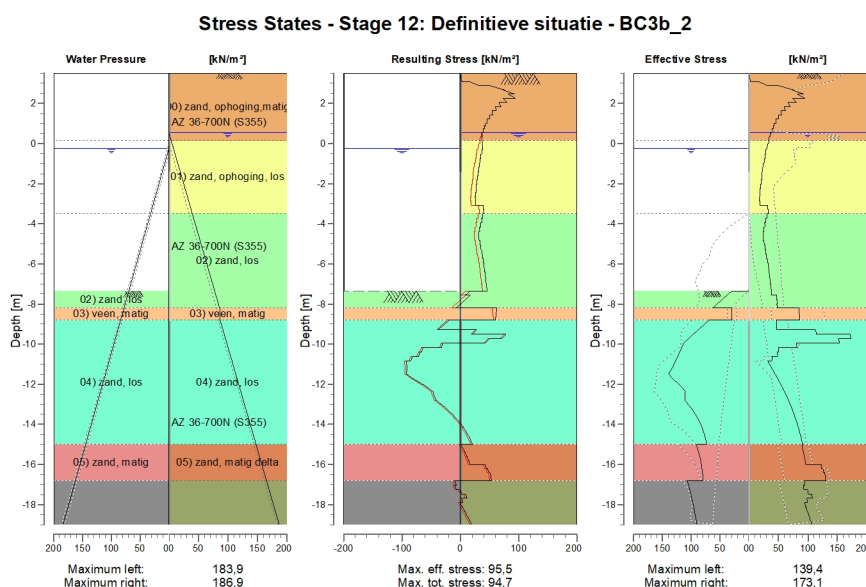
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	1,00	274,39	175,07	-57,1
13	1,00	274,39	175,07	-57,1
13	0,88	296,59	180,45	-57,0
14	0,88	296,59	180,44	-57,0
14	0,75	319,46	185,59	-56,8
15	0,75	319,46	-197,59	-56,8
15	0,55	280,70	-189,79	-56,7
16	0,55	280,70	-189,76	-56,7
16	0,50	271,26	-187,87	-56,7
17	0,50	271,26	-187,86	-56,7
17	0,35	243,48	-182,25	-56,6
18	0,35	243,48	-182,26	-56,6
18	0,20	216,55	-176,71	-56,6
19	0,20	216,55	-176,71	-56,6
19	0,14	206,01	-174,49	-56,6
20	0,14	206,01	-174,50	-56,6
20	0,00	181,94	-169,17	-56,6
21	0,00	181,94	-169,17	-56,6
21	-0,13	161,08	-164,42	-56,6
22	-0,13	161,08	-164,43	-56,6
22	-0,25	140,81	-159,67	-56,6
23	-0,25	140,81	-159,68	-56,6
23	-0,30	132,87	-157,78	-56,7
24	-0,30	132,88	-157,79	-56,7
24	-0,52	99,04	-149,70	-56,8
25	-0,52	99,04	-149,71	-56,8
25	-0,74	66,94	-141,98	-56,9
26	-0,74	66,94	-141,88	-56,9
26	-0,96	36,53	-134,48	-57,0
27	-0,96	36,54	-134,38	-57,0
27	-1,18	7,75	-127,27	-57,2
28	-1,18	7,75	-127,28	-57,2
28	-1,40	-19,51	-120,43	-57,4
29	-1,40	-19,51	-120,46	-57,4
29	-1,61	-44,03	-114,17	-57,5
30	-1,61	-44,03	-114,22	-57,5
30	-1,82	-67,27	-108,12	-57,6
31	-1,82	-67,27	-108,17	-57,6
31	-2,03	-89,26	-102,25	-57,8
32	-2,03	-89,26	-102,31	-57,8
32	-2,24	-110,04	-96,54	-57,8
33	-2,24	-110,04	-96,60	-57,8
33	-2,44	-129,65	-90,98	-57,9
34	-2,44	-129,64	-91,04	-57,9
34	-2,65	-148,10	-85,55	-57,9
35	-2,65	-148,10	-85,61	-57,9
35	-2,86	-165,43	-80,24	-57,9
36	-2,86	-165,43	-80,27	-57,9
36	-3,07	-181,64	-74,80	-57,9
37	-3,07	-181,64	-74,83	-57,9
37	-3,28	-196,41	-66,54	-57,7
38	-3,28	-196,41	-66,62	-57,7
38	-3,49	-209,45	-58,16	-57,6
39	-3,49	-209,46	-58,29	-57,6
39	-3,71	-221,55	-49,68	-57,3
40	-3,71	-221,55	-49,81	-57,3
40	-3,94	-231,79	-41,64	-57,0
41	-3,94	-231,79	-41,79	-57,0
41	-4,16	-240,29	-34,03	-56,6
42	-4,16	-240,29	-34,17	-56,6
42	-4,39	-247,11	-26,76	-56,2
43	-4,39	-247,11	-26,89	-56,2
43	-4,61	-252,34	-19,78	-55,6
44	-4,61	-252,34	-19,95	-55,6
44	-4,83	-256,01	-12,77	-55,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
45	-4,83	-256,01	-12,92	-55,0
45	-5,06	-258,06	-5,38	-54,3
46	-5,06	-258,06	-5,51	-54,3
46	-5,28	-258,41	2,37	-53,5
47	-5,28	-258,41	2,24	-53,5
47	-5,51	-257,00	10,42	-52,6
48	-5,51	-257,00	10,28	-52,6
48	-5,73	-253,75	18,76	-51,7
49	-5,73	-253,75	18,53	-51,7
49	-5,95	-248,62	27,28	-50,6
50	-5,95	-248,63	27,04	-50,6
50	-6,18	-241,57	36,05	-49,5
51	-6,18	-241,57	35,89	-49,5
51	-6,40	-232,50	45,14	-48,3
52	-6,40	-232,50	44,98	-48,3
52	-6,63	-221,37	54,46	-47,1
53	-6,63	-221,37	54,30	-47,1
53	-6,85	-208,12	64,01	-45,7
54	-6,85	-208,12	63,93	-45,7
54	-7,02	-196,86	71,29	-44,7
55	-7,02	-196,86	71,27	-44,7
55	-7,18	-184,36	78,75	-43,6
56	-7,18	-184,36	78,73	-43,6
56	-7,35	-170,61	86,33	-42,5
57	-7,35	-170,61	86,24	-42,5
57	-7,56	-151,98	88,89	-41,0
58	-7,56	-151,98	88,82	-41,0
58	-7,78	-132,80	91,56	-39,5
59	-7,78	-132,80	91,54	-39,5
59	-7,99	-113,21	92,58	-38,0
60	-7,99	-113,21	92,57	-38,0
60	-8,20	-93,60	91,82	-36,4
61	-8,20	-93,60	91,81	-36,4
61	-8,40	-74,00	104,22	-34,9
62	-8,40	-74,00	104,23	-34,9
62	-8,60	-51,93	116,49	-33,4
63	-8,60	-51,93	116,49	-33,4
63	-8,80	-27,43	128,60	-31,9
64	-8,80	-27,43	128,60	-31,9
64	-8,85	-21,02	127,60	-31,5
65	-8,85	-21,02	127,58	-31,5
65	-9,07	6,42	122,04	-29,8
66	-9,07	6,41	122,01	-29,8
66	-9,29	32,42	114,60	-28,1
67	-9,29	32,43	114,56	-28,1
67	-9,51	58,20	119,93	-26,5
68	-9,51	58,20	119,92	-26,5
68	-9,73	86,36	136,26	-24,8
69	-9,73	86,36	136,29	-24,8
69	-9,95	117,43	146,50	-23,2
70	-9,95	117,43	146,51	-23,2
70	-10,17	148,86	139,64	-21,5
71	-10,17	148,86	139,63	-21,5
71	-10,39	177,96	125,30	-20,0
72	-10,39	177,96	125,28	-20,0
72	-10,61	203,79	109,85	-18,5
73	-10,61	203,79	109,83	-18,5
73	-10,83	225,92	91,53	-17,0
74	-10,83	225,92	91,51	-17,0
74	-11,05	243,78	71,21	-15,7
75	-11,05	243,79	71,08	-15,7
75	-11,27	257,18	50,91	-14,3
76	-11,27	257,18	50,74	-14,3
76	-11,49	266,11	30,57	-13,1
77	-11,49	266,11	30,50	-13,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
77	-11,71	270,67	11,42	-11,9
78	-11,71	270,67	11,40	-11,9
78	-11,93	271,31	-5,09	-10,9
79	-11,93	271,31	-5,10	-10,9
79	-12,14	268,63	-18,86	-9,9
80	-12,14	268,63	-18,87	-9,9
80	-12,36	263,20	-30,26	-8,9
81	-12,36	263,20	-30,26	-8,9
81	-12,58	255,45	-40,30	-8,1
82	-12,58	255,45	-40,39	-8,1
82	-12,80	245,54	-49,79	-7,3
83	-12,80	245,53	-49,91	-7,3
83	-13,02	233,66	-57,89	-6,6
84	-13,02	233,66	-57,90	-6,6
84	-13,24	220,26	-63,82	-6,0
85	-13,24	220,26	-63,80	-6,0
85	-13,46	205,77	-67,87	-5,4
86	-13,46	205,77	-67,85	-5,4
86	-13,68	190,57	-70,27	-4,9
87	-13,68	190,57	-70,24	-4,9
87	-13,90	175,02	-71,18	-4,5
88	-13,90	175,02	-71,16	-4,5
88	-14,12	159,42	-70,78	-4,0
89	-14,12	159,42	-70,76	-4,0
89	-14,34	144,03	-69,22	-3,7
90	-14,34	144,03	-69,20	-3,7
90	-14,56	129,10	-66,64	-3,4
91	-14,56	129,10	-66,62	-3,4
91	-14,78	114,83	-63,17	-3,1
92	-14,78	114,83	-63,16	-3,1
92	-15,00	101,41	-58,92	-2,9
93	-15,00	101,41	-58,91	-2,9
93	-15,20	89,67	-58,39	-2,7
94	-15,20	89,67	-58,41	-2,7
94	-15,40	78,11	-57,11	-2,5
95	-15,40	78,11	-57,13	-2,5
95	-15,60	66,88	-55,15	-2,3
96	-15,60	66,88	-55,14	-2,3
96	-15,80	56,10	-52,58	-2,2
97	-15,80	56,10	-52,57	-2,2
97	-16,00	45,89	-49,44	-2,1
98	-16,00	45,89	-49,43	-2,1
98	-16,20	36,88	-40,67	-2,0
99	-16,20	36,88	-40,66	-2,0
99	-16,40	29,70	-31,09	-1,9
100	-16,40	29,70	-31,09	-1,9
100	-16,60	24,51	-20,74	-1,8
101	-16,60	24,51	-20,74	-1,8
101	-16,80	21,41	-10,16	-1,7
102	-16,80	21,41	-10,17	-1,7
102	-17,02	18,96	-11,99	-1,6
103	-17,02	18,96	-12,00	-1,6
103	-17,24	16,11	-13,85	-1,5
104	-17,24	16,11	-13,84	-1,5
104	-17,46	13,08	-13,62	-1,4
105	-17,46	13,08	-13,61	-1,4
105	-17,68	10,32	-11,37	-1,3
106	-17,68	10,32	-11,37	-1,3
106	-17,90	7,89	-10,63	-1,2
107	-17,90	7,89	-10,63	-1,2
107	-18,12	5,57	-10,29	-1,2
108	-18,12	5,57	-10,31	-1,2
108	-18,34	3,43	-9,06	-1,1
109	-18,34	3,43	-9,07	-1,1
109	-18,56	1,65	-6,93	-1,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
110	-18,56	1,65	-6,93	-1,0
110	-18,78	0,44	-3,90	-0,9
111	-18,78	0,44	-3,90	-0,9
111	-19,00	0,00	0,00	-0,9
Max		319,46	-197,59	-63,3
Max, minor nodes incl.		319,46	-197,59	-63,3

15.1.3 Charts of Stresses



15.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	3,29	0,00	0,00	-		1,57	0,00	A	
2	3,29	0,00	0,00	-		0,81	0,00	A	
2	3,08	0,00	0,00	-		2,88	0,00	A	
3	3,08	0,00	0,00	-		15,99	0,00	A	
3	2,88	0,00	0,00	-		32,37	0,00	A	
4	2,88	0,00	0,00	-		50,85	0,00	A	
4	2,67	0,00	0,00	-		76,05	0,00	A	
5	2,67	0,00	0,00	-		73,36	0,00	A	50
5	2,46	0,00	0,00	-		92,95	0,00	A	50
6	2,46	0,00	0,00	-		82,13	0,00	A	46
6	2,25	0,00	0,00	-		94,66	0,00	A	46
7	2,25	0,00	0,00	-		74,02	0,00	A	43
7	2,04	0,00	0,00	-		80,71	0,00	A	43
8	2,04	0,00	0,00	-		66,39	0,00	A	35
8	1,83	0,00	0,00	-		70,03	0,00	A	35
9	1,83	0,00	0,00	-		59,84	0,00	A	29
9	1,63	0,00	0,00	-		61,88	0,00	A	29
10	1,63	0,00	0,00	-		54,30	0,00	A	25
10	1,42	0,00	0,00	-		55,49	0,00	A	25
11	1,42	0,00	0,00	-		49,62	0,00	A	21
11	1,21	0,00	0,00	-		50,36	0,00	A	21

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
12	1,21	0,00	0,00	-		45,63	0,00	A	18
12	1,00	0,00	0,00	-		46,14	0,00	A	18
13	1,00	0,00	0,00	-		42,95	0,00	A	16
13	0,88	0,00	0,00	-		43,19	0,00	A	16
14	0,88	0,00	0,00	-		41,09	0,00	A	
14	0,75	0,00	0,00	-		41,31	0,00	A	
15	0,75	0,00	0,00	-		38,86	0,00	A	
15	0,55	0,00	0,00	-		39,18	0,00	A	
16	0,55	0,00	0,00	-		37,47	0,00	A	
16	0,50	0,00	0,00	-		37,43	0,49	A	
17	0,50	0,00	0,00	-		36,21	0,49	A	
17	0,35	0,00	0,00	-		36,10	1,96	A	
18	0,35	0,00	0,00	-		34,36	1,96	A	
18	0,20	0,00	0,00	-		34,27	3,43	A	
19	0,20	0,00	0,00	-		33,17	3,43	A	
19	0,14	0,00	0,00	-		33,14	4,02	A	
20	0,14	0,00	0,00	-		33,39	4,02	A	
20	0,00	0,00	0,00	-		33,29	5,40	A	
21	0,00	0,00	0,00	-		32,03	5,40	A	
21	-0,13	0,00	0,00	-		31,95	6,62	A	
22	-0,13	0,00	0,00	-		30,85	6,62	A	
22	-0,25	0,00	0,00	-		30,78	7,85	A	
23	-0,25	0,00	0,00	-		30,04	7,85	A	
23	-0,30	0,00	0,49	-		30,02	8,34	A	
24	-0,30	0,00	0,49	-		28,96	8,34	A	
24	-0,52	0,00	2,65	-		28,89	10,50	A	
25	-0,52	0,00	2,65	-		27,27	10,50	A	
25	-0,74	0,00	4,81	-		27,24	12,65	A	
26	-0,74	0,00	4,81	-		25,79	12,65	A	
26	-0,96	0,00	6,97	-		25,79	14,81	A	
27	-0,96	0,00	6,97	-		24,44	14,81	A	
27	-1,18	0,00	9,12	-		24,47	16,97	A	
28	-1,18	0,00	9,12	-		23,26	16,97	A	
28	-1,40	0,00	11,28	-		23,32	19,13	A	
29	-1,40	0,00	11,28	-		22,21	19,13	A	
29	-1,61	0,00	13,33	-		22,28	21,18	A	
30	-1,61	0,00	13,33	-		21,29	21,18	A	
30	-1,82	0,00	15,38	-		21,38	23,23	A	
31	-1,82	0,00	15,38	-		20,45	23,23	A	
31	-2,03	0,00	17,43	-		20,54	25,28	A	
32	-2,03	0,00	17,43	-		19,69	25,28	A	
32	-2,24	0,00	19,48	-		19,80	27,33	A	
33	-2,24	0,00	19,48	-		18,99	27,33	A	
33	-2,44	0,00	21,53	-		19,10	29,38	A	
34	-2,44	0,00	21,53	-		18,35	29,38	A	
34	-2,65	0,00	23,58	-		18,47	31,43	A	
35	-2,65	0,00	23,58	-		17,76	31,43	A	
35	-2,86	0,00	25,63	-		17,89	33,48	A	
36	-2,86	0,00	25,63	-		18,22	33,48	A	
36	-3,07	0,00	27,68	-		18,36	35,53	A	
37	-3,07	0,00	27,68	-		31,67	35,53	A	
37	-3,28	0,00	29,73	-		31,92	37,58	A	
38	-3,28	0,00	29,73	-		32,48	37,58	A	
38	-3,49	0,00	31,78	-		32,76	39,63	A	
39	-3,49	0,00	31,78	-		30,48	39,63	A	
39	-3,71	0,00	33,98	-		30,77	41,83	A	
40	-3,71	0,00	33,98	-		28,49	41,83	A	
40	-3,94	0,00	36,18	-		28,77	44,03	A	
41	-3,94	0,00	36,18	-		26,69	44,03	A	
41	-4,16	0,00	38,38	-		26,96	46,22	A	
42	-4,16	0,00	38,38	-		25,13	46,22	A	
42	-4,39	0,00	40,57	-		25,39	48,42	A	
43	-4,39	0,00	40,57	-		23,76	48,42	A	
43	-4,61	0,00	42,77	-		24,01	50,62	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
44	-4,61	0,00	42,77	-		24,07	50,62	A	
44	-4,83	0,00	44,97	-		24,33	52,82	A	
45	-4,83	0,00	44,97	-		25,69	52,82	A	
45	-5,06	0,00	47,17	-		25,97	55,01	A	
46	-5,06	0,00	47,17	-		27,17	55,01	A	
46	-5,28	0,00	49,36	-		27,48	57,21	A	
47	-5,28	0,00	49,36	-		28,54	57,21	A	
47	-5,51	0,00	51,56	-		28,87	59,41	A	
48	-5,51	0,00	51,56	-		29,82	59,41	A	
48	-5,73	0,00	53,76	-		30,16	61,61	A	
49	-5,73	0,00	53,76	-		31,02	61,61	A	
49	-5,95	0,00	55,96	-		31,38	63,80	A	
50	-5,95	0,00	55,96	-		32,16	63,80	A	
50	-6,18	0,00	58,15	-		32,53	66,00	A	
51	-6,18	0,00	58,15	-		33,25	66,00	A	
51	-6,40	0,00	60,35	-		33,63	68,20	A	
52	-6,40	0,00	60,35	-		34,29	68,20	A	
52	-6,63	0,00	62,55	-		34,69	70,40	A	
53	-6,63	0,00	62,55	-		35,29	70,40	A	
53	-6,85	0,00	64,75	-		35,70	72,59	A	
54	-6,85	0,00	64,75	-		36,19	72,59	A	
54	-7,02	0,00	66,38	-		36,50	74,23	A	
55	-7,02	0,00	66,38	-		36,89	74,23	A	
55	-7,18	0,00	68,02	-		37,21	75,86	A	
56	-7,18	0,00	68,02	-		37,58	75,86	A	
56	-7,35	0,00	69,65	-		37,90	77,50	A	
57	-7,35	29,75	69,65	P		38,30	77,50	A	
57	-7,56	38,06	71,74	P		38,72	79,58	A	
58	-7,56	38,06	71,74	P		46,99	79,58	A	
58	-7,78	46,36	73,82	P		47,51	81,67	A	
59	-7,78	46,36	73,82	P		47,32	81,67	A	
59	-7,99	54,66	75,90	P		47,84	83,75	A	
60	-7,99	54,66	75,90	P		47,20	83,75	A	
60	-8,20	62,96	77,99	P		47,71	85,84	A	
61	-8,20	29,98	77,99	3	93	84,52	85,84	A	
61	-8,40	29,98	79,95	3	90	85,51	86,16	A	
62	-8,40	29,61	79,95	3	91	85,03	86,16	A	
62	-8,60	29,60	81,91	3	89	86,02	86,49	A	
63	-8,60	29,29	81,91	3	89	85,56	86,49	A	
63	-8,80	29,26	83,88	3	87	86,55	86,81	A	
64	-8,80	69,10	83,88	P		47,09	86,81	A	
64	-8,85	71,06	84,37	P		47,21	87,30	A	
65	-8,85	70,90	84,37	P		46,82	87,30	A	
65	-9,07	79,53	86,52	P		47,33	89,46	A	
66	-9,07	79,36	86,52	P		46,70	89,46	A	
66	-9,29	87,97	88,68	P		47,21	91,61	A	
67	-9,29	87,86	88,68	P		113,05	91,61	A	11
67	-9,51	96,46	90,83	P		114,29	93,77	A	11
68	-9,51	96,39	90,83	P		171,21	93,77	A	21
68	-9,73	104,98	92,98	P		173,07	95,92	A	21
69	-9,73	104,93	92,98	P		151,94	95,92	A	19
69	-9,95	113,52	95,14	P		153,59	98,08	A	19
70	-9,95	113,49	95,14	P		80,39	98,08	A	
70	-10,17	116,55	97,29	3	95	81,25	100,23	A	
71	-10,17	116,54	97,29	3	95	49,80	100,23	A	
71	-10,39	119,92	99,45	3	92	50,33	102,39	A	
72	-10,39	119,91	99,45	3	92	48,21	102,39	A	
72	-10,61	123,42	101,60	3	89	48,72	104,54	A	
73	-10,61	123,41	101,60	3	89	38,76	104,54	A	
73	-10,83	126,98	103,76	3	86	39,16	106,70	A	
74	-10,83	126,97	103,76	3	86	31,43	106,70	1	
74	-11,05	130,63	105,91	3	84	35,46	108,85	1	
75	-11,05	130,62	105,91	3	84	35,79	108,85	1	
75	-11,27	134,43	108,07	3	82	39,77	111,01	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
76	-11,27	134,43	108,07	3	82	40,16	111,01	1	
76	-11,49	139,45	110,22	3	80	44,13	113,16	1	
77	-11,49	139,44	110,22	3	80	44,51	113,16	1	
77	-11,71	133,00	112,38	2	73	48,36	115,32	1	
78	-11,71	133,00	112,38	2	73	48,71	115,32	1	
78	-11,93	124,17	114,53	2	65	52,43	117,47	1	
79	-11,93	124,17	114,53	2	65	52,77	117,47	1	
79	-12,14	116,13	116,69	2	58	56,34	119,62	1	
80	-12,14	116,13	116,69	2	58	56,67	119,62	1	
80	-12,36	110,21	118,84	2	53	60,07	121,78	1	
81	-12,36	110,21	118,84	2	53	60,38	121,78	1	
81	-12,58	111,07	121,00	2	51	63,61	123,93	1	
82	-12,58	111,06	121,00	2	51	63,92	123,93	1	
82	-12,80	111,28	123,15	1	49	66,97	126,09	1	
83	-12,80	111,28	123,15	1	49	67,26	126,09	1	
83	-13,02	104,61	125,31	1	45	70,13	128,24	1	
84	-13,02	104,61	125,31	1	45	70,42	128,24	1	
84	-13,24	98,70	127,46	1	41	73,11	130,40	1	
85	-13,24	98,70	127,46	1	41	73,38	130,40	1	
85	-13,46	93,51	129,61	1	37	75,89	132,55	1	
86	-13,46	93,51	129,61	1	37	76,16	132,55	1	
86	-13,68	88,99	131,77	1	34	78,50	134,71	1	
87	-13,68	88,99	131,77	1	34	78,75	134,71	1	
87	-13,90	85,08	133,92	1	32	80,93	136,86	1	
88	-13,90	85,08	133,92	1	32	81,18	136,86	1	
88	-14,12	81,74	136,08	1	30	83,20	139,02	1	
89	-14,12	81,74	136,08	1	30	83,44	139,02	1	
89	-14,34	78,91	138,23	1	28	85,32	141,17	1	
90	-14,34	78,91	138,23	1	28	85,55	141,17	1	
90	-14,56	76,54	140,39	1	26	87,31	143,33	1	
91	-14,56	76,54	140,39	1	26	87,53	143,33	1	
91	-14,78	74,59	142,54	1	25	89,16	145,48	1	
92	-14,78	74,59	142,54	1	25	89,38	145,48	1	
92	-15,00	73,01	144,70	1	23	90,91	147,64	1	
93	-15,00	91,83	144,70	1	25	89,80	147,64	A	
93	-15,20	89,26	146,66	1	23	90,61	149,60	A	
94	-15,20	89,26	146,66	1	23	91,18	149,60	A	
94	-15,40	87,09	148,62	1	22	92,21	151,56	1	
95	-15,40	87,09	148,62	1	22	92,73	151,56	A	
95	-15,60	85,26	150,58	1	21	93,56	153,52	A	
96	-15,60	85,26	150,58	1	21	93,92	153,52	A	
96	-15,80	83,74	152,55	1	20	94,75	155,48	A	
97	-15,80	83,74	152,55	1	20	95,41	155,48	A	
97	-16,00	82,46	154,51	1	19	96,25	157,45	A	
98	-16,00	82,46	154,51	1	19	122,27	157,45	A	20
98	-16,20	81,40	156,47	1	19	123,34	159,41	A	20
99	-16,20	81,40	156,47	1	19	125,33	159,41	A	20
99	-16,40	80,51	158,43	1	18	126,42	161,37	A	20
100	-16,40	80,51	158,43	1	18	128,36	161,37	A	21
100	-16,60	79,76	160,39	1	18	129,46	163,33	A	21
101	-16,60	79,76	160,39	1	18	128,84	163,33	A	20
101	-16,80	79,12	162,36	1	17	129,94	165,29	A	20
102	-16,80	107,15	162,36	1	22	94,29	165,29	A	
102	-17,02	104,83	164,51	1	21	95,25	167,45	A	
103	-17,02	104,83	164,51	1	21	91,98	167,45	A	
103	-17,24	102,73	166,67	1	20	92,91	169,61	A	
104	-17,24	102,73	166,67	1	20	99,35	169,61	A	
104	-17,46	100,81	168,83	1	19	100,35	171,77	A	
105	-17,46	100,81	168,83	1	19	106,64	171,77	A	
105	-17,68	99,04	170,99	1	18	107,70	173,93	A	
106	-17,68	99,04	170,99	1	18	98,13	173,93	A	
106	-17,90	97,39	173,15	1	18	99,09	176,08	A	
107	-17,90	97,39	173,15	1	18	94,09	176,08	1	
107	-18,12	95,83	175,30	1	17	96,34	178,24	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
108	-18,12	95,83	175,30	1	17	96,71	178,24	1	
108	-18,34	94,34	177,46	1	16	98,94	180,40	1	
109	-18,34	94,34	177,46	1	16	99,31	180,40	1	
109	-18,56	92,88	179,62	1	16	101,52	182,56	1	
110	-18,56	92,88	179,62	1	16	101,87	182,56	1	
110	-18,78	91,44	181,78	1	15	104,08	184,72	1	
111	-18,78	91,44	181,78	1	15	104,42	184,72	1	
111	-19,00	90,01	183,94	1	15	106,63	186,88	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

