

Walmuurvervanging Recht Boomssloot **Evenzijde**

Definitief ontwerp walmuur Recht Boomssloot **Evenzijde**

Gemeente Amsterdam

1 oktober 2019

Project	Walmuurvervanging Recht Boomssloot, evenzijde
Document	Definitief ontwerp walmuur Recht Boomssloot Evenzijde
Status	Definitief
Datum	1 oktober 2019
Referentie	103100/17-017.742
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Projectcode	103100
Projectleider	mw. ing. B.P. Dopper
Projectdirecteur	ir. R.P.N. Pater
Auteur(s)	mw. ir. A.A.E. van Dorst, ir. M. Bakker, ing. A.J.P. Tol (Hektec bv)
Gecontroleerd door	ir. J.A.T. Ruigrok, ing. L.T.A. Schoot Uiterkamp MSEng
Goedgekeurd door	mw. ing. B.P. Dopper
Paraaf	

Adres	Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. Hoogoorddreef 15 Postbus 12205 1100 AE Amsterdam +31 (0)20 312 55 55 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 Raadgevende ingenieurs B.V. 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	1
1.1	Projectbeschrijving	1
1.2	Doel van het project	2
1.3	Voorlopig ontwerp Recht Boomssloot	2
1.4	Doel rapport	2
1.5	Leeswijzer	2
2	UITGANGSPUNTEN	3
2.1	Referenties	3
2.2	Software	3
2.3	Veiligheidsfilosofie en ontwerplevensduur	3
2.4	Trillingsarm werken	3
2.5	Belastingen	4
	2.5.1 Belasting ten behoeve van toetsing combiwand	4
	2.5.2 Belasting ten behoeve van toetsing prefab schort	4
2.6	Belastingfactoren	4
2.7	Huidige geometrie en constructie	5
2.8	Geotechniek	6
	2.8.1 Grondopbouw en parameters	6
	2.8.2 Waterstanden en stijghoogten	7
	2.8.3 Vervormingen	7
2.9	Materiaaleigenschappen	8
	2.9.1 Betonconstructies	8
	2.9.2 Staalconstructies	9
2.10	Corrosie	9
3	ONTWERP WALMUUR	10
4	GEOTECHNISCH ONTWERP	12
4.1	Model in Plaxis 2D	12
4.2	Samenstelling kademuur	13
	4.2.1 Damwanden	13
	4.2.2 Nieuwe palen	13
	4.2.3 Combiwand	14

4.3	Fasering	14
4.4	Resultaten berekeningen Plaxis en D-Foundations	15
4.4.1	Doorsnede met hoog maaiveld (NAP +2,0 m)	15
4.4.2	Doorsnede met laag maaiveld (NAP +0,95 m)	21
4.5	Fundering walmuurputten	26
4.5.1	Geometrie ontwerp	26
4.5.2	Resultaten berekening	26
5	CONSTRUCTIEF ONTWERP	27
5.1	Prefab betonschort	27
5.1.1	Belasting	28
5.1.2	Wapening prefab schorten	28
5.1.3	Verbinding prefab beton voorhangschort - combiwand	29
5.2	Ankerstoel	29
5.3	Gording combiwand	32
5.4	Gording walmuurput	32
5.5	Stelmogelijkheid prefab betonschort	32
6	UITVOERINGSASPECTEN	33
6.1	Trillingsarme uitvoeringsmethodes	33
6.2	Fasering	33
6.2.1	Hoofd fasering	33
6.2.2	Fasering ter plaatse van tijdelijke stabilisatiemaatregel	35
6.2.3	Werkvakken	37
6.3	Uitvoeringstoleranties	37
6.4	Positionering en uitvoeringsvolgorde	38
6.5	Aandachtspunt crushen	39
6.6	Aandachtspunt installatie schroefinjectiepaal	39
6.7	Bestaande kespen	39
6.8	Aansluiting op de kade	39
6.9	Aandachtspunt kabels en leidingen	40
7	CONCLUSIES	41
7.1	Conclusies	41
7.2	Aanbevelingen	41
	Laatste pagina	42

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Grondonderzoek	3
II	Berekening vervormingen en krachtswerking (Plaxis)	62
III	Berekening draagvermogen (D-foundations)	58
IV	Constructieve berekening prefab betonschort	31
V	Constructieve berekening ankerstoel	18
VI	Constructieve berekening gording/staalplaat	40
VII	Constructieve berekening gording walmuurput	13

INLEIDING

1.1 Projectbeschrijving

Het bestuur van het stadsdeel Centrum heeft het voornemen om de walmuur van de Recht Boomssloot even zijde (e.z.) te vervangen. Dit rapport betreft de walmuurvervanging van de Recht Boomssloot, even zijde tussen de Oudeschans en de Krom Boomssloot met een lengte van circa 150 m. De walmuur van de Recht Boomssloot dient aan te sluiten op de brugvleugels van brug 296 en brug 288. De aansluiting op de brugvleugels van beide bruggen is reeds vernieuwd.

Na het vervangen van de walmuur vindt een herprofilering plaats conform het 'Handboek Inrichting Openbare Ruimte' (HIOR). De herprofilering vindt plaats over een groter gedeelte van de Recht Boomssloot. Deze vindt plaats tussen de Oude Schans en de Lastageweg.

Aanleiding voor de werkzaamheden is de slechte staat van de huidige walmuur. De walmuur wordt vernieuwd als regulier onderhoud.

Afbeelding 1.1 Locatie walmuurvernieuwing Recht Boomssloot (e.z.)



1.2 Doel van het project

Het doel van het project is het vervangen van de walmuur van de Recht Boomssloot e.z., inclusief de herprofilering van de gracht. Hiertoe wordt onderzoek uitgevoerd, een constructieve berekening gemaakt en een bestek met tekeningen vervaardigd. Daarna kan het werk worden aanbesteed. Daarnaast speelt de afstemming met het stadsdeel een grote rol, evenals het aanvragen van vergunningen en de afstemming met diensten en bedrijven.

1.3 Voorlopig ontwerp Recht Boomssloot

In augustus 2015 is een voorlopig ontwerp (VO) voor de Recht Boomssloot opgesteld. In dat rapport zijn eerst alternatieven beschouwd, de zogenaamde variantenstudie. In overleg met de opdrachtgever is vervolgens gekozen om een VO op te stellen vergelijkbaar met het ontwerp van de walmuur Krom Boomssloot en Prinsengracht. Het uitgewerkte ontwerp bestaat uit een combiwand bestaande uit buispalen en korte tussenplanken. Om de stabiliteit van de kade te waarborgen zijn daarnaast ter plaatse van de buispalen schroefinjectiepalen aan de waterzijde van de wand opgenomen.

Deze variant is economisch aantrekkelijk, en is praktisch uit te voeren boven de grondwaterstand zonder tijdelijke bouwkuip. Daarnaast is de methode, op verzoek van de Gemeente Amsterdam, volledig trillingsarm. De eventuele deformaties die optreden kunnen worden gecorrigeerd door de opgenomen stelruimte in de voorhangschorten, zodat altijd aan de esthetische, deformatie-eis kan worden voldaan.

1.4 Doel rapport

In dit rapport wordt het voorlopig ontwerp (VO) voor de walmuurvervanging van de Recht Boomssloot o.e.z. nader uitgewerkt tot een definitief ontwerp (DO) en worden aanbevelingen gedaan voor de vervolgfase.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten voor het definitief ontwerp van de walmuurvervanging Recht Boomssloot vastgesteld. Hoofdstuk 3 bevat een korte toelichting op het ontwerp. Het geotechnisch ontwerp wordt in hoofdstuk 4 nader bekeken. De constructieve onderdelen worden in hoofdstuk 5 berekend en toegelicht. De uitvoeringsaspecten van de ontwerpen worden in hoofdstuk 6 behandeld. Dit rapport wordt afgesloten met een hoofdstuk waar conclusies en aanbevelingen in worden gedaan.

2

UITGANGSPUNTEN

2.1 Referenties

Normen en richtlijnen

- [ref. 1.] NEN-EN 1990 Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp.
- [ref. 2.] NEN-EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies.
- [ref. 3.] NEN-EN 1992 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies
- [ref. 4.] NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies.
- [ref. 5.] NEN-EN 1997 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp.
- [ref. 6.] NEN 9997-1: Geotechnisch ontwerp van constructies.
- [ref. 7.] CUR 166: Damwandconstructies; 2012; Stichting CURNET; Gouda;
- [ref. 8.] RVW 2011: Richtlijnen Vaarwegen 2011

Rapporten

- [ref. 9.] Grondonderzoek aan de Recht Boomssloot & Krom Boomssloot in Amsterdam, Lankelma, d.d. 10 december 2014.
- [ref. 10.] Grondonderzoek aan de Recht Boomssloot in Amsterdam, Lankelma, d.d. 3 november 2017
- [ref. 11.] Kademuur Recht Boomssloot voorlopig ontwerp, Witteveen+Bos, d.d. 20 augustus 2015.
- [ref. 12.] Kademuur Krom Boomssloot definitief ontwerp, Witteveen+Bos, d.d. 27 juli 2015.
- [ref. 13.] Walmuurvervanging Prinsengracht definitief ontwerp, Witteveen+Bos, d.d. 4 mei 2016.

2.2 Software

Voor de bepaling van de omgevingsbeïnvloeding van de walmuurvervanging is het programma Plaxis **2D** (versie 2017.01) gebruikt. Het draagvermogen van de fundering van de walmuur is getoetst met het programma D-Foundations (versie 16.2). Voor overige berekeningen is Technosoft en Excelsheets gebruikt.

2.3 Veiligheidsfilosofie en ontwerplevensduur

De constructie is ingedeeld in veiligheidsklasse II (RC2) als een normale kademuur. Er wordt rekening gehouden met een ontwerplevensduur van de constructie van 100 jaar.

2.4 Trillingsarm werken

Werkzaamheden die trillingen veroorzaken in de ondergrond kunnen leiden tot trillingen in panden en bijbehorende scheurvorming, of verdichting van grond met bijbehorende zakkingschade. Binnen de juiste randvoorwaarden kan schadevrij worden gewerkt met apparatuur dat trillingen veroorzaakt.

Omdat deze randvoorwaarden niet altijd gemakkelijk te borgen zijn, is door de opdrachtgever aangegeven dat het ontwerp uit dient te gaan van trillingsarme methodes. Dit uitgangspunt heeft als keerzijde dat dit in het algemeen leidt tot zwaarder equipment op het werk.

2.5 Belastingen

2.5.1 Belasting ten behoeve van toetsing combiwand

Conform CUR 166, veiligheidsklasse II, wordt er een integrale variabele maaiveldbelasting van 20 kPa in de definitieve situatie gehanteerd. In de bouwfasen wordt een bovenbelasting van 15 kPa, ook integraal, aangehouden.

~~In de eindfase kan pleziervaart aanleggen middels een haalkom in het prefab schort. Als een horizontale trekkracht wordt $Q_{rep} = 40$ kN aangehouden, conform ontwerpuitgangspunten recreatievaart 'Richtlijn Vaarwegen 2011'. De haalkommen worden halverwege tussen de buispalen, om en om, geplaatst. De aangehouden trekkracht op één combiwandsegment bedraagt daarom $40 / 2 = 20$ kN in de gebruikssituatie.~~

2.5.2 Belasting ten behoeve van toetsing prefab schort

Verkeersbelasting

Vrachtverkeer tot 7,5 ton kan zonder ontheffing op de Recht Boomssloot komen. In het ontwerp van de Recht Boomssloot is rekening gehouden met langsparkeren, hierdoor kan theoretisch een voertuig tot 7,5 ton op de deksteen staan. Er wordt rekening gehouden met een geparkeerd voertuig (maximaal 7,5 ton). De belasting op het prefab schort is conform NEN1991-1-1, tabel NB.3 6.8:

- $q_{rep} = 5$ kN/m²;
- $q_{rep, vert} = 40$ kN;
- $q_{rep, hor} = m \cdot a = 7.500 \text{ kg} \cdot 4 \text{ m/s}^2 = 30$ kN (hierbij is a de horizontale versnelling door rembelasting).

Scheepvaartbelasting

- de schorten worden niet gedimensioneerd op aanvaarbelasting (omdat haaks aanvaren ruimtelijk niet mogelijk is);
- ~~— kracht op de haalkom: $Q_{rep} = 40$ kN, conform ontwerpuitgangspunten recreatievaart 'Richtlijn Vaarwegen 2011'.~~

2.6 Belastingfactoren

De constructie wordt ingedeeld in veiligheidsklasse RC2 (geotechnische categorie 2), als een normale kadeconstructie. De belastingsfactoren in tabel 2.1 zijn toegepast.

Tabel 2.1 Toegepaste belastingsfactoren

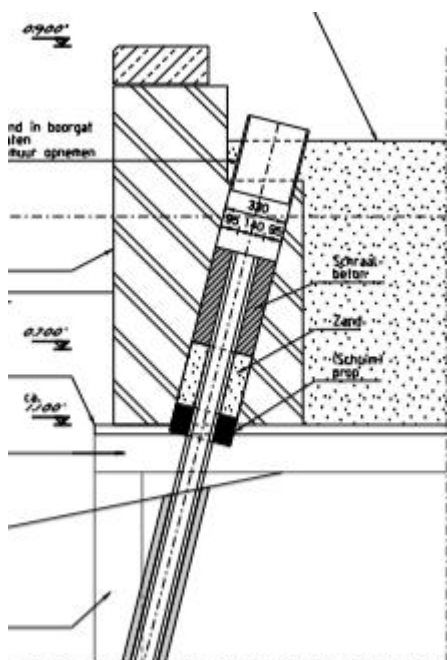
Partiële belastingfactor	Waarde	Toelichting
belastingfactor op bovenbelasting (constructieve berekening schort)	1,50	NEN-EN9997-1: 2012 Tabel A.3, kolom A1, veranderlijk
belastingfactor op bovenbelasting (geotechnische berekening damwand)	1,10	NEN-EN9997-1: 2012 Tabel A.3, kolom A2, damwand veranderlijk
belastingfactor op grondgewicht	1,00	NEN-EN9997-1: 2012 Tabel A.4b, kolom M2,
belastingfactor op grondsterkte	$\gamma_{\phi'} = 1,175$ $\gamma_c = 1,25$	NEN-EN9997-1: 2012 Tabel A.4b, kolom M2,
belastingfactor op drukdraagvermogen palen	1,20	NEN-EN9997-1:2012 Tabel A.6, kolom R3c

Partiële belastingfactor	Waarde	Toelichting
belastingfactor op negatieve kleef	1,00	NEN-EN9997-1:2012 par 7.3.2.2.(7)(b) berekening als alleenstaande paal volgens 7.3.2.2.(d)

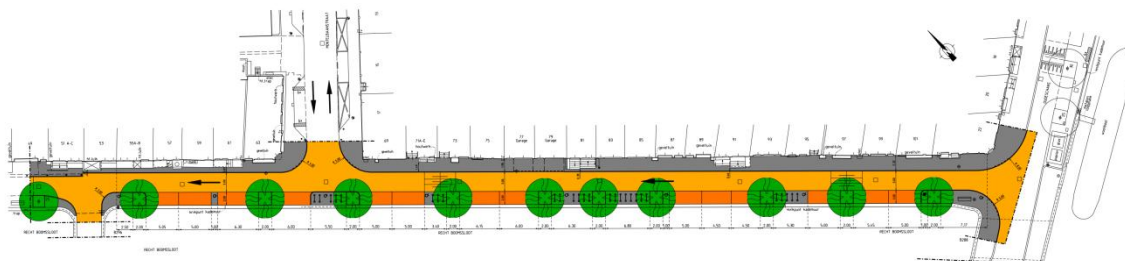
2.7 Huidige geometrie en constructie

De bestaande walmuur langs de Recht Boomssloot is een traditioneel opgebouwde walmuur, zoals gebruikelijk was voor de periode rond 1900 in Amsterdam. De walmuur bestaat uit een metselwerk keermuur gefundeerd op houten kespen met daaronder houten palen, vermoedelijk tot in de 1^e zandlaag, zie afbeelding 2.1. In afbeelding 2.2 is de huidige maaiveldinrichting weergegeven.

Afbeelding 2.1 Doorsnede huidige walmuur (inclusief ankerdrukpaal nieuw walmuurontwerp)



Afbeelding 2.2 Huidige maaiveldinrichting



Ter hoogte van huisnummers 85 t/m 101 is een tijdelijke maatregel aan waterzijde toegepast om de huidige kade stabiliseren. Dit gedeelte van de kade vertoonde doorgaande verplaatsingen richting het water.

2.8 Geotechniek

2.8.1 Grondopbouw en parameters

Het beschikbare historische grondonderzoek geeft een beeld van het geologische grondprofiel ter plaatse van de Recht Boomssloot. Aanvullende projectspecifieke sonderingen en (hand)boringen zijn uitgevoerd door Lankelma in 2019 en zijn opgenomen in bijlage I.

Op een diepte van NAP -12,25 m begint de eerste zandlaag. De fluviatiele en mariene afzettingen hierboven bestaan grotendeels uit slappe klei- en veenlagen. De laag tussen de 1^e zandlaag en de 2^e zandlaag bestaande uit grotendeels silt, soms afgewisseld met zand of kleig materiaal. De top laag is over het algemeen een mengeling van het bestaande veen, zand en puinresten uit aanvullingen.

Het grondprofiel is vastgesteld aan de hand van het beschikbare grondonderzoek. De sonderingen vertonen een gelijke grondopbouw, waarbij op de locatie van sondering 5 t/m 7 de eerste en de tweede zandlaag het diepst zijn gelegen. Sondering 6 is zodoende maatgevend voor de berekening van de combiwand. De grondopbouw, inclusief de aangehouden grondparameters, is gepresenteerd in tabel 2.2.

Sonderingen 1 is, vanwege onvoldoende lengte, niet gebruikt in de funderingsberekeningen.

Tabel 2.2 Grondopbouw Recht Boomssloot (sondering 6) en karakteristieke grondparameters

Laag	B.k. laag (m +NAP)	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ (kN/m ³)	φ' (°)	C' (kPa)	E_{50} (kPa)	E_{oed} (kPa)	E_{ur} (kPa)	POP (kPa)	M	n_{ur}
aanvulling zand	maaiveld	16,0/18,0	22	2	8.600	6.000	25.000	20	0,5	0,15
oude zeeklei	-1,0	16,5/16,5	22	5	7.500	4.100	20.000	20	0,8	0,15
holland-veen	-5,0	10,5/10,5	18	5	2.000	830	7.000	20	0,8	0,15
wadzand	-6,5	17,9/17,9	22	2	10.000	6.310	25.000	20	0,5	0,20
hydrobia klei	-8,5	15,2/15,2	22	5	6.500	4.600	13.000	20	0,8	0,20
1 ^e zandlaag	-12,25	17,8/19,8	33	0,1	35.000	20.000	100.000	10	0,5	0,20
alleröd, silt	-14,75	18,5/18,5	28	0,1	15.000	7.000	30.000	10	0,5	0,20
2 ^e zandlaag	-19,5	18,0/19,0	33	0,1	32.000	25000	80.000	10	0,5	0,20

Het aangehouden bodempeil in de gracht is NAP -2,2 m. In verband met mogelijk slib en uitwoelen door scheepsschroeven is er aan de grachtzijde tot NAP -3,0 m rekening gehouden met zeer slappe grond.

De hoogte van het maaiveld verloopt over de lengte van de walmuur, van NAP +2,0 m ter plaatse van de aansluiting van brug 269 tot NAP +0,95 m in het midden en weer naar NAP +2,2 m ter plaatse van de aansluiting van brug 288.

De sterkteparameters van de holocene grondlagen zijn gebaseerd op grote proevenverzamelingen voor het hele centrum van Amsterdam vanuit onder andere de noord/zuidlijn. Om rekening te houden met eventueel lokaal tegenvallende bodemgesteldheid zijn de sterkteparameters van de Oude zeeklei, het Wadzand en de Hydrobia klei verlaagd ten opzichte van de parameterset van de noord/zuidlijn.

De geotechnische berekeningen zijn uitgevoerd met Plaxis 2D conform NEN 9997-1, waarbij partiële factoren zijn gehanteerd zoals opgenomen in tabel 2.1. Het stappenplan voor CUR166 is niet eenvoudig te volgen bij toepassing van de eindige elementenmethode. Daarom wordt ervoor gekozen om alleen de voor de maatgevende stappen in SLS (stap 6.5) en ULS (stap 6.3) te toetsen: lage waterstand, hoge grondkerende hoogte en lage grondstijfheid. De lage stijfheid van grond is aangehouden, omdat dit maatgevend is voor het berekenen van de vervormingen als de verkeersbelasting zo'n grote rol speelt.

2.8.2 Waterstanden en stijghoogten

Het waterpeil in de Prinsengracht wordt beheerd op NAP -0,40 m. Aangenomen wordt dat de grondwaterstand gelijk is aan het waterpeil. De stijghoogte in de 1^e tot en met 3^e zandlaag wordt aangehouden op NAP -2,4m.

2.8.3 Vervormingen

Walmuur

De walmuur dient visueel geen verschilzakking met de omgeving te vertonen. Maatgevend hierin is de vervorming in langsrichting.

Als criterium wordt aangehouden dat de verschillen tussen de zakking van de walmuur in langsrichting niet tot scheuren in het metselwerk of kieren in de bestrating mogen leiden. Hiertoe wordt een maximale relatieve rotatie (β) van 1:300 aangehouden, zoals ook geldt voor nieuwe gemetselde gebouwen.

Omdat de schoorpaal een belangrijk onderdeel van de verticale belasting vormt wordt de verschilzetting tussen 2 'verankeringspunten' beschouwd:

- bij schoorpalen elke 3,2 m komt dit overeen met een verschilzakking van 10 mm tussen 2 steunpunten.

Er wordt uitgegaan van een verschilzakking van ongeveer 50 % van de absolute zakking. Dit leidt tot een absolute zettingseis van 20 mm, zowel in horizontale als verticale richting.

Belendingen

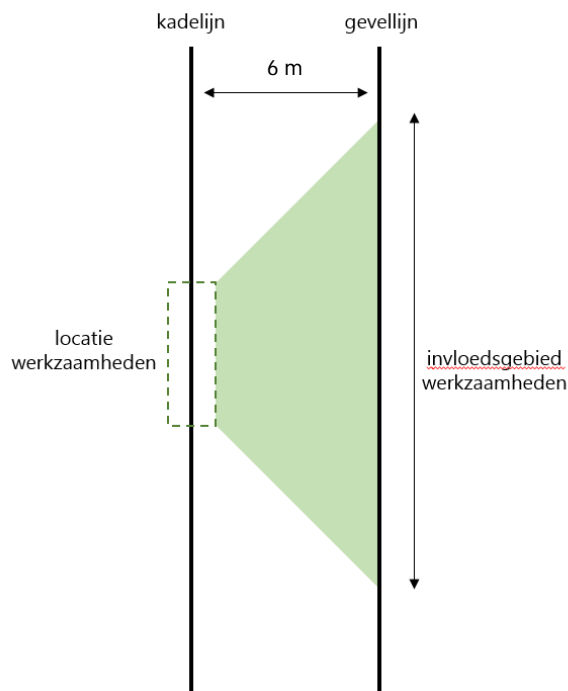
Als criterium wordt aangehouden dat de verschillen tussen de zakking van panden in langsrichting niet tot scheuren in het metselwerk mogen leiden. Hiertoe wordt een maximale relatieve rotatie (β) van 1:600 aangehouden, zoals geldt voor bestaande gemetselde gebouwen. Voor de belendingen zijn daarom eveneens de verschilzettingen van belang.

Verschilzettingen kunnen ontstaan doordat werkzaamheden voor een deel van de panden al zijn uitgevoerd, maar voor een ander deel nog niet. De verschilzetting tussen de buitenmuren van panden wordt als volgt getoetst, zie ook :

- de kortste afstand tot de belendingen bedraagt 6,0 m;
- uitgangspunt is dat de invloed van de werkzaamheden onder een hoek van 45 graden richting de panden spreidt;
- hierdoor is er een tussenafstand van 6,0 meter is tussen maximale invloed en geen invloed van de werkzaamheden op de gevellijn.

Dit leidt tot een absolute zettingseis van de belendingen van 10 mm.

Afbeelding 2.3 Afleiding zettingseis beleningen (bovenaanzicht invloedsgebied werkzaamheden)



2.9 Materiaaleigenschappen

2.9.1 Betonconstructies

In het werk gestort (in buispaal):

- beton C30/37;
 - e-modulus (ongescheurd) 33.000 N/mm^2 ;
 - e-modulus (gescheurd) 10.000 N/mm^2 ;
 - uitzettingscoëfficiënt 10^{-5} K^{-1} ;
- betonstaal B500B.

Prefab betonschort:

- beton C35/45;
 - e-modulus (ongescheurd) 34.000 N/mm^2 ;
 - e-modulus (gescheurd) 11.000 N/mm^2 ;
 - uitzettingscoëfficiënt 10^{-5} K^{-1} ;
- betonstaal B500B.

De milieuklassen voor de constructie zijn:

- in het werk gestort: XC4, XD3 en XF4;
- prefab betonschort: XC4 en XF3.

2.9.2 Staalconstructies

- constructiestaal S355;
- damwand staal S240;
- buispaal staal S355.

2.10 Corrosie

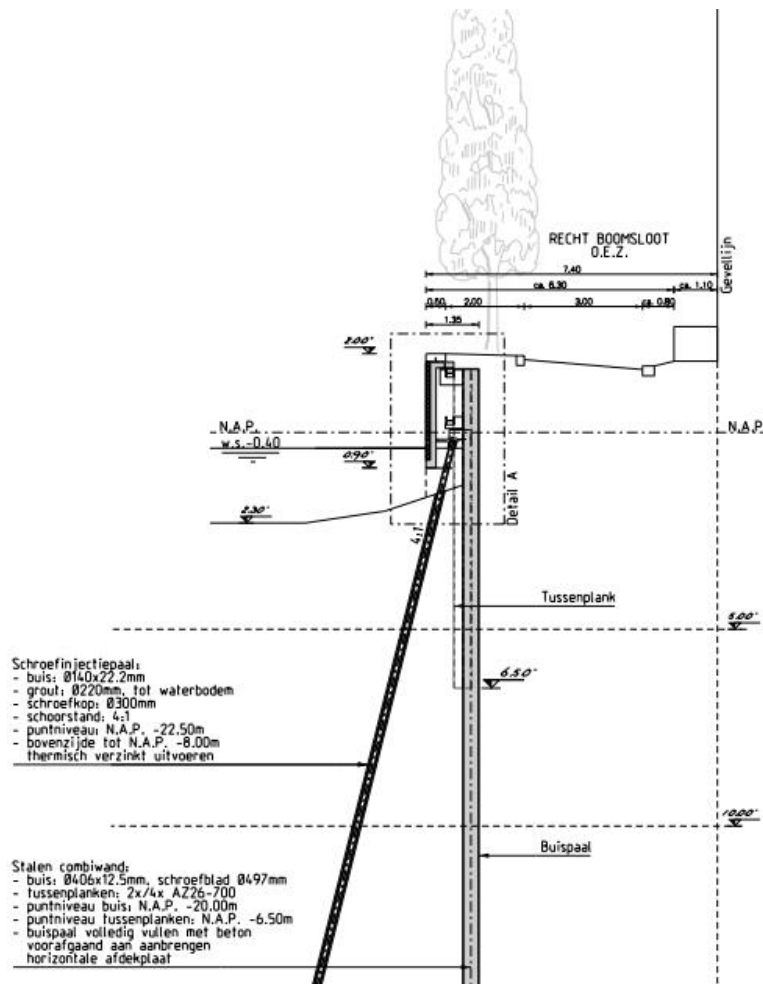
In de constructieve berekeningen wordt rekening gehouden met een corrosie van 0,012 mm per jaar per zijde voor alle staalsoorten. In de geotechnische berekeningen geldt deze waarde ook, enkel voor corrosie van funderingselementen in veenlagen geldt een hogere waarde. Voor een zure bodem wordt, conform CUR 166, een corrosiesnelheid van 0,0325 mm per jaar per zijde aangehouden.

3

ONTWERP WALMUUR

De variant die uitgewerkt wordt tot het DO is een combiwand met op druk belaste schoorpalen, met een prefab betonschort. Een principetekening van het dwarsprofiel is gegeven in afbeelding 3.1.

Afbeelding 3.1 Principe dwarsprofiel walmuur



Tabel 3.1 toont de belangrijkste dimensies van het ontwerp. In het ontwerp van de walmuur varieert het aantal tussenplanken afhankelijk van de hoogte van het achterliggende maaiveld. Ter plaatse van het hoge maaiveld (NAP +2,0 m) worden twee enkele damwandplanken tussen de buispalen gehanteerd, ter plaatse van het lage maaiveld (NAP +0,95 m) zijn dat er vier. Op de oplopende delen, van NAP +0,95 m tot +2,0 m worden eveneens twee enkele damwandplanken gehanteerd.

Tabel 3.1 Overzicht dimensionering

Ontwerp walmuur		
koppeling funderingselementen		gording
grondkering	type	combiwand, bestaande uit buispalen met een schachtdiameter (D) van 406 mm en AZ18-700 tussenplanken tot NAP -6,5 m
	fundatie	buispalen: NAP -20,0 m
walmuurconstructie		prefab betonschort
aanvullende ondersteuning		schoorpaal, verbonden d.m.v. ankerstoel aan buispaal
palen	type	schroefinjectie: buisdiameter 168 mm schoor 4:1 tot NAP -22,0 m of -23,0 m
	hart-op-hart	circa 3,2 m (bij achterliggend maaiveld op NAP +0,95 m) gem. circa 2,7 m (bij achterliggend maaiveld op NAP +2,0 m) => fig. toevoegen

4

HOOFDSTUK 4 IS COMPLEET DOOR HEKTEC HERSCHREVEN

GEOTECHNISCH ONTWERP

Voor het ontwerp van de Recht Boomssloot wordt in dit hoofdstuk nader bepaald wat de impact op de omgeving zal zijn met behulp van berekeningen met eindige elementenmethodes (Plaxis 2D). Daarnaast wordt op basis van deze berekening de krachtswerking en het draagvermogen van de constructie getoetst.

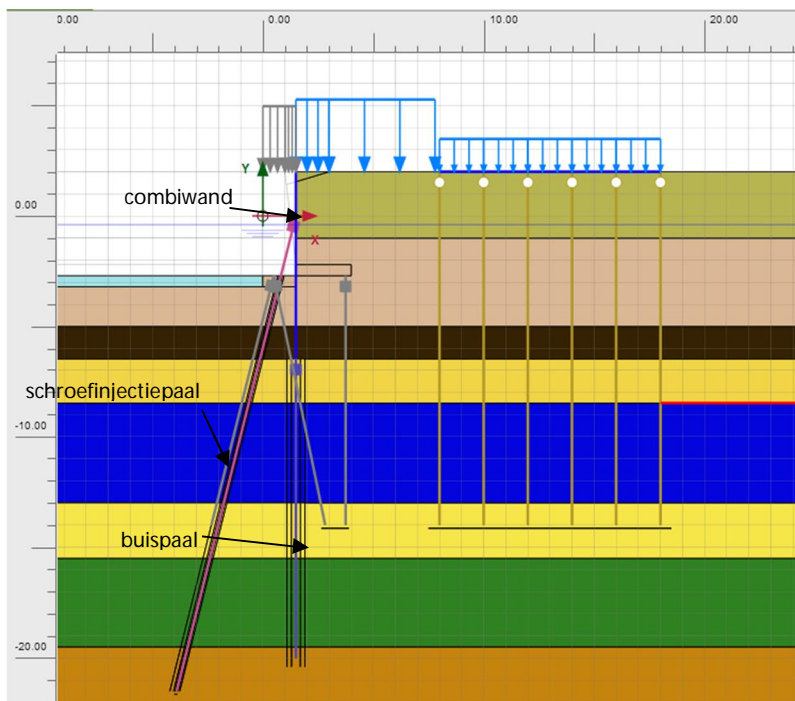
4.1 Model in Plaxis 2D

In Plaxis 2D zijn 2 doorsnede profielen opgesteld. Beide gebaseerd op een combiwand met en stijfheid en sterkte per strekkende meter. De ankerdrukpaal is gebaseerd op de stijfheid van de specifieke paal. Voor doorsnede 1 is een maaiveld gehanteerd op NAP + 2,00 m¹ (hoge zijde) met een spacing van de ankerpaal van maximaal 2,70 m¹ (buispaal – 1 dubbele damwandplank – buispaal, waarbij de drukpalen bij 2 van de 3 buispalen wordt aangebracht, zodat er een constante spacing van de ankerpalen ontstaat van 2,70 m¹).

Voor doorsnede 2 is een maaiveld gehanteerd op NAP + 0,95 m¹ (lage zijde) met een spacing van de ankerpaal van maximaal 3,20 m¹ (tussen de buispalen steeds 2 dubbele damwandplanken)

Afbeelding 4.1 toont een impressie van het Plaxis-model voor de hoge doorsnede.

Afbeelding 4.1 Impressie Plaxis 2D-model (links ingebed in grondlagen, rechts enkel de constructie)



De focus van de berekeningen ligt op de krachtswerking in de nieuwe kademuur. De huidige keerwand is daarom eenvoudig gemodelleerd als een gefixeerd oppervlak. De invoergegevens van de buispaal, damwand en ankerdrukpaal van de toekomstige kademuur zijn hieronder weergegeven.

Tabel 4.1 Invoergegevens

Onderdeel	Invoer
buispaal Æ406 mm en dikte 12,5 mm	<p>de buispaal is opgevuld met beton. Het oppervlak, gewicht en stijfheid ingevoerd in Plaxis is op basis van de staaldoorsnede:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $A = 0,01545 \text{ m}^2$; - $\gamma = 78 \text{ kN/m}^3$; - $E = 210 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$;
damwand AZ18-700	<p>de damwand gemodelleerd in Plaxis als vlakke plaat. Als referentiedikte wordt de hoogte van de plank aangehouden à 0,46m. De overige parameters zijn op basis van deze dikte bepaald, dusdanig dat de equivalente buigstijfheid (EI) in beide richtingen juist wordt benaderd. In de horizontale richting (E_x) betekent dit voor de damwand vanzelfsprekend een zeer lage buigstijfheid:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\gamma = 2,06 \text{ kN/m}$ per section of 1,40 m¹ - $EI = 96,35 \times 10^3 \text{ kNm}^2/\text{m}^1$ (hoge zijde) - $EI = 88,93 \times 10^3 \text{ kNm}^2/\text{m}^1$ (lage zijde)
schoorpaal Æ168 mm en dikte 16 mm	<p>de schoorpaal wordt omhuld met grout met een diameter van 220 mm. Het oppervlak, gewicht en stijfheid ingevoerd in Plaxis is op basis van de staal doorsnede:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $A = 7,7 \times 10^{-3} \text{ m}^2$; - $\gamma = 78 \text{ kN/m}^3$; - $E = 210 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$;

4.2 Samenstelling kademuur

4.2.1 Damwanden

Bij de uitwerking van de constructie is uitgegaan van combiwanden met geschroefde buispalen tot in de tweede zandlaag en van korte tussenplanken van het type AZ18-700, tot onderaan de Hollandveenlaag (circa NAP -6,5 m) tegen onderloopsheid en onderuitzakken van grond. Vanuit het oogpunt van sterkte kan een lichtere damwand worden toegepast, maar vanwege de grote kans op het raken van obstakels wordt de voorkeur gegeven aan een plank met een grotere staaldikte, om installatieschade te voorkomen.

4.2.2 Nieuwe palen

Buispalen combiwand

Voor de nieuwe palen is uitgegaan van schroevend ingebrachte palen met groutinjectie in de zandlagen. Op deze palen is de uitvoeringsnorm EN12699:2000 van toepassing. Dit leidt tot de bijbehorende paalfactoren $\alpha_s = 0,009$ en $\alpha_p = 0,63$. Deze paalfactoren gelden conform NEN 9997-1 wanneer de volgende uitgangspunten worden aangehouden:

- paaltype: in de grond gevormde groutschil rond buis met schroefpunt (staal);
- uitvoeringswijze: geschroefd zonder de paal tijdens het aanbrengen op en neer te halen; menging van de grond met grout.

Schoorpalen

In de berekening zijn paalfactoren voor de schoorpaal gehanteerd zoals gangbaar voor micropalen, waarop de uitvoeringsnorm EN14199:2005 van toepassing is. Deze paal is het meest vergelijkbaar met de schroefinjectiepaal in verband met zijn functie als drukpaal. Voor deze paal geldt $\alpha_s = 0,009$ en $\alpha_p = 0,63^*$:

- type: in de grond gevormd met ankerbuizen en schroefbladen, waarbij grout direct tegen grond drukt;
- uitvoeringswijze: geschroefd, menging van de grond met grout.

- * Geldend bij voorwaarde h: indien over de laatste gang van 8 x de paaldiameter, tot het beoogde paalpuntniveau, de boorbuis niet op-en-neer wordt gehaald, en na het op diepte komen van de paal aan de punt onder verhoogde druk wordt afgeperst en de paal wordt vastgedraaid, mag in plaats van 0,35 worden uitgegaan van een waarde van 0,63 (NEN 9997-1, tabel 7.C).

Vanwege de kans op drukverlies van het grout in de slappe lagen bij de bovenste meters van de paal, wordt de paal over de bovenste 5 m voorzien van corrosiebescherming.

4.2.3 Combiwand

Als uitgangspunt voor de combiwand is uitgegaan van schroevend ingebrachte stalen buispalen met groutinjectie en aangelaste sloten over de bovenste meters. De stalen buispalen worden met gesloten schroefpunt met vergrote voet ingebracht. Hiertussen worden drukkend AZ18-700 tussenplanken geplaatst tot NAP -6,5 m tegen onderloopsheid, danwel onderuitzakken van de grond achter de walmuur richting de gracht. De gording dient als constructieve aansluiting op de schoorpalen en het voorhangschort.

4.3 Fasering

De onderstaande fasering is aangehouden in het Plaxismodel:

- 0 initiële fase;
- 1 huidige walmuur;
- 2 ontgraven 0,5 m ten behoeve van installatie schroefinjectiepaal en ontlasten kademuur;
- 3 installatie combiwand en schoorpaal;
- 4 verwijderen huidige walmuur;
- 5 voorbelasten met 15 kPa tijdens de bouwphase (verkeersbelasting);
- 6 plaatsen schort en maximale bovenbelasting (20 kPa integraal, ten behoeve van krachtswerking);
- 7 UGT fase waarin de grondsterkte gereduceerd wordt (in combinatie met verhoging grondwaterstandsverschil en kerende hoogte conform CUR166).
- 8 Phi-c reductie fase met factor 1.25

Uit fase 8 volgen de maatgevende waardes ten behoeve van de toetsing van de combiwand op sterkte. Er is gebleken dat 1,2 x representatieve waardes van het moment en de normaalkracht nergens maatgevend is.

De resultaten van fase 6 worden gebruikt om omgevingsbeïnvloeding te toetsen. Een bovenbelasting van 20 kPa (fase 6) is namelijk niet realistisch op de Recht Boomssloot, maar is conservatief aangehouden om de maatgevende krachten in de constructie te bepalen.

4.4 Resultaten berekeningen Plaxis en D-Foundations

4.4.1 Doorsnede met hoog maaiveld (NAP +2,0 m)

Toetsing grondkerende constructie

In tabel 4.2 is het maximaal berekende moment in de constructie opgenomen en getoetst.

Tabel 4.2 Toetsing combiwand op sterkte (ULS) - bij 2 AZ18-700 tussenplanken

Omschrijving		
type wand	(-)	combiwand ¹⁾
staalklasse	(-)	S355 (406/12,5)
maximaal toegestaan buigend moment	(kNm)	425 ²⁾
maximaal optredend buigend moment	(kNm)	221,6
unity check		0,53
		voldoet

¹⁾ Combiwand berekend per buispaal, niet per meter. Deze bestaat uit buispalen Ø 406 mm, wanddikte 12,5 mm en staalklasse S355, en gevuld met beton. De 2 tussenplanken AZ18-700 zijn eenvoudigheidshalve niet meegenomen bij de bepaling van de sterkte.

²⁾ Corrosietoeslag van totaal 2,4 mm aan buitenzijden, uitgaande van corrosie in zand- en kleilagen. Maximaal moment treedt niet op in veenlaag.

Toetsing verticaal draagvermogen

In deze paragraaf wordt het draagvermogen getoetst. De toetsing is uitgevoerd met behulp van berekeningen met D-Foundations, opgenomen in bijlage III. Correlatiefactoren zijn toegepast conform tabel A10.b in NEN-EN9997-1 voor een niet-stijf bouwwerk en 6 sonderingen.

Tabel 4.3 Uitgangspunten toetsing draagvermogen combiwandbuispaal hoge zijde

type damwand	(-)	AZ18-700 tot NAP -6,5m
diameter buispaal (schacht/punt)	(mm)	406/497
installatieniveau buispaal	(m+NAP)	-21 ²⁾
paalfactor op schachtwrijving	(-)	0,009
paalfactor op punt draagvermogen	(-)	0,63
gewicht constructie	(kN/sectie)	208 ¹⁾
negatieve kleef twee damplanken	(kN/sectie)	328
totaal belastingen	(kN/m')	536

¹⁾ Gewicht schort volgt vanuit het constructief ontwerp, 40 kN/m, gecombineerd met gewicht damplanken: $(6,5+2,2)*1,4*109,3/9,81 = 136$ kN.

²⁾ Uit de controle van het draagvermogen (zie tabel 4.4) volgt dat de buizen een PPN moeten hebben van NAP – 21,00 m¹

Zoals te zien is in de onderstaande tabel voldoet het draagvermogen van de combiwand buispaal ruim bij een paalpuntniveau van NAP -20 m. Ondiepere palen zijn niet mogelijk in verband met de wisselvallige conusweerstand van de Alleröd laag. In bijlage III is eveneens de toetsing van het draagvermogen per sondering op genomen.

Tabel 4.4 Gemiddeld draagvermogen combiwandbuispaal 6 sonderingen (met $x_3=1,28$), PPN NAP – 21,00 m¹

	$R_{c,cat,max,gem}$	$R_{c,d,gem}$	$F_{nsf,rep,max}$	$R_{c,net,d}$	U.C.
sondering 2 t/m 7	1691	1321	208	893	0.60

In de onderstaande twee tabellen wordt het gemiddeld draagvermogen van de schoorpaal getoetst op basis van alle beschikbare sonderingen. In bijlage III is aanvullend de toetsing van het draagvermogen per sondering opgenomen.

Tabel 4.5 Uitgangspunten toetsing draagvermogen schoorpaal hoge zijde

diameter ankerpaal (schacht/voet)	(mm)	220/300
paalfactor op schachtwrijving	(-)	0,008
paalfactor op puntdraagvermogen	(-)	0,63
belasting uit kadeconstructie	(kN/paal)	652 ¹⁾
installatieniveau	(m NAP)	-22,50 ²⁾

¹⁾ Berekende kracht in schoorpaal met Plaxis 2D, UGT fase (2,70m¹ x 241,4 kN/m¹ axiaal)

²⁾ Uit de controle van het draagvermogen (zie tabel 4.6) volgt dat de buizen een PPN moeten hebben van NAP – 22,50 m¹

Tabel 4.6 Gemiddeld draagvermogen ankerdrukpaal hoge zijde 6 sonderingen (met $x_3=1,28$), PPN NAP – 22,50 m¹

	$R_{c,cat,max,gem}$	$R_{c,d,gem}$	$F_{nsf,rep,max}$	$R_{c,net,d}$	UC
Sondering 1 t/m 7	1198	936	68	712	0.91

Uitgangspunt bij de toetsing van het draagvermogen is dat de buispaal voldoende draagvermogen heeft om zijn eigen negatieve kleeft op te nemen, van de aanhangende damwanden en van de bovenbelasting.

Uitgangspunt bij de toetsing van het draagvermogen van de ankerdrukpaal is dat deze zijn eigen negatieve kleeft kan dragen en de verticale belasting die ontstaat door de horizontale belasting op de paal (resultaat van Plaxis 2D). Volgens tabel 4.4 en tabel 4.6 voldoet de constructie hieraan.

Toetsing doorsnede schroefinjectiepaal

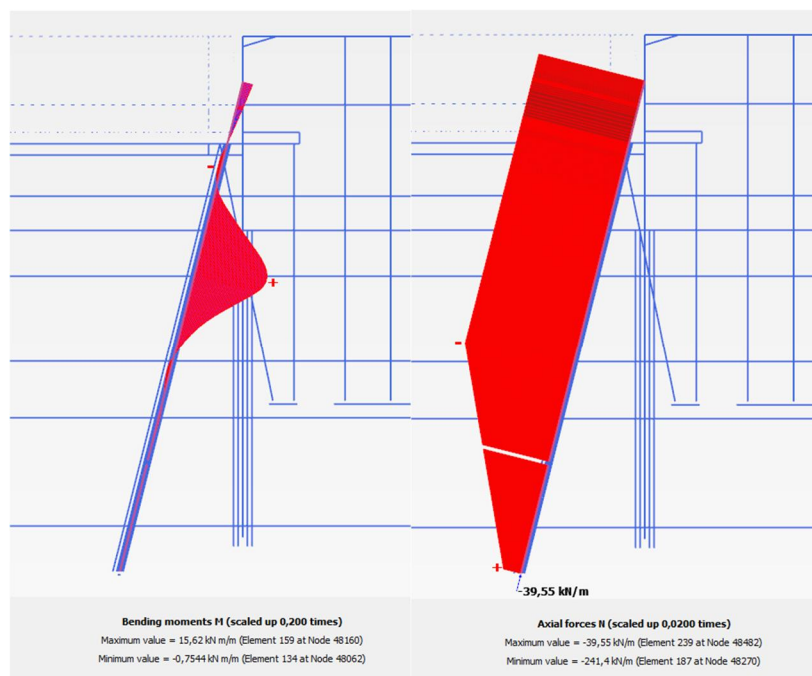
Het maximale optredende buigend moment in de ankerdrukpaal is 20 kNm (zie afbeelding 4.2) De bijbehorende normaalkracht is 652 kN.

Tabel 4.7 Toetsing doorsnede schroefinjectiepaal

Omschrijving	Symbool	Waarde corrosie reductie	Eenheid
maximaal optredend buigend moment	M_d	42,17	kNm
maximaal optredende normaalkracht	F_d	652	kN
oppervlakte paal	A	$6,494 \times 10^3$ ¹⁾	mm ²
weerstandsmoment paal	W	$2,28 \times 10^5$ ¹⁾	mm ³
maximaal optredende spanning	s_d	285	N/mm ²
toelaatbare spanning	f_{yd}	355	N/mm ²
unity check		0,80	-
		voldoet	

¹⁾ Corrosietoeslag van totaal 2,4 mm aan buitenzijden, uitgaande van corrosie in zand- en kleilagen. Maximaal moment treedt niet op in veenlaag.

Afbeelding 4.2 Maximaal berekende normaalkracht en moment in de ankerdrukpaal hoge zijde (UGT)



Toetsing knik schroefinjectiepaal

De verwachting is dat er geen knik optreedt bij de schroefinjectiepaal. De schroefinjectiepaal is voor het grootste gedeelte met grond ondersteund waardoor weinig knik optreedt. Het stuk van waterbodem tot de ankerstoel heeft geen ondersteuning van grond. Echter is de kniklengte van de schroefinjectiepalen groter dan de lengte zonder ondersteuning grond. Met behulp van de Eulerse knikspanning (staalspanning wordt niet overschreden) wordt dit aangetoond:

$$l_k = 4,17\text{ m} \Rightarrow \text{zie bijlage V}$$

De kniklengte is 4,17 m voor de schroefinjectiepaal, terwijl de afstand van de schroefinjectiepaal zonder grondondersteuning circa 2,5 m is.

Daarnaast wordt met de methode van Shields het knikpotentieel van de slanke funderingspaal met de volgende formule berekend:

$$F_{r;knik;krit} = \frac{(8 \text{ à } 14) \cdot \sqrt{c_u \cdot EI_{paal}}}{1,5} = \frac{8 \cdot \sqrt{15 \cdot 3,97 \cdot 10^3}}{1,5} \approx 1301\text{ kN}$$

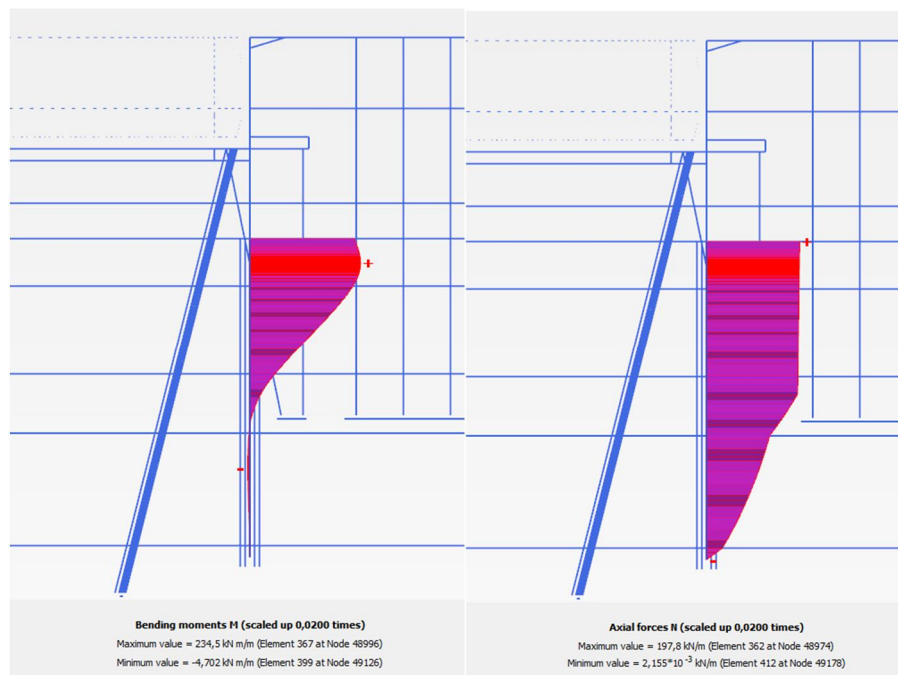
Hierin voor de buigstijfheid van de paal enkel de gecorrodeerde staaldoorsnede aangehouden. Voor de ongedraineerde schuifsterkte is conform tabel 2.b van NEN9997-1 de waarde voor slappe tot matige organische klei aangehouden. Gezien de maximale kracht in de ankerdrukpaal 652 kN bedraagt, wordt de kritieke knikkracht niet overschreden.

