



VO Overkluizings- constructies en duikers

Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal (MCT)

Mepavex Logistics B.V.

1 juni 2022

Project	VO Overkluisings-constructies en duikers
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Document	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal (MCT)
Status	Definitief 02
Datum	2 juni 2022
Referentie	115018/22-008.083
Projectcode	115018
Projectleider	Ir. G.R. Spaargaren
Projectdirecteur	Ir. G. Hamoen
Auteur(s)	Ir. B. Speelman, K. Chatzis MSc
Gecontroleerd door	Ir. P. Carree, Ir. J.M. van der Meer, Ir. D.J. Bader
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 veeleenvoudigd 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	5
1.1	Projectomschrijving	5
1.2	Doel van dit document	6
1.3	Leeswijzer	6
1.4	Afkortingen	7
2	CONTRACT- EN BINDENDE DOCUMENTEN	8
2.1	Referenties	8
2.2	Normen en richtlijnen	8
3	ONTWERP OVERKLUIZINGSCONSTRUCTIE	10
4	UITGANGSPUNTEN	12
4.1	Algemene uitgangspunten	12
4.2	Waterveiligheid uitgangspunten	13
4.3	Geotechnische uitgangspunten	14
4.3.1	Grondopbouw en grondparameters	14
4.3.2	Grondwaterstanden	16
4.4	Constructieve uitgangspunten	16
4.4.1	Soortelijk gewichten	16
4.4.2	Materiaalgegevens	16
4.4.3	Materiaalfactoren	17
5	BELASTINGEN	19
5.1	Permanente belastingen	19
5.2	Variabele belastingen	19
5.2.1	Verticale verkeersbelastingen	19
5.2.2	Maaiveldbelastingen	21
5.2.3	Horizontale verkeersbelastingen	21
5.2.4	Vermoeiing	21
5.3	Overige veranderlijke belastingen	22

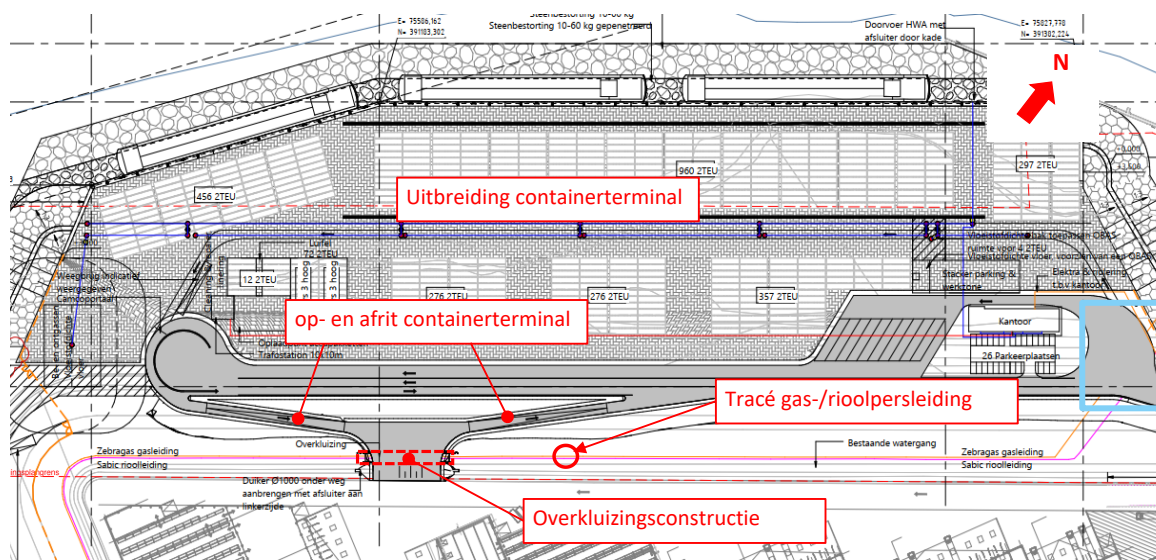
6	BELASTINGFACTOREN EN COMBINATIES	23
6.1	Belastingfactoren Uiterste Grenstoestand (ULS)	23
6.2	Belastingfactoren Bruikbaarheids grenstoestand (SLS-FREQ)	23
6.3	Belastingcombinaties	24
7	CONSTRUCTIEVE BEREKENINGEN	25
7.1	Berekeningsaanpak	25
7.2	Modellering	25
7.3	Interactie bouwfasering met krachtswerking constructie	26
7.4	Belastingen	26
7.5	Berekeningsresultaten	26
7.5.1	Overkluizingsconstructie	27
7.5.2	Langswapening in platen en natte knopen	27
7.5.3	Dwarswapening in platen en natte knopen	28
7.5.4	Dwarskrachtwapening in platen en natte knopen	28
7.5.5	Vervormingen	28
7.5.6	Detaillering	29
7.6	Reactiekrachten damwanden	29
7.7	Deksloof	30
8	GEOTECHNISCHE BEREKENINGEN	31
9	KANSEN EN RISICO'S	33
	Laatste pagina	33
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Grondonderzoek	5
II	Milieuklassen en dekking	1
III	Belastingfactoren en -combinaties	1
IV	SCIA model overkluizingsconstructie in-/uitvoer	22
V	Belastingen en constructieve berekeningen	13
VI	Berekening draagvermogen damwand	6
VII	Aanzichten toegangsweg	1

INLEIDING

1.1 Projectomschrijving

De bouw van de nieuwe Markiezaat Container Terminal, te Bergen op Zoom, is in voorbereiding door Mepavex Logistics B.V. Het betreft de aanleg van een buitenhaven gezien de buitendijkse ligging van de beoogde locatie, weergegeven in afbeelding 1.1 en afbeelding 1.2. De nieuwe containerterminal dient de op- en overslag van containers te voorzien.

Afbeelding 1.1 Overzicht uitbreiding MCT en locatie overkluizingsconstructies



De bereikbaarheid van de uitbreiding met het bestaande deel wordt onder andere voorzien door een nieuwe af- en toerit die de huidige dijk kruist (Zuiderstrekdam). Aan de binnendijkse teen ligt evenwijdig aan de dijk een leidingtrace (gas- en rioolleiding). De af- en toerit zijn verbonden via het draaiplateau. Deze kruist het leidingtrace. Om schade door verkeersbelastingen en (ongelijkmatige) zettingen van de leidingen te voorkomen ten gevolge van dit extra gewicht van de ophoging is ter plaatse van het plateau een overkluizingsconstructie benodigd. Aan de rechterzijde, waar ook het tracé van de gas-/rioolpersleiding wordt gekruist (zie blauwe box in Afbeelding 1.1) is het niet noodzakelijk om een overkluizingsconstructie te ontwerpen. Dit is omdat de leidingen daar significant dieper in de grond liggen (circa NAP-6,0m oftewel 11 meter onder maaiveld), zie bijlage VII.

Dit VO betreft specifiek de toekomstige overkluizingsconstructies van de gas- en rioolpersleiding zoals weergegeven in Afbeelding 1.1. Door het toepassen van de ontlastconstructie worden de leidingen volledig ontlast en behoeven er om die reden geen sterkte berekeningen te worden verricht betreffende deze leidingen.

Dit document betreft het tweede 'geoptimaliseerde' ontwerp van de overkluizingsconstructie. Door aanpassing van de op- en afritten en realisatie van een plateau is ten opzichte van het vorige ontwerp slechts een enkele (doorgaande) overkluizingsconstructie benodigd wat resulteert in een reductie van de lengte van de overkluizingsconstructie en complexiteit.

1.2 Doel van dit document

Dit rapport beschrijft het Voorlopig Ontwerp (VO) van de overkluizingsconstructie voor de gas en rioolpersleiding ten behoeve van de aanleg van de af- en toeritten van de nieuwe containerterminal.

De volgende onderwerpen maken deel uit van deze VO rapportage:

- overzicht van de ontwerp bindende documenten, normen en richtlijnen;
- vaststellen van de geotechnische- en constructieve eisen en randvoorwaarden;
- vaststellen van eisen ten aanzien van realisatie overkluizing in nabijheid van de leidingen;
- beschrijving principe ontwerp oplossing;
- constructieve- en geotechnische berekening;
- kansen en risico's.

Afbeelding 1.2 Toekomstige locatie uitbreiding MCT (geel omkaderd terrein)



1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de referenties en van toepassing zijnde normen en richtlijnen gepresenteerd. Hoofdstuk 3 beschrijft het ontwerp van de overkluizingsconstructie. De algemene, geotechnische en constructieve uitgangspunten zijn opgenomen in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de verschillende belastingen en belastingfactoren uitgewerkt. Het ontwerp van de overkluizingsconstructie wordt toegelicht in hoofdstuk 6.

De haalbaarheid en onderbouwing van het ontwerp door middel van constructieve en geotechnische berekeningen worden beschreven in hoofdstuk 7 en 8. In hoofdstuk 9 worden kansen en risico's benoemd.

Opmerking

De in de bijlagen opgenomen berekeningen kunnen met betrekking tot constructieve afmetingen en belastingen beperkt afwijken van de beschrijving in deze versie van het VO met het 'geoptimaliseerde' ontwerp. Deze afwijkingen resulteren niet in een ander eindresultaat en hebben geen invloed ten aanzien van de haalbaarheid van de gekozen oplossing. Derhalve is voor dit VO gekozen om deze niet te updaten en de berekeningen in het DO hierop aan te passen.

1.4 Afkortingen

Afkorting	Betekenis
BGT	bruikbaarheids grens toestand
BOB	binnen onderkant buis
CUR	civieltechnisch centrum uitvoering research en regelgeving
DO	definitief ontwerp
IGT	incidentele grens toestand
TPvE	technisch programma van eisen
UGT	uiterste grens toestand
VO	voorlopig ontwerp

CONTRACT- EN BINDENDE DOCUMENTEN

2.1 Referenties

- 1 Markiezaat Container Terminal, Technisch Programma van Eisen, 115018, Witteveen+Bos, september 2019.
- 2 Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796-01, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 6 november 2019.
- 3 Laboratorium onderzoek, Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796-02, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 16 december 2019.
- 4 Verkeerskundige uitgangspunten Markiezaat Containerterminal, Witteveen+Bos, d.d. 27 oktober 2021.
- 5 Verhardingsadvies Markiezaat Container Terminal, 115018, Witteveen+Bos, december 2019.
- 6 KLIC melding, orientatieverzoek meld-/referentienummer 22O009012/115018 badd d.d. 24 januari 2022.
- 7 E-mail 'RE: U202200211RE: U202200142 RE: 22O009012 - Conradweg 18 4612PD Bergen op Zoom PG2022-00600' d.d. 10 februari 2022 Betreft verslag overleg PPS-Pipelines en Witteveen+Bos d.d. 10 februari 2022.
- 8 E-mail 'Verslag overleg concept aanvraag watervergunning Noordland 12-16+MCT', d.d. 02 maart 2022.
- 9 Overleg gasunie, Aanvraag watervergunning Noordland 12 tot en met 16 en Markiezaat Container Terminal (MCT), 115018/22-002.223 d.d. 15 februari 2022, Witteveen+Bos.
- 10 Tekening 'Beheerkaart leidingen, Aansluiting GOS Bergen op Zoom', A-671-03-KR-011/012, N.V. Nederlandse Gasunie, d.d. 01 januari 2021.
- 11 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Nieuwe situatie Bovenaanzicht', 115018_12_2000, definitief, d.d. 15 april 2022.
- 12 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Dwarsdoorsnedes dijklichaam', 115018_12_2002, definitief, d.d. 15 april 2022.
- 13 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Bovenaanzicht nieuwe situatie', 115018_12_2003, definitief, d.d. 01 juni 2022.
- 14 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Bovenaanzicht nieuwe situatie inclusief zones dijklichaam', 115018_12_2004, definitief, d.d. 01 juni 2022.
- 15 Witteveen+Bos, Aanvraag watervergunning - Noordland 12-16 en Markiezaat Container Terminal - Definitief - 15 april 2021. Referentie: 115018/22-005.723.

2.2 Normen en richtlijnen

Normen

- 16 NEN-EN 1990+A1+C2/NB:2019 Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp, december 2011.
- 17 NEN-EN 1991-1+C1+C11:2019/NB:2019 Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en gebruiksbelastingen voor gebouwen.
- 18 NEN-EN 1991-2+C1:2015/NB:2019 Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen.
- 19 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.
- 20 NEN-EN 1992-2+C1:2011/NB:2016 Ontwerp en berekening van betonconstructies - Betonnen bruggen - Regels voor ontwerp, berekeningen en detaillering.

- 21 NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016/NB:2016 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen.
- 22 NEN-EN 1993-5, Eurocode 3 Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 5: palen en damwanden, februari 2008.
- 23 NEN-EN 1997-1+C1+A1/NB(nl) Nationale bijlage bij Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels, juli 2019.
- 24 NEN 9997-1+C2 (nl): Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels, november 2017.
- 25 NEN 3650 Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemene eisen, 01 januari 2020.

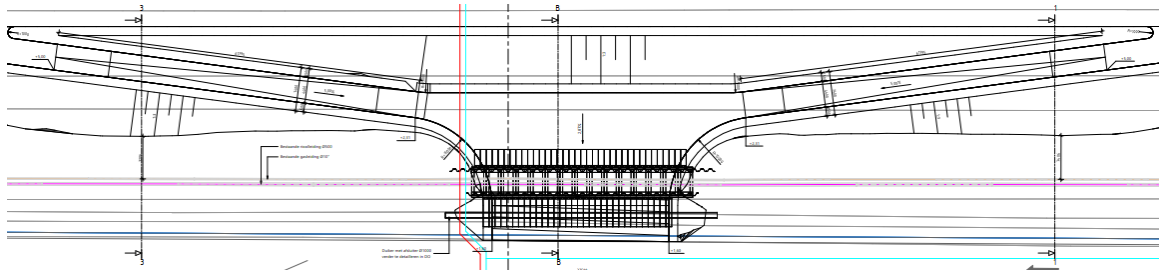
Richtlijnen

- 26 SBRCURnet, 2012, Aanbeveling 166 damwandconstructies deel 1 en 2.
- 27 VELIN Richtlijn 2017/6 revisie September 2019 Algemene VELIN-voorwaarden voor grondroer en overige activiteiten.
- 28 CROW richtlijn 500 'Schade voorkomen aan kabels en leidingen'.

Tussen onderkant dek van de overkluizingsconstructie en maaiveld dient een kleine ruimte te zijn aangebracht (circa 50 mm) om te voorkomen dat bij vervormingen tijdens de uitvoering een contactvlak ontstaat.

De verharding ligt niet direct op de overkluizing maar wordt gefundeerd op een puinfundering met een minimale dikte van 300 mm. Horizontaalkrachten (rem-/aanzetkrachten) worden op deze wijze via de wegverharding afgedragen en niet via de overkluizingsconstructie waarmee horizontale belasting op de leidingen zoveel mogelijk wordt vermeden.

Afbeelding 3.2 Boven aanzicht overkluizing



Keuze fundering

De overkluizingsconstructie wordt gefundeerd op damwanden, deze voorkomt ook de extra bovenbelasting op de leidingen door aanleg van de wegfundering en taluds. De damwand wordt gefundeerd in de draagkrachtige zandlaag (circa NAP-14,0 m).

Vanwege de beperkte afstand tot de (hoge) drukleidingen wordt uitgegaan van een trillingsvrij systeem. De damwanden zullen drukkend aangebracht worden.

Een alternatief is het funderen van de overkluizingsconstructie op een paalfundering. Vanwege het gegeven dat funderingselementen rondom de leidingen trillingsvrij aangebracht moeten worden zou een grondverdringende schroefpaal met verloren punt (type Fundex of gelijkwaardig) mogelijk zijn. Deze variant is niet verder uitgewerkt in dit VO.

Effect belasting ophoging grondlichaam

De belasting van het grondlichaam en de verkeersbelasting zal boven de leidingen via de overkluizing worden afgedragen naar de vaste zandlaag om zettingen te voorkomen. De ophoging naast de overkluizing kan via belastingspreiding toch nog tot zetting leiden. Afhankelijk van de geometrie van de constructie en de diepte van de zettingsgevoelige laag kan dit ook nog in zetting onder de leiding resulteren. De belastingspreiding die hierbij gehanteerd wordt in de zettings gevoelige laag is een hoek van 45 graden. Om het risico van negatieve effecten op de leidingen zoveel mogelijk te beperken is de noordelijke damwand (onverankerd) iets verder doorgezet buiten de overkluizingsconstructie (exacte lengte nader te bepalen in het DO). Door de helling van het terrein zal er een klein verschil zijn in horizontale belasting uit gronddrukken op de fundering. Dit verschil is echter minimaal en wordt in deze fase verwaarloosd.

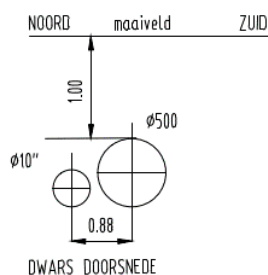
4

UITGANGSPUNTEN

4.1 Algemene uitgangspunten

- ontwerplevensduur: 50 jaar;
- risico-/gevolgklasse: CC2/RC2 (NEN-EN 1990/NB tabel 2.1);
- wegbreedte: 3,5 m; breedte kantstrook: 0,1 m; redresseerstrook: 0,35 m; buitenberm : 1,5 m;
- breedte overkluizing: 37,5 m (breedte plateau variabel)
- helling afrit oostzijde-/westzijde: 5 %;
- helling aansluitende taluds: 1:3;
- ontwerpsnelheid af- en toeritten: 30 km/h;
- minimale afstand riool- en gasleiding en toekomstige damwand (dagmaat): 1,0 m [ref. 27];
- uitvoerings-/plaatsingstoleranties damwanden/paalfundering: ≥ 75 mm (CUR166);
- gasleiding A-671-03 diameter 10' EN 10208 Grade L290, wanddikte 11.1 mm [ref. 10]. Gasleiding A-671-03 (aanleg 1998) uitwendige diameter 273 mm, maximale bedrijfsdruk 79,9 bar [ref. 9];
- afstand (horizontaal) gasleiding tot bovenkant sloot circa 2,26 m [ref. 10];
- sabc riool persleiding (code) diameter 500 mm;
- hart-op-hart afstand gasleiding - rioolpersleiding: 0,88 m (zie afbeelding 4.1) [ref. 10];
- gronddekking rioolpersleiding circa 1 m (indicatief in verband met verloop diepteligging/maaiveld) [ref. 10];
- toekomstige duikers watergang/sloot (3 stuks) diameter 1.000 mm;
- de meest oostelijke en westelijke (toekomstige) duikers dienen voorzien te worden van een afsluiter.

Afbeelding 4.1 Situatie leidingen [ref. 10]



Specifieke uitgangspunten (ontwerp/uitvoering) ten aanzien van activiteiten nabij gasleiding [ref. 27]:

- bij het heien of plaatsen van een damwand dient een afstand (dagmaat) van tenminste 1,0 m rondom de leiding te worden aangehouden, onder voorwaarde dat de leiding zichtbaar is;
- bij volledige ontgraving van de leiding moet de leiding worden aangevuld en verdicht in overleg met de leidingeigenaar in lagen van 0,30 m, met minimaal 0,30 m schoon zand rondom de leiding;
- het is verboden om op leidingen te lopen en te steunen. Daarnaast moeten de leidingen beschermd zijn tegen vallende voorwerpen;
- bij ontgraving van de leiding moet de coating beschermd worden tegen uitdroging, beschadiging en UV-straling;

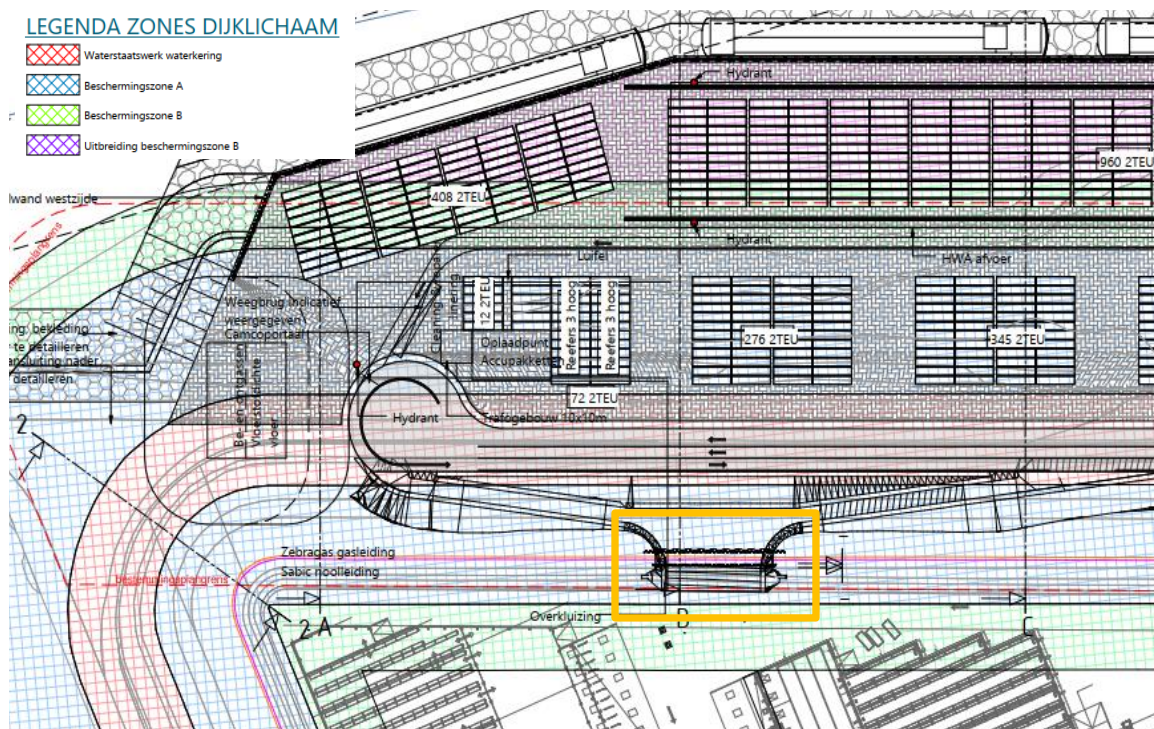
- kruisingen van kabels, mantelbuizen en/of andere leidingen, met leidingen van de netbeheerder dienen haaks te geschieden op een onderlinge afstand (dagmaat) van minimaal 0,50 m doormiddel van open ontgraving;
- bij het aanbrengen van een gesloten verharding boven de leiding moet in overleg met de netbeheerder een zettings- en/of sterkteberekening conform de NEN 3650 worden uitgevoerd.

Opmerking: bovenstaande lijst betreft de belangrijkste punten uit de VELIN-Richtlijn die van belang zijn voor het ontwerp en zijn derhalve niet uitputtend.

4.2 Waterveiligheid uitgangspunten

De overkluizing komt aan de binnenzijde van de waterkering tussen de Markiezaat Container Terminal en het Noordlanterrein. De waterkering is onderdeel van het normtraject 34-5. De waterkering is in beheer bij waterschap Brabantse Delta. De zoneringen van de vastgestelde legger waterschap Brabantse Delta (<https://wsbd.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fd76082880324620845b0001369d019a>) zijn weergegeven in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.2 Locaties van de constructie (met oranje markering) en bijbehorende leggerzoneringen



Uit afbeelding 4.2 blijkt dat de constructies zullen worden geplaatst in Beschermingszone A. Het is verboden om zonder vergunning gebruik te maken van de beschermingszone A en hier bouwwerken in te plaatsen. Om deze reden is voorliggende rapportage onderdeel van de watervergunningsaanvraag (en de omgevingsvergunningsaanvraag).

De constructies zijn benodigd om de aanwezige gas- en rioolleiding te ontlasten. De constructies worden gefundeerd middels damwanden van circa 14 m diepte en circa 40 m in lengterichting. Het gebruik van deze damwanden heeft een mogelijk effect op de grondwaterstand en macrostabiliteit binnenwaarts rondom de primaire waterkering.

De grondwaterstand kan beïnvloed worden door het plaatsen van de damwanden, doordat er een waterdichte damwand zal worden geplaatst in de binnentoe. Echter is de lengte van de damwanden ten opzichte van de waterkering beperkt waardoor er een minimaal tot geen effect zal zijn op de grondwaterstand in de omgeving. Om deze reden valt niet te verwachten dat de grondwaterstand en daarmee de waterveiligheid negatief beïnvloed zal worden door het plaatsen van de overkluizing.

Uit de beoordeling waterveiligheid is gebleken dat de primaire waterkering in de nieuwe situatie (na aanleg terminal) voldoende veilig is tegen het mechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Het plaatsen van de overkluizingsconstructies zal er toe leiden dat er zowel extra gewicht aan de binnenzijde van de waterkering komt te liggen als dat er een damwand wordt geplaatst in langsrichting van de waterkering. Beide van deze effecten dragen positief bij aan de veiligheid tegen het faalmechanisme. Om deze reden valt niet te verwachten dat de overkluizing het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts negatief beïnvloed.

Daarnaast zal er tijdens de uitvoering voor een druk-methode worden gekozen voor de damwanden. Dit veroorzaakt weinig tot geen trillingen en zal daarom de waterkering niet tot nauwelijks negatief beïnvloeden.

Voor een meer uitgebreide beschouwing van de waterveiligheid wordt de lezer verwezen naar het aanvraagdocument watervergunning [ref. 15].

4.3 Geotechnische uitgangspunten

4.3.1 Grondopbouw en grondparameters

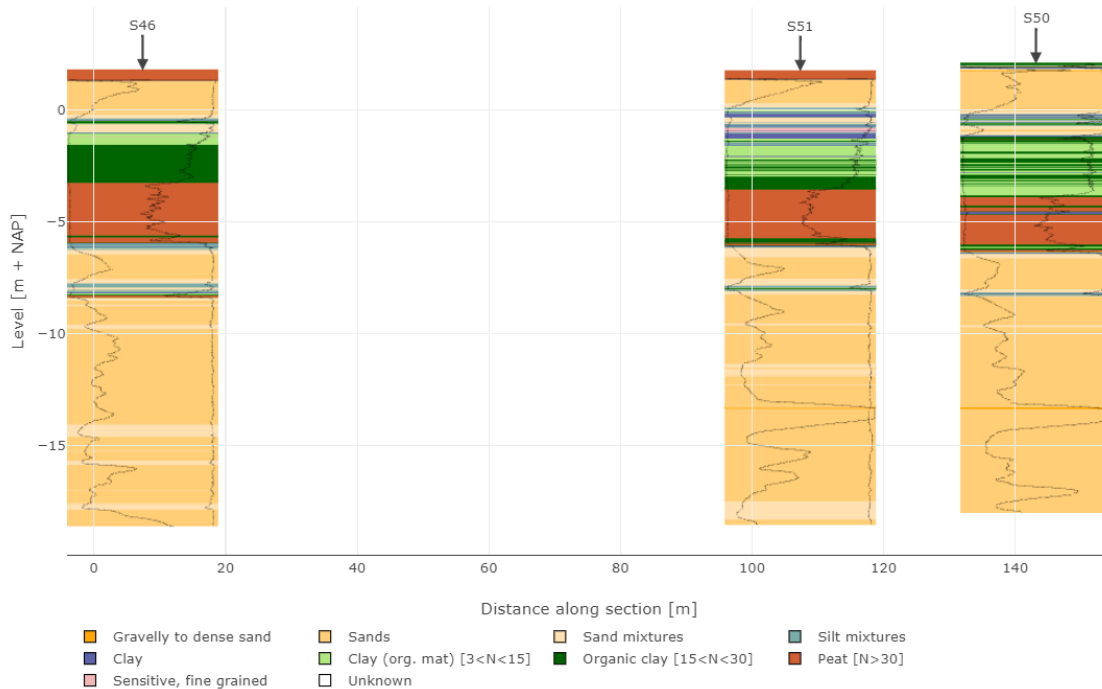
Afbeelding 4.3 geeft een overzicht weer van het beschikbare grondonderzoek en de indicatieve locaties van de 2 overkluizing constructies (in rood aangegeven). In het kader van dit onderdeel zijn er 3 sonderingen en 2 boringen beschikbaar.

Afbeelding 4.3 Beschikbaar grondonderzoek en indicatieve locatie overkluizing



In afbeelding 4.4 worden de grondlagen volgens de interpretatie op basis van methodiek R2010 SBT-NL weergegeven. Het algemene beeld van de grondopbouw is dat deze redelijk uniform is voor de beschikbare onderzoekspunten. Er is een zandige toplaag aanwezig waarna er klei- en veenlagen aanwezig zijn tot een diepte van ongeveer NAP -6,0 m. Hieronder is een matig vaste zandlaag aangetroffen. Sondering S46 is gehanteerd als maatgevende sondering voor beide locaties van de overkluizing. In bijlage I zijn de beschikbare sonderingen en boringen opgenomen.

Afbeelding 4.4 Grondlagen van beschikbare grondonderzoek volgens R2010 SBT-NL



Tot op heden is er 1 samendrukkingsproef uitgevoerd, welke onvoldoende is om een lokale parameterset op te stellen. Om die reden zijn de representatieve zettingsparameters vastgesteld op basis van tabel 2b van NEN-9997-1 en zijn weergegeven in tabel 4.1. Voor de bepaling van de samendrukkingsparameters is uitgegaan van een CR/C α en CR/RR verhouding van respectievelijk 20 en 6. De toplaag rekent met een Pre-Overburden Pressure (POP) van 10 kPa en de diepere lagen met een Over Consolidation Ratio (OCR) van 1,3. De voorgenoemde uitgangspunten zijn gangbare waarden voor samendrukkingsparameters.