15.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1071,3	1313,2
Water	1724,4	1823,2
Total	2795,7	3136,4

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	3199,70 kN
Mobilized passive effective resistance	1071,25 kN
Percentage mobilized resistance	33,5 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	51378,78 kNm
Mobilized passive moment	15135,64 kNm
Percentage mobilized moment	29,5 %

15.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-122,76
Vertical force passive	348,43
Vertical anchor force (*)	-243,37
Resulting vertical force (no dead weight)	-17,70
Vertical toe capacity R _{b;d}	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (18 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-122,76
Vertical force passive	348,43
Vertical anchor force (*)	-243,37
Resulting vertical force (no dead weight)	-17,70
Vertical toe capacity R _{b;d}	2991,61
Vertical toe capacity is sufficient (18 <= 2992)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

15.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-55,71
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-27,94

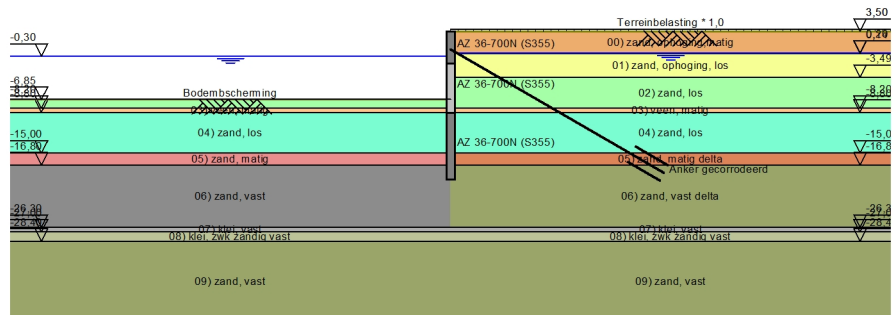
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-8,80	04) zand, los	203,62	-3,49	02) zand, los	-48,74
-15,00	05) zand, matig	52,01	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	80,43	-8,80	04) zand, los	-139,16
			-15,00	05) zand, matig...	66,98
			-16,80	06) zand, vast ...	81,82

15.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	442,48	Elastic	Right	Anchor

16 Outline Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

Outline - Stage 13: Inzet waterberging - BC1a



17 Step 6.4 Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

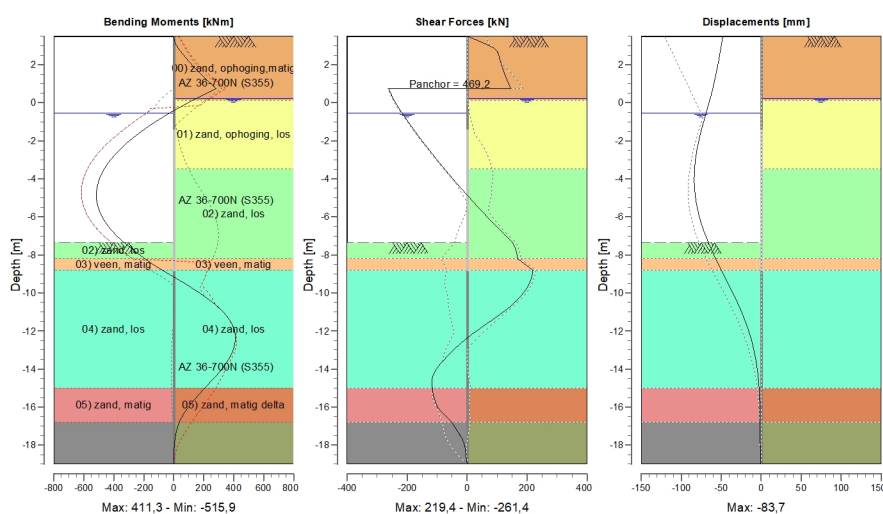
17.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



17.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	-0,01	0,38	-48,0
1	3,29	3,46	32,86	-48,8
2	3,29	3,47	33,08	-48,8
2	3,08	13,50	63,10	-49,7
3	3,08	13,45	63,97	-49,7
3	2,88	29,45	88,41	-50,5
4	2,88	29,49	89,26	-50,5
4	2,67	49,68	102,63	-51,4
5	2,67	49,75	101,31	-51,4
5	2,46	71,47	106,95	-52,3
6	2,46	71,40	105,63	-52,3
6	2,25	93,79	109,65	-53,1
7	2,25	93,79	109,64	-53,1
7	2,04	117,05	113,89	-54,0
8	2,04	117,06	113,70	-54,0
8	1,83	141,18	118,19	-55,0
9	1,83	141,17	117,99	-55,0
9	1,63	166,21	122,71	-56,0
10	1,63	166,21	122,70	-56,0
10	1,42	192,26	127,65	-57,0
11	1,42	192,26	127,64	-57,0
11	1,21	219,37	132,82	-58,0
12	1,21	219,37	132,81	-58,0

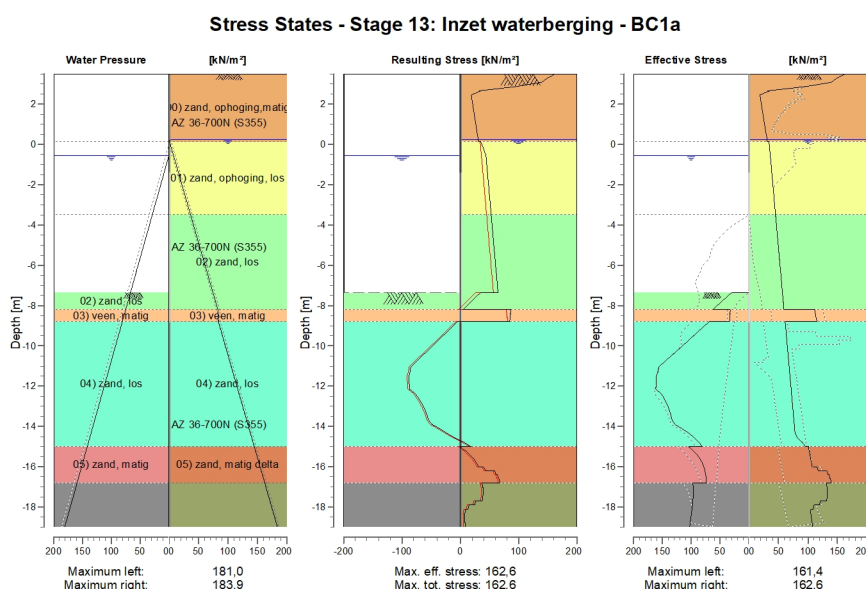
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	1,00	247,57	138,23	-59,2
13	1,00	247,57	138,22	-59,2
13	0,88	265,05	141,58	-59,8
14	0,88	265,05	141,57	-59,8
14	0,75	282,95	145,02	-60,6
15	0,75	282,95	-261,37	-60,6
15	0,63	250,49	-257,84	-61,3
16	0,63	250,49	-257,85	-61,3
16	0,50	218,47	-254,23	-62,1
17	0,50	218,47	-254,24	-62,1
17	0,38	186,91	-250,54	-62,9
18	0,38	186,91	-250,54	-62,9
18	0,25	155,82	-246,76	-63,7
19	0,25	155,82	-246,77	-63,7
19	0,20	143,52	-245,22	-64,0
20	0,20	143,52	-245,22	-64,0
20	0,14	128,85	-243,33	-64,4
21	0,14	128,85	-243,33	-64,4
21	0,00	95,13	-238,28	-65,3
22	0,00	95,13	-238,29	-65,3
22	-0,15	59,80	-232,61	-66,3
23	-0,15	59,80	-232,61	-66,3
23	-0,30	25,34	-226,64	-67,3
24	-0,30	25,34	-226,64	-67,3
24	-0,42	-2,67	-221,44	-68,2
25	-0,42	-2,67	-221,45	-68,2
25	-0,55	-30,02	-216,05	-69,0
26	-0,55	-30,02	-216,15	-69,0
26	-0,76	-74,96	-206,73	-70,5
27	-0,76	-74,97	-206,82	-70,5
27	-0,97	-117,91	-197,26	-71,9
28	-0,97	-117,91	-197,36	-71,9
28	-1,19	-158,83	-187,67	-73,3
29	-1,19	-158,83	-187,87	-73,3
29	-1,40	-197,71	-178,04	-74,6
30	-1,40	-197,71	-178,17	-74,6
30	-1,61	-233,93	-168,37	-75,9
31	-1,61	-233,93	-168,41	-75,9
31	-1,82	-268,10	-158,48	-77,1
32	-1,82	-268,10	-158,54	-77,1
32	-2,03	-300,19	-148,47	-78,2
33	-2,03	-300,18	-148,56	-78,2
33	-2,24	-330,17	-138,37	-79,2
34	-2,24	-330,17	-138,44	-79,2
34	-2,44	-358,03	-128,11	-80,2
35	-2,44	-358,03	-128,19	-80,2
35	-2,65	-383,73	-117,72	-81,0
36	-2,65	-383,73	-117,80	-81,0
36	-2,86	-407,25	-107,20	-81,8
37	-2,86	-407,25	-107,24	-81,8
37	-3,07	-428,54	-96,51	-82,4
38	-3,07	-428,54	-96,55	-82,4
38	-3,28	-447,59	-85,69	-82,9
39	-3,28	-447,59	-85,78	-82,9
39	-3,49	-464,37	-74,79	-83,3
40	-3,49	-464,37	-74,84	-83,3
40	-3,71	-479,80	-62,91	-83,6
41	-3,71	-479,80	-62,90	-83,6
41	-3,94	-492,54	-50,82	-83,7
42	-3,94	-492,54	-50,82	-83,7
42	-4,16	-502,56	-38,59	-83,7
43	-4,16	-502,56	-38,60	-83,7
43	-4,39	-509,82	-26,21	-83,5
44	-4,39	-509,82	-26,22	-83,5
44	-4,61	-514,29	-13,68	-83,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
45	-4,61	-514,29	-13,71	-83,1
45	-4,83	-515,95	-1,03	-82,6
46	-4,83	-515,95	-1,05	-82,6
46	-5,06	-514,75	11,79	-81,9
47	-5,06	-514,75	11,80	-81,9
47	-5,28	-510,65	24,79	-81,0
48	-5,28	-510,65	24,80	-81,0
48	-5,51	-503,63	37,94	-80,0
49	-5,51	-503,63	37,95	-80,0
49	-5,73	-493,65	51,25	-78,9
50	-5,73	-493,64	51,18	-78,9
50	-5,95	-480,68	64,62	-77,5
51	-5,95	-480,68	64,55	-77,5
51	-6,18	-464,71	78,14	-76,0
52	-6,18	-464,71	78,15	-76,0
52	-6,40	-445,67	91,90	-74,4
53	-6,40	-445,67	91,91	-74,4
53	-6,63	-423,53	105,81	-72,6
54	-6,63	-423,53	105,82	-72,6
54	-6,85	-398,26	119,87	-70,7
55	-6,85	-398,26	119,88	-70,7
55	-7,02	-377,41	130,44	-69,2
56	-7,02	-377,41	130,44	-69,2
56	-7,18	-354,79	141,08	-67,6
57	-7,18	-354,79	141,09	-67,6
57	-7,35	-330,39	151,81	-66,0
58	-7,35	-330,38	151,71	-66,0
58	-7,56	-297,42	158,30	-63,8
59	-7,56	-297,43	158,15	-63,8
59	-7,78	-263,27	163,12	-61,5
60	-7,78	-263,27	163,05	-61,5
60	-7,99	-228,25	166,38	-59,2
61	-7,99	-228,25	166,31	-59,2
61	-8,20	-192,70	168,01	-56,8
62	-8,20	-192,70	167,97	-56,8
62	-8,40	-157,39	185,23	-54,5
63	-8,40	-157,39	185,23	-54,5
63	-8,60	-118,63	202,37	-52,2
64	-8,60	-118,63	202,37	-52,2
64	-8,80	-76,46	219,37	-49,8
65	-8,80	-76,46	219,37	-49,8
65	-8,85	-65,50	219,09	-49,2
66	-8,85	-65,49	219,05	-49,2
66	-9,07	-17,61	216,75	-46,5
67	-9,07	-17,61	216,67	-46,5
67	-9,29	29,56	212,67	-43,9
68	-9,29	29,57	212,54	-43,9
68	-9,51	75,65	206,82	-41,3
69	-9,51	75,64	206,65	-41,3
69	-9,73	120,24	199,21	-38,7
70	-9,73	120,24	199,05	-38,7
70	-9,95	162,98	189,87	-36,1
71	-9,95	162,98	189,67	-36,1
71	-10,17	203,47	178,76	-33,5
72	-10,17	203,47	178,53	-33,5
72	-10,39	241,32	165,89	-31,1
73	-10,39	241,32	165,62	-31,1
73	-10,61	276,14	151,24	-28,7
74	-10,61	276,14	150,94	-28,7
74	-10,83	307,55	134,82	-26,4
75	-10,83	307,55	134,48	-26,4
75	-11,05	335,16	116,63	-24,1
76	-11,05	335,17	116,11	-24,1
76	-11,27	358,61	97,31	-22,0
77	-11,27	358,60	96,75	-22,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
77	-11,49	377,76	77,64	-20,0
78	-11,49	377,76	77,23	-20,0
78	-11,71	392,59	57,89	-18,0
79	-11,71	392,59	57,51	-18,0
79	-11,93	403,11	38,24	-16,2
80	-11,93	403,11	37,87	-16,2
80	-12,14	409,32	18,72	-14,6
81	-12,14	409,33	18,27	-14,6
81	-12,36	411,32	0,20	-13,0
82	-12,36	411,31	-0,21	-13,0
82	-12,58	409,44	-16,63	-11,5
83	-12,58	409,45	-16,99	-11,5
83	-12,80	404,02	-32,27	-10,2
84	-12,80	404,02	-32,64	-10,2
84	-13,02	395,26	-46,94	-9,0
85	-13,02	395,26	-47,22	-9,0
85	-13,24	383,40	-60,67	-7,9
86	-13,24	383,40	-60,90	-7,9
86	-13,46	368,61	-73,66	-6,9
87	-13,46	368,61	-73,87	-6,9
87	-13,68	351,04	-86,06	-6,0
88	-13,68	351,05	-86,43	-6,0
88	-13,90	330,81	-97,74	-5,3
89	-13,90	330,80	-98,08	-5,3
89	-14,12	308,20	-107,25	-4,6
90	-14,12	308,20	-107,36	-4,6
90	-14,34	283,87	-113,72	-4,0
91	-14,34	283,88	-113,92	-4,0
91	-14,56	258,41	-117,51	-3,5
92	-14,56	258,40	-117,65	-3,5
92	-14,78	232,46	-118,04	-3,1
93	-14,78	232,46	-117,97	-3,1
93	-15,00	206,80	-115,29	-2,7
94	-15,00	206,80	-115,22	-2,7
94	-15,20	183,80	-114,51	-2,4
95	-15,20	183,80	-114,57	-2,4
95	-15,40	161,11	-112,11	-2,2
96	-15,40	161,11	-112,18	-2,2
96	-15,60	139,04	-108,32	-2,0
97	-15,60	139,04	-108,29	-2,0
97	-15,80	117,86	-103,29	-1,8
98	-15,80	117,87	-103,27	-1,8
98	-16,00	97,79	-97,34	-1,7
99	-16,00	97,79	-97,31	-1,7
99	-16,20	79,15	-88,96	-1,6
100	-16,20	79,15	-88,93	-1,6
100	-16,40	62,56	-76,87	-1,5
101	-16,40	62,56	-76,85	-1,5
101	-16,60	48,48	-63,89	-1,4
102	-16,60	48,48	-63,88	-1,4
102	-16,80	37,05	-50,41	-1,4
103	-16,80	37,05	-50,33	-1,4
103	-17,02	26,89	-42,04	-1,3
104	-17,02	26,88	-41,88	-1,3
104	-17,24	18,62	-33,25	-1,3
105	-17,24	18,62	-33,08	-1,3
105	-17,46	12,29	-24,49	-1,2
106	-17,46	12,29	-24,32	-1,2
106	-17,68	7,87	-15,93	-1,2
107	-17,68	7,87	-15,80	-1,2
107	-17,90	5,02	-10,21	-1,1
108	-17,90	5,02	-10,13	-1,1
108	-18,12	3,13	-7,06	-1,1
109	-18,12	3,14	-7,08	-1,1
109	-18,34	1,79	-5,25	-1,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
110	-18,34	1,78	-5,33	-1,1
110	-18,56	0,80	-3,60	-1,0
111	-18,56	0,80	-3,61	-1,0
111	-18,78	0,20	-1,84	-1,0
112	-18,78	0,20	-1,81	-1,0
112	-19,00	0,00	-0,02	-1,0
Max		-515,95	-261,37	-83,7
Max, minor nodes incl.		-515,95	-261,37	-83,7

17.1.3 Charts of Stresses



17.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-		162,62	0,00	2	73
1	3,29	0,00	0,00	-		149,21	0,00	2	62
2	3,29	0,00	0,00	-		149,21	0,00	2	62
2	3,08	0,00	0,00	-		138,91	0,00	2	53
3	3,08	0,00	0,00	-		138,58	0,00	2	53
3	2,88	0,00	0,00	-		96,07	0,00	1	34
4	2,88	0,00	0,00	-		96,07	0,00	1	34
4	2,67	0,00	0,00	-		32,27	0,00	1	11
5	2,67	0,00	0,00	-		35,37	0,00	1	12
5	2,46	0,00	0,00	-		18,72	0,00	A	
6	2,46	0,00	0,00	-		18,72	0,00	A	
6	2,25	0,00	0,00	-		19,84	0,00	A	
7	2,25	0,00	0,00	-		19,84	0,00	A	
7	2,04	0,00	0,00	-		20,96	0,00	A	
8	2,04	0,00	0,00	-		20,96	0,00	A	
8	1,83	0,00	0,00	-		22,08	0,00	A	
9	1,83	0,00	0,00	-		22,08	0,00	A	
9	1,63	0,00	0,00	-		23,19	0,00	A	
10	1,63	0,00	0,00	-		23,19	0,00	A	
10	1,42	0,00	0,00	-		24,31	0,00	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
11	1,42	0,00	0,00	-		24,31	0,00	A	
11	1,21	0,00	0,00	-		25,43	0,00	A	
12	1,21	0,00	0,00	-		25,43	0,00	A	
12	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,63	0,00	0,00	-		28,56	0,00	A	
16	0,63	0,00	0,00	-		28,56	0,00	A	
16	0,50	0,00	0,00	-		29,24	0,00	A	
17	0,50	0,00	0,00	-		29,24	0,00	A	
17	0,38	0,00	0,00	-		29,91	0,00	A	
18	0,38	0,00	0,00	-		29,91	0,00	A	
18	0,25	0,00	0,00	-		30,58	0,00	A	
19	0,25	0,00	0,00	-		30,58	0,00	A	
19	0,20	0,00	0,00	-		30,73	0,49	A	
20	0,20	0,00	0,00	-		30,73	0,49	A	
20	0,14	0,00	0,00	-		30,91	1,08	A	
21	0,14	0,00	0,00	-		34,05	1,08	A	
21	0,00	0,00	0,00	-		34,47	2,45	A	
22	0,00	0,00	0,00	-		34,48	2,45	A	
22	-0,15	0,00	0,00	-		34,93	3,92	A	
23	-0,15	0,00	0,00	-		34,93	3,92	A	
23	-0,30	0,00	0,00	-		35,39	5,40	A	
24	-0,30	0,00	0,00	-		35,39	5,40	A	
24	-0,42	0,00	0,00	-		35,77	6,62	A	
25	-0,42	0,00	0,00	-		35,77	6,62	A	
25	-0,55	0,00	0,00	-		36,15	7,85	A	
26	-0,55	0,00	0,00	-		36,15	7,85	A	
26	-0,76	0,00	2,08	-		36,79	9,93	A	
27	-0,76	0,00	2,08	-		36,80	9,93	A	
27	-0,97	0,00	4,17	-		37,44	12,02	A	
28	-0,97	0,00	4,17	-		37,44	12,02	A	
28	-1,19	0,00	6,25	-		38,08	14,10	A	
29	-1,19	0,00	6,25	-		38,09	14,10	A	
29	-1,40	0,00	8,34	-		38,73	16,19	A	
30	-1,40	0,00	8,34	-		38,73	16,19	A	
30	-1,61	0,00	10,39	-		39,36	18,24	A	
31	-1,61	0,00	10,39	-		39,37	18,24	A	
31	-1,82	0,00	12,44	-		40,00	20,29	A	
32	-1,82	0,00	12,44	-		40,00	20,29	A	
32	-2,03	0,00	14,49	-		40,63	22,34	A	
33	-2,03	0,00	14,49	-		40,63	22,34	A	
33	-2,24	0,00	16,54	-		41,26	24,39	A	
34	-2,24	0,00	16,54	-		41,27	24,39	A	
34	-2,44	0,00	18,59	-		41,90	26,44	A	
35	-2,44	0,00	18,59	-		41,90	26,44	A	
35	-2,65	0,00	20,64	-		42,53	28,49	A	
36	-2,65	0,00	20,64	-		42,53	28,49	A	
36	-2,86	0,00	22,69	-		43,16	30,54	A	
37	-2,86	0,00	22,69	-		43,16	30,54	A	
37	-3,07	0,00	24,74	-		43,80	32,59	A	
38	-3,07	0,00	24,74	-		43,80	32,59	A	
38	-3,28	0,00	26,79	-		44,43	34,64	A	
39	-3,28	0,00	26,79	-		44,43	34,64	A	
39	-3,49	0,00	28,84	-		45,06	36,69	A	
40	-3,49	0,00	28,84	-		45,06	36,69	A	
40	-3,71	0,00	31,04	-		45,74	38,89	A	
41	-3,71	0,00	31,04	-		45,74	38,89	A	
41	-3,94	0,00	33,24	-		46,42	41,08	A	
42	-3,94	0,00	33,24	-		46,42	41,08	A	
42	-4,16	0,00	35,43	-		47,09	43,28	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
43	-4,16	0,00	35,43	-		47,09	43,28	A	
43	-4,39	0,00	37,63	-		47,77	45,48	A	
44	-4,39	0,00	37,63	-		47,77	45,48	A	
44	-4,61	0,00	39,83	-		48,45	47,68	A	
45	-4,61	0,00	39,83	-		48,45	47,68	A	
45	-4,83	0,00	42,03	-		49,13	49,87	A	
46	-4,83	0,00	42,03	-		49,13	49,87	A	
46	-5,06	0,00	44,22	-		49,81	52,07	A	
47	-5,06	0,00	44,22	-		49,81	52,07	A	
47	-5,28	0,00	46,42	-		50,48	54,27	A	
48	-5,28	0,00	46,42	-		50,48	54,27	A	
48	-5,51	0,00	48,62	-		51,16	56,47	A	
49	-5,51	0,00	48,62	-		51,16	56,47	A	
49	-5,73	0,00	50,82	-		51,84	58,66	A	
50	-5,73	0,00	50,82	-		51,84	58,66	A	
50	-5,95	0,00	53,01	-		52,52	60,86	A	
51	-5,95	0,00	53,01	-		52,52	60,86	A	
51	-6,18	0,00	55,21	-		53,19	63,06	A	
52	-6,18	0,00	55,21	-		53,19	63,06	A	
52	-6,40	0,00	57,41	-		53,87	65,26	A	
53	-6,40	0,00	57,41	-		53,87	65,26	A	
53	-6,63	0,00	59,61	-		54,55	67,45	A	
54	-6,63	0,00	59,61	-		54,55	67,45	A	
54	-6,85	0,00	61,80	-		55,23	69,65	A	
55	-6,85	0,00	61,80	-		55,23	69,65	A	
55	-7,02	0,00	63,44	-		55,73	71,29	A	
56	-7,02	0,00	63,44	-		55,73	71,29	A	
56	-7,18	0,00	65,07	-		56,23	72,92	A	
57	-7,18	0,00	65,07	-		56,23	72,92	A	
57	-7,35	0,00	66,71	-		56,74	74,56	A	
58	-7,35	29,75	66,71	P		56,74	74,56	A	
58	-7,56	38,06	68,79	P		57,38	76,64	A	
59	-7,56	38,06	68,79	P		57,38	76,64	A	
59	-7,78	46,36	70,88	P		58,02	78,73	A	
60	-7,78	46,36	70,88	P		58,02	78,73	A	
60	-7,99	54,66	72,96	P		58,67	80,81	A	
61	-7,99	54,66	72,96	P		58,67	80,81	A	
61	-8,20	62,96	75,05	P		59,31	82,89	A	
62	-8,20	32,21	75,05	P		111,30	82,89	A	
62	-8,40	33,16	77,01	P		112,58	83,22	A	
63	-8,40	32,50	77,01	P		112,63	83,22	A	
63	-8,60	33,44	78,97	P		113,91	83,55	A	
64	-8,60	32,88	78,97	P		113,95	83,55	A	
64	-8,80	33,80	80,93	P		115,23	83,87	A	
65	-8,80	69,10	80,93	P		61,36	83,87	A	
65	-8,85	71,06	81,42	P		61,51	84,36	A	
66	-8,85	70,90	81,42	P		61,51	84,36	A	
66	-9,07	79,53	83,58	P		62,17	86,52	A	
67	-9,07	79,36	83,58	P		62,17	86,52	A	
67	-9,29	87,97	85,73	P		62,84	88,67	A	
68	-9,29	87,86	85,73	P		62,84	88,67	A	
68	-9,51	96,46	87,89	P		63,50	90,83	A	
69	-9,51	96,39	87,89	P		63,50	90,83	A	
69	-9,73	104,98	90,04	P		64,17	92,98	A	
70	-9,73	104,93	90,04	P		64,17	92,98	A	
70	-9,95	113,52	92,20	P		64,83	95,13	A	
71	-9,95	113,49	92,20	P		64,83	95,13	A	
71	-10,17	122,07	94,35	P		65,49	97,29	A	
72	-10,17	122,05	94,35	P		65,49	97,29	A	
72	-10,39	130,63	96,51	P		66,16	99,44	A	
73	-10,39	130,62	96,51	P		66,16	99,44	A	
73	-10,61	139,20	98,66	P		66,82	101,60	A	
74	-10,61	139,19	98,66	P		66,82	101,60	A	
74	-10,83	147,77	100,82	P		67,49	103,75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
75	-10,83	147,76	100,82	P		67,49	103,75	A	
75	-11,05	156,34	102,97	P		68,15	105,91	A	
76	-11,05	156,33	102,97	P		68,15	105,91	A	
76	-11,27	157,69	105,12	3	96	68,82	108,06	A	
77	-11,27	157,69	105,12	3	96	68,82	108,06	A	
77	-11,49	160,43	107,28	3	92	69,48	110,22	A	
78	-11,49	160,43	107,28	3	92	69,48	110,22	A	
78	-11,71	161,18	109,43	3	89	70,14	112,37	A	
79	-11,71	161,18	109,43	3	89	70,14	112,37	A	
79	-11,93	161,13	111,59	3	85	70,81	114,53	A	
80	-11,93	161,12	111,59	3	85	70,81	114,53	A	
80	-12,14	161,42	113,74	3	81	71,47	116,68	A	
81	-12,14	161,42	113,74	3	81	71,47	116,68	A	
81	-12,36	152,63	115,90	2	73	72,14	118,84	A	
82	-12,36	152,63	115,90	2	73	72,14	118,84	A	
82	-12,58	147,72	118,05	2	68	72,80	120,99	A	
83	-12,58	147,72	118,05	2	68	72,80	120,99	A	
83	-12,80	143,58	120,21	2	64	73,46	123,15	A	
84	-12,80	143,58	120,21	2	64	73,46	123,15	A	
84	-13,02	140,09	122,36	2	60	74,13	125,30	A	
85	-13,02	140,09	122,36	2	60	74,13	125,30	A	
85	-13,24	137,24	124,52	2	57	74,79	127,45	A	
86	-13,24	137,24	124,52	2	57	74,79	127,45	A	
86	-13,46	135,02	126,67	2	54	75,46	129,61	A	
87	-13,46	135,02	126,67	2	54	75,46	129,61	A	
87	-13,68	133,42	128,83	2	51	76,12	131,76	A	
88	-13,68	133,42	128,83	2	51	76,12	131,76	A	
88	-13,90	128,36	130,98	1	48	76,79	133,92	A	
89	-13,90	128,36	130,98	1	48	76,79	133,92	A	
89	-14,12	115,27	133,14	1	42	77,45	136,07	A	
90	-14,12	115,27	133,14	1	42	77,45	136,07	A	
90	-14,34	104,11	135,29	1	37	78,11	138,23	A	
91	-14,34	104,11	135,29	1	37	78,11	138,23	A	
91	-14,56	94,76	137,45	1	32	82,17	140,38	1	
92	-14,56	94,76	137,45	1	32	82,42	140,38	1	
92	-14,78	87,04	139,60	1	29	89,87	142,54	1	
93	-14,78	87,04	139,60	1	29	90,11	142,54	1	
93	-15,00	80,81	141,75	1	26	96,34	144,69	1	
94	-15,00	104,83	141,75	1	28	100,94	144,69	A	
94	-15,20	96,65	143,72	1	25	101,78	146,65	A	
95	-15,20	96,65	143,72	1	25	102,20	146,65	A	
95	-15,40	90,10	145,68	1	23	103,29	148,62	1	
96	-15,40	90,10	145,68	1	23	103,46	148,62	A	
96	-15,60	84,97	147,64	1	21	104,31	150,58	A	
97	-15,60	84,97	147,64	1	21	104,71	150,58	A	
97	-15,80	81,09	149,60	1	20	105,56	152,54	A	
98	-15,80	81,09	149,60	1	20	105,95	152,54	A	
98	-16,00	78,25	151,56	1	18	106,81	154,50	A	
99	-16,00	78,25	151,56	1	18	114,88	154,50	1	
99	-16,20	76,30	153,53	1	18	117,34	156,46	1	
100	-16,20	76,30	153,53	1	18	132,08	156,46	1	
100	-16,40	75,07	155,49	1	17	134,06	158,43	1	
101	-16,40	75,07	155,49	1	17	135,82	158,43	1	24
101	-16,60	74,42	157,45	1	16	137,31	160,39	1	24
102	-16,60	74,42	157,45	1	16	138,15	160,39	1	25
102	-16,80	74,22	159,41	1	16	139,26	162,35	1	25
103	-16,80	97,36	159,41	1	20	131,43	162,35	1	21
103	-17,02	96,59	161,57	1	19	132,00	164,51	1	21
104	-17,02	96,59	161,57	1	19	132,77	164,51	1	21
104	-17,24	96,43	163,73	1	19	132,80	166,67	1	21
105	-17,24	96,43	163,73	1	19	132,87	166,67	1	21
105	-17,46	96,72	165,89	1	18	132,50	168,83	1	21
106	-17,46	96,72	165,89	1	18	132,50	168,83	1	21
106	-17,68	97,30	168,05	1	18	131,87	170,98	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
107	-17,68	97,30	168,05	1	18	120,59	170,98	1	
107	-17,90	98,07	170,20	1	18	119,67	173,14	1	
108	-17,90	98,07	170,20	1	18	110,09	173,14	1	
108	-18,12	98,96	172,36	1	18	108,98	175,30	1	
109	-18,12	98,96	172,36	1	18	105,01	175,30	1	
109	-18,34	99,91	174,52	1	17	104,60	177,46	A	
110	-18,34	99,91	174,52	1	17	104,94	177,46	1	
110	-18,56	100,89	176,68	1	17	105,76	179,62	A	
111	-18,56	100,89	176,68	1	17	105,99	179,62	A	
111	-18,78	101,89	178,84	1	17	106,92	181,77	A	
112	-18,78	101,89	178,84	1	17	107,14	181,77	A	
112	-19,00	102,89	180,99	1	17	108,07	183,93	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)