Toetsing doorsnede buispaal

De kopmomenten van de buispaal zijn getoetst in DO rapport bijlage V.

In afbeelding 4.3 wordt het momenten- en normaalkrachtenverloop (UGT) in de buispaal weergegeven voor de hoge doorsnede. Ter hoogte van het maximale moment van 422 kNm is er een normaalkracht van circa 356 kN aanwezig.

Afbeelding 4.3 Maximaal berekende normaalkracht en moment in de buispaal hoge zijde (UGT)



In de tabel 4.8 wordt het maximale moment met de maximale normaalkracht getoetst. Er wordt geen rekening gehouden met corrosie in verband met het omhullende groutlichaam ter plaatse van het optredende maximale moment.

Tabel 4.8 Toetsing doorsnede buispaal

Omschrijving	Symbool	Waarde	Eenheid
maximaal optredend buigend moment	M_d	422	kNm
maximaal optredende normaalkracht	F_d	356	kN
oppervlakte paal	A	$1,54 \times 10^4$	mm ²
weerstandsmoment paal	W	$1,47 \times 10^6$	mm ³
maximaal optredende spanning	S_d	310	N/mm ²
toelaatbare spanning	f_{yd}	355	N/mm ²
unity check		0,87	-
		Voldoet	

Toetsing damwand

Het kopmoment van de damwand is getoetst in DO-rapport bijlage VI.

Toetsing vervormingen constructie

Om de verplaatsingen ter plaatse van het hoge maaiveld te beperken worden er op die locatie minder tussenplanken toegepast dan bij het lage maaiveld. Bij twee tussenplanken, in plaats van vier, worden met Plaxis 2D vervormingen berekend zoals opgenomen in tabel 4.9.

Tabel 4.9 Toetsing uitbuiging constructie (SLS) - bij twee AZ18-700 tussenplanken

Omschrijving	Beschrijving	Horizontaal u_y (mm)
voorbelasten	walmuur belasten met 15 kPa	58
eindsituatie	walmuur maximaal belast (20 kPa)	70
toegestaan	langsrichting	20
unity check		3,5 voldoet niet
eindsituatie - verschil	verschil maximale belasting t.o.v. oplevering	12
unity check		0,60
		voldoet

Uit de resultaten van tabel 4.9 volgt dat de deformaties de grenswaarde overschrijden. Het betreft echter niet een eis aan de damwand, maar een eis om scheurvorming in het metselwerk van het voorhangschort te voorkómen en een esthetische eis om een rechte kadelijs te verkrijgen. Er wordt daarom voorgesteld om, voordat het voorhangschort wordt geplaatst, direct achter de wand een belasting (bijvoorbeeld met bouwmateneel) aan te brengen die de combiwand licht voorbelast. Daarna wordt pas het voorhangschort geplaatst, waarbij minder restvervorming zal optreden.

De bijkomende verplaatsing na plaatsen van het schort wordt vooral veroorzaakt door verkeer in de gebruiksfase en komt daarmee op circa 12 mm (verschil tussen fase 'voorbelasten' en fase 'eindsituatie'), waarmee in het voorhangschort wordt voldaan aan de vervormingseis van 20 mm. Het resultaat van de Plaxisberekeningen is opgenomen in bijlage II.

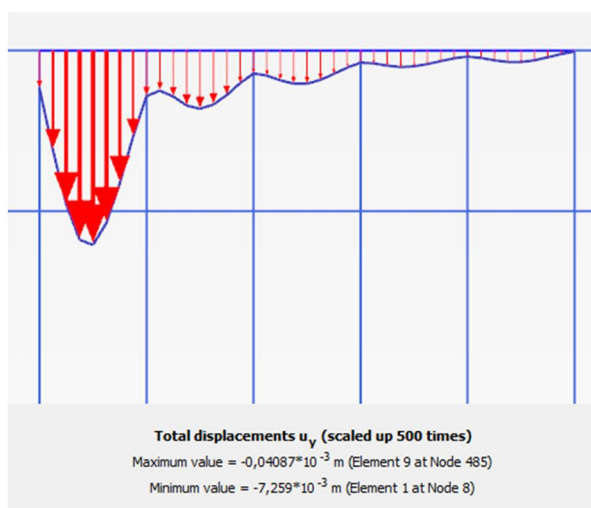
Toetsing vervormingen maaiveld

In tabel 4.10 zijn de verticale verplaatsingen opgenomen op 6 m afstand tot de combiwand, ter hoogte van de dichtstbijzijnde gevel. Te zien is dat de berekende vervormingen voldoen aan de zettingseis opgenomen in paragraaf 2.8.3. De verplaatsingen zijn eveneens visueel inzichtelijk gemaakt in afbeelding 4.4. Horizontaal wordt er 6 mm verplaatsing berekend op 6 m afstand tot de kade.

Tabel 4.10 Toetsing berekende vervormingen maaiveld (SLS) op 6 m afstand tot walmuur - bij 2 AZ18-700 tussenplanken

Omschrijving	Beschrijving	Verticaal u_y (mm)
eindsituatie	walmuur belast (15 kPa)	7.3
toegestaan	dwarsrichting	10
unity check		0.73
		voldoet

Afbeelding 4.4 Verticale verplaatsing maaiveld haaks op fase 6 (BGT)



De aan de kade grenzende panden zullen gefundeerd zijn in de 1^e zandlaag. De zettingen van de 1^e zandlaag blijven onder de 2 mm. Panden met een goede fundering zullen de verplaatsingen van de 1^e zandlaag volgen. De verwachting is daarom dat de panden een verplaatsing kleiner dan 4 mm ten gevolge van de werkzaamheden zullen ondergaan.

4.4.2 Doorsnede met hoog maaiveld (NAP +0,95 m)

Toetsing grondkerende constructie

In tabel 4.11 is het maximaal berekende moment in de constructie opgenomen en getoetst.

Tabel 4.11 Toetsing combiwand op sterkte (ULS) - bij 4 AZ18-700 tussenplanken

Omschrijving		
type wand	(-)	combiwand ¹⁾
staalklasse	(-)	S355 (406/12,5)
maximaal toegestaan buigend moment	(kNm)	425 ²⁾
maximaal optredend buigend moment	(kNm)	102,9
unity check		0,24
		voldoet

¹⁾ Combiwand berekend per buispaal, niet per meter. Deze bestaat uit buispalen Ø 406 mm, wanddikte 12,5 mm en staalklasse S355. De 4 tussenplanken AZ18-700 zijn eenvoudigheidshalve niet meegenomen bij de bepaling van de sterkte.

²⁾ Corrosietoetslag van totaal 2,4 mm aan buitenzijden, uitgaande van corrosie in zand- en kleilagen. Maximaal moment treedt niet op in veenlaag.

Toetsing verticaal draagvermogen

In deze paragraaf wordt het draagvermogen getoetst. De toetsing is uitgevoerd met behulp van berekeningen met D-Foundations, opgenomen in bijlage III. Correlatiefactoren zijn toegepast conform tabel A10.b in NEN-EN9997-1 voor een niet-stijf bouwwerk en 6 sonderingen.

Voor de uitgangspunten en resultaten van het draagvermogen van de buispalen van de combiwand zie tabel 4.3 en 4.4. De buispalen voldoen op een PPN van NAP – 22,0 m¹.

In de onderstaande twee tabellen wordt het gemiddeld draagvermogen van de schoorpaal getoetst op basis van alle beschikbare sonderingen. In bijlage III is aanvullend de toetsing van het draagvermogen per sondering opgenomen.

Tabel 4.12 Uitgangspunten toetsing draagvermogen schoorpaal hoge zijde

diameter ankerpaal (schacht/voet)	(mm)	220/300
paalfactor op schachtwrijving	(-)	0,008
paalfactor op punt draagvermogen	(-)	0,63
belasting uit kadeconstructie	(kN/paal)	728 ¹⁾
installatieniveau	(m NAP)	-22,50

¹⁾ Berekende kracht in schoorpaal met Plaxis 2D, UGT fase (3,20m¹ x 227.3 kN/m¹ axiaal)

Tabel 4.13 Gemiddeld draagvermogen ankerdrukpaal hoge zijde 6 sonderingen (met $x_3=1,28$), PPN NAP – 23,00 m¹

	$R_{c,cat,max,gem}$	$R_{c,d,gem}$	$F_{nsf,rep,max}$	$R_{c,net,d}$	UC
Sondering 1 t/m 7	1309	852	68	784	0.93

Uitgangspunt bij de toetsing van het draagvermogen is dat de buispaal voldoende draagvermogen heeft om zijn eigen negatieve kleeft op te nemen, van de aanhangende damwanden en van de bovenbelasting.

Uitgangspunt bij de toetsing van het draagvermogen van de ankerdrukpaal is dat deze zijn eigen negatieve kleeft kan dragen en de verticale belasting die ontstaat door de horizontale belasting op de paal (resultaat van Plaxis 2D). Volgens tabel 4.4 en tabel 4.6 voldoet de constructie hieraan.

Toetsing doorsnede schroefinjectiepaal

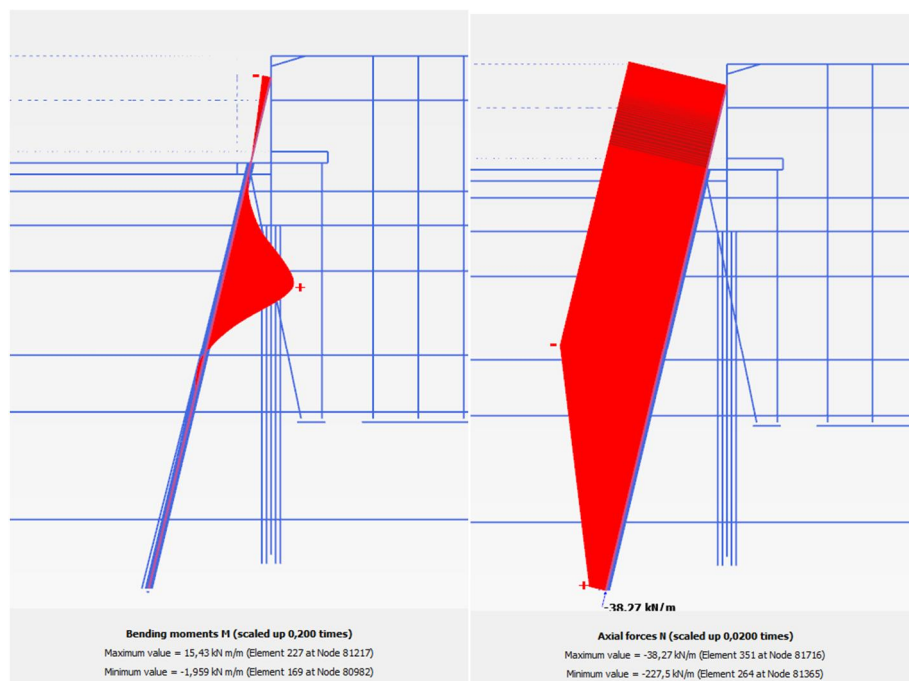
Het maximale optredende buigend moment in de ankerdrukpaal is 20 kNm (zie afbeelding 4.5) De bijbehorende normaalkracht is 728kN.

Tabel 4.14 Toetsing doorsnede schroefinjectiepaal

Omschrijving	Symbool	Waarde corrosie reductie	Eenheid
maximaal optredend buigend moment	M_d	49,4	kNm
maximaal optredende normaalkracht	F_d	728	kN
oppervlakte paal	A	$6,494 \times 10^3$ ¹⁾	mm ²
weerstandsmoment paal	W	$2,28 \times 10^5$ ¹⁾	mm ³
maximaal optredende spanning	s_d	329	N/mm ²
toelaatbare spanning	f_{yd}	355	N/mm ²
unity check		0.93	-
		voldoet	

¹⁾ Corrosietoeslag van totaal 2,4 mm aan buitenzijden, uitgaande van corrosie in zand- en kleilagen. Maximaal moment treedt niet op in veenlaag.

Afbeelding 4.5 Maximaal berekende normaalkracht en moment in de ankerdrukpaal hoge zijde (UGT)



Toetsing knik schroefinjectiepaal

De verwachting is dat er geen knik optreedt bij de schroefinjectiepaal. De schroefinjectiepaal is voor het grootste gedeelte met grond ondersteund waardoor weinig knik optreedt. Het stuk van waterbodem tot de ankerstoel heeft geen ondersteuning van grond. Echter is de kniklengte van de schroefinjectiepalen groter dan de lengte zonder ondersteuning grond. Met behulp van de Eulerse knikspanning (staalspanning wordt niet overschreden) wordt dit aangetoond:

$$l_k = 3,84 \text{ m} \Rightarrow \text{zie bijlage V}$$

De kniklengte is 3,84 m voor de schroefinjectiepaal, terwijl de afstand van de schroefinjectiepaal zonder grondondersteuning circa 2,5 m is.

Daarnaast wordt met de methode van Shields het knikpotentieel van de slanke funderingspaal met de volgende formule berekend:

$$F_{r;knik;krit} = \frac{(8 \text{ à } 14) \cdot \sqrt{c_u \cdot EI_{paal}}}{1,5} = \frac{8 \cdot \sqrt{15 \cdot 3,97 \cdot 10^3}}{1,5} \approx 1301 \text{ kN}$$

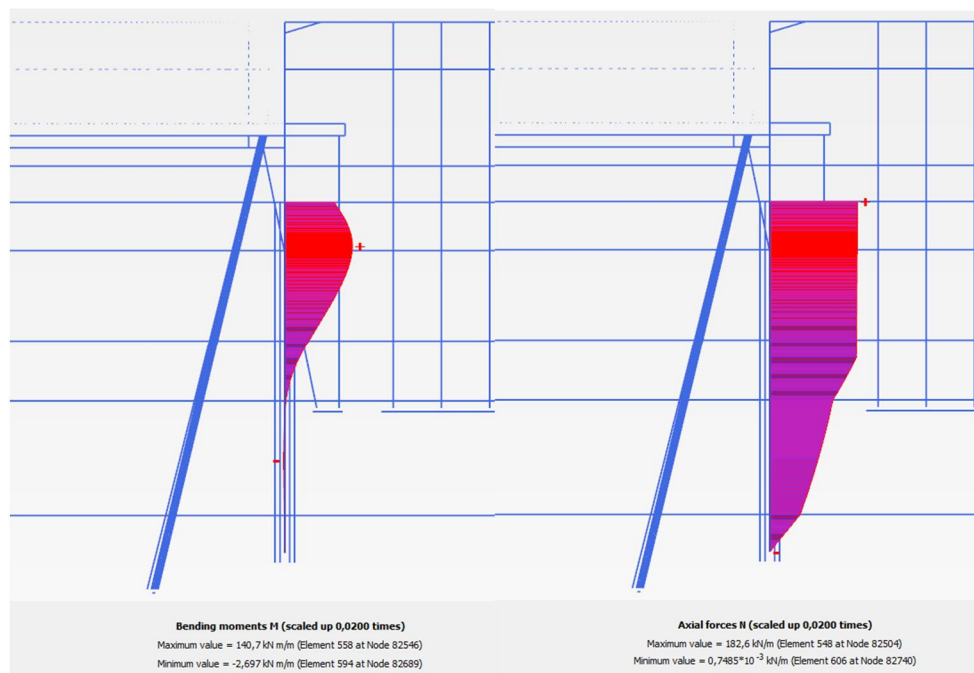
Hierin voor de buigstijfheid van de paal enkel de gecorrodeerde staaldoorsnede aangehouden. Voor de ongedraineerde schuifsterkte is conform tabel 2.b van NEN9997-1 de waarde voor slappe tot matige organische klei aangehouden. Gezien de maximale kracht in de ankerdrukpaal 728 kN bedraagt, wordt de kritieke knikkracht niet overschreden.

Toetsing doorsnede buispaal

De kopmomenten van de buispaal zijn getoetst in DO rapport bijlage V.

In afbeelding 4.3 wordt het momenten- en normaalkrachtenverloop (UGT) in de buispaal weergegeven voor de hoge doorsnede. Ter hoogte van het maximale moment van 450 kNm is er een normaalkracht van circa 584 kN aanwezig.

Afbeelding 4.6 Maximaal berekende normaalkracht en moment in de buispaal hoge zijde (UGT)



In de tabel 4.15 wordt het maximale moment met de maximale normaalkracht getoetst. Er wordt geen rekening gehouden met corrosie in verband met het omhullende groutlichaam ter plaatse van het optredende maximale moment.

Tabel 4.15 Toetsing doorsnede buispaal

Omschrijving	Symbool	Waarde	Eenheid
maximaal optredend buigend moment	M_d	450.2	kNm
maximaal optredende normaalkracht	F_d	584.3	kN
oppervlakte paal	A	$1,54 \times 10^4$	mm ²
weerstandsmoment paal	W	$1,47 \times 10^6$	mm ³
maximaal optredende spanning	S_d	344	N/mm ²
toelaatbare spanning	f_{yd}	355	N/mm ²
unity check		0.97	-
		Voldoet	

Toetsing damwand

Het kopmoment van de damwand is getoetst in DO rapport bijlage VI.

Toetsing vervormingen constructie

Om de verplaatsingen ter plaatse van het hoge maaiveld te beperken worden er op die locatie minder tussenplanken toegepast dan bij het lage maaiveld. Bij twee tussenplanken, in plaats van vier, worden met Plaxis 2D vervormingen berekend zoals opgenomen in tabel 4.16.

Tabel 4.16 Toetsing uitbuiging constructie (SLS) - bij 4 AZ18-700 tussenplanken

Omschrijving	Beschrijving	Horizontaal u_y (mm)
voorbelasten	walmuur belasten met 15 kPa	49
eindsituatie	walmuur maximaal belast (20 kPa)	60
toegestaan	langsrichting	20
unity check		3,0 voldoet niet
eindsituatie - verschil	verschil maximale belasting t.o.v. oplevering	11
unity check		0,55
		voldoet

Uit de resultaten van tabel 4.169 volgt dat de deformaties de grenswaarde overschrijden. Het betreft echter niet een eis aan de damwand, maar een eis om scheurvorming in het metselwerk van het voorhangschort te voorkómen en een esthetische eis om een rechte kadelijs te verkrijgen. Er wordt daarom voorgesteld om, voordat het voorhangschort wordt geplaatst, direct achter de wand een belasting (bijvoorbeeld met bouwmateneel) aan te brengen die de combiwand licht voorbelast. Daarna wordt pas het voorhangschort geplaatst, waarbij minder restvervorming zal optreden.

De bijkomende verplaatsing na plaatsen van het schort wordt vooral veroorzaakt door verkeer in de gebruiksfase en komt daarmee op circa 11 mm (verschil tussen fase 'voorbelasten' en fase 'eindsituatie'), waarmee in het voorhangschort wordt voldaan aan de vervormingseis van 20 mm. Het resultaat van de Plaxisberekeningen is opgenomen in bijlage II.

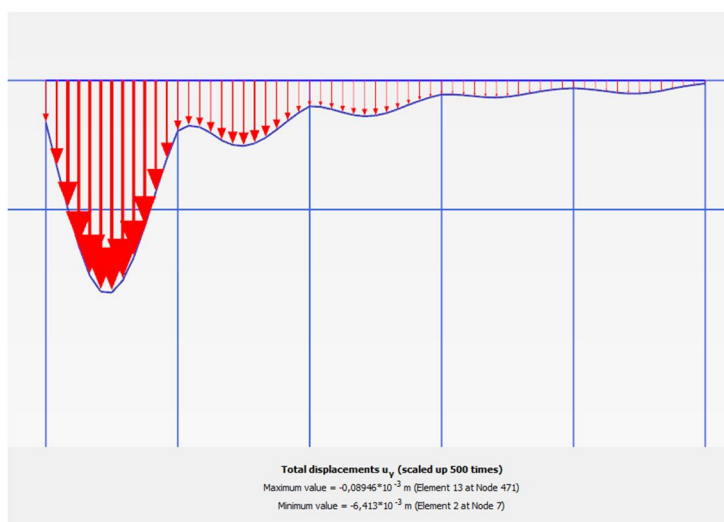
Toetsing vervormingen maaiveld

In tabel 4.17 zijn de verticale verplaatsingen opgenomen op 6 m afstand tot de combiwand, ter hoogte van de dichtstbijzijnde gevel. Te zien is dat de berekende vervormingen voldoen aan de zettingseis opgenomen in paragraaf 2.8.3. De verplaatsingen zijn eveneens visueel inzichtelijk gemaakt in afbeelding 4.7. Horizontaal wordt er 6 mm verplaatsing berekend op 6 m afstand tot de kade.

Tabel 4.17 Toetsing berekende vervormingen maaiveld (SLS) op 6 m afstand tot walmuur - bij 4 AZ18-700 tussenplanken

Omschrijving	Beschrijving	Verticaal u_y (mm)
eindsituatie	walmuur belast (15 kPa)	6,4
toegestaan	dwarsrichting	10
unity check		0.64
		voldoet

Afbeelding 4.7 Verticale verplaatsing maaiveld haaks op fase 6 (BGT)



De aan de kade grenzende panden zullen gefundeerd zijn in de 1^e zandlaag. De zettingen van de 1^e zandlaag blijven onder de 2 mm. Panden met een goede fundering zullen de verplaatsingen van de 1^e zandlaag volgen. De verwachting is daarom dat de panden een verplaatsing kleiner dan 4 mm ten gevolge van de werkzaamheden zullen ondergaan.

5

CONSTRUCTIEF ONTWERP

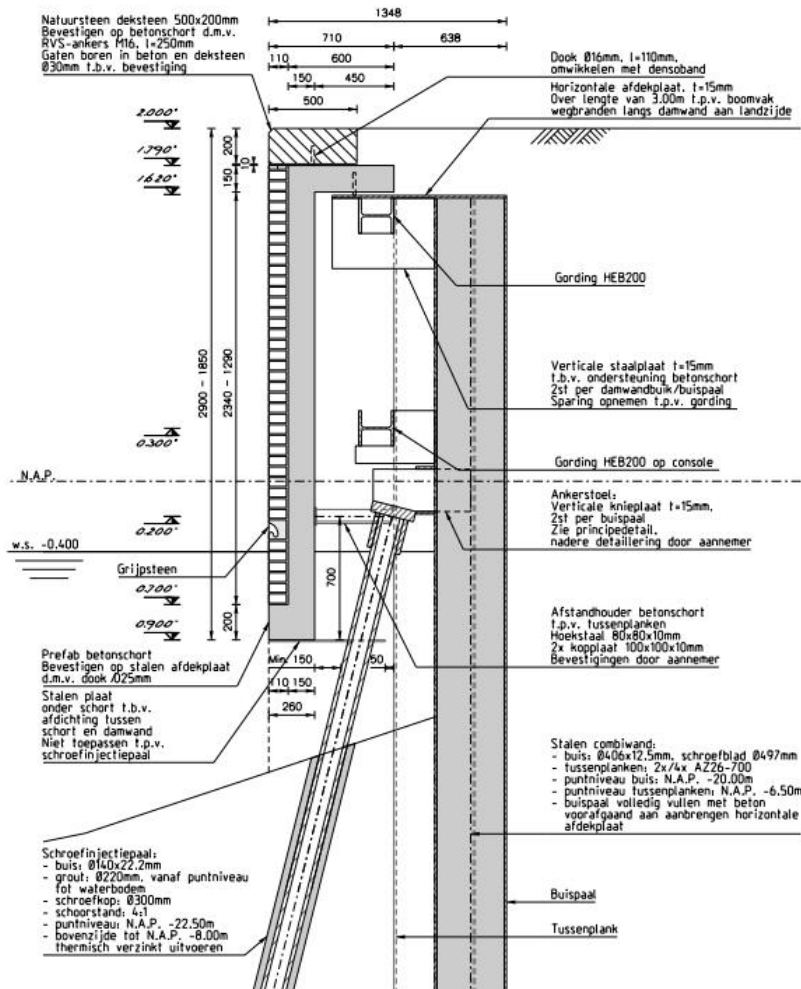
Het ontwerp van de walmuur Recht Boomssloot bestaat uit een combiwand met een schroefinjectiepaal. Voor de afwerking van de combiwand wordt aan de waterkant een prefab betonschort gehangen. De hoofdimensionering van volgende constructieve onderdelen worden in dit hoofdstuk bepaald:

- prefab beton voorhangschort;
- ankerstoel (ten behoeve van de bevestiging van de schroefinjectiepaal);
- gording;
- stelmogelijkheid.

5.1 Prefab betonschort

De betonnen schorten worden geprefabriceerd. Nadat het betondeel uitgehard is wordt het metselwerk voor het deel onder water gemaakt en aangevuld met specie voordat deze wordt geplaatst. Hierdoor zit het metselwerk goed verbonden met het beton. In afbeelding 5.1 is een detail van het betonschort te zien. Na het plaatsen van de schorten wordt het overig deel in het werk vanaf waterzijde gemetseld. Het metselwerk dient maximaal iedere 20 m gedilateerd te worden. Er wordt van uitgegaan dat de schorten een lengte krijgen van buispaal tot buispaal. Indien andere lengtes gewenst zijn dient nagegaan te worden of er wijzigingen in het ontwerp nodig zijn.

Afbeelding 5.1 Prefab betonschort



Het prefab betonschort heeft een dikte van 150 mm ter plaatse van het verticale deel. De hoogte van het betonschort is afhankelijk van de hoogte van het maaiveld. Er wordt rekening gehouden wordt met een lengte van 3-4 meter voor het prefab betonschort.

De schorten worden niet gedimensioneerd op aanvaarbelasting. Wanneer een schort beschadigd raakt, zal dit schort vervangen moeten worden.

5.1.1 Belasting

Naast het eigengewicht van de prefab betonschort, het metselwerk en de deksteen wordt gerekend met een veranderlijke verkeersbelasting en scheepvaartbelasting conform paragraaf 2.5.2.

5.1.2 Wapening prefab schorten

De wapening is bepaald aan de hand van snedekrachten ten gevolge van het eigengewicht en de veranderlijke belasting. Omdat de prefab schorten liggend getransporteerd worden, is er ook gekeken naar de benodigde wapening in liggende stand. De berekening van de prefab betonschorten staat in bijlage IV.

Toegepast worden beugels en horizontale staven van Ø 8-100. Verticaal zijn staven Ø 8-100 benodigd. Onderin het prefab schort worden plaatselijk wapeningsstaven Ø8 bijgelegd. In bijlage IV is een schets opgenomen van de wapening.

5.1.3 Verbinding prefab beton voorhangschort - combiwand

De verbinding van de betonschorten met de combiwand wordt gerealiseerd door een dook die door middel van een stalen plaat vastgelast wordt aan de gording en combiwand. De doorsnede van de dook is bepaald aan de hand van de controle op afschuiving. Voor de dook is uitgegaan van een wapeningsstaaf Ø25 met daaromheen Denso-band. Denso-band is blijven plastisch en kan daardoor mogelijke verlengingen/verkortingen door temperatuursinvloeden opvangen. Na het aanbrengen van denso-band wordt het gat en de stelruimte onder het element aangestort met krimparme mortel. De lasverbindingen van de dook aan de stalen plaat zijn niet berekend. Deze dienen in een vervolgfase door de aannemer gedetailleerd te worden.

In bijlage VI worden de stalen platen bepaald voor de walmuur Recht Boomssloot.

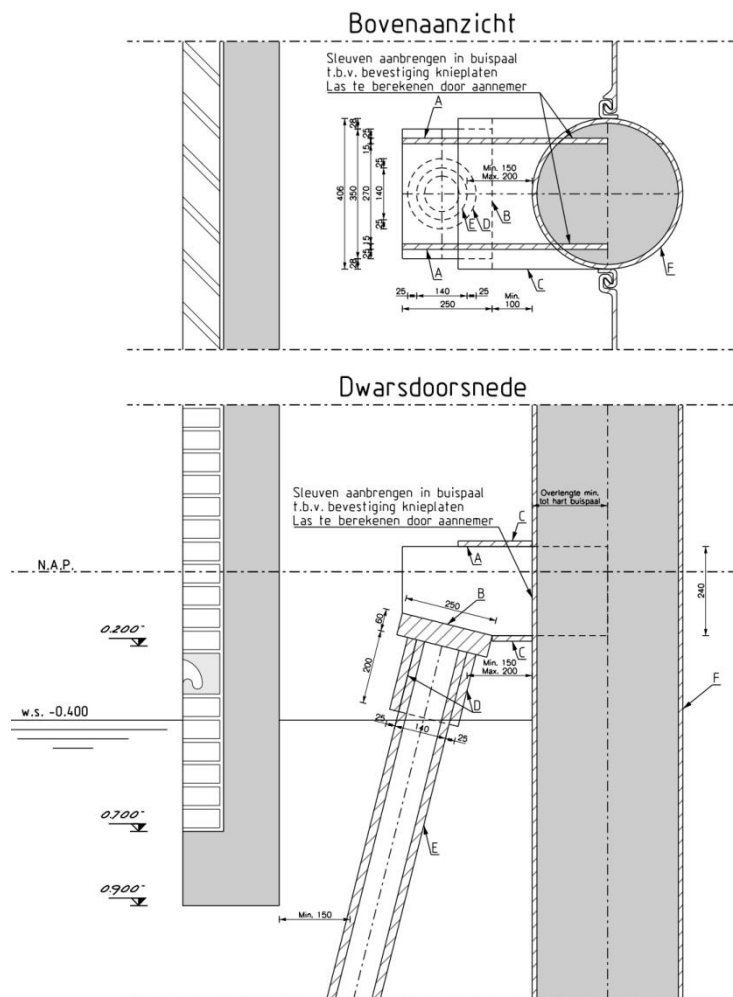
5.2 Ankerstoel

De verbinding van de schroefinjectiepaal aan de combiwand is middels een ankerstoel. De ankerstoel (afbeelding 5.2) bestaat uit de volgende onderdelen:

- basisplaat (B);
- knieplaten (knieplaten door sleuf in de buispaal) (A);
- onder- en bovenplaat (onder en boven de knieplaat) (C);

Extra uitgangspunt voor de ankerstoel is dat de grootte van de knieschotten kunnen variëren door de uitvoeringstoleranties van de schroefinjectiepaal en de buispaal. In de berekening is rekening gehouden met meest ongunstige. De plaatsingstoleranties zijn genomen op het maaiveld. De buispaal kan echter ook een afwijking in schoorstand hebben. Hierom zijn de toleranties op het aangrijppingspunt van de ankerstoel op NAP +0,2 m groter dan op maaiveld. In de geometrie van de ankerstoel is rekening gehouden met een afwijking van de buispaal ten opzichte van de schroefinjectiepaal van ± 50 mm vanaf maaiveld.

Afbeelding 5.2 Detail ankerstoel

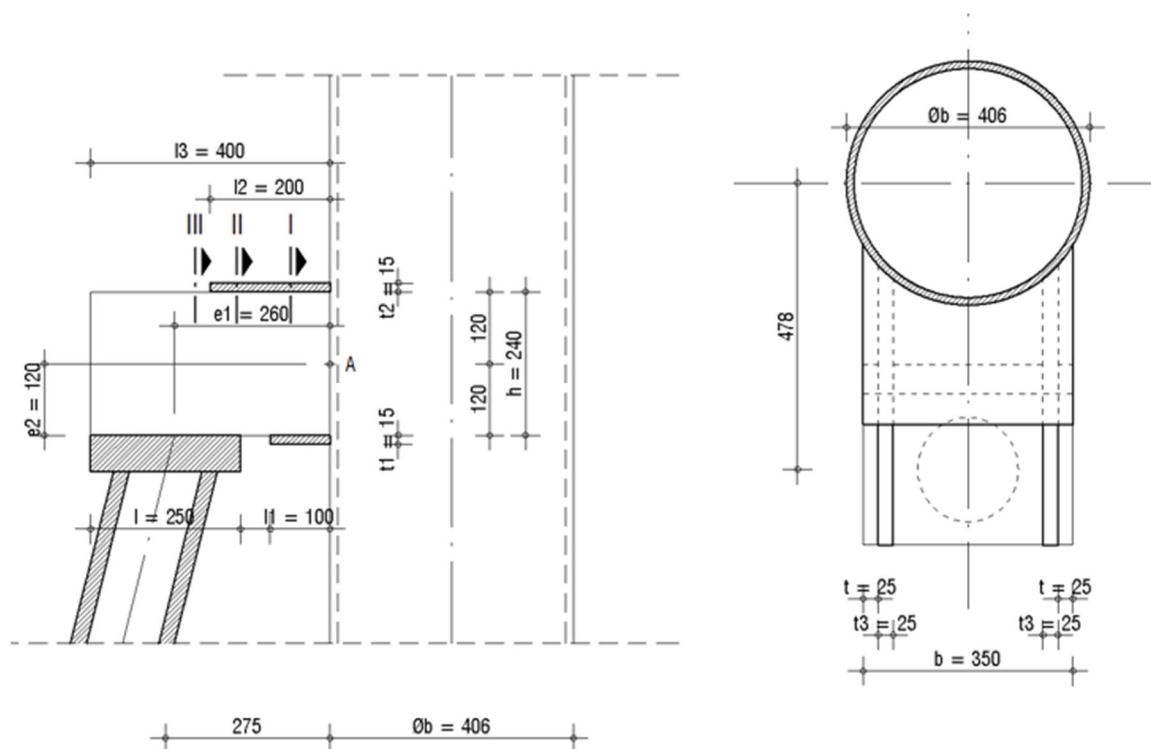


Controle onderdelen

In de berekening van de ankerstoel worden alleen de afmetingen van de diverse stalonderdelen gedimensioneerd. De lasverbindingen tussen de diverse stalonderdelen worden niet berekend, de lasverbinding dient in de vervolgfase door de aannemer gedetailleerd te worden. De berekening van de ankerstoel is weergegeven in bijlage V.

De stalen onderdelen zijn afzonderlijk getoetst op de maatgevende krachten uit de schroefinjectiepaal. De ankerstoel is in 2 doorsneden (afbeelding 5.3) getoetst op maatgevende spanningen. In tabel 5.1 staat de controle op spanningen.

Abbeelding 5.3 Doorsnede I en II van ankerstoel



Tabel 5.1 Controle maatgevende onderdelen ankerstoel (maatgevend toets gerapporteerd)

	hoog	laag
basisplaat Med/Mc;Rd	$0,86 < 1,00$	$0,96 < 1,00$
knieplaat drsn. I spanning totaal	$171 < 355$	$191 < 355$
knieplaat drsn.II spanning totaal	$164 < 355$	$183 < 355$
Spanning buispaal	$229 < 355$	$255 < 355$
Spanning onderplaat	$45 < 205$	$50 < 205$
Spanning pons buiswand	$134 < 205$	$150 < 205$
	voldoet	voldoet

5.3 Gording combiwand

Op zowel het lage gedeelte (NAP +0,95 m) en het hoge gedeelte (NAP +2,00 m) wordt aan de voorzijde aan de bovenkant van de combiwand een gording bevestigd. Het prefab betonschort heeft een overspanning van buispaal naar buispaal, het betonschort is hierdoor een stijve wandligger. De horizontale component van de ankerpaal wordt door deze gording opgenomen. De verticale component wordt rechtstreeks de buispaal van de combiwand ingeleid.

Voor de dimensionering van de gording is er niet met uitval gerekend van de schroefinjectiepalen en/of buispaal in de combiwand. In bijlage VI is de berekening van de gording voor NAP +0,95 m en NAP +2,00 m weergegeven. Uit de berekening volgt dat een HEB200 voldoet als gording.

5.4 Gording walmuurput

~~De walmuurput wordt opgehangen aan twee gordingen. De twee gording rusten op de gording van de combiwand en de op een gording die is ondersteund door twee schroefinjectiepalen. Ten behoeve van de walmuurput is een HEB160 als gording benodigd aan de combiwand. De walmuurput is opgehangen aan twee gordingen met een profiel HEB140. In bijlage VII is de berekening van deze gordingen opgenomen. De walmuurput wordt aan twee zijden voorzien van een hoekstaal. Middels deze hoekstaal rust de walmuurput op de twee gordingen.~~

5.5 Stelmogelijkheid prefab betonschort

Per prefab betonschort worden 2 stelmogelijkheden toegepast. De stelmogelijkheden worden tussen het prefab betonschort en de buik van de damwand geplaatst. De stelmogelijkheid bestaat uit een hoekstaal 80x80x10 met aan de betonschort zijde een kopplaat.

6

UITVOERINGSASPECTEN

Het ontwerp van de walmuurvervanging Recht Boomssloot is mede tot stand gekomen door goed naar de uitvoeringsaspecten te kijken. Om de walmuur met succes te vervangen, zijn strenge restricties nodig op een aantal uitvoeringsaspecten. In dit hoofdstuk worden een aantal belangrijke uitvoeringsaspecten nader bekeken.

6.1 Trillingsarme uitvoeringsmethodes

Dit ontwerp heeft als uitgangspunt de toepassing van trillingsarme uitvoeringsmethodes. Dit heeft geleidt tot de keuze voor een combiwand bestaande uit geschroefde buispalen en korte gedrukte tussenplanken. Ook worden er in het ontwerp geen damwanden tijdelijk uitgevoerd, omdat deze dan (trillend) getrokken moeten worden, of achter moeten blijven.

Het is mogelijk het ontwerp te versimpelen door niet voor trillingsarme uitvoeringsmethodes te kiezen. Wanneer de funderingselementen in plaats van drukken, trillend worden geïnstalleerd is er echter wel een hogere kans op omgevingsschade.

6.2 Fasering

De fasering is van groot belang voor de haalbaarheid. Het is immers niet mogelijk zwaar equipment op de bestaande walmuur aan te brengen, terwijl er nog geen stabiliserende maatregelen zijn aangebracht. Daarnaast kan de bestaande walmuur pas worden verwijderd als er een nieuwe grondkering beschikbaar is om de grond achter de walmuur op zijn plaats te houden. Ontgravingen tot een niveau dieper dan 0,5 m onder maaiveld zijn niet toegestaan. Ter plaatse van huisnummer 85 tot en met 101 is een tijdelijke stabilisatiemaatregel aanwezig. Op deze locatie dient een andere fasering aangehouden te worden.

6.2.1 Hoofdfasering

De hoofdfasering is als volgt:

Voorbereiding:

- 1 voorbereiden werkterrein walmuur;
- 2 aanvoer boorstatief;
- 3 voor de start van het aanbrengen funderingselementen, is het toegestaan om de deksteen van de walmuur te verwijderen. Ook mag er maximaal ontgraven worden tot 0,50 m minus maaiveld. Dit in verband met stabiliteit belendingen. Lokaal is het toegestaan om maximaal te ontgraven tot 1,0m minus maaiveld, over een lengte van de walmuur van circa 10 m. De ontgraving tot 1m minus maaiveld moet direct gedicht worden na afronden werkzaamheden en/of einde werkdag;

Aanbrengen funderingselementen:

- 4 boren van kernen Ø 400 mm schoor voor schroefinjectiepalen;
- 5 aanbrengen schroefinjectiepalen, met grout (D in afbeelding 6.1), maximale belasting 30 ton gespreid met draglineschotten;
- 6 geboorde gaten vullen met schraal beton en zand voor de fixatie van de bestaande walmuur;
- 7 aanvoer crush/buispalenstelling;
- 8 crushen ter plaatse van buispalen, met bentonietmengsel;
- 9 schroevend aan brengen van buispalen, met bentonietmengsel (E in afbeelding 6.1);
- 10 crushen ter plaatse van tussenplanken, met bentonietmengsel;
- 11 drukkend aanbrengen tussenplanken (E in afbeelding 6.1);

Verwijderen bestaande walmuur en aanbrengen constructieve verbindingen:

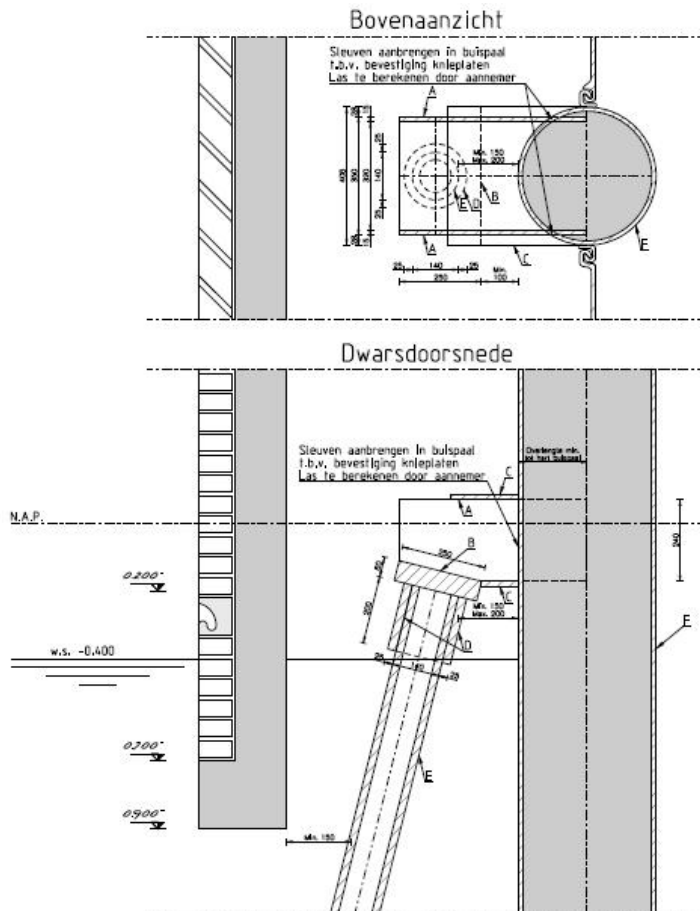
- 12 verwijderen bestaande walmuur (het eventueel gefaseerd aanbrengen van de tussenplanken en slopen van de bestaande walmuur is toegestaan*);
- 13 aanbrengen ankerstoel (zie ook afbeelding 6.1):
 - 1 aanbrengen 'bus' om schroefinjectiepaal (D);
 - 2 aanbrengen knieschotten door sleuf buispaal (A);
 - 3 aanbrengen basisplaat (B);
 - 4 aanbrengen onder- en bovenplaat (C);
- 14 aanbrengen gording en aansluiting aan combiwand;
- 15 volstorten buispalen met beton;

Afwerking walmuur:

- 16 plaatsen prefab betonschort;
- 17 aanbrengen dekstenen en metselwerk;
- 18 afwerken maaiveld.

Omdat eerst de schroefinjectiepalen worden aangebracht en daarna pas de buispalen, is het van belang dat er rekening gehouden wordt met de uitvoeringstoleranties. In paragraaf 6.3 staan de uitvoeringstoleranties van schroefinjectiepalen en buispalen.

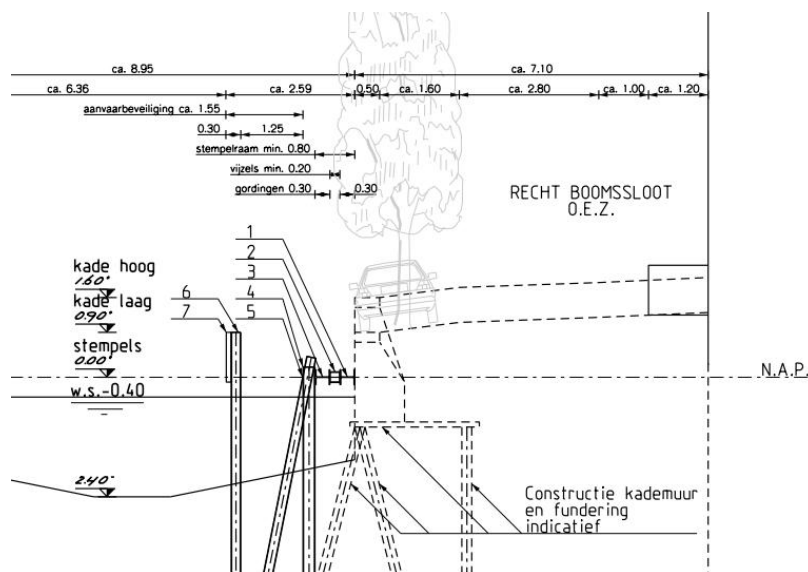
Afbeelding 6.1 Detail ankerstoel



6.2.2 Fasering ter plaatse van tijdelijke stabilisatiemaatregel

Begin 2015 werden er doorgaande verplaatsingen van de bestaande kademuur geconstateerd, met name ter hoogte van huisnummer 95. Om op korte termijn de kans op onveilige situaties te reduceren is er een tijdelijke stabilisatie maatregel aangebracht ter plaatse van huisnummer 85 tot en met 101. Op deze locatie dient een aangepaste fasering voor de walmuurvernieuwing aangehouden te worden. In afbeelding 6.2 is de tijdelijke stabilisatiemaatregel weergegeven.

Afbeelding 6.2 Tijdelijke stabilisatiemaatregel Recht Boomssloot



Indien de hoofdfasering wordt aangehouden ontstaat er mogelijk een conflict tussen de schoorstaande schroefinjectiepalen en de tijdelijke stabilisatiemaatregel. Om dit conflict te voorkomen wordt de volgende fasering aangehouden:

Vorbereiding:

- 1 voorbereiden werkterrein walmuur;
- 2 aanvoer boorstatief;

Aanbrengen funderingselementen:

- 3 de conflicterende damwand in het water wordt gedeeltelijk omhoog getrokken (tot NAP -5,00m), rekeninghoudend met de werkvakken aangegeven in paragraaf 6.2.3.;
- 4 boren van kernen Ø 400 mm schoor voor schroefinjectiepalen;
- 5 aanbrengen schroefinjectiepalen, met grout (D in afbeelding 6.1), maximale belasting 30 ton gespreid met draglineschotten;
- 6 geboorde gaten vullen met schraal beton en zand voor de fixatie aan de bestaande walmuur;
- 7 verwijderen overige gedeelte tijdelijk maatregel, rekeninghoudend met de werkvakken aangegeven in paragraaf 6.2.3.;
- 8 aanvoer crush/buispalenstelling;
- 9 crushen ter plaatse van buispalen, met bentonietmengsel;
- 10 schroevend aan brengen van buispalen, met bentonietmengsel (E in afbeelding 6.1);
- 11 crushen ter plaatse van tussenplanken, met bentonietmengsel;
- 12 drukkend aanbrengen tussenplanken (E in afbeelding 6.1);

Verwijderen bestaande walmuur en aanbrengen constructieve verbindingen:

- 13 verwijderen bestaande walmuur (het eventueel gefaseerd aanbrengen van de tussenplanken en slopen van de bestaande walmuur is toegestaan);
- 14 aanbrengen ankerstoel (zie ook afbeelding 6.1);
 - 1 aanbrengen 'bus' om schroefinjectiepaal (D);
 - 2 aanbrengen knieschotten door sleuf buispaal (A);
 - 3 aanbrengen basisplaat (B);
 - 4 aanbrengen onder- en bovenplaat (C);
- 15 volstorten buispalen met beton;
- 16 aanbrengen gording en aansluiting aan combiwand;

Afwerking walmuur:

- 17 plaatsen prefab betonschort;
- 18 aanbrengen dekstenen en metselwerk;
- 19 afwerken maaiveld.

6.2.3 Werkvakken

In het najaar van 2016 is de walmuurvernieuwing van een deel van de Prinsengracht met dezelfde bouwmethode uitgevoerd als voorzien is bij de Krom Boomssloot. Zoals beschreven in paragraaf 6.2.1 is het gefaseerd aanbrengen van de tussenplanken en slopen van de bestaande walmuur toegestaan.

Er zijn werkvakken voorgeschreven, waarbij eerst de koppeling tussen de ankerdrukpaal en de combiwand moet worden gerealiseerd, voordat voor een volgend werkvak de damplanken geïnstalleerd mogen worden. Dit om zettingen van het achterliggend maaiveld en naastgelegen panden te beperken. De volgende werkvakken zijn voorzien:

1. buispaal 1 t/m 4;
2. buispaal 4 t/m 7;
3. buispaal 7 t/m 9;
4. buispaal 9 t/m 11;
5. buispaal 11 t/m 15;
6. buispaal 15 t/m 19;
7. buispaal 19 t/m 23;
8. buispaal 23 t/m 26;
9. buispaal 26 t/m 28;
10. buispaal 28 t/m 30;
11. buispaal 30 t/m 32;
12. buispaal 32 t/m 35;
13. buispaal 35 t/m 38;
14. buispaal 38 t/m 41;
15. buispaal 41 t/m 44;
16. buispaal 44 t/m 49.

De volgende vakken zijn voorzien (op basis van slechte panden 53 t/m 63, 83, 85 en 95, staat panden 69 t/m 79 onbekend).