Tabel 4.1 Grondopbouw en Grondparameters op basis van NEN-9997-1

Grondsoort	o.k laag (m+ NAP)	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ (kN/m ³)	CR (-)	RR (-)	C α (-)	OCR/POP (-)	POP (kPa)	ϕ' (°)	c (kPa)
zand schoon matig	-0,5	18/20	0,00380	0,00130	0	-	10	32,5	0
klei sterk zandig	-1,0	18/20	0,0920	0,03070	0,00370	-	10	27,5	0
klei zwak zandig slap	-2,0	15/15	0,2300	0,07670	0,00920	1,3	-	22,5	0

Grondsoort	o.k laag (m+ NAP)	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ (kN/m^3)	CR (-)	RR (-)	C α (-)	OCR/POP (-)	POP (kPa)	φ' (°)	c (kPa)
klei organisch slap	-3,0	13/13	0,3067	0,0511	0,01530	1,3	-	15,0	0
veen	-6,0	10/10	0,460	0,0767	0,023	1,3	-	15,0	1
zand schoon matig	n.v.t	18/20	0,00380	0,00130	0	1,3	-	32,5	0

4.3.2 Grondwaterstanden

Er is geen uitgebreide informatie beschikbaar van de grondwaterstand en de stijghoogte in het watervoerend pakket. Op basis van de uitgevoerde boringen in 2019 blijkt de grondwaterstand rond NAP 0,0 m te zijn. Dit peil is aangehouden als gemiddelde grondwaterstand. Peilbuismetingen in de omgeving welke in de watervoerende zandlaag zijn geplaatst laten een vergelijkbare waarde zien. Daarom is voor de stijghoogte hetzelfde niveau gehanteerd.

4.4 Constructieve uitgangspunten

4.4.1 Soortelijk gewichten

De volgende soortelijk gewichten worden aangehouden voor de geotechnische-/constructieve berekeningen:

- asfalt(verharding) 23 kN/m³;
- menggranulaat (verdicht) 23 kN/m³;
- water 10 kN/m³;
- gewapend beton 25 kN/m³;
- staal 78,5 kN/m³;
- aanvulzand 18,0 kN/m³ (droog) / 20 kN/m³ (nat).

4.4.2 Materiaalgegevens

Materiaalgegevens beton

In de berekening wordt rekening gehouden met de parameters van beton conform onderstaande tabel. Voor in-situ beton wordt C30/37 aangehouden.

Tabel 4.2 Specifiek materiaaleigenschappen beton

Beton-sterkte klasse	f_{ck} [N/mm ²]	$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]	f_{cd}^1 [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	ϵ_{c3} [%]	ϵ_{cu3} [%]	E_{cm} [N/mm ²]	E_{eff}^2 [N/mm ²]
C30/37	30	37	20,0	2,9	1,33	1,75	3,5	33.000	11.000
C35/45	35	45	23,3	3,2	1,47	1,75	3,5	34.000	11.300

Coëfficiënt thermische uitzetting $\alpha T = 1,00 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

Milieuklassen en betondekking

De toe te passen milieuklassen zijn conform (EC2-1). De toegepaste milieuklassen en bijbehorende betondekking zijn weergegeven in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Milieuklassen en betondekking

Onderdeel	Positie	Milieuklasse	Betonklasse	Constructie-klasse	Diameter beschouwde staaf $\varnothing$ [mm]	Minimale dekking C_{min} [mm]	Toeslag op dekking ΔC_{dev} [mm]	Nom. Dekking C_{nom} [mm]
druklaag	boven	XC4, XD3, XF4, XA1	C30/37	S3	16	35	5	40

Opmerking: de uiteindelijke betondekking (Ctoegepast) wordt bij de berekeningen definitief bepaald en kan van invloed zijn op de gunstige factor k_x ($k_x = C_{toegepast}/C_{nom} \leq 2$) en de toelaatbare (theoretische) scheurwijdtes.

Materiaalgegevens betonstaal

Voor de wapening wordt de staalsoort B500B toegepast, zie voor de eigenschappen tabel 4.4.

Tabel 4.4 Eigenschappen betonstaal

Staalsoort	f_{yk} [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	ϵ_{uk} [%]	E_s [N/mm ²]	α [K ⁻¹]
B500B	500	435	5,00	200.000	10^{-5}

4.4.3 Materiaalfactoren

Voor de materiaalfactoren voor beton, betonstaal en voorspanstaal geldt tabel 2.1 N van (EC2-1). De van toepassing zijnde materiaalfactoren zijn opgenomen in tabel 4.5.

¹ f_{cd} en f_{ctd} zijn gegeven voor blijvende en tijdelijke belastingen. Voor buitengewone belastingen mogen deze een factor 1,25 (= 1,5/1,2) hoger worden genomen.

² Ten behoeve van de berekening van de krachtswerking en de vervormingen wordt deze fictieve E-modulus inclusief scheurvorming en kruip aangehouden voor in-situ beton.

Tabel 4.5 Materiaalfactoren

Ontwerpsituatie	γ_c beton	γ_c betonstaal	γ_c voorspanstaal
blijvend en tijdelijk	1,5	1,15	1,1
buitengewoon	1,2	1,0	1,0
vermoeiing	1,5	1,15	1,1

5

BELASTINGEN

5.1 Permanente belastingen

Onder permanente belasting vallen statische lasten. Deze statische lasten zijn onder ander het eigen gewicht van de constructie en de op de constructie rustende blijvende elementen.

Eigen gewicht

Het eigen gewicht volgt uit de modellering en wordt automatisch meegenomen in SCIA Engineer.

Wegverharding (asfalt)

Er wordt gerekend met een asfaltdikte van 150 mm ($Q_{\text{asfalt}} = 0,15 \times 23 = 3,5 \text{ kN/m}^2$).

Wegfundering (verdicht puingranulaat)

De exacte dikte van de wegfundering hangt af van de hoogteligging van de weg en de bovenkant van de overkluizingsconstructie. De minimale dikte van de wegfundering op het kunstwerk bedraagt 300 mm.

Stootplaten

Het eigen gewicht van de stootplaten en de daarop liggende wegfundering en -verharding wordt meegenomen als permanente belasting. De stootplaten liggen aan 1 zijde op de overkluizingsconstructie (nokken) en aan de andere zijn deze op staal gefundeerd. Het statisch systeem van de stootplaten wordt geschematiseerd als een ligger op 2-steunpunten.

Horizontale en verticale grondruk

Afhankelijk van het type fundering en EEM-model worden de (verschil)gronddrukken meegenomen als belasting. Hierbij wordt ook rekening gehouden met eventuele opspaneffecten.

Krimp, kruip en relaxatie

Tijdsafhankelijke effecten (krimp/kruip en relaxatie) voor zover van invloed op de haalbaarheid van de ontwerping worden in deze fase worden geschematiseerd meegenomen. Gedetailleerde berekeningen worden in vervolfasen beschouwd.

5.2 Variabele belastingen

De variabele belastingen betreft voornamelijk de verkeerbelasting.

5.2.1 Verticale verkeersbelastingen

De verkeersbelasting bestaat uit horizontale en verticale krachten. Deze belastinggegevens worden bepaald (EC1-2). De belastingmodellen voor verticale belastingen geven de effecten van het verkeer als volgt weer:

- belastingmodel 1 (BM1): geconcentreerde en gelijkmatig verdeelde belastingen, die het merendeel van de effecten van vracht- en personenautoverkeer afdekken. Dit model behoort te zijn gebruikt voor de algemene en lokale toetsingen;

- belastingmodel 2 (BM2): 1 enkele aslast met specifieke contactoppervlakten van de wielen, waardoor de dynamische effecten van gangbaar verkeer op gedrongen constructieve elementen worden afgedekt;
- belastingmodel 3 (BM3): ene stelsel van samenstellingen van aslasten, die model staan voor bijzondere voertuigen (bijvoorbeeld voor industriële transporten) die routes volgen waardoor uitzonderlijk belastingen zijn toegestaan. Het model is bestemd voor algemene en lokale toetsingen;
- belastingmodel 4 (BM4): belasting door een mensenmenigte, alleen bedoeld voor het uitvoeren van algemene toetsingen.

Belastingmodel 1 conform [EC1-2] art 4.3.2

De breedte van de rijweg w (gemeten tussen binnenzijden van voertuigkeringen) wordt onderverdeeld in theoretische rijstroken met ene breedte gelijk aan 3,0 m en een reststrook.

Per theoretische rijstrook worden de volgende belastingen in rekening gebracht:

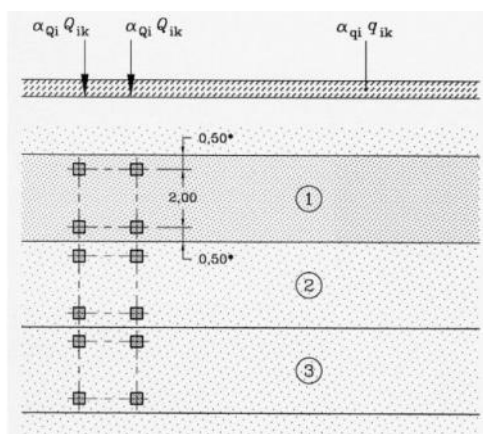
- geconcentreerde dubbele aslasten (tandemstelsel TS): $\alpha_Q \times Q_k$;
- gelijkmatig verdeelde belastingen (UDL stelsel): $\alpha_q \times q_k$.

In tabel 5.1 zijn de belastingen voor de diverse theoretische rijstroken weergegeven.

Tabel 5.1 Verkeersbelastingen BM1

Positie	Tandemstelsel TS Aslast Q_k [kN]	α_Q	UDL stelsel Q_k [kN/m ²]	α_q
rijstrook 1	300	1,00	9,0	1,15
rijstrook 2	200	1,00	2,5	1,40
rijstrook 3	100	1,00	2,5	1,40
overige rijstroken	0		2,5	1,40
reststrook	0		2,5	1,40

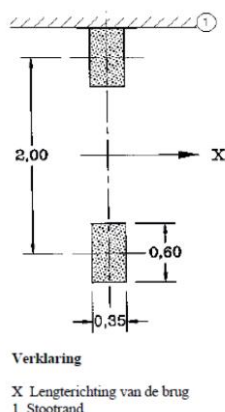
Afbeelding 5.1 Verkeersbelastingen BM-1



Belastingmodel 2 conform (UC1-2) art 4.3.3

Belastingmodel BM2 bestaat uit een enkele aslast $Q_{ak} = 400$ kN, die op iedere willekeurige positie van de rijweg behoort te zijn toegepast, de vergrotingsfactor voor dynamische effecten inbegrepen. Belastingmodel BM2 hoeft niet gecombineerd te worden met BM1, waardoor dit belastingmodel alleen van toepassing is voor de detailberekening van specifieke onderdelen.

Afbeelding 5.2 Verkeersbelasting BM-2



Belastingmodel 3 conform (EC1-2) artikel 4.3.4

Belastingmodel 3 zal niet worden meegenomen in het ontwerp.

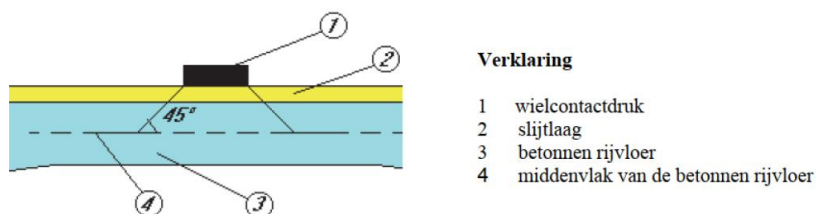
Belastingmodel 4 conform (EC1-2) artikel 4.3.5

Belastingmodel 4 zal niet worden meegenomen in het ontwerp.

Spreiding van geconcentreerde lasten conform (EC1-2) artikel 4.3.6

De belasting uit belastingmodel 1 en 2 mogen onder 45 graden gespreid worden tot art van de rijvloer. Bij een plaatviaduct met sparringen is belasting spreiding uitsluitend over de constructieve dekplaat.

Afbeelding 5.3 Lokale belastingspreiding BM-1 en BM-2



5.2.2 Maaiveldbelastingen

Voor de overkluizingsconstructie niet gelegen onder de rijbaan en aansluitende bermen, wordt een uniforme maaiveldbelasting van 10 kN/m^2 aangehouden (onderhoudsvoertuigen).

5.2.3 Horizontale verkeersbelastingen

Rem- en aanzetkrachten

Bij de principeoplossing van de overkluizingsconstructie wordt aangenomen dat de wegverharding niet direct op de overkluizingsconstructie is gelegen. Horizontaalkrachten worden derhalve niet via de overkluizingsconstructie maar via de verharding afgedragen.

5.2.4 Vermoeiing

Vermoeiing wordt in dit VO niet beschouwd.

5.3 Overige veranderlijke belastingen

De volgende belastingen kunnen worden benoemd maar zijn niet van toepassing of worden niet in deze fase beschouwd.

- Thermische belastingen (dagelijks) : dagelijkse temperatuurwisselingen niet van toepassing (constructie ligt minimaal 0,4 m onder maaiveld).
- Thermische belastingen (jaarlijks) : niet meegenomen in VO fase.
- Windbelastingen : niet van toepassing constructie ligt onder maaiveld.
- Aardbevingen : niet van toepassing, geen aardbevingsgevoelig gebied.
- Incidentele belastingen
 - Explosiebelastingen : niet van toepassing.
 - Lekkage (ontgronding) : niet meegenomen in VO fase.

6

BELASTINGFACTOREN EN COMBINATIES

6.1 Belastingfactoren Uiterste Grenstoestand (ULS)

De belastingcombinatie STR/GEO wordt bepaald middels (EC0) artikel 6.4.3.2 (3) formules 6.10a en 6.10b (zie ook bijlage III).

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (6.10a) \\ (6.10b) \end{array}$$

waarin:

"+" betekent "te combineren met"

Σ betekent "de gecombineerde uitkomst van"

ξ is een reductiefactor voor ongunstige, blijvende belastingen G.

De belastingfactoren voor wegverkeersbruggen en bruggen voor langzaam verkeer en voetgangers- en fietsbruggen STR/GEO zijn gegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Belastingfactoren CC2

Gevolge klasse	β	G			verkeer (met $\psi=1$)	Overig veranderlijk (met $\psi=1$)
		$\gamma_{G,j,sup}$		$\gamma_{G,j,sup}$		
		6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b		
CC2	-	1,30	1,20	0,9	1,35	1,50

6.2 Belastingfactoren Bruikbaarheids grenstoestand (SLS-FREQ)

De bruikbaarheidsgrenstoestand voor betonconstructies (scheurwijdte) wordt berekend op basis van de frequente belastingcombinaties (formule 6.15b). Zie ook bijlage III.

Frequente combinatie:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.15b)$$

Tabel 6.2 SLS-combinaties

Combinatie	Blijvende belasting		Voorspanning	Veranderlijke belastingen Q	
	Ongunstig	Gunstig		Overheersend	Andere
karacteristiek	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i}Q_{k,i}$
frequent	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
quasi-blijvend	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P0	$\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$

6.3 Belastingcombinaties

Afbeelding 6.1 Belastingcombinaties Uiterste Grenstoestand (UGT)

belastingsgeval	6.10a		6.10b											
	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T			S
Eigen gewicht, rustend	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1)
LM1: TS	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	
LM1: UDL	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	
LM2: Enkele as	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,864	1,08	1,08	0	1,35	0	0	1,08	0,864	1,08	0,864	1,08	0	
Voetpaden	0,432	0,432	0,54	0	0,54	1,35	0	0	0,432	0,432	0,432	0,432	0	
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	2)
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	
Wind F_{wk}	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0	0,45	1,5	1,5	0,45	0,45	0	3) 4)
F^*_w	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	
Temperatuur	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0,45	0,45	0,45	0,45	1,5	1,5	0	
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	
A (Aanrijding, Aardbeving)														

¹⁾ Enkel combinaties met ongunstig werkend eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,sup}$) zijn getoond. Voor bijvoorbeeld de stabiliteit van landhoofden kan het eigen gewicht gunstig werken en gronddruk ongunstig. De combinaties met gunstig eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,inf}$) zijn door gebruiker nader te bepalen.

²⁾ LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden

³⁾ In combinaties waar verkeersbelasting dominant is moet voor wind de hoogste waarde van F_{wk}^* en $\psi_0 F_{wk}$ zijn toegepast

⁴⁾ In combinaties waar windbelasting dominant is mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot F_{wk}^*

Afbeelding 6.2 Belastingcombinaties Bruikbaarheidsgrenstoestand

belastingsgeval	6.15b (frequente combinaties)										S
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T		
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1	1	1	1		1		
LM1: TS	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4		
LM1: UDL	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4		
LM2: Enkele as	0	0,8	0	0	0	0	0		0		
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4		
Voetpaden	0,4	0	0,4	0,8	0	0	0,4		0,4		
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0,8	0	0		0		
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	1	0		0		
Wind F_{wk}	0	0	0	0	0	0	0,6		0		
F_{wk}^*											
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3		0,8		
Sneeuw											
Aanrijding											

¹⁾ LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden

7

CONSTRUCTIEVE BEREKENINGEN

7.1 Berekeningsaanpak

Voor de overkluizing is een rekenmodel opgesteld om de krachtsverdeling te bepalen op basis van de belastingen zoals in dit document zijn omschreven. In het rekenmodel worden de omhullende resultaten uitgelezen. Vervolgens worden de constructieve toetsingen uitgevoerd op basis van de omhullende krachten. Het rekenmodel is in SCIA engineer opgesteld. Hiervoor wordt verwezen naar bijlage IV.

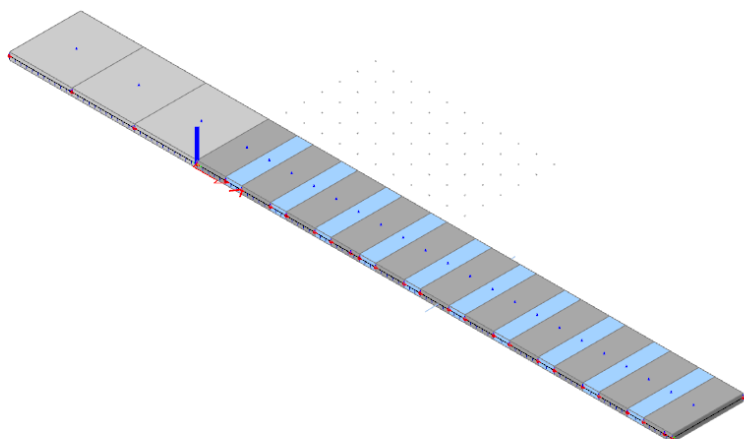
7.2 Modelling

Voor het ontwerp van de overkluizing is in Scia een rekenmodel van de eindsituatie opgezet. Het rekenmodel wordt opgebouwd uit 2D platen welke in afbeelding 7.1 zijn weergegeven. Het model bestaat uit 2 gebieden. Het eerste gebied, gelegen onder de taluds, bestaat uit prefab platen (lichtgrijs) en bevinden zich buiten de invloedzone van het wegdek, verkeersbelasting op het wegdek wordt niet door deze platen afgedragen. Deze platen van 2,5 m breed zijn onderling scharnierend verbonden (doken) waarbij alleen overdracht van dwarskrachten mogelijk is. De platen zijn 400 mm dik en bestaan uit beton C30/37.

Het andere gebied is gelegen onder het wegdek en de aansluitende bermen en worden belast (inclusief spreiding) belast door verkeersbelasting. De prefab platen (donkergrijs) van 400 mm dik zijn verbonden doormiddel van natte knopen (blauw). Voor deze natte knopen zijn orthotrope platen gemodelleerd waarin de hoogte langsrichting bepaald is op 400 mm en in dwarsrichting op 300 mm.

In de berekening is een E -modulus in de langs- en dwarsrichting voor gescheurd beton aangehouden van 11.000 N/mm^2 . De opleggingen van de prefab platen met de deksloof zijn gemodelleerd als scharnierende ondersteuning. Het oplegdetail dient daarom de rotatie van de plaat niet verhinderen.

Afbeelding 7.1 Overzicht rekenmodel



7.3 Interactie bouwfasering met krachtswerking constructie

In de bouwfase van de overkluizing worden damwanden aangebracht en verbonden met de betonnen deksloof. Vervolgens wordt voor de overkluizingconstructie onder de weg een massieve prefab betonplaten van 2,5 m naast elkaar op de deksloof gelegd. De platen worden met de deksloof middels een oplegnok (dook) gekoppeld. In deze fase is er nog geen krachtoverdracht tussen de prefab-platen en er is nog geen sprake van plaatwerking. De prefab-platen worden met elkaar gekoppeld met een 'natte knoop' waarbij de wapening in de langsrichting ter plaatse van de natte knoop elkaar overlappen. Het gewicht van het jonge beton van de natte knoop wordt door de vleugels van de prefab-platen ondersteund. Nadat de natte knopen zijn uitgehard is er een volledige krachtafdracht tussen de platen. De overkluizingsconstructie buiten de invloedszone van de weg bestaat uit prefab-platen met een dookverbinding (afschuiving) zonder druklaag.

Voor de gehele overkluizingsconstructie geldt dat deze slechts een beperkte stempelfunctie heeft (de gronddruk aan weerszijden van de damwanden is nagenoeg gelijk). Door toepassing van stootplaten wordt ook geen horizontale belasting op de damwanden uit de verticale verkeersbelasting verwacht. De overkluizingsconstructie wordt vooral in verticale richting belast door permanente belastingen en verkeer. Door de kleine overspanning van de overkluizing van circa 3,50 m zullen de verticale belastingen in de overspanningsrichting (hoofdrichting) afdragen. Voor de overkluizingsconstructie onder de verharding geldt door de natte knopen ook een momentenspreiding in de langsrichting.

7.4 Belastingen

De belastingen zoals eerder in dit document omschreven zijn toegepast op dit model. De configuratie van deze belastingen staan omschreven in bijlage IV.

7.5 Berekeningsresultaten

In deze paragraaf zijn de toetsresultaten gegeven voor verschillende belastingsituaties. De overkluizingsconstructie wordt in paragraaf 2.1 getoetst. De maximale reactiekrachten op de damwanden worden in paragraaf 2.2 weergegeven.

7.5.1 Overkluizingsconstructie

De UGT en BGT toetsing van de overkluizing voor de belastingscombinaties volgens hoofdstuk 6 worden hieronder weergegeven. De overkluizing wordt in SCIA-engineer gemodelleerd.

Tabel 7.1 Toelichting snedekrachten

Snedekracht	Toelichting
M_{yD-}	veldmoment in de langsrichting onderzijde plaat
M_{xD-}	veldmoment in de dwarsrichting onderzijde plaat
M_{yD+}	veldmoment in de langsrichting bovenzijde plaat
M_{xD+}	veldmoment in de dwarsrichting onderzijde plaat
N	normaalkracht
V_y	dwarskracht in langsrichting
V_x	dwarskracht in dwarsrichting

7.5.2 Langswapening in platen en natte knopen

De toetsingen van de overkluizing voor de langswapening (=parallel aan de damwand) worden in Tabel 7.2 weergegeven. Voor de wapeningsberekeningen wordt in de langsrichting eerst de benodigde hoeveelheid krimpwapening bepaald. Uitgangspunt is hierbij een verhinderingsgraad van 1,0 en er wordt een controle uitgevoerd of de krimpverkorting binnen de grens van een volledig ontwikkeld scheurpatroon blijft. Vervolgens wordt de krimpwapening in de langsrichting als basis voor de UGT en BGT-FRQ toetsen gebruikt. Voor de BGT toetsen wordt een additionele staalspanning berekend resulterend uit de opgelegde autogene krimpverkorting. Deze staalspanning wordt opgeteld bij de staalspanning als gevolg van de snedekrachten uit de frequente belastingscombinaties.

De uitdrogingskrimp wordt niet meegenomen aangezien het grootste aandeel uitdrogungskrimp tijdens de productie van de prefab-platen optreedt. De additionele staalspanningen door krimp wordt hieronder bepaald:

- ouderdom beton eindfase (met betrekking tot krimp): 365.000;
- autogene krimpverkorting (zie V) 0,10 ‰;
- E-modulus staal 210.000 N/mm²;
- additionele staalspanning: 21 N/mm²;
- toegepaste additionele staalspanning: 30 N/mm².

De vloer in de langsrichting ondervindt enkel neerwaartse momenten. De hoofdwapening in de langsrichting wordt in de eerste laag toegepast. Uit de berekening volgt een wapening Ø16-100 mm aan de boven- onderzijde als voldoende geacht. De scheurwijdte inclusief het effect van autogene krimp in de eindfase is 0,12 mm. De berekening is in V terug te vinden.

Tabel 7.2 Toetsingen langswapening

	Gekozen wapening	N [kN]	N _{ED} [kN]	M [kNm]	M _{ED} [kNm]	UC [-]	w [mm]	Conclusie
plaat	Ø16 - 100	0	0	37	60	0,25	0,12	wapening voldoet
natte knoop	Ø16 - 100	0	0	47	74	0,37	0,10	wapening voldoet

7.5.3 Dwarswapening in platen en natte knopen

De toetsingen van de overkluizing voor de dwarswapening (haaks op de damwand) worden in tabel 7.3 weergegeven. Deze wapening ligt in de hoofddraagricting en wordt in de tweede laag aangebracht. De opgelegde vervorming door autogene krimp wordt meegenomen als additionele staalspanning. De maatgevende krachteeffecten zijn in bijlage IV gepresenteerd. De berekening is in bijlage V terug te vinden.

Tabel 7.3 Toetsingen langswapening

	Gekozen wapenin g	N [kN]	N _{ED} [kN]	M [kNm]	M _{ED} [kNm]	UC [-]	w [mm]	Conclusie
plaat	ø20 - 100	0	0	123	183	0,50	0,13	wapening voldoet
natte knoop	ø20 - 100	0	0	120	218	0,61	0,19	wapening voldoet

7.5.4 Dwarskrachtwapening in platen en natte knopen

De toetsingen van de overkluizing voor de dwarskrachtwapening worden in tabel 7.4 weergegeven. De toetsingsresultaten van de dwarskracht volgens NEN-EN1992-1-1 voor betonnen doorsnede zonder dwarskrachtwapeningen wordt hieronder uitgevoerd. De maatgevende dwarskrachten komen uit de EEM-berekeningen in bijlage IV. De dwarskrachttoets wordt voor snede op afstand 'd' vanuit het hart van de damwand. Bij het lezen van de dwarskracht op afstand 'd' vanuit de dag van de oplegvlak wordt een lagere dwarskracht gevonden. De berekening is dus conservatief.

Uit de toetsingsresultaten hieronder blijkt dat dwarskrachtwapening in de betonnen platen niet noodzakelijk is.

Tabel 7.4 Toetsingen dwarskrachtwapening

	Beugels	N _{ED} [kN]	V _{ED} [kNm]	UC [-]	Conclusie
plaat	0	0	170	0.70	beton voldoet, beugels niet noodzakelijk
natte knoop	0	0	100	0,75	beton voldoet, beugels niet noodzakelijk

7.5.5 Vervormingen

Tussen de onderkant van de prefab platen en het onderliggende maaiveld is, om bij vervormingen tijdens de aanleg en in de gebruiksfase het onderliggende maaiveld en de leidingen niet te belasten, een vrije ruimte van 50 mm aangehouden.

Definitieve vervormingen en de toetsing van de gestelde vrije ruimte van 50 mm worden in het DO definitief vastgesteld. Indien nodig kunnen de platen met een toog uitgevoerd worden of kan de gestelde vrije ruimte van 50 mm ruimer gekozen worden.

7.5.6 Detaillering

Overlappingslassen

Voor de overkluizingsconstructie onder de weg worden de betonnen prefab platen verbonden middels een natte knoop. De wapening in de langsrichting (=parallel aan de damwand) dienen voldoende overlappingslengte te hebben. De optredende staalspanningen ter plaatse van de overlapping zijn bepaald op basis de verschoven momentenlijn over een afstand 'd' (NEN-EN 1992-1-1 artikel 9.2.1.3).

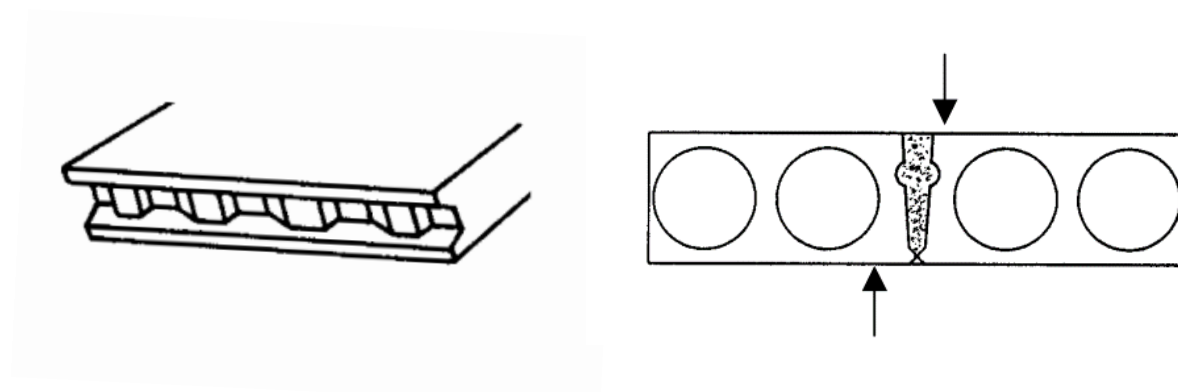
Tolerantie is meegenomen door in de lengte van de overlapping een additionele 50 mm toe te passen.