Mob Percentage passive mobilized

17.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1214,3	1533,6
Water	1669,7	1766,0
Total	2884,0	3299,7

Considered as passive side

Maximum passive effective resistance

Mobilized passive effective resistance

Percentage mobilized resistance

Position single support

Maximum passive moment

Mobilized passive moment

Percentage mobilized moment

Left

3199,70 kN

1214,35 kN

38,0 %

0,75 m

51378,78 kNm

17063,46 kNm

33,2 %

17.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor

1,39

Partial factor base resistance

1,20

Maximum point resistance

10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-148,88
Vertical force passive	392,83
Vertical anchor force (*)	-258,08
Resulting vertical force (no dead weight)	-14,13
Vertical toe capacity R _{b;d}	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-148,88
Vertical force passive	392,83
Vertical anchor force (*)	-258,08
Resulting vertical force (no dead weight)	-14,13
Vertical toe capacity R _{b;d}	2991,61
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 2992)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

17.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-56,41
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-45,13
-8,80	04) zand, los	247,86	-3,49	02) zand, los	-77,24
-15,00	05) zand, matig	51,42	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	81,17	-8,80	04) zand, los	-139,34
			-15,00	05) zand, matig...	71,92
			-16,80	06) zand, vast ...	97,32

17.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	469,25	Elastic	Right	Anchor

End of Report

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Hoofdwand - betonschort zone**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

algemeen

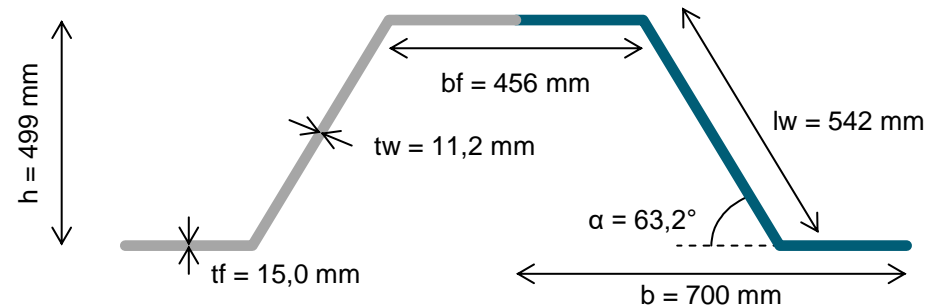
taal = **NL**

sheet pile properties

type damwand

AZ 36-700N

profiel type [Z / U] = **Z**
 profiel breedte b = **700 mm**
 profiel hoogte h = **499 mm**
 flensdikte t_f = **15,0 mm**
 lijfdikte t_w = **11,2 mm**
 hoek lijf α = **63,2 °**
 weerstandsmoment W = **3590 cm³/m¹**
 traagheidsmoment I = **89610 cm⁴/m¹**
 doorsnede oppervlakte A = **215,9 cm²/m¹**
 verfooppervlak (eenzijdig) A_c = **1,47 m²/m**
 flensbreedte b_f = **456 mm**
 lijflengte l_w = **542 mm**



corrosie eigenschappen

berekening corrosie = **absoluut**
 levensduur T = **50 jaar**
 corrosie voorzijde $u_{c,1}$ = **0 mm/50 jaar**
 corrosie achterzijde $u_{c,2}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie totaal $u_{c,tot}$ = **1 mm/50 jaar**

staal eigenschappen

E-modulus E = **2,10E+08 kN/m²**
 volumiek gewicht γ = **7850 kg/m³**
 staalkwaliteit = **S355 GP -**
 vloeigrens f_y = **355 N/mm²**

belastingen

buigend moment M_{Ed} = **319,46 kNm/m¹**
 dwarskracht V_{Ed} = **197,59 kN/m¹**
 normaalkracht N_{Ed} = **421,24 kN/m¹**
 kniklengte l = **13,9 m**
 waterdrukverschil w = **0,5 m**

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede γ_{M0} = **1,00 -**
 partiële factor voor instabiliteit γ_{M1} = **1,10 -**
 -- --
 -- --

BEREKENINGEN

eigenschappen

		<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnede oppervlakte A	=	215,9	201,2 cm ² /m ¹
elastisch weerstandsmoment W_{el}	=	3590	3375 cm ³ /m ¹
plastisch weerstandsmoment W_{pl}	=	4110	3849 cm ³ /m ¹
traagheidsmoment I	=	89610	84231 cm ⁴ /m ¹
buigstijfheid EI	=	188181	176885 kN/m ² /m ¹
axiale stijfheid EA	=	4533900	4225200 kN/m ¹
doorsnedeklasse	klasse	2	2 -

reductie factor corrosie = **0,94 -**

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand		unity check		
	symbol	waarde	symbol	intiëel	gecorrodeerd	intiëel	gecorrodeerd
belasting(combinatie)							
buigend moment	M_{Ed}	319	$M_{c,Rd}$	1459	1366	0,22	0,23
dwarskracht	V_{Ed}	198	$V_{pl,Rd}$	1587	1445	0,12	0,14
buigend moment + dwarskracht	$M_{Ed}; V_{Ed}$	319; 198	$M_{V,Rd}$	1459	1366	0,22	0,23
dwarskracht plooï	V_{Ed}	198	$V_{b,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
normaalkracht	N_{Ed}	421	$N_{pl,Rd}$	7664	7143	0,05	0,06
knik	$N_{Ed}; 1.15 \cdot M_{Ed}$	421; 367	$\chi \cdot N_{pl,Rd}; M_{c,Rd}$	4022; 1459	3764; 1366	0,39	0,42
buigend moment + normaalkracht	$M_{Ed}; N_{Ed}$	319; 421	$M_{N,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	$M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}$	319; 198; 421	$M_{N;V,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

maatgevende unity check = **0,39** **0,42**

Project **Markiezaat Container Terminal**
Projectcode **115018**
Onderwerp **Hoofdwand - betonschort zone**
Adviseur **M.D. Mascini**
Datum **12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

			<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnedeklasse				
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814 -
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	40,0 -
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2 -
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y,red}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
* alleen voor klasse 4 damwanden				
lokale effecten door waterdruk				
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	36,3 -
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000 -
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y,red}$	=	355	355 N/mm ²
toetsing buigend moment				
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c,Rd}$	=	1459	1366 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,22	0,23 -
toetsing dwarskracht				
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	7053 mm ² /m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl,Rd}$	=	1587	1445 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,12	0,14 -
toetsing buigend moment + dwarskracht				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	nee	nee -
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000 -
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V,Rd}$	=	1459	1366 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,22	0,23 -
toetsing plooi dwarskracht				
schuine lengte van lijf	c	=	542	542 mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	65,3 -
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon > 72$	=	nee	nee -
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	n.v.t. -
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing normaalkracht				
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl,Rd}$	=	7664	7143 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,05	0,06 -
toetsing knik				
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	9036 kN/m ¹
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,044	0,047 -
controle knik?	$N_{Ed}/N_{cr} > 0.04$	=	ja	ja -
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,889 -
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76 -
factor $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,157 -
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,527 -
buckling check (≤ 1)		=	0,39	0,42 -
toetsing buigend moment + normaalkracht				
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja -
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. -
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y,V}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Hoofdwand - Permanent onderwater zone**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

algemeen

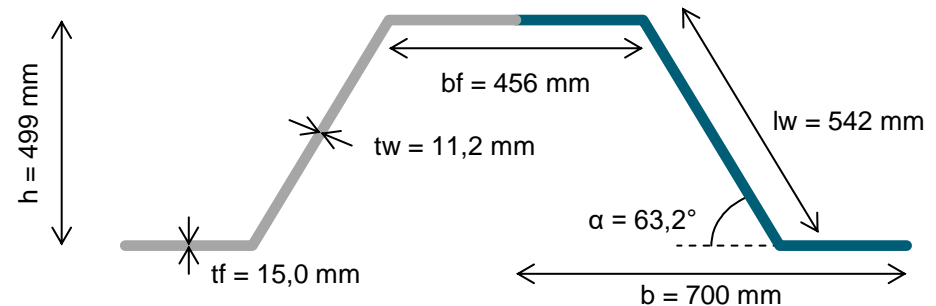
taal = **NL**

sheet pile properties

type damwand

AZ 36-700N

profiel type [Z / U] = **Z**
 profiel breedte b = **700 mm**
 profiel hoogte h = **499 mm**
 flensdikte t_f = **15,0 mm**
 lijfdikte t_w = **11,2 mm**
 hoek lijf α = **63,2 °**
 weerstandsmoment W = **3590 cm³/m¹**
 traagheidsmoment I = **89610 cm⁴/m¹**
 doorsnede oppervlakte A = **215,9 cm²/m¹**
 verfooppervlak (eenzijdig) A_c = **1,47 m²/m**
 flensbreedte b_f = **456 mm**
 lijflengte l_w = **542 mm**



corrosie eigenschappen

berekening corrosie = **absoluut**
 levensduur T = **50 jaar**
 corrosie voorzijde $u_{c,1}$ = **1,75 mm/50 jaar**
 corrosie achterzijde $u_{c,2}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie totaal $u_{c,tot}$ = **2,75 mm/50 jaar**

staal eigenschappen

E-modulus E = **2,10E+08 kN/m²**
 volumiek gewicht γ = **7850 kg/m³**
 staalkwaliteit = **S355 GP -**
 vloeigrens f_y = **355 N/mm²**

belastingen

buigend moment M_{Ed} = **616,27 kNm/m¹**
 dwarskracht V_{Ed} = **221,69 kN/m¹**
 normaalkracht N_{Ed} = **391,04 kN/m¹**
 kniklengte l = **13,9 m**
 waterdrukverschil w = **0,5 m**

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede γ_{M0} = **1,00 -**
 partiële factor voor instabiliteit γ_{M1} = **1,10 -**
 -- --
 -- --

BEREKENINGEN

eigenschappen

		<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnede oppervlakte A	=	215,9	175,5 cm ² /m ¹
elastisch weerstandsmoment W_{el}	=	3590	2995 cm ³ /m ¹
plastisch weerstandsmoment W_{pl}	=	4110	3392 cm ³ /m ¹
traagheidsmoment I	=	89610	74767 cm ⁴ /m ¹
buigstijfheid EI	=	188181	157010 kN/m ² /m ¹
axiale stijfheid EA	=	4533900	3684975 kN/m ¹
doorsnedeklasse	klasse	2	3 -

reductie factor corrosie = **0,83 -**

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand		unity check		
	symbol	waarde	symbol	intiëel	gecorrodeerd	intiëel	gecorrodeerd
belasting(combinatie)							
buigend moment	M_{Ed}	616	$M_{c,Rd}$	1459	1063	0,42	0,58
dwarskracht	V_{Ed}	222	$V_{pl,Rd}$	1587	1197	0,14	0,19
buigend moment + dwarskracht	$M_{Ed}; V_{Ed}$	616; 222	$M_{V,Rd}$	1459	1063	0,42	0,58
dwarskracht plooi	V_{Ed}	222	$V_{b,Rd}$	n.v.t.	1091	n.v.t.	0,20
normaalkracht	N_{Ed}	391	$N_{pl,Rd}$	7664	6229	0,05	0,06
knik	$N_{Ed}; 1.15 \cdot M_{Ed}$	391; 709	$\chi \cdot N_{pl,Rd}; M_{c,Rd}$	4022; 1459	3310; 1063	0,64	0,86
buigend moment + normaalkracht	$M_{Ed}; N_{Ed}$	616; 391	$M_{N,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	$M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}$	616; 222; 391	$M_{N;V,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

maatgevende unity check = **0,64** **0,86**

Project **Markiezaat Container Terminal**
Projectcode **115018**
Onderwerp **Hoofdwand - Permanent onderwater zone**
Adviseur **M.D. Mascini**
Datum **12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

			<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnedeklasse				
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814 -
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	45,7 -
doorsnedeklasse	klasse	=	2	3 -
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y,red}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
* alleen voor klasse 4 damwanden				
lokale effecten door waterdruk				
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	43,9 -
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000 -
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y,red}$	=	355	355 N/mm ²
toetsing buigend moment				
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c,Rd}$	=	1459	1063 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,42	0,58 -
toetsing dwarskracht				
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	5843 mm ² /m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl,Rd}$	=	1587	1197 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,14	0,19 -
toetsing buigend moment + dwarskracht				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	nee	nee -
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000 -
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V,Rd}$	=	1459	1063 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,42	0,58 -
toetsing plooi dwarskracht				
schuine lengte van lijf	c	=	542	542 mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	78,9 -
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon > 72$	=	nee	ja -
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,91 -
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	187 N/mm ²
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b,Rd}$	=	n.v.t.	1091 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,20 -
toetsing normaalkracht				
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl,Rd}$	=	7664	6229 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,05	0,06 -
toetsing knik				
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	8020 kN/m ¹
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,041	0,049 -
controle knik?	$N_{Ed}/N_{cr} > 0.04$	=	ja	ja -
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,881 -
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76 -
factor $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,147 -
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,531 -
buckling check (≤ 1)		=	0,64	0,86 -
toetsing buigend moment + normaalkracht				
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja -
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. -
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y,V}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Hoofdwand - in de grond zone**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

algemeen

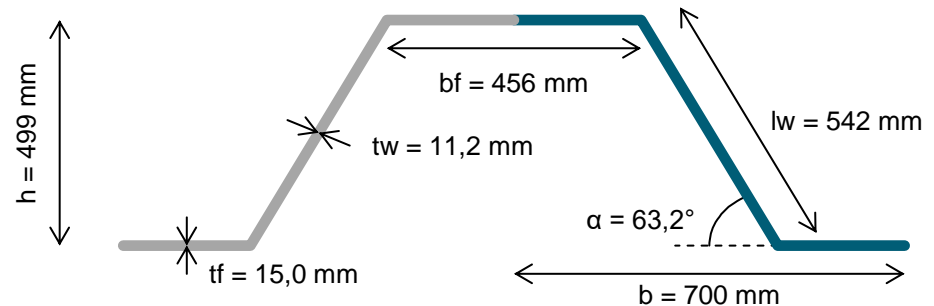
taal = **NL**

sheet pile properties

type damwand

AZ 36-700N

profiel type [Z / U] = **Z**
 profiel breedte b = **700 mm**
 profiel hoogte h = **499 mm**
 flensdikte t_f = **15,0 mm**
 lijfdikte t_w = **11,2 mm**
 hoek lijf α = **63,2 °**
 weerstandsmoment W = **3590 cm³/m¹**
 traagheidsmoment I = **89610 cm⁴/m¹**
 doorsnede oppervlakte A = **215,9 cm²/m¹**
 verfooppervlak (eenzijdig) A_c = **1,47 m²/m**
 flensbreedte b_f = **456 mm**
 lijflengte l_w = **542 mm**



corrosie eigenschappen

berekening corrosie = **absoluut**
 levensduur T = **50 jaar**
 corrosie voorzijde $u_{c,1}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie achterzijde $u_{c,2}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie totaal $u_{c,tot}$ = **2 mm/50 jaar**

staal eigenschappen

E-modulus E = **2,10E+08 kN/m²**
 volumiek gewicht γ = **7850 kg/m³**
 staalkwaliteit = **S355 GP -**
 vloeigrens f_y = **355 N/mm²**

belastingen

buigend moment M_{Ed} = **411,32 kNm/m¹**
 dwarskracht V_{Ed} = **219,09 kN/m¹**
 normaalkracht N_{Ed} = **434,63 kN/m¹**
 kniklengte l = **13,9 m**
 waterdrukverschil w = **0,5 m**

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede γ_{M0} = **1,00 -**
 partiële factor voor instabiliteit γ_{M1} = **1,10 -**
 -- --
 -- --

BEREKENINGEN

eigenschappen

		<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnede oppervlakte A	=	215,9	186,5 cm ² /m ¹
elastisch weerstandsmoment W_{el}	=	3590	3158 cm ³ /m ¹
plastisch weerstandsmoment W_{pl}	=	4110	3588 cm ³ /m ¹
traagheidsmoment I	=	89610	78831 cm ⁴ /m ¹
buigstijfheid EI	=	188181	165545 kN/m ² /m ¹
axiale stijfheid EA	=	4533900	3916500 kN/m ¹
doorsnedeklasse	klasse	2	2 -

reductie factor corrosie = **0,88 -**

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand		unity check		
	symbol	waarde	symbol	intiëel	gecorrodeerd	intiëel	gecorrodeerd
belasting(combinatie)							
buigend moment	M_{Ed}	411	$M_{c,Rd}$	1459	1274	0,28	0,32
dwarskracht	V_{Ed}	219	$V_{pl,Rd}$	1587	1304	0,14	0,17
buigend moment + dwarskracht	$M_{Ed}; V_{Ed}$	411; 219	$M_{V,Rd}$	1459	1274	0,28	0,32
dwarskracht plooï	V_{Ed}	219	$V_{b,Rd}$	n.v.t.	1293	n.v.t.	0,17
normaalkracht	N_{Ed}	435	$N_{pl,Rd}$	7664	6621	0,06	0,07
knik	$N_{Ed}; 1.15 \cdot M_{Ed}$	435; 473	$\chi \cdot N_{pl,Rd}; M_{c,Rd}$	4022; 1459	3505; 1274	0,48	0,54
buigend moment + normaalkracht	$M_{Ed}; N_{Ed}$	411; 435	$M_{N,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	$M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}$	411; 219; 435	$M_{N;V,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

maatgevende unity check = **0,48** **0,54**

Project **Markiezaat Container Terminal**
Projectcode **115018**
Onderwerp **Hoofdwand - in de grond zone**
Adviseur **M.D. Mascini**
Datum **12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

			<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnedeklasse				
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814 -
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	43,1 -
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2 -
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y,red}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
* alleen voor klasse 4 damwanden				
lokale effecten door waterdruk				
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	40,3 -
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000 -
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y,red}$	=	355	355 N/mm ²
toetsing buigend moment				
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c,Rd}$	=	1459	1274 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,28	0,32 -
toetsing dwarskracht				
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	6361 mm ² /m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl,Rd}$	=	1587	1304 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,14	0,17 -
toetsing buigend moment + dwarskracht				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	nee	nee -
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000 -
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V,Rd}$	=	1459	1274 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,28	0,32 -
toetsing plooi dwarskracht				
schuine lengte van lijf	c	=	542	542 mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	72,4 -
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon > 72$	=	nee	ja -
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,84 -
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	203 N/mm ²
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b,Rd}$	=	n.v.t.	1293 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,17 -
toetsing normaalkracht				
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl,Rd}$	=	7664	6621 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,06	0,07 -
toetsing knik				
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	8456 kN/m ¹
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,045	0,051 -
controle knik?	$N_{Ed}/N_{cr} > 0.04$	=	ja	ja -
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,885 -
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76 -
factor $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,152 -
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,529 -
buckling check (≤ 1)		=	0,48	0,54 -
toetsing buigend moment + normaalkracht				
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja -
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. -
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y,V}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -

Project **Markiezzaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Toetsing groutankers hoofdwand (gecorrodeerd)**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van groutinjectieankers conform CUR 166, 6e druk, deel 1+2, 2012
 Berekening van de gording conform EN 1993-1-1+C2:2011
 Veiligheidsfactoren conform NEN 9997-1+C2:2017

UITGANGSPUNTEN

algemeen

taal = **NL**
 refentie niveau = **NAP**
 maatgevende sondering = **4**

geometrie algemeen

maaiveldniveau actieve zijde = **3,50 m+NAP**
 maaiveldniveau passieve zijde = **-6,85 m+NAP**
 bovenkant damwand = **3,50 m+NAP**
 onderkant damwand = **-19,00 m+NAP**

belasting per strekkende meter

richting ingevoerde belasting = **onder hoek -**
 CUR stap 6.1-6.4 $P_{max(6.1-6.4)}$ = **471 kN/m¹**
 CUR stap 6.5 P_k = **399 kN/m¹**
 CUR stap 6.5 x 1,2 $P_k \times 1,2$ = **479 kN/m¹**
 MAX($P_{max(6.1-6.4)}$; $P_k \times 1,2$) P_{max} = **479 kN/m¹**

geometrie verankering

anker zijde = **rechts -**
 hoek ankers met horizontaal α = **30 °**
 hart-op-hart afstand a = **2,80 m**
 overlengte ankerstang L_{over} = **0,50 m**
 verankeringsniveau = **0,75 m+NAP**
 bovenkant groutlichaam = **-16,50 m+NAP**
 onderkant groutlichaam = **-19,50 m+NAP**
 lengte groutlichaam L_A = **6,00 m**
 lengte ankerstang L_{staaf} = **41,00 m**
 horizontale lengte achter damwand L_{hor} = **35,07 m**

belasting per anker

horizontaal (BGT) P_{khor} = **967 kN/anker**
 horizontaal (UGT) P_{maxhor} = **1161 kN/anker**
 onder hoek (BGT) P_k = **1117 kN/anker**
 onder hoek (UGT) P_{max} = **1340 kN/anker**

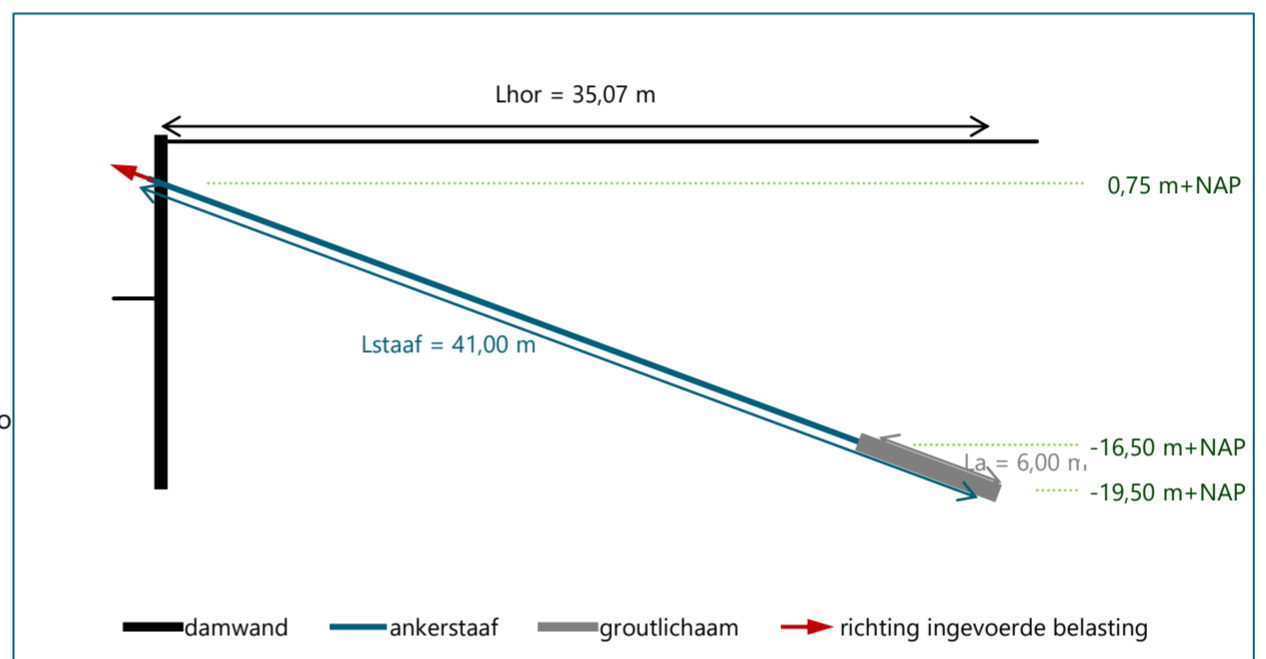
veiligheidsfactoren en benodigde controles

veiligheidsklasse = **RC2**
 tijdelijke of permanente constructie? = **permanent**
 controle op ankeruitval benodigd? = **ja**
 controleproef op ieder anker benodigd? = **ja**

corrosie

berekening corrosie = **per jaar**

	ankerstaaf	gording
corrosie per jaar	= 0,020	0,000 mm/jaar rondom
levensduur	= 50	50 jaar
corrosie tijdens levensduur	= 1,00	0,00 mm rondom



BEREKENING VAN ANKERSTAAF, GROUTLICHAAM EN GORDING

ankerstaaf

type ankerstaaf **Jetmix 82,5 x 20,0 mm**

buitendiameter D_o	=	82,5 mm
binnendiameter D_i	=	42,5 mm
wanddikte t	=	20 mm
--	=	--
--	=	--
oppervlakte doorsnede A_{mtg}	=	3927 mm ²
oppervlakte doorsnede met corrosie $A_{mtg,corr}$	=	3671 mm ²
staalkwaliteit	=	E-470
vloeisspanning ankerstaaf f_y	=	515 N/mm ²
breukspanning ankerstaaf f_{ua}	=	720 N/mm ²

controle ankerstaaf

partial material factor yield γ_{M0}	=	1,00 -
partial material factor thread γ_{M2}	=	1,25 -
reduction factor thread k_t	=	0,90 -
yield strength anchor rod $F_{tg,Rd}$	=	1891 kN
tensile strength anchor rod $F_{tt,Rd}$	=	1903 kN
total strength anchor rod $F_{t,Rd}$	=	1891 kN
conversiefactor NL γ_{NL}	=	1,25 -
rekenwaarde sterkte ankerstaaf R_{td}	=	1512 kN
ontwerpbelasting ankerstaaf $E_{ULS,d}$	=	1340 kN
controle sterkte ankerstaaf (unity check ≤ 1)		0,89 -

groutlichaam

standaard diameter schroefblad $D_{stand.}$	=	350 mm
toegepaste diameter schroefblad D_{keuze}	=	350 mm
overpersing diameter D_{extra}	=	20 mm
diameter groutlichaam D_{totaal}	=	370 mm
omtrek groutlichaam O	=	1162 mm
bovenkant groutlichaam	=	-16,50 m+NAP
onderkant groutlichaam	=	-19,50 m+NAP
lengte groutlichaam L_A	=	6,00 m
schachtwrijvingsfactor α_f	=	0,015 -
gemiddelde conusweerstand $q_{c,qem}$	=	20,0 MPa
karakteristieke houdkracht per meter $r_{ULS,m}$	=	348,7 kN/m

controle groutlichaam

correlatiefactor ξ_{ULS}	=	1,00 -
partiële materiaalfactor $\gamma_{a,ULS}$	=	1,35 -
gemeten weerstand groutlichaam $R_{ULS,m}$	=	2092 kN
karakteristieke weerstand groutlichaam $R_{ULS,k}$	=	2092 kN
rekenwaarde weerstand groutlichaam $R_{ULS,d}$	=	1550 kN
rekenwaarde kracht groutlichaam $E_{ULS,d}$	=	1340 kN
controle houdkracht groutlichaam (unity check ≤ 1)		0,86 -

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Toetsing groutankers hoofdwand (gecorrodeerd)**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

SAMENVATTING

verificatie	type	situatie	belasting	weerstand	eenheid	unity check	check
verificatie ankerstaaf	Jetmix 82,5 x 20,0 mm; L = 41,00 m	standaard	1340	1512	kN	0,89	ok
	hart-op-hart afstand = 2,80 m	ankeruitval	1675	1891	kN	0,89	ok
verificatie groutlichaam	D = 370 mm; L = 6,00 m;	standaard	1340	1550	kN	0,86	ok
	van -16,50 tot -19,50 m+NAP	ankeruitval	1675	2092	kN	0,80	ok



BIJLAGE: VLEUGELWAND

- 1 D-Sheet rapport snede 1.
- 2 Excelsheet snede 1 - betonschort zone.
- 3 Excelsheet snede 1 - perm onder water zone.
- 4 Excelsheet snede 1 - in de grond zone.
- 5 Excelsheet groutankers voor bij snede 1.

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 3/12/2020
Time of report: 1:55:00 PM
Report with version: 19.1.1.23942

Date of calculation: 3/12/2020
Time of calculation: 11:46:13 AM
Calculated with version: 19.1.1.23942

File name: P:\.\1. Berekeningen\Vleugelwand\berekening vleugelwand snede 1 AZ26

Project identification: Markiezaat Container Terminal
Vleugelwand snede 1
Gecorrodeerd

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Supports	3
2.3 Anchors and Struts	3
2.4 Overall Stability per Stage	4
2.5 Warnings	4
2.6 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 Sheet Piling Properties	6
3.1.1 General Properties	6
3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.1.3 Maximum Allowable Moments	6
3.1.4 Properties for Vertical Balance	6
4 Outline Stage 1: Initiele situatie	7
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m	8
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen	9
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,60m	10
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte	11
9 Outline Stage 6: Definitieve situatie	12
10 Outline Stage 7: Inzet waterberging	13
11 Step 6.3 Stage 7: Inzet waterberging	14
11.1 Calculation Results	14
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	14
11.1.2 Moments, Forces and Displacements	14
11.1.3 Charts of Stresses	16
11.1.4 Stresses	16
11.1.5 Percentage Mobilized Resistance	17
11.1.6 Vertical Force Balance	17
11.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	18
11.1.8 Anchors/Struts	18
12 Step 6.4 Stage 7: Inzet waterberging	19
12.1 Calculation Results	19
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	19
12.1.2 Moments, Forces and Displacements	19
12.1.3 Charts of Stresses	21
12.1.4 Stresses	21
12.1.5 Percentage Mobilized Resistance	22
12.1.6 Vertical Force Balance	22
12.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	23
12.1.8 Anchors/Struts	23

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		27,65	10,18	0,0	16,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		26,51	-10,43	0,0	16,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,5	-2,49	1,81	0,0	10,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-2,99	2,17			
2	EC7(NL)-Step 6.3		294,71	80,57	0,0	26,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		289,92	-94,74	0,0	27,4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-60,8	145,99	49,29	0,0	16,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		175,19	59,15			
3	EC7(NL)-Step 6.3		115,25	-83,61	22,2	25,2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4		137,70	-83,61	22,4	25,6	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	-48,5	137,91	-83,30	14,6	16,9	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		165,50	-99,96			
4	EC7(NL)-Step 6.3		110,88	-84,54	28,5	32,5	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		139,92	-79,22	28,7	33,0	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	-51,2	134,77	-74,34	18,5	21,4	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		161,73	-89,21			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-275,23	-139,49	49,3	54,0	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.4		-249,82	-132,56	49,7	54,9	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5	-48,8	131,08	-88,86	29,0	33,0	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		157,30	-106,63			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-451,90	-216,70	59,0	64,0	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-426,76	-206,23	60,7	66,1	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5	-56,4	-208,10	-132,48	32,6	37,0	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-249,72	-158,98			
7	EC7(NL)-Step 6.3		-455,10	-218,68	59,7	64,8	Sufficient
7	EC7(NL)-Step 6.4		-428,28	-210,08	61,4	66,7	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	-57,0	-212,93	-133,74	33,0	37,4	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-255,51	-160,49			
Max		-60,8	-455,10	-218,68	61,4	66,7	Sufficient

2.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support at 3,50 [m]		Support at 2,67 [m]	
		Force [kN]	Moment [kNm]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
4	EC7(NL)-Step 6.4	0,22	-0,01	-0,05	0,01
5	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
6	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
7	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-

2.3 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Anker gecorrodeerd 82,5.	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.3	100,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	100,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	120,00	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	132,07	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	123,59	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	135,78	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	217,00	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	205,34	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	175,38	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	330,86	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	308,60	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	251,05	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	336,66	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	320,73	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	253,26	Elastic
Max		336,66	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

2.4 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initiele situatie	8,47
Aanvullen tot NAP+1m	4,14
Aanbrengen ankers en opspannen	4,14
Aanvullen tot NAP+3,60m	2,59
Ontgraven tot constructiediepte	1,86
Definitieve situatie	1,55
Inzet waterberging	1,54

2.5 Warnings

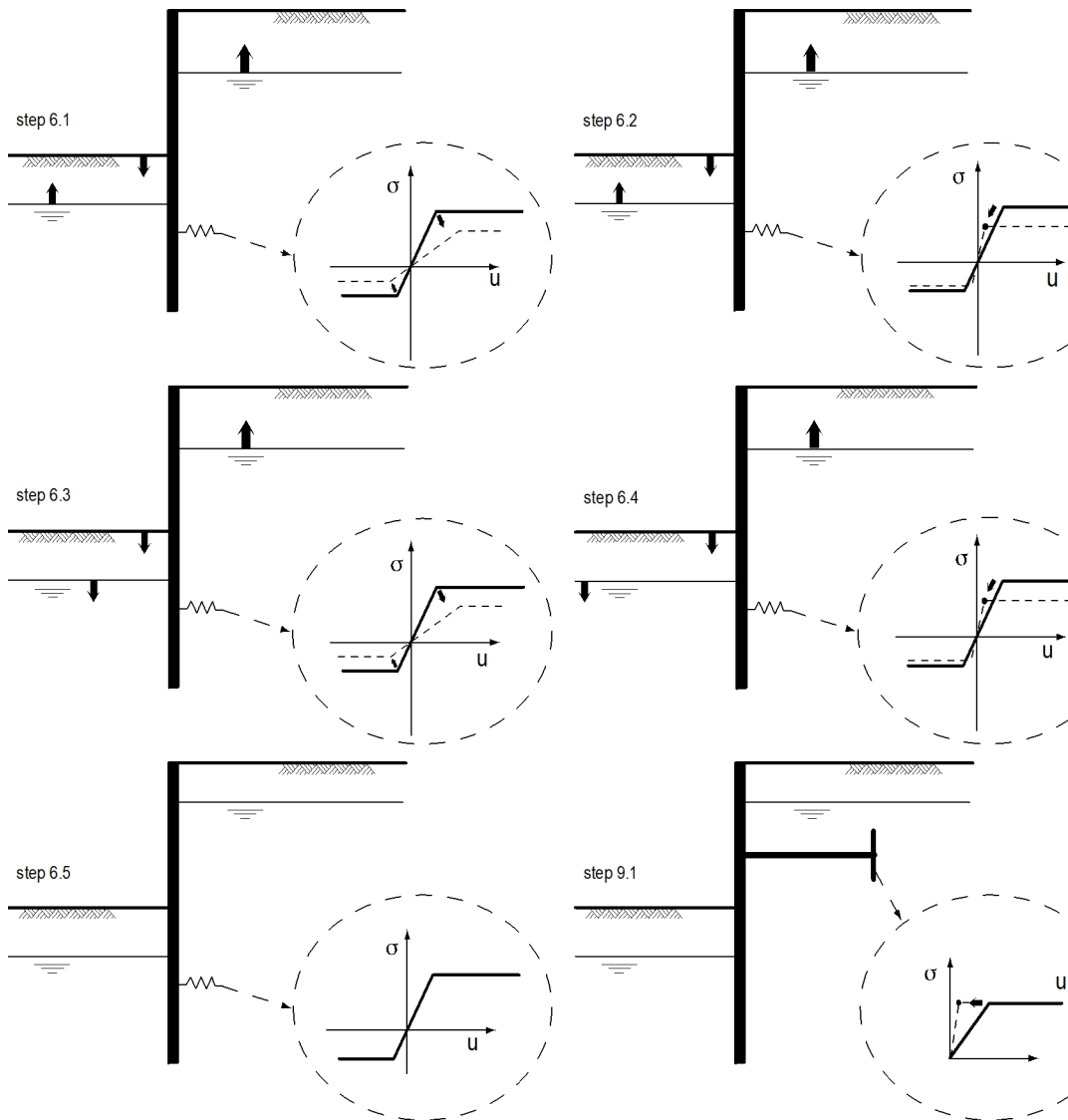
* Phi values

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

- Initieel L
- Initieel
- aanvullen tot NAP+1m
- aanvullen tot NAP+3,5m
- aanvullen tot NAP+3,5m -d
- aanvullen tot NAP+3,5m L

2.6 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 Sheet Piling Properties

Length	18,60 m
Level top side	3,60 m
Number of sections	3
q _b ;max	10,00 MPa
Xi factor	1,39

3.1.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26-700N (S3...	-1,40	3,60	Steel	1,00
AZ 26-700N (S3...	-7,00	-1,40	Steel	1,00
AZ 26-700N (S3...	-15,00	-7,00	Steel	1,00

3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 26-700N (S3...	1,1697E+05	1,00	1,1697E+05	
AZ 26-700N (S3...	1,0184E+05	1,00	1,0184E+05	
AZ 26-700N (S3...	1,0834E+05	1,00	1,0834E+05	

3.1.3 Maximum Allowable Moments

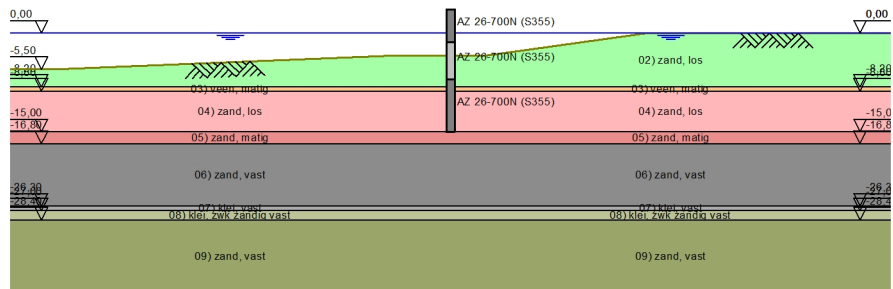
Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26-700N (S3...	993,27	1,00	1,00	1,00	920,53
AZ 26-700N (S3...	857,65	1,00	1,00	1,00	689,31
AZ 26-700N (S3...	915,77	1,00	1,00	1,00	915,77

3.1.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 26-700N (S3...	-1,40	3,60	460,00	1,37	163,00
AZ 26-700N (S3...	-7,00	-1,40	460,00	1,37	139,00
AZ 26-700N (S3...	-15,00	-7,00	460,00	1,37	149,00

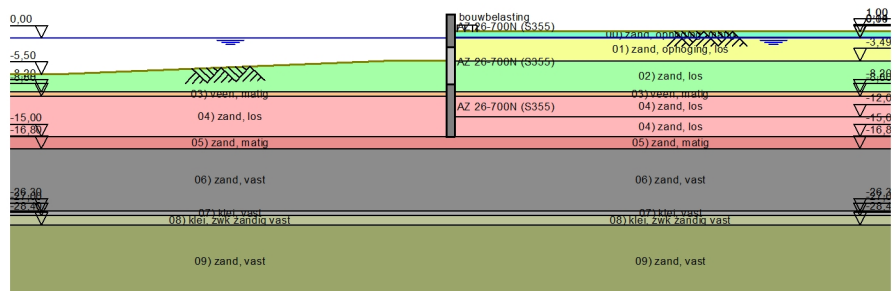
4 Outline Stage 1: Initiele situatie

Outline - Stage 1: Initiele situatie



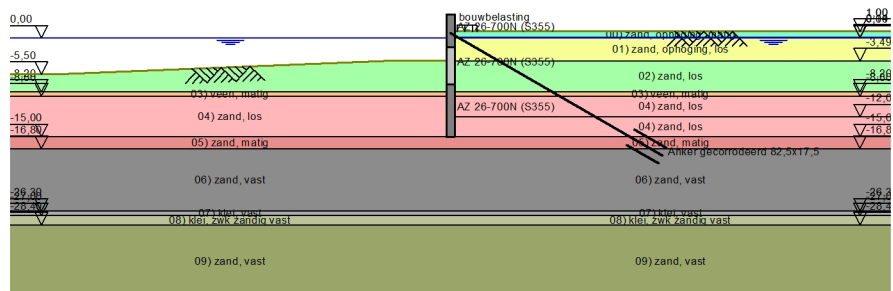
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m

Outline - Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m



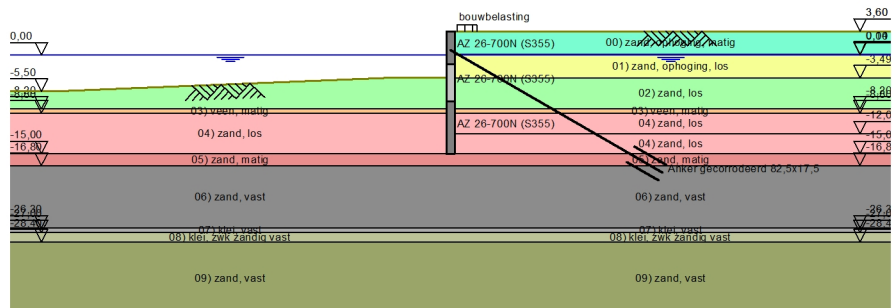
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen

Outline - Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen



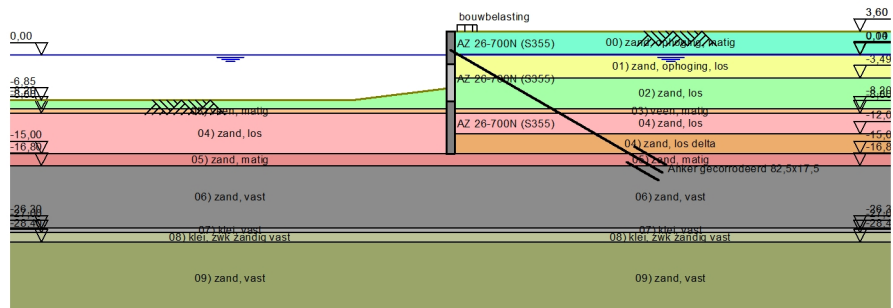
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,60m

Outline - Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,60m



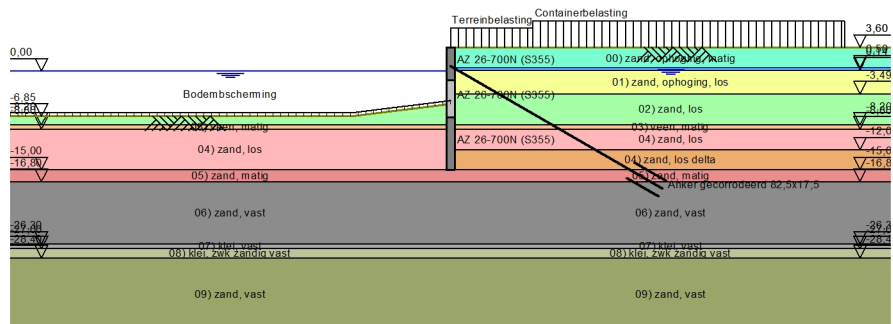
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte

Outline - Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte



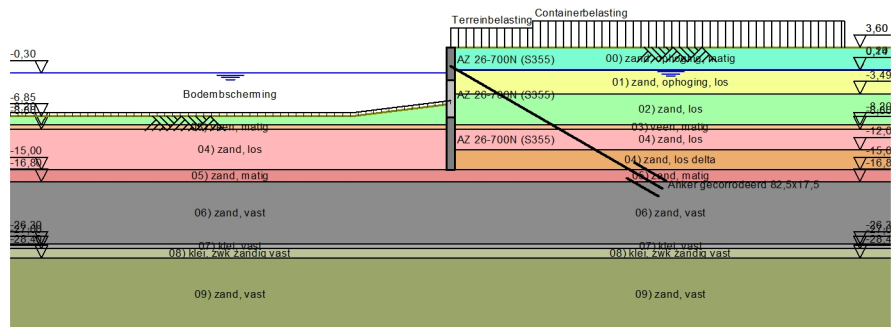
9 Outline Stage 6: Definitieve situatie

Outline - Stage 6: Definitieve situatie



10 Outline Stage 7: Inzet waterberging

Outline - Stage 7: Inzet waterberging



11 Step 6.3 Stage 7: Inzet waterberging

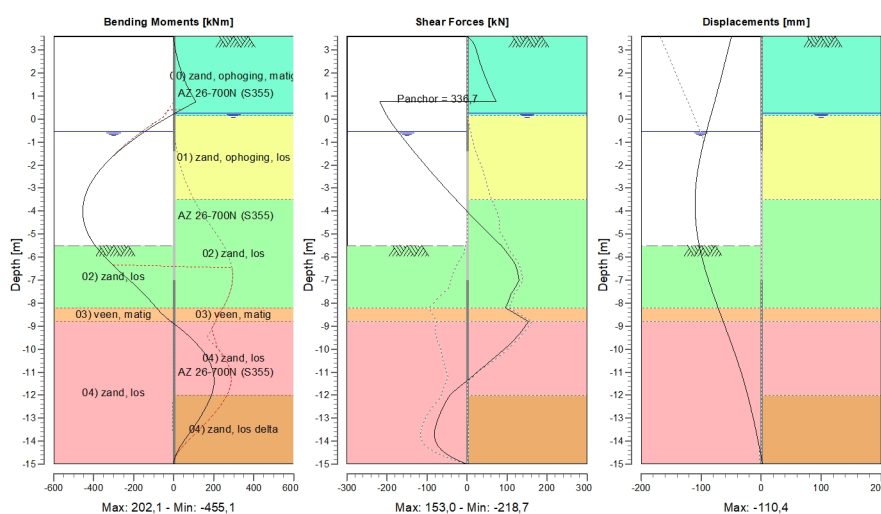
11.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 7: Inzet waterberging