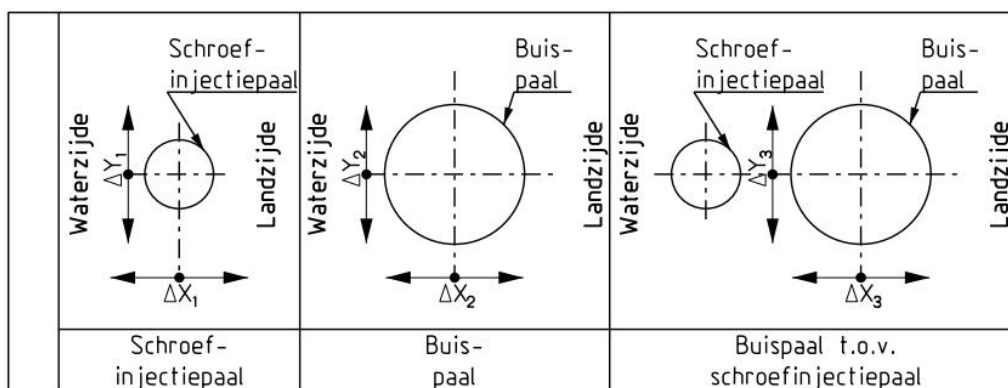
6.3 Uitvoeringstoleranties

De positie van de schroefinjectiepaal en de buispaal is van belang voor de krachtsoverbrenging door de ankerstoel. Hierom zijn de uitvoeringstoleranties gelimiteerd. In afbeelding 6.2 staat de tolerantie van de schroefinjectiepaal en buispaal geschetst en in tabel 6.1 staan de toleranties die erbij horen. De toleranties zijn genomen op maaiveld.

Tabel 6.1 Uitvoeringstoleranties schroefinjectiepaal en buispaal (op maaiveld)

Schroefinjectiepaal		Buispaal		Buispaal ten opzichte van schroefinjectiepaal	
Δx_1 (mm)	± 50	Δx_2 (mm)	± 50	Δx_3 (mm)	± 50
Δy_1 (mm)	± 20	Δy_2 (mm)	± 50	Δy_3 (mm)	± 50

Afbeelding 6.3 Uitvoeringstolerantie schroefinjectiepaal en buispaal



6.4 Positionering en uitvoeringsvolgorde

De schroefinjectiepalen (4) moet met licht equipment worden uitgevoerd, zodat deze (deels) vanaf de kade is uit te voeren. De stelling dient middels draglineschotten te worden gespreid tot een belasting van maximaal 10 kPa. Het werken vanaf de kade is voor de schroefinjectiepalen wenselijk omdat het equipment vanwege de schoorstand dicht op de gevellijn van de panden komt. De schoorstand van de drukpaal is bovendien groot (4:1), dicht bij de grenzen van het haalbare, en dit is alleen mogelijk vanaf een vaste ondergrond, niet vanaf pontons. Ook moeten de schroefinjectiepalen worden uitgevoerd voordat de buispalen worden uitgevoerd omdat anders een ruimtelijk conflict ontstaat. De schroefinjectiepalen dienen over de volledige lengte te worden voorzien van groutinjectie. De schroefinjectiepalen dienen te worden geplaatst met een uitvoeringstolerantie volgens paragraaf 6.3.

De werkzaamheden 6 tot en met 9 worden bij voorkeur door één type equipment uitgevoerd, om onnodige aan- en afvoer te voorkomen. Maatgevend hierbij is het maken van de buispaal voor de combiwand, waartoe een stelling van circa 70 ton benodigd is. Crushen kan eventueel met een lichtere stelling van circa 30 ton, maar dit biedt geen toegevoegde waarde omdat deze dan apart moet worden aan- en afgevoerd.

De crushwerkzaamheden van zowel de damwand als van de buispalen in één gang, is nadrukkelijk niet toegestaan. Er ontstaat dan een doorgaande lijn waarover instabiliteit van de kade kan optreden. Per segment dienen na het crushen de damwanden te worden geïnstalleerd voordat verder wordt gegaan met het crushen van een volgend segment. Ook kan zo geborgd worden dat het bentonietmengsel in het crushgat niet vroegtijdig uithardt, en het drukken van damwanden onmogelijk wordt gemaakt.

Om de buispalen en damwanden te installeren is het gebruik van een heftralie aanbevolen. De onderlinge afwijkingen van de damwanden en buispalen worden hiermee in de hand gehouden. Daarnaast wordt het aangeraden, wanneer het materieel het toelaat, de buispalen in één gedeelte te installeren.

De toegestane belasting op de kade bedraagt, ná het maken van de buispalen, 10 kPa over een gebied van 30 m², aangrenzend aan de kadeliijn. Voor het maken van de eerste palen dient middels continu-monitoring de deformatie van de kade te worden bewaakt. Dit geldt eveneens voor het crushen en installeren van de damwandplanken.

Na plaatsen van de combiwallen, tussenplanken en schroefinjectiepalen (met koppeling) is het toegestaan de kade te berijden met een betonwagen ten behoeve van het volstorten van de buispalen met beton. De buispalen dienen te worden gevuld met beton over de volledige lengte. Ook hier dient rekening mee te worden gehouden in de uitvoeringsplanning.

6.5 Aandachtspunt crushen

Aandachtspunt tijdens het crushen is dat boorvloeistof weg kan spoelen in de ruimte tussen de vloer van de bestaande kade en de waterbodem. Naar aanleiding van de duikinspectie is de verwachting dat dit niet optreedt, echter de volgende maatregelen worden geadviseerd:

- gebruik van een niet verontreinigde boorvloeistof;
- bij het terugtrekken van de boor wordt het gat gevuld met zand;
- start crushen bij een niet-maatgevende locatie, zodat de mate van uitspoeling bekeken kan worden en passende maatregelen getroffen kunnen worden.

Mocht er boorvloeistof wegspoelen, dan kan er gebruik gemaakt worden van een casing, welke tot op de vloer van de bestaande kade geplaatst wordt. Vervolgens kan zonder vloeistof de vloer doorboord worden.

Een tweede aandachtspunt is grondverplaatsingen ten gevolge van het crushen. Tijdens de crushwerkzaamheden dient middels monitoring de deformatie van de kade en nabij gelegen kritische panden te worden bewaakt. Het gefaseerd aanbrengen van de tussenplanken en verwijderen van de bestaande walmuur is wenselijk om instabiliteit van de gehele kademuur te voorkomen (losbreken kade door wigwerking crushstelling). Hierbij dient altijd een minimale overlap van vier tussenplanken met de bestaande walmuur behouden te blijven. Bij voorkeur worden daarom ook eerst de buispaal en ankerpalen gekoppeld, voordat er gestart wordt met het crushen ten behoeve van de damwanden.

6.6 Aandachtspunt installatie schroefinjectiepaal

Aandachtspunt bij de installatie van de schroefinjectiepaal is het over de laatste gang van 8 x de paaldiameter, tot het beoogde paalpuntniveau, de boorbuis niet op-en-neer halen, en na het op diepte komen van de paal aan de punt onder verhoogde druk afpersen en vastdraaien van de paal. Onder deze voorwaarde is voor de waarde van de paalfactor op puntweerstand uitgegaan van 0,9, in plaats van 0,5 (NEN 9997-1, tabel 7.C).

6.7 Bestaande kessen

Middels crushen wordt het mogelijk gemaakt de bestaande kade te doorboren met palen, en wordt de kans vergroot dat de damwanden succesvol op diepte kunnen worden gebracht.

Ter plaatse van de bestaande kessen kan het echter moeilijk zijn om beheersbaar te crushen danwel de damwand na het crushen hier doorheen te krijgen. De kessen kunnen bijvoorbeeld opzij worden gedrukt, waardoor één damwand inbrengen mogelijk wordt, maar de volgende dan alsnog tegen of op de kesp komt.

Omdat de kessen onder het grondwaterpeil liggen is er geen voor de hand liggende methode om dit probleem op te lossen. Op dit moment wordt voorzien de damwanden waar mogelijk te drukken, en op hoogte te laten staan waar kessen worden geraakt. Nadeel van deze methode is dat bij het drukken niet een enkele plank kan worden achtergelaten, en direct het hele combiwandcompartiment (van 4 planken) op hoogte blijft.

Middels een duikonderzoek zijn de bestaande kessen ingemeten op twee locaties op de Recht Boomssloot. Op basis van deze resultaten is de buispaal optimaal gepositioneerd. De kans op conflicten is hiermee verkleind.

6.8 Aansluiting op de kade

In verband met de knikstabiliteit, in het bijzonder bij de aansluiting bij de kop, dienen de ankerpalen van bovenaf tot op een niveau van NAP -8,0 m te worden beschermd tegen corrosie middels thermisch

CONCLUSIES

In navolging van het voorlopig ontwerp is in voorliggend rapport het definitief ontwerp opgesteld voor de walmuurvervanging van de Recht Boomssloot, te Amsterdam.

Het uitgewerkte ontwerp bestaat uit een combiwand bestaande uit buispalen en korte tussenplanken. Om de stabiliteit van de kade te waarborgen zijn daarnaast ter plaatse van de buispalen schroefinjectiepalen opgenomen.

7.1 Conclusies

De belangrijkste conclusies die uit het opstellen van het definitief ontwerp volgen zijn:

- in het ontwerp voldoen de berekende deformaties van de wand aan de esthetische eis door voldoende stelruimte in te bouwen in de prefab voorhangschorten;
- er is relatief zwaar equipment nodig voor het crushen van de bestaande wand en het schroevend inbrengen van de buispalen (circa 70 ton). Daarom is er bijzondere aandacht nodig voor de aan-/ en afvoer en positionering van zwaar equipment. Het is nadrukkelijk niet mogelijk te werken vanaf de bestaande kade;
- het uitgangspunt van het ontwerp is de toepassing van trillingsarme uitvoeringsmethodes. Het is mogelijk het ontwerp te versimpelen ten koste van een hogere kans op schade door trillingen;
- door in de fasering, eerst de schroefinjectiepalen en daarna de buispalen aan te brengen, is het snijpunt van beide palen een kritisch aspect. Door voldoende uitvoeringstolerantie in acht te nemen wordt dit aspect beheerst. De afmetingen van de ankerstoel kunnen variëren;
- ook is tijdens het maken van de ankerpalen de bestaande kade zeer kwetsbaar, door het kernen van een gat door de bestaande kade heen (nodig om de ankerpaal te plaatsen). Het uitboren van deze kern dient dan ook frezend en niet hamerend (pneumatisch/hydraulisch) plaats te vinden. Na het uitvoeren van elke ankerpaal moet de paal tijdelijk worden ondersteund met de nieuw gemaakte paal, alvorens over te gaan naar de volgende paal.

7.2 Aanbevelingen

Voor de vervolgfase worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- zorgvuldige en eenduidige afspraken zijn nodig in het bestek omtrent het toelaten van maaiveldbelasting vanuit equipment op de kade tijdens de uitvoering van het werk;
- ook eenduidige afspraken over de fasering zijn nodig, omdat er ogenschijnlijk geen flexibiliteit in de uitvoeringsfasering is waarop de aannemer kan optimaliseren;
- het zo vroeg mogelijk koppelen van de ankerdrukpaal met de combiwand is wenselijk, om uitbuiging van de combiwand te voorkomen. Hiertoe kunnen werkvakken worden toegepast, waarbij vóór het crushen van de damwanden de koppeling wordt gerealiseerd. Op basis van de resultaten bij de uitvoering van de walmuurvernieuwing Prinsengracht, dient de fasering van de Recht Boomssloot te worden geoptimaliseerd;

- er is gebleken dat het crushen ten behoeve van de buispalen en damwanden bij de walmuurvernieuwing van de Krom Boomssloot tot de meest significante maaiveldzakkingen van alle faseringsstappen leidde. Dit zijn dan ook de meeste kritische fasen in relatie tot omgevingsbeïnvloeding;
- de crushwerkzaamheden van zowel de damwand als van de buispalen in één gang, is nadrukkelijk niet toegestaan. Er ontstaat dan een doorgaande lijn waarover instabiliteit van de kade kan optreden;
- tijdens de uitvoering dient rekening gehouden te worden met de aanwezige kabels en leidingen;
- aanbevolen wordt om een monitoringsplan op te stellen conform het Bouwprotocol van Amsterdam.

Bijlage(n)



BIJLAGE: GRONDONDERZOEK

Lankelma Ingenieursbureau
Zuiderweg 58
Zuidoostbeemster
Postbus 712
1440 AS Purmerend
Telefoon: 0299 411011
Kvk nr : 71979972
Bank: NL33 RABO 0331 2886 05
BTW nr: NL 858926635B01
Info@lankelma.nl www.lankelma.nl

Opdrachtgever: Witteveen+Bos
Hoogoorddreef 15
1100 AE Amsterdam

Contactpersoon: Dhr. Robert Rombout


Projectnummer: 19.20787

Datum rapport: 17 september 2019

Bijzonderheden: Definitief rapport

Bijlagen: Toelichting grondonderzoek
1 Situatieschets
7 Sonderingen



Versie	Datum	Omschrijving	Paraaf projectleider
1	17-9-2019	Eerste versie	
2	17-9-2019	Definitieve versie	

Toelichting grondonderzoek

Onderzoek

De sonderingen worden door Lankelma conform NEN-EN-ISO 22476-1 uitgevoerd, waarbij standaard de “electrische kleefmantelconus” wordt toegepast, waarmee zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand gelijktijdig wordt gemeten. Bij het uitvoeren van een sondering conform NEN-EN-ISO 22476-1 wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm² met een constante snelheid van ca. 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm² boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu gemeten. Het basisoppervlak van de conus mag volgens de NEN-EN-ISO 22476-1 tussen 500 en 2000 mm² variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten toegepast behoeven te worden. De sonderingen die uitgevoerd zijn door Lankelma worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm² en een manteloppervlak van 20000 mm² of 22500 mm².

Er wordt veelal gebruik gemaakt van een kortere conus waarbij in afwijking van NEN-EN-ISO 22476-1 het cilindrische deel vanaf de conuspunt een lengte heeft van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte van 400 mm. Uit onderzoek is naar voren gekomen, dat de invloed van de lengte van de conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

Meetresultaat

De meetsignalen worden digitaal via een kabel of draadloos naar een elektrische meeteenheid gestuurd en tezamen met de diepte en de tijd op een computer opgeslagen. De definitieve verwerking van de gegevens vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm wordt uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen. De weerstand wordt uitgedrukt in mega- pascal, 1 MPa is gelijk aan 1 N/mm², en de diepte wordt uitgedrukt in meters. De plaatselijke wrijving wordt standaard gemeten en in de grafiek weergegeven. Daarbij wordt het wrijvingsgetal R_f in % aan de rechterkant in de grafiek weergegeven, dit geeft een indicatie van de bodemopbouw. (tabel 1)

In de elektrische conus is standaard een hellingmeter ingebouwd waarmee tijdens het sonderen de afwijking van de conus met de verticaal wordt geregistreerd. Onjuiste diepte aanduiding als gevolg van “krom sonderen” wordt hiermee voorkomen. Afhankelijk van de sondeerklasse wordt de diepte hiervoor gecorrigeerd.

Grondsoort	Conusweerstand (MPa)			Wrijvingsgetal (%)		
fijn zand		>	5	0,6	-	1,4
zand, siltig / kleilig		>	2	0,8	-	2,0
klei	0	-	5	2,0	-	7,0
veen	0	-	5	5,0	-	12,0

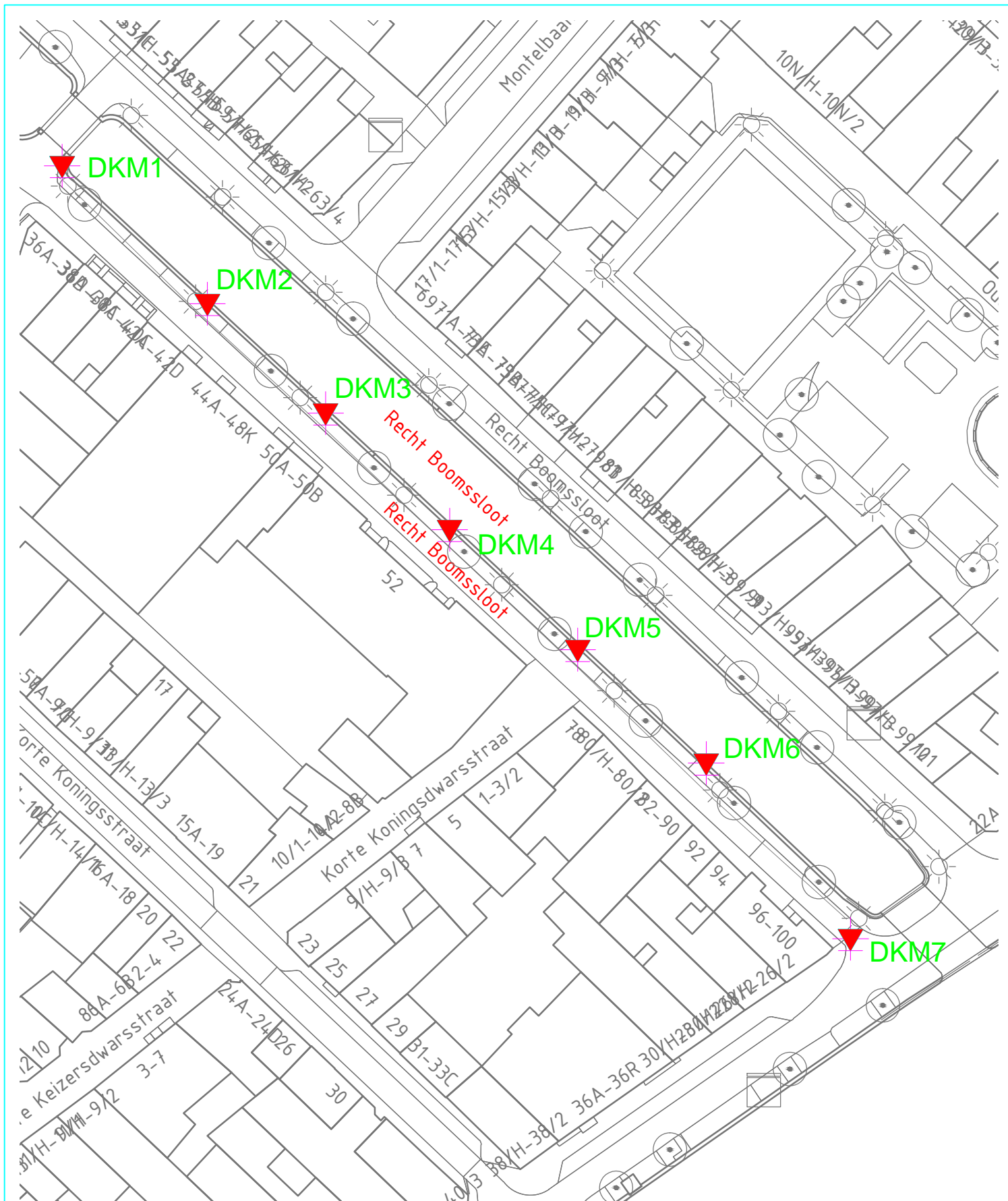
Tabel 1; grondsoort in vergelijking tot wrijvingsgetal

Klassenindeling: NEN-EN ISO 22476-1 electrisch sonderen

De Nederlandse norm gaat uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering dient een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse het werk minimaal uitgevoerd moet worden. Deze kwaliteitsklasse bepaalt de meetnauwkeurigheid van te meten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte. Lankelma sonderingen vallen standaard in klasse 2. Dit is de hoogst haalbare kwaliteitsklasse voor de gebruikelijke meetapparatuur in Nederland. Klasse 1 sonderingen dienen alleen voor calibratiedoeleinden en wetenschappelijk onderzoek. Bij routinematige sonderingen kunnen de specificaties van klasse 1 sonderingen alleen door aanvullende maatregelen worden benaderd. In onderstaand tabel worden de diverse klasse weergegeven.

Klasse	Meetgrootheid	Toelaatbare meeton-nauw- keurigheid	Maximaal toelaatbare sondeerlengte interval tussen de meting
1	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand waterspanning helling sondeerdiepte	35 kPa of 5% 5 kPa of 10% 10 kPa of 2% 2° 0,1m of 1%	20 mm
2	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand waterspanning helling sondeerdiepte	100 kPa of 5% 15 kPa of 15% 25 kPa of 3% 2° 0,1m of 1%	20 mm
3	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand waterspanning helling sondeerdiepte	200 kPa of 5% 25 kPa of 15% 50 kPa of 5% 5° 0,2m of 2%	50 mm
4	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand sondeerdiepte	500 kPa of 5% 50 kPa of 20% 0,2m of 1%	50 mm
Opm. de toelaatbare meeton-nauwkeurigheid is de grotere waarde van de absolute meeton-nauwkeurigheid en de relatieve meeton-nauwkeurigheid. De relatieve meeton-nauwkeurigheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik			

Tabel 2: kwaliteitsklasse



LEGENDA

▼ Diepsondering

▼ Diepsondering met plaatselijke wrijving

▼ Sondering eerder uitgevoerd

▼ Sondering niet uitgevoerd

⊕ Boring (HB)

⊕ Peilbuis (PB)



INGENIEURSBUREAU
VOOR GEO MILIEU EN FUNDERINGSTECHNIEK

Postbus 712, 1440 AS Purmerend
Telefoon: 0299 - 41 10 11
website: www.lankelma.nl email: info@lankelma.nl

project :

Recht Boomssloot
Amsterdam

Locatie sonderingen

Getekend: GS

Schaal: n.v.t.

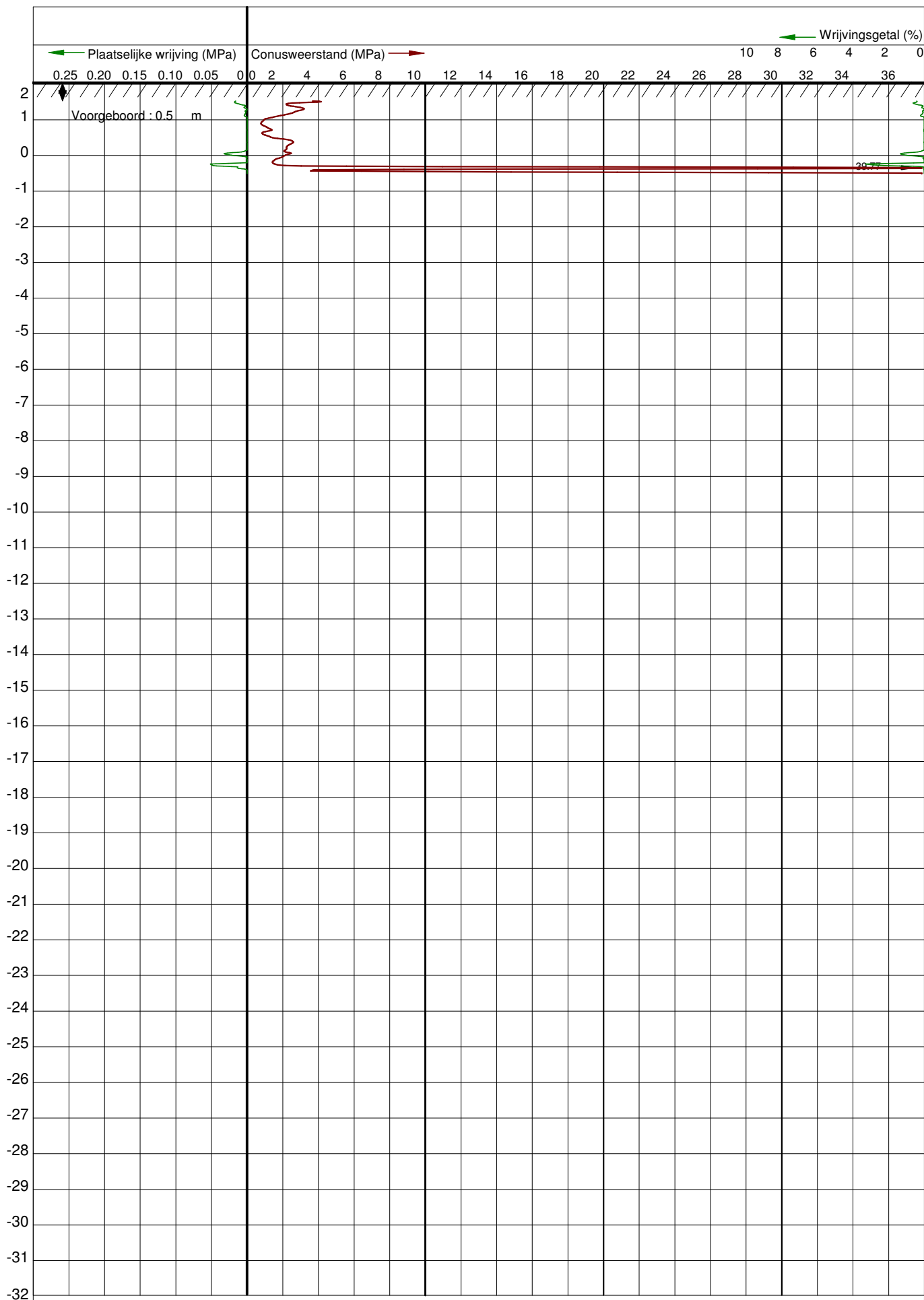
Datum: 27-08-2019

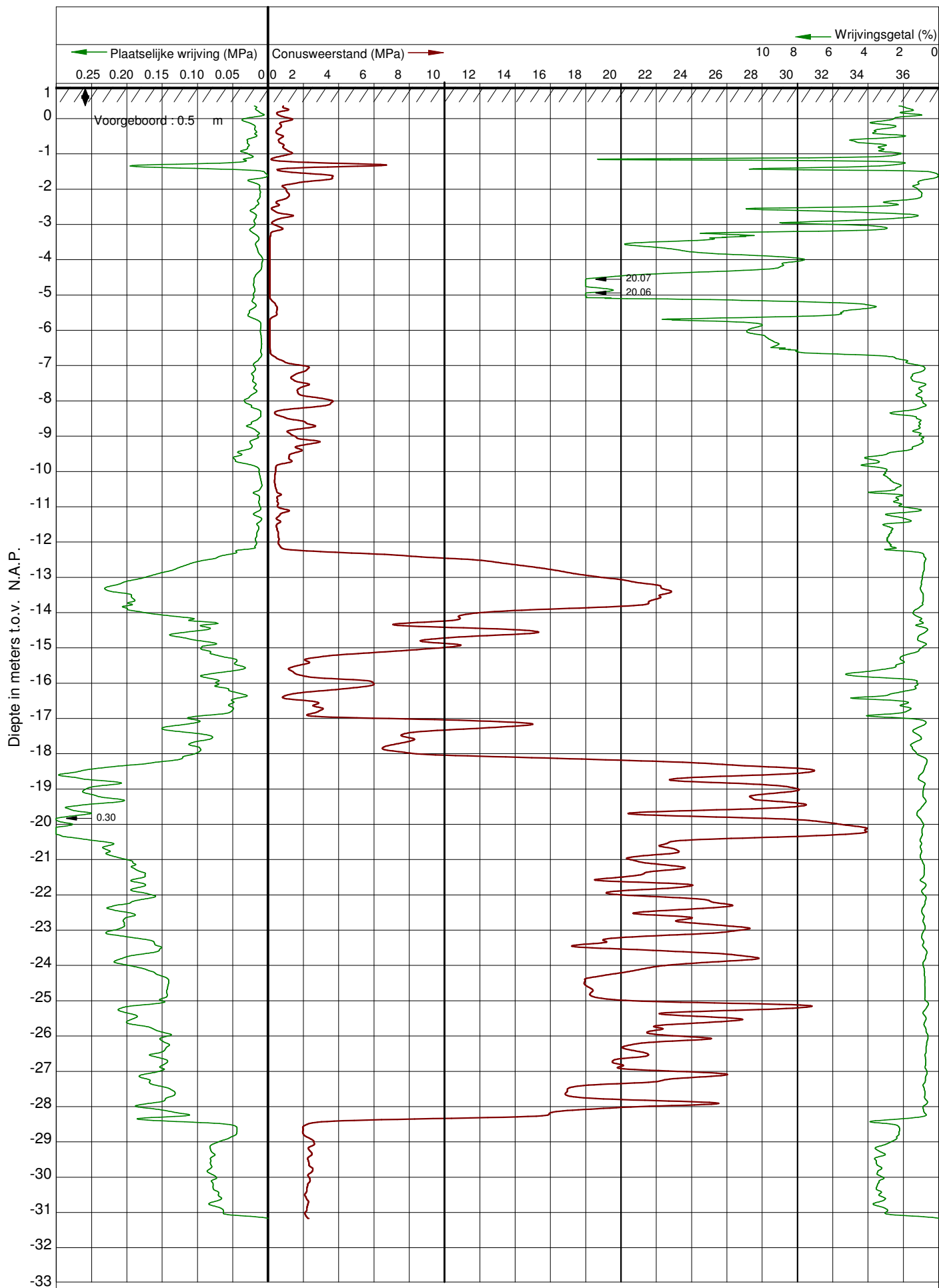
Gewijzigd:

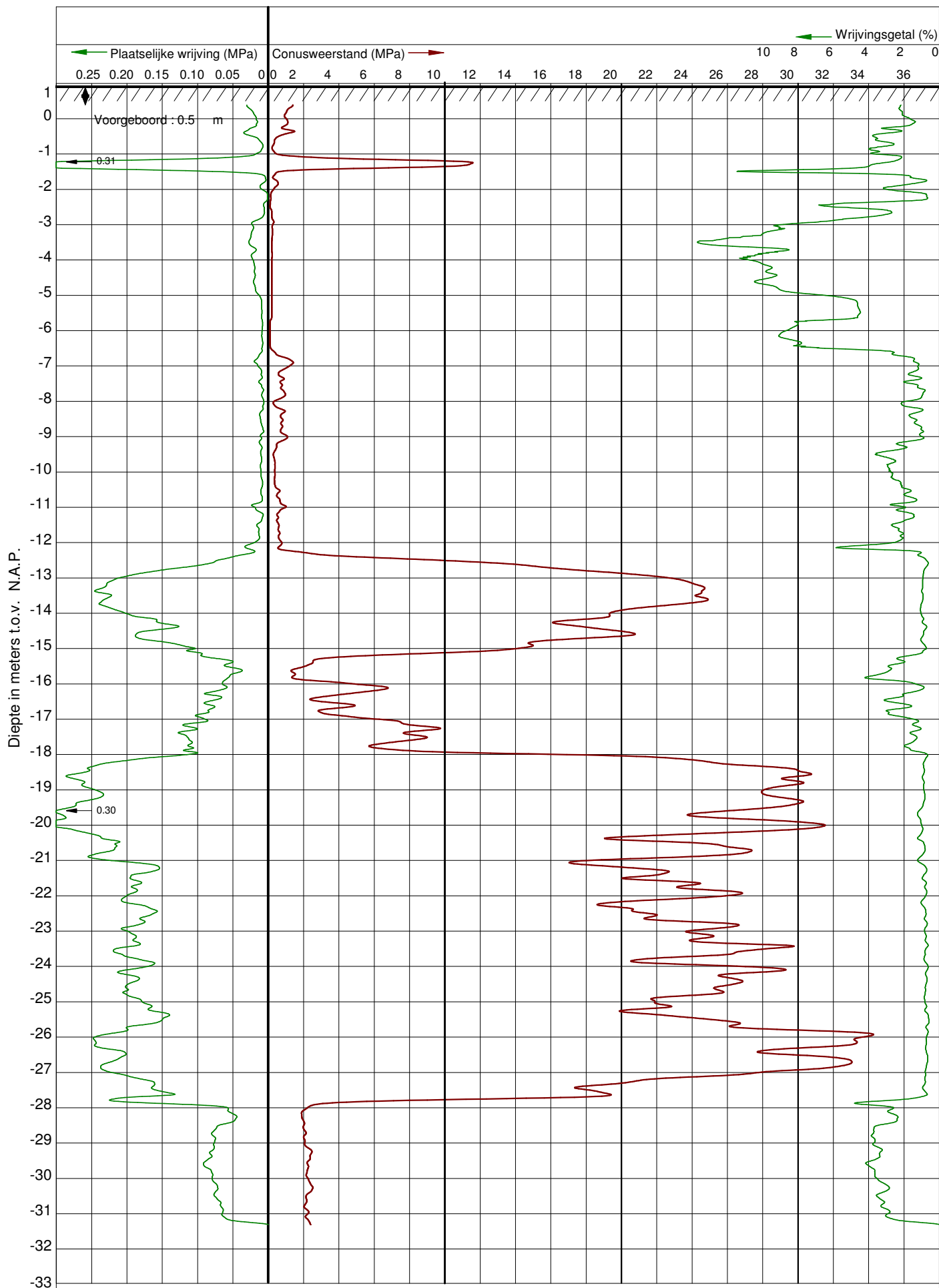
Werknr.: 1920787

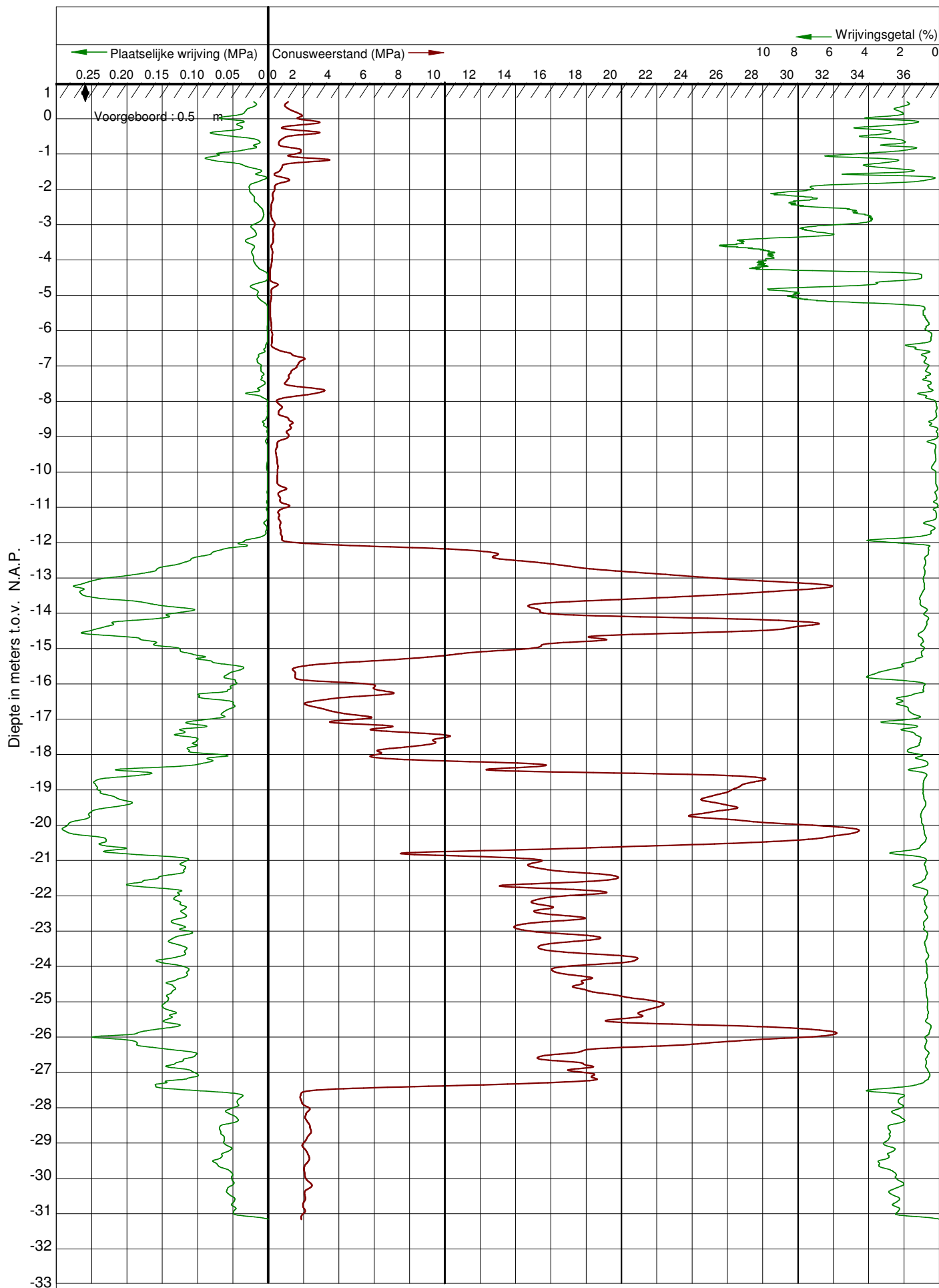


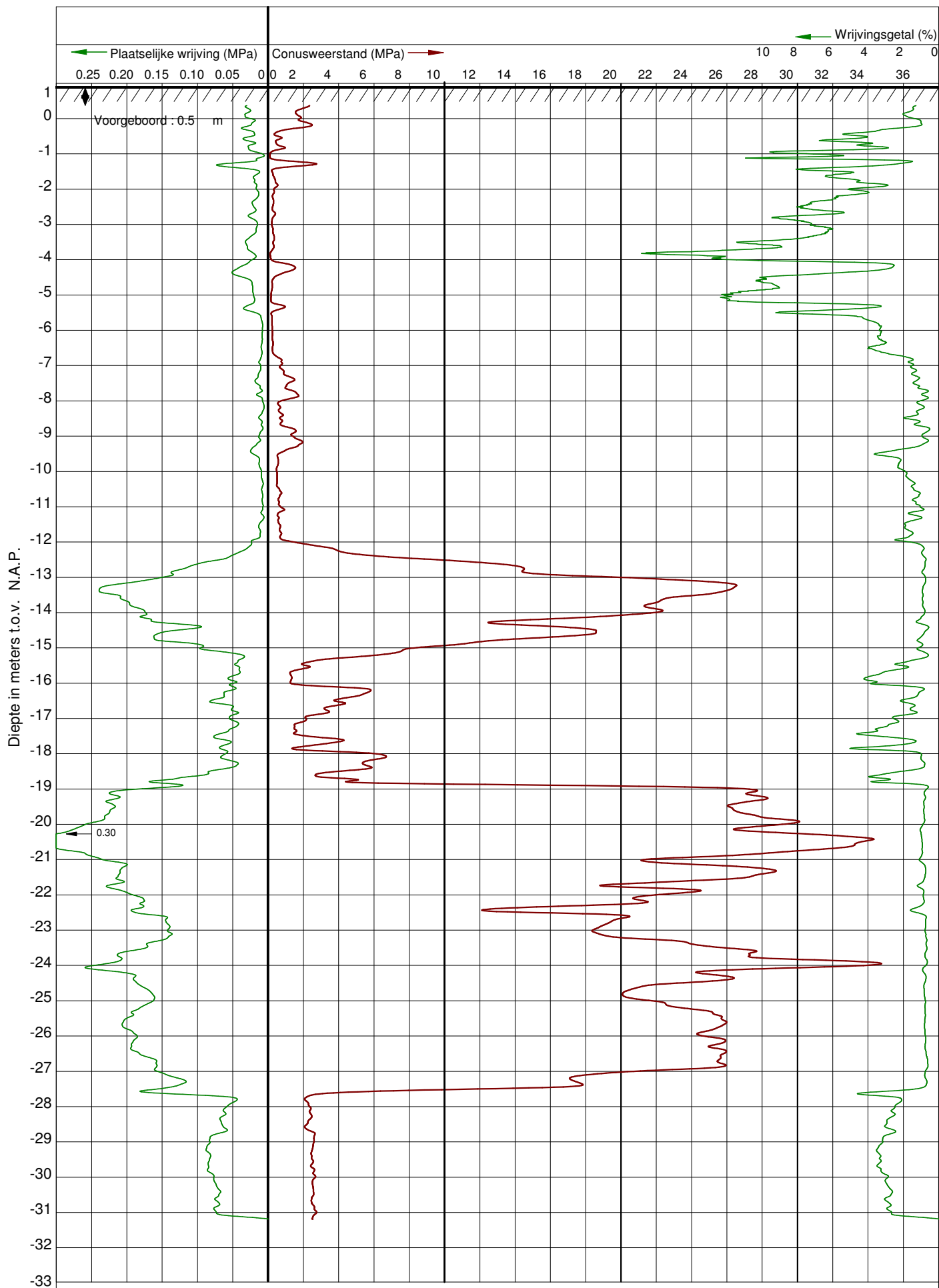
Diepte in meters t.o.v. N.A.P.

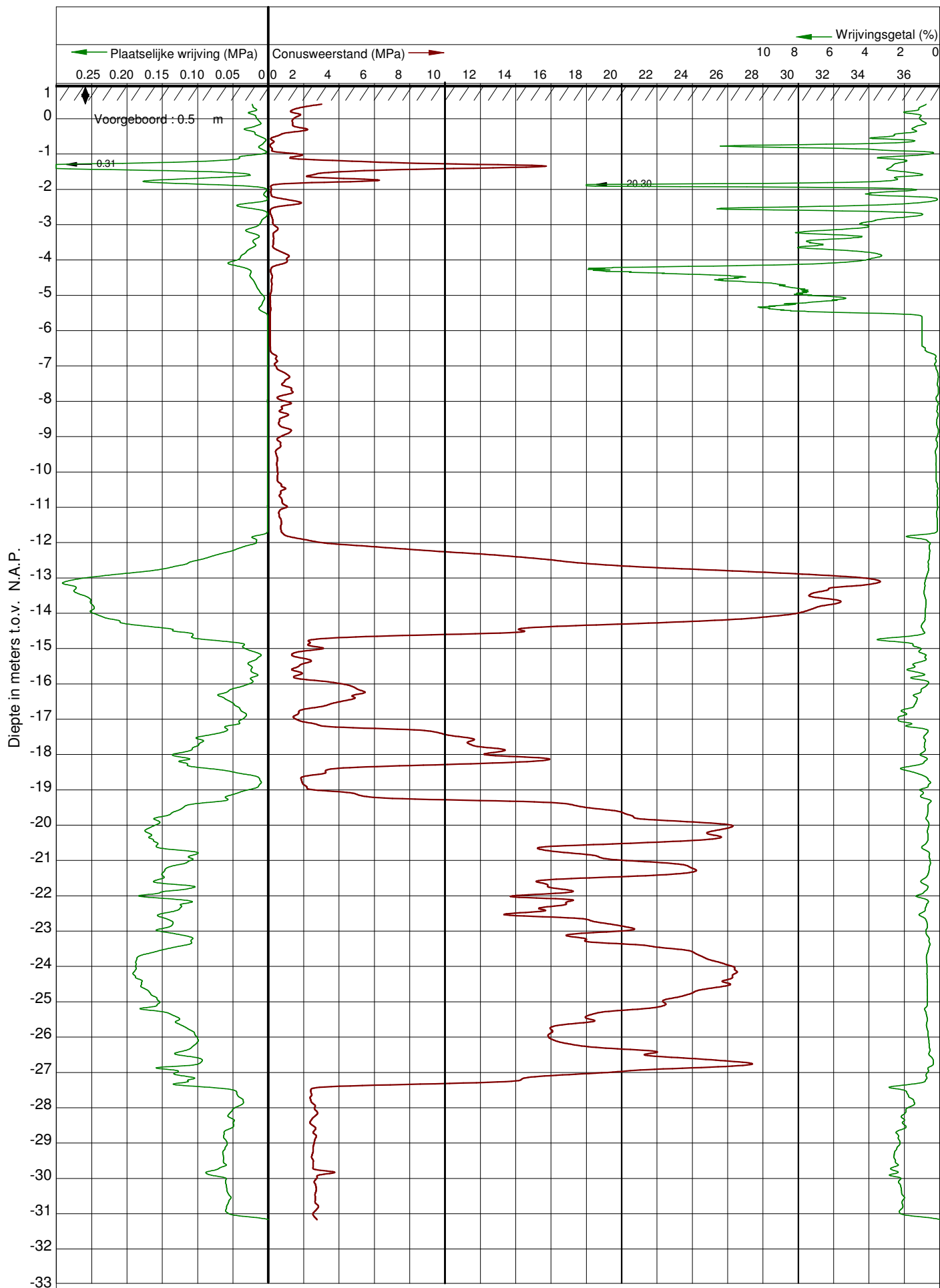


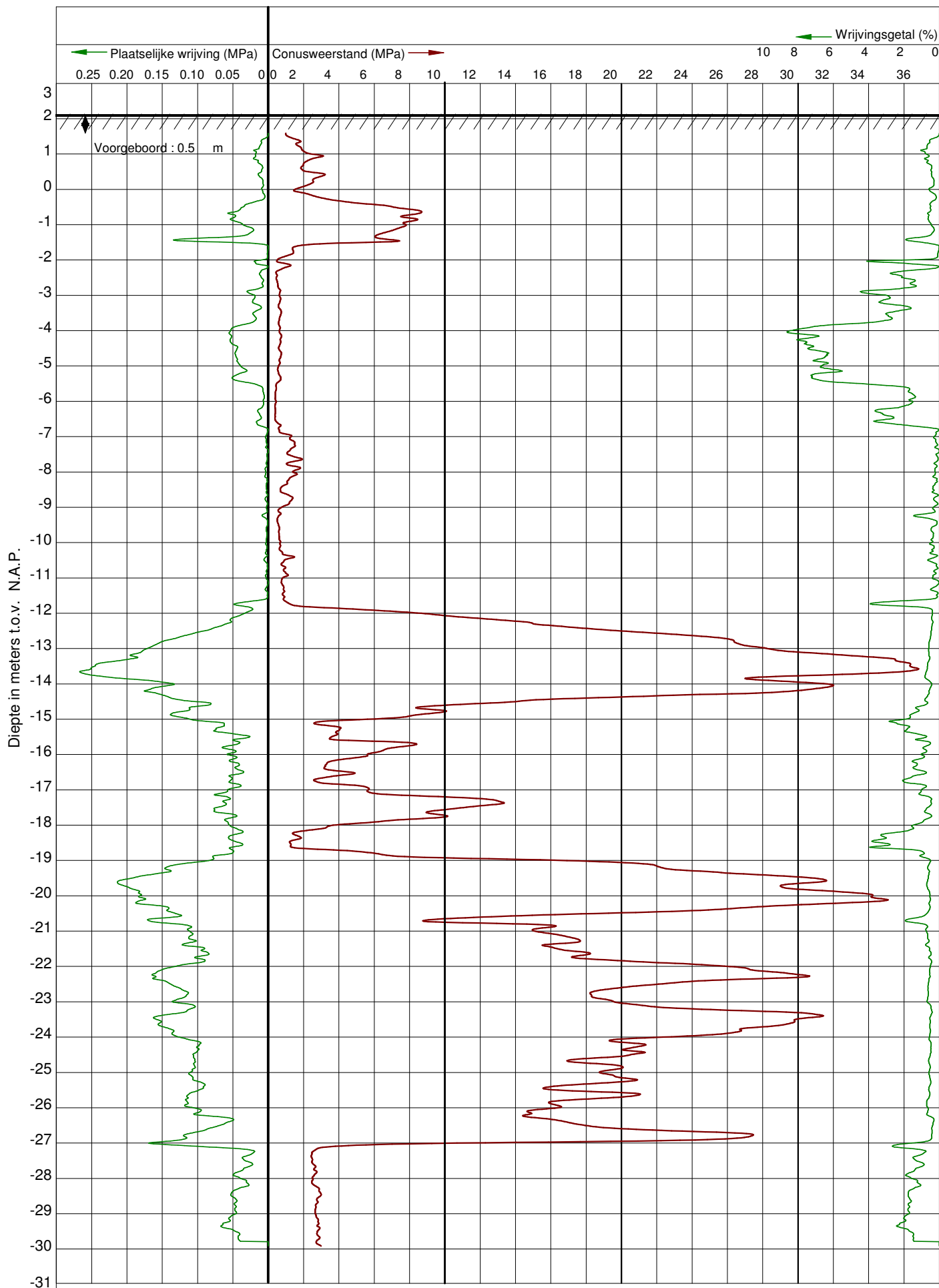












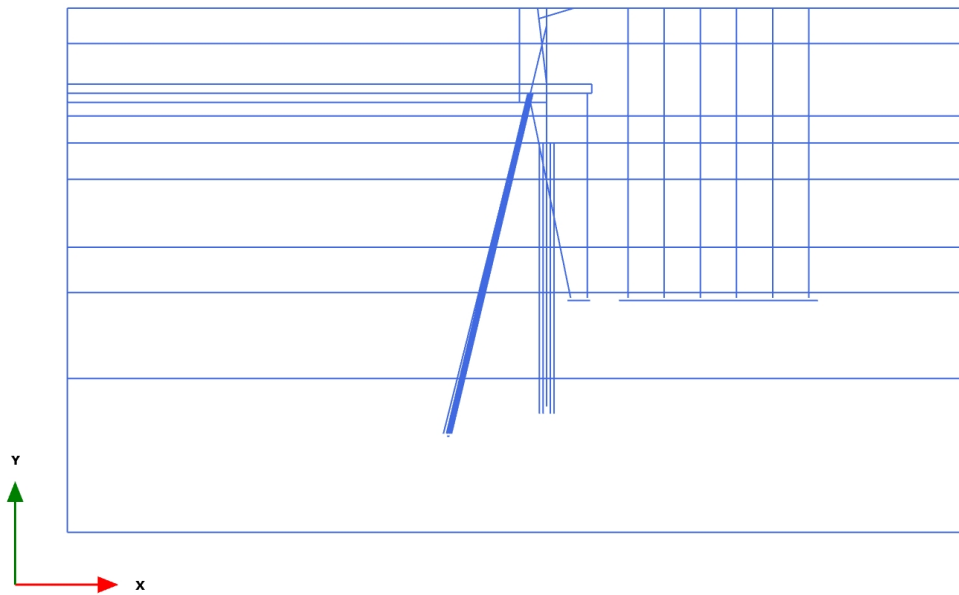


BIJLAGE: BEREKENING VERVORMINGEN EN KRACHTSWERKING (PLAXIS)