Koppeling massieve plaatvloer

Voor de overkluizingsconstructie buiten de invloedzone van de weg worden de massieve platen doorgekoppeld zodat overdracht van dwarskracht mogelijk is. De schuifkrachten kunnen overgedragen worden door wrijving in de voegranden, door insluiting door vertanding in de voegen of door doken.

De tanden werken als mechanische grendels en beletten elke verplaatsing van de voegranden. Er is geen horizontale krachten in de langsrichting aanwezig waardoor het opengaan van de tandverbinding geen risico is. In afbeelding 7.2 wordt het principe hiervan weergegeven. De volledige uitwerking vindt plaats in de volgende fase.

Afbeelding 7.2 Principe van vertande voeg met mechanische vertanding (links) en wrijving (rechts)



7.6 Reactiekrachten damwanden

De maximale reactiekrachten van de damwanden in de UGT- en BGT zijn in onderstaande tabel weergegeven. Tabel 7.3 De maximale kracht uit het rekenmodel in bijlage IV wordt handmatig opgeteld met het eigengewicht, permanente en verkeersbelasting op de deksloof en/of stootplaten. De berekening is in bijlage V terug te vinden. De resulterende kracht is in de onderstaande tabel gepresenteerd.

Tabel 7.5 Reactiekracht op damwand

	Reactiekracht R_z [kN/m]
UGT	380
BGT	299

7.7 Deksloof

De afmetingen van de deksloof zijn bepaald door de geometrie en afmetingen van de aansluitende delen (prefab platen, stootplaten en damwand). Gezien de scherpe kruisingshoek is besloten om voor de stootplaten een oplegnok toe te passen. De afmetingen van de deksloof zijn dusdanig dat deze voldoende is om de krachten uit de bovenbouw op te nemen. Berekening en detaillering van de wapening vindt plaats in het DO.

GEOTECHNISCHE BEREKENINGEN

In deze paragraaf wordt de berekening van de verticale draagkracht van de damwand beschreven. Horizontale gronddrukverschillen over de damwand is in de gebruikssituatie beperkt (maximaal 1 m) en is niet maatgevend voor het ontwerp van de damwand en derhalve in deze fase niet beschouwd.

Als gevolg van een calamiteit zou ontgronding onder de overkluizing kunnen plaatsvinden, waarmee de damwand lokaal een kerende functie krijgt. Deze situatie wordt in het DO meegenomen maar zal gezien de afmeting van de damwand niet leiden tot andere resultaten.

Uit het grondonderzoek (zie 4.3 en bijlage I) worden de 3 naastgelegen sonderingen gebruikt welke de constructie omsluiten. Voor elke overkluizing constructie zijn 2 sonderingen relevant. De locaties van deze sonderingen worden getoond in afbeelding 4.3. Uitgaande van een niet-stijf bouwwerk worden de correlatiefactoren voor de berekening van karakteristieke waarden hieronder gegeven ($n=1$):

- $\xi_3 = 1,39$;
- $\xi_4 = 1,39$.

De draagkrachtige zandlaag is aanwezig vanaf ongeveer NAP -6,0m. Volgens CUR166 2^e deel kan de berekening van $q_{b,max}$ worden uitgevoerd conform hoofdstuk 7 van NEN 9997-1, waarbij wordt uitgegaan van:

- $a_p = 0,7$;
- $\beta = 1$;
- $s = 0,61$.

Bij de berekening van het draagvermogen worden partiële factoren van 1,2 toegepast in schacht- en puntweerstand.

Er zijn 3 berekeningen gemaakt van het draagvermogen per elke sondering om een inschatting te kunnen geven van de dimensies van de damwand.

In tabel 8.1 is het damwandontwerp opgenomen met de meest relevante berekeningsresultaten. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VI. Hieruit blijkt dat een damwand AZ-28-700 (S355) benodigd is met de punt op NAP -14,0 m.

Tabel 8.1 Resultaten paaldimensies en toetsing

Item	Resultaten
ontwerpbelasting (ULS)	380 kN
negatieve kleef (S46, S50 S51)	217 kN, 220 kN, 192 kN
type Damwand	AZ-28-700
installatieniveau	-14,0 m NAP
lengte	16,0 m
totale draagvermogen	663 kN

Item	Resultaten
UC	0,90
staalkwaliteit	S355
staaldoorsnede	200,2 cm ² /m

Op basis van ervaring in andere projecten kan dit type damwand met deze lengte drukkend worden aangebracht.

9

KANSEN EN RISICO'S

Kansen

De volgende punten betreffen variaties op het ontwerp en/of kansen, ter discussie met de opdrachtgever:

- toepassen van paalfundering in plaats van damwanden:
 - het huidige ontwerp voorziet in damwanden teneinde de leidingen zoveel mogelijk te isoleren van eventuele invloeden, toename horizontale belastingen en/of zettingen afkomstig uit de aanleg van de overkluizing en aansluitende wegverharding (ophoging). Uit geotechnische berekeningen kan volgen dat het risico van deze invloeden beperkt is en/of dat deze binnen de capaciteit van leidingen valt;
- volledig in-situ dek overkluizing:
 - het huidige concept VO ontwerp bestaat uit prefab (voorgespannen) volstortliggers met een in-situ druklaag. Er kan gezien de (beperkte) overspanning ook gekozen worden voor een traditioneel gewapend betonnen in-situ gestort dek. Omdat de leiding tijdens de uitvoering niet belast mag worden, zal een dragende 'verloren' bekisting toegepast moeten worden. Hierbij kan gedacht worden aan een breedplaatvloer;
- aanbrenge mantelbuizen:
 - de overspanning is beperkt, de lengte van de constructie is echter zodanig dat toekomstige werkzaamheden onder de overkluizing niet mogelijk zijn. Zonder veel aanpassing aan het huidige ontwerp kunnen 1 of meerdere mantelbuizen binnen de overkluizing meegenomen worden zodat in de toekomst eventueel nog leidingen kunnen worden aangebracht;

Risico's:

- onzekerheid aanwezige leidingen:
 - meer leidingen aanwezig dan nu blijkt uit beschikbare gegevens;
- hogere grondwaterstand(en):
 - de grondwaterstand ter plaatse van de toekomstige overkluizingsconstructie is op basis van slootpeil en meerdere boringen/peilbuizen vastgesteld op NAP 0,0 m. Lokale variatie zal beperkt zijn, fluctuaties tussen 0,0 en 0,1 m, en heeft daarmee geen invloed op stabiliteitsberekening leidingen (opdrijven);
- onjuiste informatie diepteligging leidingen:
 - door op de overkluizingsconstructie eerst een wegfundering (300 mm) en daarna de wegverharding (150 mm) aan te brengen worden horizontale (rem)krachten niet via de overkluizingsconstructie maar via de wegverharding opgenomen. Bij een ondiepere ligging van de leidingen is er mogelijk te weinig ruimte en zullen deze krachten wel via de constructie aan de ondergrond afgedragen moeten worden. Om de invloed van de horizontale krachten, via de funderingselementen, op leidingen en risico op schade te minimaliseren is mogelijk een grotere afstand (dagmaat) benodigd van de fundering tot leiding wat resulteert in een grotere overspanning (zwaardere constructie);

Bijlage(n)

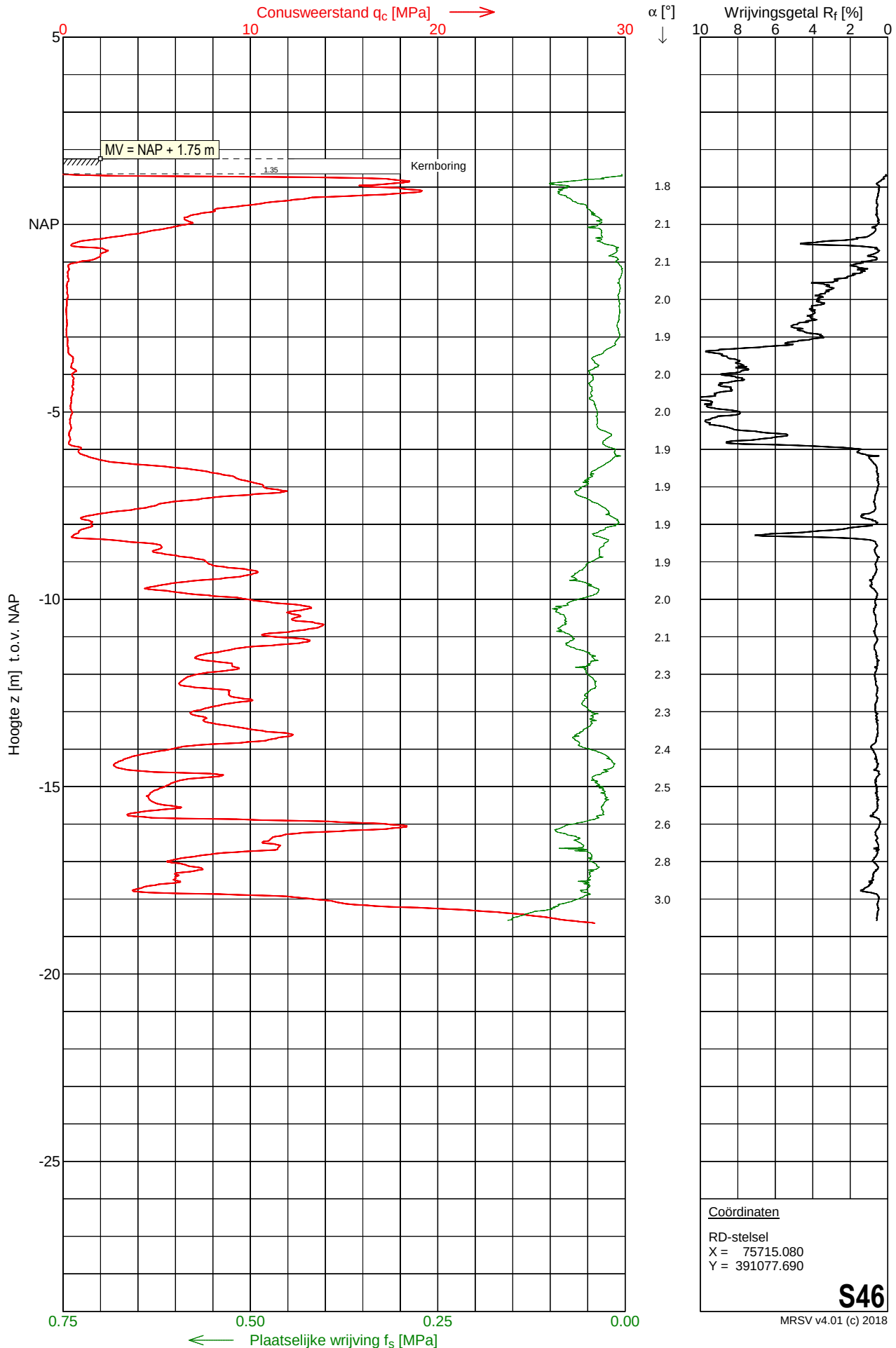


BIJLAGE: GRONDONDERZOEK

Sondering S46

Opdracht : 1901796 Conus nummer : S15-CFII.881
Plaats : Bergen op Zoom Soort conus : Elektrisch
Datum : 10-10-2019 Opp. conuspunt : 1500 mm²
Project : Markiezaat Container Terminal

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE1
Sondeerunit : SW11
Blad : 1 van 1

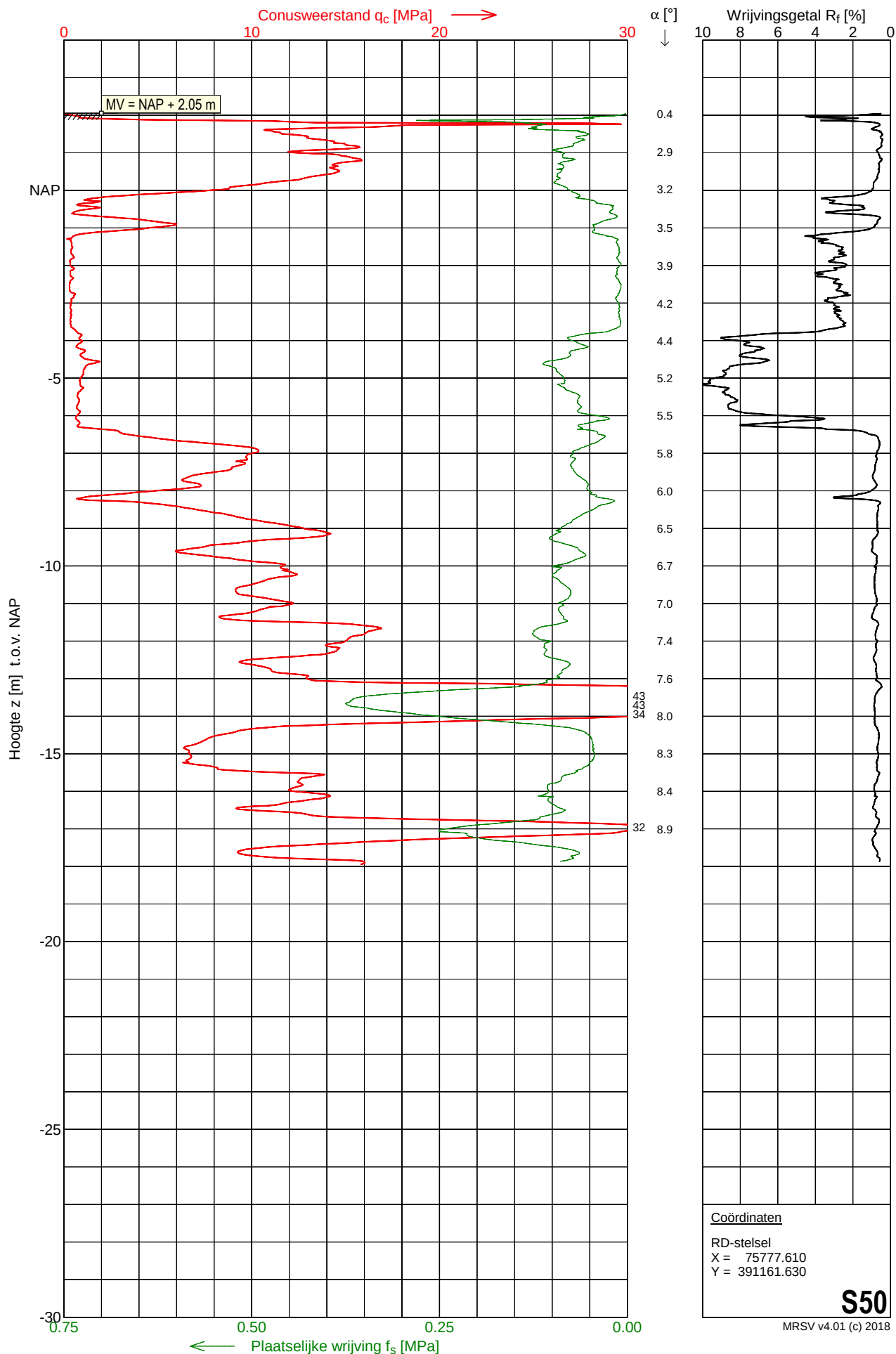


Sondering S50

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Datum : 08-10-2019
Project : Markiezaat Container Terminal

Conus nummer : S15-CFII.1652
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE1
Sondeerunit : SR16
Blad : 1 van 1

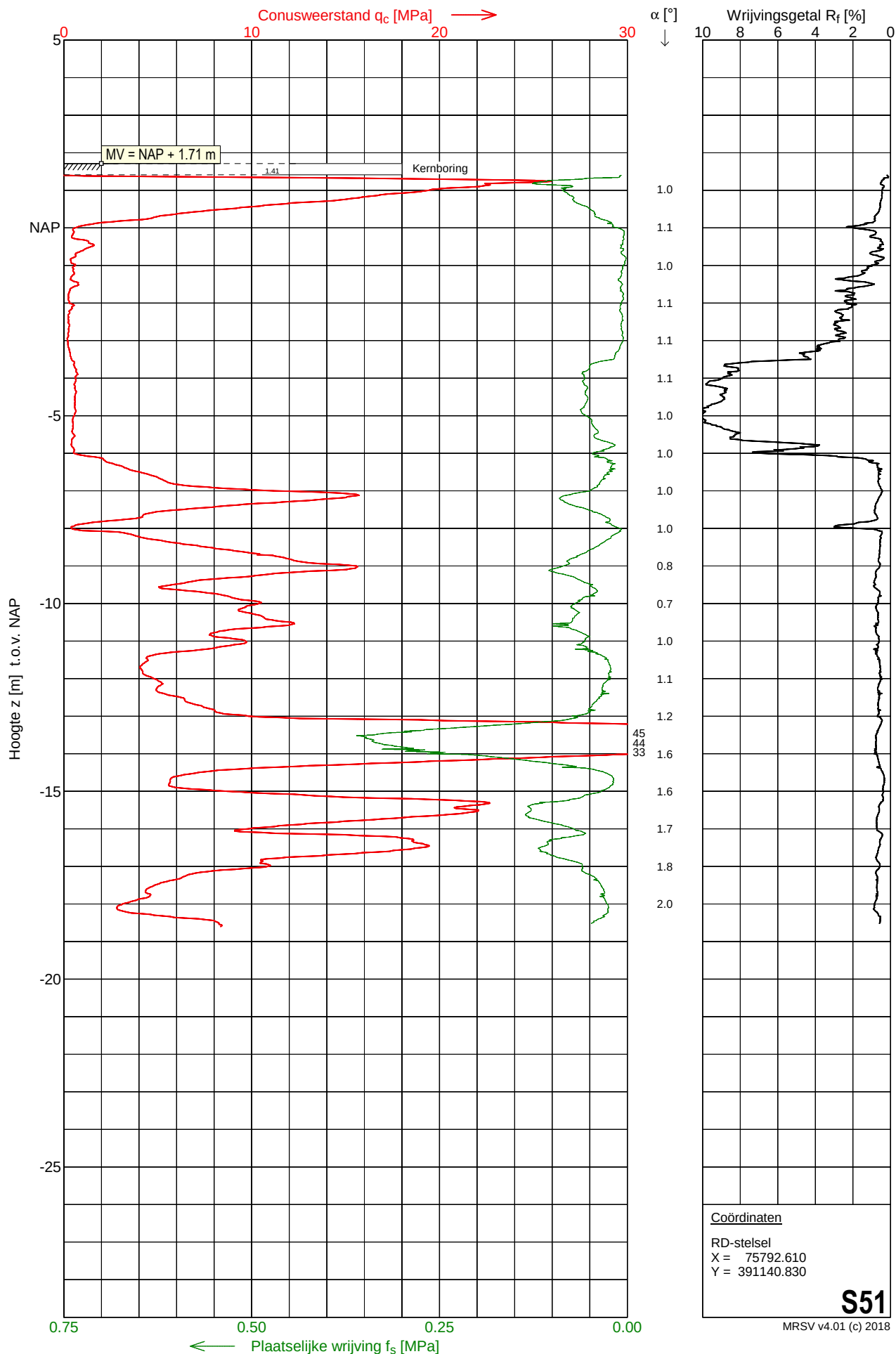


Sondering S51

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Datum : 10-10-2019
Project : Markiezaat Container Terminal

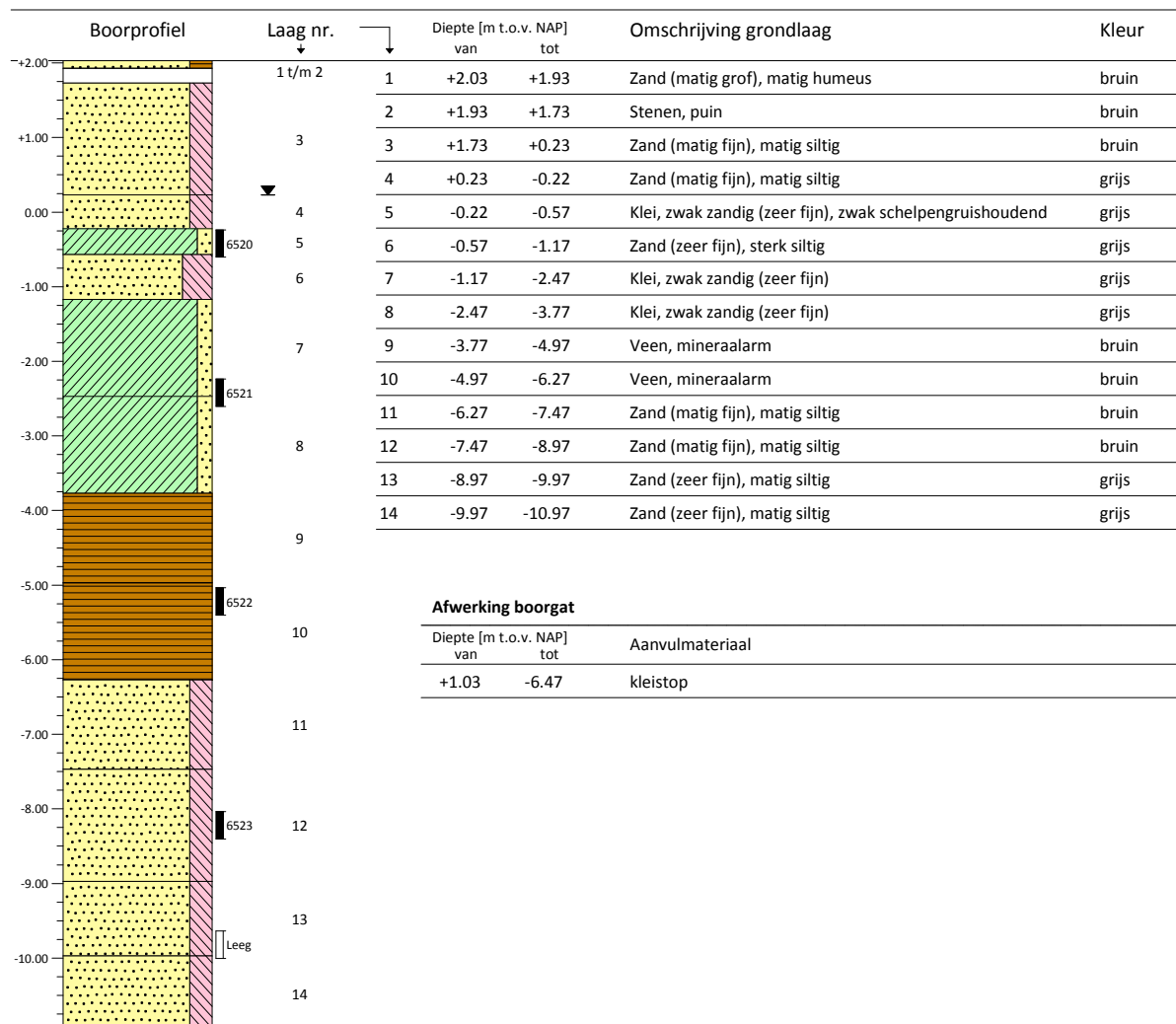
Conus nummer : S15-CFII.881
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE1
Sondeerunit : SW11
Blad : 1 van 1



BORING : B20

Datum : 17-10-2019 X : 75776.690 Boormethode : Puls/Ack
 GWS : NAP +0.23 m Y : 391160.920 Boormeester : AK
 Maaiveld : NAP +2.03 m Beschrijver : AK
 Opmerking : Voorlopige boorstaat.



BORING : B21

Datum : 15-10-2019 X : 75790.120 Boormethode : Puls/Ack
 GWS : NAP +0.11 m Y : 391138.860 Boormeester : AK
 Maaiveld : NAP +1.71 m Beschrijver : AK
 Opmerking : Voorlopige boorstaat.

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	+1.71 +1.59	Asfalt	
	2	+1.59 +1.41	Zand (matig fijn), sterk puinhoudend	bruin
	3	+1.41 -0.09	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
	4	-0.09 -0.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
	5	-0.29 -0.99	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
	6	-0.99 -2.29	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
	7	-2.29 -3.29	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
	8	-3.29 -3.69	Klei, uiterst humeus	bruin
	9	-3.69 -5.09	Veen, mineraalarm	bruin
	10	-5.09 -6.09	Veen, mineraalarm	bruin
	11	-6.09 -7.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
	12	-7.29 -8.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
	13	-8.29 -9.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
	14	-9.29 -10.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
	15	-10.29 -11.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat		
Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Aanvulmateriaal	
+0.71 -6.29	kleistop	



BIJLAGE: MILIEUKLASSEN EN DEKKING

project: **Markiezaat Container Terminal**
onderdeel: **Overkluizing**
omschrijving: **Druklaag**

opgemaakt door: **Bas Speelman**
datum opmaak: 21 maart 2022

CONSTRUCTIEKLASSE, MILEUKLASSEN EN DEKKING BETON VOLGENS EUROCODE 2

Dit rekenblad dient ter bepaling van de constructieklasse, milieuklassen en minimale betondekking op wapenings- en voorspanstaal voor een betonnen element. De bepaling is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1:2011 met NB:2020.

AANVULLENDE NORMEN

OVS van toepassing = **nee**
ROK van toepassing = **nee**

CONSTRUCTIEKLASSE

invloedsfactor			modificatie constructieklasse
ontwerplevensduur	=	50 jaar	4
sterkteklasse beton	=	C30/37	0
toepassing >4% luchtinsluiting	=	nee NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	
element met plaatgeometrie	=	ja NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	-1
kwaliteitsbeheersing gewaarborgd	=	nee NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	
aanbevolen constructieklasse	=	S3 NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	3
gekozen constructieklasse	=	S3	

MILIEUKLASSE

oorzaak corrosie/betonschade	invloed	milieu	milieuklasse
carbonatatatie	= ja	} wisselend nat en droog	XC4
chloriden anders dan uit zeewater	= ja		XD3
chloriden afkomstig uit zeewater	= nee		
vorst/dooi wisselingen	= ja	verzadigd met water, met zouten/zeewater	XF4
chemicaliën	= ja	zwak agressieve chemische omgeving	XA1
milieuklassen constructiedeel	=	XC4 XD3 XF4 XA1	

MINIMALE DEKKING

toeslag op minimale dekking

type stortvlak = **normaal stortvlak**
toeslag m.b.t. mechanische slijtage $\Delta c_{min,M}$ = **0 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2 (13)
nominale max. korreldiameter > 32 mm = **ja**
toeslag m.b.t. duurzaamheid $\Delta c_{dur,y}$ = **0 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2 (6)
toeslag op minimale dekking Δc_{min} = **0 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2
toeslag m.b.t. uitvoeringstoleranties Δc_{dev} = **5 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.3 (1)P

nominale dekking op constructiestaal

diameter beschouwde staaf $\emptyset$ = **16 mm** (of nominale diameter staafbundel)
min. dekking m.b.t. aanhechting $c_{min;b}$ = **21 mm** = $\emptyset + 5$
min. dekking m.b.t. duurzaamheid $c_{min;dur}$ = **35 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.4N
minimale dekking constructiestaal c_{min} = **35 mm** = $\max\{c_{min;b}; c_{min;dur} + \Delta c_{dur,y}; 10\} + \Delta c_{min}$
nominale dekking constructiestaal c_{nom} = **40 mm** = $c_{min} + \Delta c_{dev}$

nominale dekking op voorspanstaal

type voorspanning = **nagerekt**
vorm voorspankanaal = **cirkelvormig**
equivalente diameter voorspanstaal $\emptyset$ = **77 mm**
min. dekking m.b.t. aanhechting $c_{min;b}$ = **82 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2 (3)
min. dekking m.b.t. duurzaamheid $c_{min;dur}$ = **40 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.5N
minimale dekking voorspanstaal c_{min} = **82 mm** = $\max\{c_{min;b}; c_{min;dur} + \Delta c_{dur,y}; 10\} + \Delta c_{min}$
nominale dekking voorspanstaal c_{nom} = **87 mm** = $c_{min} + \Delta c_{dev}$

SCHEURWIJDTE-EIS

max. scheurwijdte op wapening $w_{max;dur}$ = **0,2 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB art. 7.3.1
max. scheurwijdte op voorspanning $w_{max;dur}$ = **0,1 mm** NEN-EN 1992-1-1/NB art. 7.3.1
waterdichtheid vereist = **nee**



BIJLAGE: BELASTINGFACTOREN EN -COMBINATIES

project: Markiezaat Container Terminal
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluising

opgemaakt door: Bas Speelman
datum opmaak: 21 maart 2022

BELASTINGSCOMBINATIES VERKEERSBRUGGEN CONFORM NEN-EN 1990+A1+C2 (2011) +NB (2011), NEN-EN 1991-2+C1 (2015) +NB (2011), NEN 8700 (2011) EN RBK v1.1

UITERSTE GRENSTOESTANDEN (STR en FAT)

uitgangspunten toetsing

gevolgklasse constructie CC2
betrouwbaarheidsniveau nieuwbouw

belastingsfactoren permanent

ongunstig (6.10a: $\gamma_{G,j,sup}$) 1,30
ongunstig (6.10b: $\xi\gamma_{G,j,sup}$) 1,20
gunstig ($\gamma_{G,j,inf}$) 0,90

belastingsfactoren veranderlijk

verkeer ($\gamma_{Q,i}$) 1,35
wind ($\gamma_{Q,i}$) 1,50
overig ($\gamma_{Q,i}$) 1,50

legenda

 dominante belasting
 belangrijkste veranderlijke belasting
 belastingsgeval of -combinatie niet van toepassing

fundamentele combinaties

belastingsgeval	6.10a		6.10b							W		T		S
	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5						
Eigen gewicht, rustend	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
LM1: TS	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	1)
LM1: UDL	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	
LM2: Enkele as	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,864	1,08	1,08	0	1,35	0	0	1,08	0,864	1,08	0,864	1,08	0	
Voetpaden	0,432	0,432	0,54	0	0,54	1,35	0	0	0,432	0,432	0,432	0,432	0	
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	2)
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	
Wind F_{wk}	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0	0,45	1,5	1,5	0,45	0,45	0	3) 4)
F^*_{w}	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	
Temperatuur	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0,45	0,45	0,45	0,45	1,5	1,5	0	
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	
A (Aanrijding, Aardbeving)														

¹⁾ Enkel combinaties met ongunstig werkend eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,sup}$) zijn getoond. Voor bijvoorbeeld de stabiliteit van landhoofden kan het eigen gewicht gunstig werken en gronddruk ongunstig. De combinaties met gunstig eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,inf}$) zijn door gebruiker nader te bepalen.