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



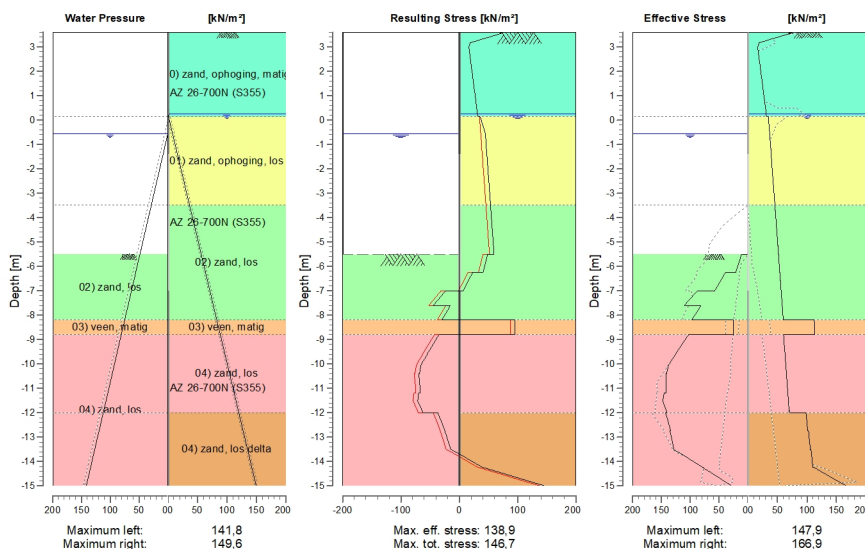
11.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,60	0,00	0,01	-49,6
1	3,50	0,30	6,35	-50,5
2	3,50	0,34	6,21	-50,5
2	2,67	17,36	28,78	-58,5
3	2,67	17,29	28,24	-58,5
3	1,83	47,64	45,22	-66,6
4	1,83	47,64	45,22	-66,6
4	1,00	93,70	65,93	-75,0
5	1,00	93,70	65,93	-75,0
5	0,75	111,04	72,87	-77,6
6	0,75	111,04	-218,68	-77,6
6	0,50	57,27	-211,40	-80,2
7	0,50	57,27	-211,39	-80,2
7	0,25	5,37	-203,78	-82,9
8	0,25	5,37	-203,78	-82,9
8	0,20	-4,78	-202,21	-83,4
9	0,20	-4,78	-202,21	-83,4
9	0,14	-16,85	-200,28	-84,1
10	0,14	-16,85	-200,28	-84,1
10	0,00	-44,54	-195,15	-85,6
11	0,00	-44,54	-195,15	-85,6
11	-0,30	-101,33	-183,32	-88,8
12	-0,30	-101,33	-183,32	-88,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,55	-145,84	-172,57	-91,4
13	-0,55	-145,83	-172,58	-91,4
13	-1,40	-276,11	-133,59	-99,6
14	-1,40	-276,12	-133,60	-99,6
14	-2,10	-357,58	-100,01	-104,9
15	-2,10	-357,58	-100,02	-104,9
15	-2,79	-415,13	-64,95	-108,6
16	-2,79	-415,13	-64,97	-108,6
16	-3,49	-447,76	-28,44	-110,3
17	-3,49	-447,76	-28,43	-110,3
17	-4,25	-453,76	12,83	-109,7
18	-4,25	-453,76	12,80	-109,7
18	-5,00	-427,98	55,78	-106,6
19	-5,00	-427,98	55,75	-106,6
19	-5,50	-392,79	85,16	-103,3
20	-5,50	-392,78	85,24	-103,3
20	-6,25	-315,94	118,70	-96,4
21	-6,25	-315,95	118,81	-96,4
21	-7,00	-221,95	129,82	-87,9
22	-7,00	-221,95	129,82	-87,9
22	-7,60	-149,56	109,40	-80,1
23	-7,60	-149,56	109,38	-80,1
23	-8,20	-87,57	95,77	-71,9
24	-8,20	-87,57	95,76	-71,9
24	-8,80	-12,96	152,95	-63,4
25	-8,80	-12,96	152,96	-63,4
25	-9,60	96,07	116,91	-52,0
26	-9,60	96,08	116,88	-52,0
26	-10,40	170,06	66,25	-41,2
27	-10,40	170,05	66,17	-41,2
27	-11,20	201,10	11,79	-31,3
28	-11,20	201,11	11,74	-31,3
28	-12,00	188,18	-42,93	-22,6
29	-12,00	188,17	-43,02	-22,6
29	-12,75	146,71	-65,99	-15,5
30	-12,75	146,71	-66,10	-15,5
30	-13,50	91,12	-80,87	-9,1
31	-13,50	91,12	-80,89	-9,1
31	-14,25	31,60	-70,96	-3,2
32	-14,25	31,62	-70,97	-3,2
32	-15,00	0,00	-0,25	2,5
Max		-453,76	-218,68	-110,3
Max, minor nodes incl.		-455,10	-218,68	-110,4

11.1.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 7: Inzet waterberging



11.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	3,60	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	P	
1	3,50	0,00	0,00	-	-	64,37	0,00	1	28
2	3,50	0,00	0,00	-	-	64,51	0,00	1	28
2	2,67	0,00	0,00	-	-	18,14	0,00	A	
3	2,67	0,00	0,00	-	-	18,14	0,00	A	
3	1,83	0,00	0,00	-	-	22,62	0,00	A	
4	1,83	0,00	0,00	-	-	22,61	0,00	A	
4	1,00	0,00	0,00	-	-	27,09	0,00	A	
5	1,00	0,00	0,00	-	-	27,09	0,00	A	
5	0,75	0,00	0,00	-	-	28,43	0,00	A	
6	0,75	0,00	0,00	-	-	28,43	0,00	A	
6	0,50	0,00	0,00	-	-	29,78	0,00	A	
7	0,50	0,00	0,00	-	-	29,77	0,00	A	
7	0,25	0,00	0,00	-	-	31,12	0,00	A	
8	0,25	0,00	0,00	-	-	31,11	0,00	A	
8	0,20	0,00	0,00	-	-	31,27	0,49	A	
9	0,20	0,00	0,00	-	-	31,27	0,49	A	
9	0,14	0,00	0,00	-	-	31,45	1,08	A	
10	0,14	0,00	0,00	-	-	34,64	1,08	A	
10	0,00	0,00	0,00	-	-	35,07	2,45	A	
11	0,00	0,00	0,00	-	-	35,06	2,45	A	
11	-0,30	0,00	0,00	-	-	35,98	5,40	A	
12	-0,30	0,00	0,00	-	-	35,98	5,40	A	
12	-0,55	0,00	0,00	-	-	36,74	7,85	A	
13	-0,55	0,00	0,00	-	-	36,73	7,85	A	
13	-1,40	0,00	8,34	-	-	39,34	16,19	A	
14	-1,40	0,00	8,34	-	-	39,31	16,19	A	
14	-2,10	0,00	15,17	-	-	41,45	23,02	A	
15	-2,10	0,00	15,17	-	-	41,41	23,02	A	
15	-2,79	0,00	22,01	-	-	43,57	29,86	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
16	-2,79	0,00	22,01	-		43,52	29,86	A	
16	-3,49	0,00	28,84	-		45,68	36,69	A	
17	-3,49	0,00	28,84	-		45,62	36,69	A	
17	-4,25	0,00	36,25	-		47,97	44,10	A	
18	-4,25	0,00	36,25	-		47,91	44,10	A	
18	-5,00	0,00	43,65	-		50,25	51,50	A	
19	-5,00	0,00	43,65	-		50,20	51,50	A	
19	-5,50	0,00	48,56	-		51,76	56,41	A	
20	-5,50	11,09	48,56	P		51,70	56,41	A	
20	-6,25	21,14	55,92	P		54,04	63,77	A	
21	-6,25	39,01	55,92	P		53,97	63,77	A	
21	-7,00	57,59	63,27	P		56,30	71,12	A	
22	-7,00	87,72	63,27	P		56,25	71,12	A	
22	-7,60	110,38	69,16	P		58,11	77,01	A	
23	-7,60	81,19	69,16	P		58,06	77,01	A	
23	-8,20	97,87	75,05	P		59,92	82,89	A	
24	-8,20	25,01	75,05	P		112,38	82,89	A	
24	-8,80	25,76	80,93	P		113,32	88,78	A	
25	-8,80	103,06	80,93	P		60,31	88,78	A	
25	-9,60	125,85	88,78	P		62,78	96,63	A	
26	-9,60	125,35	88,78	P		62,73	96,63	A	
26	-10,40	141,20	96,63	3	95	65,20	104,48	A	
27	-10,40	142,40	96,63	3	96	65,15	104,48	A	
27	-11,20	142,38	104,48	3	83	67,62	112,32	A	
28	-11,20	145,47	104,48	3	83	67,57	112,32	A	
28	-12,00	140,27	112,32	2	70	70,03	120,17	A	
29	-12,00	143,10	112,32	2	69	98,17	120,17	A	
29	-12,75	133,82	119,68	2	58	101,40	127,53	A	
30	-12,75	135,33	119,68	2	58	102,54	127,53	A	
30	-13,50	128,38	127,04	2	50	105,81	134,89	A	
31	-13,50	129,22	127,04	1	50	106,82	134,89	A	
31	-14,25	77,46	134,40	1	27	110,11	142,25	A	
32	-14,25	78,01	134,40	1	27	112,26	142,25	A	
32	-15,00	28,04	141,75	1		166,91	149,60	1	30

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

11.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	925,6	1101,4
Water	1024,2	1140,7
Total	1949,8	2242,1

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1429,15 kN
Mobilized passive effective resistance	925,60 kN
Percentage mobilized resistance	64,8 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	17959,78 kNm
Mobilized passive moment	10722,52 kNm
Percentage mobilized moment	59,7 %

11.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-114,61
Vertical force passive	286,08
Vertical anchor force (*)	-185,16
Resulting vertical force (no dead weight)	-13,69
Vertical toe capacity Rb;d	89,33
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 89)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-114,61
Vertical force passive	286,08
Vertical anchor force (*)	-185,16
Resulting vertical force (no dead weight)	-13,69
Vertical toe capacity Rb;d	2757,79
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 2758)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

11.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-5,50	02) zand, los	50,73	3,60	00) zand, opho...	-31,64
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-45,80
-8,80	04) zand, los	235,35	-3,49	02) zand, los	-78,12
-15,00	05) zand, matig	0,00	-8,20	03) veen, matig	0,00
			-8,80	04) zand, los	-65,54
			-12,00	04) zand, los d...	106,49
			-15,00	05) zand, matig	0,00

11.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	336,66	Elastic	Right	Anchor

12 Step 6.4 Stage 7: Inzet waterberging

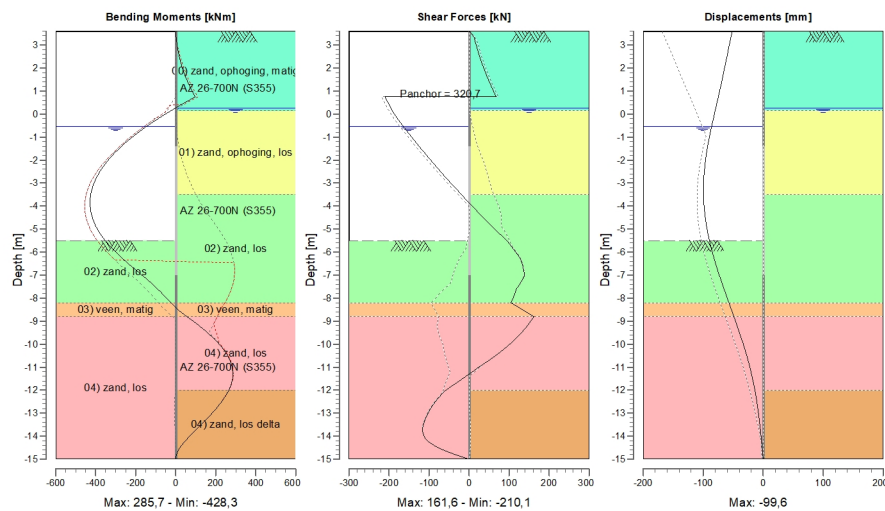
12.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 7: Inzet waterberging

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



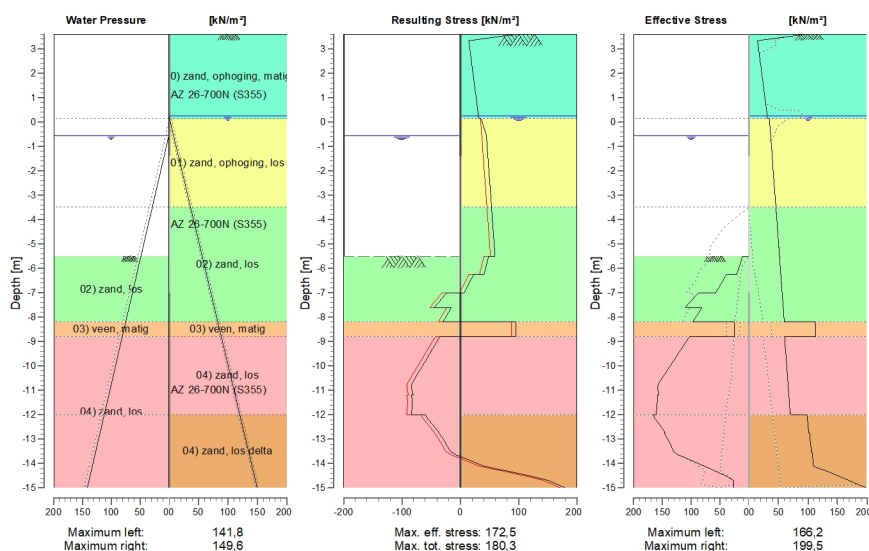
12.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,60	0,00	0,02	-51,9
1	3,50	0,34	7,14	-52,7
2	3,50	0,43	5,81	-52,7
2	2,67	13,82	23,30	-59,2
3	2,67	13,81	23,05	-59,2
3	1,83	39,83	40,03	-65,8
4	1,83	39,83	40,03	-65,8
4	1,00	81,56	60,74	-72,7
5	1,00	81,56	60,74	-72,7
5	0,75	97,60	67,68	-74,8
6	0,75	97,60	-210,08	-74,8
6	0,50	45,98	-202,81	-77,0
7	0,50	45,98	-202,79	-77,0
7	0,25	-3,77	-195,18	-79,2
8	0,25	-3,77	-195,18	-79,2
8	0,20	-13,49	-193,61	-79,6
9	0,20	-13,49	-193,61	-79,6
9	0,14	-25,05	-191,68	-80,2
10	0,14	-25,05	-191,68	-80,2
10	0,00	-51,53	-186,55	-81,4
11	0,00	-51,53	-186,55	-81,4
11	-0,30	-105,75	-174,72	-84,0
12	-0,30	-105,75	-174,72	-84,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,55	-148,10	-163,97	-86,1
13	-0,55	-148,10	-163,99	-86,1
13	-1,40	-271,07	-124,99	-92,6
14	-1,40	-271,07	-125,01	-92,6
14	-2,10	-346,55	-91,41	-96,6
15	-2,10	-346,55	-91,42	-96,6
15	-2,79	-398,11	-56,35	-99,0
16	-2,79	-398,11	-56,38	-99,0
16	-3,49	-424,75	-19,84	-99,5
17	-3,49	-424,75	-19,83	-99,5
17	-4,25	-424,26	21,42	-97,7
18	-4,25	-424,26	21,40	-97,7
18	-5,00	-391,99	64,38	-93,6
19	-5,00	-391,99	64,35	-93,6
19	-5,50	-352,50	93,76	-89,7
20	-5,50	-352,49	93,83	-89,7
20	-6,25	-269,20	127,30	-82,2
21	-6,25	-269,21	127,40	-82,2
21	-7,00	-168,77	138,42	-73,2
22	-7,00	-168,77	138,41	-73,2
22	-7,60	-91,22	118,00	-65,4
23	-7,60	-91,22	117,98	-65,4
23	-8,20	-24,07	104,37	-57,2
24	-8,20	-24,07	104,36	-57,2
24	-8,80	55,69	161,55	-49,0
25	-8,80	55,69	161,56	-49,0
25	-9,60	171,60	125,51	-38,3
26	-9,60	171,61	125,49	-38,3
26	-10,40	252,31	73,56	-28,7
27	-10,40	252,31	73,47	-28,7
27	-11,20	285,39	8,48	-20,5
28	-11,20	285,39	8,46	-20,5
28	-12,00	265,59	-57,96	-14,0
29	-12,00	265,60	-58,18	-14,0
29	-12,75	207,20	-94,44	-9,3
30	-12,75	207,20	-94,60	-9,3
30	-13,50	127,92	-114,38	-5,6
31	-13,50	127,94	-114,70	-5,6
31	-14,25	43,27	-100,94	-2,7
32	-14,25	43,22	-100,75	-2,7
32	-15,00	-0,03	-0,54	0,1
Max		-424,75	-210,08	-99,5
Max, minor nodes incl.		-428,28	-210,08	-99,6

12.1.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 7: Inzet waterberging



12.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	3,60	0,00	0,00	-		0,00	0,00	P	
1	3,50	0,00	0,00	-		64,36	0,00	1	28
2	3,50	0,00	0,00	-		64,50	0,00	1	28
2	2,67	0,00	0,00	-		18,14	0,00	A	
3	2,67	0,00	0,00	-		18,14	0,00	A	
3	1,83	0,00	0,00	-		22,62	0,00	A	
4	1,83	0,00	0,00	-		22,61	0,00	A	
4	1,00	0,00	0,00	-		27,09	0,00	A	
5	1,00	0,00	0,00	-		27,09	0,00	A	
5	0,75	0,00	0,00	-		28,43	0,00	A	
6	0,75	0,00	0,00	-		28,43	0,00	A	
6	0,50	0,00	0,00	-		29,78	0,00	A	
7	0,50	0,00	0,00	-		29,77	0,00	A	
7	0,25	0,00	0,00	-		31,12	0,00	A	
8	0,25	0,00	0,00	-		31,11	0,00	A	
8	0,20	0,00	0,00	-		31,27	0,49	A	
9	0,20	0,00	0,00	-		31,27	0,49	A	
9	0,14	0,00	0,00	-		31,45	1,08	A	
10	0,14	0,00	0,00	-		34,64	1,08	A	
10	0,00	0,00	0,00	-		35,07	2,45	A	
11	0,00	0,00	0,00	-		35,06	2,45	A	
11	-0,30	0,00	0,00	-		35,98	5,40	A	
12	-0,30	0,00	0,00	-		35,98	5,40	A	
12	-0,55	0,00	0,00	-		36,74	7,85	A	
13	-0,55	0,00	0,00	-		36,73	7,85	A	
13	-1,40	0,00	8,34	-		39,34	16,19	A	
14	-1,40	0,00	8,34	-		39,31	16,19	A	
14	-2,10	0,00	15,17	-		41,45	23,02	A	
15	-2,10	0,00	15,17	-		41,41	23,02	A	
15	-2,79	0,00	22,01	-		43,57	29,86	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
16	-2,79	0,00	22,01	-		43,52	29,86	A	
16	-3,49	0,00	28,84	-		45,68	36,69	A	
17	-3,49	0,00	28,84	-		45,62	36,69	A	
17	-4,25	0,00	36,25	-		47,97	44,10	A	
18	-4,25	0,00	36,25	-		47,91	44,10	A	
18	-5,00	0,00	43,65	-		50,25	51,50	A	
19	-5,00	0,00	43,65	-		50,20	51,50	A	
19	-5,50	0,00	48,56	-		51,76	56,41	A	
20	-5,50	11,09	48,56	P		51,70	56,41	A	
20	-6,25	21,14	55,92	P		54,04	63,77	A	
21	-6,25	39,01	55,92	P		53,97	63,77	A	
21	-7,00	57,59	63,27	P		56,30	71,12	A	
22	-7,00	87,72	63,27	P		56,25	71,12	A	
22	-7,60	110,38	69,16	P		58,11	77,01	A	
23	-7,60	81,19	69,16	P		58,06	77,01	A	
23	-8,20	97,87	75,05	P		59,92	82,89	A	
24	-8,20	25,01	75,05	P		112,38	82,89	A	
24	-8,80	25,76	80,93	P		113,32	88,78	A	
25	-8,80	103,06	80,93	P		60,31	88,78	A	
25	-9,60	125,85	88,78	P		62,78	96,63	A	
26	-9,60	125,35	88,78	P		62,73	96,63	A	
26	-10,40	148,10	96,63	P		65,20	104,48	A	
27	-10,40	147,89	96,63	P		65,15	104,48	A	
27	-11,20	156,08	104,48	3	91	67,62	112,32	A	
28	-11,20	159,18	104,48	3	91	67,57	112,32	A	
28	-12,00	161,27	112,32	3	81	70,03	120,17	A	
29	-12,00	166,17	112,32	3	80	98,17	120,17	A	
29	-12,75	145,38	119,68	2	63	101,40	127,53	A	
30	-12,75	146,89	119,68	2	63	102,54	127,53	A	
30	-13,50	130,80	127,04	2	51	105,81	134,89	A	
31	-13,50	131,65	127,04	2	51	106,82	134,89	A	
31	-14,25	63,54	134,40	1	23	123,51	142,25	1	
32	-14,25	64,09	134,40	1	22	125,66	142,25	1	
32	-15,00	27,02	141,75	A		199,49	149,60	1	35

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

12.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	952,7	1115,5
Water	1024,2	1140,7
Total	1976,9	2256,3

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1429,15 kN
Mobilized passive effective resistance	952,71 kN
Percentage mobilized resistance	66,7 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	17959,78 kNm
Mobilized passive moment	11021,76 kNm
Percentage mobilized moment	61,4 %

12.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-107,32
Vertical force passive	294,60
Vertical anchor force (*)	-176,40
Resulting vertical force (no dead weight)	10,88
Vertical toe capacity Rb;d	89,33
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-107,32
Vertical force passive	294,60
Vertical anchor force (*)	-176,40
Resulting vertical force (no dead weight)	10,88
Vertical toe capacity Rb;d	2757,79
Resultant goes up	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

12.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-5,50	02) zand, los	50,73	3,60	00) zand, opho...	-30,16
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-45,80
-8,80	04) zand, los	243,86	-3,49	02) zand, los	-78,12
-15,00	05) zand, matig	0,00	-8,20	03) veen, matig	0,00
			-8,80	04) zand, los	-65,54
			-12,00	04) zand, los d...	112,30
			-15,00	05) zand, matig	0,00

12.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	320,73	Elastic	Right	Anchor

End of Report

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Vleugelwand - betonschort zone**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

algemeen

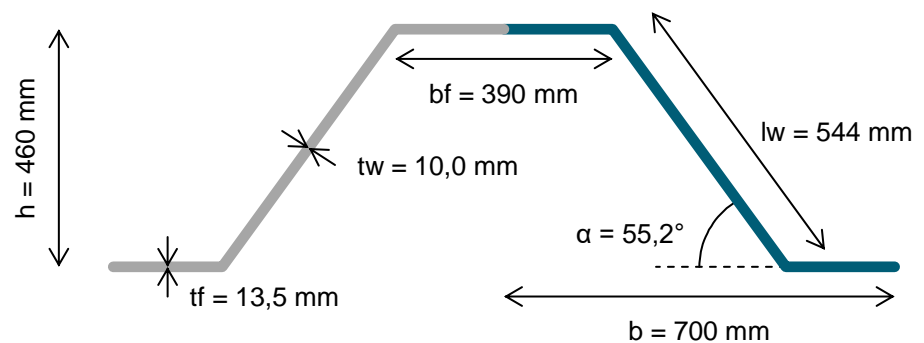
taal = **NL**

sheet pile properties

type damwand

AZ 26-700N

profiel type [Z / U] = **Z**
 profiel breedte b = **700 mm**
 profiel hoogte h = **460 mm**
 flensdikte t_f = **13,5 mm**
 lijfdikte t_w = **10,0 mm**
 hoek lijf α = **55,2 °**
 weerstandsmoment W = **2600 cm³/m¹**
 traagheidsmoment I = **59790 cm⁴/m¹**
 doorsnede oppervlakte A = **176,4 cm²/m¹**
 verfooppervlak (eenzijdig) A_c = **1,37 m²/m**
 flensbreedte b_f = **390 mm**
 lijflengte l_w = **544 mm**



corrosie eigenschappen

berekening corrosie = **absoluut**
 levensduur T = **50 jaar**
 corrosie voorzijde $u_{c,1}$ = **0 mm/50 jaar**
 corrosie achterzijde $u_{c,2}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie totaal $u_{c,tot}$ = **1 mm/50 jaar**

staal eigenschappen

E-modulus E = **2,10E+08 kN/m²**
 volumiek gewicht γ = **7850 kg/m³**
 staalkwaliteit = **S355 GP -**
 vloeigrens f_y = **355 N/mm²**

belastingen

buigend moment M_{Ed} = **276,11 kNm/m¹**
 dwarskracht V_{Ed} = **218,68 kN/m¹**
 normaalkracht N_{Ed} = **383,33 kN/m¹**
 kniklengte l = **11,025 m**
 waterdrukverschil w = **0,5 m**

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede γ_{M0} = **1,00 -**
 partiële factor voor instabiliteit γ_{M1} = **1,10 -**
 -- --
 -- --