PLAXIS Report

Filename	191056 Recht Boomssloot NAP+0.95m_new config.p2dx
Directory	L:\2019\191056 Amsterdam - Recht Boomssloot Evenzijde\Plaxis\final\
Title	103100 Recht Boomssloot NAP+0.95m
Model	Plane strain
Elements	15-Noded
PLAXIS Version	Version 2018.1.0.0

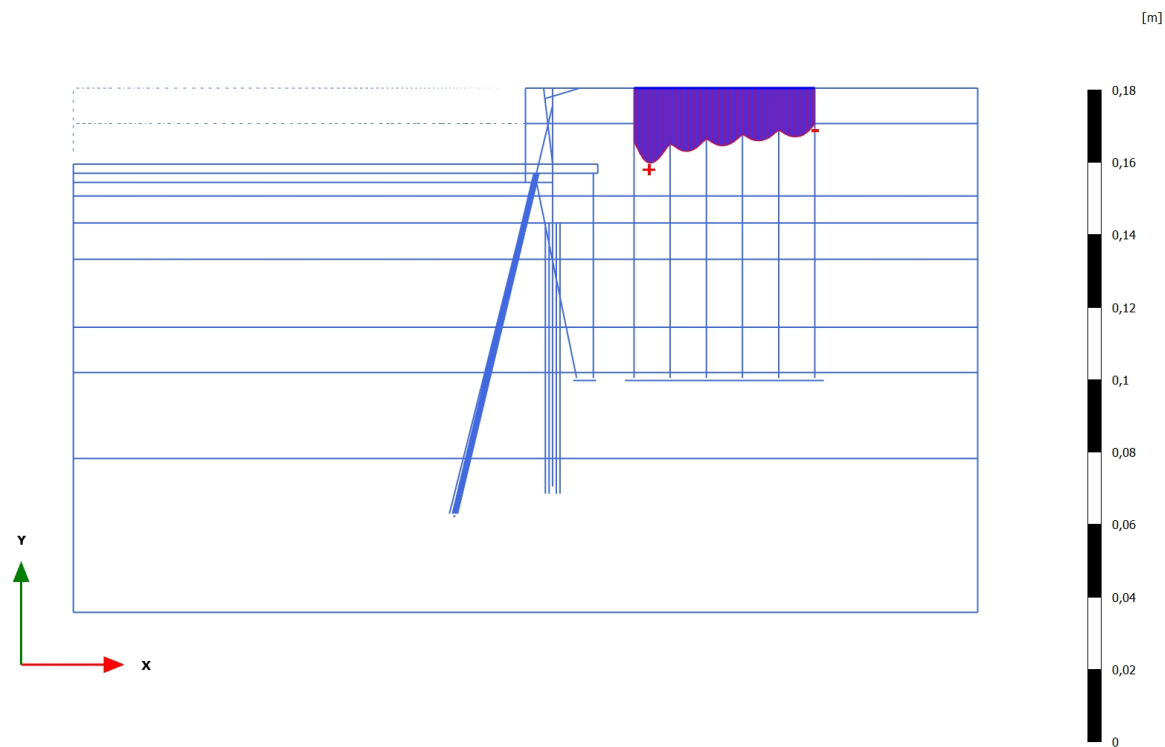
3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (at true scale)

No results

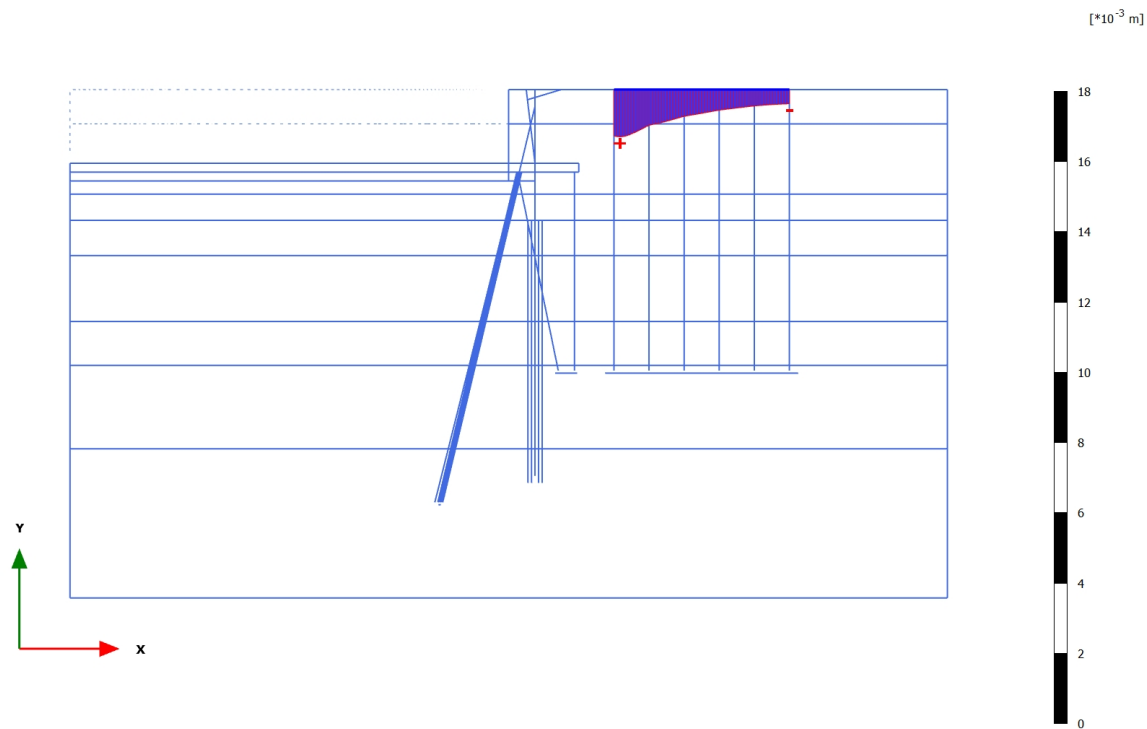
3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Huidige situatie [Phase_1] (1/13), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,02073 m (Element 2 at Node 6)

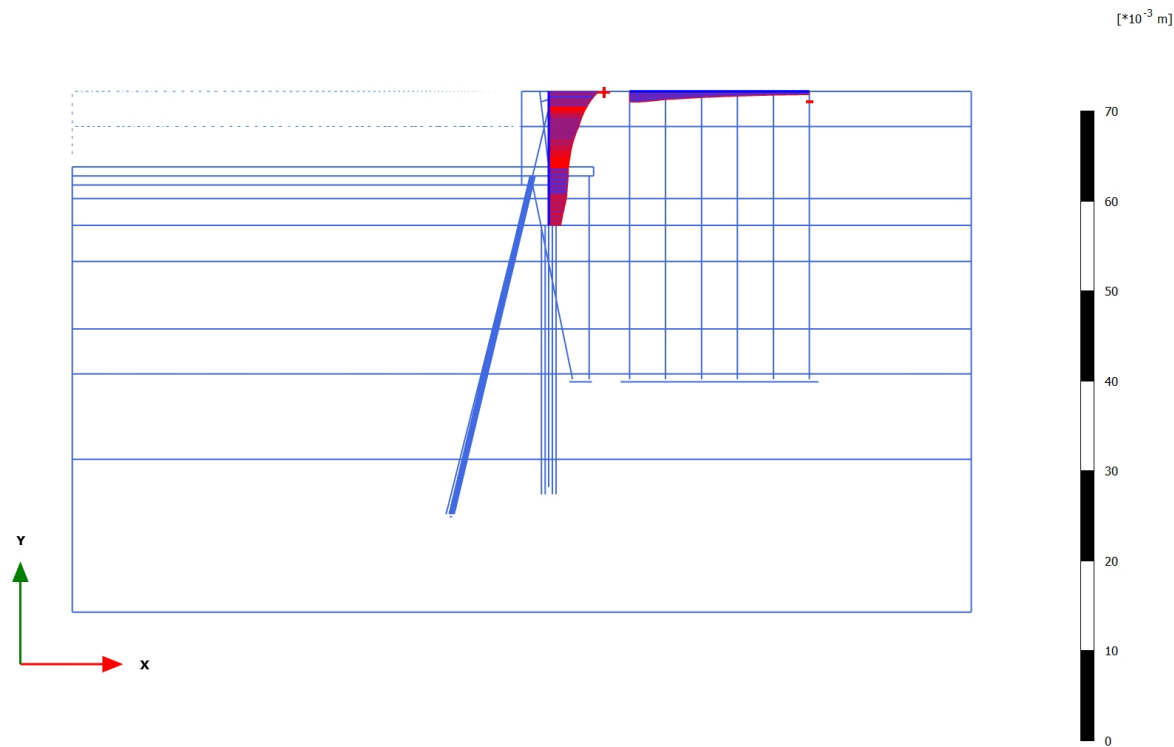
3.1.1.1.1.3 Calculation results, Plate, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/16), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up $2,00 \cdot 10^3$ times)

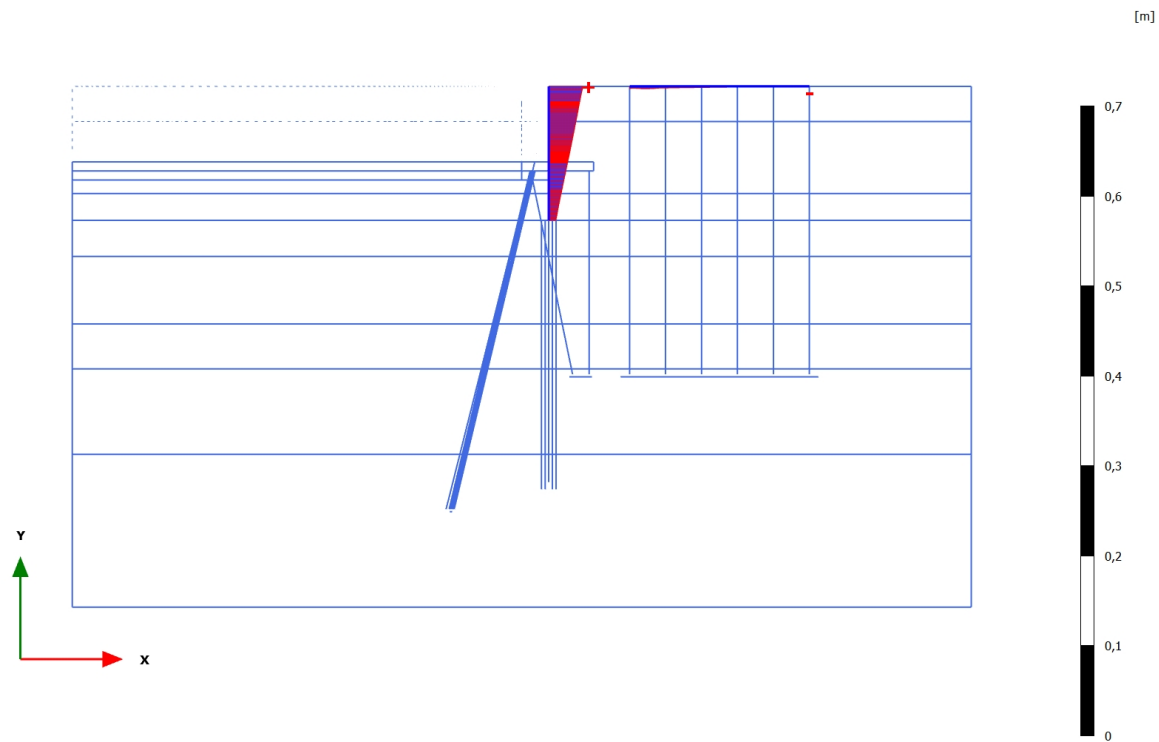
Maximum value = $1,348 \cdot 10^{-3}$ m (Element 3 at Node 4)

3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/19), Total displacements $|u|$



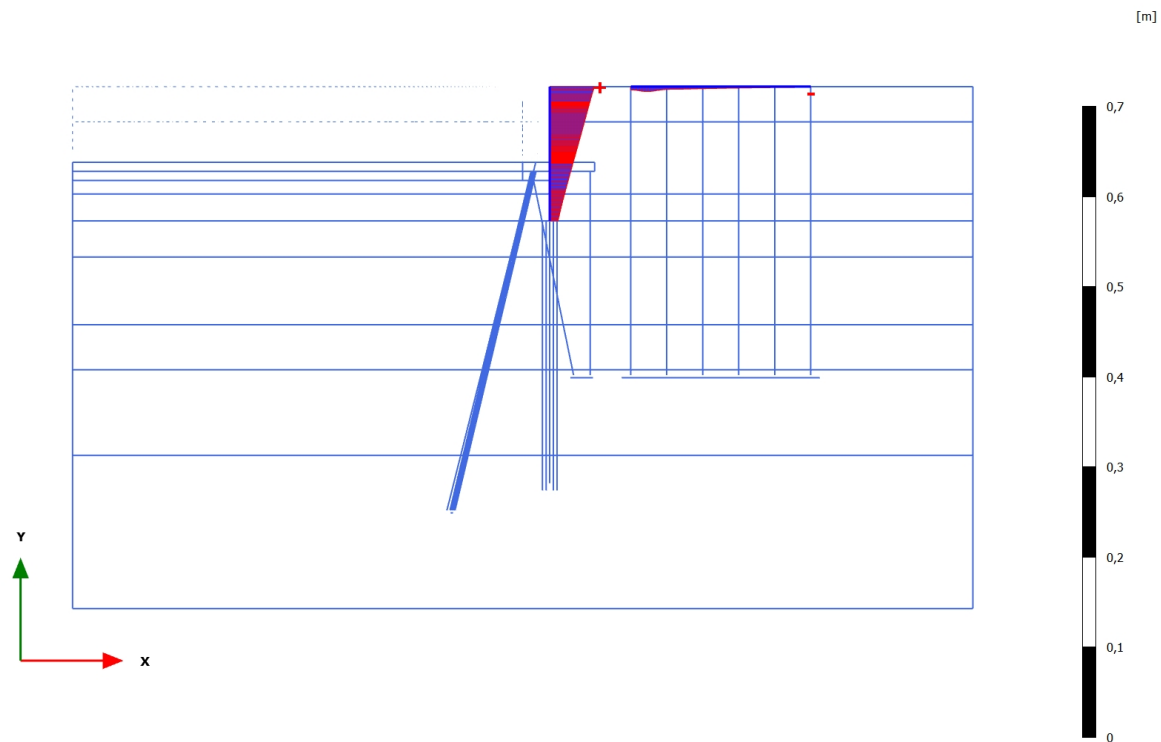
Total displacements $|u|$ (scaled up 500 times)
Maximum value = $5,579 \times 10^{-3}$ m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.1.5 Calculation results, Plate, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/36), Total displacements $|u|$



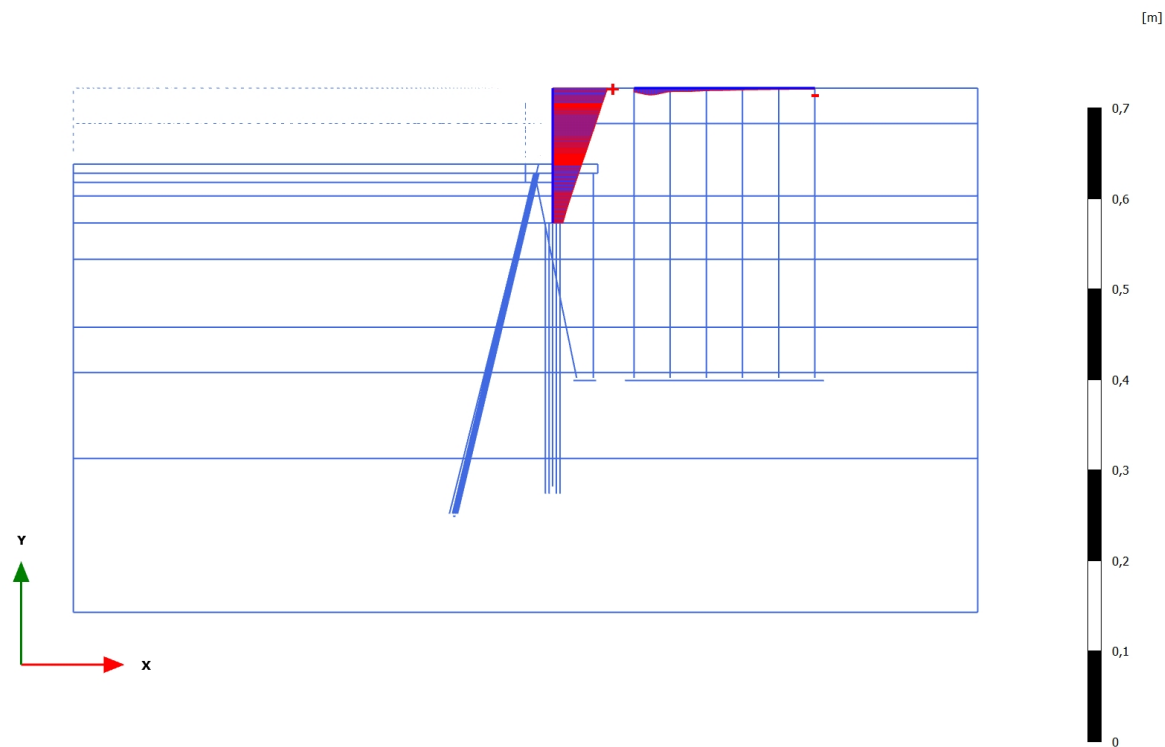
Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)
Maximum value = 0,03829 m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.1.6 Calculation results, Plate, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/45), Total displacements $|u|$



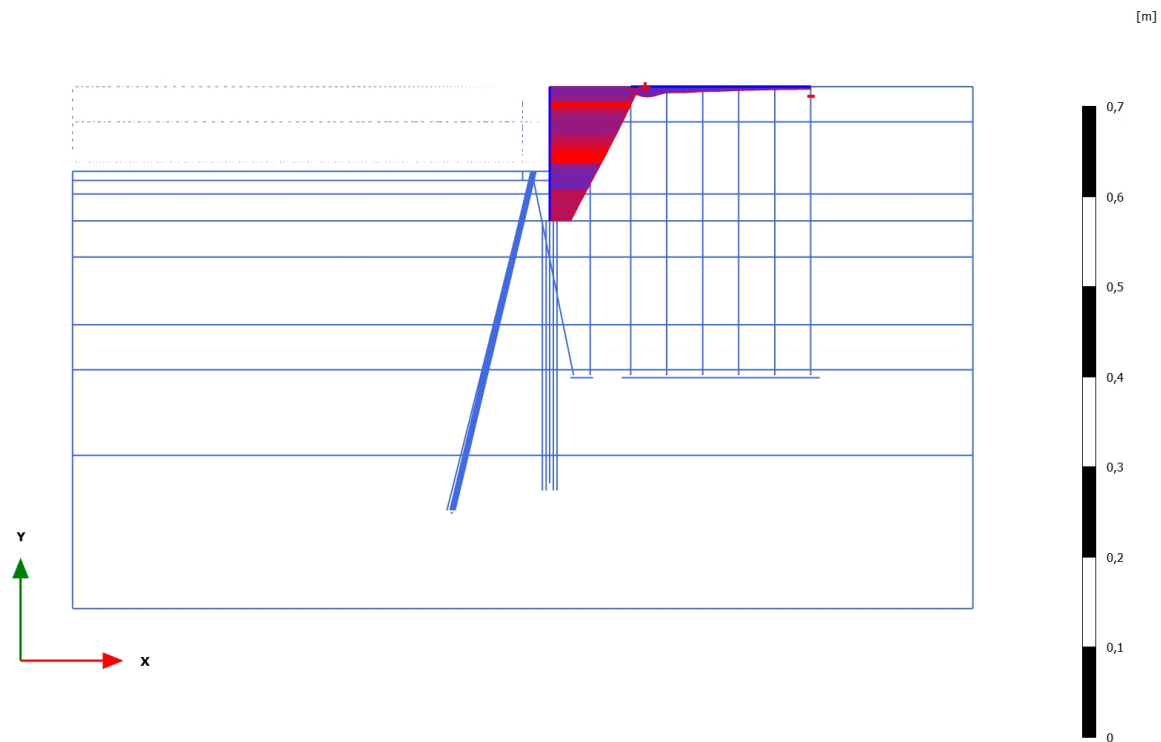
Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)
Maximum value = 0,04981 m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.7 Calculation results, Plate, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/56), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)
Maximum value = 0,06112 m (Element 16 at Node 9943)

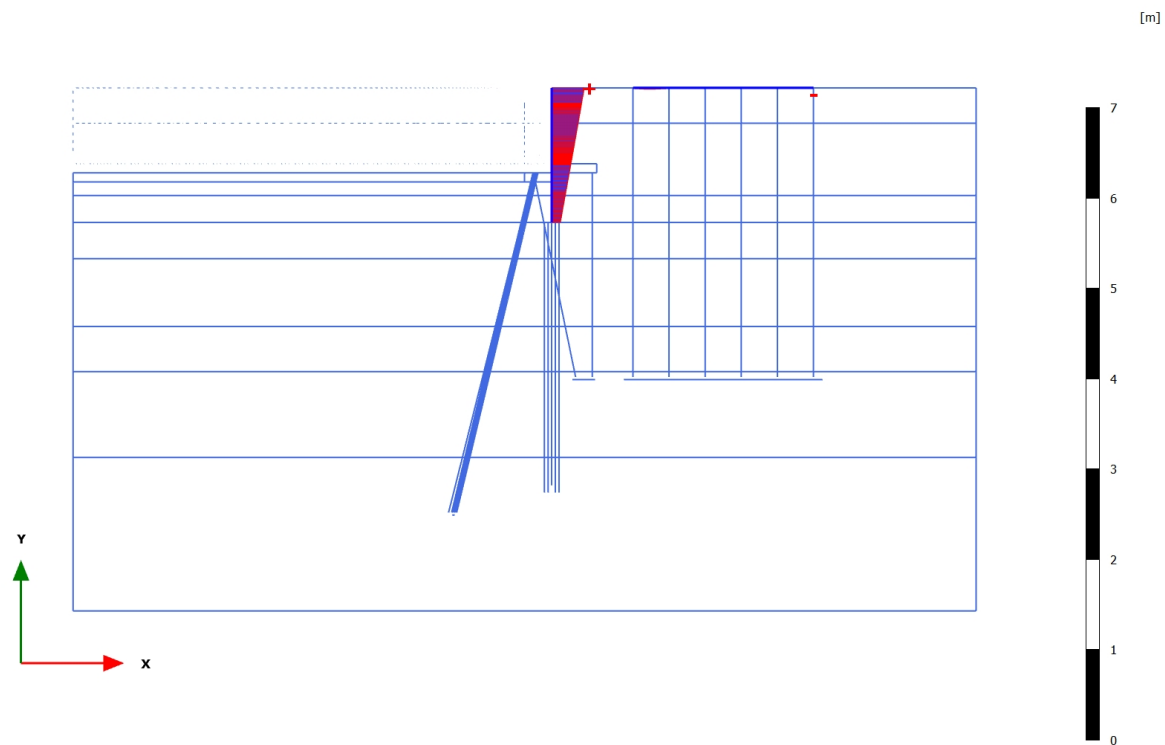
3.1.1.1.1.8 Calculation results, Plate, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)

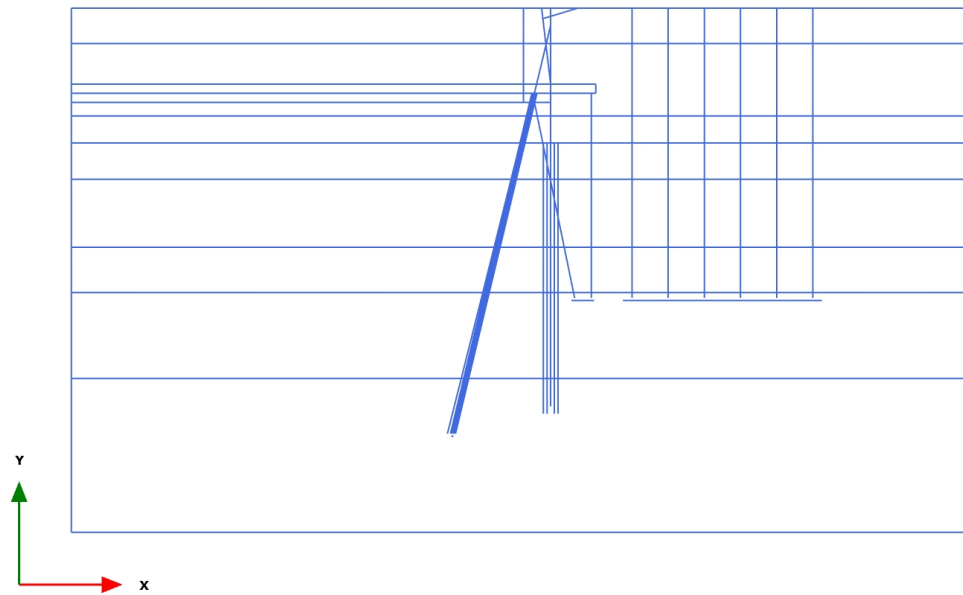
Maximum value = 0,1007 m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.1.9 Calculation results, Plate, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/195), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 5,00 times)
Maximum value = 0,3625 m (Element 16 at Node 9943)

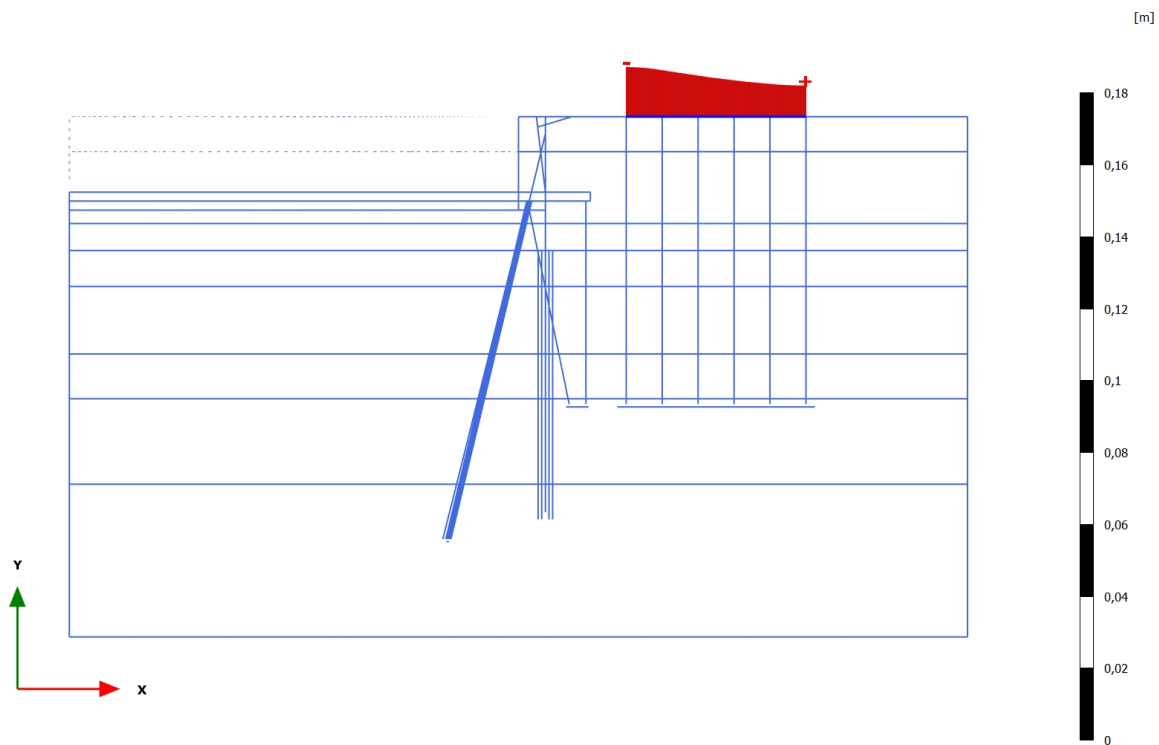
3.1.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Total displacements u_x



Total displacements u_x (at true scale)

No results

3.1.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Huidige situatie [Phase_1] (1/13), Total displacements u_x

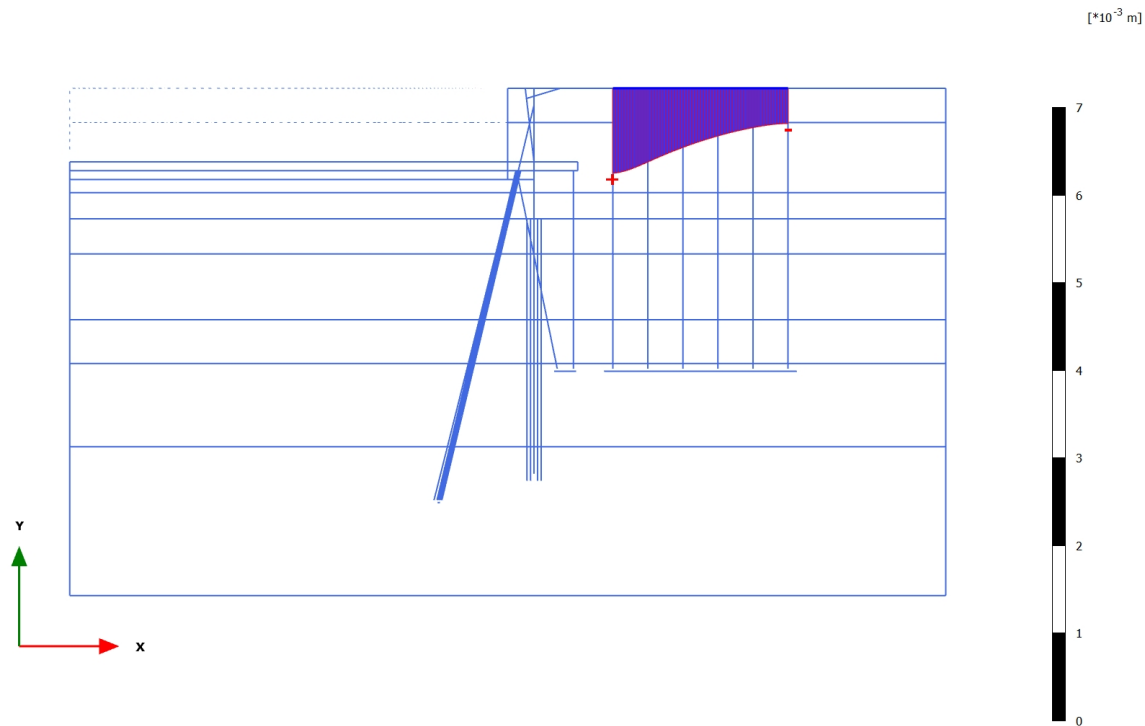


Total displacements u_x (scaled up 200 times)

Maximum value = $-8,535 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

Minimum value = $-0,01371$ m (Element 3 at Node 2)

3.1.1.1.2.3 Calculation results, Plate, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/16), Total displacements u_x

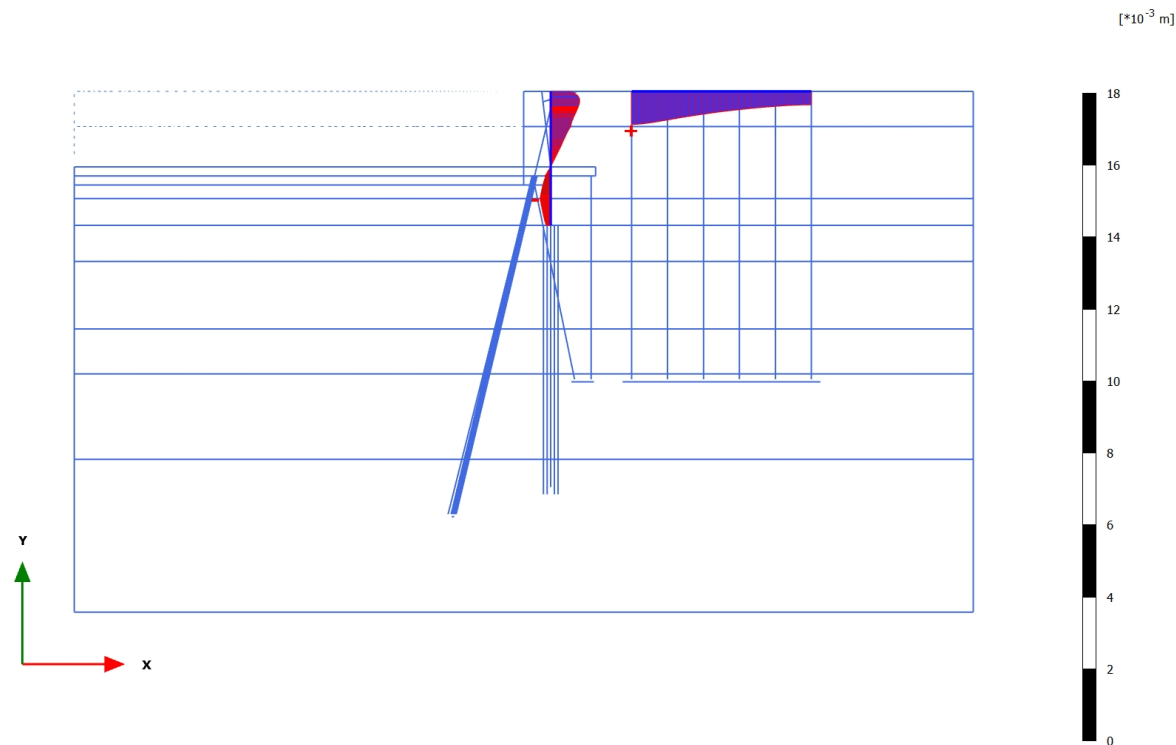


Total displacements u_x (scaled up $5,00 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,9704 \cdot 10^{-3}$ m (Element 3 at Node 2)

Minimum value = $0,4025 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

3.1.1.1.2.4 Calculation results, Plate, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/19), Total displacements u_x

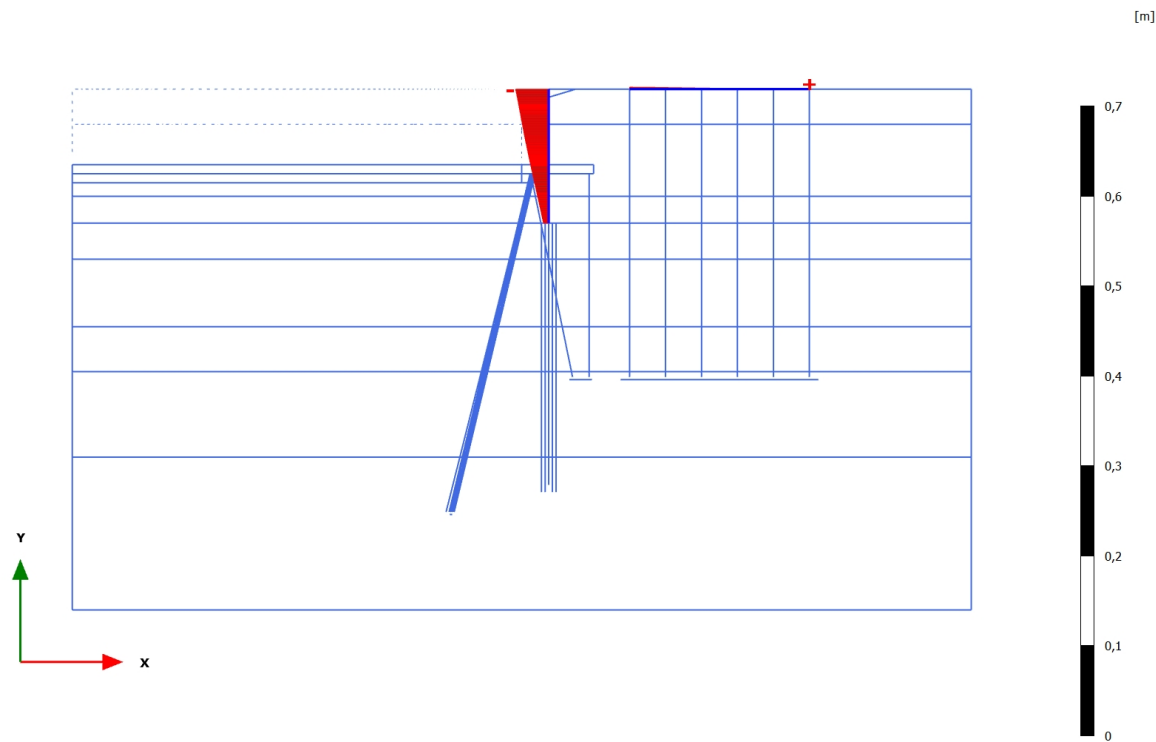


Total displacements u_x (scaled up $2,00 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,9224 \cdot 10^{-3}$ m (Element 3 at Node 2)

Minimum value = $-0,2954 \cdot 10^{-3}$ m (Element 38 at Node 9144)

3.1.1.1.2.5 Calculation results, Plate, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/36), Total displacements u_x

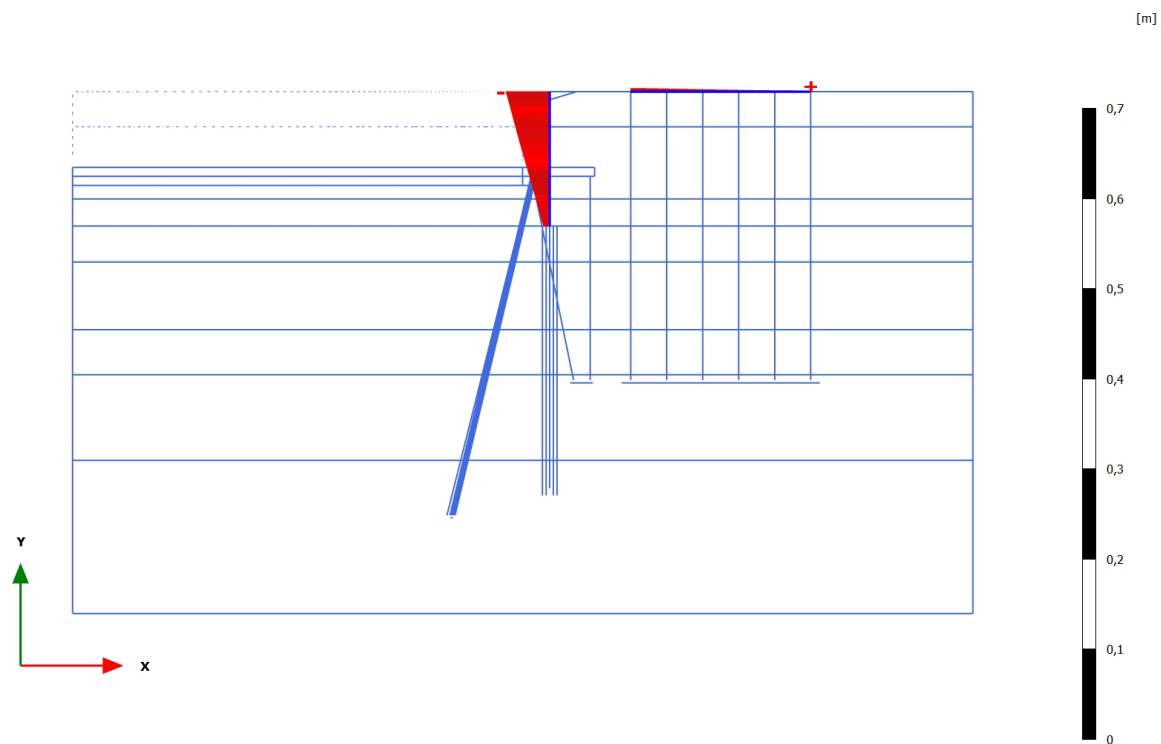


Total displacements u_x (scaled up 50,0 times)

Maximum value = $-0,4075 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

Minimum value = $-0,03698$ m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.2.6 Calculation results, Plate, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/45), Total displacements u_x

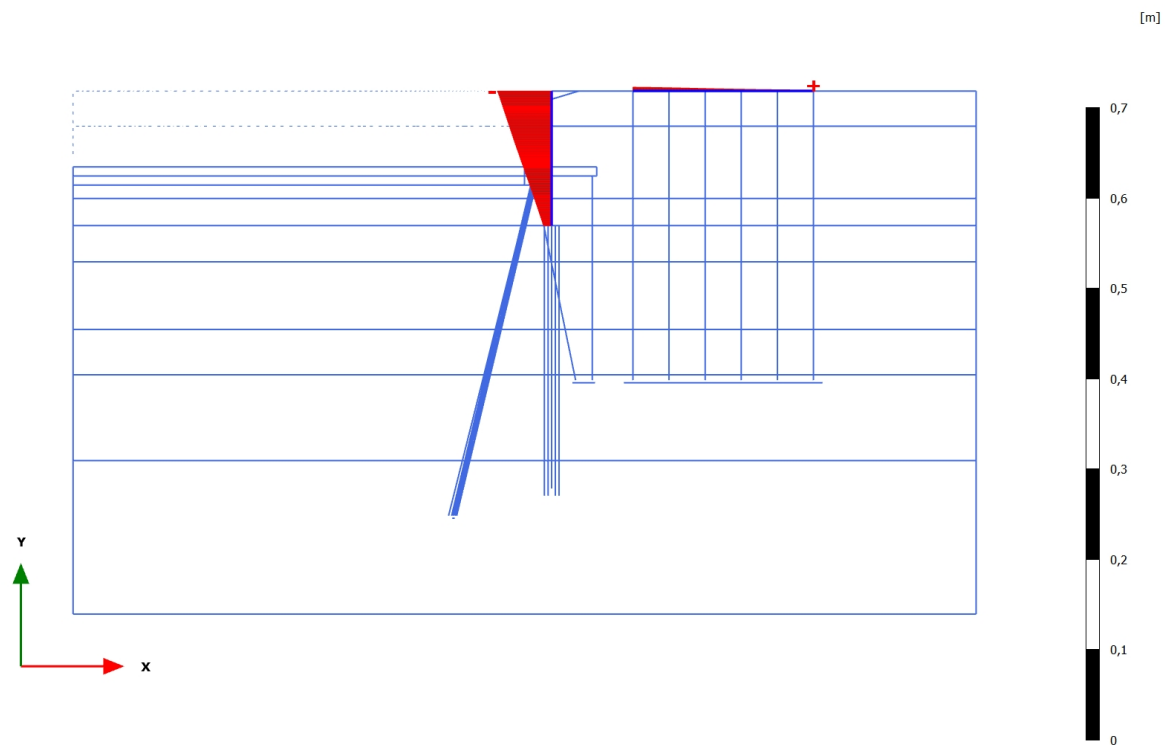


Total displacements u_x (scaled up 50,0 times)

Maximum value = $-0,9118 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

Minimum value = $-0,04866$ m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.2.7 Calculation results, Plate, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/56), Total displacements u_x

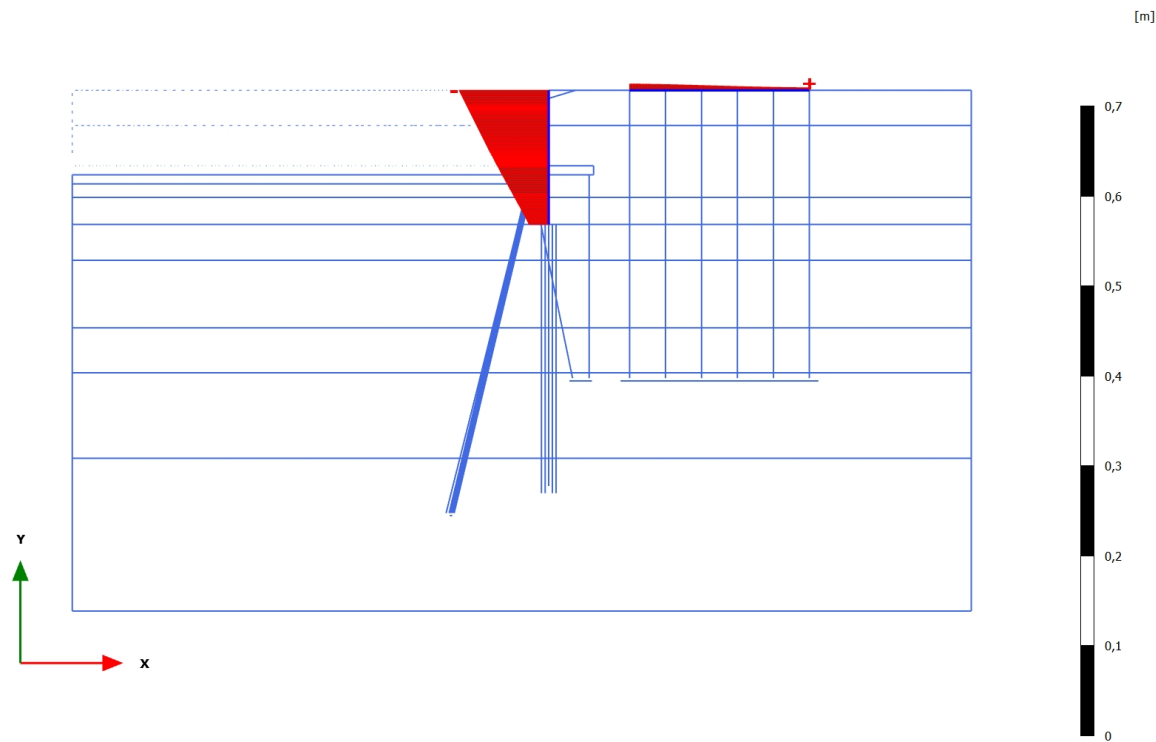


Total displacements u_x (scaled up 50,0 times)

Maximum value = $-1,193 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

Minimum value = $-0,06004$ m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.2.8 Calculation results, Plate, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Total displacements u_x

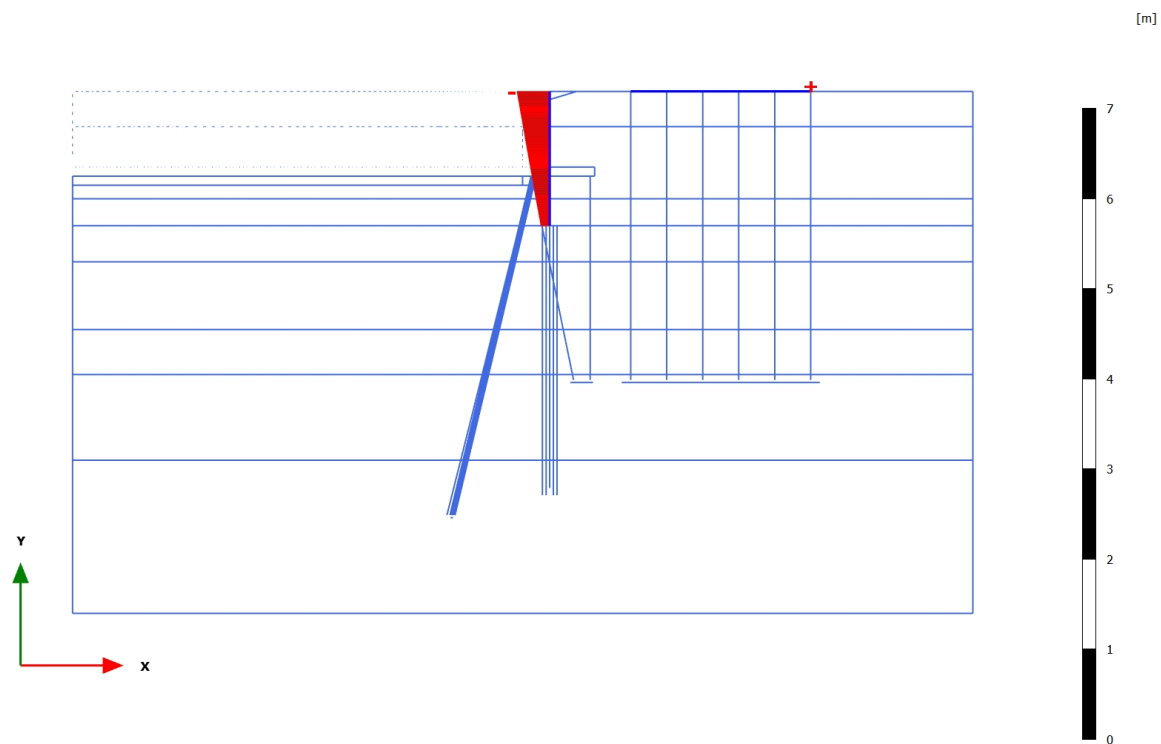


Total displacements u_x (scaled up 50,0 times)

Maximum value = $-2,918 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

Minimum value = $-0,09977$ m (Element 16 at Node 9943)

3.1.1.1.2.9 Calculation results, Plate, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/195), Total displacements u_x