²⁾ LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden

³⁾ In combinaties waar verkeersbelasting dominant is moet voor wind de hoogste waarde van F^*_{w} en $\psi_0 F_{wk}$ zijn toegepast

⁴⁾ In combinaties waar windbelasting dominant is mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot F^*_{w}

buitengewone combinaties en aardbeving

belastingsgeval	6.11b		6.12b
	aanrijding	aardbeving	
Eigen gewicht, rustend	1	1	1
LM1: TS	0,8	0,64	0,4
LM1: UDL	0,8	0,64	0,4
LM2: Enkele as	0	0	0
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,64	0,8	0,4
Voetpaden	0,32	0,32	0,4
LM4: Mensenmenigte	0	0	0
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0
Wind F_{wk}	0	0	0
F^*_{w}	0	0	0
Temperatuur	0	0	0
Sneeuw	0	0	0
A (Aanrijding, Aardbeving)	1	1	1

vermoeiingscombinaties beton (NEN-EN 1992-1-1 art. 6.8.3)

belastingsgeval	vermoeiingsbelasting			wind
	hor.	W	T	LM1
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1
LM _{FAT} : TS	1	1	1	0,8
LM _{FAT} : UDL	1	1	1	0,8
LM2: Enkele as	0	0	0	0
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0,4	0,4	0,4
Voetpaden	0,4	0,4	0,4	0,4
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0
Wind F_{wk}	0	0,18	0	1
F^*_{w}	0	0	0	0
Temperatuur	0	0	0,8	0
Sneeuw	0	0	0	0
A (Aanrijding, Aardbeving)				

LM_{FAT} = belastingsmodel voor vermoeiing

³⁾ Zie opmerking onder tabel 'fundamentele combinaties'

project: Markiezaat Container Terminal
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluizing

opgemaakt door: Bas Speelman
datum opmaak: 21 maart 2022

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN

karacteristieke combinaties

belastingsgeval	6.14b										
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T		S
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LM1: TS	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0
LM1: UDL	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0
LM2: Enkele as	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0	1	0	0	0,8	0,64	0,8	0,64	0,8	0
Voetpaden	0,4	0	0,4	1	0	0	0,32	0,32	0,32	0,32	0
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Wind F_{wk}	0,3	0	0,3	0	0	0,3	1	1	0,3	0,3	0
F^*_{w}	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Aanrijding											

¹⁾ LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden

²⁾ In combinaties waar verkeersbelasting dominant is moet voor wind de hoogste waarde van F^*_{w} en $\psi_0 F_{wk}$ zijn toegepast

³⁾ In combinaties waar windbelasting dominant is mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot F^*_{w}

frequente en quasi-blijvende combinaties

scheurwijdteberekening beton **ja** (Voor scheurwijdteberekeningen in beton geldt $\psi_1 = 0,4$ i.p.v. 0,8 voor voetgangersbelasting)

belastingsgeval	6.15b (frequente combinaties)											6.16b quasi-blijvend
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T		S	
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1	1	1	1		1			1
LM1: TS	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4			0,4
LM1: UDL	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4			0,4
LM2: Enkele as	0	0,8	0	0	0	0	0		0			0
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4			0,4
Voetpaden	0,4	0	0,4	0,8	0	0	0,4		0,4			0,4
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0,8	0	0		0			0
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	1	0		0			0
Wind F_{wk}	0	0	0	0	0	0	0,6		0			0
F^*_{w}												
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3		0,8			0,3
Sneeuw												
Aanrijding												

¹⁾ LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden

IV

BIJLAGE: SCIA MODEL OVERKLUIZINGSCONSTRUCTIE IN-/UITVOER

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. overzicht model	2
3.1. Algemeen	2
3.2. Rekenmodel	2
4. Materialen	2
5. 2D-elementen	3
6. Orthotropie	3
7. Belastingsgevallen	4
7.1. Belastingsgevallen - BG1	4
7.1.1. belasting	4
7.2. Belastingsgevallen - BG2	5
7.2.1. belasting	5
7.3. Belastingsgevallen - BG3	6
7.3.1. belasting	6
7.4. Belastingsgevallen - BG4	7
7.4.1. belasting	7
7.5. Belastingsgevallen - BG5	8
7.5.1. belasting	8
7.6. Belastingsgevallen - BG6	9
7.6.1. belasting	9
7.7. Belastingsgevallen - BG7	10
7.7.1. belasting	10
7.8. Belastingsgevallen - BG8	11
7.8.1. belasting	11
7.9. Belastingsgevallen - BG9	12
7.9.1. belasting	12
8. Belastinggroepen	13
9. Combinaties	13
10. Resultaten UGT	14
10.1. Resultaten UGT - Alle UGT	14
10.1.1. 2D-verplaatsing; u_z	14
10.1.2. Interne 2D-krachten; m_{xD+}	15
10.1.3. Interne 2D-krachten; m_{xD-}	15
10.1.4. Interne 2D-krachten; m_{yD+}	16
10.1.5. Interne 2D-krachten; m_{yD-}	16
10.1.6. Interne 2D-krachten; v_x	17
10.1.7. Interne 2D-krachten; v_y	17
10.1.8. Reacties; R_z	18
11. Resultaten BGT	19
11.1. Resultaten BGT - Alle BGT	19
11.1.1. 2D-verplaatsing; u_z	19
11.1.2. Interne 2D-krachten; m_{xD+}	20
11.1.3. Interne 2D-krachten; m_{xD-}	20
11.1.4. Interne 2D-krachten; m_{yD+}	21
11.1.5. Interne 2D-krachten; m_{yD-}	21
11.1.6. Reacties; R_z	22

2. Project

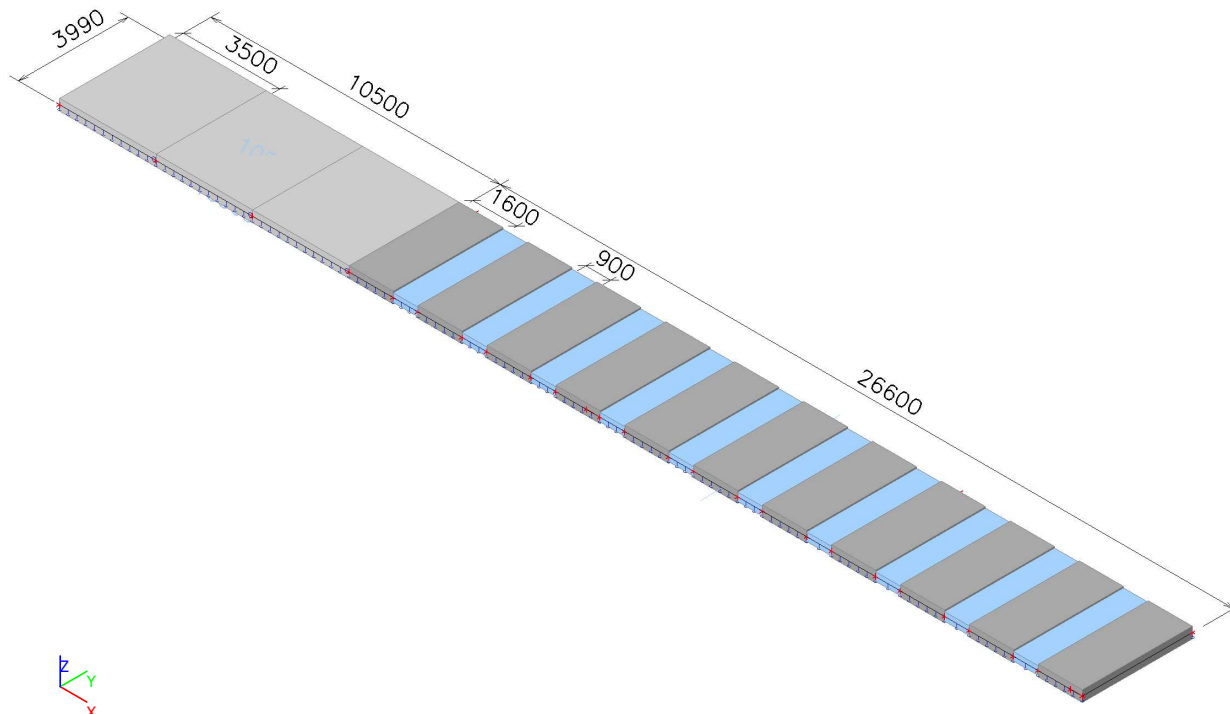
Licentienaam	Witteveen+Bos
Project	Overkluizing
Onderdeel	-
Omschrijving	-
Auteur	SPEB2
Datum	23. 03. 2022
Constructie	Plaat XY
Aantal knopen :	54
Aantal staven :	0
Aantal platen :	24
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	0
Aantal belastingsgevallen :	9
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. overzicht model

3.1. Algemeen

De overkluizing is gemodelleerd als een plaat-model in het XY-vlak. In het gedeelte wat zich onder de wegverharding bevindt zijn de platen (donker grijs) verbonden met natte knopen (blauw) welke hier gemodelleerd zijn als orthotrope platen. In het gebied wat zich niet onder de wegverharding bevindt zijn de platen (licht grijs) onderling scharnierend verbonden.

3.2. Rekenmodel



4. Materialen

Beton EN 1992-2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m ³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]
C30/37(EN1992-2)	Beton	2500,00	1,1000e+04	0.2	4,5833e+03	0,01e-003

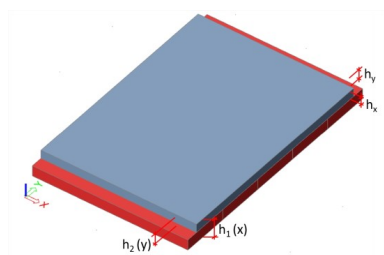
5. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E16	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E17	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E18	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E19	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E20	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E21	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E22	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E23	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E24	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E25	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E26	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E27	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E28	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E29	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E30	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E31	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E32	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E33	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E34	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E35	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E36	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E37	brede platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E38	brede platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E39	brede platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400

6. Orthotropie

OT1	
Type van orthotropie	Twee hoogtes
Materiaal	C30/37
Effectieve hoogte, h1 (x) [mm]	300
Effectieve hoogte, h2 (y) [mm]	400
Torsie reductie coeff.	1
Afschuiving reductie coeff.	1.2
D11 [MNm]	2,5781e+01
D22 [MNm]	6,1111e+01
D12 [MNm]	7,9386e+00
D33 [MNm]	1,5877e+01
D44 [MN/m]	1,1458e+03
D55 [MN/m]	1,5278e+03

Afbeelding

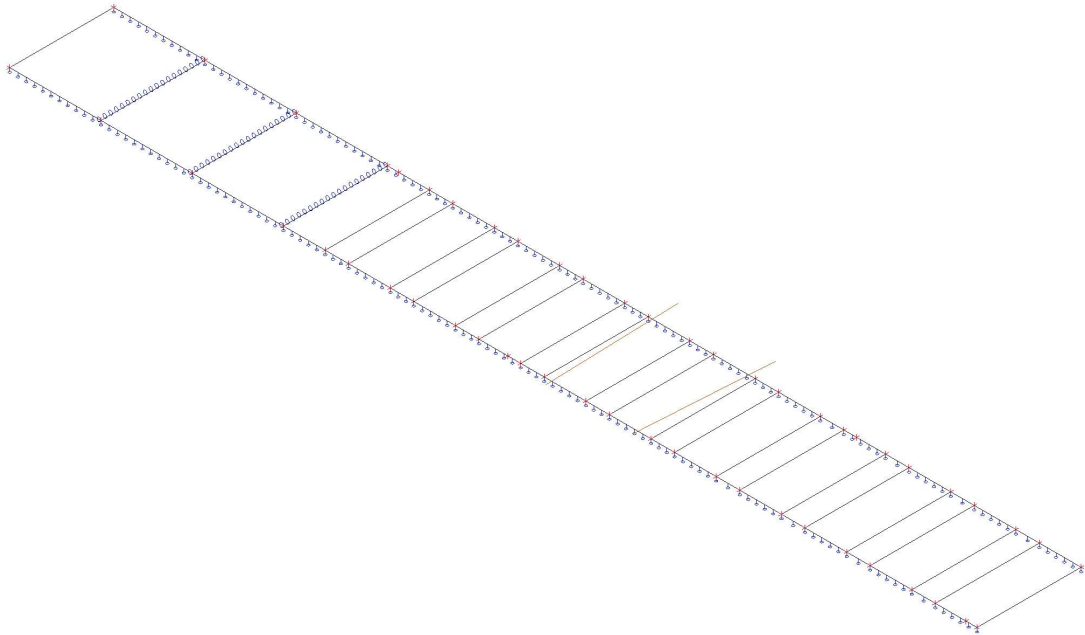


7. Belastingsgevallen

7.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
BG1	Eigen gewicht	Permanent	LG1	-Z
		Eigen gewicht		

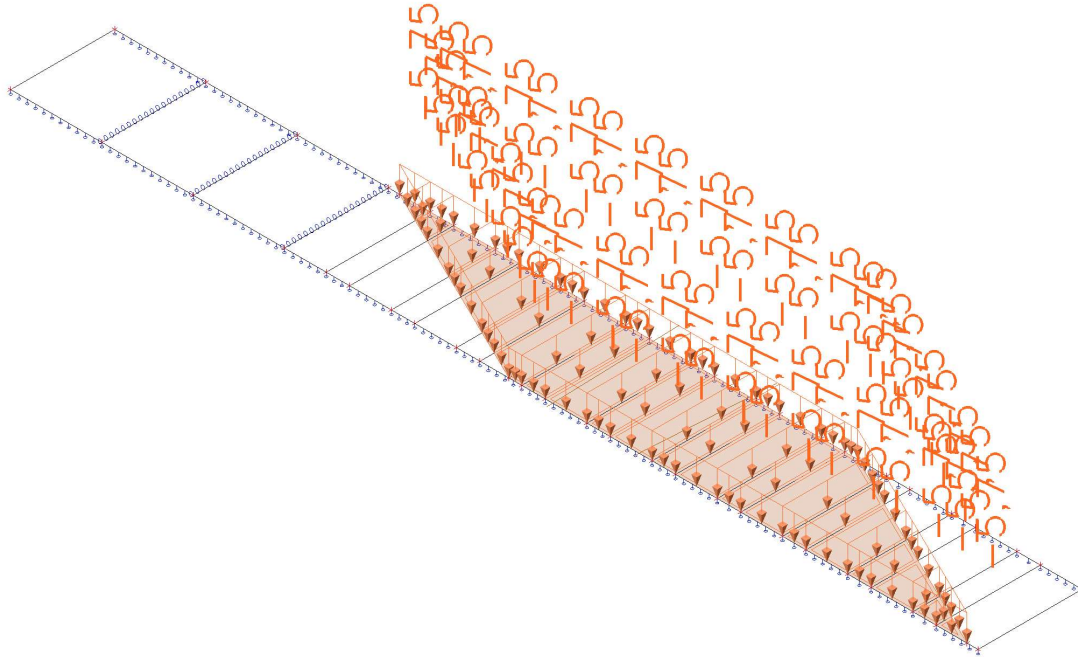
7.1.1. belasting



7.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG2	wegfundering	Permanent Standaard	LG1

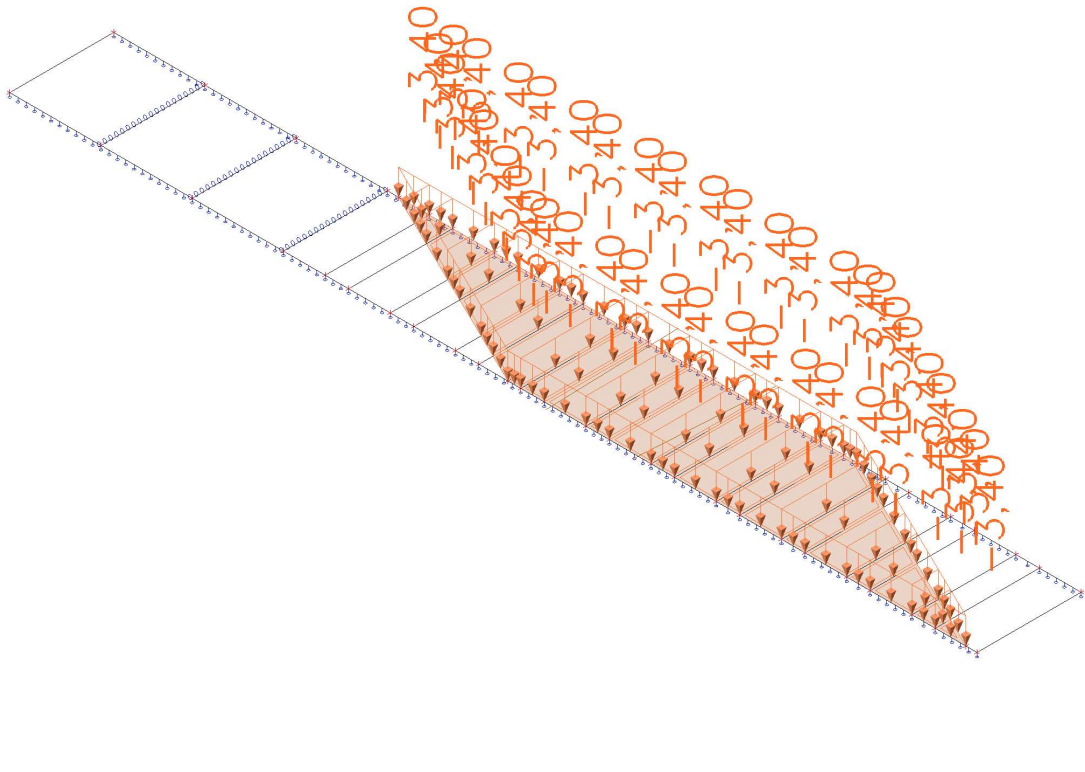
7.2.1. belasting



7.3. Belastingsgevalen - BG3

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG3	asfalt	Permanent Standaard	LG1

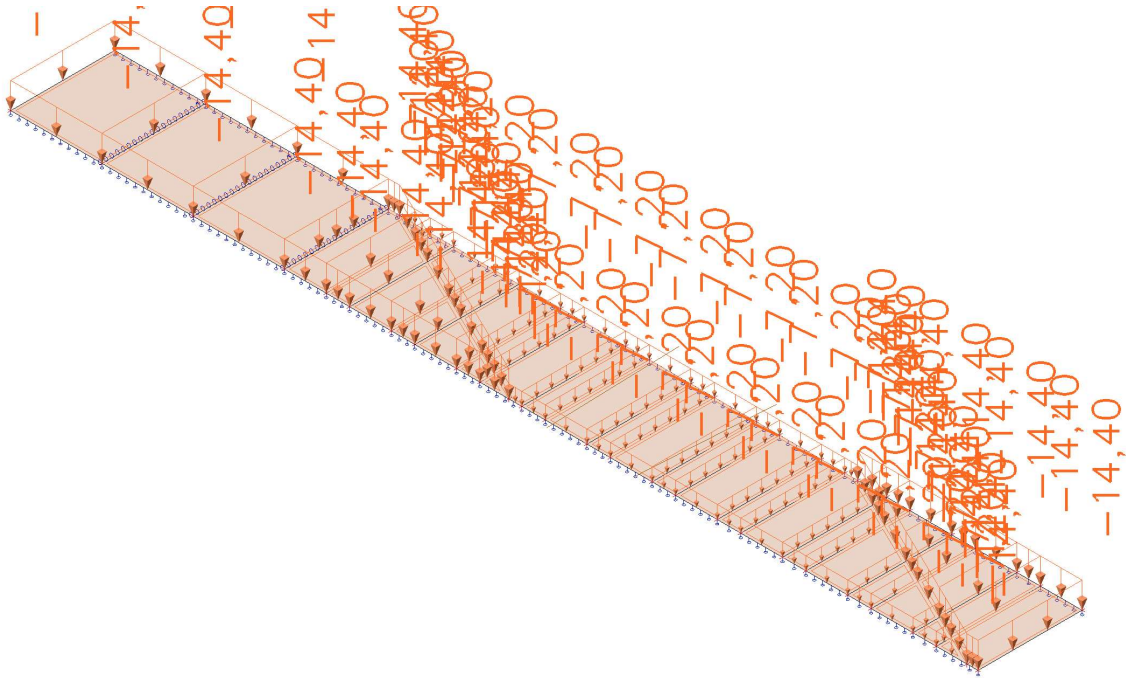
7.3.1. belasting



7.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG4	grondlichaam	Permanent	LG1
		Standaard	

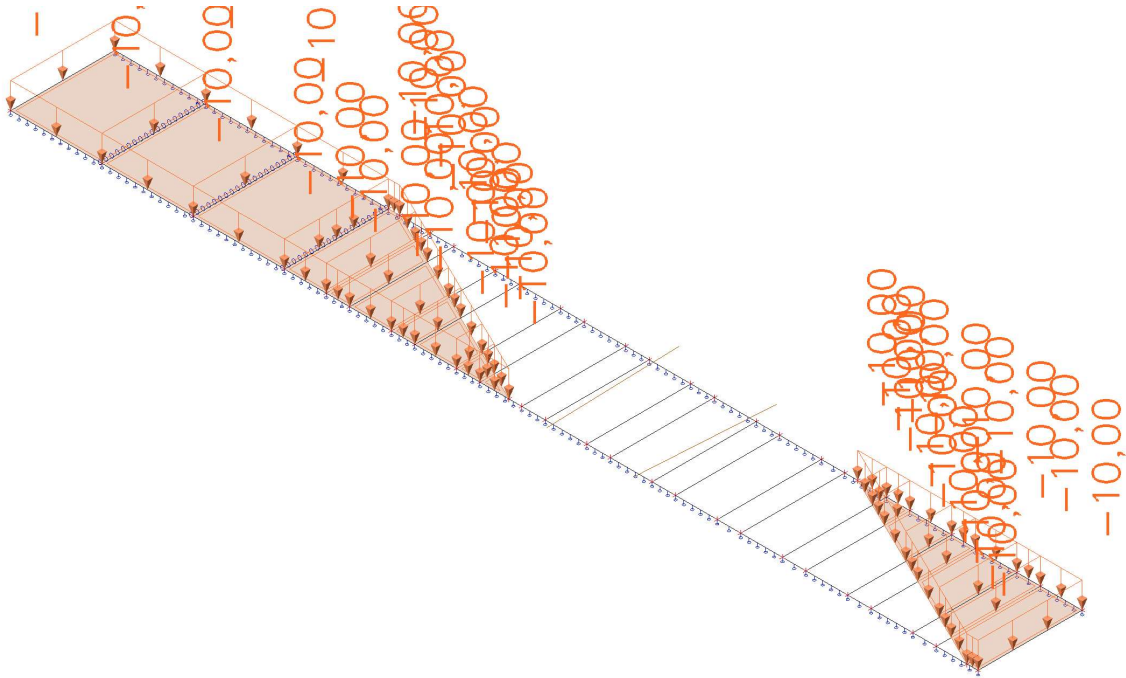
7.4.1. belasting



7.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG5	Maaiveld belasting	Permanent Standaard	LG1

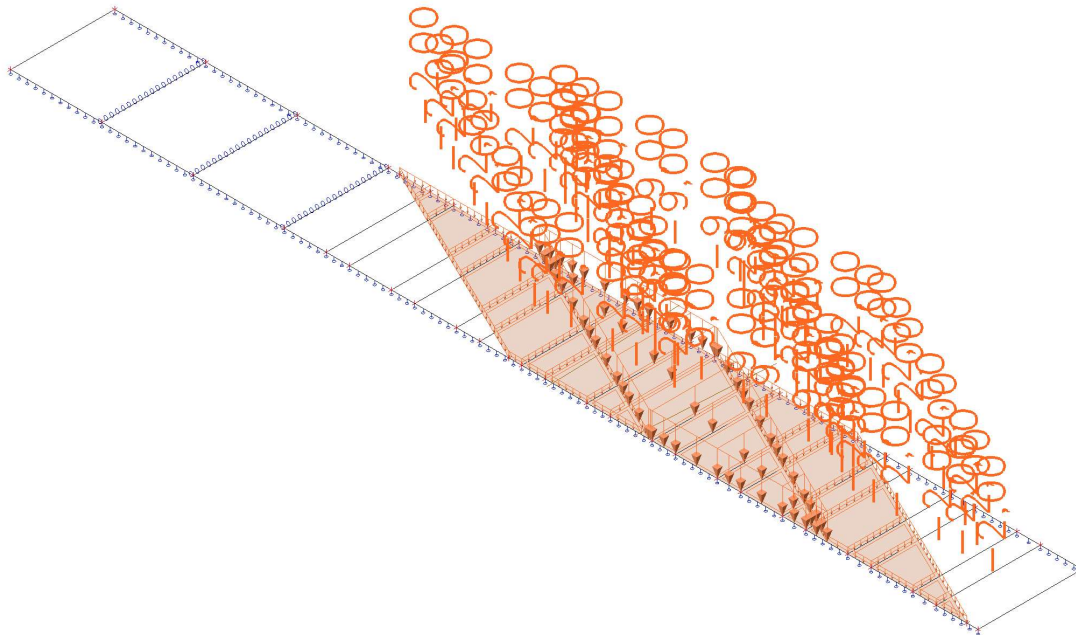
7.5.1. belasting



7.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG6	Verkeersbelasting - verdeelde belasting	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

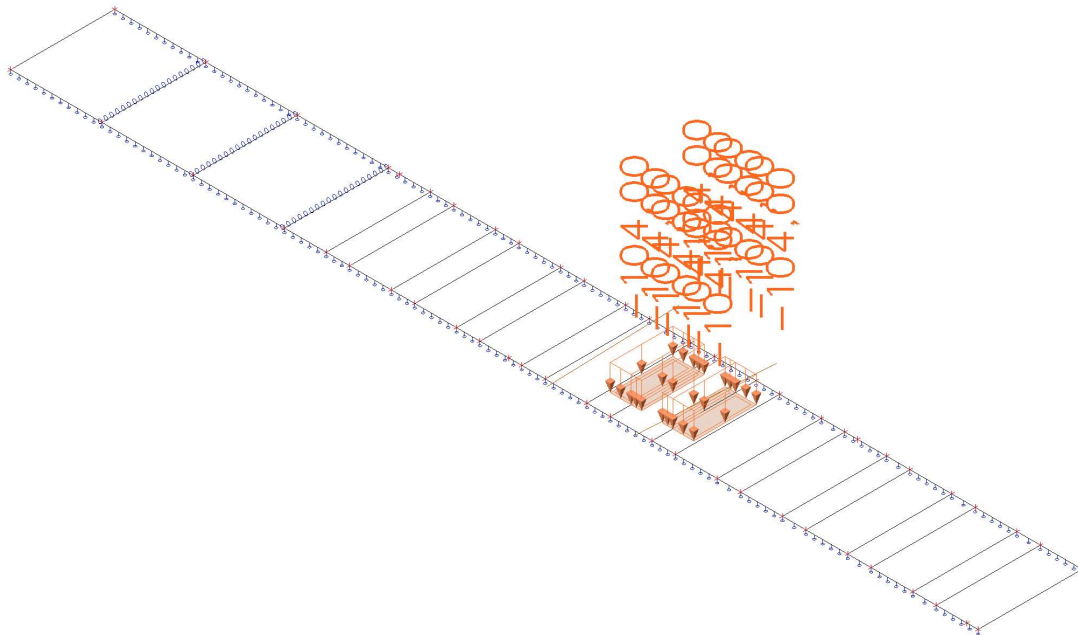
7.6.1. belasting



7.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG7	Verkeersbelasting - Aslast midden	Variabel	LG3	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