BEREKENINGEN

eigenschappen

		<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnede oppervlakte A	=	176,4	162,7 cm ² /m ¹
elastisch weerstandsmoment W_{el}	=	2600	2422 cm ³ /m ¹
plastisch weerstandsmoment W_{pl}	=	3016	2798 cm ³ /m ¹
traagheidsmoment I	=	59790	55698 cm ⁴ /m ¹
buigstijfheid EI	=	125559	116966 kN/m ² /m ¹
axiale stijfheid EA	=	3704400	3416700 kN/m ¹
doorsnedeklasse	klasse	2	2 -

reductie factor corrosie = **0,93 -**

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand		unity check		
	symbool	waarde	symbool	intiëel	gecorrodeerd	intiëel	gecorrodeerd
belasting(combinatie)							
buigend moment	M_{Ed}	276	$M_{c,Rd}$	1071	993	0,26	0,28
dwarskracht	V_{Ed}	219	$V_{pl,Rd}$	1307	1177	0,17	0,19
buigend moment + dwarskracht	$M_{Ed}; V_{Ed}$	276; 219	$M_{V,Rd}$	1071	993	0,26	0,28
dwarskracht plooi	V_{Ed}	219	$V_{b,Rd}$	n.v.t.	1138	n.v.t.	0,19
normaalkracht	N_{Ed}	383	$N_{pl,Rd}$	6262	5776	0,06	0,07
knik	$N_{Ed}; 1.15 \cdot M_{Ed}$	383; 318	$\chi \cdot N_{pl,Rd}; M_{c,Rd}$	n.v.t.	3420; 993	n.v.t.	0,47
buigend moment + normaalkracht	$M_{Ed}; N_{Ed}$	276; 383	$M_{N,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	$M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}$	276; 219; 383	$M_{N;V,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

maatgevende unity check = **0,26** **0,47**

Project **Markiezaat Container Terminal**
Projectcode **115018**
Onderwerp **Vleugelwand - betonschort zone**
Adviseur **M.D. Mascini**
Datum **12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

			<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnedeklasse				
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814 -
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	35,5	38,3 -
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2 -
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y,red}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
* alleen voor klasse 4 damwanden				
lokale effecten door waterdruk				
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	31,7	35,2 -
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000 -
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y,red}$	=	355	355 N/mm ²
toetsing buigend moment				
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c,Rd}$	=	1071	993 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,26	0,28 -
toetsing dwarskracht				
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	6379	5741 mm ² /m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl,Rd}$	=	1307	1177 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,17	0,19 -
toetsing buigend moment + dwarskracht				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	nee	nee -
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000 -
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V,Rd}$	=	1071	993 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,26	0,28 -
toetsing plooi dwarskracht				
schuine lengte van lijf	c	=	544	544 mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	66,8	74,3 -
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon > 72$	=	nee	ja -
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,86 -
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	198 N/mm ²
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b,Rd}$	=	n.v.t.	1138 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,19 -
toetsing normaalkracht				
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl,Rd}$	=	6262	5776 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,06	0,07 -
toetsing knik				
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	10195	9497 kN/m ¹
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,038	0,040 -
controle knik?	$N_{Ed}/N_{cr} > 0.04$	=	nee	ja -
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	n.v.t.	0,780 -
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	n.v.t.	0,76 -
factor $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2]$	Φ	=	n.v.t.	1,024 -
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	n.v.t.	0,592 -
buckling check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,47 -
toetsing buigend moment + normaalkracht				
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja -
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. -
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y,V}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Vleugelwand - Permanent onder water zone**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

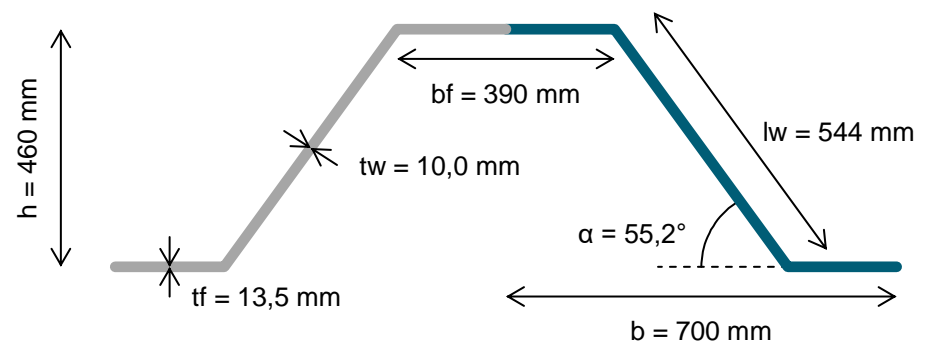
algemeen

taal = **NL**

sheet pile properties

type damwand **AZ 26-700N**

profiel type [Z / U] = **Z**
 profiel breedte b = **700 mm**
 profiel hoogte h = **460 mm**
 flensdikte t_f = **13,5 mm**
 lijfdikte t_w = **10,0 mm**
 hoek lijf α = **55,2 °**
 weerstandsmoment W = **2600 cm³/m¹**
 traagheidsmoment I = **59790 cm⁴/m¹**
 doorsnede oppervlakte A = **176,4 cm²/m¹**
 verfooppervlak (eenzijdig) A_c = **1,37 m²/m**
 flensbreedte b_f = **390 mm**
 lijflengte l_w = **544 mm**



corrosie eigenschappen

berekening corrosie = **absoluut**
 levensduur T = **50 jaar**
 corrosie voorzijde $u_{c,1}$ = **1,75 mm/50 jaar**
 corrosie achterzijde $u_{c,2}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie totaal $u_{c,tot}$ = **2,75 mm/50 jaar**

staal eigenschappen

E-modulus E = **2,10E+08 kN/m²**
 volumiek gewicht γ = **7850 kg/m³**
 staalkwaliteit = **S355 GP -**
 vloeigrens f_y = **355 N/mm²**

belastingen

buigend moment M_{Ed} = **453,76 kNm/m¹**
 dwarskracht V_{Ed} = **133,6 kN/m¹**
 normaalkracht N_{Ed} = **383,33 kN/m¹**
 kniklengte l = **11,025 m**
 waterdrukverschil w = **0,5 m**

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede γ_{M0} = **1,00 -**
 partiële factor voor instabiliteit γ_{M1} = **1,10 -**
 -- --
 -- --

BEREKENINGEN

eigenschappen

		<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnede oppervlakte	A	176,4	138,7 cm ² /m ¹
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	2600	2109 cm ³ /m ¹
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	3016	2416 cm ³ /m ¹
traagheidsmoment	I	59790	48495 cm ⁴ /m ¹
buigstijfheid	EI	125559	101841 kN/m ² /m ¹
axiale stijfheid	EA	3704400	2913225 kN/m ¹
doorsnedeklasse	klasse	2	2 -

reductie factor corrosie = **0,81 -**

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand		unity check		
	symbol	waarde	symbol	intiëel	gecorrodeerd	intiëel	gecorrodeerd
belasting(combinatie)							
buigend moment	M_{Ed}	454	$M_{c,Rd}$	1071	858	0,42	0,53
dwarskracht	V_{Ed}	134	$V_{pl,Rd}$	1307	948	0,10	0,14
buigend moment + dwarskracht	$M_{Ed}; V_{Ed}$	454; 134	$M_{V,Rd}$	1071	858	0,42	0,53
dwarskracht plooï	V_{Ed}	134	$V_{b,Rd}$	n.v.t.	739	n.v.t.	0,18
normaalkracht	N_{Ed}	383	$N_{pl,Rd}$	6262	4925	0,06	0,08
knik	$N_{Ed}; 1.15 \cdot M_{Ed}$	383; 522	$\chi \cdot N_{pl,Rd}; M_{c,Rd}$	n.v.t.	2941; 858	n.v.t.	0,81
buigend moment + normaalkracht	$M_{Ed}; N_{Ed}$	454; 383	$M_{N,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	$M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}$	454; 134; 383	$M_{N;V,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

maatgevende unity check = **0,42** **0,81**

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Vleugelwand - Permanent onder water zone**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

			<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnedeklasse				
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814 -
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	35,5	44,6 -
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2 -
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y,red}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
* alleen voor klasse 4 damwanden				
lokale effecten door waterdruk				
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	31,7	43,7 -
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000 -
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y,red}$	=	355	355 N/mm ²
toetsing buigend moment				
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c,Rd}$	=	1071	858 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,42	0,53 -
toetsing dwarskracht				
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	6379	4624 mm ² /m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl,Rd}$	=	1307	948 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,10	0,14 -
toetsing buigend moment + dwarskracht				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	nee	nee -
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000 -
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V,Rd}$	=	1071	858 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,42	0,53 -
toetsing plooi dwarskracht				
schuine lengte van lijf	c	=	544	544 mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	66,8	92,2 -
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon > 72$	=	nee	ja -
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	1,07 -
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	160 N/mm ²
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b,Rd}$	=	n.v.t.	739 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,18 -
toetsing normaalkracht				
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl,Rd}$	=	6262	4925 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,06	0,08 -
toetsing knik				
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	10195	8269 kN/m ¹
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,038	0,046 -
controle knik?	$N_{Ed}/N_{cr} > 0.04$	=	nee	ja -
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	n.v.t.	0,772 -
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	n.v.t.	0,76 -
factor $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2]$	Φ	=	n.v.t.	1,015 -
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	n.v.t.	0,597 -
buckling check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,81 -
toetsing buigend moment + normaalkracht				
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja -
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. -
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y,V}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Vleugelwand - In de grond zone**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

algemeen

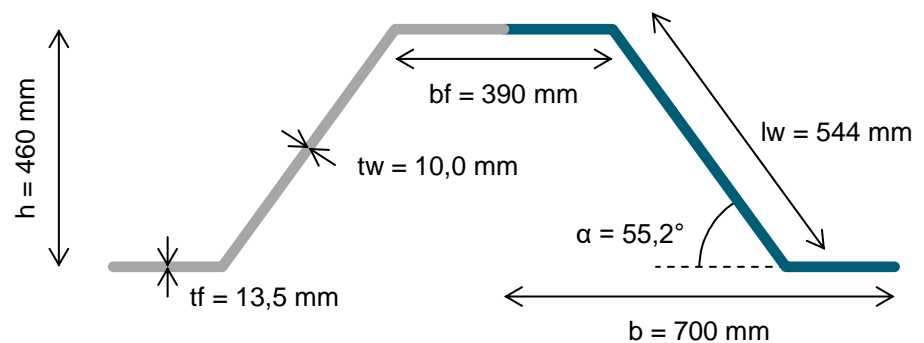
taal = **NL**

sheet pile properties

type damwand

AZ 26-700N

profiel type [Z / U] = **Z**
 profiel breedte b = **700 mm**
 profiel hoogte h = **460 mm**
 flensdikte t_f = **13,5 mm**
 lijfdikte t_w = **10,0 mm**
 hoek lijf α = **55,2 °**
 weerstandsmoment W = **2600 cm³/m¹**
 traagheidsmoment I = **59790 cm⁴/m¹**
 doorsnede oppervlakte A = **176,4 cm²/m¹**
 verfooppervlak (eenzijdig) A_c = **1,37 m²/m**
 flensbreedte b_f = **390 mm**
 lijflengte l_w = **544 mm**



corrosie eigenschappen

berekening corrosie = **absoluut**
 levensduur T = **50 jaar**
 corrosie voorzijde $u_{c,1}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie achterzijde $u_{c,2}$ = **1 mm/50 jaar**
 corrosie totaal $u_{c,tot}$ = **2 mm/50 jaar**

staal eigenschappen

E-modulus E = **2,10E+08 kN/m²**
 volumiek gewicht γ = **7850 kg/m³**
 staalkwaliteit = **S355 GP -**
 vloeigrens f_y = **355 N/mm²**

belastingen

buigend moment M_{Ed} = **285,39 kNm/m¹**
 dwarskracht V_{Ed} = **138,41 kN/m¹**
 normaalkracht N_{Ed} = **360,37 kN/m¹**
 kniklengte l = **11,025 m**
 waterdrukverschil w = **0,5 m**

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede γ_{M0} = **1,00 -**
 partiële factor voor instabiliteit γ_{M1} = **1,10 -**
 -- --
 -- --

BEREKENINGEN

eigenschappen

		<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnede oppervlakte A	=	176,4	149,0 cm ² /m ¹
elastisch weerstandsmoment W_{el}	=	2600	2243 cm ³ /m ¹
plastisch weerstandsmoment W_{pl}	=	3016	2580 cm ³ /m ¹
traagheidsmoment I	=	59790	51589 cm ⁴ /m ¹
buigstijfheid EI	=	125559	108337 kN/m ² /m ¹
axiale stijfheid EA	=	3704400	3129000 kN/m ¹
doorsnedeklasse	klasse	2	2 -

reductie factor corrosie = **0,86 -**

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand		unity check		
	symbol	waarde	symbol	intiëel	gecorrodeerd	intiëel	gecorrodeerd
belasting(combinatie)							
buigend moment	M_{Ed}	285	$M_{c,Rd}$	1071	916	0,27	0,31
dwarskracht	V_{Ed}	138	$V_{pl,Rd}$	1307	1046	0,11	0,13
buigend moment + dwarskracht	$M_{Ed}; V_{Ed}$	285; 138	$M_{V,Rd}$	1071	916	0,27	0,31
dwarskracht plooi	V_{Ed}	138	$V_{b,Rd}$	n.v.t.	899	n.v.t.	0,15
normaalkracht	N_{Ed}	360	$N_{pl,Rd}$	6262	5290	0,06	0,07
knik	$N_{Ed}; 1.15 \cdot M_{Ed}$	360; 328	$\chi \cdot N_{pl,Rd}; M_{c,Rd}$	n.v.t.	3147; 916	n.v.t.	0,52
buigend moment + normaalkracht	$M_{Ed}; N_{Ed}$	285; 360	$M_{N,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	$M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}$	285; 138; 360	$M_{N;V,Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

maatgevende unity check = **0,27** **0,52**

Project **Markiezaat Container Terminal**
Projectcode **115018**
Onderwerp **Vleugelwand - In de grond zone**
Adviseur **M.D. Mascini**
Datum **12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

			<u>intiëel</u>	<u>gecorrodeerd</u>
doorsnedeklasse				
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814 -
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	35,5	41,6 -
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2 -
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y,red}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
* alleen voor klasse 4 damwanden				
lokale effecten door waterdruk				
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	31,7	39,6 -
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000 -
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y,red}$	=	355	355 N/mm ²
toetsing buigend moment				
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c,Rd}$	=	1071	916 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,27	0,31 -
toetsing dwarskracht				
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	6379	5103 mm ² /m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl,Rd}$	=	1307	1046 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,11	0,13 -
toetsing buigend moment + dwarskracht				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	nee	nee -
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000 -
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V,Rd}$	=	1071	916 kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,27	0,31 -
toetsing plooi dwarskracht				
schuine lengte van lijf	c	=	544	544 mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	66,8	83,5 -
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon > 72$	=	nee	ja -
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,97 -
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	176 N/mm ²
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b,Rd}$	=	n.v.t.	899 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,15 -
toetsing normaalkracht				
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl,Rd}$	=	6262	5290 kN/m ¹
unity check (≤ 1)		=	0,06	0,07 -
toetsing knik				
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	10195	8797 kN/m ¹
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,035	0,041 -
controle knik?	$N_{Ed}/N_{cr} > 0.04$	=	nee	ja -
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	n.v.t.	0,775 -
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	n.v.t.	0,76 -
factor $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2]$	Φ	=	n.v.t.	1,019 -
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	n.v.t.	0,595 -
buckling check (≤ 1)		=	n.v.t.	0,52 -
toetsing buigend moment + normaalkracht				
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja -
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -
toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force				
reductie door dwarskracht nodig?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. -
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y,V}$	=	n.v.t.	n.v.t. N/mm ²
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c,V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kN/m ¹
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V,Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t. kNm/m ¹
unity check (≤ 1)		=	n.v.t.	n.v.t. -

Project **Markiezzaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Toetsing groutankers vleugelwand**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

TITEL

Berekening van groutinjectieankers conform CUR 166, 6e druk, deel 1+2, 2012
 Berekening van de gording conform EN 1993-1-1+C2:2011
 Veiligheidsfactoren conform NEN 9997-1+C2:2017

UITGANGSPUNTEN

algemeen

taal = **NL**
 refentie niveau = **NAP**
 maatgevende sondering = **4**

geometrie algemeen

maaiveldniveau actieve zijde = **3,50** m+NAP
 maaiveldniveau passieve zijde = **-5,50** m+NAP
 bovenkant damwand = **3,50** m+NAP
 onderkant damwand = **-17,00** m+NAP

belasting per strekkende meter

richting ingevoerde belasting = **onder hoek -**
 CUR stap 6.1-6.4 $P_{max(6.1-6.4)}$ = **337** kN/m¹
 CUR stap 6.5 P_k = **210** kN/m¹
 CUR stap 6.5 x 1,2 $P_k \times 1,2$ = **252** kN/m¹
 MAX($P_{max(6.1-6.4)}$; $P_k \times 1,2$) P_{max} = **337** kN/m¹

geometrie verankering

anker zijde = **rechts -**
 hoek ankers met horizontaal α = **30** °
 hart-op-hart afstand a = **2,80** m
 overlengte ankerstang L_{over} = **0,50** m
 verankeringsniveau = **0,75** m+NAP
 bovenkant groutlichaam = **-16,50** m+NAP
 onderkant groutlichaam = **-19,25** m+NAP
 lengte groutlichaam L_A = **5,50** m
 lengte ankerstang L_{staaf} = **40,50** m
 horizontale lengte achter damwand L_{hor} = **34,64** m

belasting per anker

horizontaal (BGT) P_{khor} = **510** kN/anker
 horizontaal (UGT) P_{maxhor} = **816** kN/anker
 onder hoek (BGT) P_k = **589** kN/anker
 onder hoek (UGT) P_{max} = **943** kN/anker

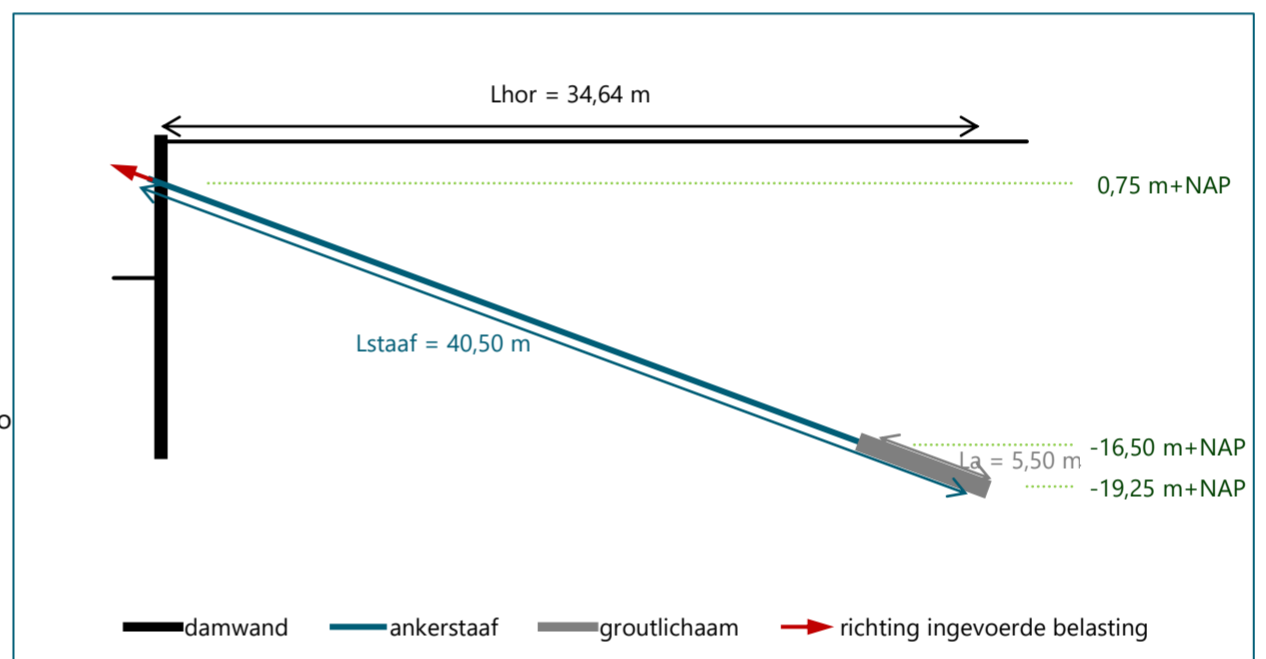
veiligheidsfactoren en benodigde controles

veiligheidsklasse = **RC2**
 tijdelijke of permanente constructie? = **permanent**
 controle op ankeruitval benodigd? = **ja**
 controleproef op ieder anker benodigd? = **ja**

corrosie

berekening corrosie = **per jaar**

	ankerstaaf	gording
corrosie per jaar	= 0,020	0,000 mm/jaar rondom
levensduur	= 50	50 jaar
corrosie tijdens levensduur	= 1,00	0,00 mm rondom



BEREKENING VAN ANKERSTAAF, GROUTLICHAAM EN GORDING

ankerstaaf

type ankerstaaf **Jetmix 82,5 x 17,5 mm**

buitendiameter D_o	=	82,5 mm
binnendiameter D_i	=	47,5 mm
wanddikte t	=	17,5 mm
--	=	--
--	=	--
oppervlakte doorsnede A_{mtg}	=	3574 mm ²
oppervlakte doorsnede met corrosie $A_{mtg,corr}$	=	3318 mm ²
staalkwaliteit	=	E-470
vloeisspanning ankerstaaf f_y	=	515 N/mm ²
breukspanning ankerstaaf f_{ua}	=	720 N/mm ²

controle ankerstaaf

partial material factor yield γ_{M0}	=	1,00 -
partial material factor thread γ_{M2}	=	1,25 -
reduction factor thread k_t	=	0,90 -
yield strength anchor rod $F_{tg,Rd}$	=	1709 kN
tensile strength anchor rod $F_{tt,Rd}$	=	1720 kN
total strength anchor rod $F_{t,Rd}$	=	1709 kN
conversiefactor NL γ_{NL}	=	1,25 -
rekenwaarde sterkte ankerstaaf R_{td}	=	1367 kN
ontwerpbelasting ankerstaaf $E_{ULS,d}$	=	943 kN
controle sterkte ankerstaaf (unity check ≤ 1)		0,69 -

groutlichaam

standaard diameter schroefblad $D_{stand.}$	=	350 mm
toegepaste diameter schroefblad D_{keuze}	=	350 mm
overpersing diameter D_{extra}	=	20 mm
diameter groutlichaam D_{totaal}	=	370 mm
omtrek groutlichaam O	=	1162 mm
bovenkant groutlichaam	=	-16,50 m+NAP
onderkant groutlichaam	=	-19,25 m+NAP
lengte groutlichaam L_A	=	5,50 m
schachtwrijvingsfactor α_f	=	0,015 -
gemiddelde conusweerstand $q_{c,qem}$	=	20,0 MPa
karakteristieke houdkracht per meter $r_{ULS,m}$	=	348,7 kN/m

controle groutlichaam

correlatiefactor ξ_{ULS}	=	1,00 -
partiële materiaalfactor $\gamma_{a,ULS}$	=	1,35 -
gemeten weerstand groutlichaam $R_{ULS,m}$	=	1918 kN
karakteristieke weerstand groutlichaam $R_{ULS,k}$	=	1918 kN
rekenwaarde weerstand groutlichaam $R_{ULS,d}$	=	1421 kN
rekenwaarde kracht groutlichaam $E_{ULS,d}$	=	943 kN
controle houdkracht groutlichaam (unity check ≤ 1)		0,66 -

Project **Markiezaat Container Terminal**
 Projectcode **115018**
 Onderwerp **Toetsing groutankers vleugelwand**
 Adviseur **M.D. Mascini**
 Datum **12-3-2020**

SAMENVATTING

verificatie	type	situatie	belasting	weerstand	eenheid	unity check	check
verificatie ankerstaaf	Jetmix 82,5 x 17,5 mm; L = 40,50 m	standaard	943	1367	kN	0,69	ok
	hart-op-hart afstand = 2,80 m	ankeruitval	883	1709	kN	0,52	ok
verificatie groutlichaam	D = 370 mm; L = 5,50 m;	standaard	943	1421	kN	0,66	ok
	van -16,50 tot -19,25 m+NAP	ankeruitval	883	1918	kN	0,46	ok



BIJLAGE: SCIA-RAPPORT GORDING

1. Project

Licentiernaam	Witteveen+Bos
Project	Markiezaat Container Terminal
Onderdeel	Gording bij kademuur
Omschrijving	UGT + IGT
Auteur	Witteveen+Bos
Datum	12-03-2020
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	122
Aantal staven :	108
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	10
Aantal gebruikte materialen :	1
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

2. Inhoudsopgave

1. Project	1
2. Inhoudsopgave	1
3. Invoer	2
3.1. Constructiemodel	2
3.2. Materialen	2
3.3. Doorsneden	2
3.4. Ondersteuningen	3
3.4.1. lage veerwaardes	3
3.4.2. Karakteristieke veerwaardes	4
3.4.3. Hoge veerwaardes	4
3.5. Belastingsgevallen	5
3.5.1. Belastingsgevallen - eigen gewicht	5
3.5.2. Belastingsgevallen - gewicht van de grond	5
3.5.3. Belastingsgevallen - ankerkracht UGT	6
3.5.4. Belastingsgevallen - ankerkracht IGT	7
3.5.5. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 1	8
3.5.6. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 2	9
3.5.7. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 3	10
3.5.8. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 1	11
3.5.9. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 2	12
3.5.10. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 3	13
3.6. ankerkracht IGT / Totale waarde	14
4. Resultaten	15
4.1. UGT	15
4.1.1. Interne 1D-krachten	15
4.1.2. Interne 1D-krachten; V _y	16
4.1.3. Interne 1D-krachten; V _z	16
4.1.4. Interne 1D-krachten; M _y	17
4.1.5. Interne 1D-krachten; M _z	17
4.2. IGT	18
4.2.1. Interne 1D-krachten	18
4.2.2. Interne 1D-krachten; V _y - ankeruitval 1,2,5	18
4.2.3. Interne 1D-krachten; V _z ankeruitval 1	19
4.2.4. Interne 1D-krachten; V _z ankeruitval 2	19
4.2.5. Interne 1D-krachten; V _z - ankeruitval 5	20
4.2.6. Interne 1D-krachten; M _y ankeruitval 1	20
4.2.7. Interne 1D-krachten; M _y ankeruitval 2	21
4.2.8. Interne 1D-krachten; M _y ankeruitval 5	21
4.2.9. Interne 1D-krachten; M _z - ankeruitval 1,2,5	22
5. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole	22
6. Staalcontrole IGT	25