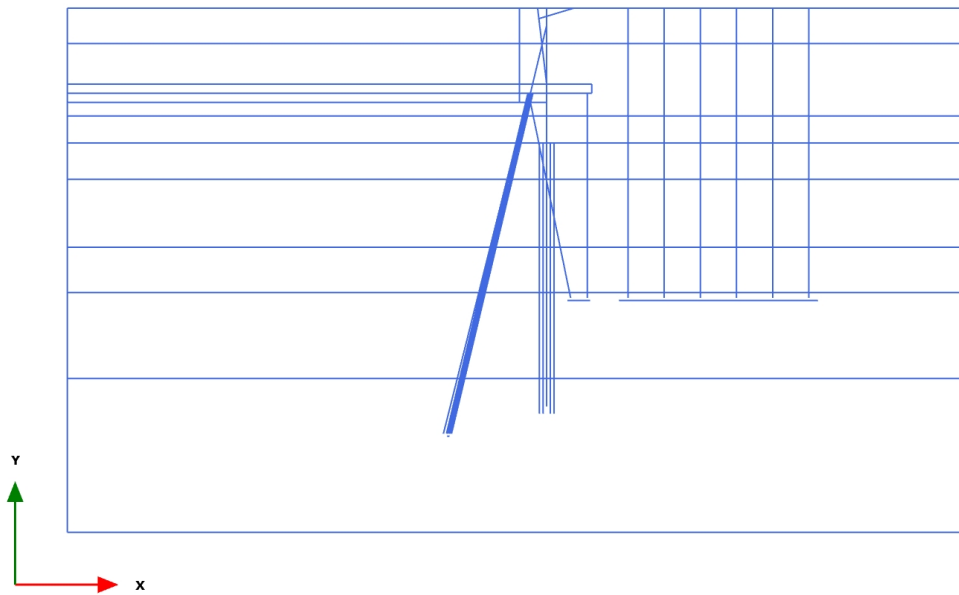


Total displacements u_x (scaled up 5,00 times)

Maximum value = $-4,134 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

Minimum value = -0,3622 m (Element 16 at Node 9943)

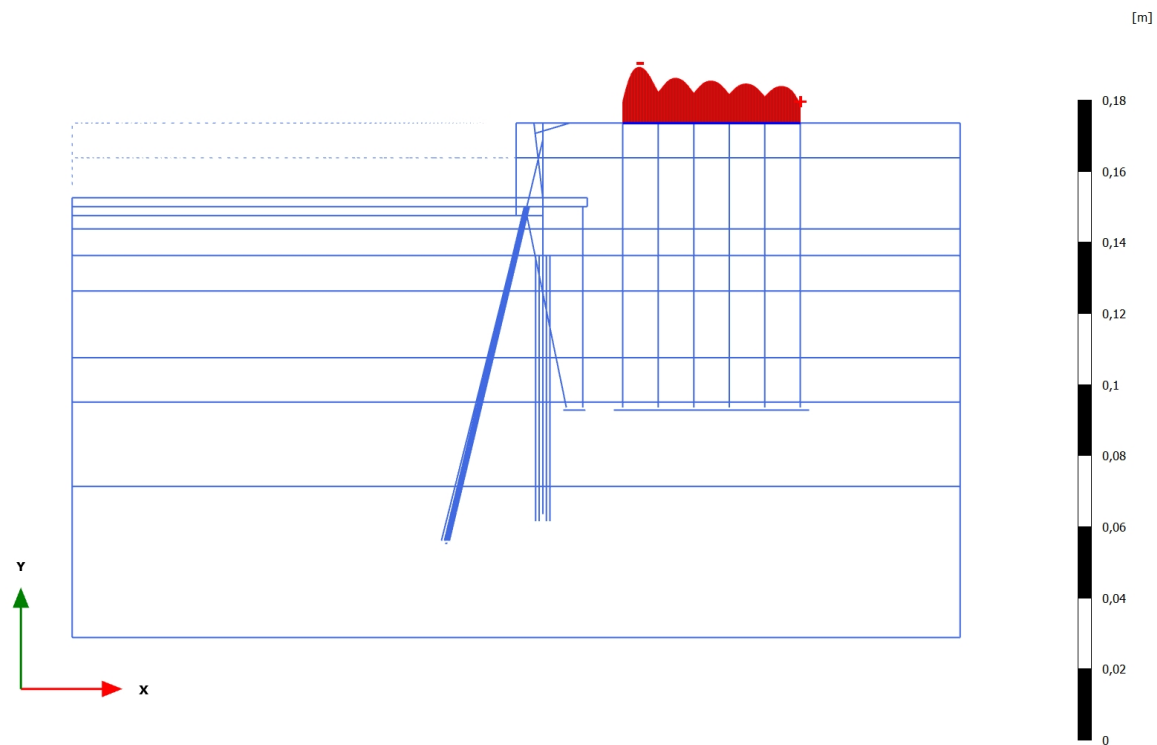
3.1.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Total displacements u_y



Total displacements u_y (at true scale)

No results

3.1.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Huidige situatie [Phase_1] (1/13), Total displacements u_y

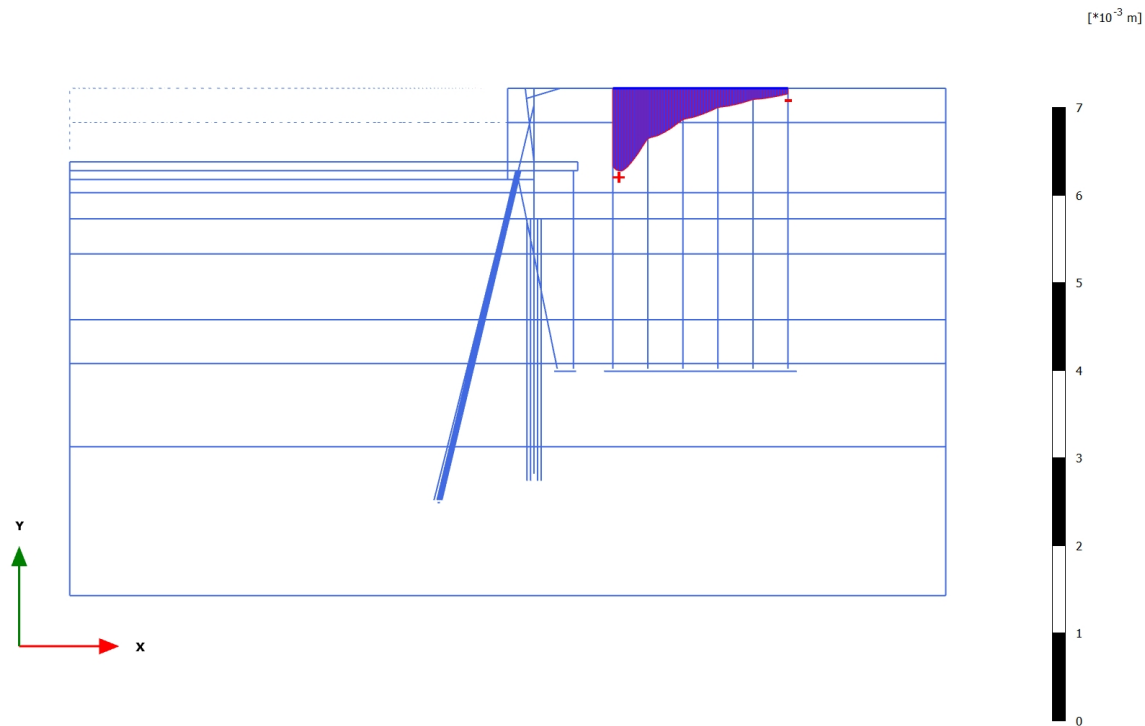


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = $-4,920 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

Minimum value = $-0,01571$ m (Element 2 at Node 7)

3.1.1.1.3.3 Calculation results, Plate, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/16), Total displacements u_y

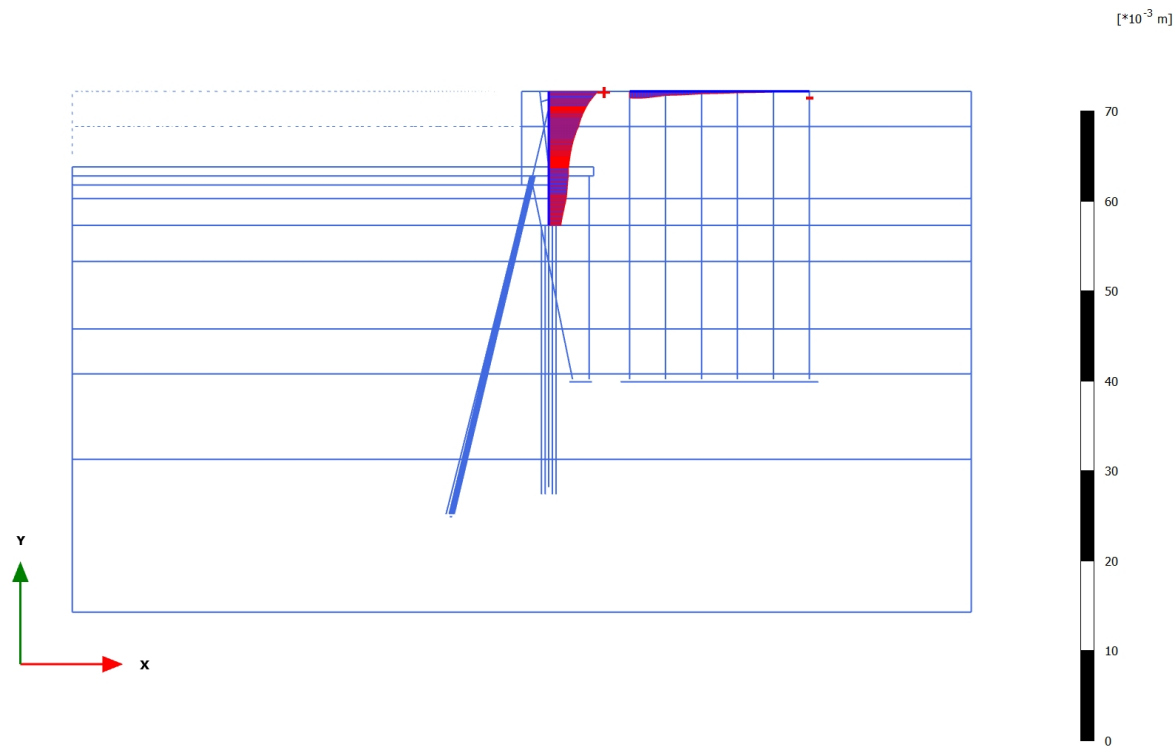


Total displacements u_y (scaled up $5,00 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,9453 \cdot 10^{-3}$ m (Element 3 at Node 4)

Minimum value = $0,06390 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

3.1.1.1.3.4 Calculation results, Plate, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/19), Total displacements u_y

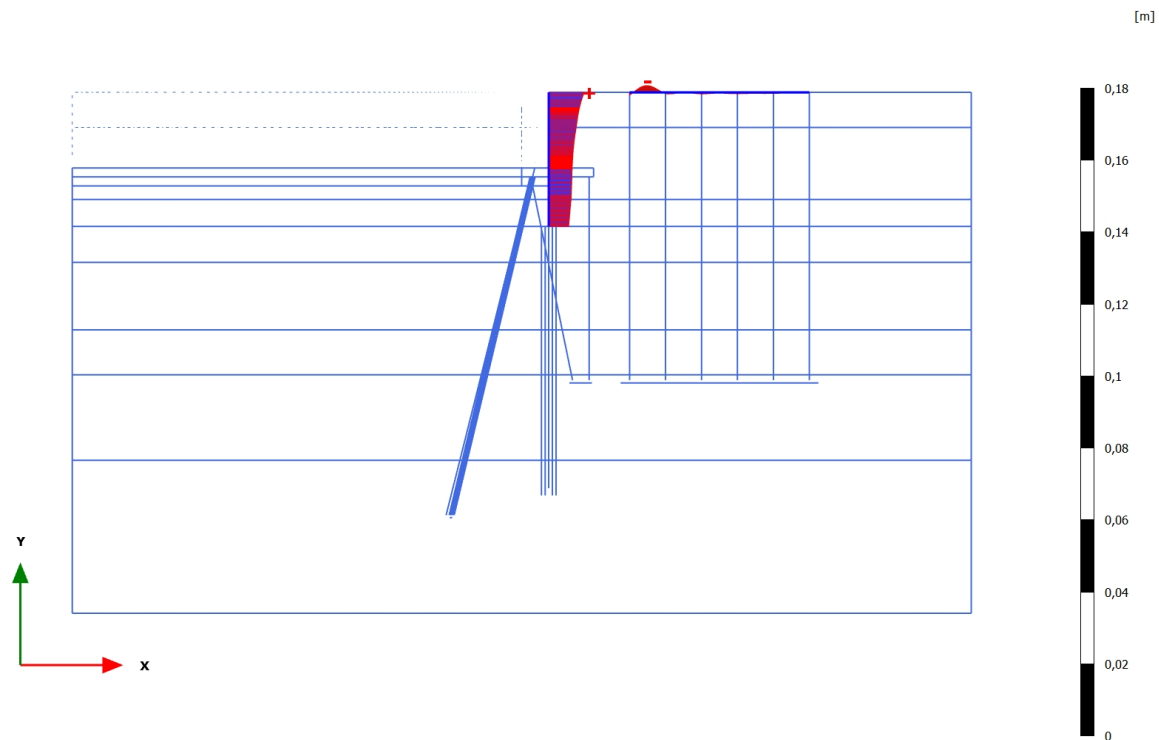


Total displacements u_y (scaled up 500 times)

Maximum value = $5,551 \cdot 10^{-3}$ m (Element 16 at Node 9943)

Minimum value = $0,03888 \cdot 10^{-3}$ m (Element 13 at Node 471)

3.1.1.1.3.5 Calculation results, Plate, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/36), Total displacements u_y

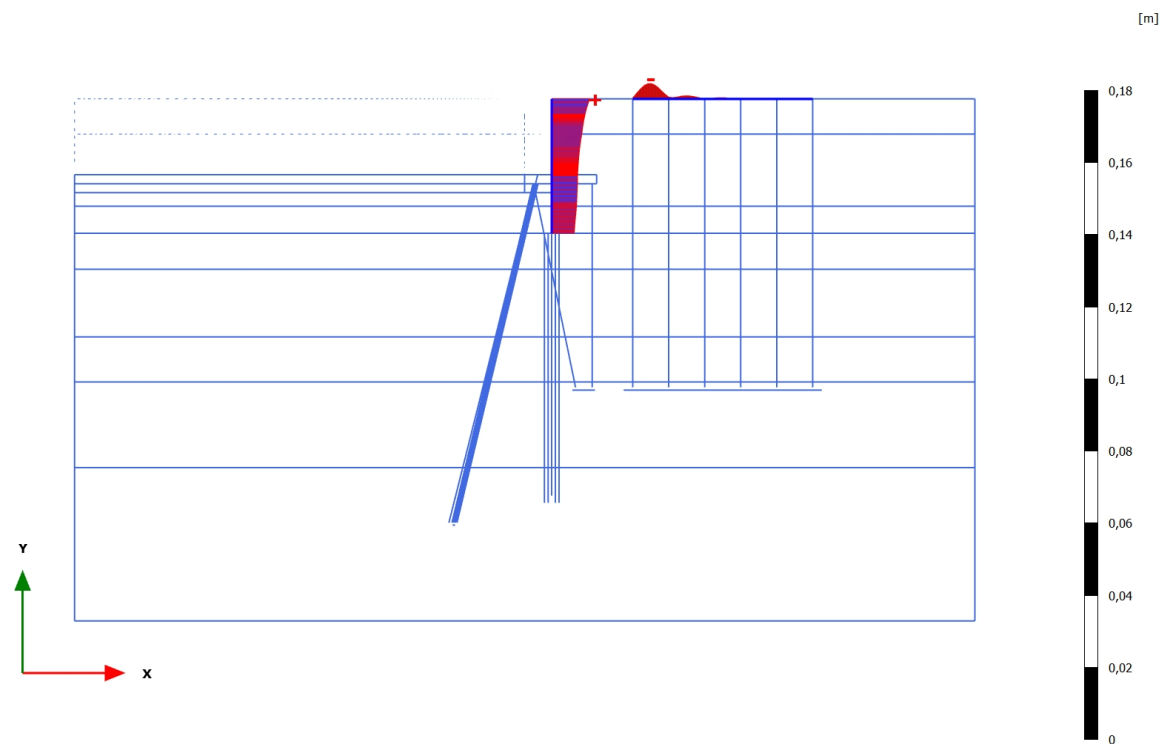


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = $9,917 \cdot 10^{-3}$ m (Element 16 at Node 9943)

Minimum value = $-1,881 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 7)

3.1.1.1.3.6 Calculation results, Plate, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/45), Total displacements u_y

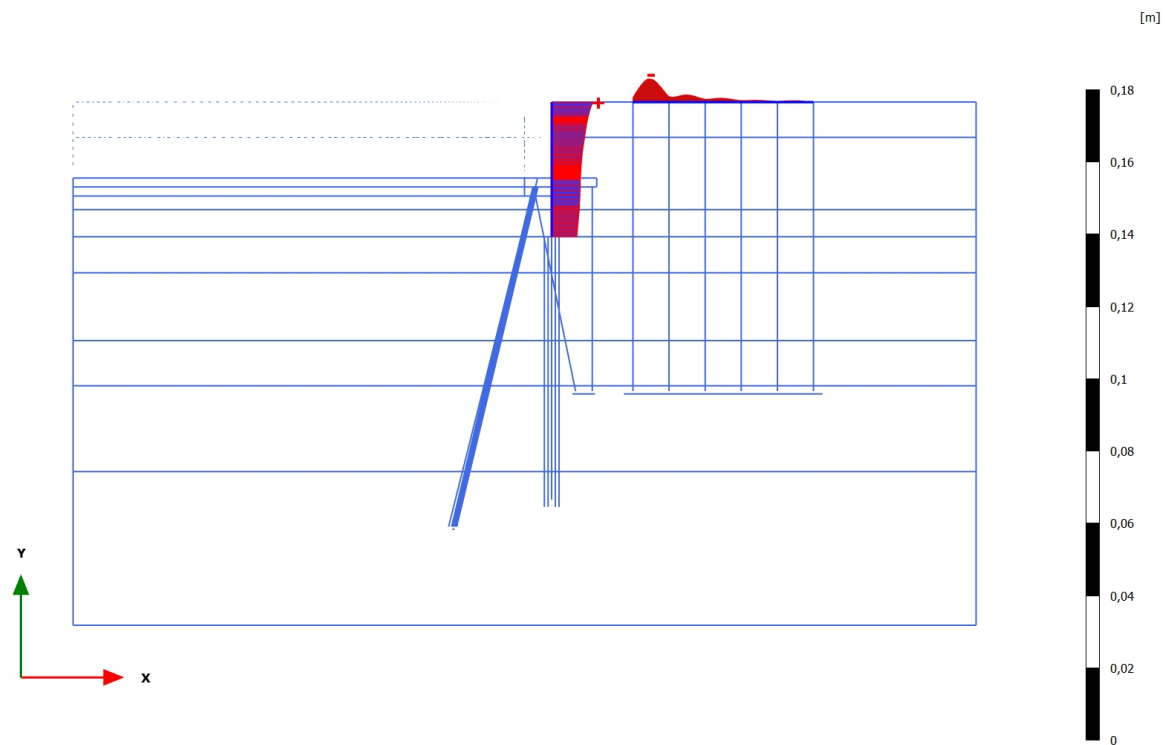


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01063 m (Element 16 at Node 9943)

Minimum value = $-4,273 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 7)

3.1.1.1.3.7 Calculation results, Plate, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/56), Total displacements u_y

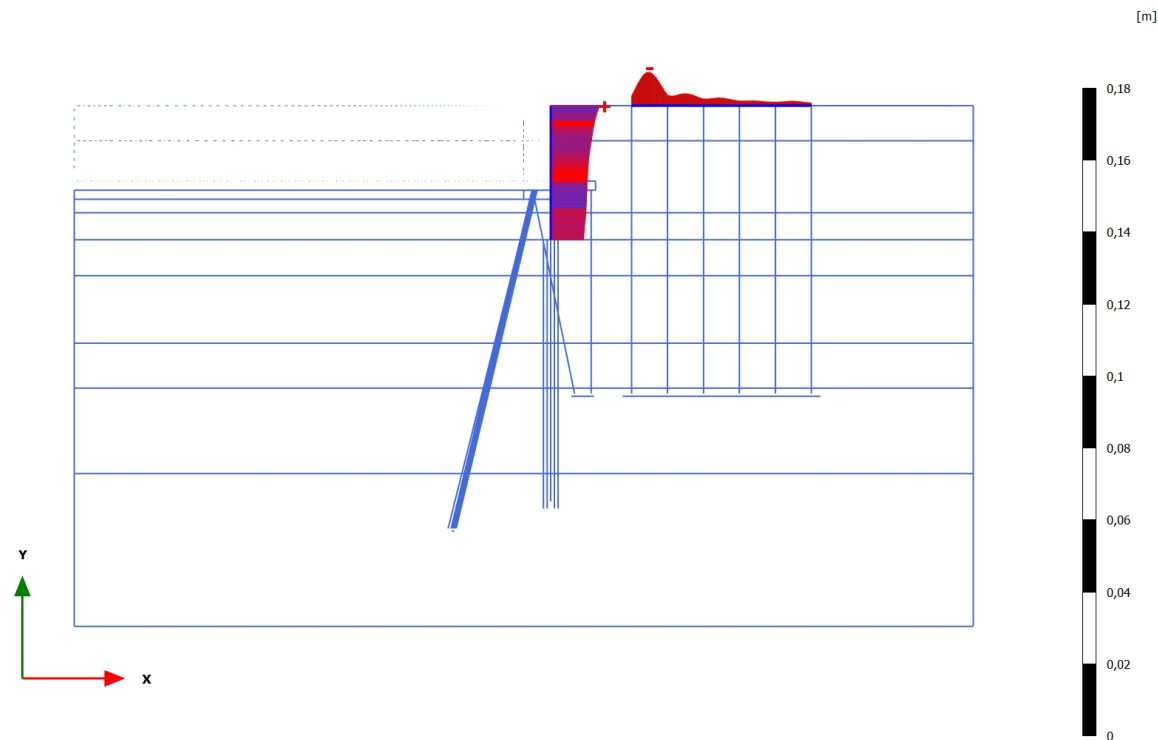


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01143 m (Element 16 at Node 9943)

Minimum value = $-6,413 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 7)

3.1.1.1.3.8 Calculation results, Plate, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Total displacements u_y

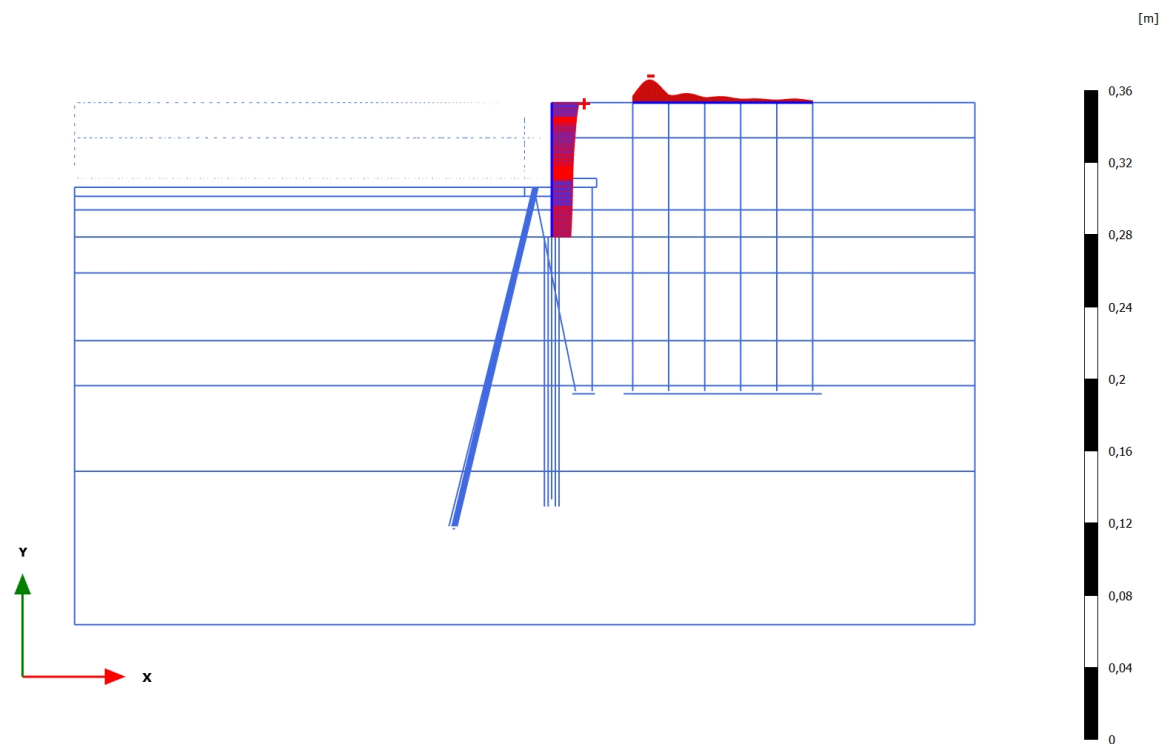


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01362 m (Element 16 at Node 9943)

Minimum value = $-9,267 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 7)

3.1.1.1.3.9 Calculation results, Plate, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/195), Total displacements u_y

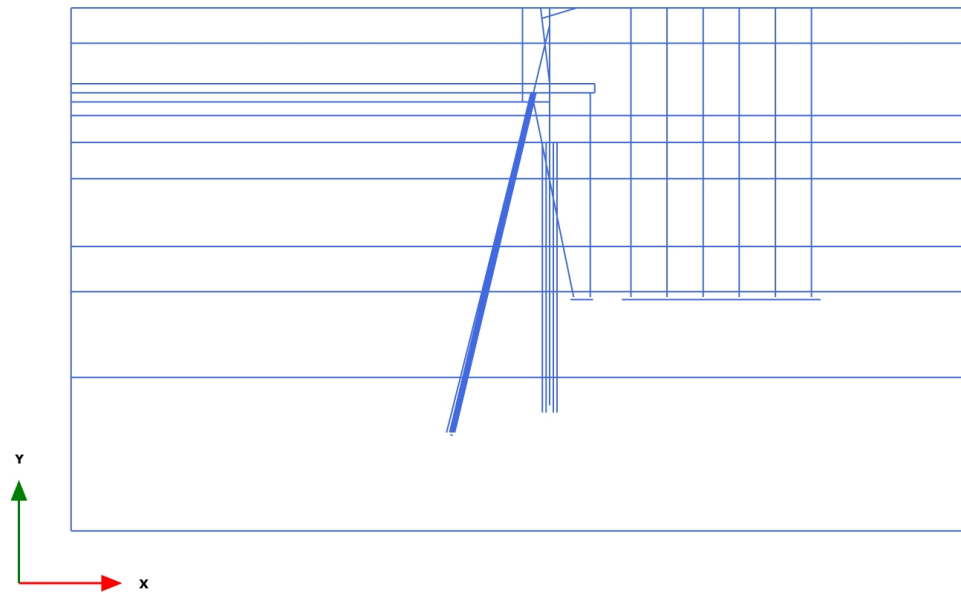


Total displacements u_y (scaled up 100 times)

Maximum value = 0,01523 m (Element 16 at Node 9943)

Minimum value = -0,01263 m (Element 2 at Node 7)

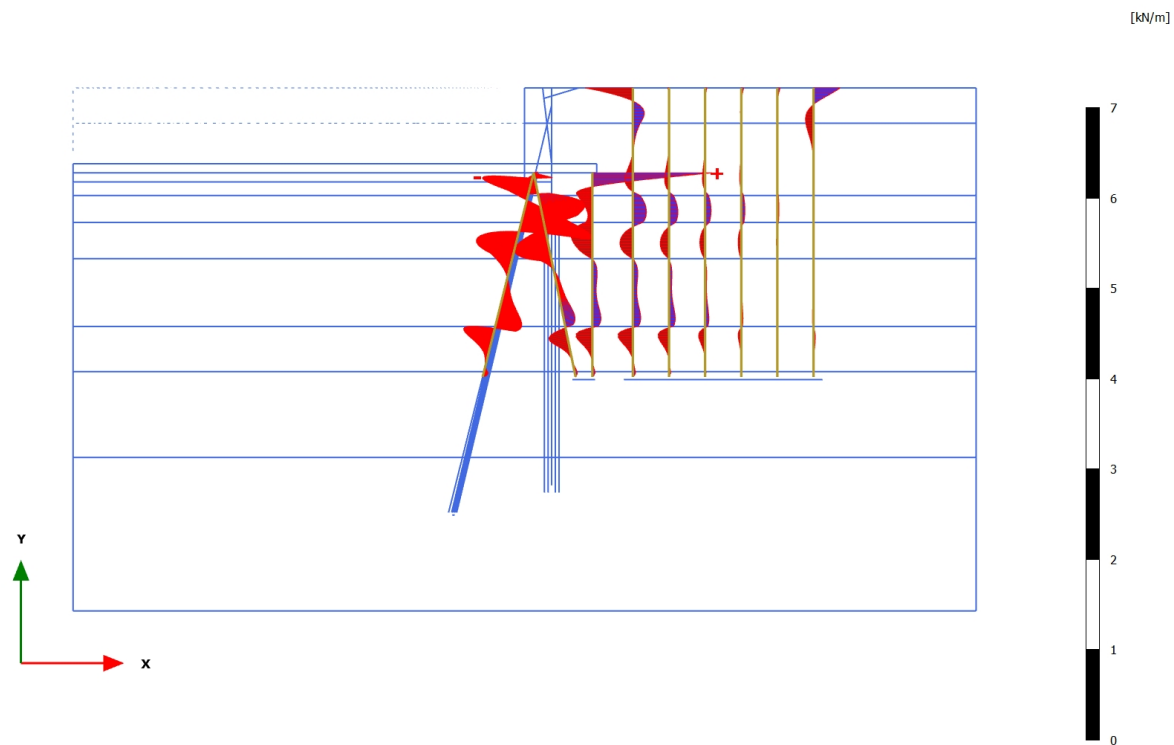
3.2.2.1.1 Calculation results, Embedded beam row, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1,00 times)

No results

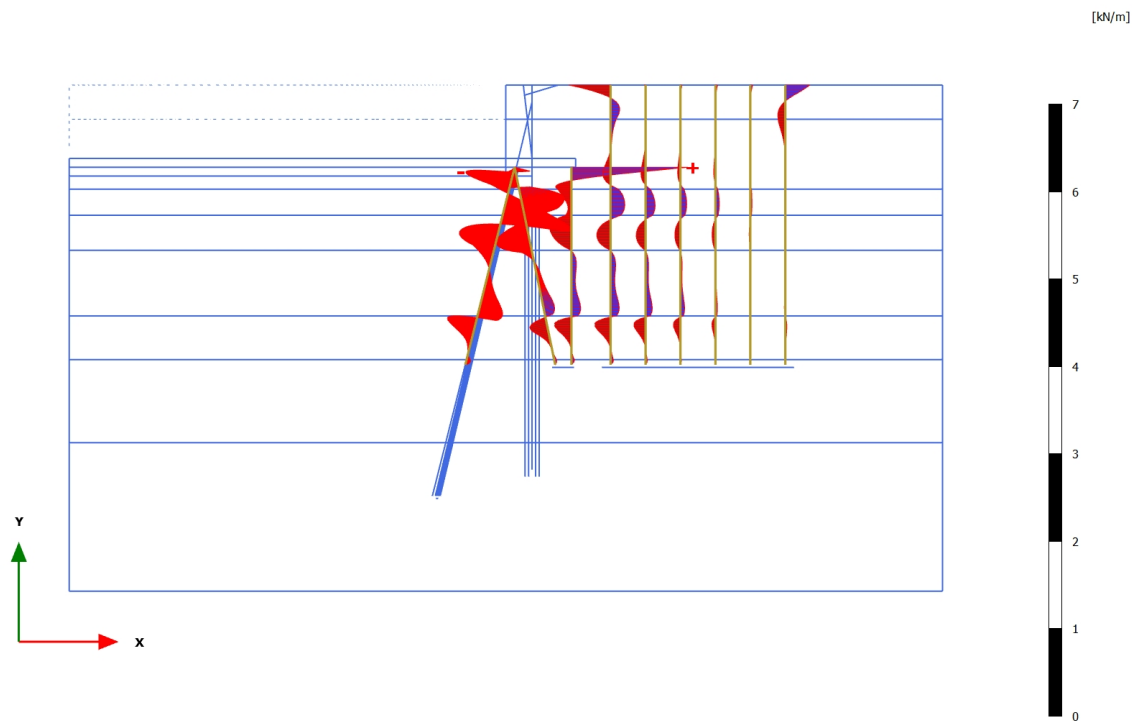
3.2.2.1.2 Calculation results, Embedded beam row, Huidige situatie [Phase_1] (1/13), Shear forces Q

**Shear forces Q (scaled up 5,00 times)**

Maximum value = 1,325 kN/m (Element 521 at Node 82395)

Minimum value = -0,5352 kN/m (Element 422 at Node 82002)

3.2.2.1.3 Calculation results, Embedded beam row, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/16), Shear forces Q

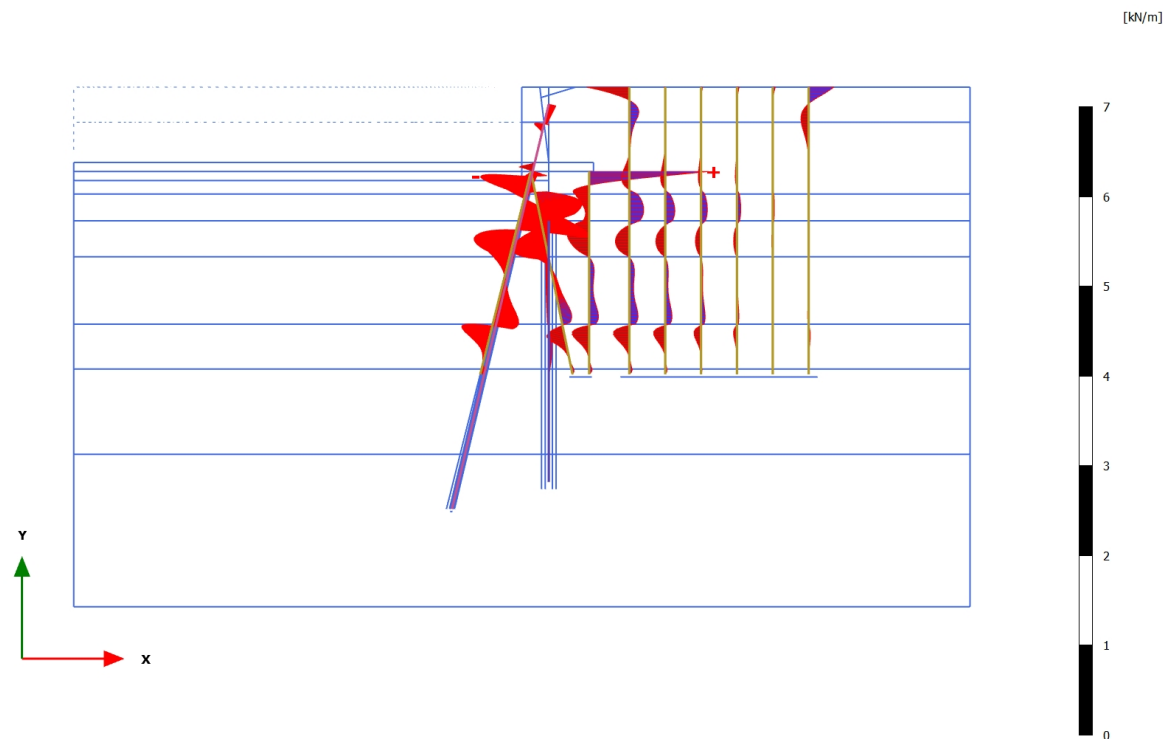


Shear forces Q (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 1,335 kN/m (Element 521 at Node 82395)

Minimum value = -0,5289 kN/m (Element 422 at Node 82002)

3.2.2.1.4 Calculation results, Embedded beam row, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/19), Shear forces Q

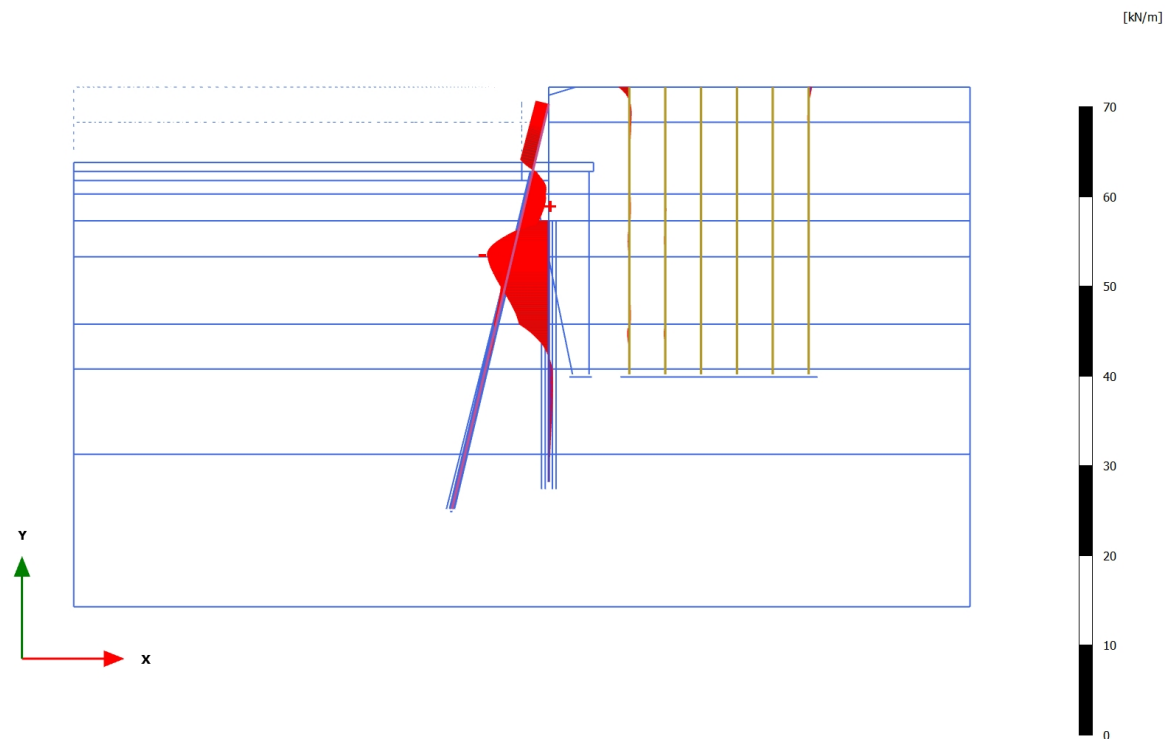


Shear forces Q (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 1,334 kN/m (Element 521 at Node 82395)

Minimum value = -0,5296 kN/m (Element 422 at Node 82002)

3.2.2.1.5 Calculation results, Embedded beam row, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/36), Shear forces Q

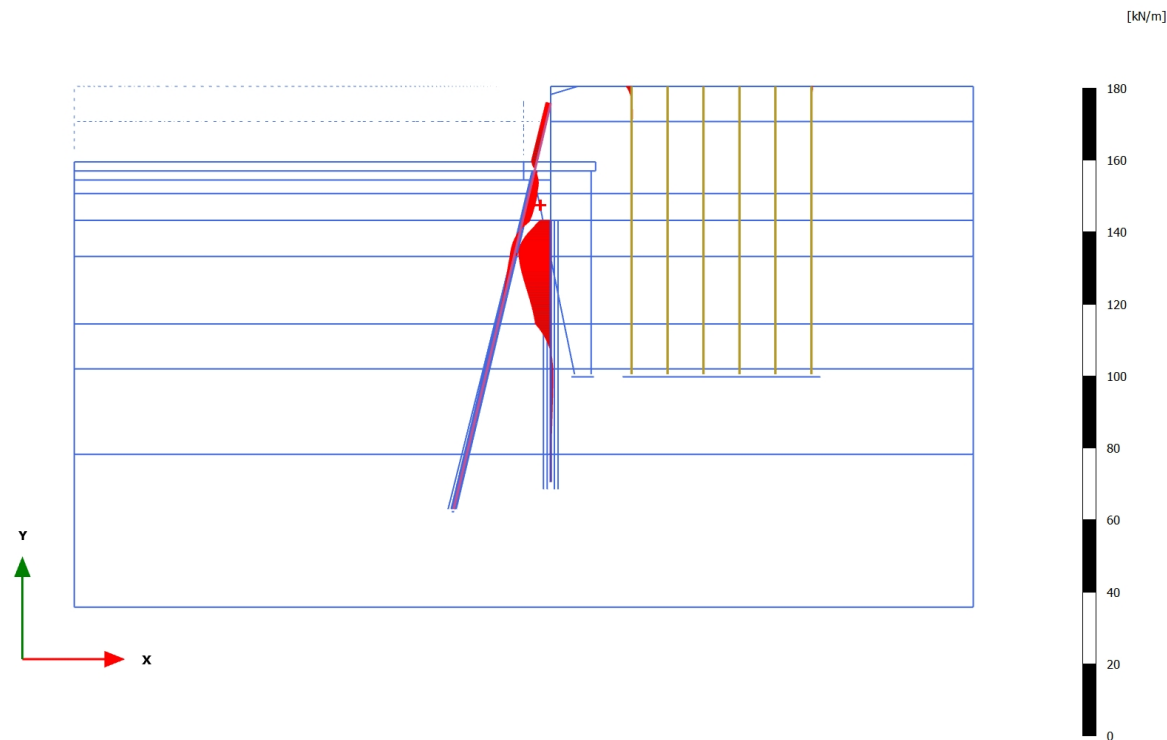


Shear forces Q (scaled up 0,500 times)

Maximum value = 2,169 kN/m (Element 199 at Node 81107)

Minimum value = -6,856 kN/m (Element 558 at Node 82547)

3.2.2.1.6 Calculation results, Embedded beam row, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/45), Shear forces Q

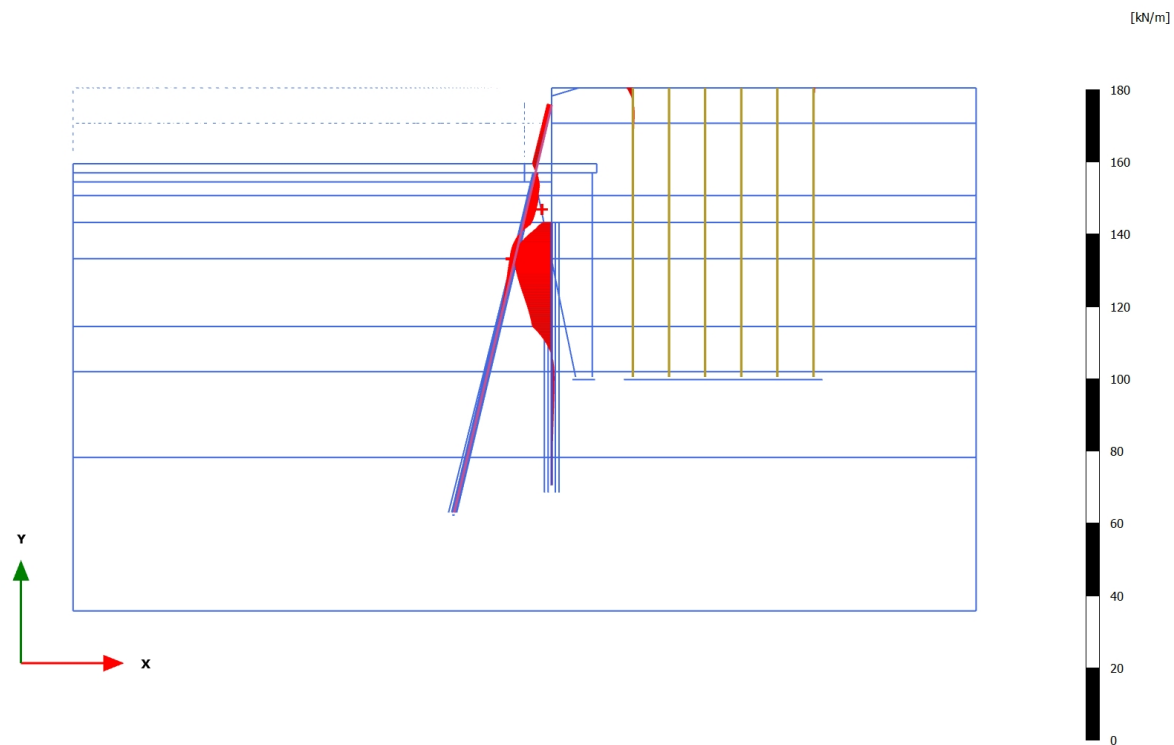


Shear forces Q (scaled up 0,200 times)

Maximum value = 2,298 kN/m (Element 200 at Node 81110)

Minimum value = -8,908 kN/m (Element 558 at Node 82546)

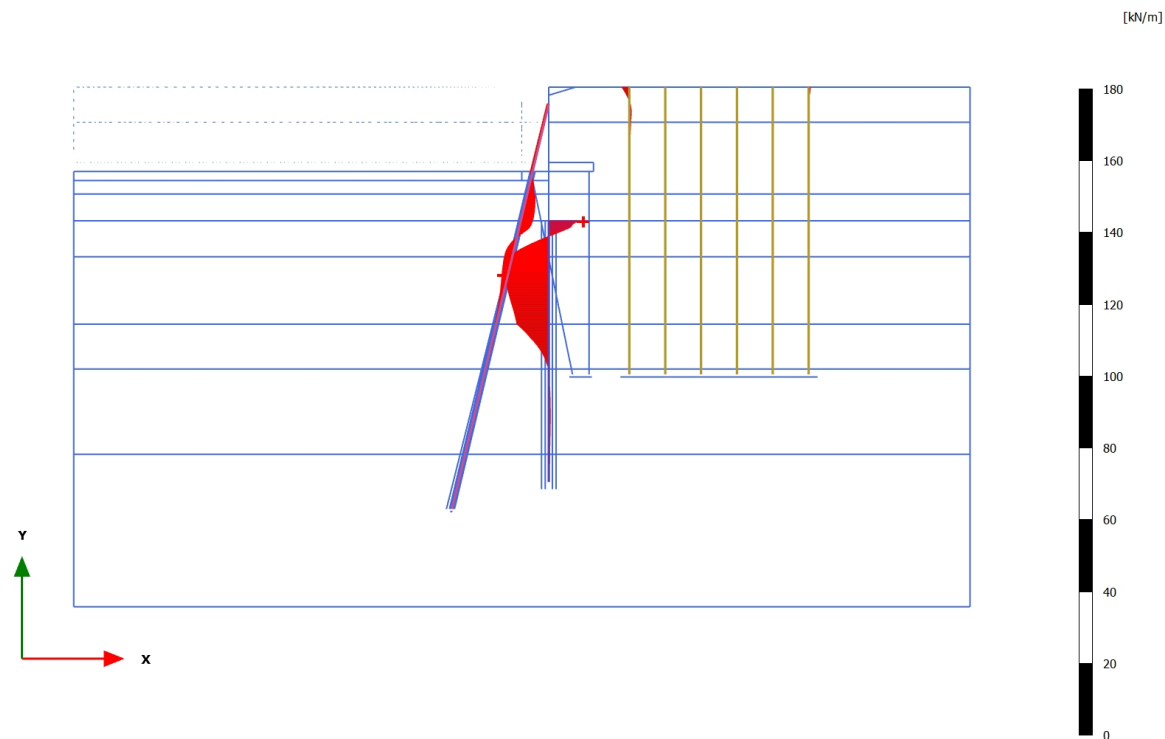
3.2.2.1.7 Calculation results, Embedded beam row, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/56), Shear forces Q

**Shear forces Q (scaled up 0,200 times)**

Maximum value = 2,518 kN/m (Element 201 at Node 81114)

Minimum value = -10,29 kN/m (Element 559 at Node 82549)

3.2.2.1.8 Calculation results, Embedded beam row, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Shear forces Q

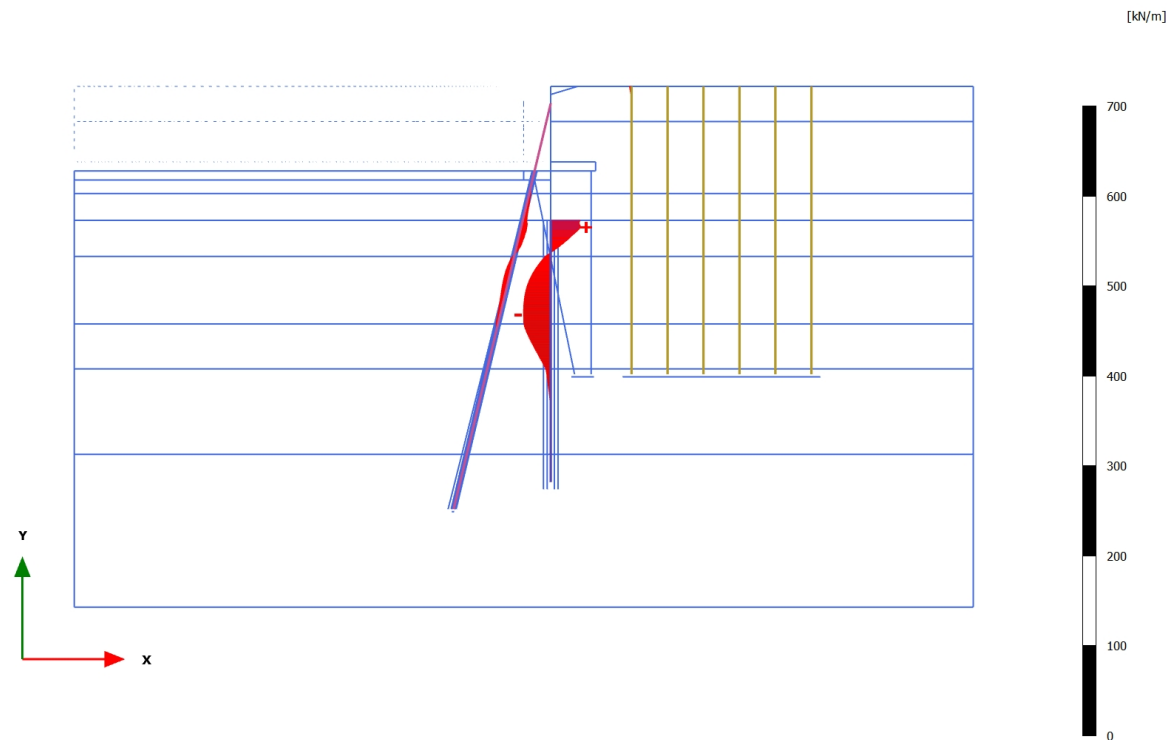


Shear forces Q (scaled up 0,200 times)