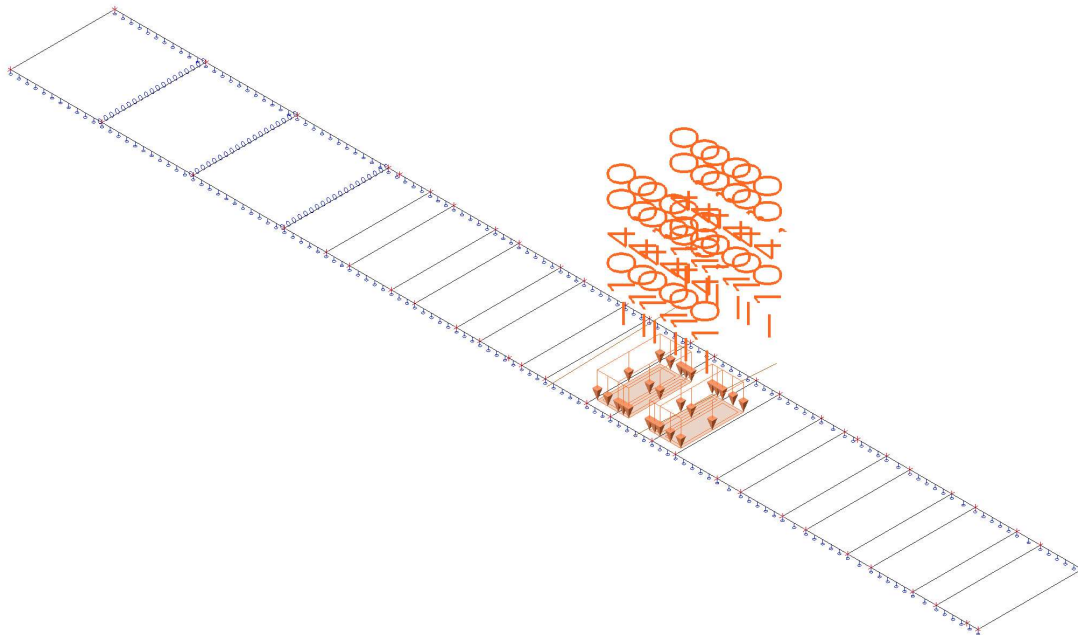
7.7.1. belasting



7.8. Belastingsgevallen - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG8	Verkeersbelasting - Aslast rand	Variabel	LG3	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

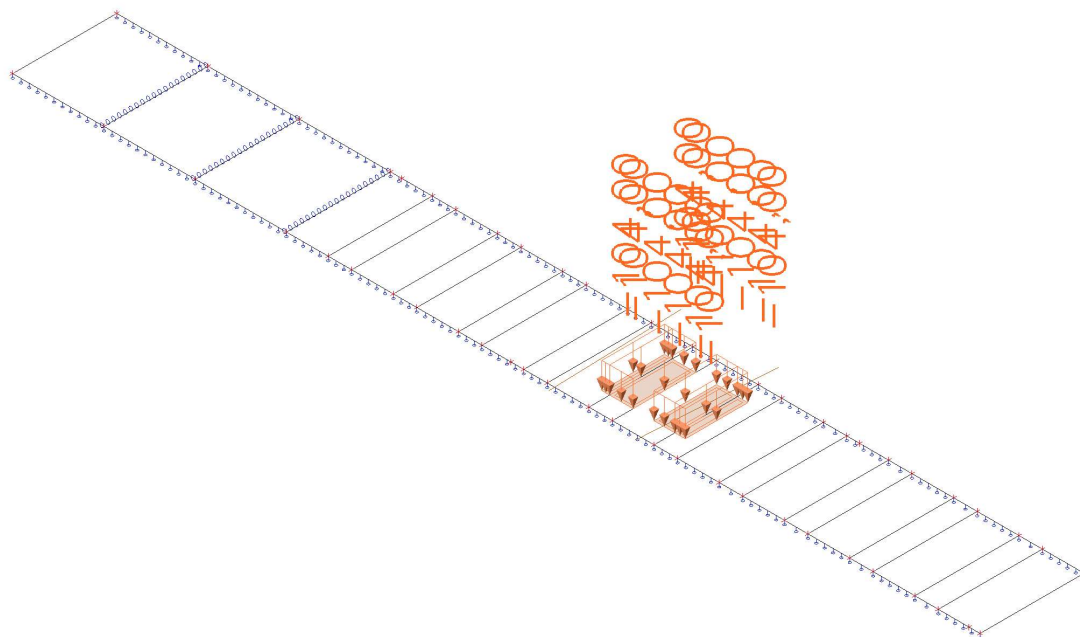
7.8.1. belasting



7.9. Belastingsgevallen - BG9

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingstype
	Spec	Belastingtype			
BG9	Verkeersbelasting - op knoop	Variabel	LG3	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

7.9.1. belasting



8. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Standaard	Cat A : Woning
LG3	Variabel	Exclusief	Cat A : Woning

9. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 6.10 a		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,30
			BG2 - wegfundering	1,30
			BG3 - asfalt	1,30
			BG4 - grondlichaam	1,30
			BG5 - Maaiveld belasting	1,30
			BG6 - Verkeersbelasting - verdeelde belasting	1,08
			BG7 - Verkeersbelasting - Aslast midden	1,08
			BG8 - Verkeersbelasting - Aslast rand	1,08
			BG9 - Verkeersbelasting - op knoop	1,08
UGT 6.10 b		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,20
			BG2 - wegfundering	1,20
			BG3 - asfalt	1,20
			BG4 - grondlichaam	1,20
			BG5 - Maaiveld belasting	1,20
			BG6 - Verkeersbelasting - verdeelde belasting	1,35
			BG7 - Verkeersbelasting - Aslast midden	1,35
			BG8 - Verkeersbelasting - Aslast rand	1,35
			BG9 - Verkeersbelasting - op knoop	1,35
BGT		Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - wegfundering	1,00
			BG3 - asfalt	1,00
			BG4 - grondlichaam	1,00
			BG5 - Maaiveld belasting	1,00
			BG6 - Verkeersbelasting - verdeelde belasting	0,80
			BG7 - Verkeersbelasting - Aslast midden	0,80
			BG8 - Verkeersbelasting - Aslast rand	0,80
			BG9 - Verkeersbelasting - op knoop	0,80

10. Resultaten UGT

10.1. Resultaten UGT - Alle UGT

Naam	Lijst
Alle UGT	UGT 6.10 a - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10 b - Omhullende - uiterst

10.1.1. 2D-verplaatsing; u_z

Waardes: u_z

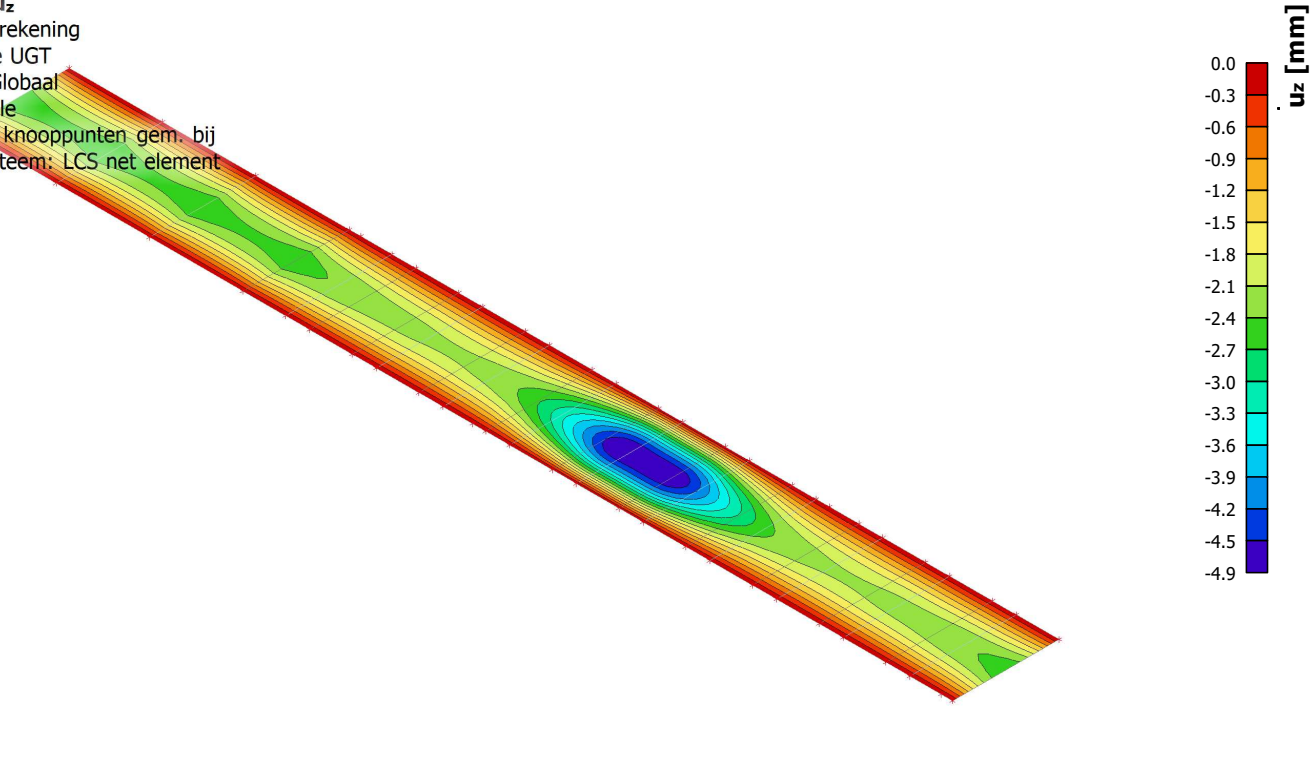
Lineaire berekening

Klasse: Alle UGT

Extreem: Globaal

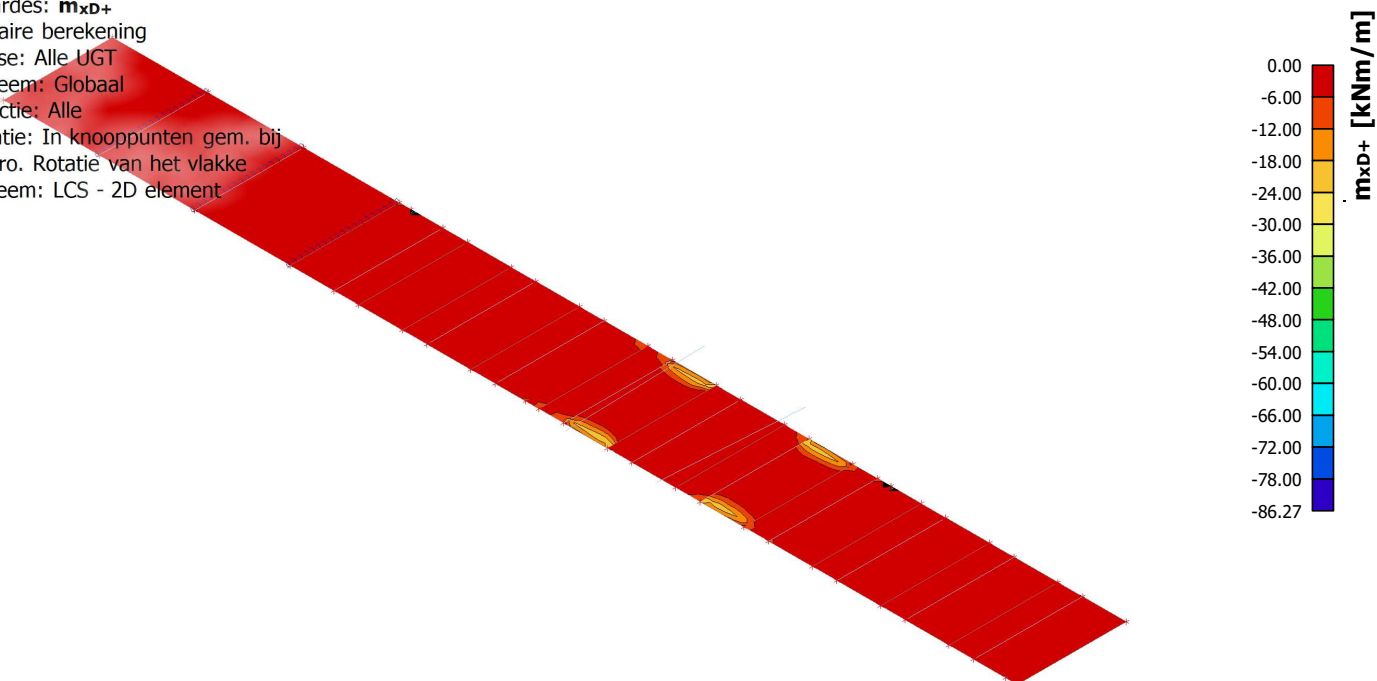
Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



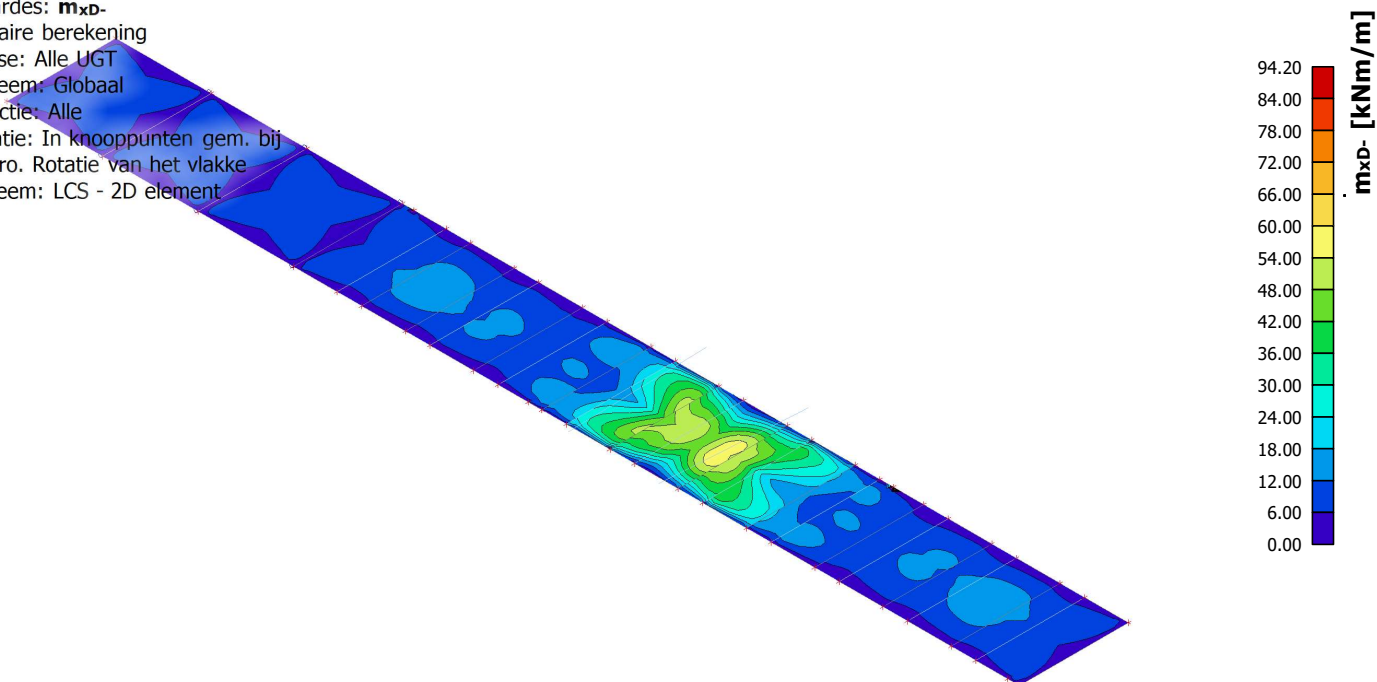
10.1.2. Interne 2D-krachten; m_{xD+}

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Rotatie van het vlakke
systeem: LCS - 2D element



10.1.3. Interne 2D-krachten; m_{xD-}

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Rotatie van het vlakke
systeem: LCS - 2D element



10.1.4. Interne 2D-krachten; m_{yD+}

Waardes: m_{yD+}

Lineaire berekening

Klasse: Alle UGT

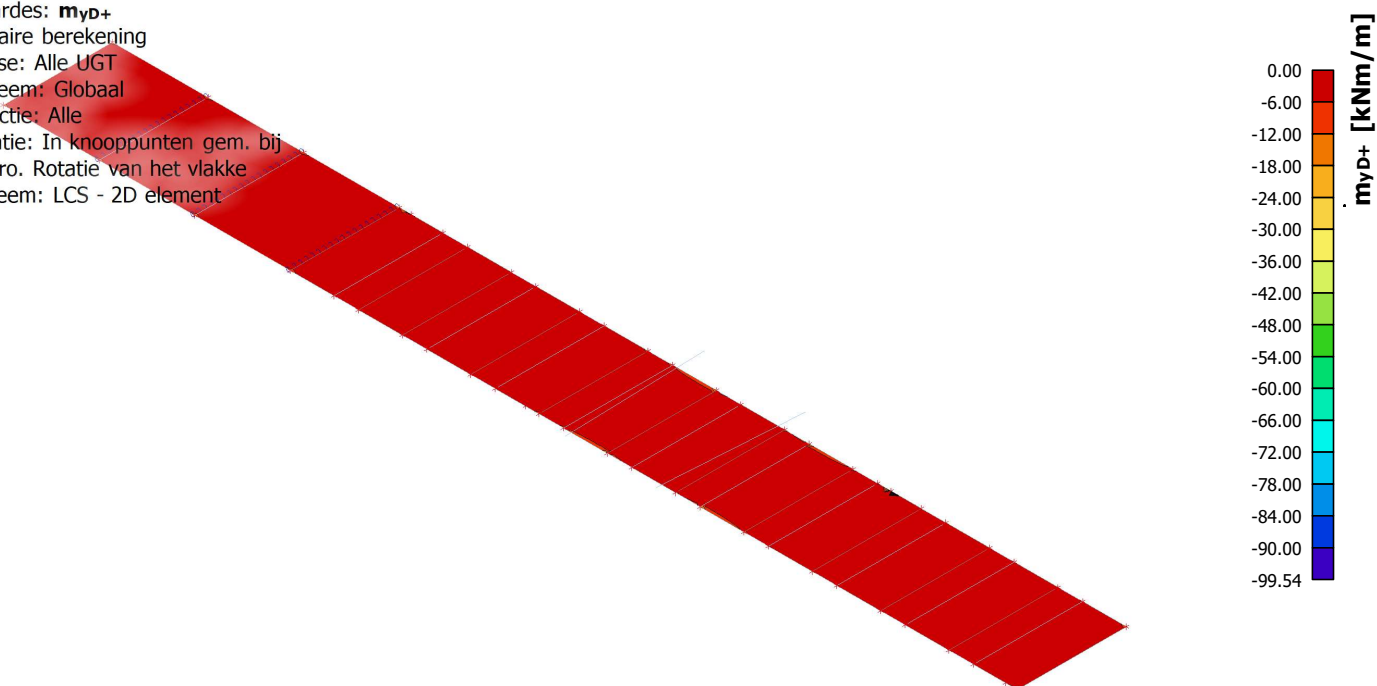
Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element



10.1.5. Interne 2D-krachten; m_{yD-}

Waardes: m_{yD-}

Lineaire berekening

Klasse: Alle UGT

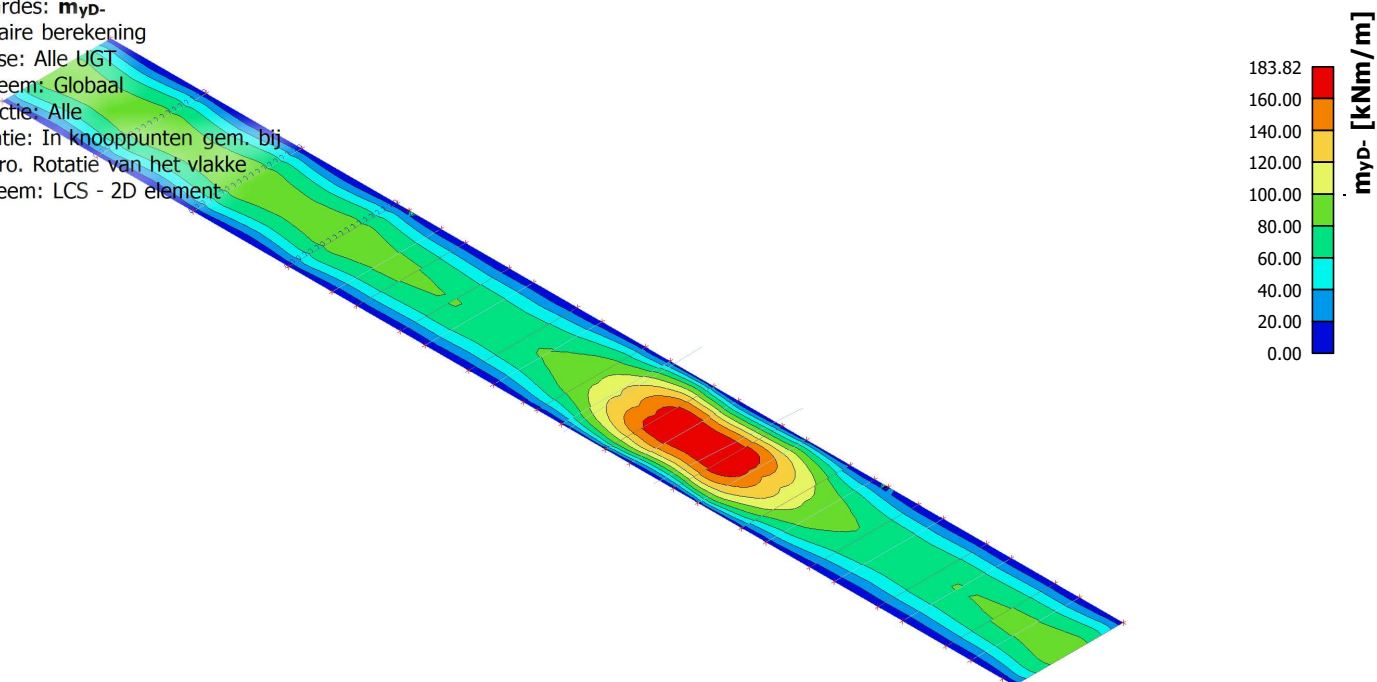
Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element



10.1.6. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x

Lineaire berekening

Klasse: Alle UGT

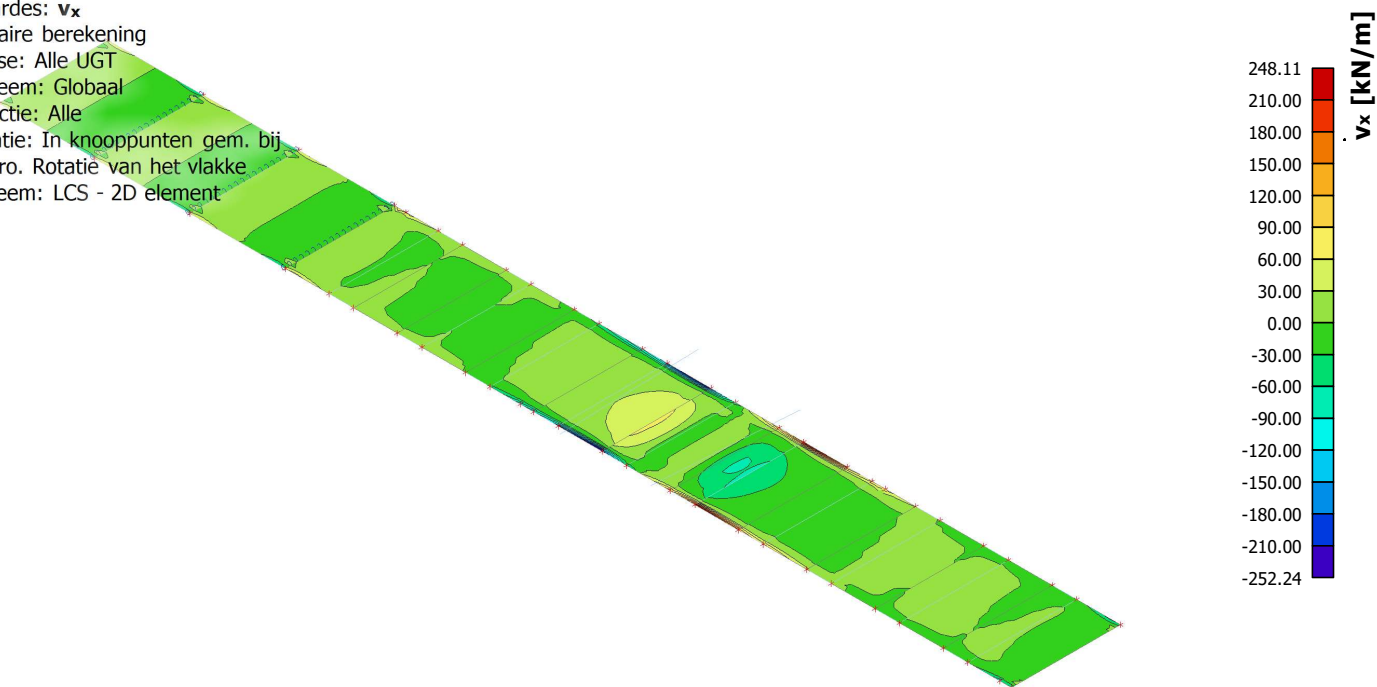
Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element



10.1.7. Interne 2D-krachten; v_y

Waardes: v_y

Lineaire berekening

Klasse: Alle UGT

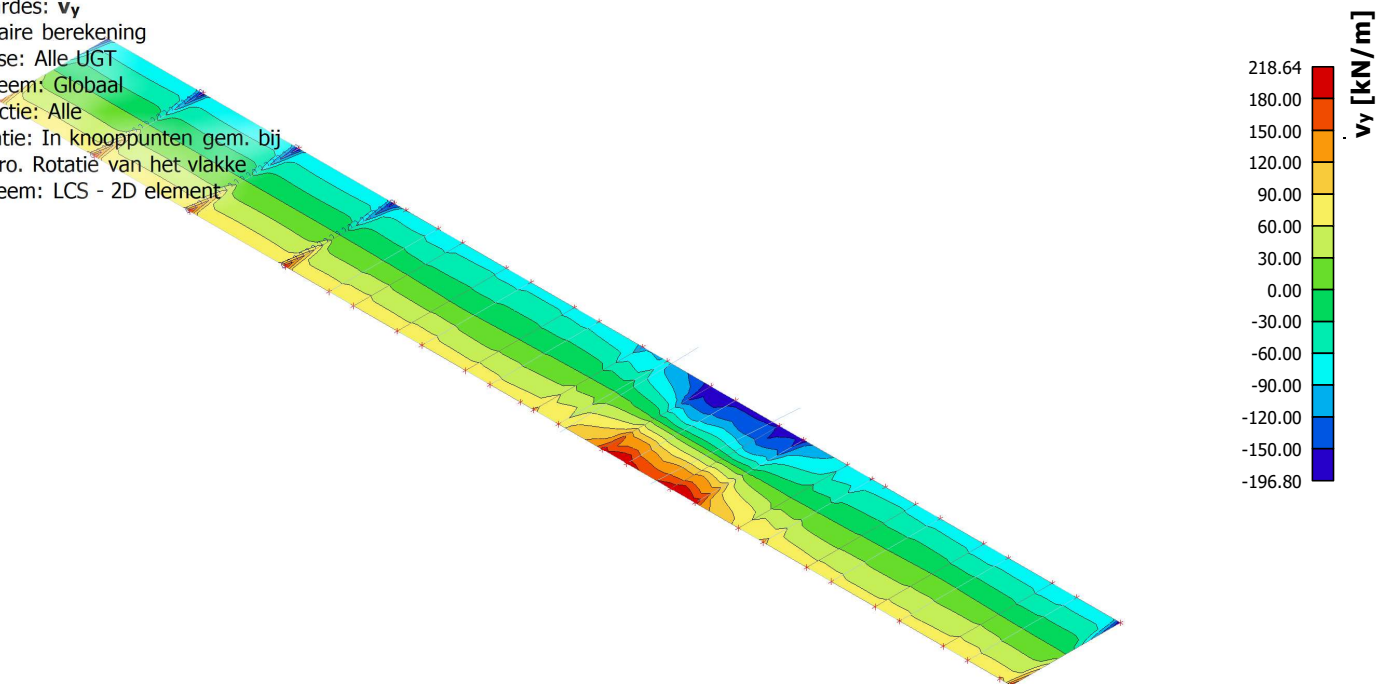
Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij

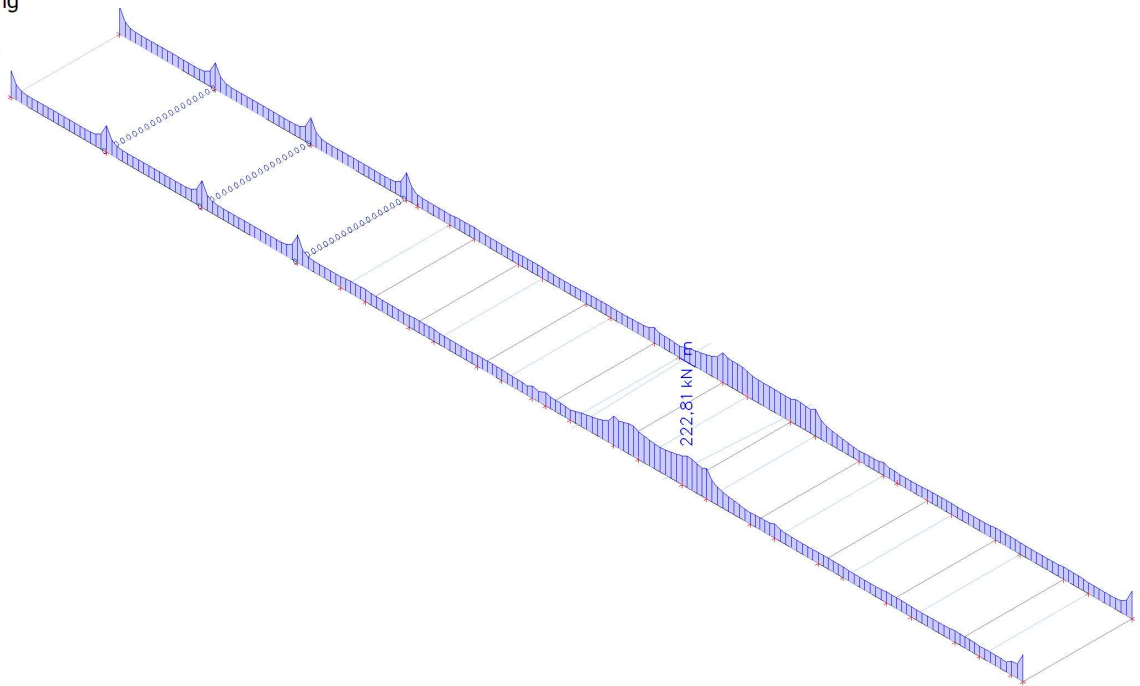
macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element



10.1.8. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



11. Resultaten BGT

11.1. Resultaten BGT - Alle BGT

Naam	Lijst
Alle BGT	BGT - Omhullende - bruikbaarheid

11.1.1. 2D-verplaatsing; u_z

Waardes: u_z

Lineaire berekening

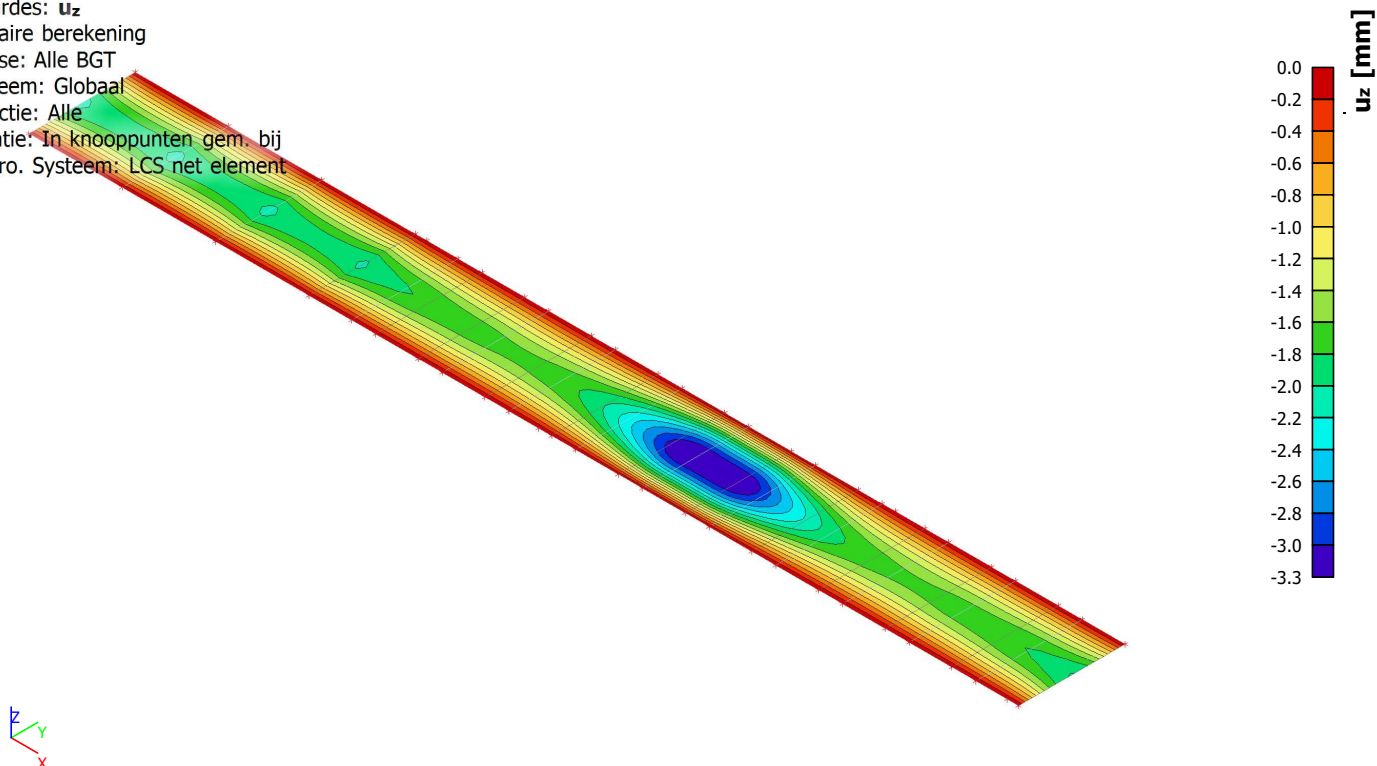
Klasse: Alle BGT

Extreem: Globaal

Selectie: Alle

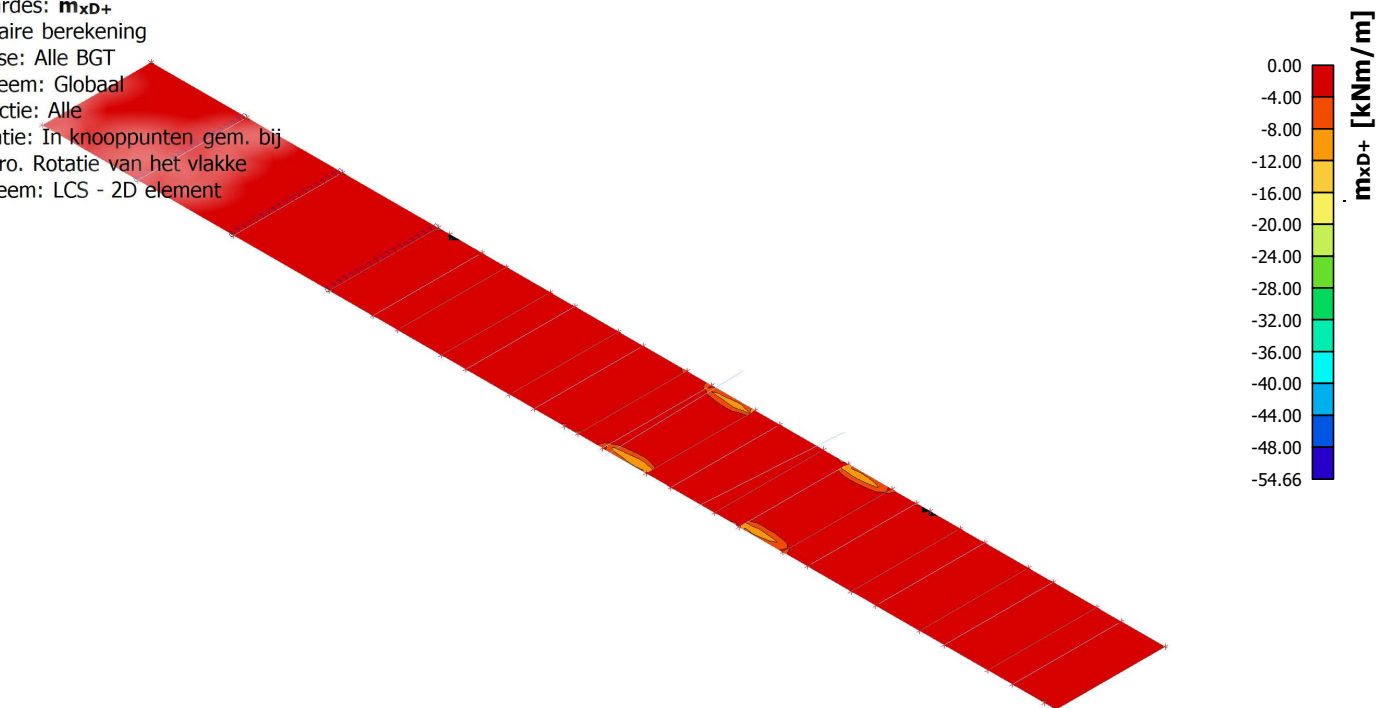
Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Systeem: LCS net element



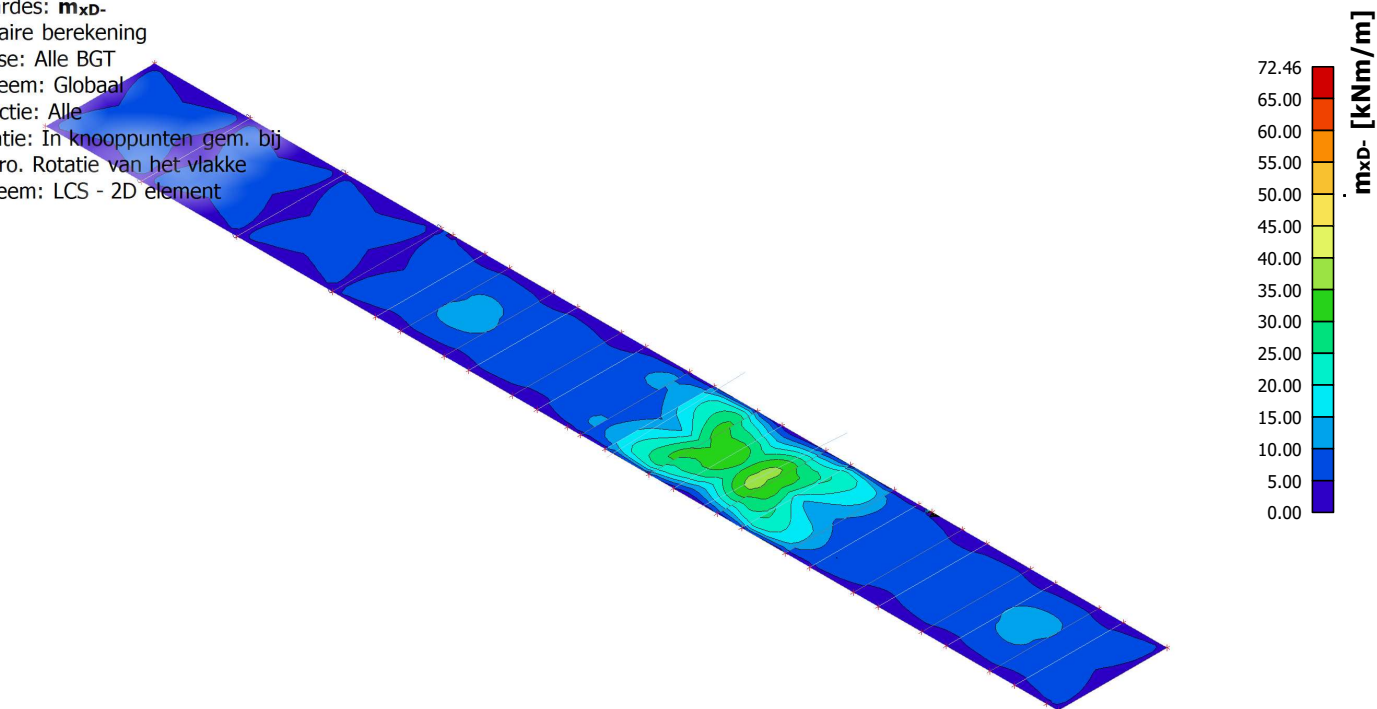
11.1.2. Interne 2D-krachten; m_{xD+}

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Rotatie van het vlakke
systeem: LCS - 2D element



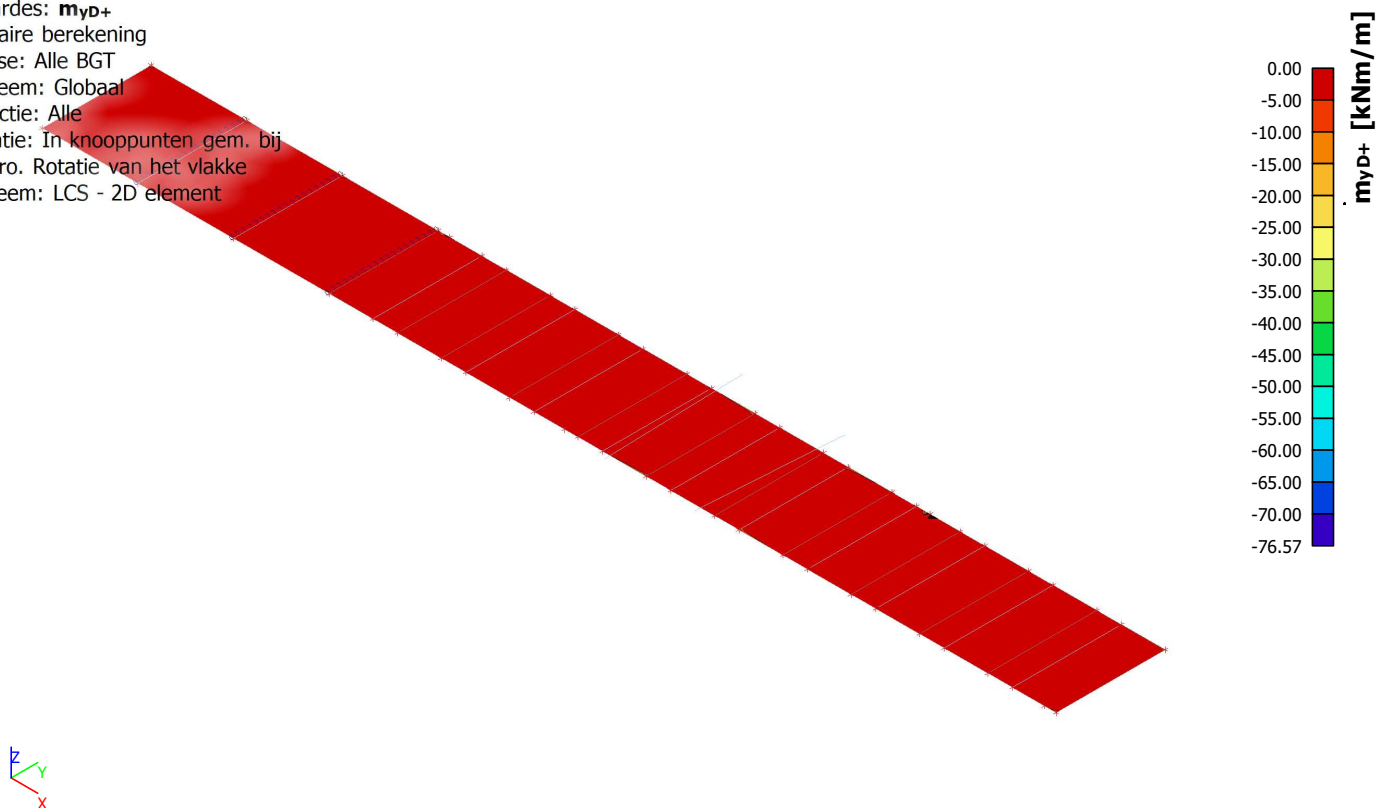
11.1.3. Interne 2D-krachten; m_{xD-}

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Rotatie van het vlakke
systeem: LCS - 2D element



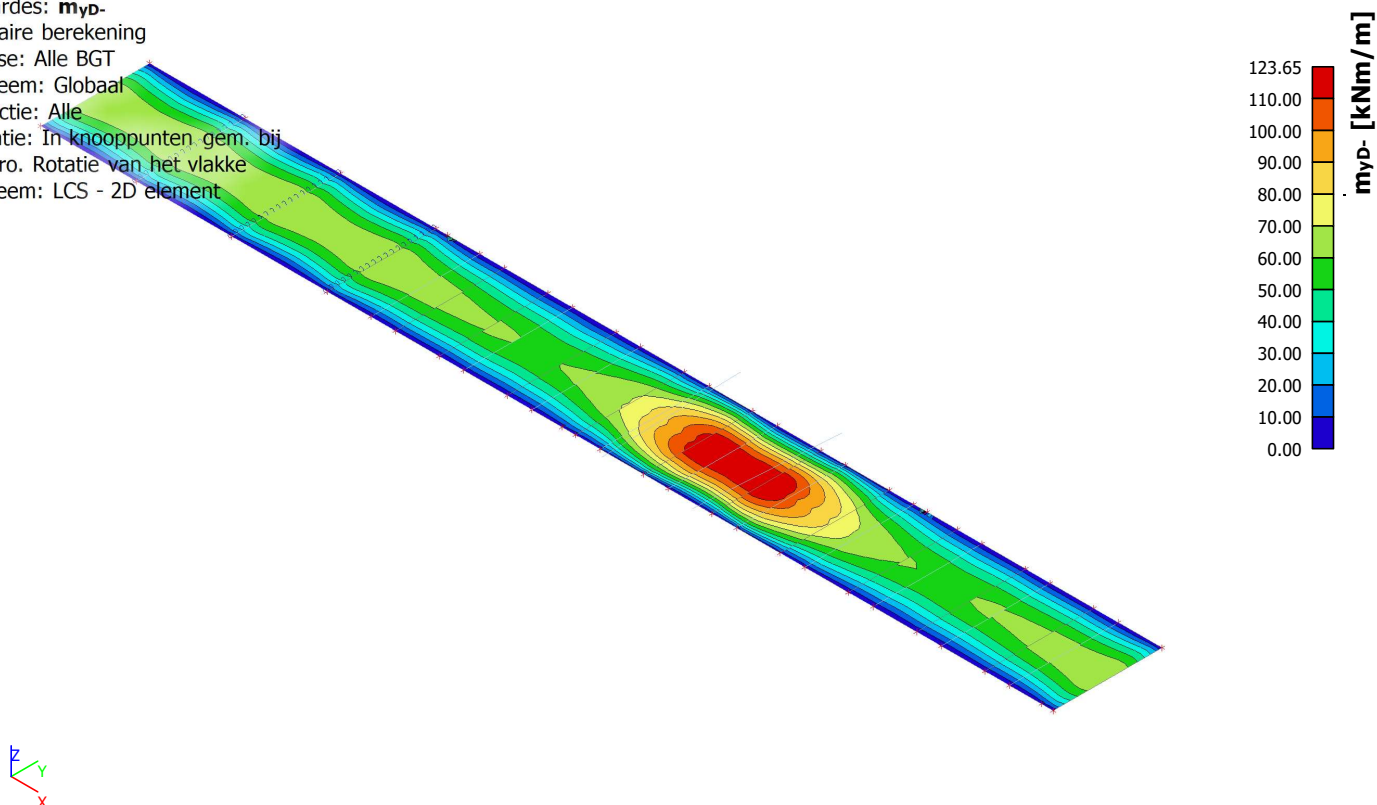
11.1.4. Interne 2D-krachten; m_{yD+}

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Rotatie van het vlakke
systeem: LCS - 2D element



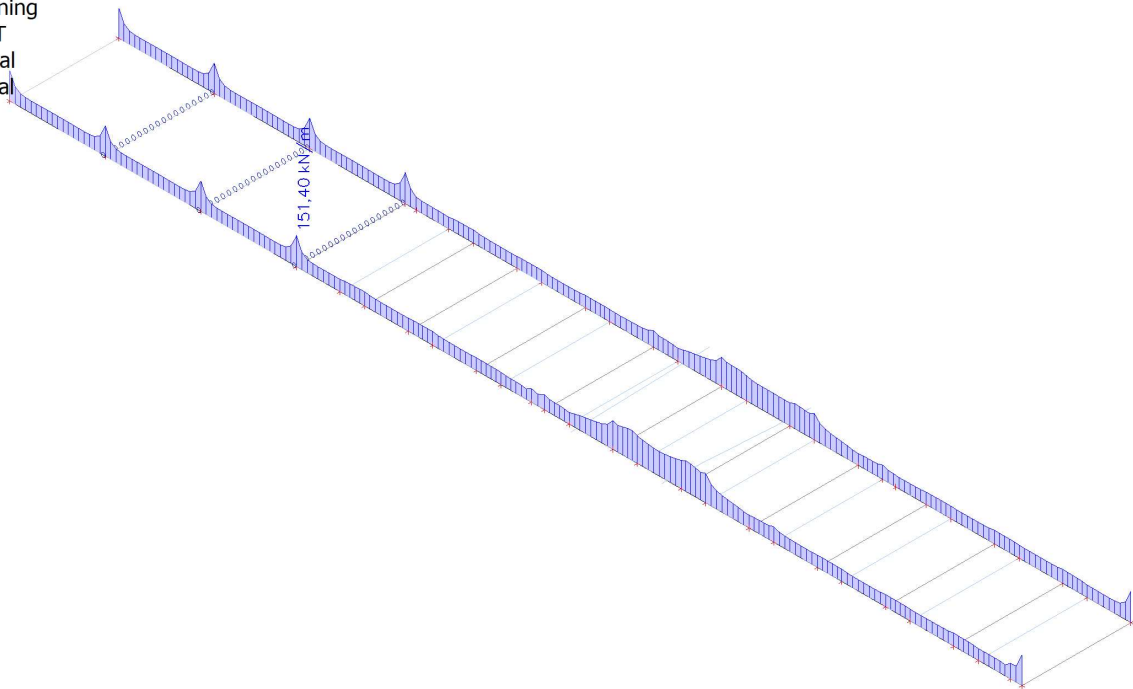
11.1.5. Interne 2D-krachten; m_{yD-}

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Rotatie van het vlakke
systeem: LCS - 2D element



11.1.6. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle





BIJLAGE: BELASTINGEN EN CONSTRUCTIEVE BEREKENINGEN

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing - Langswapening plaat**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materiaal

keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
ductiliteitsklasse staal = **B**
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²

ontwerpsituatie:
blijvend/tijdelijk

geometrie

hoogte doorsnede = **400** mm
breedte doorsnede = **1000** mm

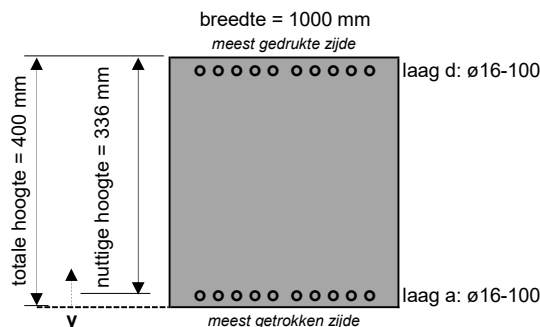
constructietype:
plaat

belastingen

duur van de belasting = **langdurend**
normaalkracht N = **0** kN
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
buigend moment M = **36** kNm
buigend moment M_{Ed} = **57** kNm } $\delta = 1,00$ (t.b.v. herverdeling moment: $0,7 < \delta < 1,0$)

wapening

constructietype = **S3**
milieuklasse trekzijde = **XD3**
profillering wapening = **geribd**
nominale dekking c_{nom} = **40** mm
gekozen dekking c_{app} = **40** mm
 $k_x = c_{app} / c_{nom}$ = **1,00** [-]



	ϕ_{km} [mm]	s [mm]	ϕ_{km} [mm]	s [mm]	A_s [mm ²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	ø16	- 100			2011	64	336
laag b							
laag c							
laag d	ø16	- 100			2011	336	64

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $\phi_{km} = 16,0$ mm

$s_r = 100$ mm

gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s, gem} = 336$ mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.

additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = **20** N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm} = **33000** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c = **17143** N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm} = **2,9** N/mm²
rek beton ϵ_{c3} = **0,175** %
rek beton ϵ_{cu3} = **0,350** %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ - ϵ diagram.

vloegrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = **435** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s = **200000** N/mm²
karakteristieke rek ϵ_{uk} = **5,000** %
rekenwaarde rek $\epsilon_{ud} = 0,9 \times \epsilon_{uk}$ = **4,500** %
rek bij vloeien staal ϵ_{spl} = **0,217** %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u = **61** mm
breukmoment M_{Rd} = **275** kNm
aanwezig moment M_{Ed} = **57** kNm } toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{57 \text{ kNm}}{275 \text{ kNm}} = 0,21 < 1,00 \rightarrow \text{OK}$

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = **1,00** $\geq 0,7 \rightarrow \text{OK}$

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{61 \text{ mm}}{336 \text{ mm}} = 0,18 < 0,53 \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s, min}$ = **558** mm² $\rightarrow \text{OK}$

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r = **200** mm
scheurmoment M_r = **90** kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep} = **98** mm
max. staalsp. σ_s = **60** N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b = **2,10** N/mm² < $k_1 \times f_{ck}$ = **18** N/mm² Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b = **2,10** N/mm² < $k_2 \times f_{ck}$ = **14** N/mm² Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$ = **90** N/mm² < $k_3 \times f_{yk}$ = **400** N/mm² Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = **0,09** mm
max. scheurafstand $s_{r, max}$ = **327** mm
tabel 7.1N $\rightarrow w_{max}$ = **0,20** mm $\geq \frac{w_k}{k_x} = \frac{0,09 \text{ mm}}{1,00} = 0,09 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s, min}$ = **431** mm² $\rightarrow \text{OK}$

CONCLUSIE

► toets UGT: OK

► toets BGT: OK

project: **Markiezzaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluising - langswapening natte knoop**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materiaal

keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
ductiliteitsklasse staal = **B**
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²

ontwerpsituatie:
blijvend/tijdelijk

geometrie

hoogte doorsnede = **300** mm
breedte doorsnede = **1000** mm

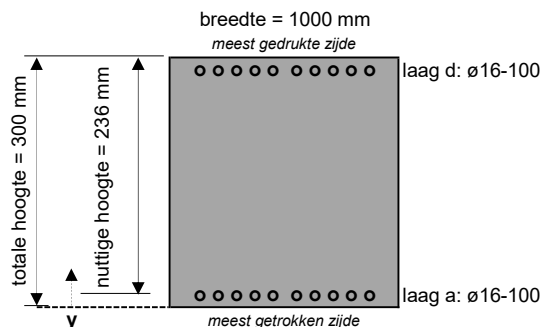
constructietype:
plaat

belastingen

duur van de belasting = **langdurend**
normaalkracht N = **0** kN
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
buigend moment M = **47** kNm
buigend moment M_{Ed} = **74** kNm } $\delta = 1,00$ (t.b.v. herverdeling moment: $0,7 < \delta < 1,0$)

wapening

constructietype = **S3**
milieuklasse trekzijde = **XD3**
profillering wapening = **geribd**
nominale dekking c_{nom} = **40** mm
gekozen dekking c_{app} = **40** mm
 $k_x = c_{app} / c_{nom}$ = **1,00** [-]



	$\emptyset_{km}$ [mm]	s [mm]	$\emptyset_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm ²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	ø16	- 100			2011	64	236
laag b							
laag c							
laag d	ø16	- 100			2011	236	64

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $\emptyset_{km} = 16,0$ mm

$s_r = 100$ mm

gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s, gem} = 236$ mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.

additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = **20** N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm} = **33000** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c = **17143** N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm} = **2,9** N/mm²
rek beton ϵ_{c3} = **0,175** %
rek beton ϵ_{cu3} = **0,350** %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ - ϵ diagram.

vloegrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = **435** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s = **200000** N/mm²
karakteristieke rek ϵ_{uk} = **5,000** %
rekenwaarde rek $\epsilon_{ud} = 0,9 \times \epsilon_{uk}$ = **4,500** %
rek bij vloeien staal ϵ_{spl} = **0,217** %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u = **61** mm
breukmoment M_{Rd} = **188** kNm
aanwezig moment M_{Ed} = **74** kNm } toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{74 \text{ kNm}}{188 \text{ kNm}} = 0,39 < 1,00 \rightarrow \text{OK}$

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = **1,00** $\geq 0,73 \rightarrow \text{OK}$

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{61 \text{ mm}}{236 \text{ mm}} = 0,26 < 0,53 \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s, min}$ = **500** mm² $\rightarrow \text{OK}$

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r = **150** mm
scheurmoment M_r = **50** kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep} = **81** mm
max. staalsp. σ_s = **114** N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b = **5,03** N/mm² < $k_1 \times f_{ck}$ = **18** N/mm² Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b = **5,03** N/mm² < $k_2 \times f_{ck}$ = **14** N/mm² Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$ = **144** N/mm² < $k_3 \times f_{yk}$ = **400** N/mm² Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = **0,14** mm
max. scheurafstand $s_{r, max}$ = **289** mm
tabel 7.1N $\rightarrow w_{max}$ = **0,20** mm $\geq \frac{w_k}{k_x} = \frac{0,14 \text{ mm}}{1,00} = 0,14 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s, min}$ = **348** mm² $\rightarrow \text{OK}$

CONCLUSIE

► toets UGT: OK
► toets BGT: OK

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing - dwarswapening plaat**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materiaal

keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
ductiliteitsklasse staal = **B**
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²

ontwerpsituatie:
blijvend/tijdelijk

geometrie

hoogte doorsnede = **400** mm
breedte doorsnede = **1000** mm

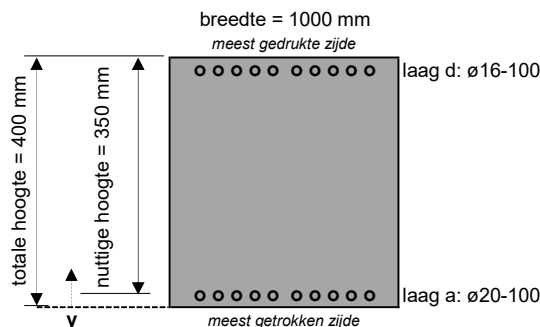
constructietype:
plaat

belastingen

duur van de belasting = **langdurend**
normaalkracht N = **0** kN
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
buigend moment M = **120** kNm
buigend moment M_{Ed} = **218** kNm } $\delta = 1,00$ (t.b.v. herverdeling moment: $0,7 < \delta < 1,0$)

wapening

constructietype = **S3**
milieuklasse trekzijde = **XD3**
profillering wapening = **geribd**
nominale dekking c_{nom} = **40** mm
gekozen dekking c_{app} = **40** mm
 $k_x = c_{app} / c_{nom}$ = **1,00** [-]