3. Invoer

3.1. Constructiemodel



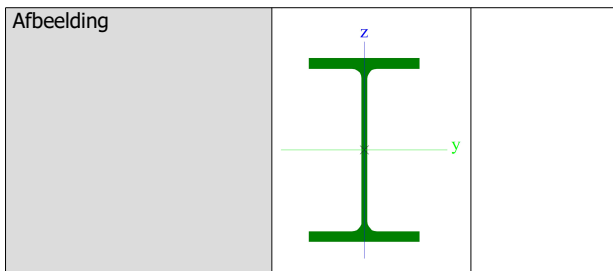
3.2. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 355	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	355,0	490,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	335,0	470,0	

3.3. Doorsneden

CS5		
Type	HEB500	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	a	b
A [m ²]	2,3860e-02	
A_y [m ²], A_z [m ²]	1,6161e-02	7,4905e-03
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	2,1300e+00	2,1244e+00
$c_{y,ucs}$ [mm], $c_{z,ucs}$ [mm]	150	250
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,0720e-03	1,2620e-04
i_y [mm], i_z [mm]	212	73
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	4,2870e-03	8,4160e-04
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	4,8150e-03	1,2920e-03
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	2e+06	2e+06
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	5e+05	5e+05
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	5,3840e-06	7,0177e-06
β_y [mm], β_z [mm]	0	0



Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Flensbreedte t - Flensdikte s - Lijfdikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet a - Flenshelling W - Interne boutafstand wm - Welving van eenheid bij flensvoet
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
C _{y,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _{z,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _{y,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{z,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{yz,LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as

Verklaring van symbolen	
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el,y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el,z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
W _{pl,y}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{pl,z}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
M _{pl,y,+}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
M _{pl,y,-}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
M _{pl,z,+}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
M _{pl,z,-}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d _y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d _z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I _t	Torsie constante
I _w	Welvings constante
β _y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β _z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

3.4. Ondersteuningen

3.4.1. lage veerwaardes

Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn21	K63	Verend	Verend	Verend	Vast	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn22	K64	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn23	K65	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn24	K66	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn25	K67	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn26	K68	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn27	K69	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn28	K70	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn29	K71	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn30	K72	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01

3.4.2. Karakteristieke veerwaardes

Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn11	K51	Verend	Verend	Verend	Vast	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn12	K52	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn13	K53	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn14	K54	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn15	K55	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn16	K56	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn17	K57	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn18	K58	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn19	K59	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn20	K60	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02

3.4.3. Hoge veerwaardes

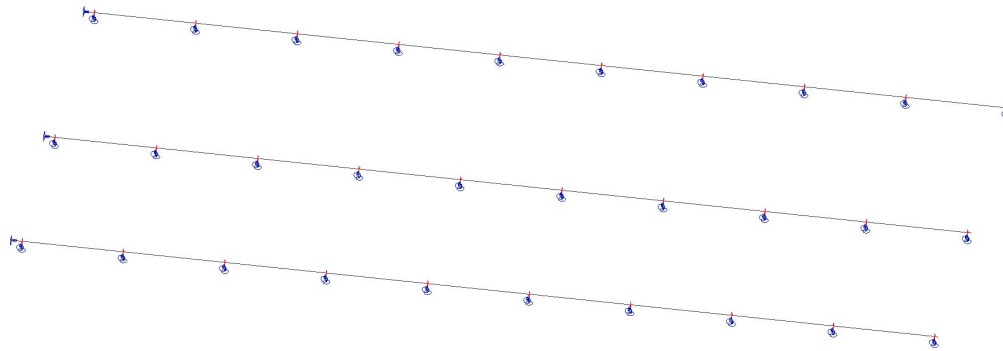
Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn1	K39	Verend	Verend	Verend	Vast	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn2	K40	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn3	K41	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn4	K42	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn5	K43	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn6	K44	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn7	K45	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn8	K46	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn9	K47	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn10	K48	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02

3.5. Belastingsgevallen

3.5.1. Belastingsgevallen - eigen gewicht

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Richting
eigen gewicht		Permanent	Permanente belasting	-Z
		Eigen gewicht		

Lage veerwaardes



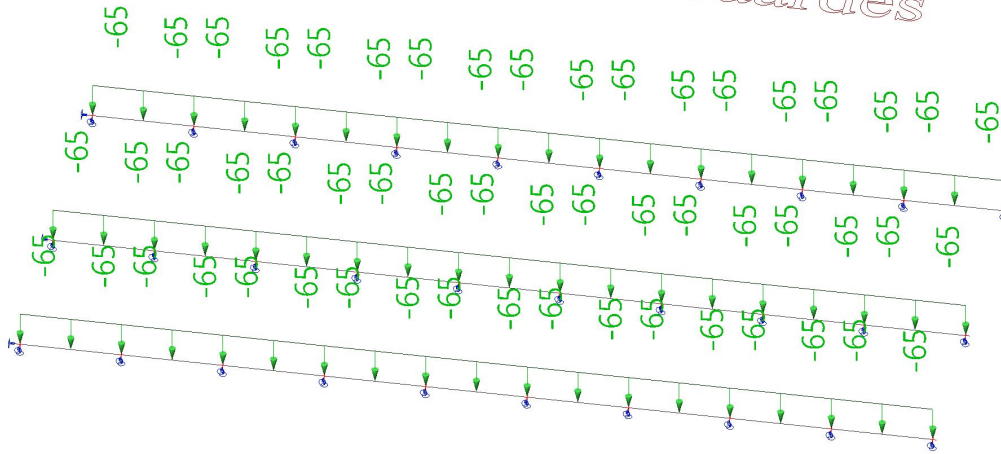
hoge veerwaardes



3.5.2. Belastingsgevallen - gewicht van de grond

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
gewicht van de grond		Permanent	Permanente belasting
		Standaard	

Lage veerwaardes



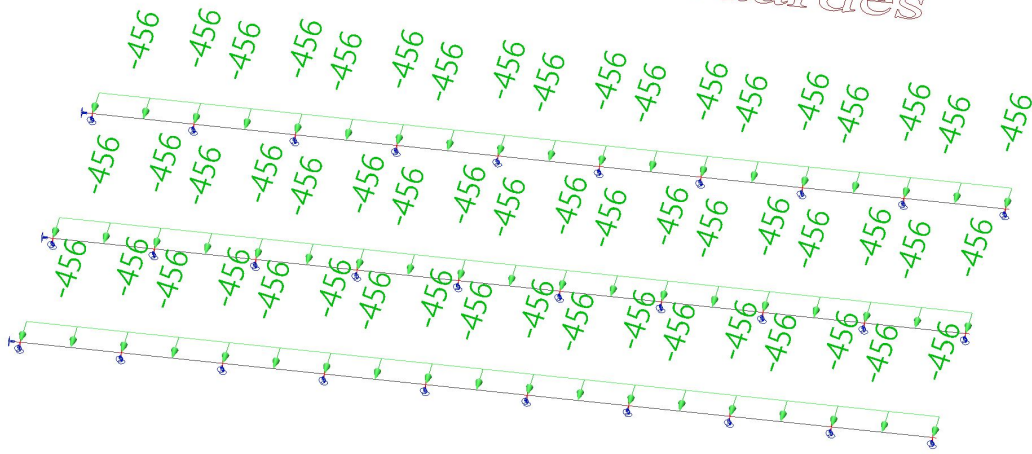
hoge veerwaardes



3.5.3. Belastingsgevallen - ankerkracht UGT

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
ankerkracht UGT		Permanent	Permanente belasting
		Standaard	

Lage veerwaarden



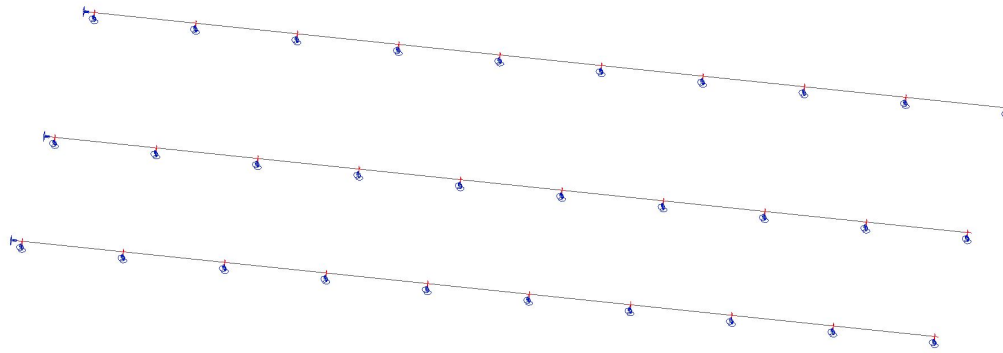
hoge veerwaarden



3.5.4. Belastingsgevallen - ankerkracht IGT

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
ankerkracht IGT		Permanent	Permanente belasting
		Standaard	

Lage veerwaardes



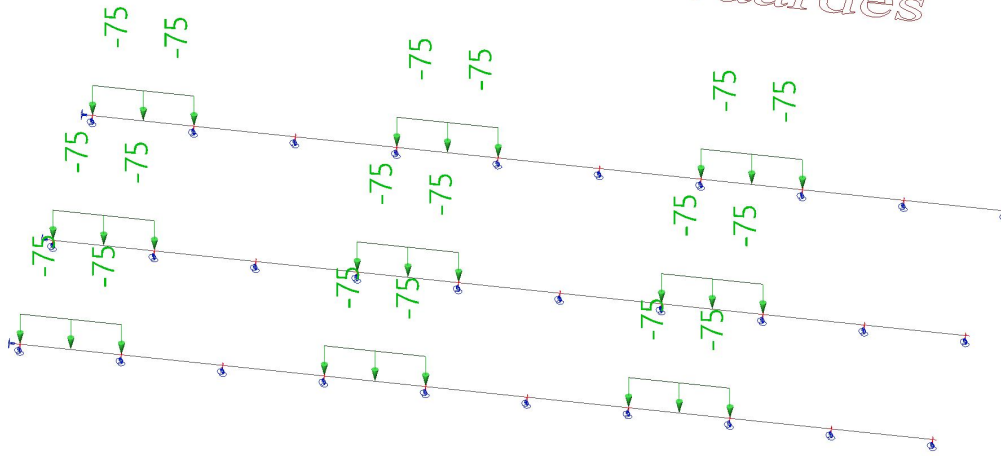
hoge veerwaardes



3.5.5. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Terreinbelasting 1		Variabel	VB1	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

Lage veerwaardes



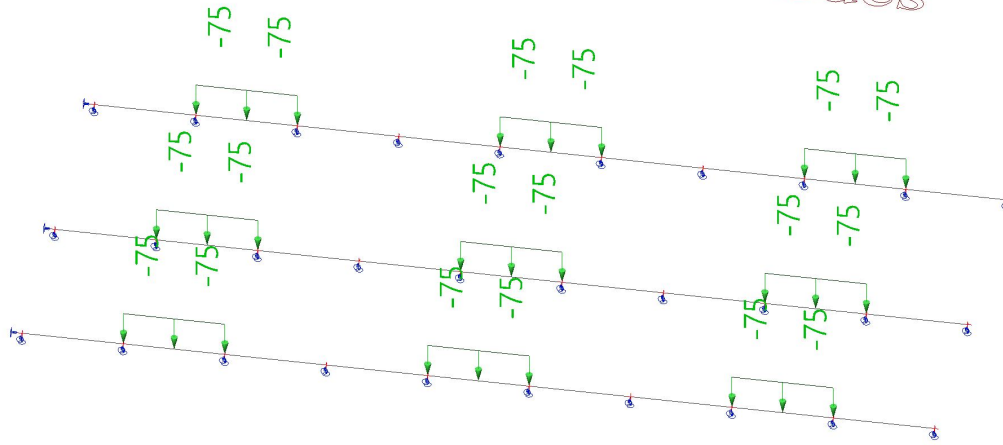
hoge veerwaardes



3.5.6. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Terreinbelasting 2	Standaard	Variabel	VB1	Kort	Geen
		Statisch			

Lage veerwaardes



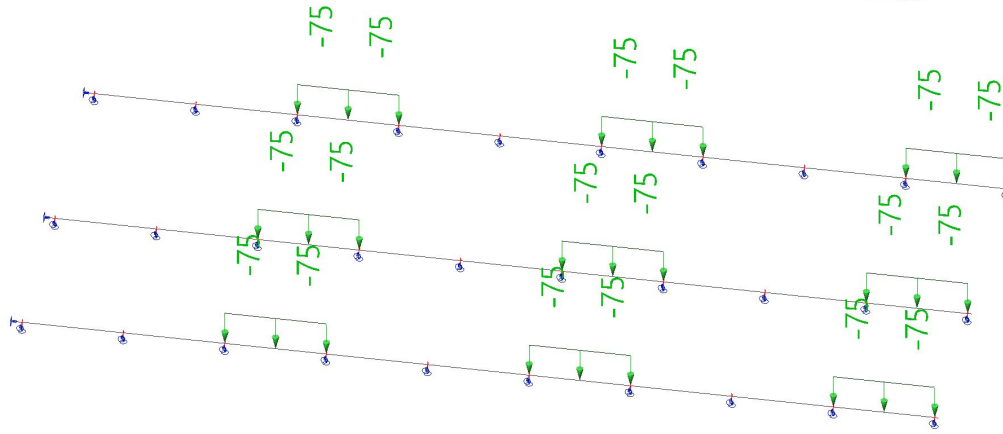
hoge veerwaardes



3.5.7. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Terreinbelasting 3		Variabel	VB1	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

Lage veerwaardes



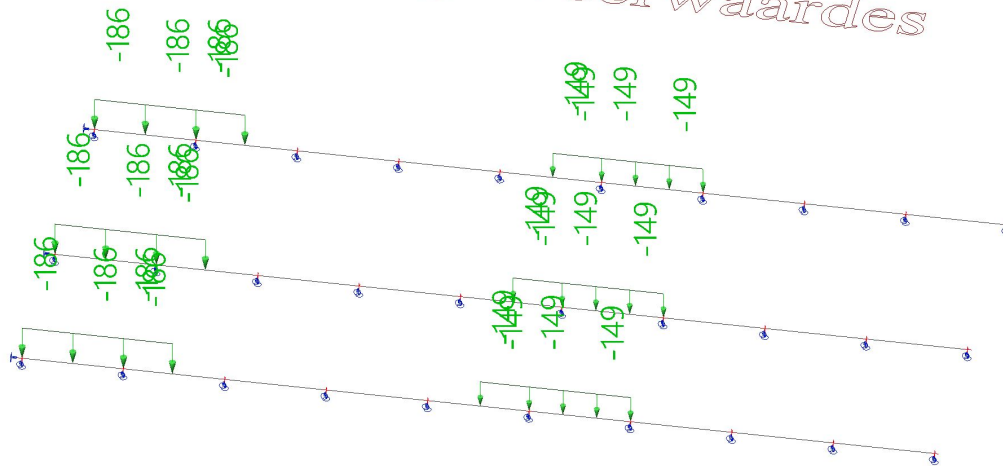
hoge veerwaardes



3.5.8. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Reachstacker 1		Variabel	VB2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

Lage veerwaardes



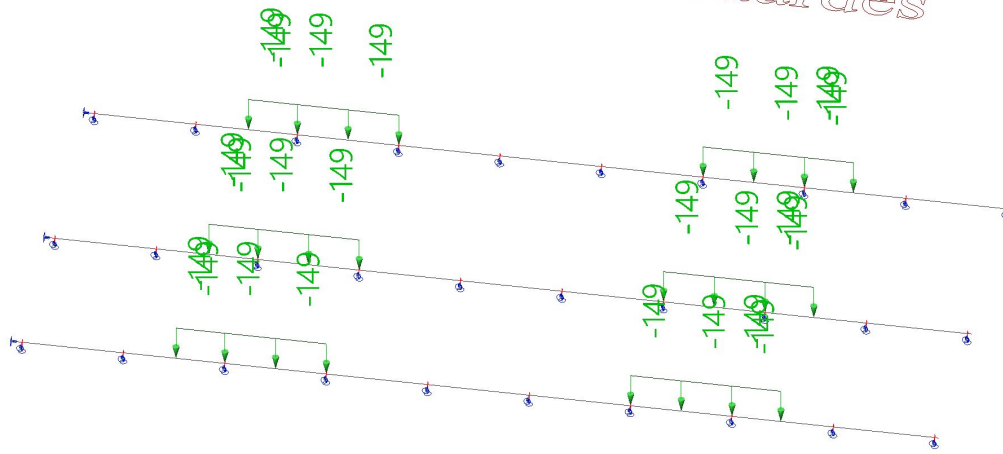
hoge veerwaardes



3.5.9. Belastinggevallen - VB Reachstacker 2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastinggeval
	Spec	Belastingtype			
VB Reachstacker 2		Variabel	VB2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

Lage veerwaardes



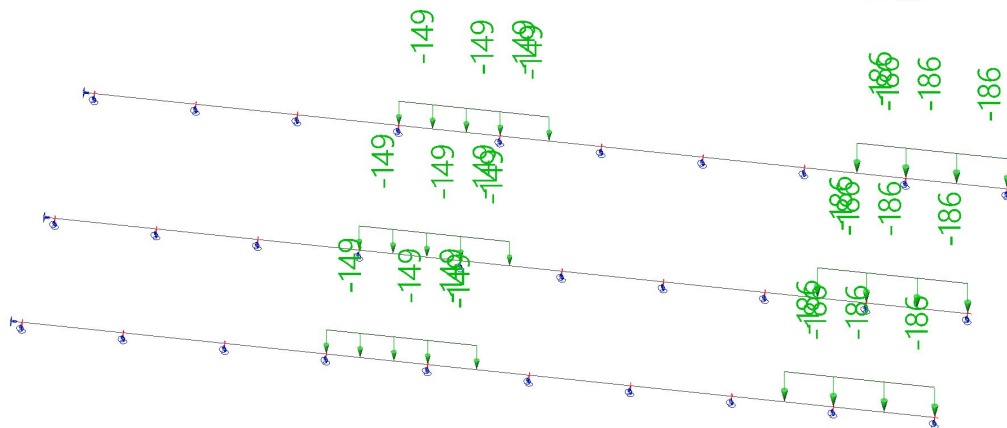
hoge veerwaardes



3.5.10. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Reachstacker 3		Variabel	VB2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

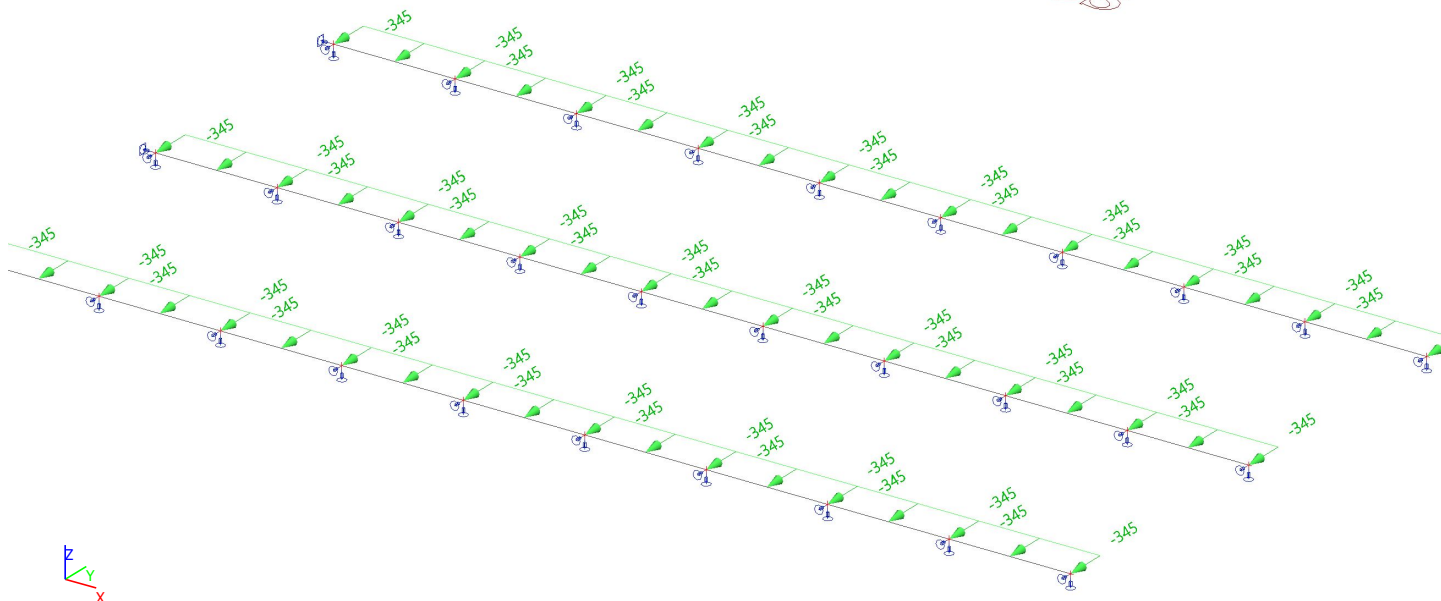
Lage veerwaardes



hoge veerwaardes

3.6. ankerkracht IGT / Totale waarde

Lage veerwaardes



4. Resultaten

4.1. UGT

4.1.1. Interne 1D-krachten

Lineaire berekening

Klasse: UGT

Assenstelsel: Hoofd

Extremes 1D: Globaal

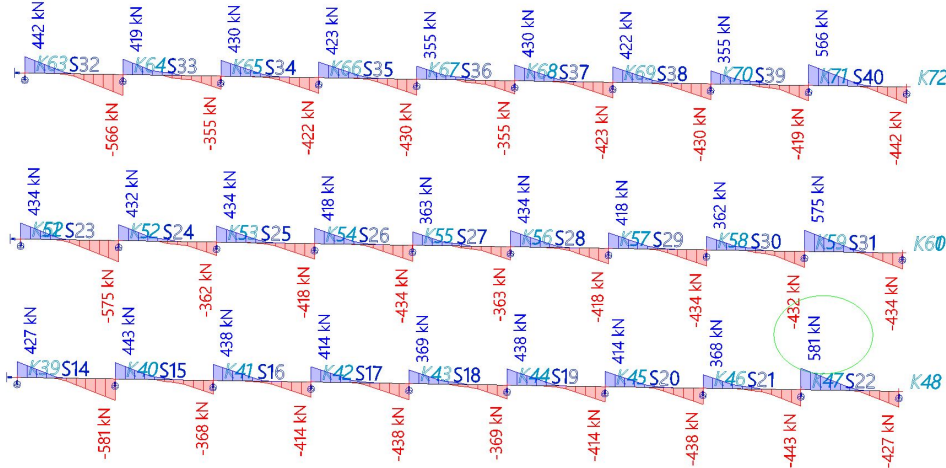
Selectie: Benoemde selectie - UGT

Naam	dx [m]	BG	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
S22	0	UGT 6.10b (1.2)/1	0	581	-681	0	-239	-217
S32	0	UGT 6.10a (1.1)/2	0	106	-1023	0	0	0
S40	3	UGT 6.10a (1.1)/2	0	-106	1023	0	0	0
S33	1	UGT 6.10a (1.1)/2	0	25	-73	0	-918	25
S17	3	UGT 6.10a (1.1)/2	0	-127	903	0	442	-59
S14	3	UGT 6.10b (1.2)/3	0	-581	681	0	-239	-217
S32	1	UGT 6.10b (1.2)/3	0	39	-296	0	-675	270

Naam	Combinatiesleutel
UGT 6.10b (1.2)/1	1.20*eigen gewicht + 1.20*gewicht van de grond + 1.20*ankerkracht UGT + 1.50*VB Reachstacker 3
UGT 6.10a (1.1)/2	1.35*eigen gewicht + 1.35*gewicht van de grond + 1.35*ankerkracht UGT
UGT 6.10b (1.2)/3	1.20*eigen gewicht + 1.20*gewicht van de grond + 1.20*ankerkracht UGT + 1.50*VB Reachstacker 1

4.1.2. Interne 1D-krachten; V_y

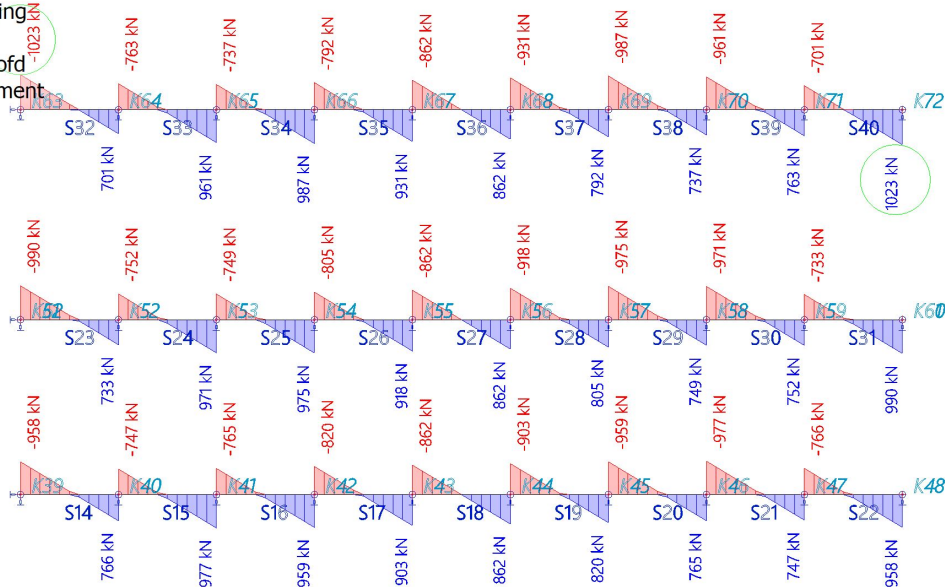
Waardes: V_y
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle



hoge veerwaarden

4.1.3. Interne 1D-krachten; V_z

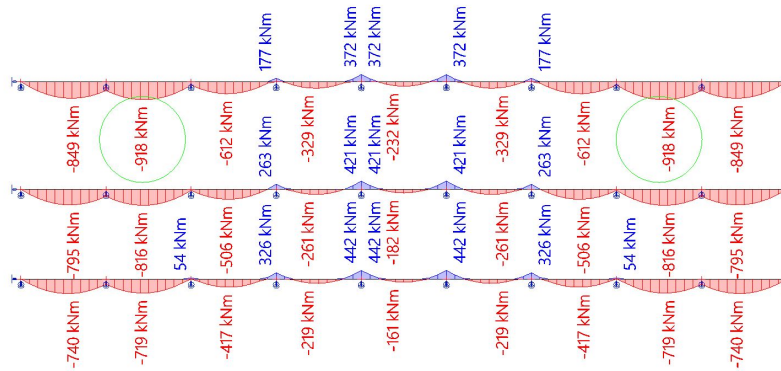
Waardes: V_z
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle



4.1.4. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Benoemde selectie - UGT

Lage veerwaardes

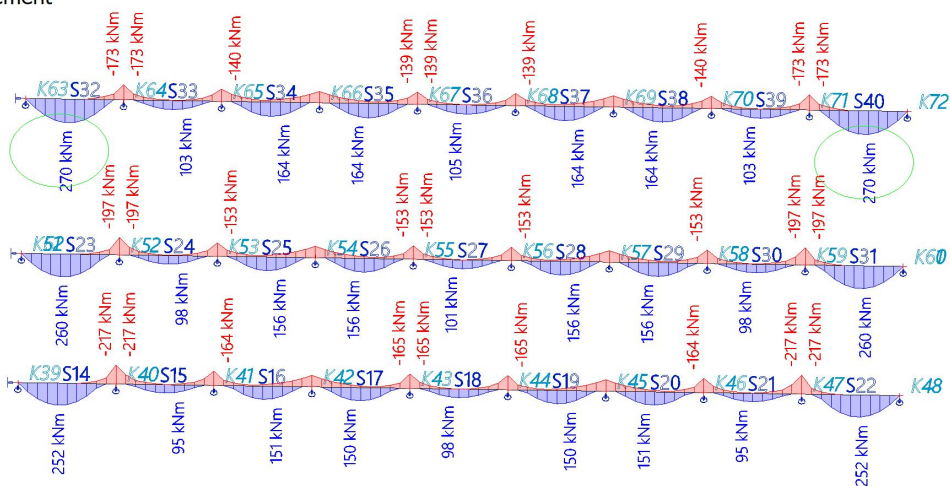


hoge veerwaardes

4.1.5. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: M_z
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

Lage veerwaardes



hoge veerwaardes

4.2. IGT

4.2.1. Interne 1D-krachten

Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - IGT

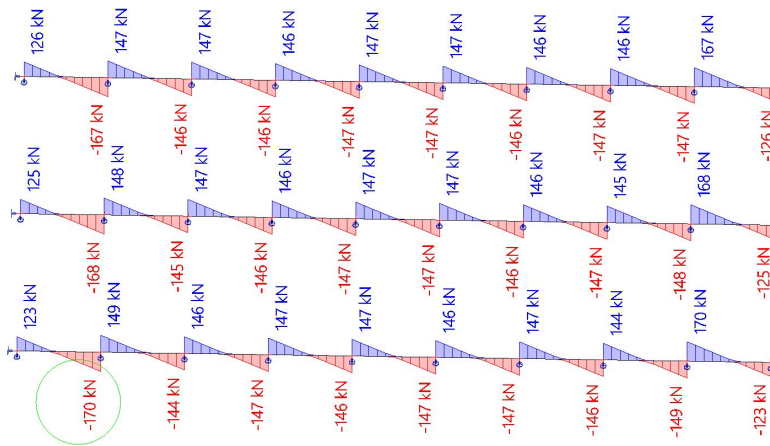
Naam	dx [m]	BG	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
S49	0	IGT 1/1	0	170	-449	0	-95	-65
S113	0	IGT 1/2	0	78	-978	0	0	0
S96	3	IGT 1/2	0	-92	990	0	134	-43
S113	3	IGT 1/2	0	-110	-12	0	-1385	-44
S68	3	IGT 1/2	0	-112	966	0	1352	-49
S41	3	IGT 1/3	0	-170	484	0	3	-65
S59	1	IGT 1/3	0	9	-121	0	-352	76

Naam	Combinatiesleutel
IGT 1/1	eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT + 0.50*VB Terreinbelasting 3
IGT 1/2	eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT
IGT 1/3	eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT + 0.50*VB Terreinbelasting 1

4.2.2. Interne 1D-krachten; V_y - ankeruitval 1,2,5

Waardes: V_y
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

lage veerwaardes

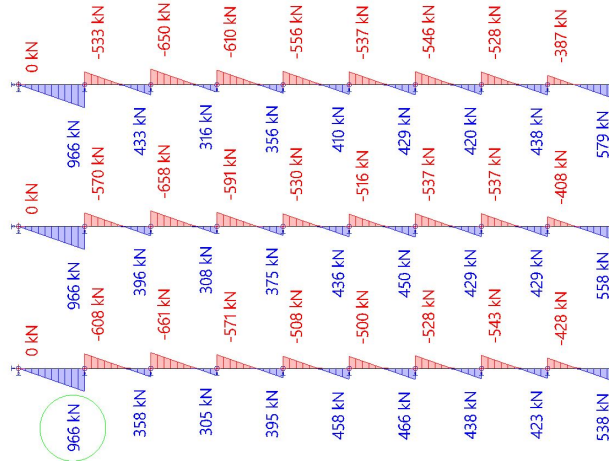


hoge veerwaardes

4.2.3. Interne 1D-krachten; V_z ankeruitval 1

Waardes: V_z
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

Lage veerwaardes

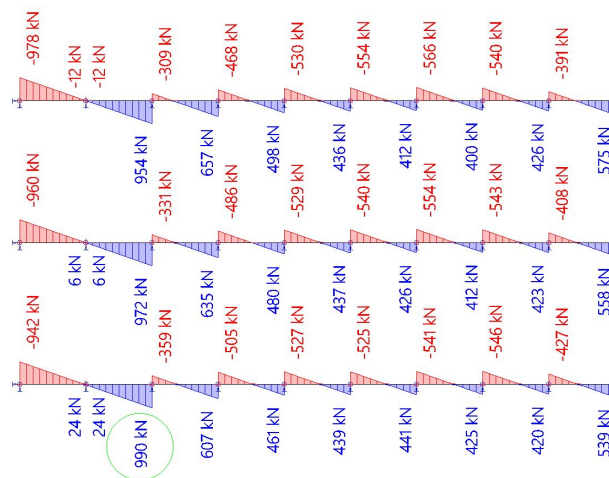


hoge veerwaardes

4.2.4. Interne 1D-krachten; V_z ankeruitval 2

Waardes: V_z
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

Lage veerwaardes



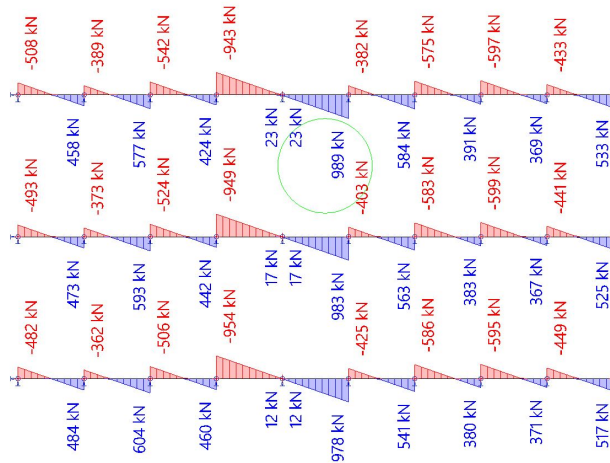
hoge veerwaardes

4.2.5. Interne 1D-krachten; V_z - ankeruitval 5

Waardes: V_z
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

Lage veerwaardes

La



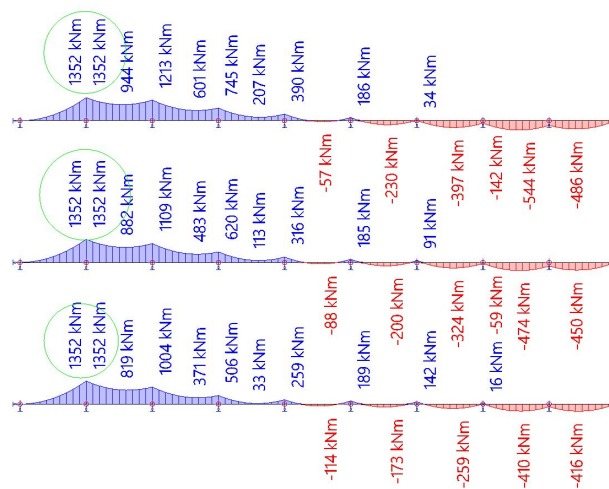
hoge veerwaardes

hoge

4.2.6. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 1

Waardes: M_y
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

Lage veerwaardes

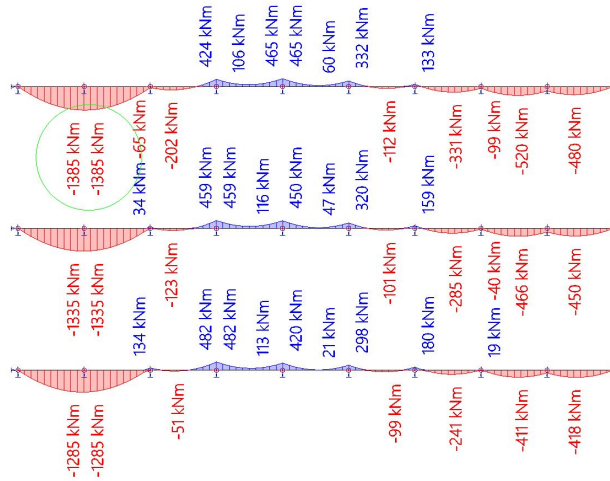


hoge veerwaardes

4.2.7. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 2

Waardes: M_y
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

Lage veerwaardes

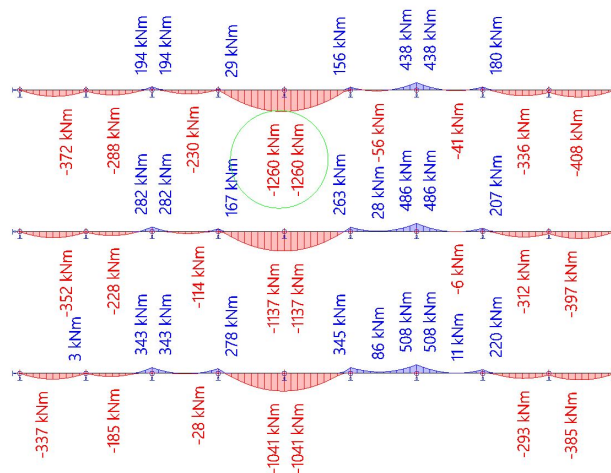


hoge veerwaardes

4.2.8. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 5

Waardes: M_y
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Alle

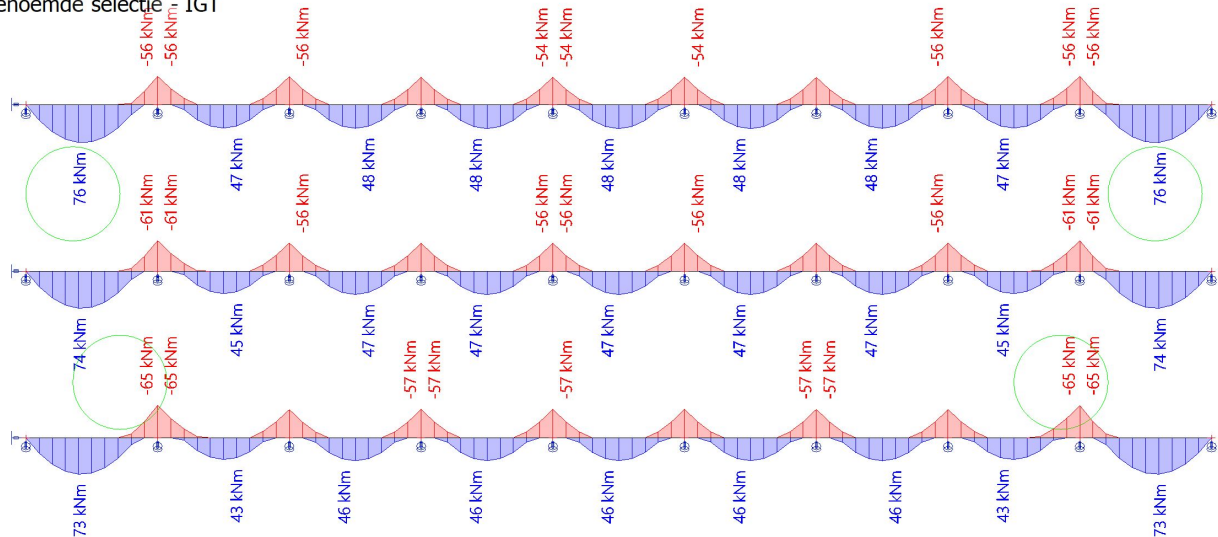
Lage veerwaardes



hoge veerwaardes

4.2.9. Interne 1D-krachten; M_z - ankeruitval 1,2,5

Waardes: M_z
 Lineaire berekening
 Combinatie: IGT 1
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Element
 Selectie: Benoemde selectie IGT



5. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole

Lineaire berekening
 Klasse: UGT
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - UGT

EN 1993-1-1 Normcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S40	1,400 / 2,800 m	HEB500	S 355	UGT	0,78 -
-------------	-----------------	--------	-------	-----	--------

Combinatiesleutel	
UGT / 1.20*eigen gewicht + 1.20*gewicht van de grond + 1.20*ankerkracht UGT + 1.50*VB Reachstacker 3	

Partiële veiligheidsfactoren	
γ _{M0} voor weerstand van doorsneden	1,00
γ _{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
γ _{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte f _y	355,0	MPa
Uiterste sterkte f _u	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

....:DOORSNEDECONTROLE:....

De kritische controle is op positie 1,400 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N_{Ed}	0	kN
$V_{y,Ed}$	62	kN
$V_{z,Ed}$	143	kN
T_{Ed}	0	kNm
$M_{y,Ed}$	-736	kNm
$M_{z,Ed}$	267	kNm

Classificatie voor doorsnede-ontwerp

Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2

Classificatie van interne en uitragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_G [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	9e+04	-2e+05	-2	24	0	4	33	37	83	1
3	SO	116	28	2e+05	5e+05	0	0	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	1e+05	-1e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-9e+04	2e+05	-1	1	1	4	12	13	14	1
7	SO	116	28	-2e+05	-5e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+. De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

Controle buigend moment voor M_y

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,y}$	4,8150e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
Eenhedscontrole	0,43	-

Controle buigend moment voor M_z

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,z}$	1,2920e-03	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
Eenhedscontrole	0,58	-

Dwarskrachtcontrole voor V_y

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	1,7402e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	3567	kN
Eenhedscontrole	0,02	-

Dwarskrachtcontrole voor V_z

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	8,9780e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	1840	kN
Eenhedscontrole	0,08	-

Controle voor gecombineerde buiging, axiale kracht en Dwarskracht

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 en formule (6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
α	2,00	
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
β	1,00	

Eenhedscontrole (6.41) = 0,19 + 0,58 = 0,77 -

Opmerking: Aangezien de dwarskrachten minder dan de helft van de plastische dwarskrachtweerstand bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstand genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

....:STABILITEITSCONTROLE:....

Classificatie voor staafknikontwerp

Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 1,400 m

Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2

Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	9e+04	-2e+05	-2	24	0	4	33	37	83	1
3	SO	116	28	2e+05	5e+05	0	0	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	1e+05	-1e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-9e+04	2e+05	-1	1	1	4	12	13	14	1
7	SO	116	28	-2e+05	-5e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+. De doorsnede is geïnclassificeerd als klasse 1

Kipcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.1 & 6.3.2.3 en formule (6.54)

Kip parameters		
Methode voor Kipcurve	Alternatief geval	
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m ³
Elastisch kritisch moment M_{cr}	9727	kNm
Relatieve slankheid $\lambda_{rel,LT}$	0,42	
Limiet slankheid $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Opmerking: De slankheid of het buigend moment is zo dat de kipeffecten genegeerd kunnen worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4).

Mcr parameters		
LTB lengte l_{LT}	2,800	m
Vorklengte L_g	2,800	m
Invloed van lastpositie	geen invloed	
Factor α	1952,48	
Reductie factor k_{red}	1,00	
Coëfficiënt C	8,02	
Factor S	1841	mm
Kip moment factor C_1	1,11	
Kip moment factor C_2	0,00	

Opmerking: M_{cr} is berekend volgens de Nederlandse NEN-EN NA.

Gecombineerde buig- en axiale drukcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.3 en formule (6.61),(6.62)

Buig- en axiale drukcontrole parameters		
Interactie methode	alternatieve methode 2	
Oppervlakte van de doorsnede A	2,3860e-02	m ²
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m ³
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,z}$	1,2920e-03	m ³
Ontwerpdrukkracht N_{Ed}	0	kN
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-755	kNm
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{z,Ed}$	270	kNm
Karakteristieke drukweerstand N_{Rk}	8470	kN
Karakteristieke momentweerstand $M_{y,Rk}$	1709	kNm
Karakteristieke momentweerstand $M_{z,Rk}$	459	kNm
Reductie factor χ_y	1,00	
Reductie factor χ_z	1,00	
Gewijzigde reductiefactor $\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interactiefactor k_{yy}	0,90	
Interactiefactor k_{yz}	0,55	
Interactiefactor k_{zy}	0,54	
Interactiefactor k_{zz}	0,92	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is afgeleid van balk S40 positie 1,120 m.

Maximum moment $M_{z,Ed}$ is afgeleid van balk S40 positie 1,680 m.

Interactie methode 2 parameters		
Methode voor interactiefactoren	Tabel B.1	
Zijdelings flexibel type y	Zijdelings flexibel	
Equivalent moment factor C_{my}	0,90	
Resultierend belastingtype z	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,z}$	-173	kNm
Veldmoment $M_{s,z}$	267	kNm

Interactie methode 2 parameters		
Factor $a_{h,z}$	-0,65	
Ratio van uiteinde momenten ψ_z	0,00	
Equivalent moment factor C_{mz}	0,92	
Resultierend belastingtype LT	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,LT}$	-400	kNm
Veldmoment $M_{s,LT}$	-736	kNm
Factor $a_{h,LT}$	0,54	
Ratio van uiteinde momenten ψ_{LT}	0,00	
Equivalent moment factor C_{mLT}	0,98	

Eenhedencontrole (6.61) = $0,00 + 0,40 + 0,32 = 0,72$ -

Eenhedencontrole (6.62) = $0,00 + 0,24 + 0,54 = 0,78$ -

Plooicontrole

Volgens EN 1993-1-5 artikel 5 & 7.1 en formule (5.10) & (7.1)

Plooiparameters		
Knik veldlengte a	2,800	m
Lijf	niet-verstijfd	
Lijfhoogte h_w	444	mm
Lijfdikte t	15	mm
Materiaal coëfficiënt ϵ	0,81	
Correctiefactor voor dwarskracht η	1,20	

Plooi verificatie	
Lijf slankheid h_w/t	30,62
Lijfslankheid limiet	48,82

Opmerking: De slankheid van het lijf is zo dat de Plooi effecten kunnen worden genegeerd volgens EN 1993-1-5 artikel 5.1(2).

De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.

6. Staalcontrole IGT

Lineaire berekening

Klasse: IGT

Assenstelsel: Hoofd

Extremes 1D: Globaal

Selectie: Benoemde selectie - IGT

EN 1993-1-1 Normcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S113	2,800 / 2,800 m	HEB500	S 355	IGT	0,85 -
--------------	-----------------	--------	-------	-----	--------

Combinatiesleutel
IGT / eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT + 0.40*VB Reachstacker 1

Partiële veiligheidsfactoren	
γ_{M0} voor weerstand van doorsneden	1,00
γ_{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
γ_{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte f_y	355,0	MPa
Uiterste sterkte f_u	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

.....DOORSNEDECONTROLE:.....

De kritische controle is op positie 2,800 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N_{Ed}	0	kN
$V_{y,Ed}$	-226	kN
$V_{z,Ed}$	-12	kN
T_{Ed}	0	kNm
$M_{y,Ed}$	-1385	kNm
$M_{z,Ed}$	-76	kNm

Classificatie voor doorsnede-ontwerp

Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2

Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	3e+05	4e+05	1	0	1	4	7	8	11	1
3	SO	116	28	3e+05	2e+05	1	1	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	3e+05	-3e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-3e+05	-4e+05								
7	SO	116	28	-3e+05	-2e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+.
 De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

Controle buigend moment voor M_y

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,y}$	4,8150e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
Eenheidscontrole	0,81	-

Controle buigend moment voor M_z

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,z}$	1,2920e-03	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
Eenheidscontrole	0,17	-

Dwarskrachtcontrole voor V_y

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	1,7402e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	3567	kN
Eenheidscontrole	0,06	-

Dwarskrachtcontrole voor V_z

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	8,9780e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	1840	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle voor gecombineerde buiging, axiale kracht en Dwarskracht

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 en formule (6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
α	2,00	
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
β	1,00	

Eenheidscontrole (6.41) = 0,66 + 0,17 = 0,82 -

Opmerking: Aangezien de dwarskrachten minder dan de helft van de plastische dwarskrachtweerstand bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstand genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

.....STABILITEITSCONTROLE:.....

Classificatie voor staafknikontwerp

Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 2,800 m

Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2

Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_G [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	3e+05	4e+05	1	0	1	4	7	8	11	1
3	SO	116	28	3e+05	2e+05	1	1	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	3e+05	-3e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-3e+05	-4e+05								
7	SO	116	28	-3e+05	-2e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+. De doorsnede is geïnclassificeerd als klasse 1

Kipcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.1 & 6.3.2.3 en formule (6.54)

Kip parameters		
Methode voor Kipcurve	Alternatief geval	
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m ³
Elastisch kritisch moment M_{cr}	11558	kNm
Relatieve slankheid $\lambda_{rel,LT}$	0,38	
Limietslankheid $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Opmerking: De slankheid of het buigend moment is zo dat de kipeffecten genegeerd kunnen worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4).

Mcr parameters		
LTB lengte l_{LT}	2,800	m
Vorklengte L_g	2,800	m
Invloed van lastpositie	geen invloed	
Factor α	1952,48	
Reductie factor k_{red}	1,00	
Coëfficiënt C	9,53	
Factor S	1841	mm
Kip moment factor C_1	1,32	
Kip moment factor C_2	0,00	

Opmerking: M_{cr} is berekend volgens de Nederlandse NEN-EN NA.

Gecombineerde buig- en axiale drukcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.3 en formule (6.61),(6.62)

Buig- en axiale drukcontrole paramaters		
Interactie methode	alternatieve methode 2	
Oppervlakte van de doorsnede A	2,3860e-02	m ²
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m ³
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,z}$	1,2920e-03	m ³
Ontwerpdrukkracht N_{Ed}	0	kN
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-1385	kNm
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{z,Ed}$	103	kNm
Karakteristieke drukweerstand N_{Rk}	8470	kN
Karakteristieke momentweerstand $M_{y,Rk}$	1709	kNm
Karakteristieke momentweerstand $M_{z,Rk}$	459	kNm
Reductie factor χ_y	1,00	
Reductie factor χ_z	1,00	
Gewijzigde reductiefactor $\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interactiefactor k_{yy}	0,90	
Interactiefactor k_{yz}	0,55	
Interactiefactor k_{zy}	0,54	
Interactiefactor k_{zz}	0,91	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is afgeleid van balk S113 positie 2,800 m.

Maximum moment $M_{z,Ed}$ is afgeleid van balk S113 positie 1,120 m.

Interactie methode 2 parameters		
Methode voor interactiefactoren	Tabel B.1	
Zijdelings flexibel type y	Zijdelings flexibel	
Equivalent moment factor C_{my}	0,90	
Resultierend belastingtype z	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,z}$	-76	kNm
Veldmoment $M_{s,z}$	101	kNm
Factor $\alpha_{h,z}$	-0,76	
Ratio van uiteinde momenten ψ_z	0,00	

Interactie methode 2 parameters		
Equivalente moment factor C_{mz}	0,91	
Resultierend belastingtype LT	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,LT}$	-1385	kNm
Veldmoment $M_{s,LT}$	-1030	kNm
Factor $\alpha_{s,LT}$	0,74	
Ratio van uiteinde momenten ψ_{LT}	0,00	
Equivalente moment factor C_{mLT}	0,80	

Eenheidscontrole (6.61) = $0,00 + 0,73 + 0,12 = 0,85$ -

Eenheidscontrole (6.62) = $0,00 + 0,44 + 0,20 = 0,64$ -

Plooicontrole

Volgens EN 1993-1-5 artikel 5 & 7.1 en formule (5.10) & (7.1)

Plooiparameters		
Knik veldlengte a	2,800	m
Lijf	niet-verstijfd	
Lijfhoogte h_w	444	mm
Lijfdikte t	15	mm
Materiaal coëfficiënt ϵ	0,81	
Correctiefactor voor dwarskracht η	1,20	

Plooverificatie	
Lijf slankheid h_w/t	30,62
Lijfslankheid limiet	48,82

Opmerking: De slankheid van het lijf is zo dat de Plooi effecten kunnen worden genegeerd volgens EN 1993-1-5 artikel 5.1(2).

De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.