Maximum value = 8,299 kN/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -11,96 kN/m (Element 566 at Node 82577)

3.2.2.1.9 Calculation results, Embedded beam row, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/195), Shear forces Q

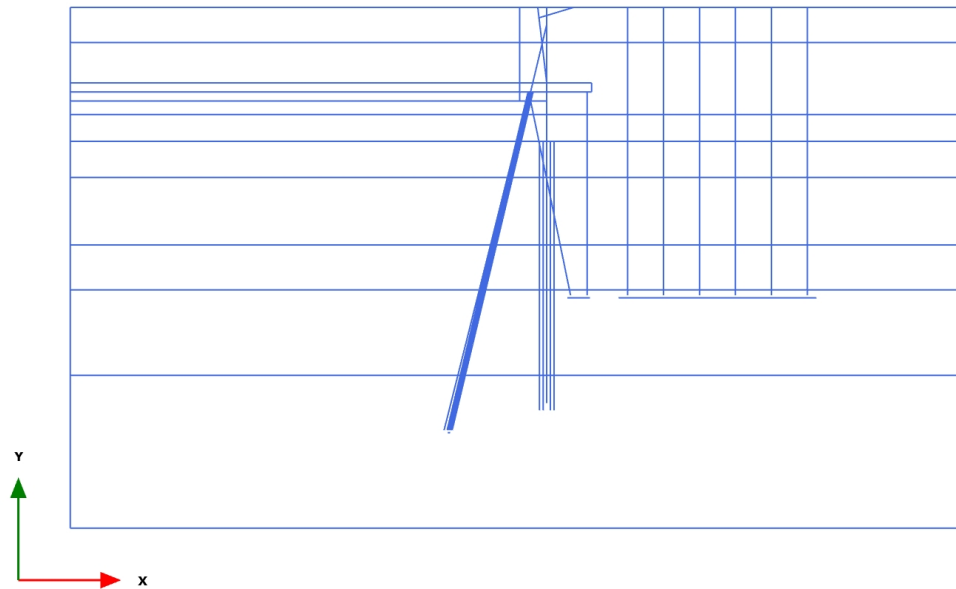


Shear forces Q (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 33,33 kN/m (Element 549 at Node 82510)

Minimum value = -30,25 kN/m (Element 576 at Node 82616)

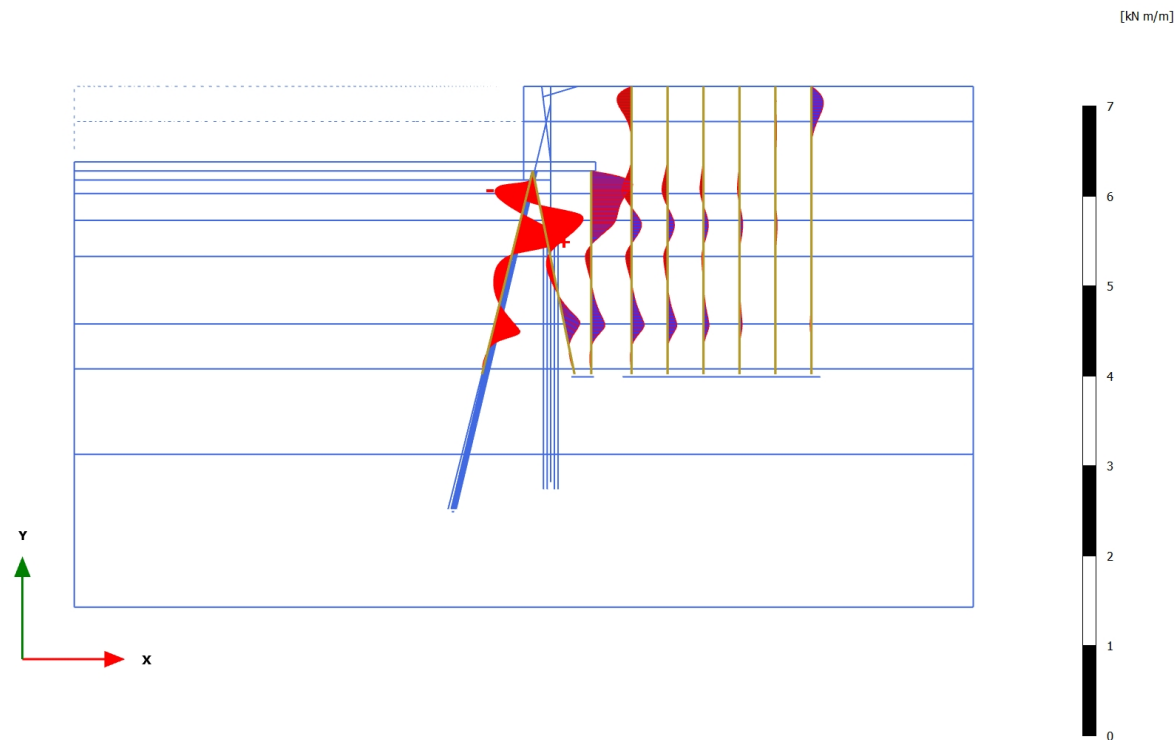
3.2.2.2.1 Calculation results, Embedded beam row, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1,00 times)

No results

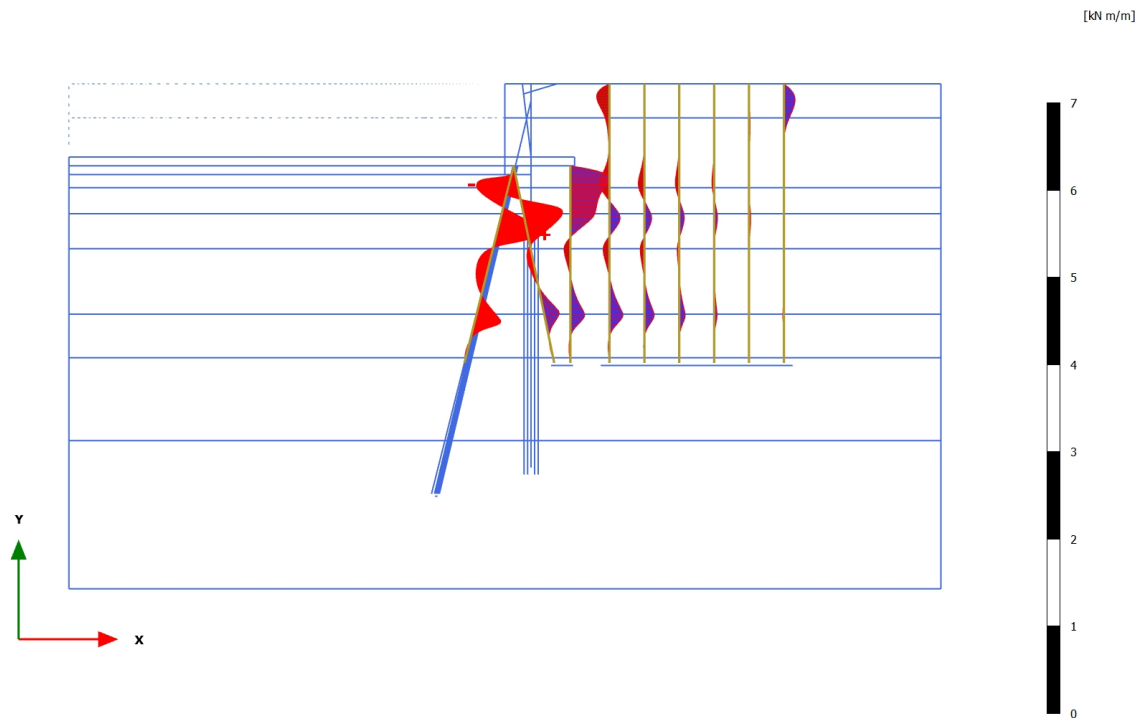
3.2.2.2.2 Calculation results, Embedded beam row, Huidige situatie [Phase_1] (1/13), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 5,00 times)**

Maximum value = 0,4719 kN m/m (Element 444 at Node 82086)

Minimum value = -0,3540 kN m/m (Element 428 at Node 82023)

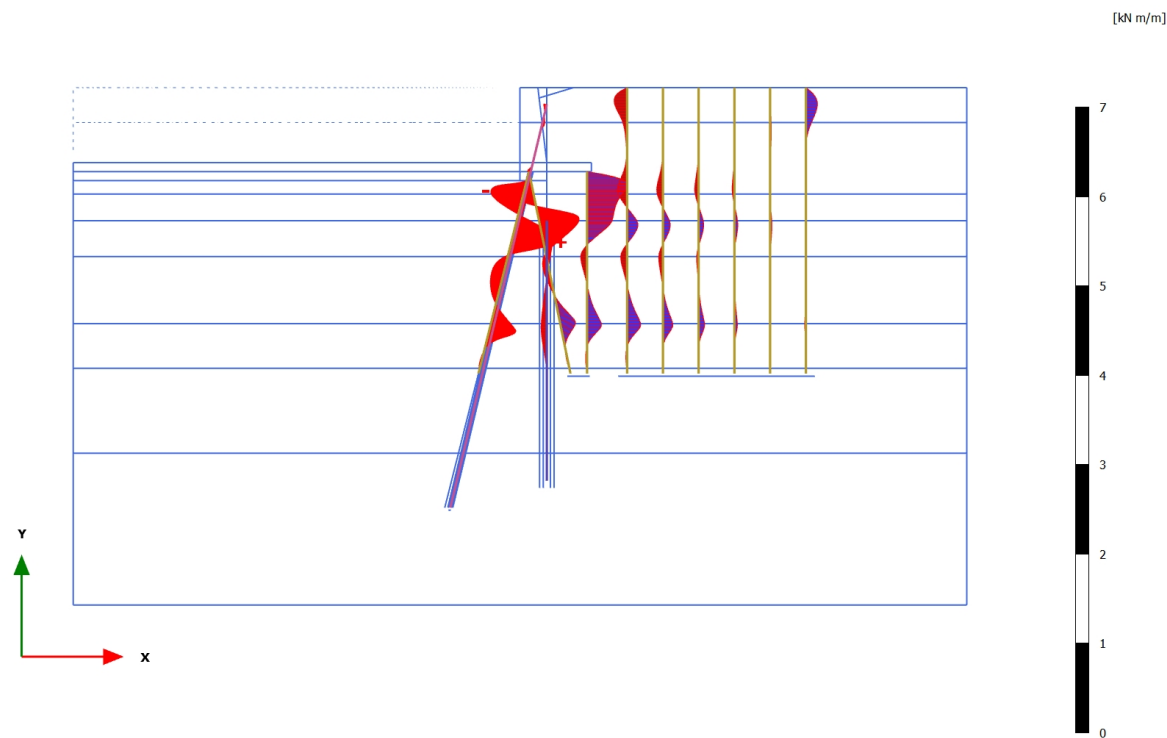
3.2.2.2.3 Calculation results, Embedded beam row, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/16), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 5,00 times)**

Maximum value = 0,4735 kN m/m (Element 444 at Node 82086)

Minimum value = -0,3614 kN m/m (Element 428 at Node 82023)

3.2.2.2.4 Calculation results, Embedded beam row, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/19), Bending moments M

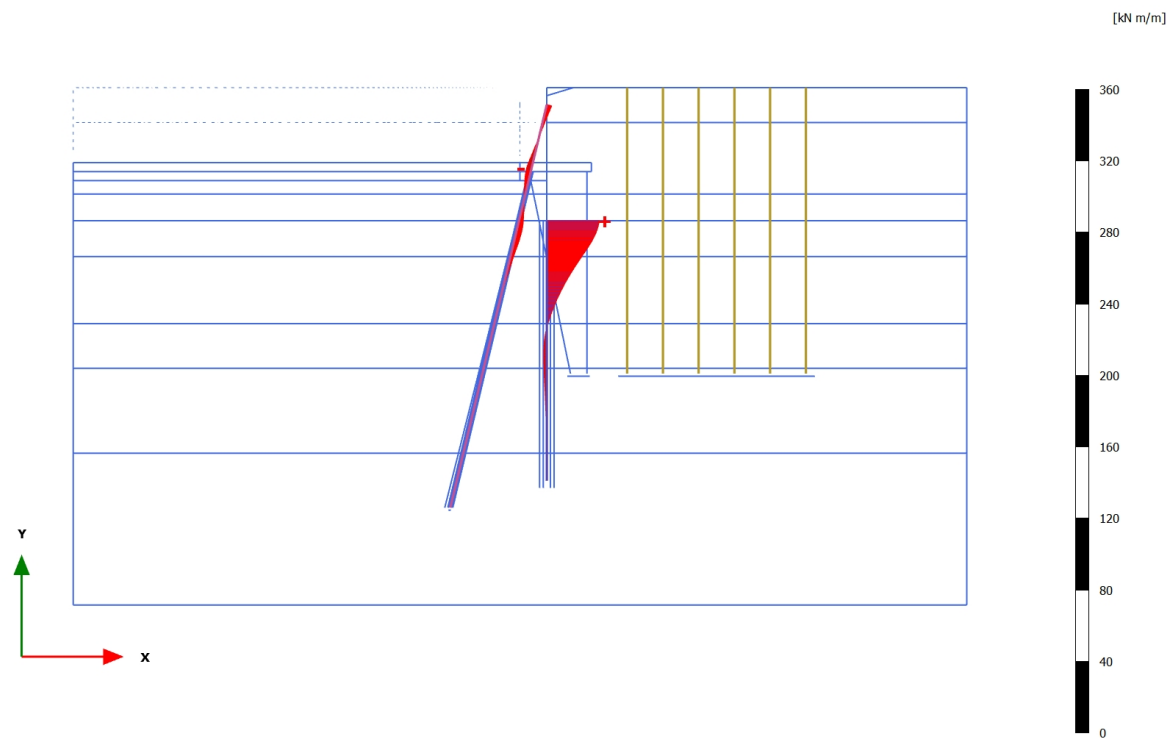


Bending moments M (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,4737 kN m/m (Element 443 at Node 82086)

Minimum value = -0,3610 kN m/m (Element 428 at Node 82023)

3.2.2.2.5 Calculation results, Embedded beam row, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/36), Bending moments M

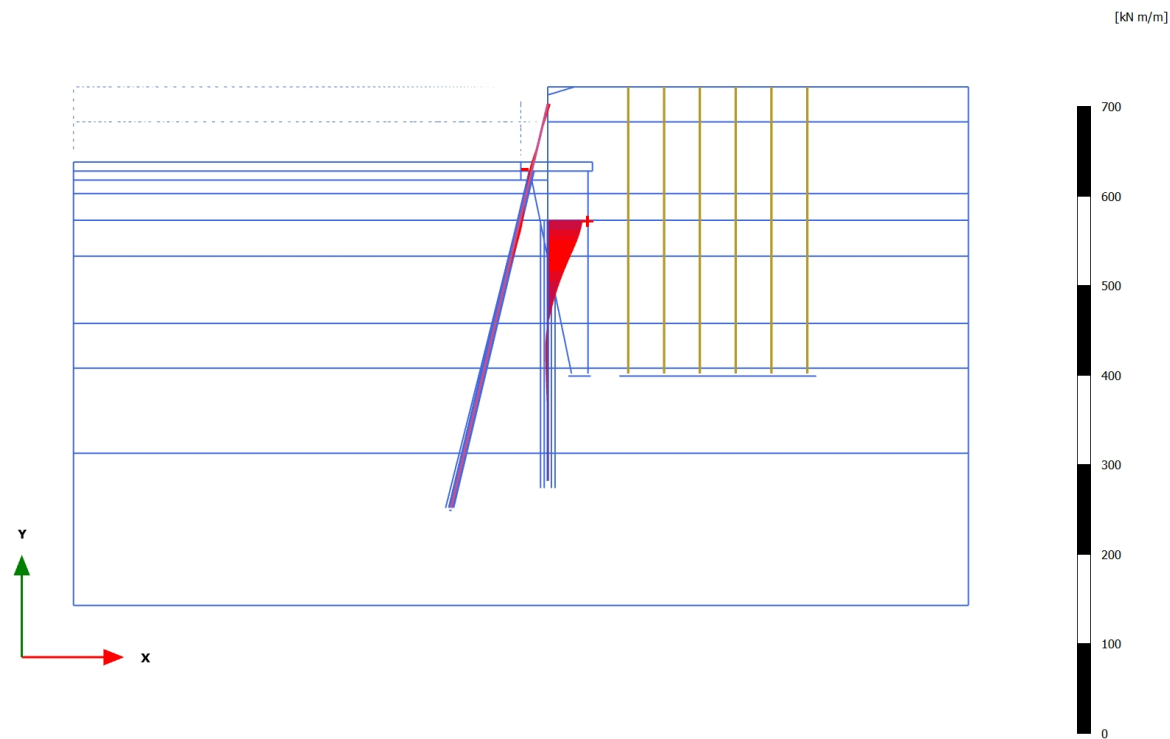


Bending moments M (scaled up 0,100 times)

Maximum value = 29,38 kN m/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -2,758 kN m/m (Element 184 at Node 81047)

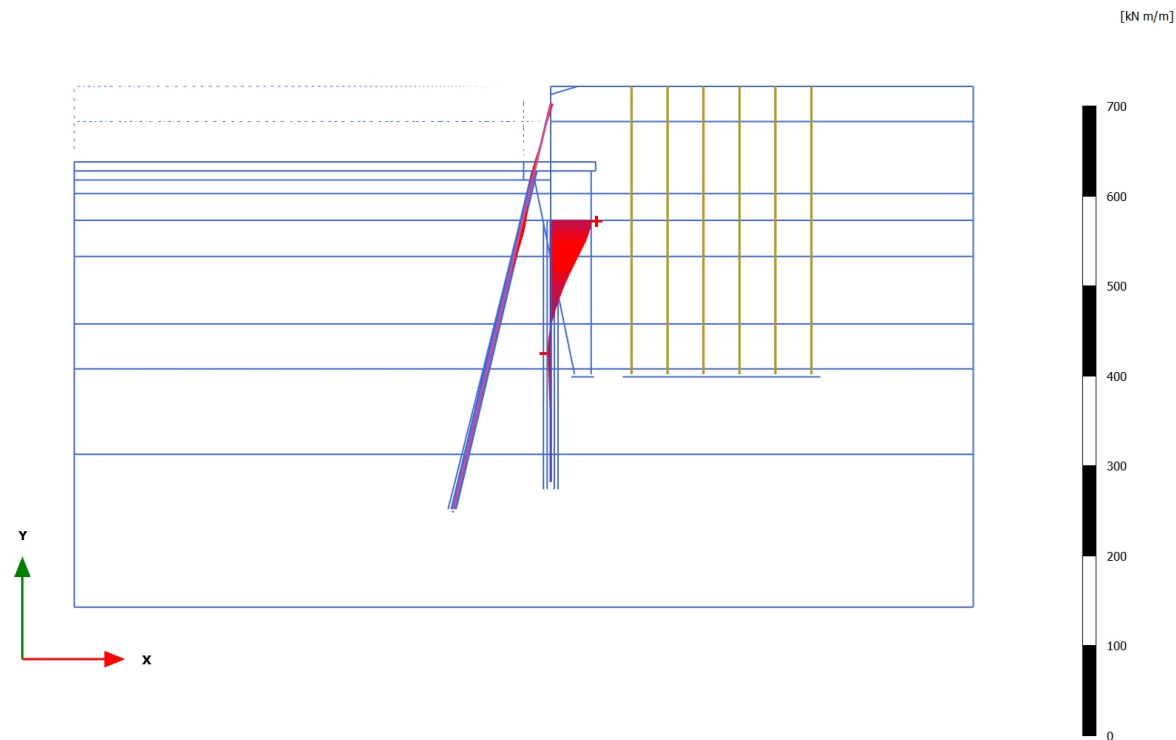
3.2.2.2.6 Calculation results, Embedded beam row, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/45), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0,0500 times)**

Maximum value = 38,68 kN m/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -2,484 kN m/m (Element 184 at Node 81047)

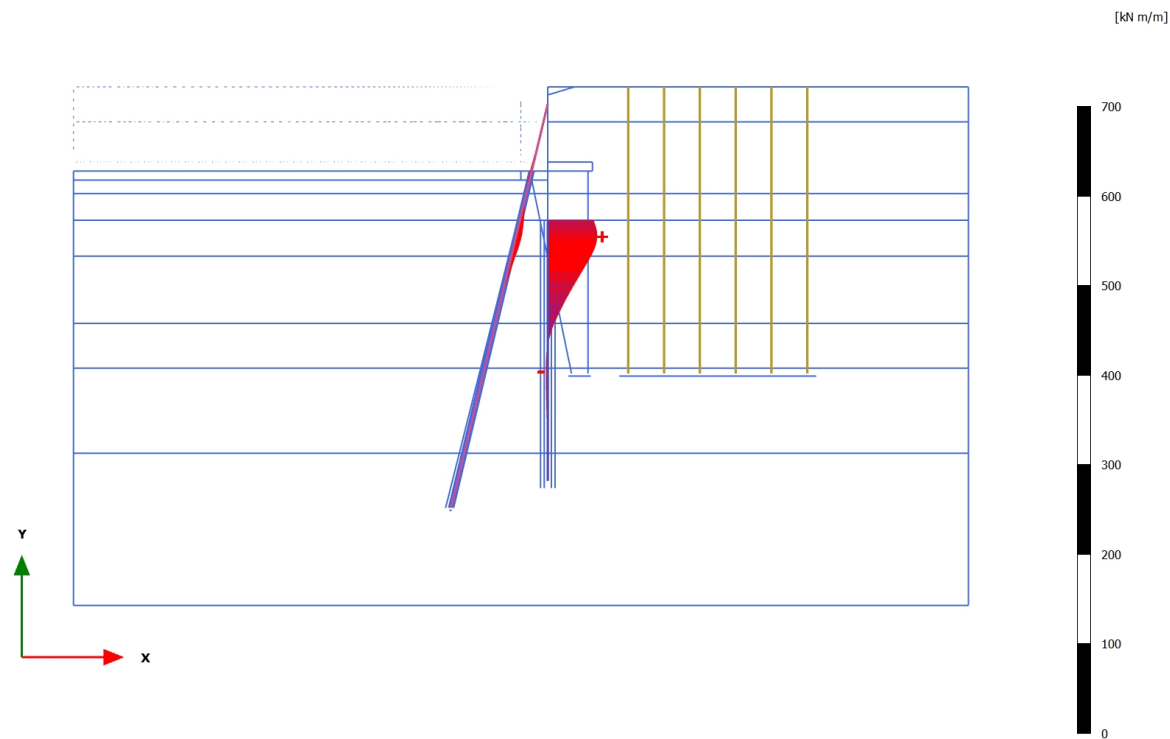
3.2.2.2.7 Calculation results, Embedded beam row, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/56), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0,0500 times)**

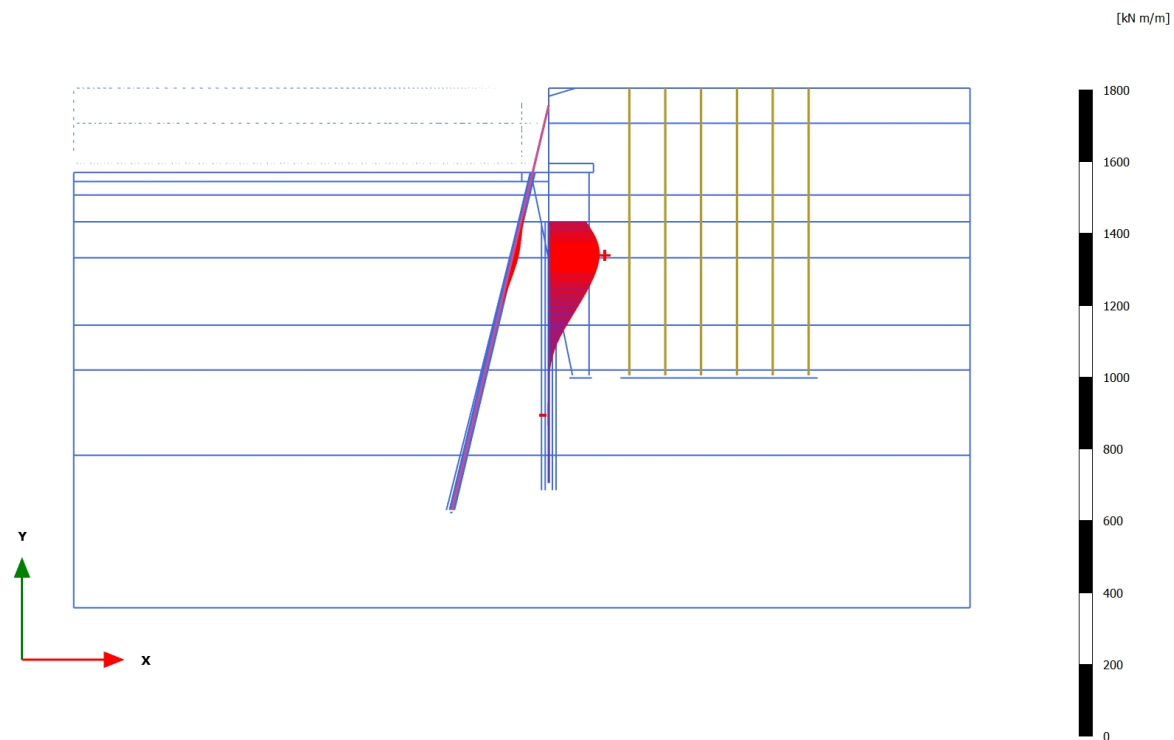
Maximum value = 45,35 kN m/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -2,709 kN m/m (Element 582 at Node 82644)

3.2.2.2.8 Calculation results, Embedded beam row, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0,0500 times)**Maximum value = 54,85 kN m/m (Element 551 at Node 82520)Minimum value = -1,799 kN m/m (Element 586 at Node 82658)

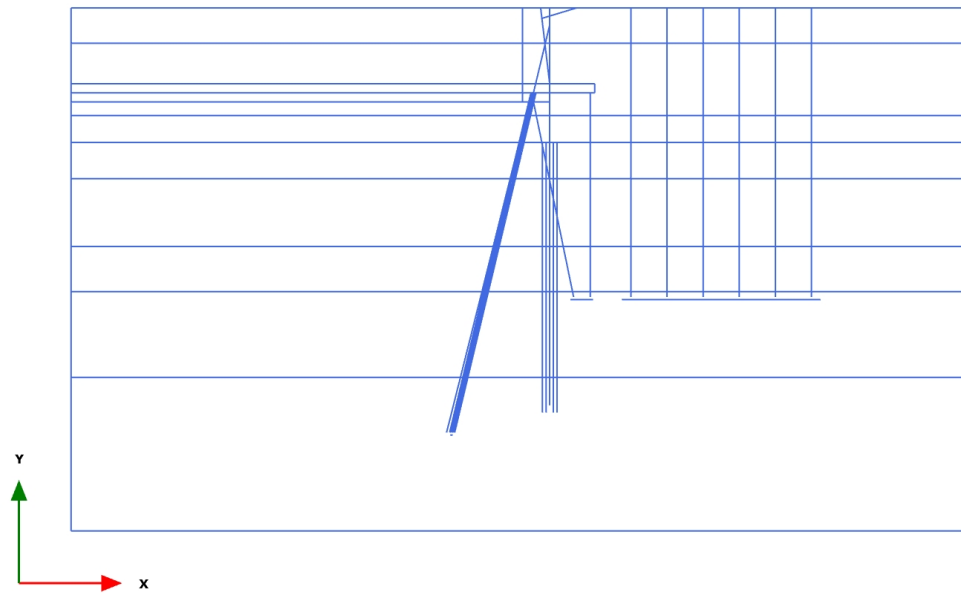
3.2.2.2.9 Calculation results, Embedded beam row, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/195), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0,0200 times)**

Maximum value = 141,2 kN m/m (Element 558 at Node 82545)

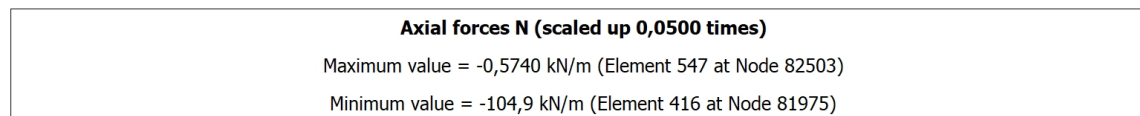
Minimum value = -2,706 kN m/m (Element 594 at Node 82689)

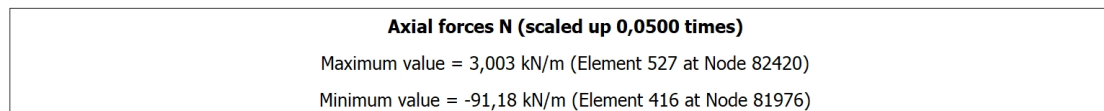
3.2.2.3.1 Calculation results, Embedded beam row, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N

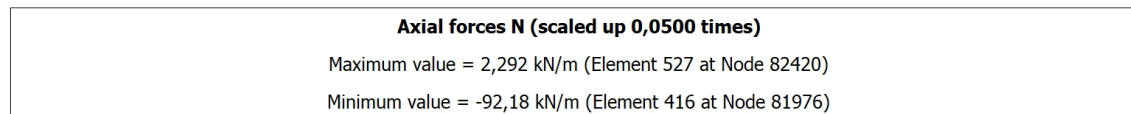


Axial forces N (scaled up 1,00 times)

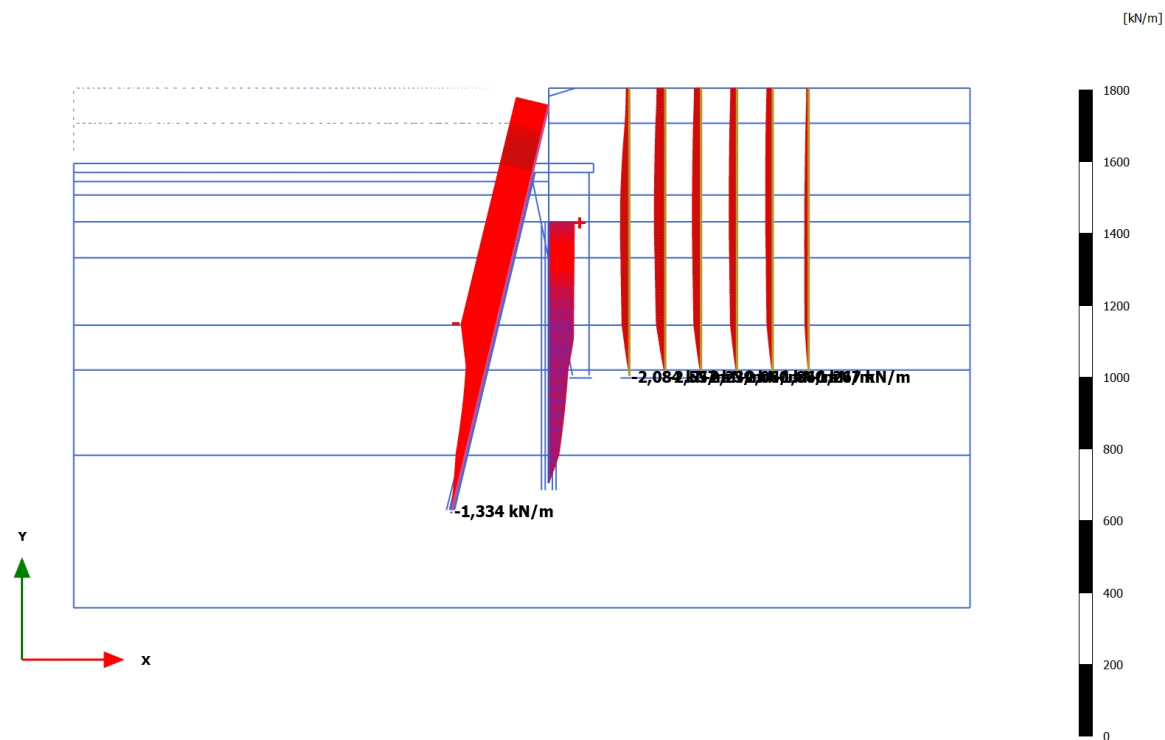
No results







3.2.2.3.5 Calculation results, Embedded beam row, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/36), Axial forces N

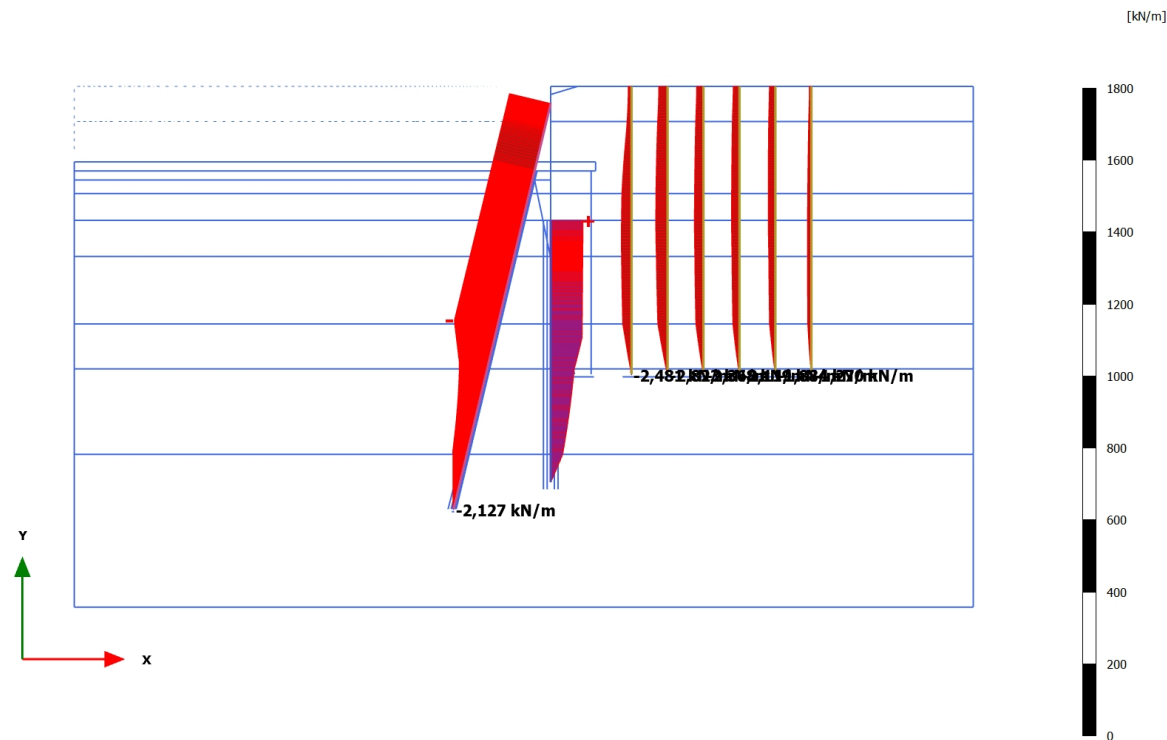


Axial forces N (scaled up 0,0200 times)

Maximum value = 71,36 kN/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -95,94 kN/m (Element 264 at Node 81365)

3.2.2.3.6 Calculation results, Embedded beam row, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/45), Axial forces N

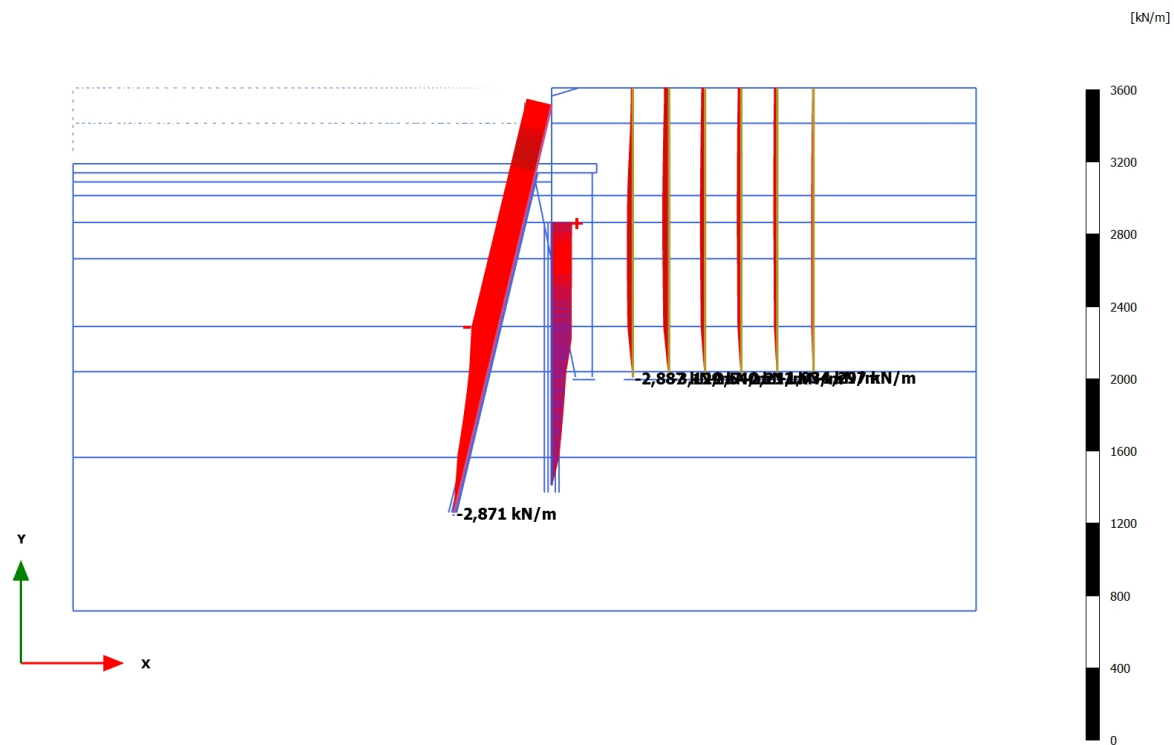


Axial forces N (scaled up 0,0200 times)

Maximum value = 90,02 kN/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -120,4 kN/m (Element 264 at Node 81365)

3.2.2.3.7 Calculation results, Embedded beam row, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/56), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 0,0100 times)

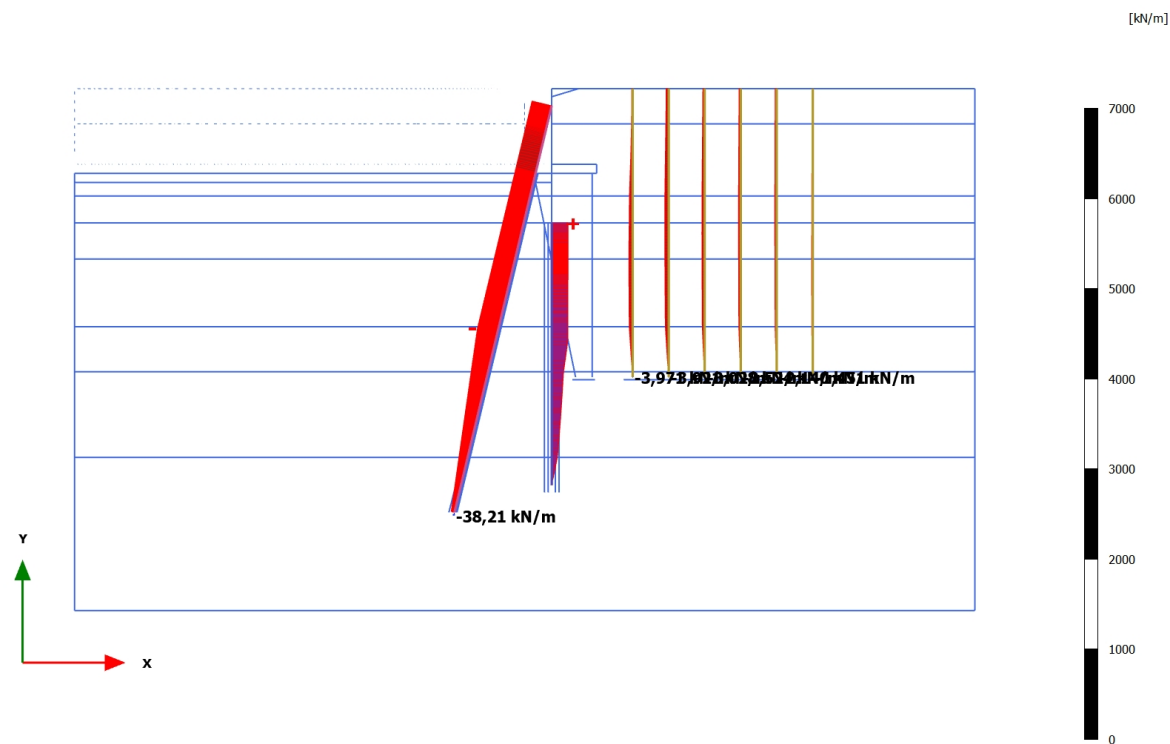
Maximum value = 110,5 kN/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -143,8 kN/m (Element 264 at Node 81365)



Minimum value = -197,4 kN/m (Element 264 at Node 81365)

3.2.2.3.9 Calculation results, Embedded beam row, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/195), Axial forces N



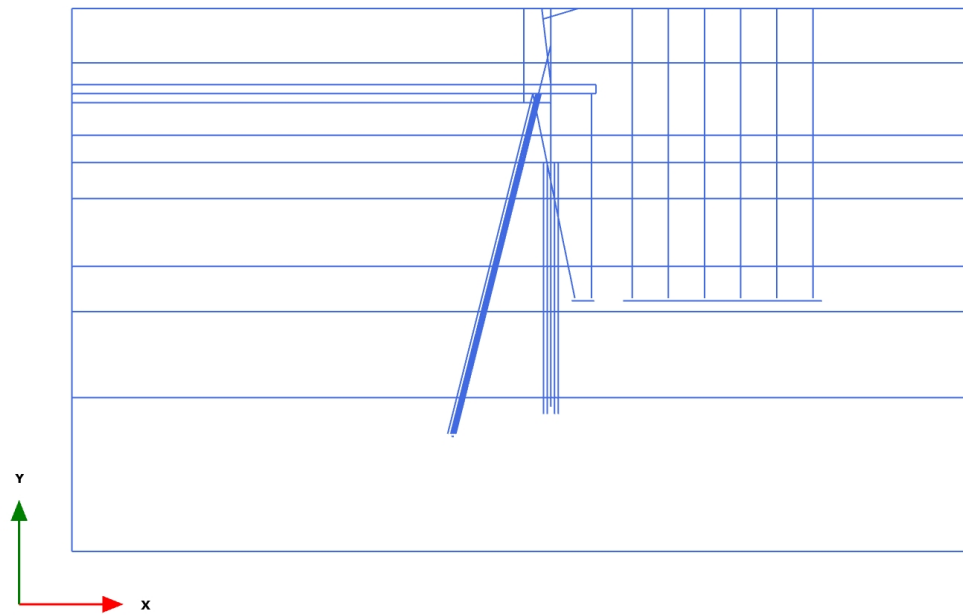
Axial forces N (scaled up $5,00 \cdot 10^{-3}$ times)

Maximum value = 182,5 kN/m (Element 548 at Node 82504)

Minimum value = -227,5 kN/m (Element 264 at Node 81365)

PLAXIS Report

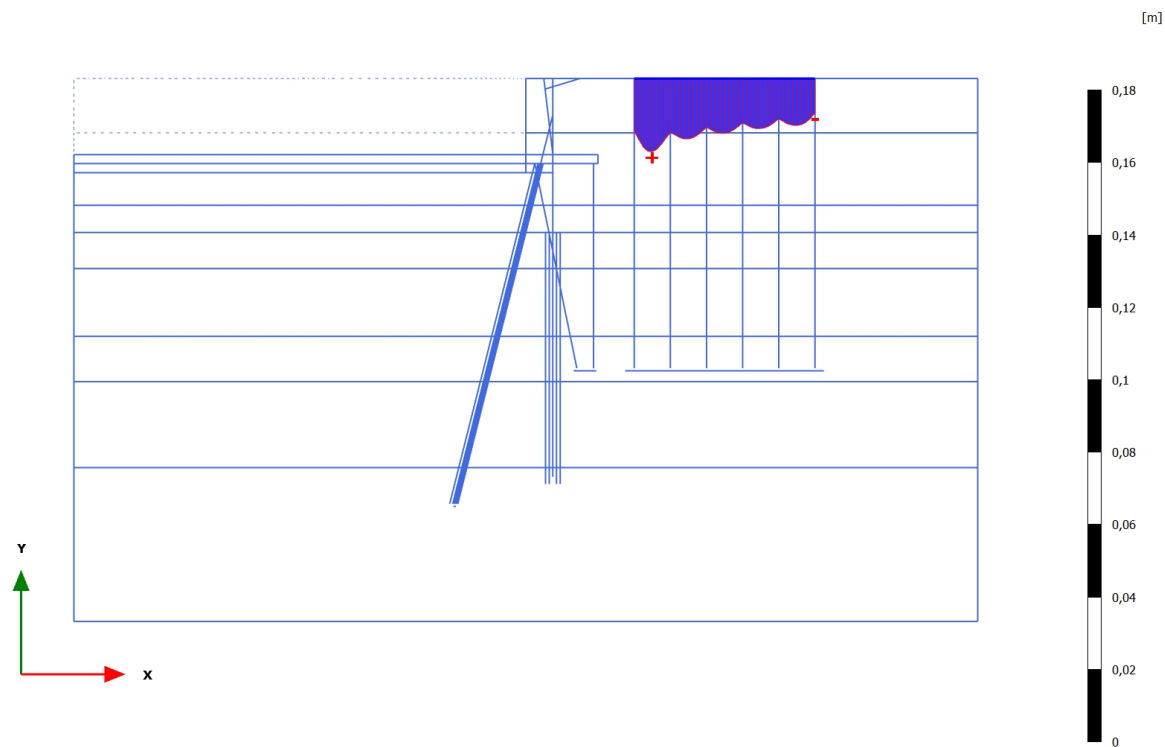
3.1.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (at true scale)

No results

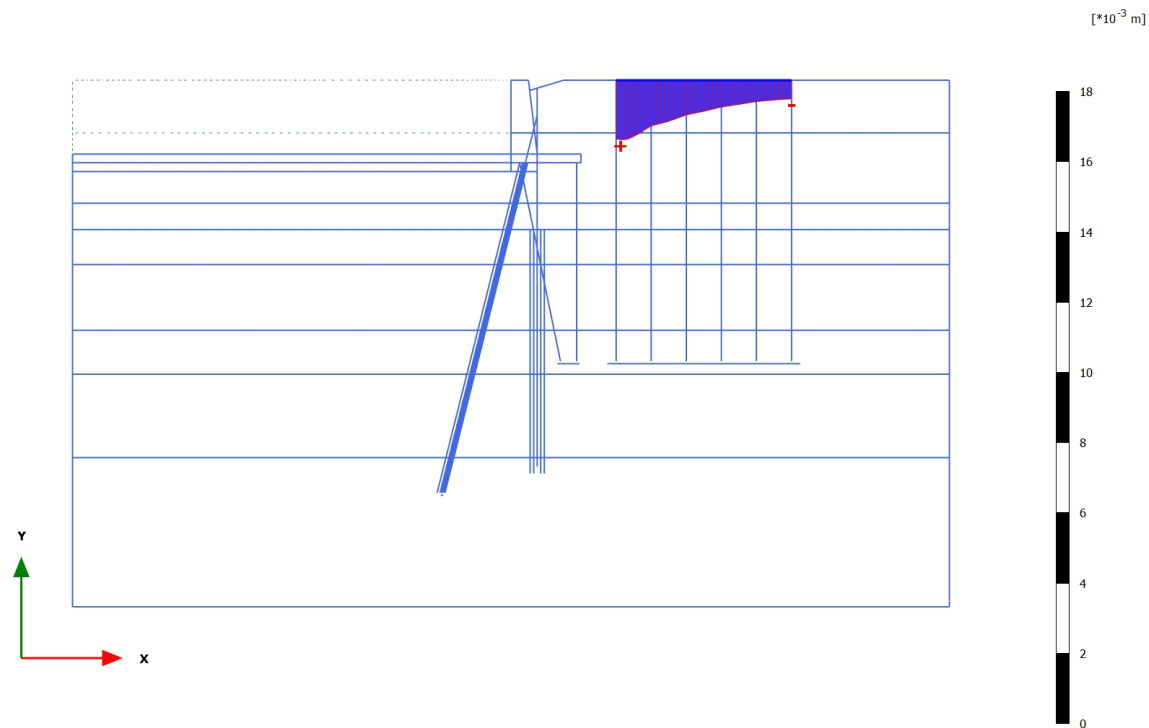
3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Huidige situatie [Phase_1] (1/9), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,02021 m (Element 1 at Node 8)