	ϕ_{km} [mm]	s [mm]	ϕ_{km} [mm]	s [mm]	A_s [mm ²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	ø20	- 100			3142	50	350
laag b							
laag c							
laag d	ø16	- 100			2011	350	50

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $\phi_{km} = 20,0$ mm

$s_r = 100$ mm

gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s, gem} = 350$ mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.

additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = **20** N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm} = **33000** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c = **17143** N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm} = **2,9** N/mm²
rek beton ϵ_{c3} = **0,175** %
rek beton ϵ_{cu3} = **0,350** %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ - ϵ diagram.

vloegrens staal $f_{yk} = f_{yk} / \gamma_s$ = **435** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s = **200000** N/mm²
karakteristieke rek ϵ_{uk} = **5,000** %
rekenwaarde rek $\epsilon_{ud} = 0,9 \times \epsilon_{uk}$ = **4,500** %
rek bij vloeien staal ϵ_{spl} = **0,217** %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u = **67** mm
breukmoment M_{Rd} = **434** kNm
aanwezig moment M_{Ed} = **218** kNm } toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{218 \text{ kNm}}{434 \text{ kNm}} = 0,5 < 1,00 \rightarrow \text{OK}$

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = **1,00** $\geq 0,7 \rightarrow \text{OK}$

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{67 \text{ mm}}{350 \text{ mm}} = 0,19 < 0,53 \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s, min}$ = **584** mm² $\rightarrow \text{OK}$

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r = **204** mm
scheurmoment M_r = **99** kNm, gescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep} = **118** mm
max. staalsp. σ_s = **124** N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b = **5,34** N/mm² < $k_1 \times f_{ck}$ = **18** N/mm² Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b = **5,34** N/mm² < $k_2 \times f_{ck}$ = **14** N/mm² Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$ = **154** N/mm² < $k_3 \times f_{yk}$ = **400** N/mm² Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = **0,13** mm
max. scheurafstand $s_{r, max}$ = **238** mm (VARCE 10 niet maatgevend)
tabel 7.1N $\rightarrow w_{max}$ = **0,20** mm $\geq \frac{w_k}{k_x} = \frac{0,13 \text{ mm}}{1,00} = 0,13 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s, min}$ = **422** mm² $\rightarrow \text{OK}$

CONCLUSIE

► toets UGT: OK
► toets BGT: OK

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing - dwarswapening natte knoop**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materiaal

keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
ductiliteitsklasse staal = **B**
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²

ontwerpsituatie:
blijvend/tijdelijk

geometrie

hoogte doorsnede = **300** mm
breedte doorsnede = **1000** mm

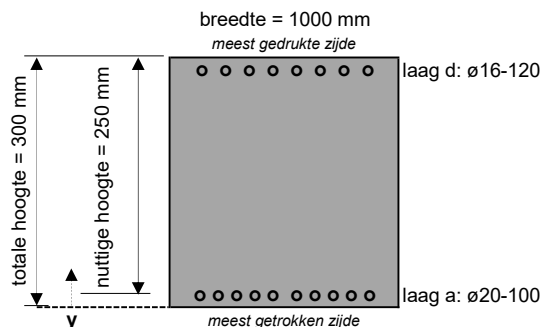
constructietype:
plaat

belastingen

duur van de belasting = **langdurend**
normaalkracht N = **0** kN
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
buigend moment M = **123** kNm
buigend moment M_{Ed} = **183** kNm } $\delta = 1,00$ (t.b.v. herverdeling moment: $0,7 < \delta < 1,0$)

wapening

constructietype = **S3**
milieuklasse trekzijde = **XD3**
profillering wapening = **geribd**
nominale dekking c_{nom} = **40** mm
gekozen dekking c_{app} = **40** mm
 $k_x = c_{app} / c_{nom}$ = **1,00** [-]



	$\emptyset_{km}$ [mm]	s [mm]	$\emptyset_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm ²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	ø20	- 100			3142	50	250
laag b							
laag c							
laag d	ø16	- 120			1676	250	50

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $\emptyset_{km} = 20,0$ mm

$s_r = 100$ mm

gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s, gem} = 250$ mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.

additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = **20** N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm} = **33000** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c = **17143** N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm} = **2,9** N/mm²
rek beton ϵ_{c3} = **0,175** %
rek beton ϵ_{cu3} = **0,350** %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ - ϵ diagram.

vloegrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = **435** N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s = **200000** N/mm²
karakteristieke rek ϵ_{uk} = **5,000** %
rekenwaarde rek $\epsilon_{ud} = 0,9 \times \epsilon_{uk}$ = **4,500** %
rek bij vloeien staal ϵ_{spl} = **0,217** %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u = **69** mm
breukmoment M_{Rd} = **298** kNm
aanwezig moment M_{Ed} = **183** kNm } toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{183 \text{ kNm}}{298 \text{ kNm}} = 0,61 < 1,00 \rightarrow \text{OK}$

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = **1,00** $\geq 0,74 \rightarrow \text{OK}$

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{69 \text{ mm}}{250 \text{ mm}} = 0,28 < 0,53 \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s, min}$ = **474** mm² $\rightarrow \text{OK}$

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r = **155** mm
scheurmoment M_r = **56** kNm, gescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep} = **97** mm
max. staalsp. σ_s = **182** N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b = **9,82** N/mm² < $k_1 \times f_{ck}$ = **18** N/mm² Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b = **9,82** N/mm² < $k_2 \times f_{ck}$ = **14** N/mm² Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$ = **212** N/mm² < $k_3 \times f_{yk}$ = **400** N/mm² Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = **0,19** mm
max. scheurafstand $s_{r, max}$ = **209** mm (VARCE 10 niet maatgevend)
tabel 7.1N $\rightarrow w_{max}$ = **0,20** mm $\geq \frac{w_k}{k_x} = \frac{0,19 \text{ mm}}{1,00} = 0,19 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s, min}$ = **336** mm² $\rightarrow \text{OK}$

CONCLUSIE

► toets UGT: OK
► toets BGT: OK

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Dwarskracht wapening - plaat**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **opsteller**
datum opmaak: 4-4-2022

CONTROLE OP DWARSKRACHT RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE

De berekening is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1 + C2:2011, met NB:2011. Deze spreadsheet is niet geldig voor gedrongen constructies.

INVOER

algemeen

ontwerpsituatie = **blijvend/tijdelijk**
constructietype: = **plaat**

materialen

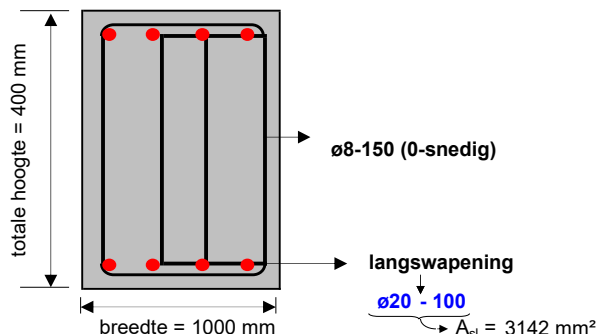
keuze betonkwaliteit = **C 30 / 37**
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²
drukdiagonaal maatgevend? = **nee**

geometrie

hoogte doorsnede h = **400** mm
breedte doorsnede b = **1000** mm
nuttige hoogte d = **332** mm

belastingen

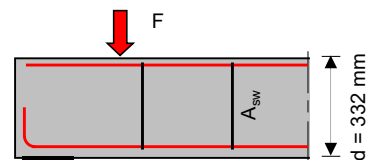
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
dwarskracht V_{Ed} = **170** kN



Staat een belasting F binnen een afstand van $0,5d < a < 2,0d$ van de rand van de oplegging? → **nee**

beugelwapening

aantal sneden beugel n = **0**
diameter beugel ϕ_{bgl} = **ø8** mm
beugelaafstand s_{bgl} = **150** mm
dekking op de beugel c = **50** mm
→ $A_{sw} = 0$ mm²
} $A_{bgl} = 0,00$ mm²/mm



gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = **20** N/mm²
betontreksterkte f_{ctd} = **1,35** N/mm² (met $\alpha_{ct} = 1$)

gegevens staal

rekenwaarde vloeigrens f_{ywd} = **435** N/mm²
langswap. verhouding ρ_1 = **0,0095**
helling van de beugel α = **90°** (verticale beugels)

UITVOER

capaciteit beton

coëfficiënt $C_{Rd,c}$ = **0,12** (met $\gamma_c = 1,5$)
coëfficiënt k_1 = **0,15** (artikel 6.2.2)
coëfficiënt $v_1 = v$ = **0,53** (artikel 6.2.3)

capaciteit staal

inwendige hefboomsarm z = **299** mm
min. vereiste beugelwap. = **0,00** mm²/mm (plaat)
hoek drukdiagonaal θ_{sw} = **21,8°** (van de gekozen beugelwap.)
gekozen drukdiagonaal θ_h = **45,0°** ($21,8° \leq \theta \leq 45°$)

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,78$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,45$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / [b \times h] = 0,00 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \alpha_{cw} = 1,00$$

$$\sigma_{cp,afgeperkt} = 0,2 \times f_{cd} = 4,00 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \times \frac{A_{sw}}{s} \times z \times \cot \theta = 0 \text{ kN (vergelijking 6.13)}$$

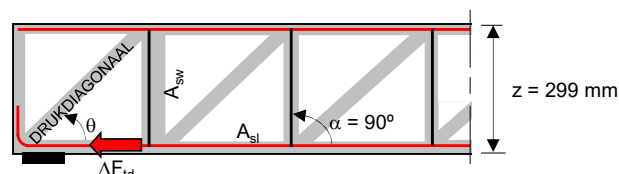
De capaciteit van het beton wordt berekend conform artikel 6.2.2.

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d = 216 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = [v_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d = 151 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = 1579 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 216 \text{ kN}$$



$$\text{benodigde beugels } A_{ben} = \frac{V_{Ed}}{z \times \cot \theta \times f_{ywd}} = \frac{170 \text{ kN}}{299 \text{ mm} \times \cot(45°) \times 435 \text{ N/mm}^2} = 1,31 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Voor de ongescheurde delen is de dwarskrachtcapaciteit begrensd door de treksterkte van het beton. Hierbij geldt $\alpha_1 = 1$.

$$V_{Rd,c,ongescheurd} = \frac{l_y \times b_w}{s} \times \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_1 \times \sigma_{cp} \times f_{ctd}} = 360 \text{ kN}$$

CONCLUSIE

capaciteit beton van $V_{Rd,c}$ = **216 kN** > **170 kN** → Voldoet, beugels zijn niet strikt noodzakelijk.

$$\text{capaciteit beugels } \frac{A_{ben}}{A_{bgl}} = \frac{n.v.t.}{0,00 \text{ mm}^2/\text{mm}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{170 \text{ kN}}{n.v.t.}$$

$$\text{bijkomende trekkracht } \Delta F_{td} = 0,5 \times V_{Ed} \times [\cot \theta - \cot \alpha] = 0 \text{ kN}$$

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing dwarskrachtwapening - natte knoop**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **opsteller**
datum opmaak: 4-4-2022

CONTROLE OP DWARSKRACHT RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE

De berekening is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1 + C2:2011, met NB:2011. Deze spreadsheet is niet geldig voor gedrongen constructies.

INVOER

algemeen

ontwerpsituatie = **blijvend/tijdelijk**
constructietype: = **plaat**

materialen

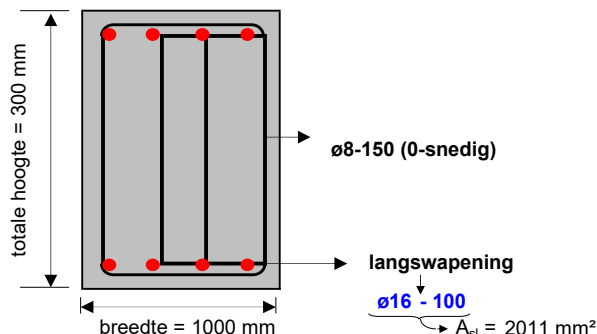
keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²
drukdiagonaal maatgevend? = **nee**

geometrie

hoogte doorsnede h = **300** mm
breedte doorsnede b = **1000** mm
nuttige hoogte d = **234** mm

belastingen

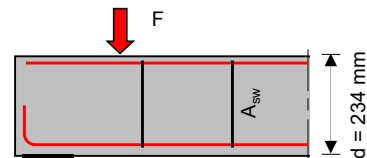
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
dwarskracht V_{Ed} = **100** kN



Staat een belasting F binnen een afstand van $0,5d < a < 2,0d$ van de rand van de oplegging? → **nee**

beugelwapening

aantal sneden beugel n = **0**
diameter beugel ϕ_{bgl} = **ø8** mm
beugelaafstand s_{bgl} = **150** mm
dekking op de beugel c = **50** mm
→ $A_{sw} = 0 \text{ mm}^2$
→ $A_{bgl} = 0,00 \text{ mm}^2/\text{mm}$



gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = **20** N/mm²
betontreksterkte f_{ctd} = **1,35** N/mm² (met $\alpha_{ct} = 1$)

gegevens staal

rekenwaarde vloeigrens f_{ywd} = **435** N/mm²
langswap. verhouding ρ_1 = **0,0086**
helling van de beugel α = **90°** (verticale beugels)

UITVOER

capaciteit beton

coëfficiënt $C_{Rd,c}$ = **0,12** (met $\gamma_c = 1,5$)
coëfficiënt k_1 = **0,15** (artikel 6.2.2)
coëfficiënt $v_1 = v$ = **0,53** (artikel 6.2.3)

capaciteit staal

inwendige hefboomsarm z = **211** mm
min. vereiste beugelwap. = **0,00** mm²/mm (plaat)
hoek drukdiagonaal θ_{sw} = **21,8°** (van de gekozen beugelwap.)
gekozen drukdiagonaal θ_h = **45,0°** ($21,8° \leq \theta \leq 45°$)

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,92$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,51$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / [b \times h] = 0,00 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \alpha_{cw} = 1,00$$

$$\sigma_{cp,afgeperkt} = 0,2 \times f_{cd} = 4,00 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \times \frac{A_{sw}}{s} \times z \times \cot \theta = 0 \text{ kN (vergelijking 6.13)}$$

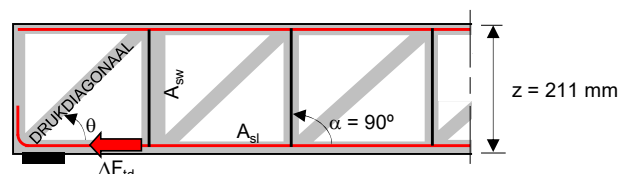
De capaciteit van het beton wordt berekend conform artikel 6.2.2.

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d = 160 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = [v_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d = 120 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = 1114 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 160 \text{ kN}$$



$$\text{benodigde beugels } A_{ben} = \frac{V_{Ed}}{z \times \cot \theta \times f_{ywd}} = \frac{100 \text{ kN}}{211 \text{ mm} \times \cot(45°) \times 435 \text{ N/mm}^2} = 1,09 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Voor de ongescheurde delen is de dwarskrachtcapaciteit begrensd door de treksterkte van het beton. Hierbij geldt $\alpha_1 = 1$.

$$V_{Rd,c,ongescheurd} = \frac{l_y \times b_w}{s} \times \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_1 \times \sigma_{cp} \times f_{ctd}} = 270 \text{ kN}$$

CONCLUSIE

capaciteit beton van $V_{Rd,c}$ = **160 kN** > **100 kN** → Voldoet, beugels zijn niet strikt noodzakelijk.

$$\text{capaciteit beugels } \frac{A_{ben}}{A_{bgl}} = \frac{n.v.t.}{0,00 \text{ mm}^2/\text{mm}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{100 \text{ kN}}{n.v.t.}$$

$$\text{bijkomende trekkracht } \Delta F_{td} = 0,5 \times V_{Ed} \times [\cot \theta - \cot \alpha] = 0 \text{ kN}$$

project: Markiezaat Container Terminal MCT
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluizing Krimp

gevalideerd: ja
validatierapport: ja
opgemaakt door: SPEB2
datum opmaak: 4 april 2022

BEREKENING KRIMP DIKWANDIGE BETONCONSTRUCTIES

Voor deze berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1) Berekening conform Betonconstructies onder temperatuur- en krimpvervormingen, theorie en praktijk, Breugel, 1996;
- 2) Spreadsheet alleen geldig voor berekening van de benodigde wapening voor het beheersen van de scheurvorming in dikwandige betonconstructies uitgaande van een onvoltooid scheurenpatroon
- 3) Spreadsheet geldig voor opgelegde vervormingen alleen, dus geen combinatie van opgelegde vervormingen met uitwendige belastingen

INVOER

geometrie

dekking	c	40 mm
breedte	b	1000 mm
hoogte	h	400 mm
geschatte verticale wapening in 1ste laag	f_{bgl}	0 mm
geschatte horizontale wapening in 2de laag	$f_{hoofdwap}$	16 mm
opgelegde rek	ϵ	0,0001
factor treksterkte		0,6 [-]

materiaalgegevens

staal FeB	500	E_s	200000 N/mm ²
beton	C30/37	$f_{ck,cube}$	37 N/mm ²
		$f_{cm,cube}$	45 N/mm ²
		$f_{ctm, cur 23}$	3,25 N/mm ²
		E_c	33000 N/mm ²
		α_e	6,1 [-]

scheurwijdte

spreidingsfactor	γ_s	1,3	Tabel 4.2
factor kort/langdurende belasting	γ_{∞}	1,3	Tabel 4.2
maximaal toelaatbare scheurwijdte	w_{toe}	0,2 mm	

UITVOER

beton gescheurt?

spanning op moment van scheuren	σ_{cr}	1,95 N/mm ²	Formule 4.31
optredende spanning in beton	$\sigma_{cr, nnt}$	3,3 N/mm ²	beton is gescheurd
conclusie			

berekening staalspanning in de scheur

gemiddelde scheurwijdte in onvoltooid scheurenpatroon	w_{mo}	0,12 mm	Formule 4.52
staalspanning in de scheur	$\sigma_{s,cr}$	230 N/mm ²	Formule 4.19a

berekening benodigde wapening

scheurafstand	l_{st}	123,68 mm	Formule 4.21
effectieve hoogte	h_{eff}	200,00 mm	
effectieve betonoppervlakte	A_{eff}	200000 mm ²	
benodigde wapening	A_s	1698 mm ²	

gekozen wapening

basiswapening	$\phi 16 - 100$	$A_{s,1}$	2011 mm ² /m	
extra wapening	$\phi 0 - 0$	$A_{s,2}$	0 mm ² /m	+
		$A_{s,tot}$	2011 mm ² /m	voldoet

controle scheurenpatroon

maximaal toegestane rek bij onvoltooid scheurenpatroon	ϵ_{fde}	0,00061	Formule 4.20
opgelegde rek	ϵ	0,0001	onvoltooid scheurenpatroon, berekening voldoet

project: Markiezaat Container Terminal
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluising Check laslengte

gevalideerd: ja rapport: ja
opgemaakt door: SPEB2
datum opmaak: 31 maart 2022

OVERLAPPINGSLAS

CONFORM EUROCODE NEN-EN-1992-1-1 + NB

Met behulp van deze spreadsheet wordt de verankeringlengte bepaald voor verschillende staafdiameters. Het betreft hier de 'standaard' verankeringslengte. De bepaalde overlappingslengte is geldig voor type a, b, c en d conform figuur 8.1 NEN 1992-1-1 tot een maximale diameter van Ø55.

INVOER

Verankering conform figuur 8.1 : **a** Basisverankeringslengte van een trekstaaf voor elke vorm gemeten langs de hartlijn
Staafvorm : **rechte staaf** Bundel of afwijkende diameter toepassen : **nee**
Tunnel conform ROK 1.3 : **nee**
Bestaande constructie **nee**
Type belasting : **blijvend en tijdelijk**
Overlappingslas : **ja** Indicatie dwarswapening bepalen : **nee**
Betonkwaliteit **C30/37** Staalkwaliteit **B500B** **geribd ja**

Dekking op staaf c = **40 mm** Voor c₁ de waarde voor c aanhouden?
H.o.h. afstand s = **100 mm**

$\sigma_{s,d}$ = **270 N/mm²** f_{ctd} = **1,35 N/mm²**
 $f_{y,d}$ = **435 N/mm²** f_{cd} = **20,00 N/mm²**
Korrel diameter d_g = **32 mm**
k₁ = **1 mm** k₂ = **5 mm**
 η_1 figuur 8.2. type a en b = **1,00** η_1 figuur 8.2. type c en d = **0,70**

BEREKENING

$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$ algemeen, toegepast
of $l_{bd} = \alpha_1 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$ vereenvoudiging geldig voor staafvorm conform figuur 8.1b t/m 8.1d (niet toegepast)
of $l_{bd} = \alpha_4 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$ vereenvoudiging geldig voor staafvorm conform figuur 8.1e (niet toegepast)
 $l_{b,rqd} = (\sigma_s / 4) * (\sigma_{s,d} / f_{bd})$
 $f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}$ geribd staal
 $f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 \eta_3 f_{ctd}$ glad, geprofileerd, gedeukt of getordeerd staal

INVOER OVERLAPPINGEN

percentage gelast = **100%** α_6 = **1,50**
t_{max} gebruiken = **ja** t is de tussenruimte tussen de gelaste staven in een overlappingslas
bij 'ja' wordt gerekend met $t = (s - 2\phi) / 2$ indien hieruit volgt dat $t > 4\phi$ of 50mm

percentage gelast 100% : a = s-2Ø

OVERLAPPINGSLAS

DIAMETER	Geometrie toegestaan	OVERLAPPINGSLAS				STAFAFSTANDEN art 8.2 en 8.7.2 (3)								
		goede aanhechting		overige gevallen		buiten lasgebied					binnen lasgebied			
		trekstaaf	drukstaaf	trekstaaf	drukstaaf	a _{min.}	a _{toeg.}	akk.	s _{min.}	s _{toeg.}	akk.	a _{min.}	a _{toeg.}	akk.
[mm]														
ø 6	ja	250 mm	250 mm	250 mm	330 mm	37	94	ja	43	100	ja	12	88	ja
ø 8	ja	250 mm	310 mm	310 mm	430 mm	37	92	ja	45	100	ja	16	84	ja
ø 10	ja	280 mm	380 mm	380 mm	520 mm	37	90	ja	47	100	ja	20	80	ja
ø 12	ja	280 mm	400 mm	400 mm	580 mm	37	88	ja	49	100	ja	20	76	ja
ø 14	ja	340 mm	470 mm	490 mm	670 mm	37	86	ja	51	100	ja	20	72	ja
ø 16	ja	420 mm	540 mm	590 mm	770 mm	37	84	ja	53	100	ja	20	68	ja
ø 20	ja	570 mm	670 mm	810 mm	960 mm	37	80	ja	57	100	ja	20	60	ja
ø 25	ja	770 mm	840 mm	1100 mm	1190 mm	37	75	ja	62	100	ja	20	50	ja
ø 28	ja	900 mm	940 mm	1280 mm	1340 mm	37	72	ja	65	100	ja	20	44	ja
ø 32	ja	1060 mm	1070 mm	1510 mm	1530 mm	37	68	ja	69	100	ja	20	36	ja
ø 40	ja	1450 mm	1450 mm	2070 mm	2070 mm	40	60	ja	80	100	ja	20	20	ja

Reactiekracht damwand

Deze sheet bevat de berekening voor het bepalen van de reactiekracht op de damwand per strekende meter. Hierin worden de platen + opgelegde belastingen van de overkluizing beschouwd, de stootplaten + opgelegde belastingen en het effect van een tandemstelsel op de stootplaten (verspreid over 6 m).

INVOER

Bepaling reactiekrachten damwand per strekende meter

Onderdeel	omschrijving	Reactiekracht R_z [kN/m]
Permante belastingen brugdek*	output SCIA	69
Burgdek variabele belasting	output SCIA	20
gewicht stootplaat	$= 0,35 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * (5/2) \text{ m}$	22
gewicht wegverharding + fundering boven stootplaat	$= 0,4 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * (5/2) \text{ m}$	25
variabele belasting op stootplaat	$= 9 \text{ kN/m}^2 * (5/2) \text{ m}$	23
Belasting tandemstelsel	$= 600 \text{ kN} / 6 \text{ m}$	100
Eigengewicht deksloof + oplegnok	$= (550 \text{ mm} * 881 \text{ mm} + 300 \text{ mm} * 400 \text{ mm} + 2250 \text{ mm} * 450 \text{ mm}) * 25 \text{ kN/m}^3$	40
totaal:		299

* bevat: eigengewicht brug, wegverharding en wegfundering boven brugdek

Bepaling reactiekrachten damwand per strekende meter UGT (6.10 a)

Onderdeel	Reactiekracht R_z [kN/m]	Belastingsfactor [-]	Reactie in UGT (6.10a)
Permante belastingen brugdek*	69	1,3	90
Burgdek variabele belasting	20	1,08	22
gewicht stootplaat	22	1,3	28
gewicht wegverharding + fundering boven stootplaat	25	1,3	33
variabele belasting op stootplaat	23	1,08	24
Belasting tandemstelsel	100	1,08	108
Eigengewicht deksloof + oplegnok	40	1,3	53
totaal:			357

Bepaling reactiekrachten damwand per strekende meter UGT (6.10 b)

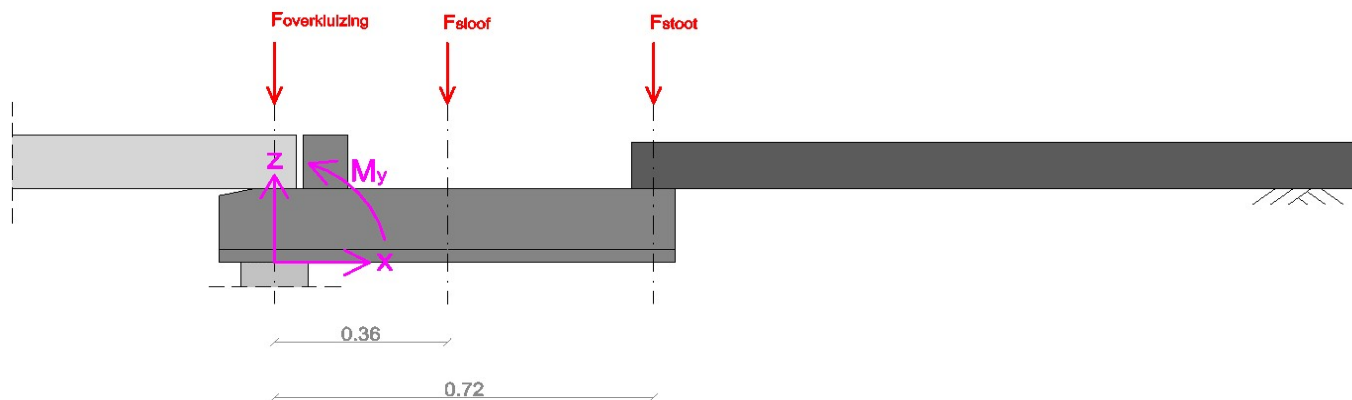
Onderdeel	Reactiekracht R_z [kN/m]	Belastingsfactor [-]	Reactie in UGT (6.10b)
Permante belastingen brugdek*	69	1,2	83
Burgdek variabele belasting	20	1,35	27
gewicht stootplaat	22	1,2	26
gewicht wegverharding + fundering boven stootplaat	25	1,2	30
variabele belasting op stootplaat	23	1,35	30
Belasting tandemstelsel	100	1,35	135
Eigengewicht deksloof + oplegnok	40	1,2	49
totaal:			380

Conclusie

De reactiekracht van de damwand per strekkende meter bedraagt 299 kN/m
 In de UGT bedraagt de maximale oplegreactie 380 kN/m

Moment op damwand

Deze sheet bevat de berekening voor het bepalen van het moment op de damwand per strekende meter. Hierin wordt de kracht tgv de overkluizing, de deksloof en de stootplaat meegenomen. De verkeersbelastingen zijn hier enkel aan de stootplaten toegekend voor het meest maatgevende belasting geval.



Bepaling moment damwand per strekende meter UGT (6.10 a)

Moment tgv Overkluizing						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 a)	
F _{eigen}	= 0,4 m * 3,9 m * 25 kN/m ³ / 2	19,5	kN/m	1,3	25,4	kN/m
F _{wegfundering}	= 0,4 m * 3,9 m * 23 kN/m ³ / 2	17,9	kN/m	1,3	23,3	kN/m
F _{grond}	= 0,4 m * 3,9 m * 18 kN/m ³ / 2	14,0	kN/m	1,3	18,3	kN/m
F _{overkluizing}					66,9	kN/m
a _{overkluizing}					-0,0005	m
M _{overkluizing}					-0,033	kNm/m

Moment tgv deksloof						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 a)	
F _{eigen}	= 0,67 m ² * 25 kN/m ³	16,8	kN/m	1,3	21,8	kN/m
F _{grond}	= 0,4 m * 1,1 m * 18 kN/m ³	7,9	kN/m	1,3	10,3	kN/m
F _{deksloof}					32,1	kN/m
a _{deksloof}					0,36	m
M _{deksloof}					11,546	kNm/m

Moment tgv stootplaat						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 a)	
F _{eigen}	= 5,0 m * 0,35 m * 25 kN/m ³ / 2	21,88	kN/m	1,3	28,4	kN/m
F _{wegfundering}	= 0,4 m * 5,0 m * 23 kN/m ³ / 2	23,00	kN/m	1,3	29,9	kN/m
F _{grond}	= 0,4 m * 5,0 m * 18 kN/m ³ / 2	36,00	kN/m	1,3	58,3	kN/m
F _{verkeer}	= 5,0 m * 9 kN/m ² / 2	22,50	kN/m	1,08	88,2	kN/m
F _{aslast}	= 600 kN / 6 m	100,00	kN/m	1,08	146,6	kN/m
F _{stoot}					351,5	kN/m
a _{stootplaat}					0,72	m
M _{stootplaat}					253,071	kNm/m

De UGT-waarde (6.10a) van het moment op de damwand is: **264,583 kNm/m**

Bepaling moment damwand per strekende meter UGT (6.10 b)

Moment tgv Overkluizing						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 b)	
F _{eigen}	= 0,4 m * 3,9 m * 25 kN/m ³ / 2	19,5	kN/m	1,2	23,4	kN/m
F _{wegfundering}	= 0,4 m * 3,9 m * 23 kN/m ³ / 2	17,9	kN/m	1,2	21,5	kN/m
F _{grond}	= 0,4 m * 3,9 m * 18 kN/m ³ / 2	14,0	kN/m	1,2	16,8	kN/m
F _{overkluizing}					61,8	kN/m
a _{overkluizing}					-0,0005	m
M _{overkluizing}					-0,031	kNm/m

Moment tgv deksloof						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 b)	
F _{eigen}	= 0,67 m ² * 25 kN/m ³	16,8	kN/m	1,2	20,1	kN/m
F _{grond}	= 0,4 m * 1,1 m * 18 kN/m ³	7,9	kN/m	1,2	9,5	kN/m
F _{deksloof}					29,6	kN/m
a _{deksloof}					0,36	m
M _{deksloof}					10,657	kNm/m

Moment tgv stootplaat						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 b)	
F _{eigen}	= 5,0 m * 0,35 m * 25 kN/m ³ / 2	21,88	kN/m	1,2	26,3	kN/m
F _{wegfundering}	= 0,4 m * 5,0 m * 23 kN/m ³ / 2	23,00	kN/m	1,2	27,6	kN/m
F _{grond}	= 0,4 m * 5,0 m * 18 kN/m ³ / 2	36,00	kN/m	1,2	53,9	kN/m
F _{verkeer}	= 5,0 m * 9 kN/m ² / 2	22,50	kN/m	1,35	81,5	kN/m
F _{aslast}	= 600 kN / 6 m	100,00	kN/m	1,35	135,3	kN/m
F _{stoot}					324,5	kN/m
a _{stootplaat}					0,72	m
M _{stootplaat}					233,604	kNm/m

De UGT-waarde (6.10a) van het moment op de damwand is: 244,231 kNm/m

Bepaling moment damwand per strekende meter BGT

Moment tgv Overkluizing						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	BGT	
F_{eigen}	$= 0,4 \text{ m} \cdot 3,9 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 / 2$	19,5	kN/m	1	19,5	kN/m
$F_{\text{wegfundering}}$	$= 0,4 \text{ m} \cdot 3,9 \text{ m} \cdot 23 \text{ kN/m}^3 / 2$	17,9	kN/m	1	17,9	kN/m
F_{grond}	$= 0,4 \text{ m} \cdot 3,9 \text{ m} \cdot 18 \text{ kN/m}^3 / 2$	14,0	kN/m	1	14,0	kN/m
$F_{\text{overkluizing}}$					51,5	kN/m
$a_{\text{overkluizing}}$					-0,0005	m
$M_{\text{overkluizing}}$					-0,026	kNm/m

Moment tgv deksloof						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	BGT	
F_{eigen}	$= 0,67 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3$	16,8	kN/m	1	16,8	kN/m
F_{grond}	$= 0,4 \text{ m} \cdot 1,1 \text{ m} \cdot 18 \text{ kN/m}^3$	7,9	kN/m	1	7,9	kN/m
F_{deksloof}					24,7	kN/m
a_{deksloof}					0,36	m
M_{deksloof}					8,881	kNm/m

Moment tgv stootplaat						
Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	BGT	
F_{eigen}	$= 5,0 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 / 2$	21,88	kN/m	1	21,9	kN/m
$F_{\text{wegfundering}}$	$= 0,4 \text{ m} \cdot 5,0 \text{ m} \cdot 23 \text{ kN/m}^3 / 2$	23,00	kN/m	1	23,0	kN/m
F_{grond}	$= 0,4 \text{ m} \cdot 5,0 \text{ m} \cdot 18 \text{ kN/m}^3 / 2$	36,00	kN/m	1	44,9	kN/m
F_{verkeer}	$= 5,0 \text{ m} \cdot 9 \text{ kN/m}^2 / 2$	22,50	kN/m	0,8	67,9	kN/m
F_{aslast}	$= 600 \text{ kN} / 6 \text{ m}$	100,00	kN/m	0,8	112,8	kN/m
F_{stoot}					270,4	kN/m
$a_{\text{stootplaat}}$					0,72	m
$M_{\text{stootplaat}}$					194,670	kNm/m

De BGT-waarde van het moment op de damwand is: **203,525 kNm/m**

Toelichting Belastingen

In het rekenmodel zijn verschillende belastinggevallen gebruikt. Die toegekende waarde van deze worden in dit document toegelicht.

Wegfundering

Voor de wegfundering is een dikte van 0.25 m gehanteerd. Met een soortelijk gewicht van 23 kN/m³ resulteert dit in een belasting van:

$$q_{\text{wegfundering}} = 0.25 * 23 = 5.75 \text{ kN/m}^2$$

Deze belasting is als gelijkmatig verdeeld toegekend aan het gedeelte van de overkluizing dat zich onder de wegverharding bevindt.

Asfalt

Voor het asfalt is een dikte van 0.15 m gehanteerd. Met een soortelijk gewicht van 23 kN/m³ resulteert dit in een belasting van:

$$q_{\text{asfalt}} = 0.15 * 23 = 3.45 \text{ kN/m}^2$$

Deze belasting is als gelijkmatig verdeeld toegekend aan het gedeelte van de overkluizing dat zich onder de wegverharding bevindt.

Grondlichaam

Voor het grondlichaam is een dikte van 0.4 m gehanteerd voor het gedeelte onder de wegverharding, en een dikte van 0.8 m voor het gedeelte zonder de wegverharding. Met een soortelijk gewicht van 18 kN/m³ resulteert dit in een belasting van:

$$q_{\text{grondlichaam}} = 0.4 * 18 = 7.20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{grondlichaam}} = 0.8 * 18 = 14.40 \text{ kN/m}^2$$

Deze belasting is als gelijkmatig verdeeld toegekend.

Maaiveldbelasting

De maaiveldbelasting is enkel toegekend aan de gebieden die zich niet onder de wegverharding bevinden. Hiervoor is een gelijkmatig verdeelde belasting van 10 kN/m² gehanteerd.

Verkeersbelasting - verdeelde belasting

De verdeelde verkeersbelasting is bepaald conform [EC1-2] art 4.3.2. Hieruit volgt een gelijkmatig verdeelde belasting van 9 kN/m² over een rijstrookbreedte van 3 m en een verdeelde belasting van 2 kN/m² voor het gebied naast de rijstrook welke voor dit ontwerp aan beide zijden 2.35 m bedraagt.

Verkeersbelasting - aslast

De aslasten zijn bepaald conform [EC1-2] art 4.3.2. Voor de spreiding is een verdeling 1:1 gehanteerd wat resulteert in verdeling over 4 vlakken van 1,2 m x 1,2 m. De resulterende verdeelde belasting resulteert daarmee in 104 kN/m².

VI

BIJLAGE: BEREKENING DRAAGVERMOGEN DAMWAND

Report for D-Foundations 17.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Date of report: 4-4-2022
Time of report: 15:12:33

Date of calculation: 4-4-2022
Time of calculation: 15:12:16

Filename: D:\Users\chak2\Documents\Projects\115018\Project1

Project identification:
D-Foundations Project1

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 General Input Data	3
2.2 General Report Data	3
2.3 Application Area Model Bearing Piles	3
2.4 Superstructure	3
2.5 General CPT Data	3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan	3
2.6 Soil Data	4
2.6.1 Soil Profile S51	4
2.6.2 Soil Profile S50	4
2.6.3 Soil Profile S46	5
2.7 Pile Types	6
2.7.1 Pile type : AZ-28-700	6
2.8 Foundation Plan	6
2.8.1 View of Foundation Plan	7
2.9 Excavation Data	7
2.10 Totalized Loads (design values)	8
2.11 Requirements	8
2.12 Overruled Parameters	8
2.13 Model Options	8
2.14 Model Options	8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification	10
3.1 Errors and Warnings	10
3.2 Remarks	10
3.3 Calculation Parameters	10
3.3.1 Pile Factors	10
3.3.2 Pile type : AZ-28-700	10
3.4 Verification of Limit State STR	11
3.5 Verification of Limit State GEO	11
3.6 Verification of Serviceability limit state	11
3.7 Additional Information	11
3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO	12
3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO	12

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :
Design engineer superstructure :
Principal :
Title 1 :
Title 2 :
Title 3 : D-Foundations Project1
Number of project :
Location of project :

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 3
Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



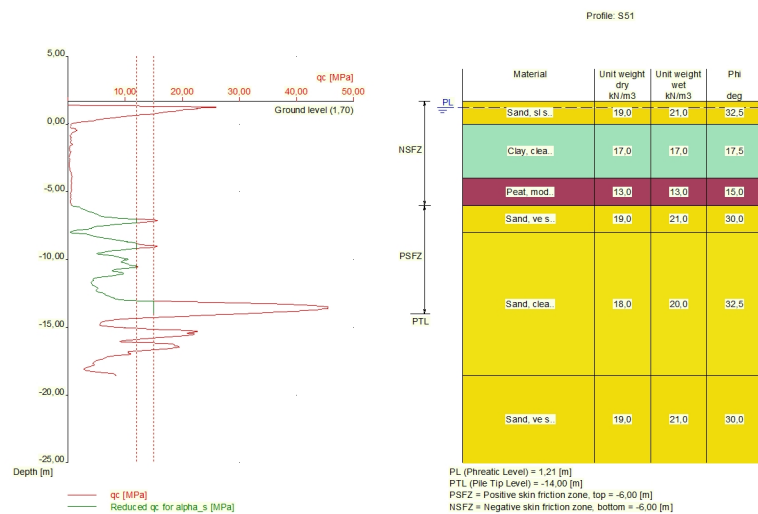
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
1: S51	-14,00	-6,00	-6,00	75792,61	391140,83
2: S50	-14,00	-6,00	-6,00	75777,61	391161,63
3: S46	-14,00	-6,00	-6,00	75715,08	391077,69

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 3

2.6.1 Soil Profile S51

Belonging to CPT S51
 Surface level in [m. reference level] : 1,70
 Phreatic level in [m. reference level] : 1,21
 Pile tip level in [m. reference level] : -14,00
 Top of positive skin friction zone in [m. reference level] : -6,00
 Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] : -6,00
 OCR-value foundation layer : 1,00
 Expected groundlevel settlement in [m] : 0,11
 Number of layers in profile : 6

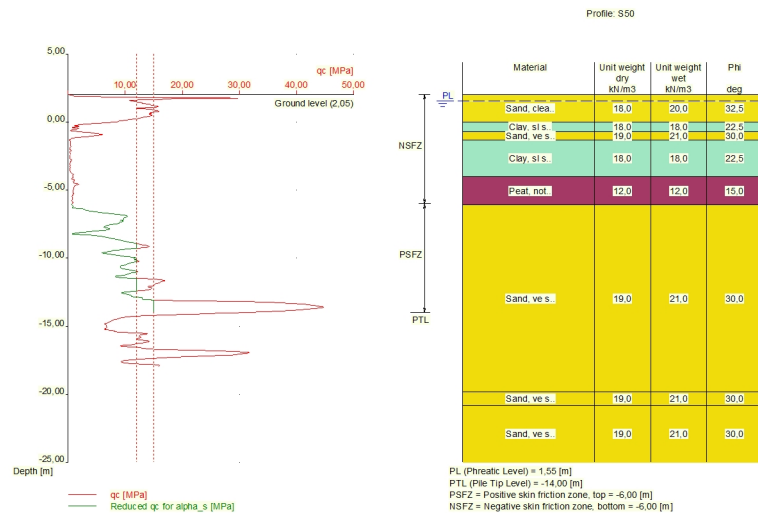


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	1,700	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	0,000	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-4,000	13,00	13,00	15,00	Peat	--
4	-6,000	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
5	-8,000	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
6	-18,555	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200

2.6.2 Soil Profile S50

Belonging to CPT S50
 Surface level in [m. reference level] : 2,05

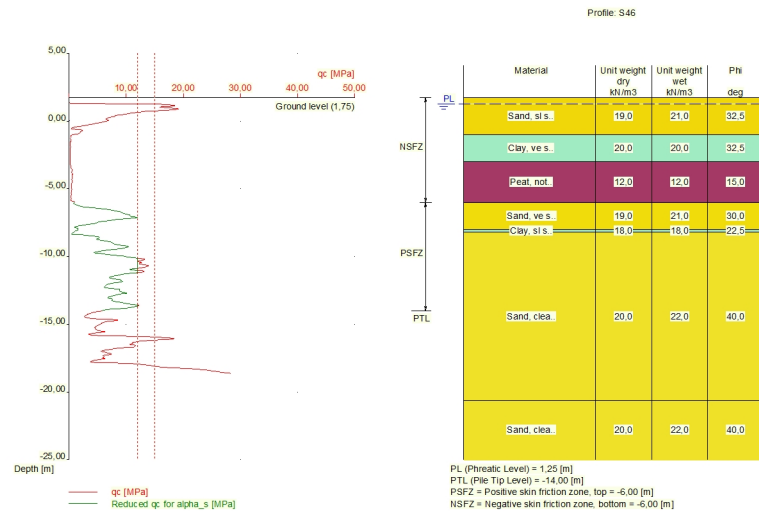
Phreatic level in [m. reference level] : 1,55
 Pile tip level in [m. reference level] : -14,00
 Top of positive skin friction zone in [m. reference level] : -6,00
 Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] : -6,00
 OCR-value foundation layer : 1,00
 Expected groundlevel settlement in [m] : 0,11
 Number of layers in profile : 8



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma,sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	2,050	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
2	0,000	18,00	18,00	22,50	Clay	--
3	-0,700	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
4	-1,300	18,00	18,00	22,50	Clay	--
5	-4,000	12,00	12,00	15,00	Peat	--
6	-6,100	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
7	-19,842	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
8	-20,842	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200

2.6.3 Soil Profile S46

Belonging to CPT S46
 Surface level in [m. reference level] : 1,75
 Phreatic level in [m. reference level] : 1,25
 Pile tip level in [m. reference level] : -14,00
 Top of positive skin friction zone in [m. reference level] : -6,00
 Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] : -6,00
 OCR-value foundation layer : 1,00
 Expected groundlevel settlement in [m] : 0,11
 Number of layers in profile : 7



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	1,750	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	-1,000	20,00	20,00	32,50	Clay	--
3	-3,000	12,00	12,00	15,00	Peat	--
4	-6,000	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
5	-8,000	18,00	18,00	22,50	Clay	--
6	-8,200	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
7	-20,605	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : AZ-28-700

Pile type :

Steel section

Materialtype for pile :

Steel

Slip layer :

None

Pile shape :

Section

beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.

s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :

Smallest side pile tip [m] :

0,013

Largest side pile tip [m] :

1,380

2.8 Foundation Plan

Number of piles :

1

Number of collaborating piles* :

1

* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.8.1 View of Foundation Plan

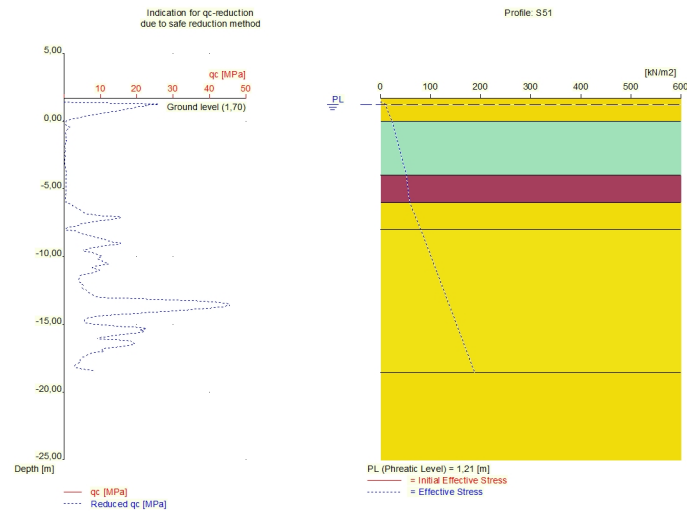


Pile nr/name	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	75710,08	391072,69	380,00	299,00	0,00	2,05

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :
Reduction model :

2,05
Safe (NEN)



2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles	
For limit state STR/GEO in [kN] :	380,00
For Serviceability limit state in [kN] :	299,00

2.11 Requirements

Limit state GEO	
Maximum allowed settlement in [m] :	0,150
Maximum allowed (relative) rotation :	1 / 100
Serviceability Limit State	
Maximum allowed settlement in [m] :	0,150
Maximum allowed (relative) rotation :	1 / 300

2.12 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1,39
User defined Factor xi4 [-] :	1,39
User defined gamma;b [-] :	1,20
User defined gamma;s [-] :	1,20

2.13 Model Options

Suppress pile group (for negative skin friction)
 Create intermediate results file
 Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
 Use the influence of excavations (standard).

2.14 Model Options

Selected pile types :
 -AZ-28-700

Selected profiles :
 -S51

-S50
-S46

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor ξ_3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor ξ_4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor γ_{mb} (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor γ_{ms} (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Pile Type AZ-28-700:

Warning : the ratio between the smallest (a) and the largest (b) side of the crosssection of the pile base does not comply with the criterium set in NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(e): $b \leq 1.5a$. Following NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(e) Δe is set to a ($\Delta e = a$).

Warning : The depth of the CPT's does not meet the requirements as set by NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3.

The CPT's do not meet the requirements set by NEN 9997-1:2016

art. 3.2.3 because :

- The bearing capacity per CPT differs too much for this to be a valid calculation ($\Delta R_{c;cal;max} > 0.5 * R_{c;cal;max;gem}$).

- $\Delta R_{c;cal;max} = 41,72$ $R_{c;cal;max;gem} = 31,37$

ALL THE RESULTS OF THIS CALCULATION ARE INVALID.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3 are not met. The variation (76,24%) is too large ($> 12\%$). In fact, the CPT's should not be combined in one calculation as they differ too much to be able to obtain valid values for ξ_3 and ξ_4 .

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

γ_{mb} (Limit State STR/GEO, user defined) :	1,20
γ_{ms} (Limit State STR/GEO, user defined) :	1,20
ξ_3 (user defined) :	1,39
ξ_4 (user defined) :	1,39
Xi 4 has been used.	

Even though it is possible, the pilegroup model has not been used to calculate the negative skin friction.

3.3.2 Pile type : AZ-28-700

Pile type :	Steel section
Materialtype for pile :	Steel
Slip layer :	None
Pile shape :	Section
beta (Shape factor: figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :	1,00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	0,61

Pile dimensions :

Smallest side pile tip [m] : 0,013
 Largest side pile tip [m] : 1,380

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
S51	0,0060	--	0,7000
S50	0,0060	0,0001	0,7000
S46	0,0060	0,0197	0,7000

3.4 Verification of Limit State STR

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: $E_d \leq C_d$.

Non rigid superstructure, verify load per pile with bearing capacity per pile.

$F_{c;d} = 380,000$ [kN]

$R_{c;d} = 633,024$ [kN]

The requirements of limit state STR are met, limit state STR is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State STR. Its influence is incorporated in the tests for Limit State GEO and the Serviceability limit state. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculated for the negative skin friction.

Purely indicative, the values for the negative skin friction vary from 192 [kN] to 220 [kN] per pile.

3.5 Verification of Limit State GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.

$S_d = 0,010$ [m]

$S_{req} = 0,150$ [m]

The settlement requirements of limit state GEO are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.6 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.

For houses, the requirement is : $S_{req} = 0.05$ m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

$S_d = 0,004$ [m]

$S_{req} = 0,150$ [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.7 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state STR, GEO : $\sigma = 33,46$ [N/mm²]

At Serviceability Limit States $\sigma = 28,94$ [N/mm²]

The maximum settlement was found at :

Limit state GEO

CPT name S46

Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :

$s_{neg} = 0,000$ [m]

$s_b = 0,008$ [m]

$s_{el;d} = 0,002$ [m]

s2 = 0,000 [m]

Serviceability Limit State

CPT name S46

Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :

sneg = 0,000 [m]

sb = 0,003 [m]

sel;d = 0,002 [m]

s2 = 0,000 [m]

sneg stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : $0.02 < \text{egls} \leq 0.10$ meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, sneg = 0.

3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative. The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
S51	640,269	124,180	764,449
S50	771,427	119,475	890,902
S46	610,004	23,020	633,024

3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State

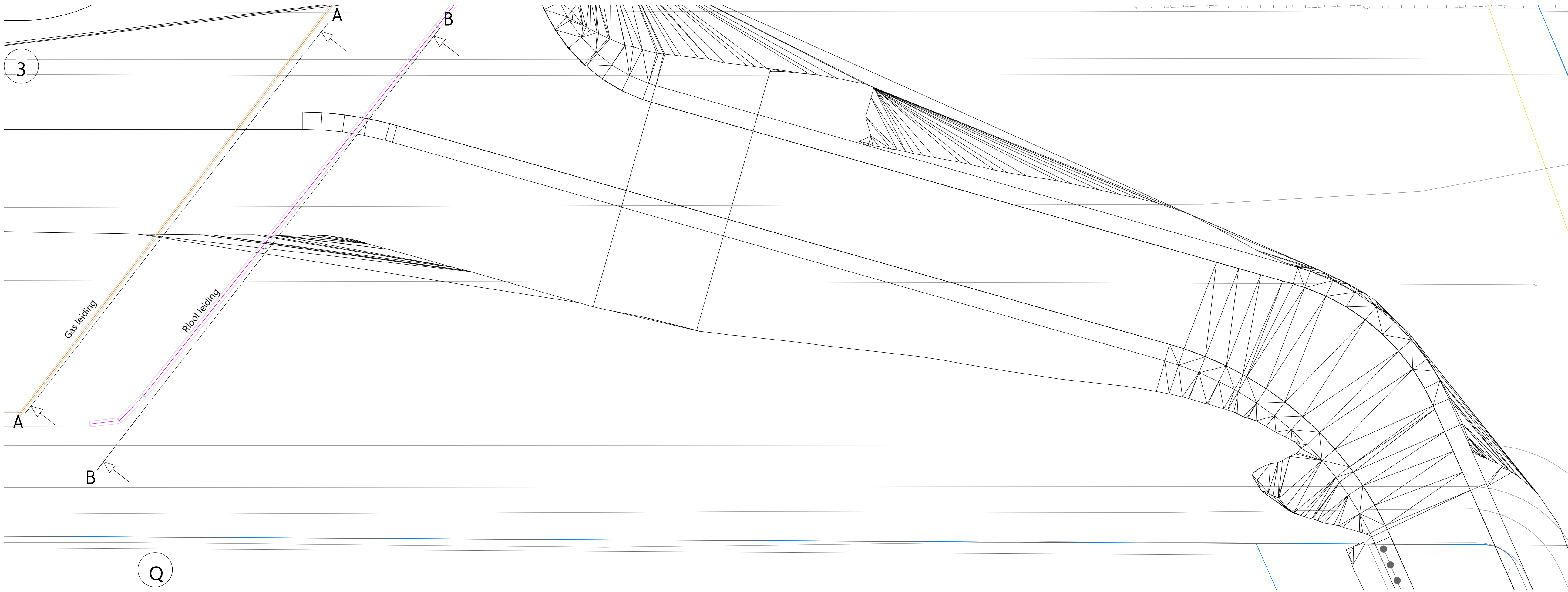
The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative. The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
S51	768,323	149,015	917,338
S50	925,712	143,371	1069,083
S46	732,005	27,624	759,629

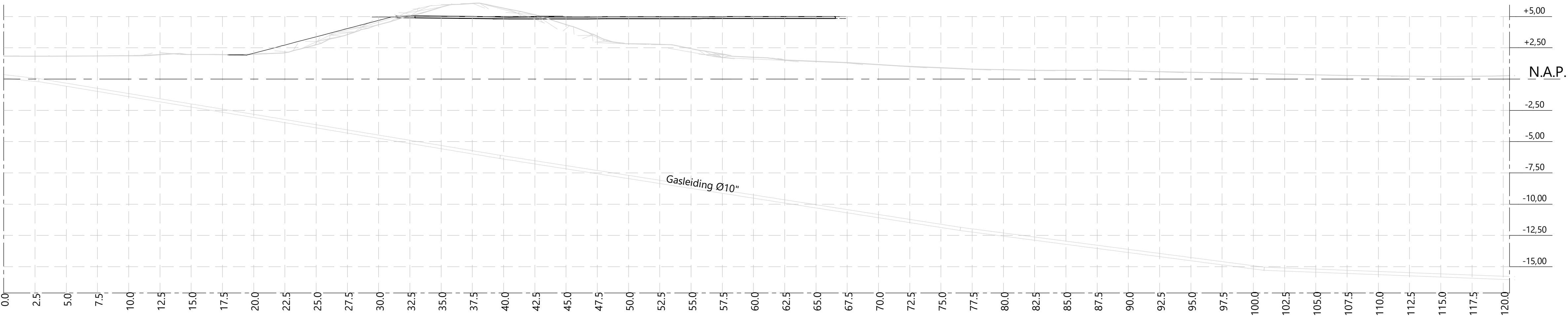
End of Report

VII

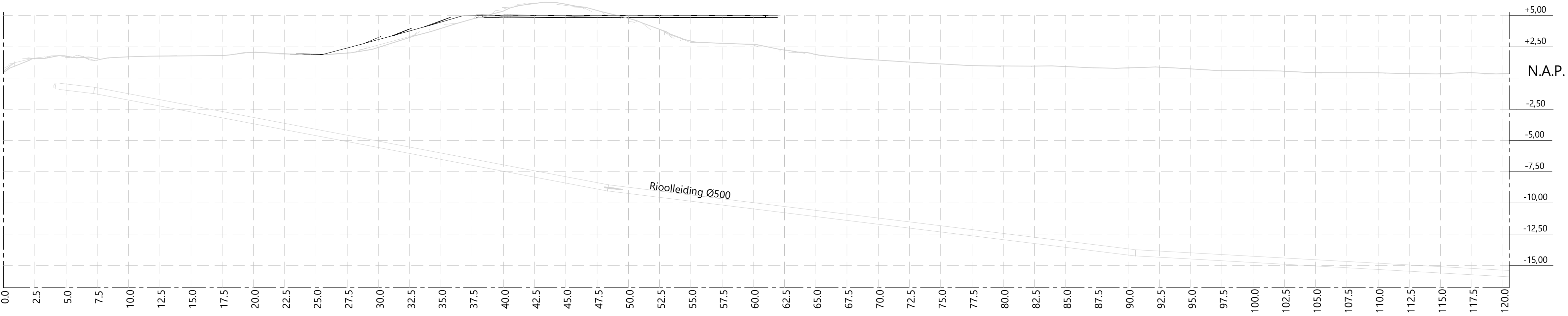
BIJLAGE: AANZICHTEN TOEGANGSWEG



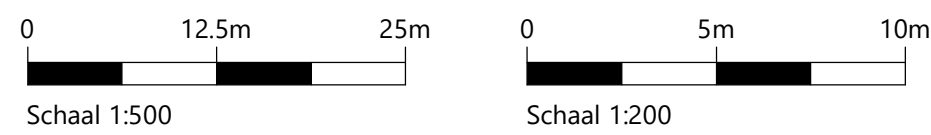
BOVENAANZICHT TOEGANGSWEG
schaal: 1 : 200



DWARSDOORSNEDE A-A (GAS LEIDING)
schaal: 1 : 200



DWARSDOORSNEDE B-B (RIOOL LEIDING)
schaal: 1 : 200



Witteveen

Bos

Wijz.

Getek.

Datum

Omschrijving

DOCUMENT IN

BEWERKING

1

25-05-2022

Oprachtgever

Mepavex Logistics B.V.

Project

Buitenhaven Bergen op Zoom

Onderdeel

Aanzichten toegangsweg

Status

Document in bewerking

Getekend

Gecontroleerd

Goedgekeurd

Author

Checker

Approver

Formaat

Schaal

A1

1:500/1:200

Projectcode

Tekeningnummer

12_3205

Bladnummer

1/1

Witteveen + Bos Raadgevende ingenieurs B.V.

Leeuwenbrug 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