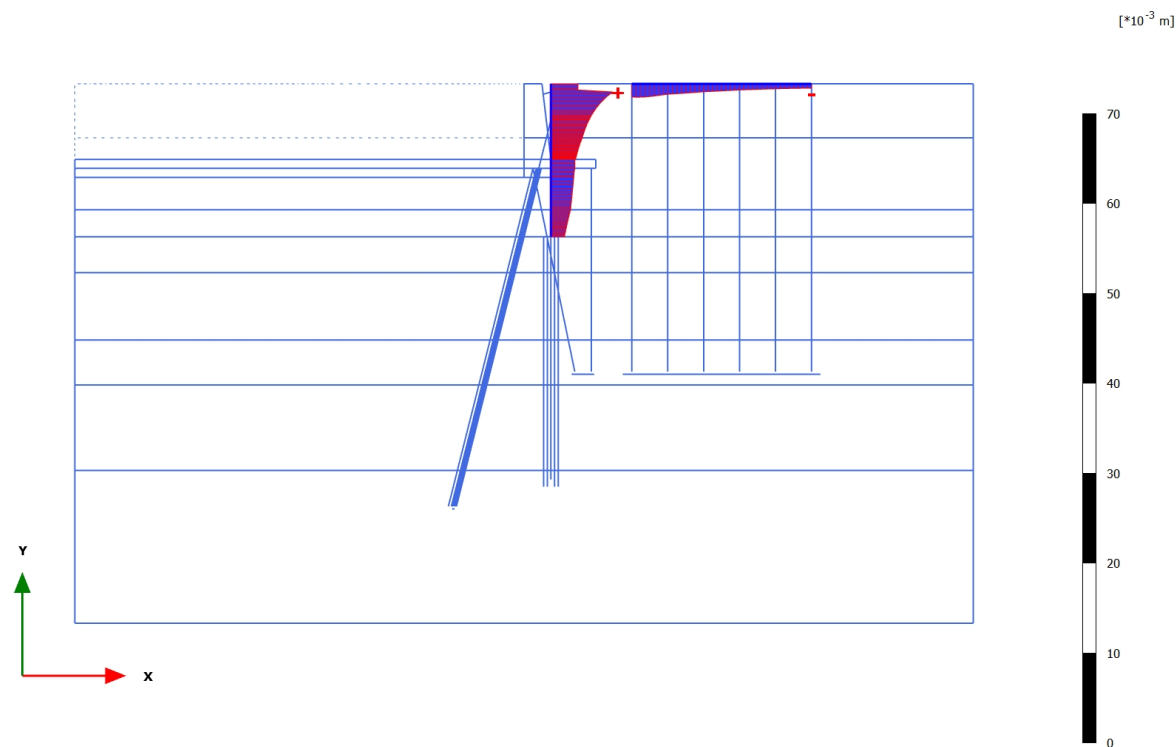
3.1.1.1.1.3 Calculation results, Plate, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/12), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up $2,00 \cdot 10^3$ times)

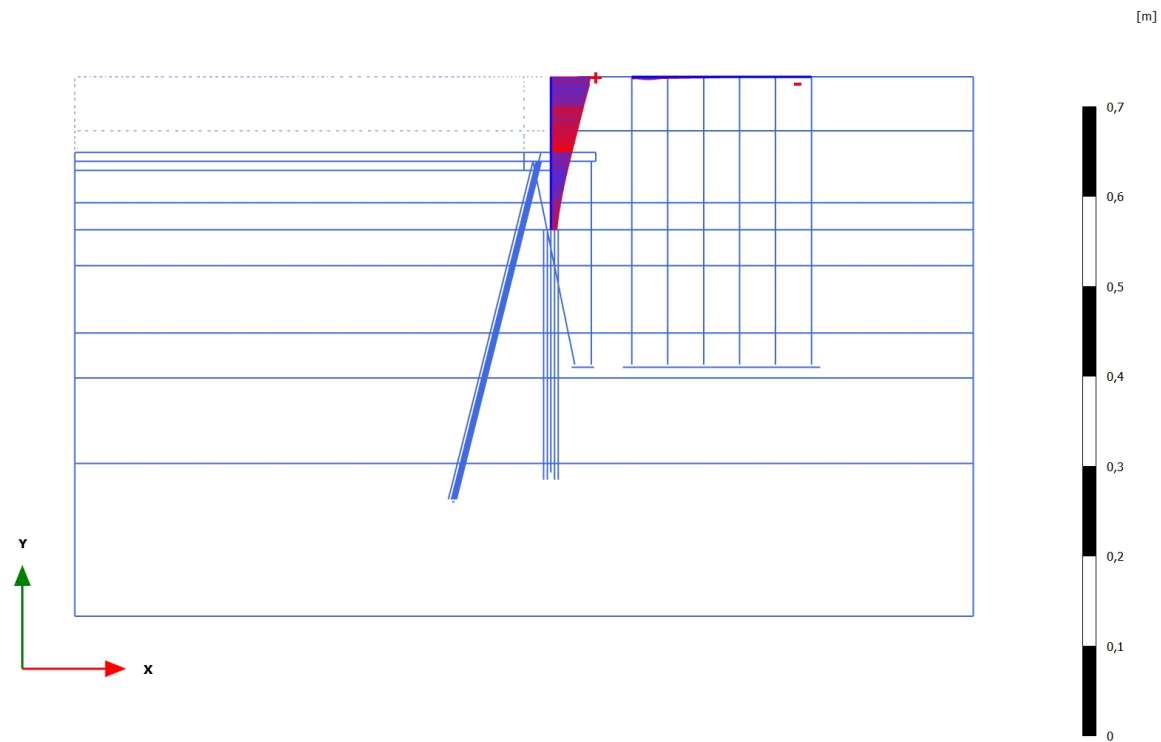
Maximum value = $1,694 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 2)

3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/15), Total displacements $|u|$



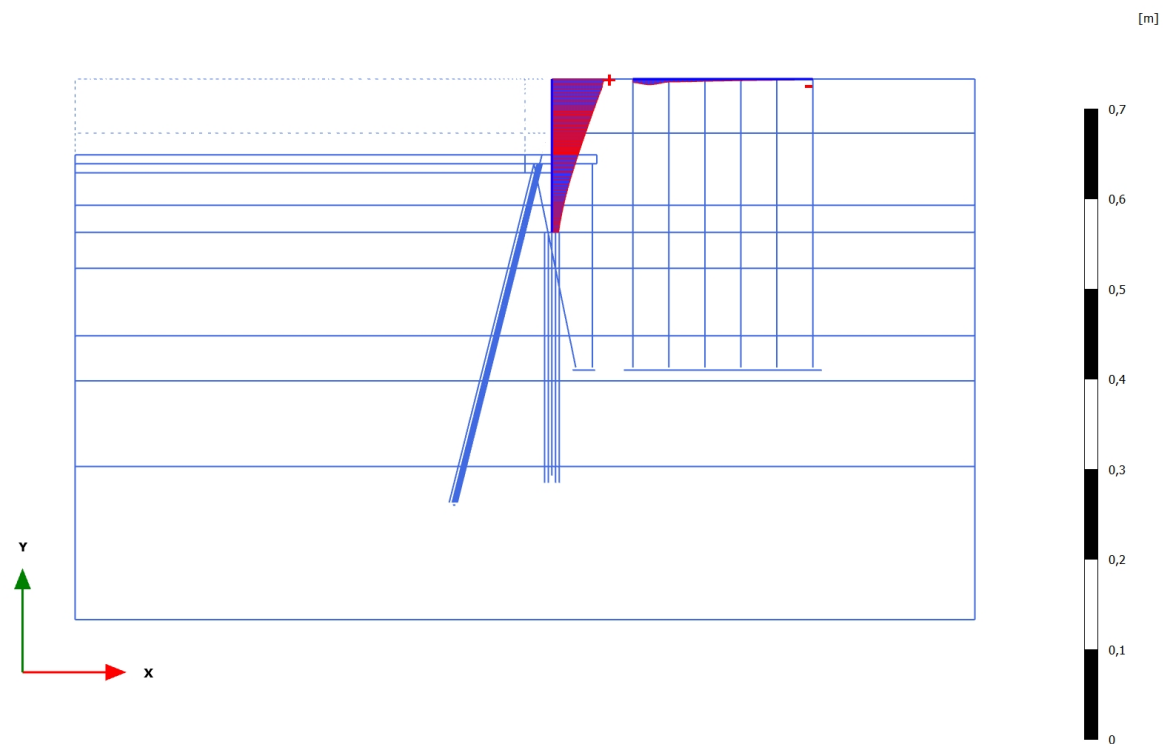
Total displacements $|u|$ (scaled up 500 times)
Maximum value = $6,880 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ (Element 11 at Node 4181)

3.1.1.1.1.5 Calculation results, Plate, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/33), Total displacements $|u|$



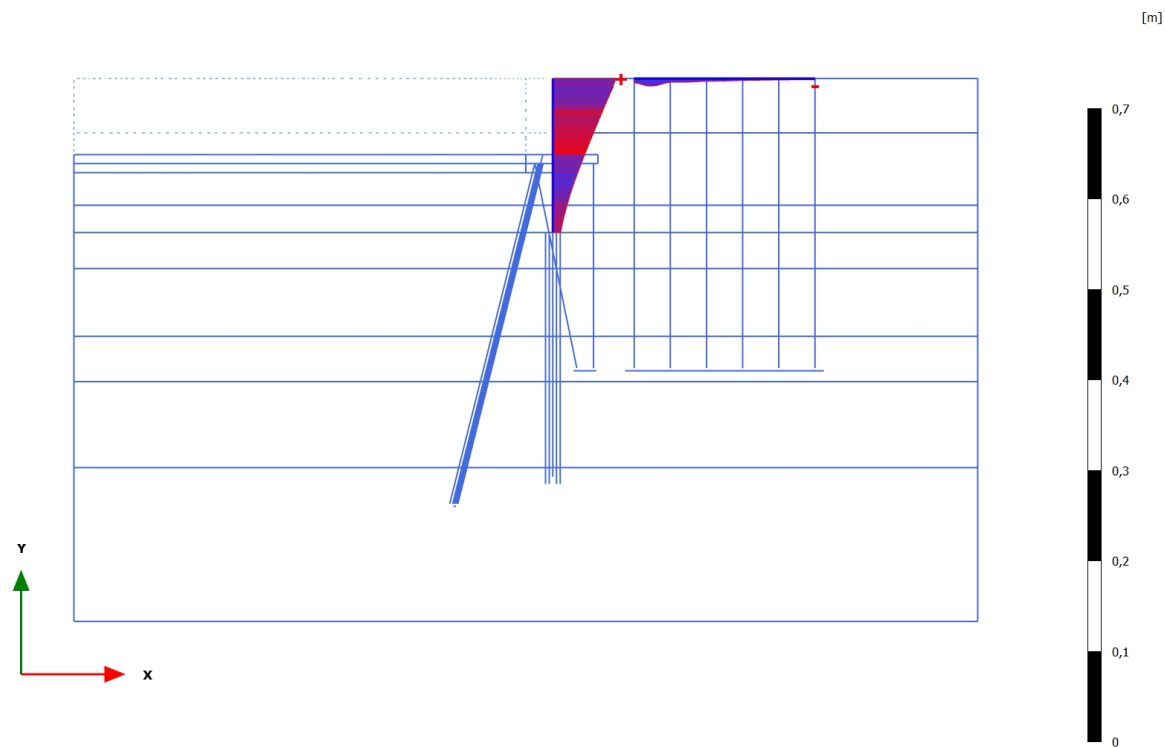
Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)
Maximum value = 0,04433 m (Element 11 at Node 4185)

3.1.1.1.1.6 Calculation results, Plate, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/42), Total displacements $|u|$



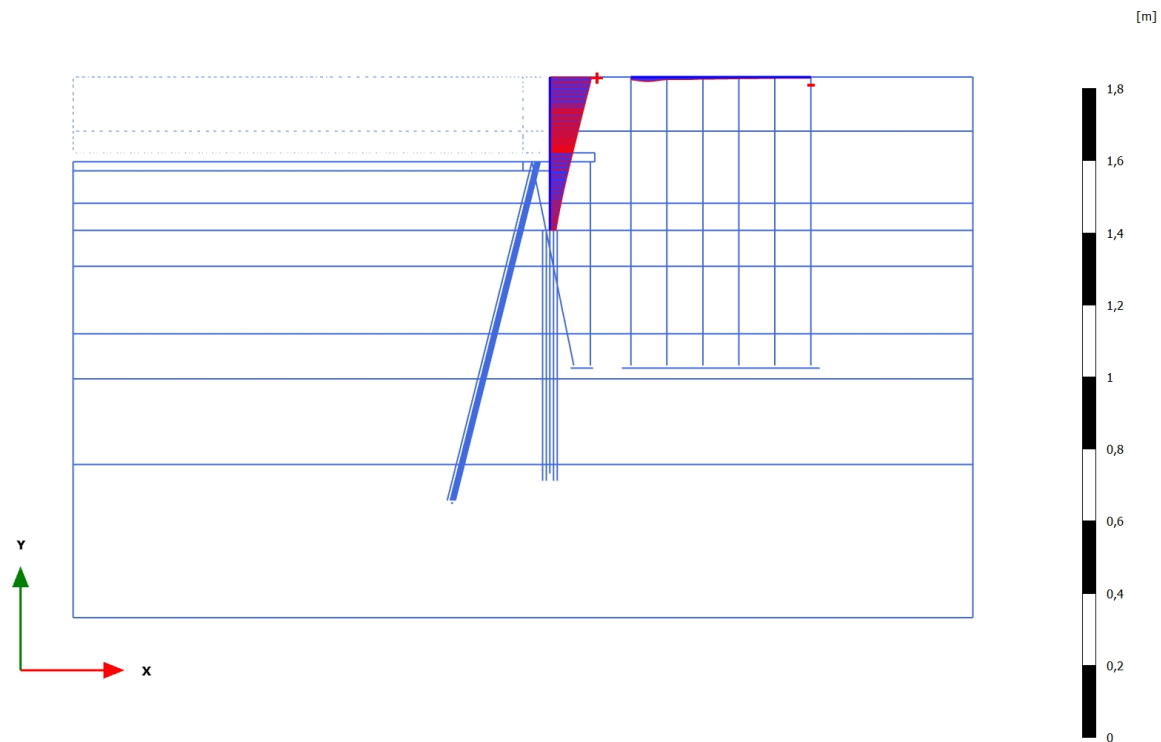
Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)
Maximum value = 0,05839 m (Element 11 at Node 4185)

3.1.1.1.1.7 Calculation results, Plate, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/54), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)
Maximum value = 0,06999 m (Element 11 at Node 4185)

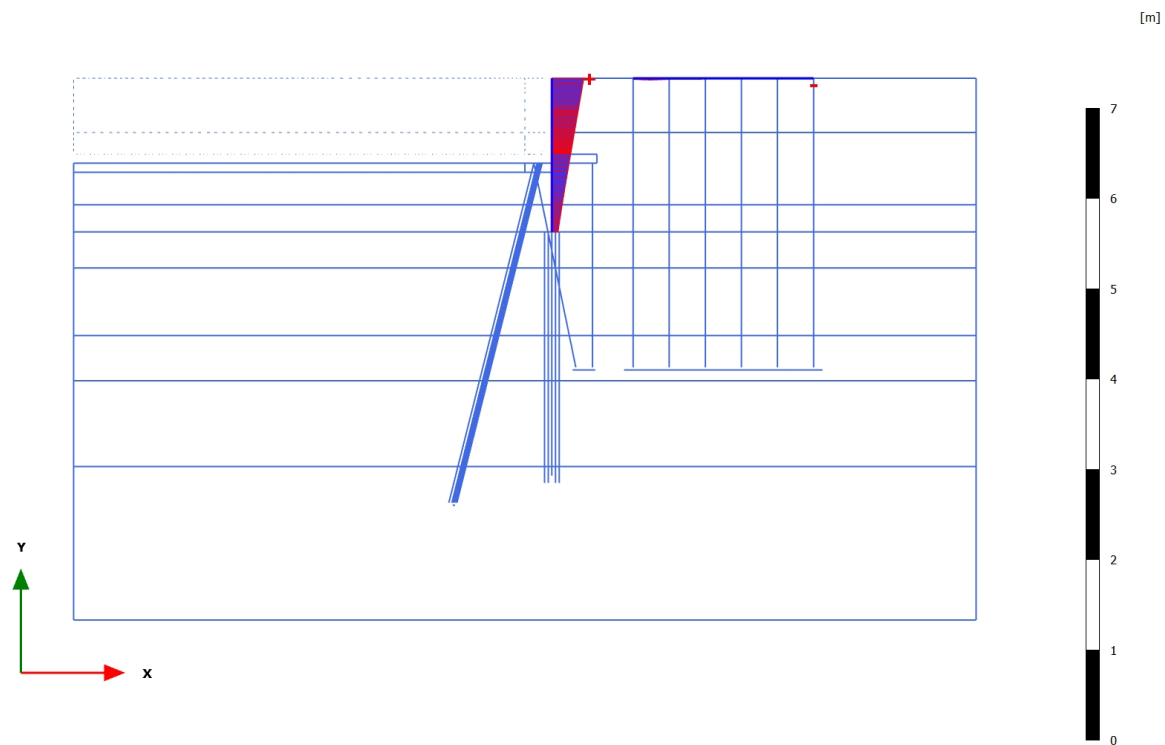
3.1.1.1.1.8 Calculation results, Plate, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 20,0 times)

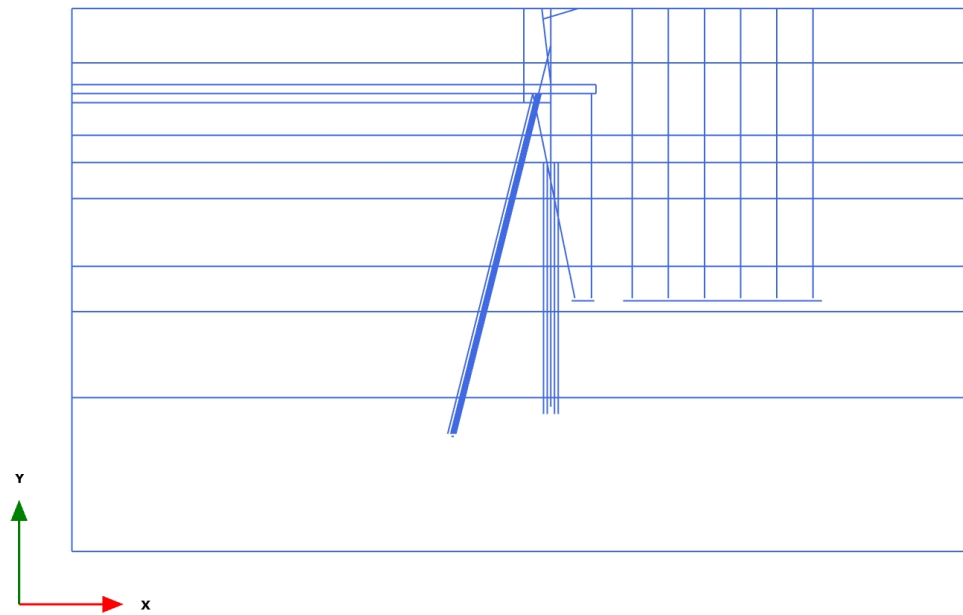
Maximum value = 0,1165 m (Element 11 at Node 4185)

3.1.1.1.1.9 Calculation results, Plate, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/214), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 5,00 times)
Maximum value = 0,3551 m (Element 11 at Node 4185)

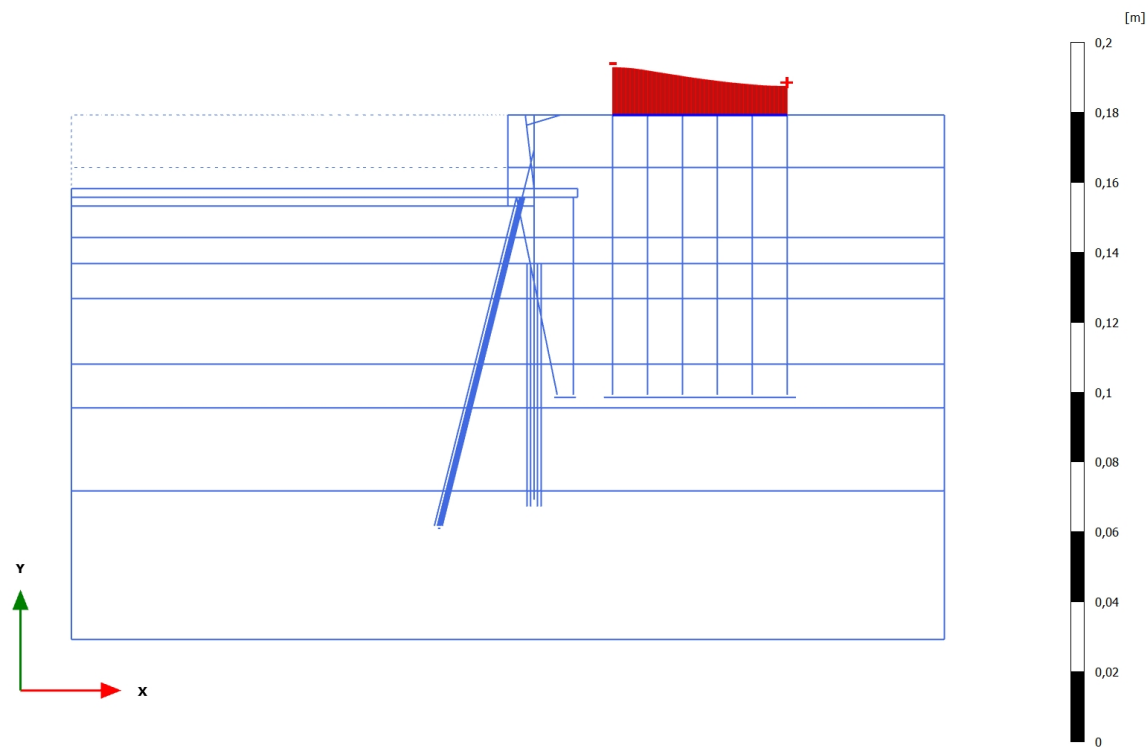
3.1.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Total displacements u_x



Total displacements u_x (at true scale)

No results

3.1.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Huidige situatie [Phase_1] (1/9), Total displacements u_x

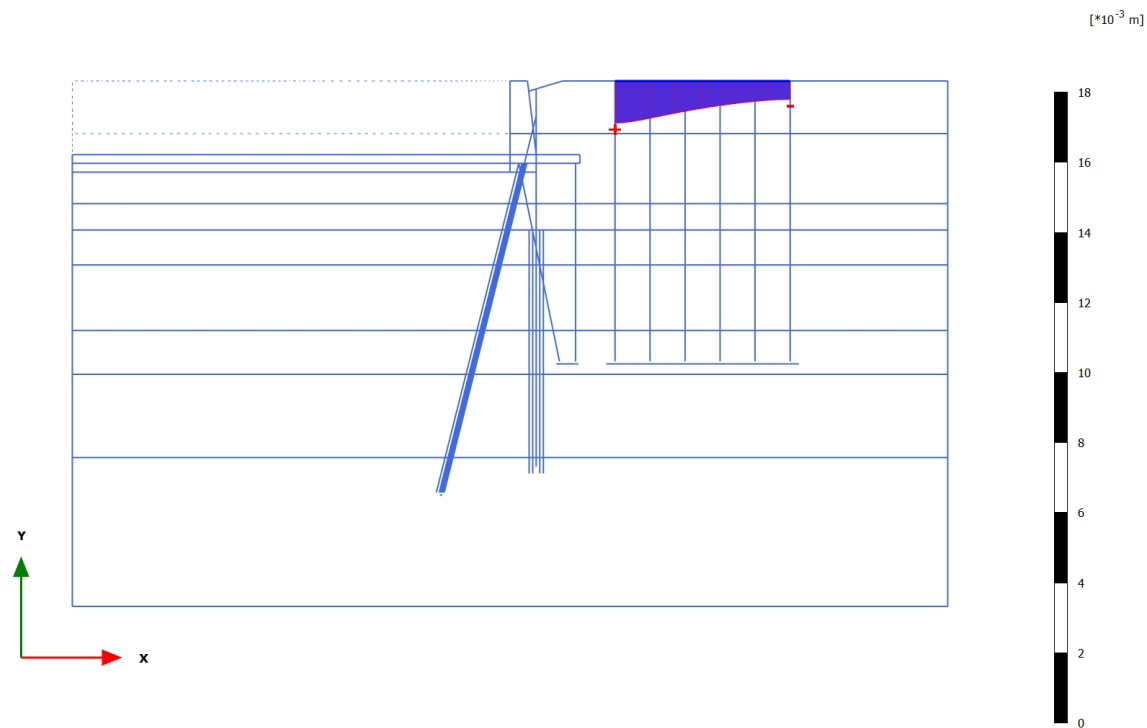


Total displacements u_x (scaled up 200 times)

Maximum value = $-8,194 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

Minimum value = $-0,01362$ m (Element 2 at Node 1)

3.1.1.1.2.3 Calculation results, Plate, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/12), Total displacements u_x

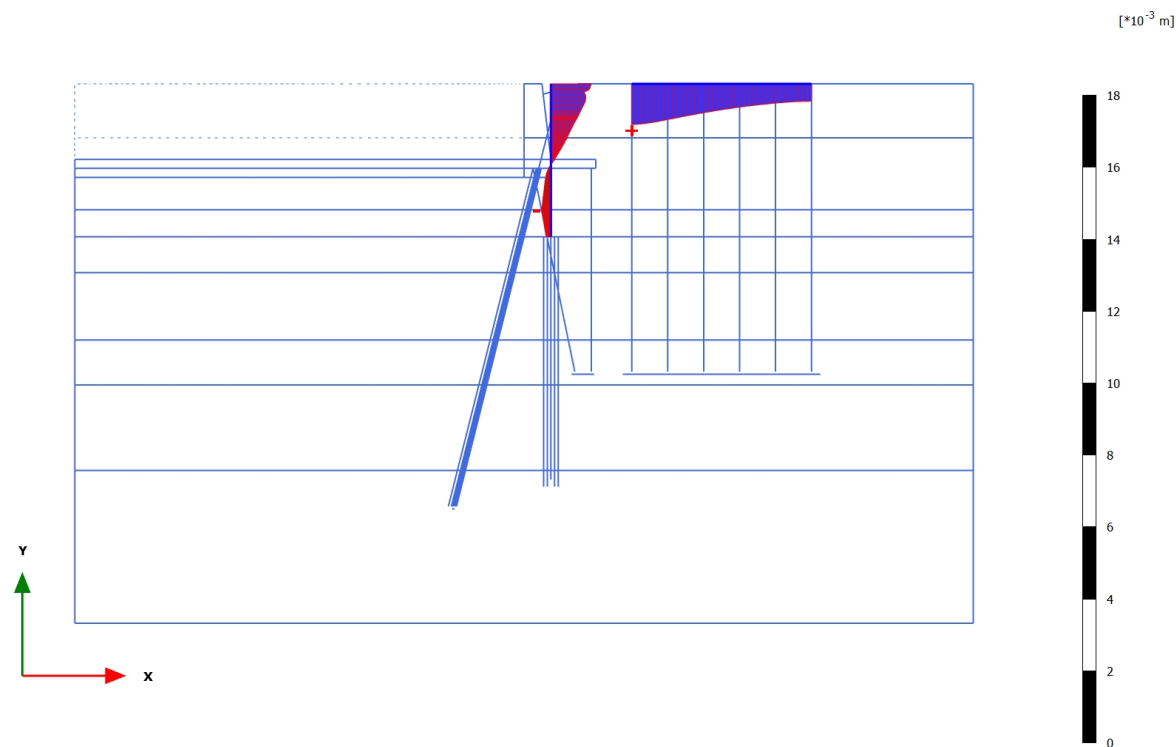


Total displacements u_x (scaled up $2,00 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $1,205 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 1)

Minimum value = $0,5248 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

3.1.1.1.2.4 Calculation results, Plate, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/15), Total displacements u_x

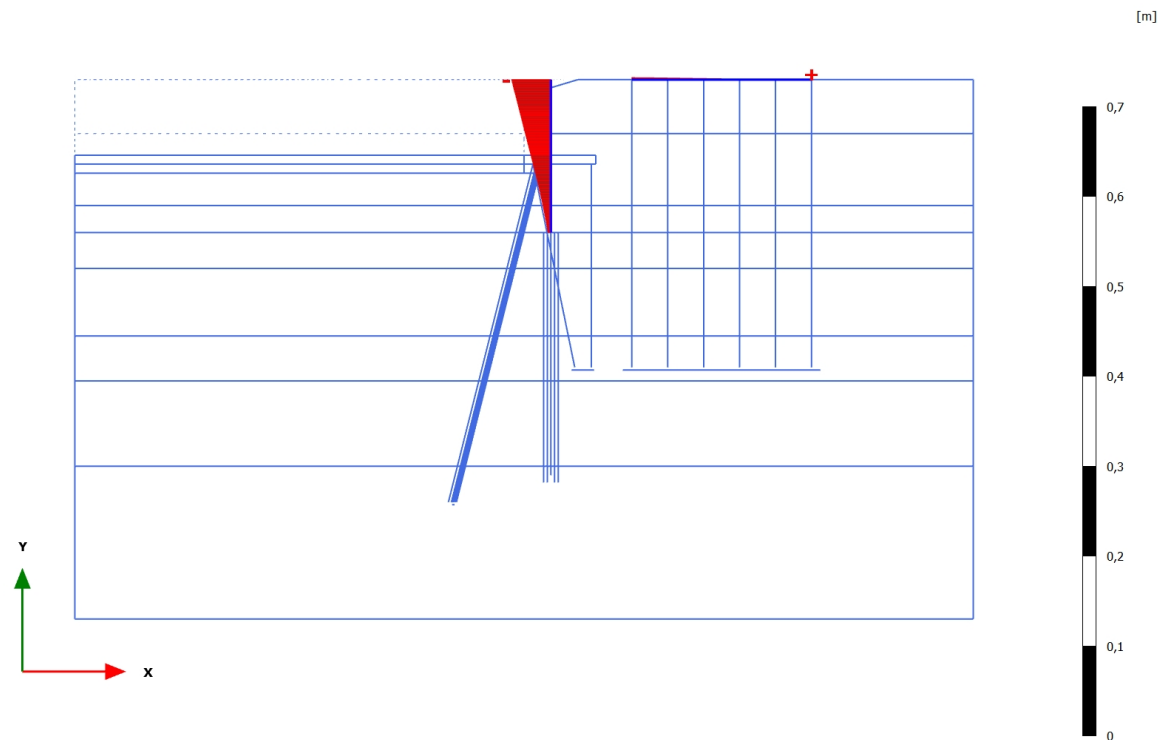


Total displacements u_x (scaled up $2,00 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $1,134 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 1)

Minimum value = $-0,2608 \cdot 10^{-3}$ m (Element 30 at Node 4566)

3.1.1.1.2.5 Calculation results, Plate, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/33), Total displacements u_x

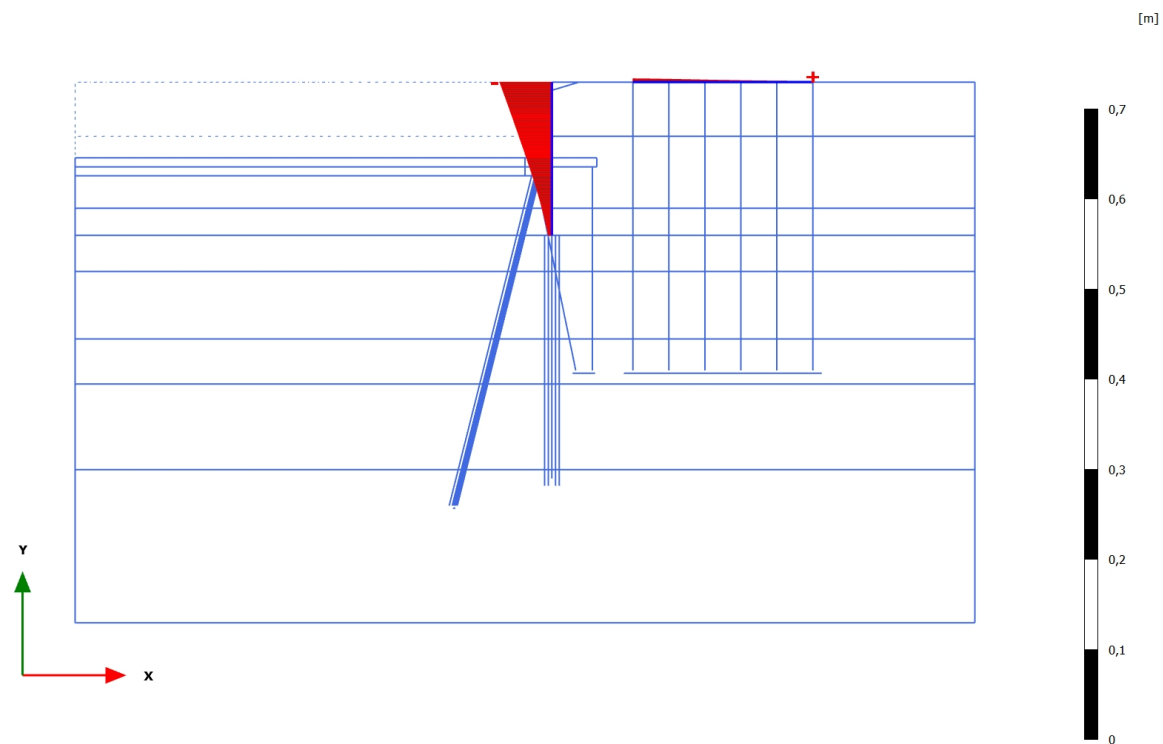


Total displacements u_x (scaled up 50,0 times)

Maximum value = $-0,4007 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

Minimum value = $-0,04371$ m (Element 11 at Node 4185)

3.1.1.1.2.6 Calculation results, Plate, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/42), Total displacements u_x

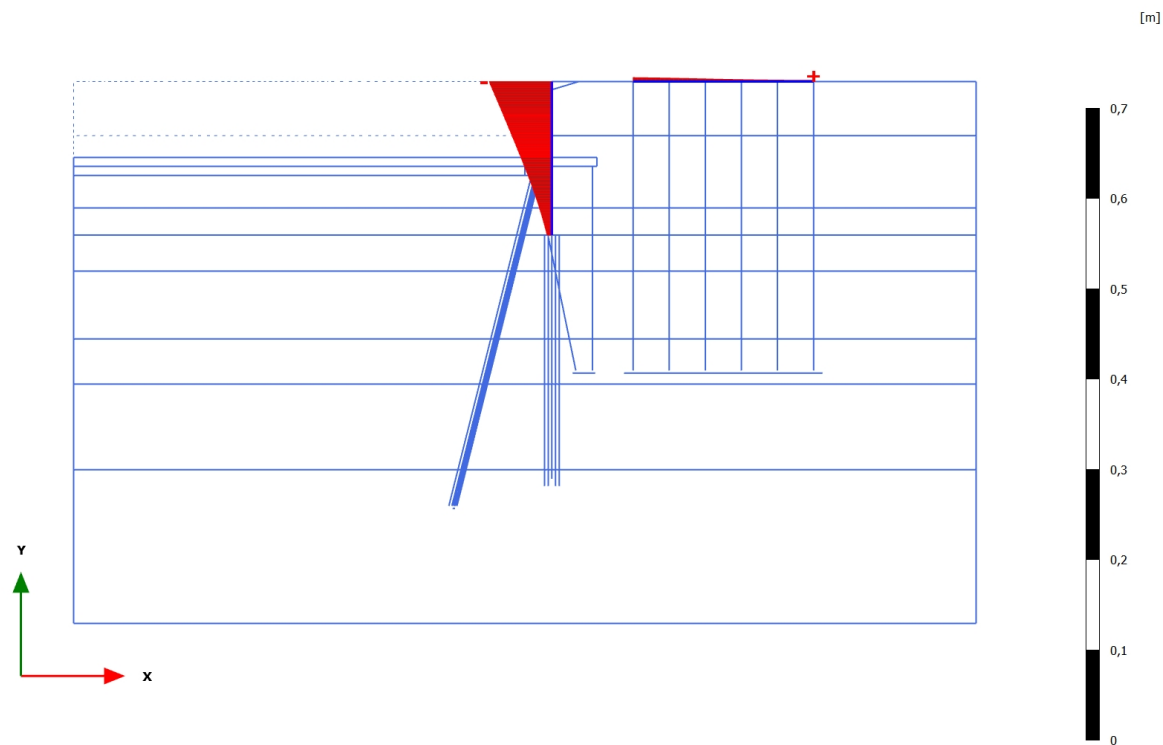


Total displacements u_x (scaled up 50,0 times)

Maximum value = $-1,001 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

Minimum value = $-0,05784$ m (Element 11 at Node 4185)

3.1.1.1.2.7 Calculation results, Plate, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/54), Total displacements u_x

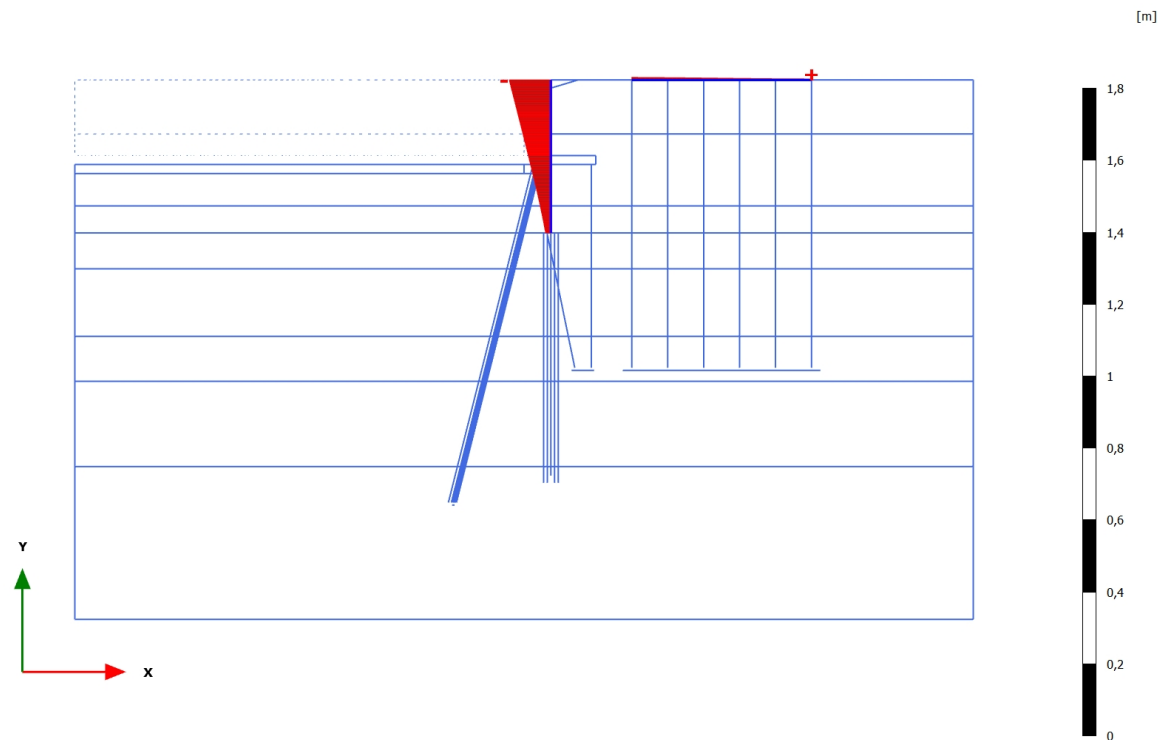


Total displacements u_x (scaled up 50,0 times)

Maximum value = $-1,294 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

Minimum value = $-0,06947$ m (Element 11 at Node 4185)

3.1.1.1.2.8 Calculation results, Plate, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Total displacements u_x

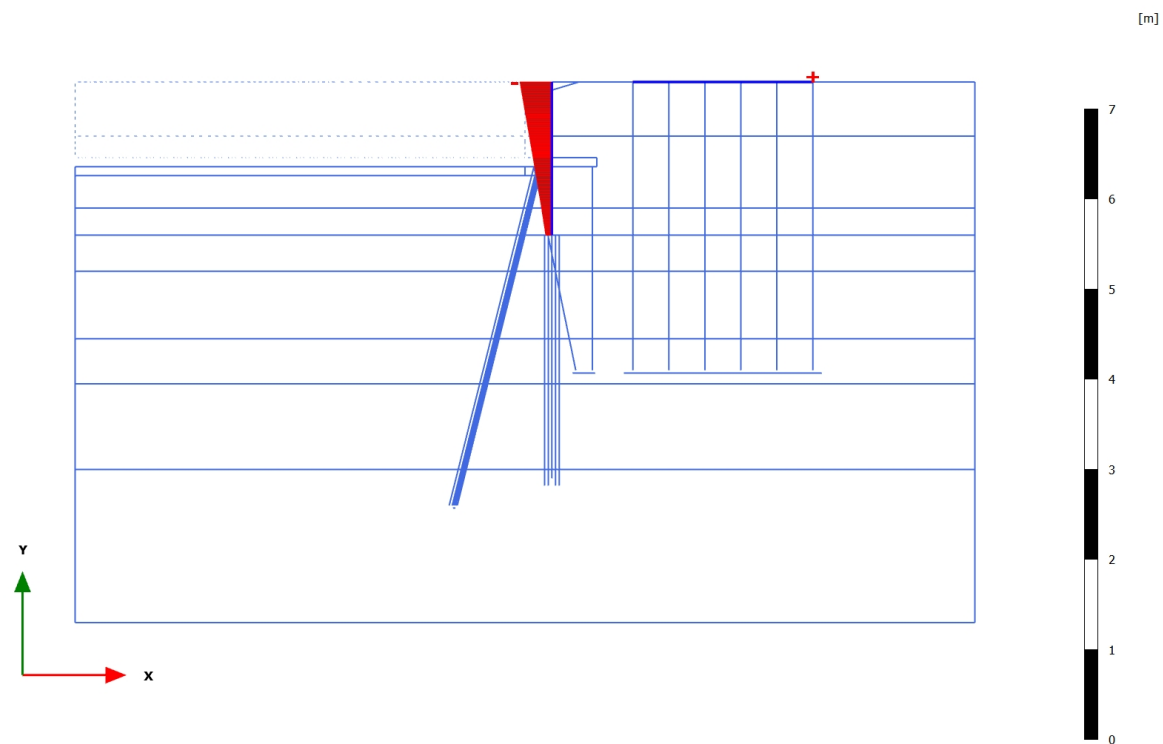


Total displacements u_x (scaled up 20,0 times)

Maximum value = $-3,019 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

Minimum value = $-0,1160$ m (Element 11 at Node 4185)

3.1.1.1.2.9 Calculation results, Plate, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/214), Total displacements u_x

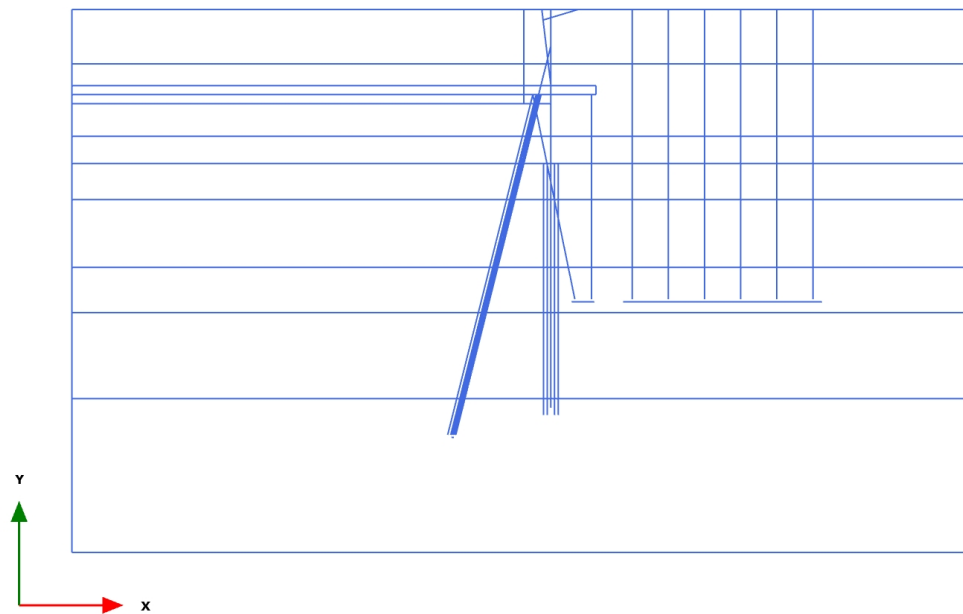


Total displacements u_x (scaled up 5,00 times)

Maximum value = $-6,327 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

Minimum value = $-0,3549$ m (Element 11 at Node 4185)

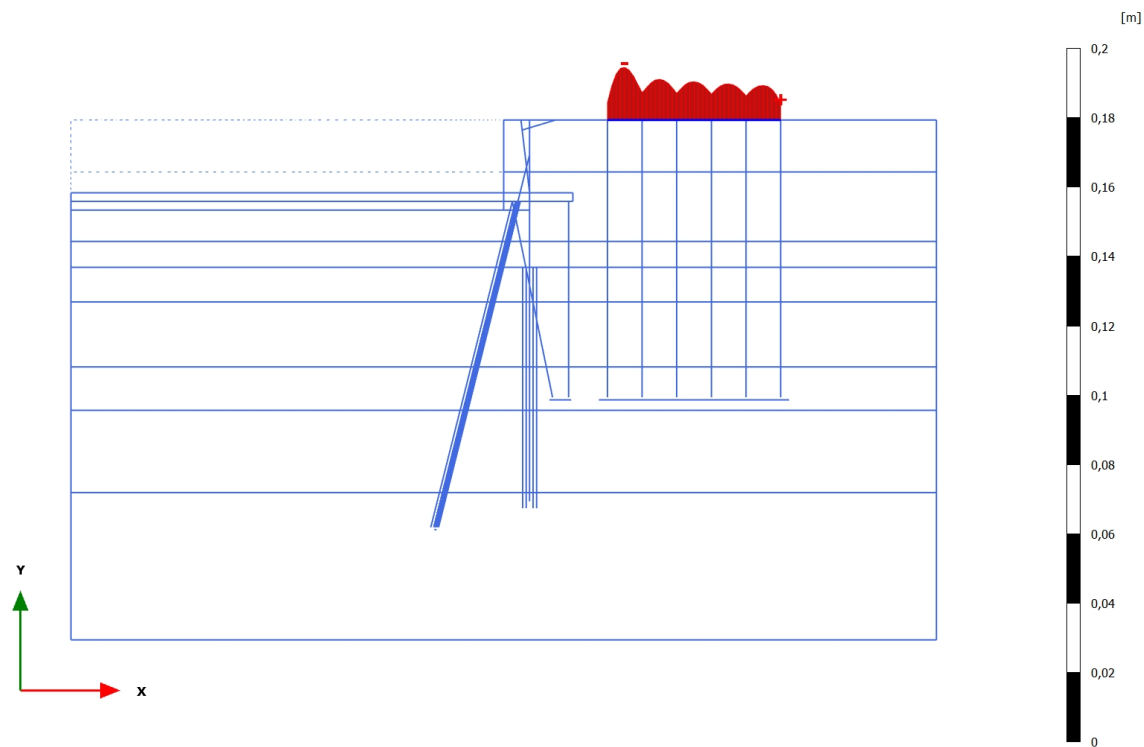
3.1.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Total displacements u_y



Total displacements u_y (at true scale)

No results

3.1.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Huidige situatie [Phase_1] (1/9), Total displacements u_y

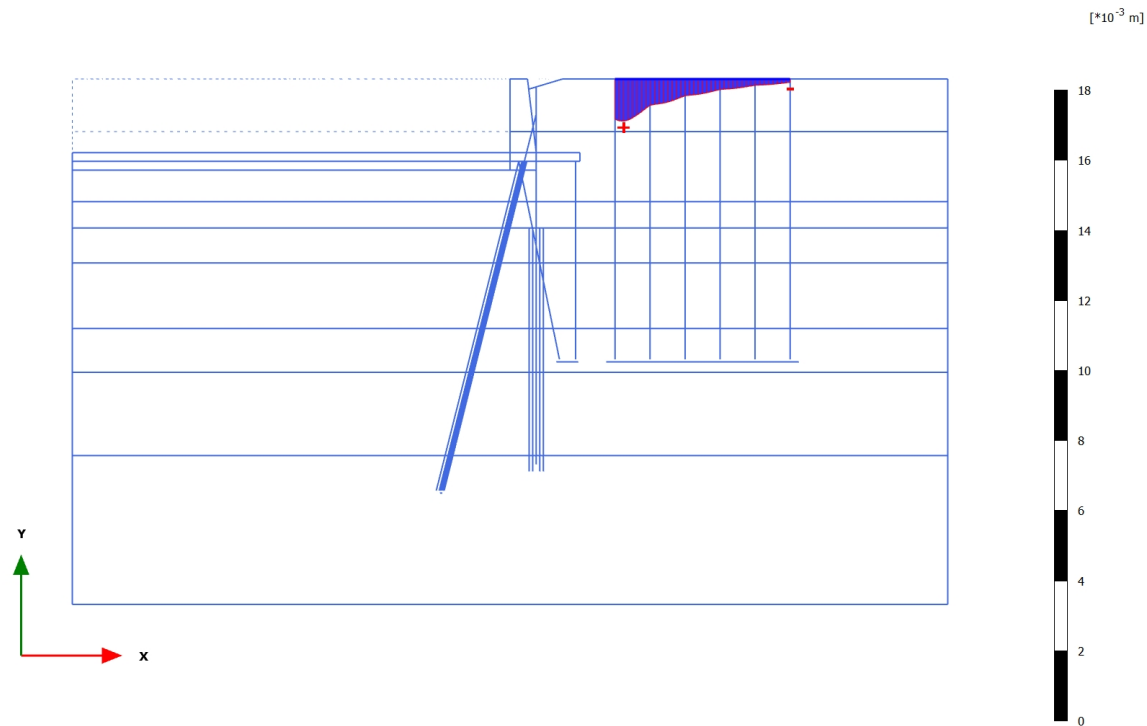


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = $-4,738 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

Minimum value = -0,01517 m (Element 1 at Node 8)

3.1.1.1.3.3 Calculation results, Plate, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/12), Total displacements u_y

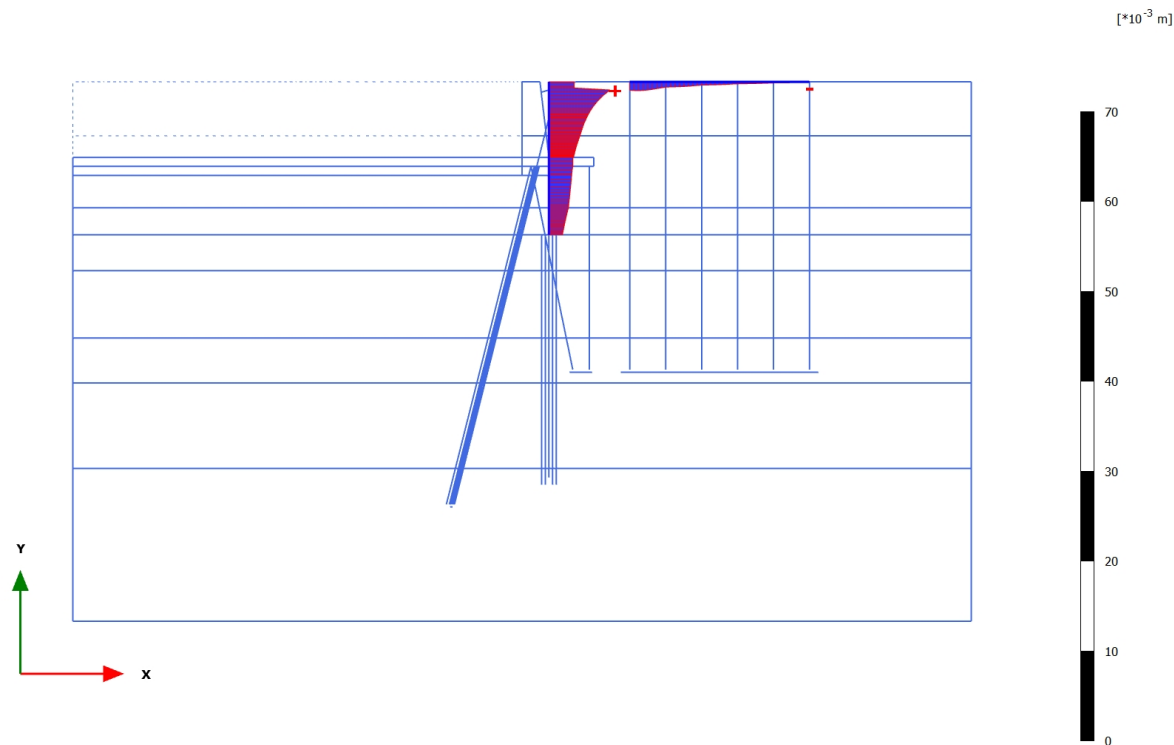


Total displacements u_y (scaled up $2,00 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $1,205 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2 at Node 3)

Minimum value = $0,09384 \cdot 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

3.1.1.1.3.4 Calculation results, Plate, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/15), Total displacements u_y

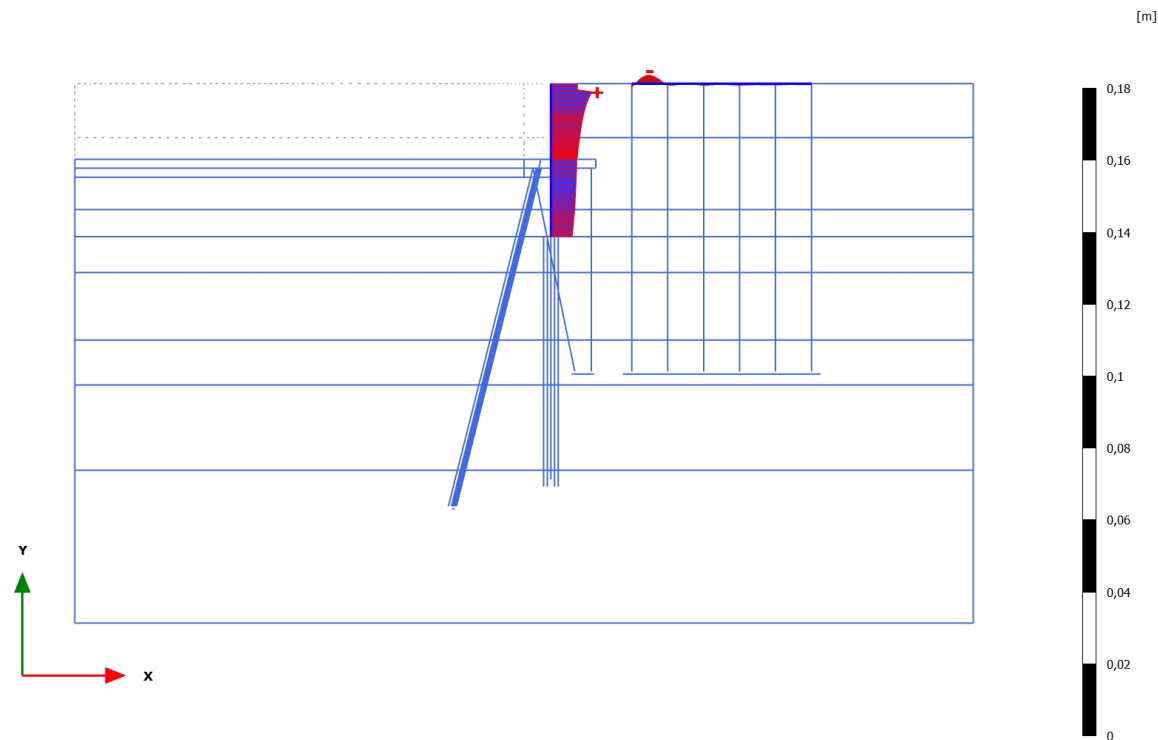


Total displacements u_y (scaled up 500 times)

Maximum value = $6,818 \times 10^{-3}$ m (Element 11 at Node 4181)

Minimum value = $0,05681 \times 10^{-3}$ m (Element 9 at Node 485)

3.1.1.1.3.5 Calculation results, Plate, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/33), Total displacements u_y

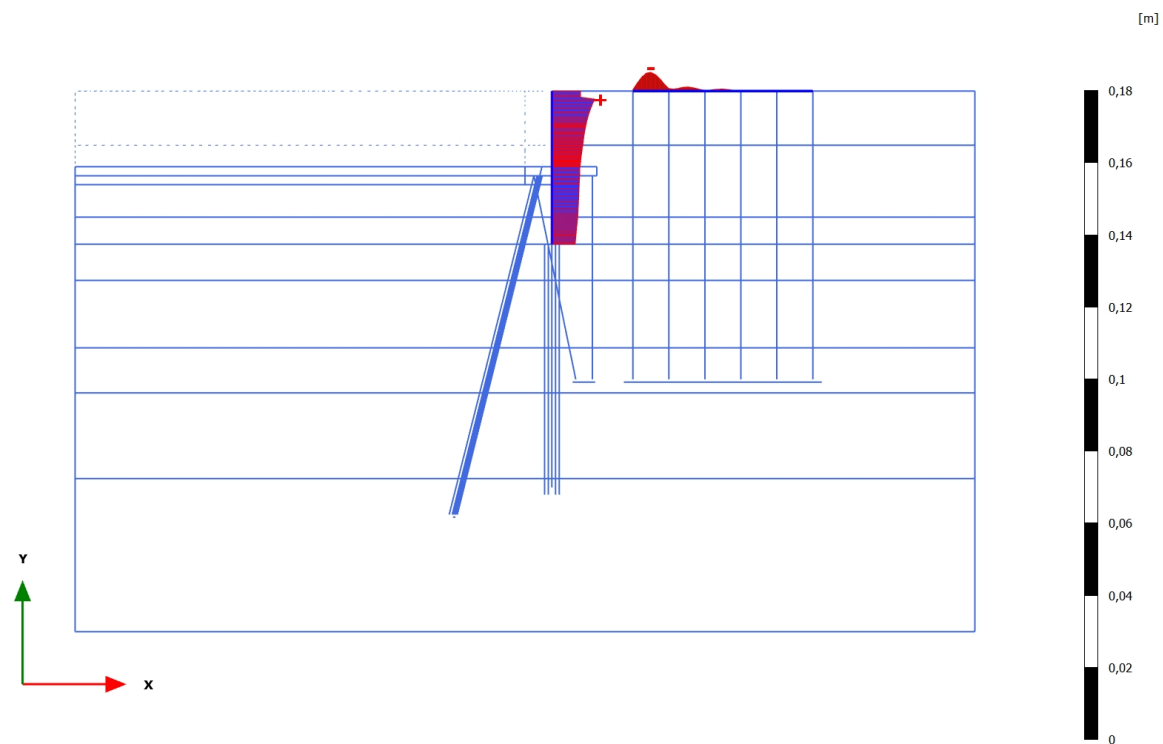


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01140 m (Element 11 at Node 4181)

Minimum value = $-2,360 \cdot 10^{-3}$ m (Element 1 at Node 8)

3.1.1.1.3.6 Calculation results, Plate, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/42), Total displacements u_y

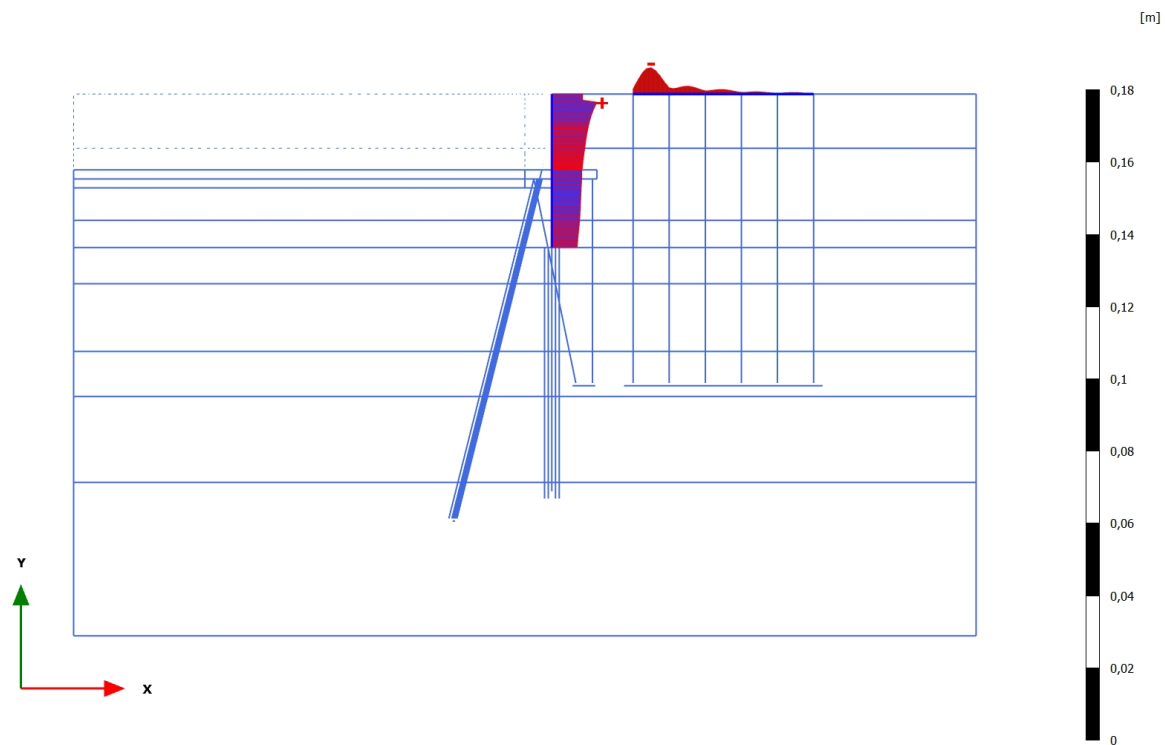


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01197 m (Element 11 at Node 4181)

Minimum value = $-5,196 \cdot 10^{-3}$ m (Element 1 at Node 8)

3.1.1.1.3.7 Calculation results, Plate, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/54), Total displacements u_y

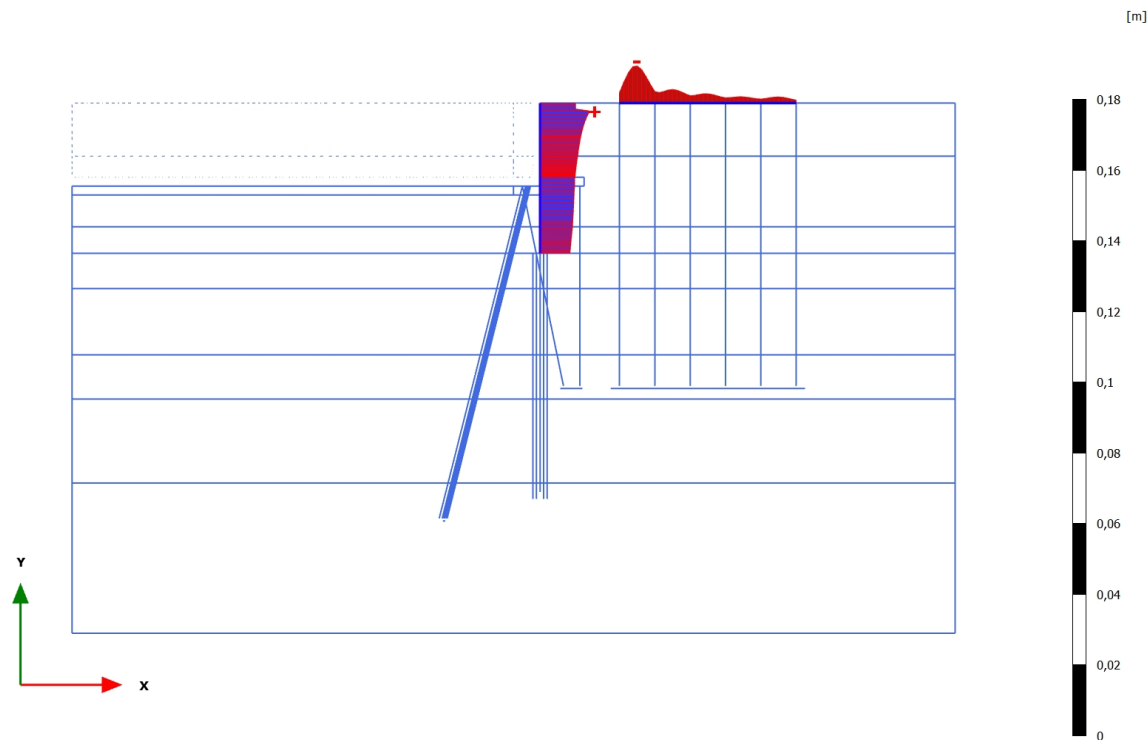


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01251 m (Element 11 at Node 4181)

Minimum value = $-7,259 \cdot 10^{-3}$ m (Element 1 at Node 8)

3.1.1.1.3.8 Calculation results, Plate, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Total displacements u_y

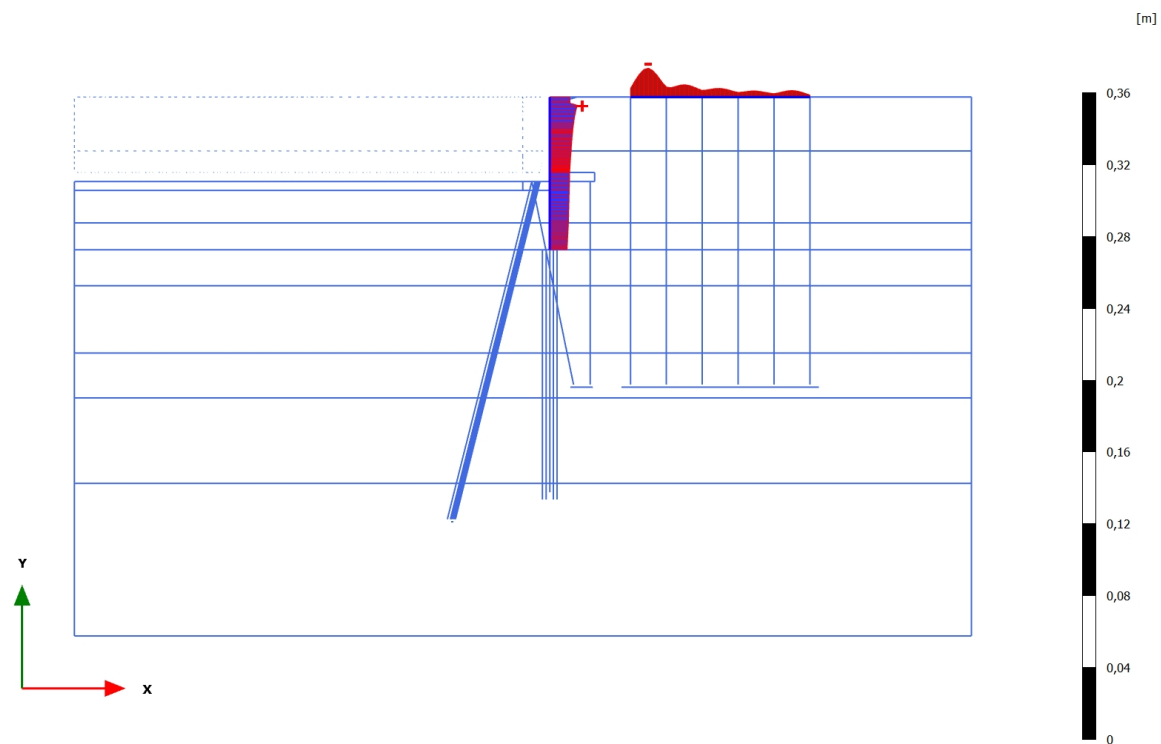


Total displacements u_y (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01406 m (Element 11 at Node 4181)

Minimum value = -0,01051 m (Element 1 at Node 8)

3.1.1.1.3.9 Calculation results, Plate, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/214), Total displacements u_y

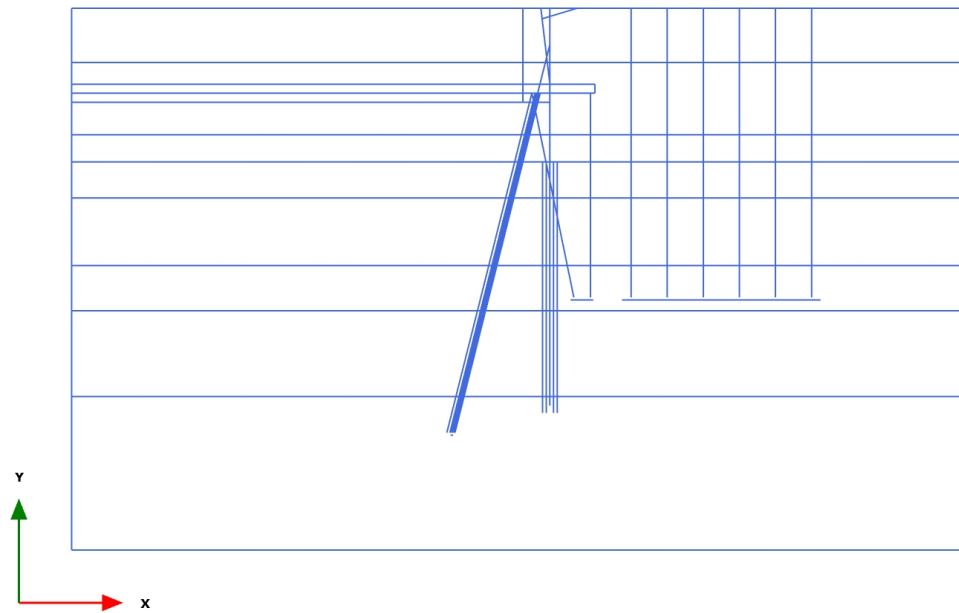


Total displacements u_y (scaled up 100 times)

Maximum value = 0,01533 m (Element 11 at Node 4181)

Minimum value = -0,01608 m (Element 1 at Node 8)

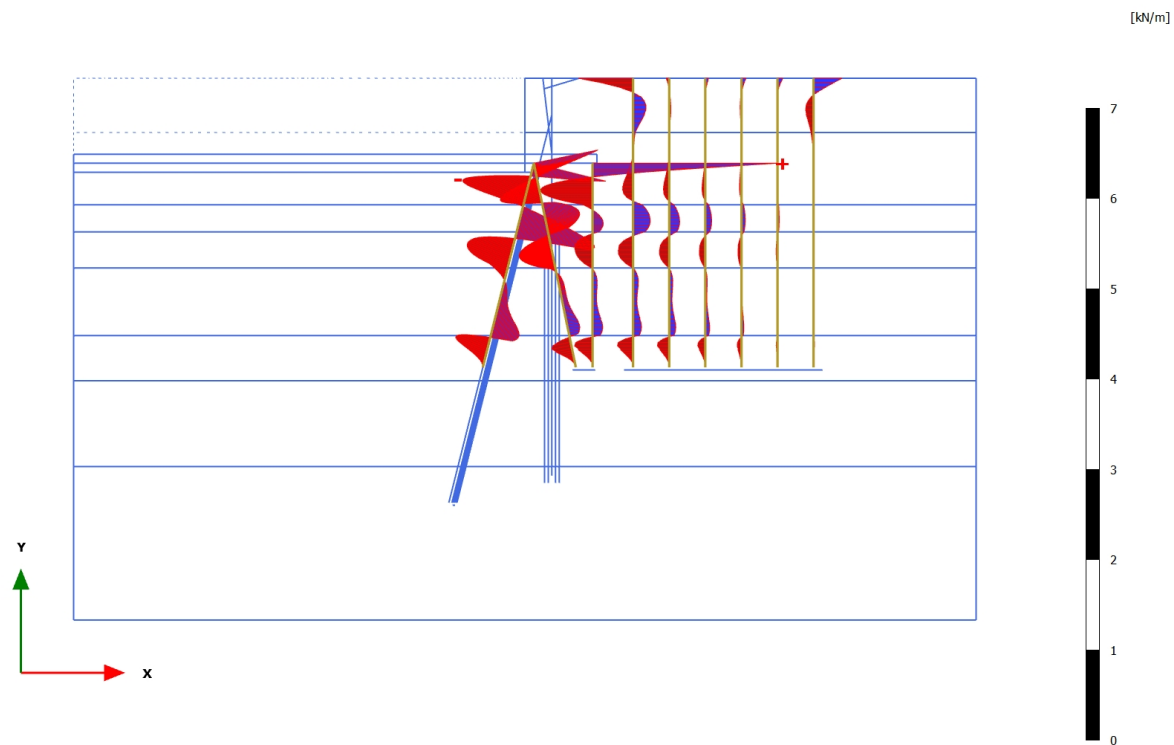
3.2.2.1.1 Calculation results, Embedded beam row, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1,00 times)

No results

3.2.2.1.2 Calculation results, Embedded beam row, Huidige situatie [Phase_1] (1/9), Shear forces Q

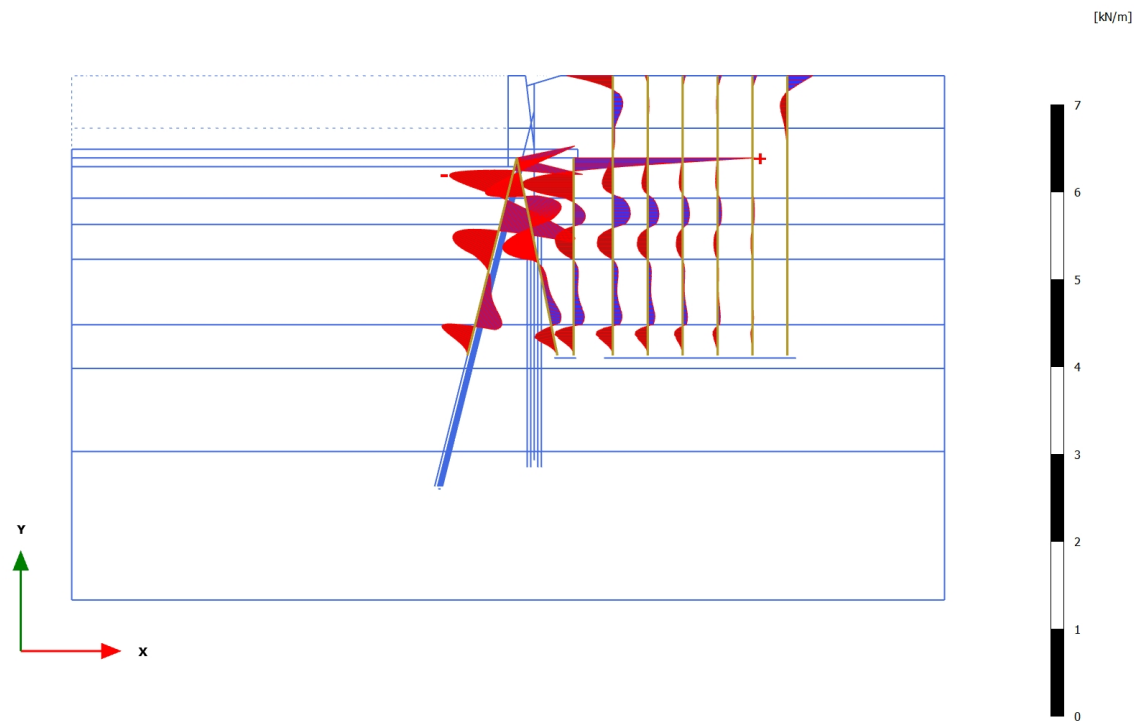


Shear forces Q (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 2,052 kN/m (Element 341 at Node 48889)

Minimum value = -0,7176 kN/m (Element 302 at Node 48736)

3.2.2.1.3 Calculation results, Embedded beam row, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/12), Shear forces Q

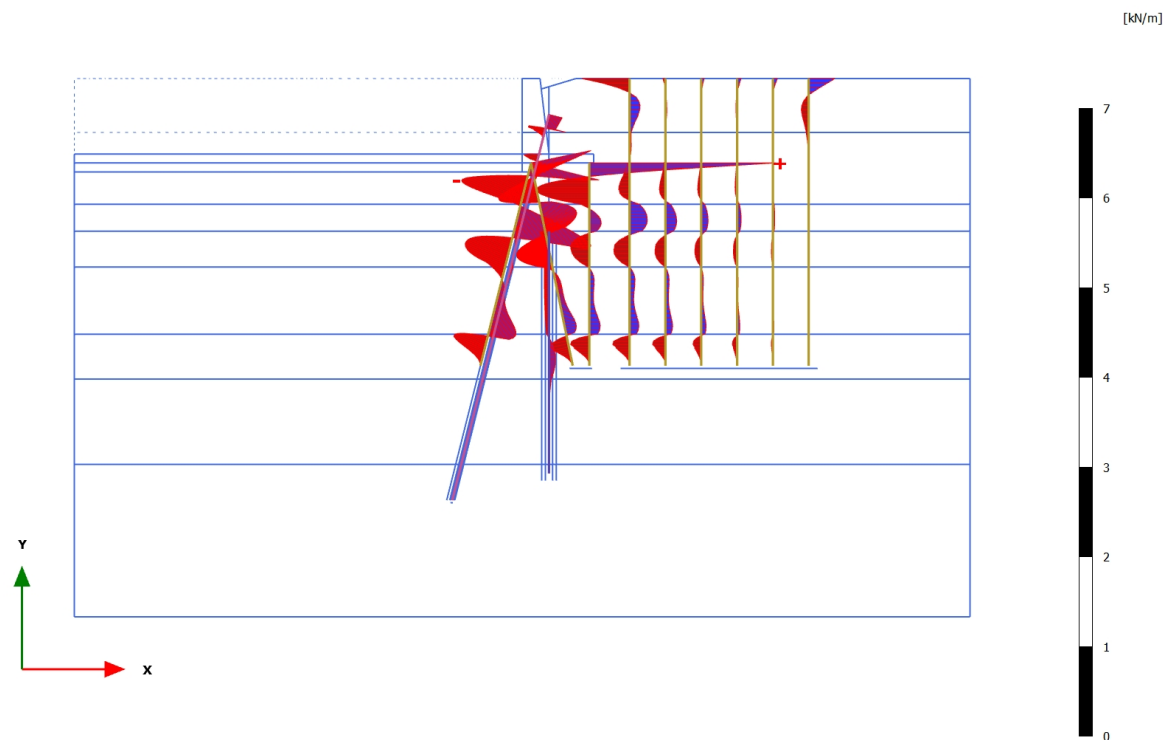


Shear forces Q (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 2,081 kN/m (Element 341 at Node 48889)

Minimum value = -0,7014 kN/m (Element 303 at Node 48737)

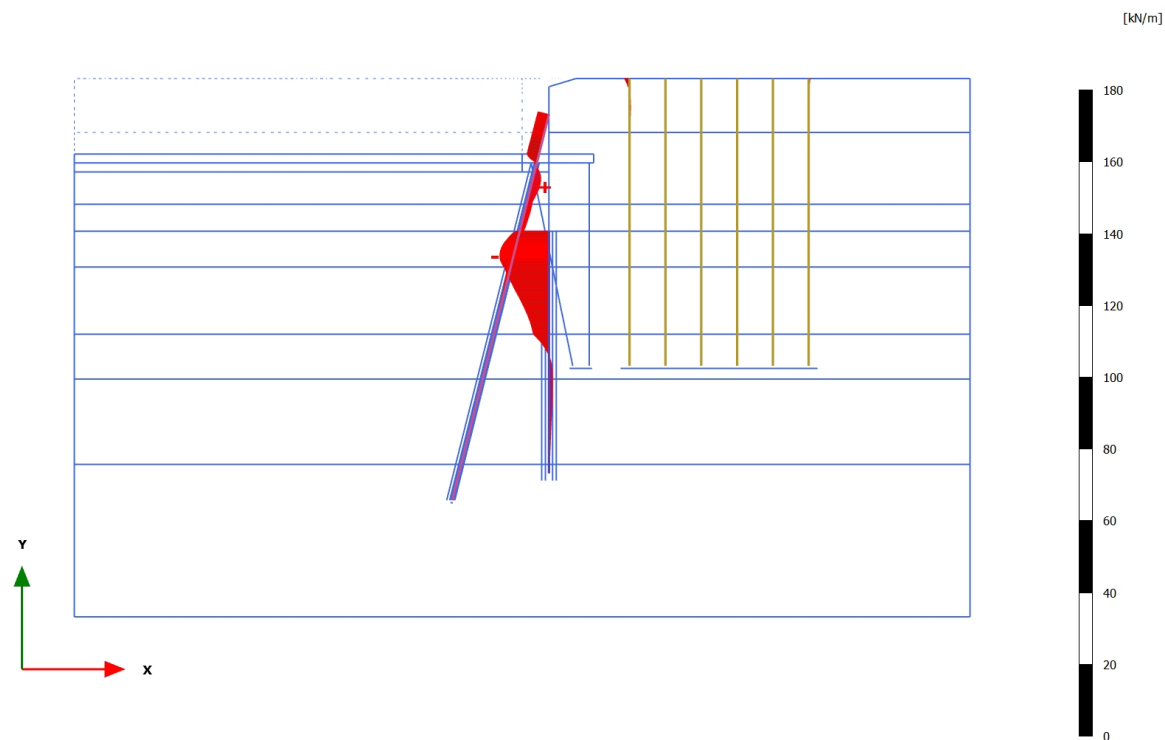
3.2.2.1.4 Calculation results, Embedded beam row, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/15), Shear forces Q

**Shear forces Q (scaled up 5,00 times)**

Maximum value = 2,077 kN/m (Element 341 at Node 48889)

Minimum value = -0,7031 kN/m (Element 303 at Node 48737)

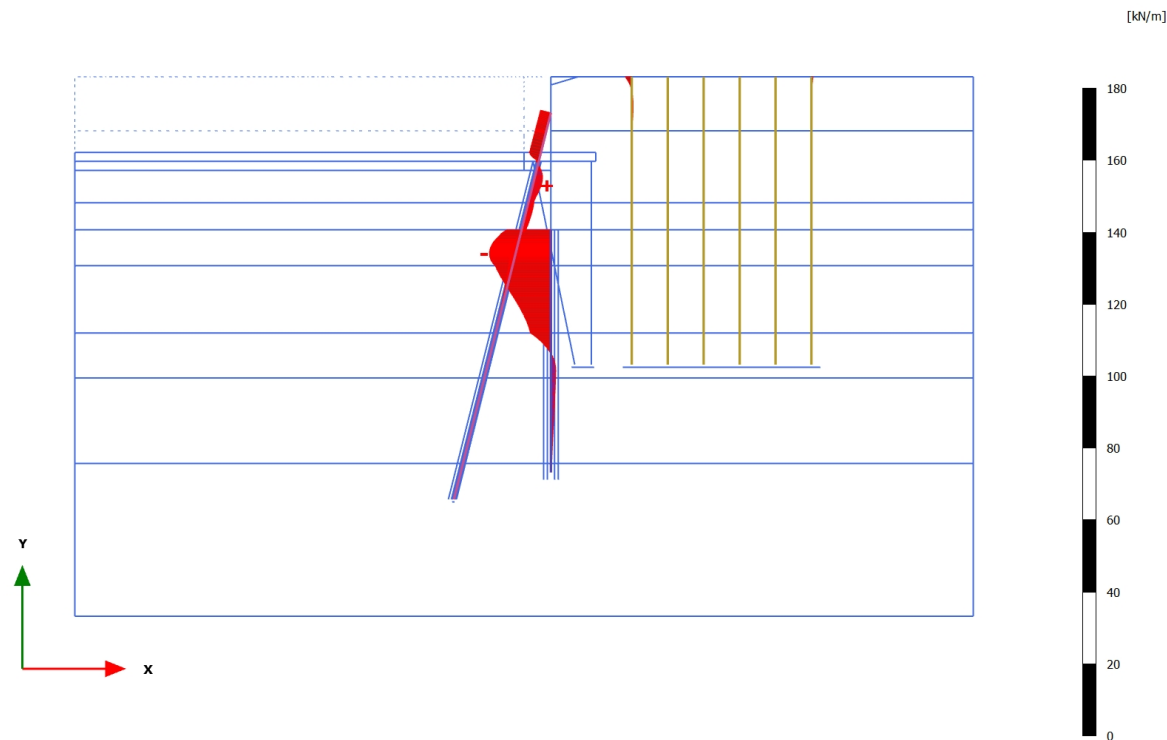
3.2.2.1.5 Calculation results, Embedded beam row, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/33), Shear forces Q

**Shear forces Q (scaled up 0,200 times)**

Maximum value = 2,339 kN/m (Element 135 at Node 48063)

Minimum value = -13,72 kN/m (Element 370 at Node 49010)

3.2.2.1.6 Calculation results, Embedded beam row, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/42), Shear forces Q

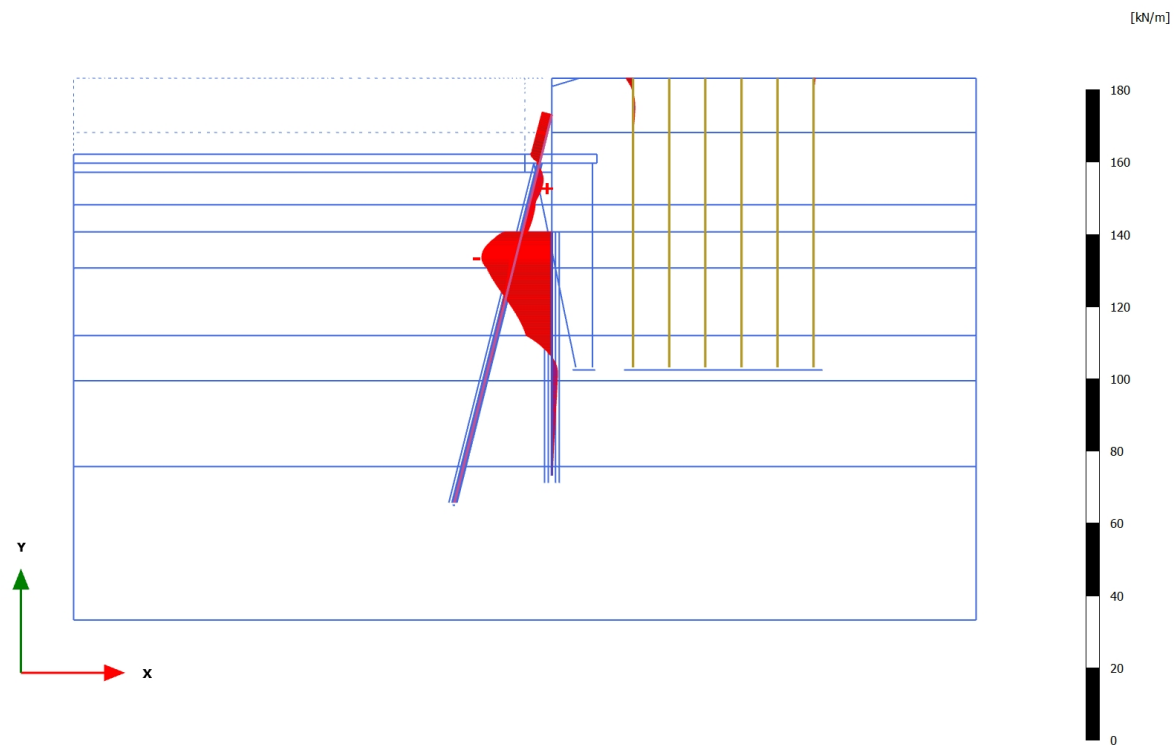


Shear forces Q (scaled up 0,200 times)

Maximum value = 2,289 kN/m (Element 135 at Node 48063)

Minimum value = -17,11 kN/m (Element 370 at Node 49008)

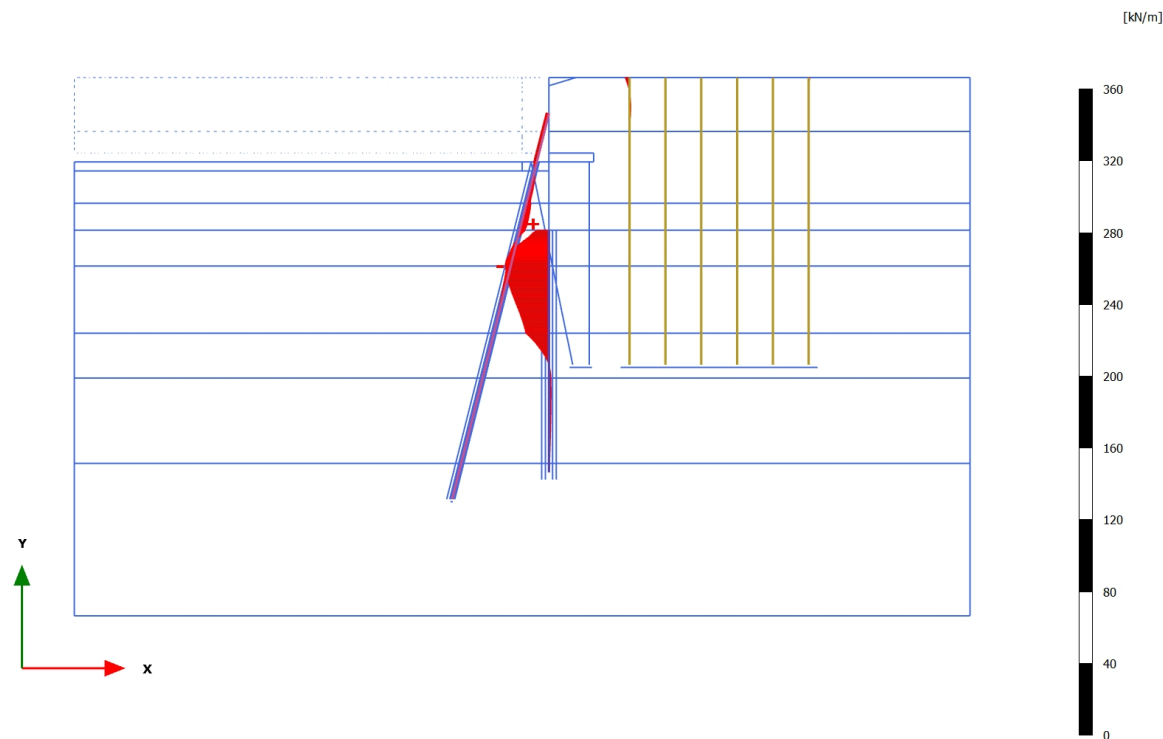
3.2.2.1.7 Calculation results, Embedded beam row, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/54), Shear forces Q

**Shear forces Q (scaled up 0,200 times)**

Maximum value = 2,263 kN/m (Element 135 at Node 48064)

Minimum value = -19,43 kN/m (Element 371 at Node 49011)

3.2.2.1.8 Calculation results, Embedded beam row, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Shear forces Q

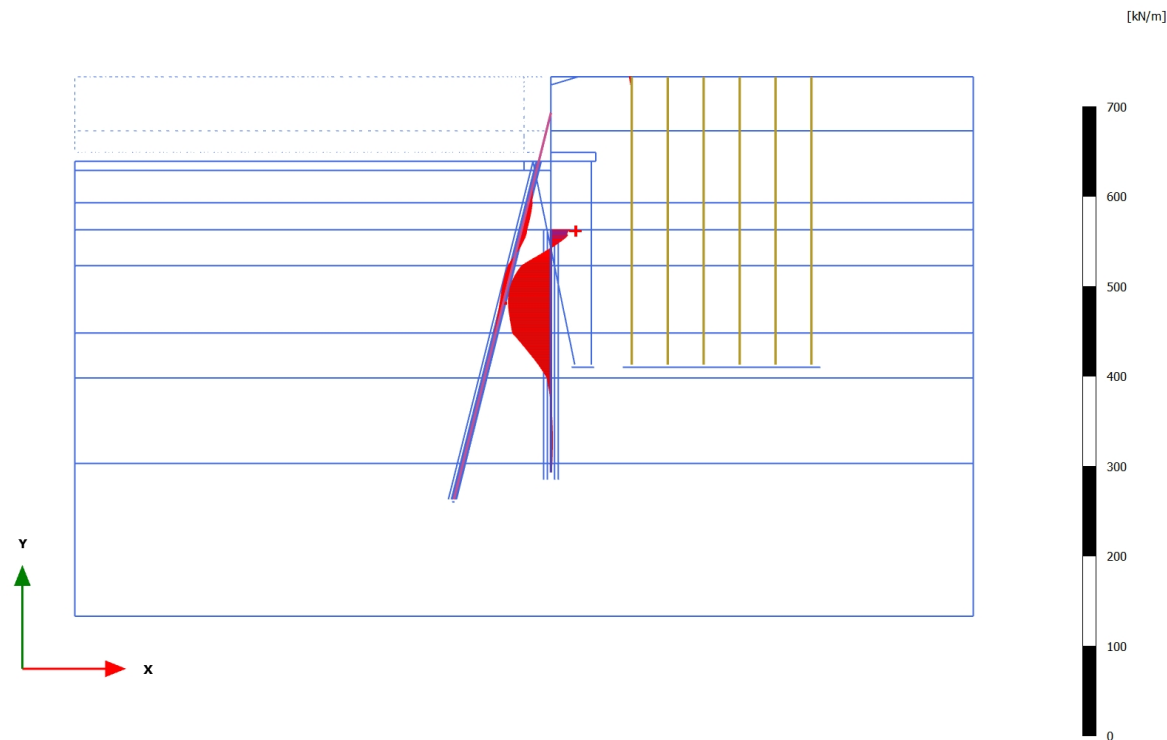


Shear forces Q (scaled up 0,100 times)

Maximum value = 3,276 kN/m (Element 147 at Node 48113)

Minimum value = -24,38 kN/m (Element 373 at Node 49021)

3.2.2.1.9 Calculation results, Embedded beam row, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/214), Shear forces Q

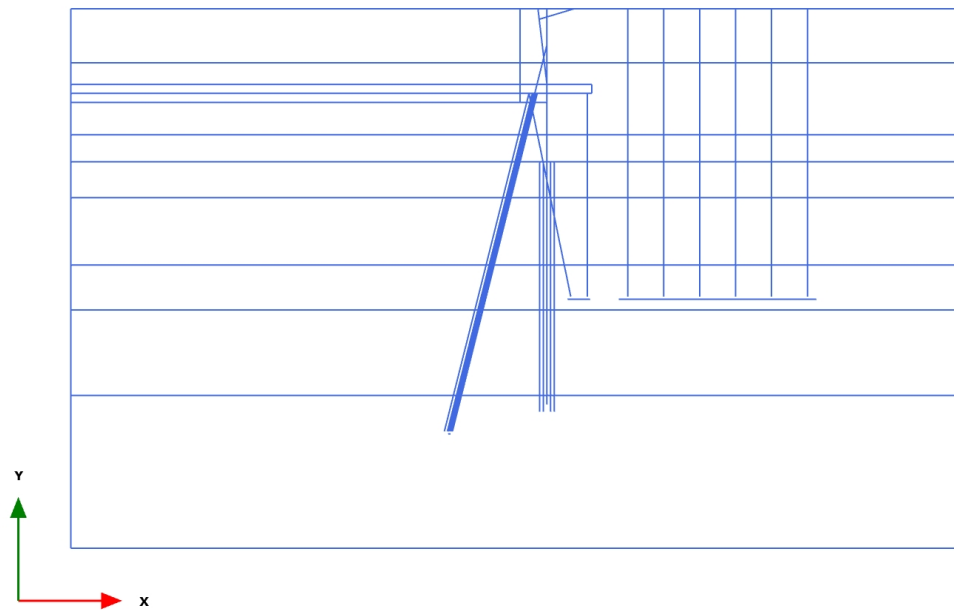


Shear forces Q (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 21,69 kN/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -47,40 kN/m (Element 381 at Node 49050)

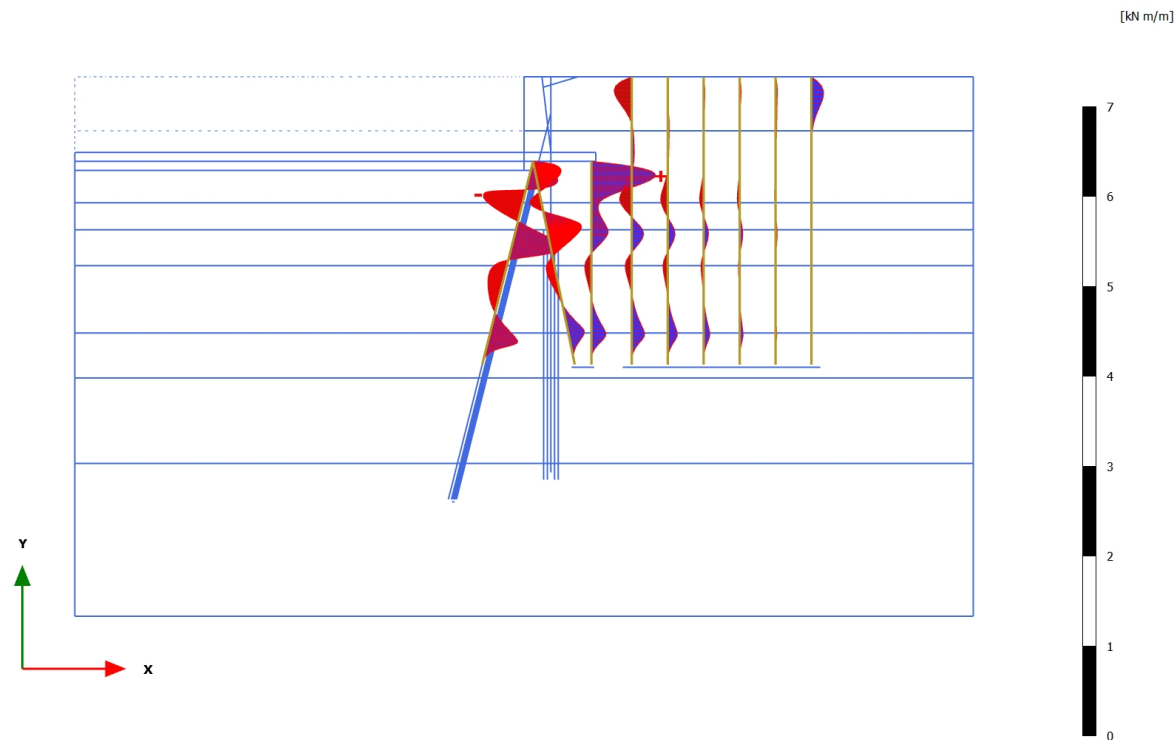
3.2.2.2.1 Calculation results, Embedded beam row, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



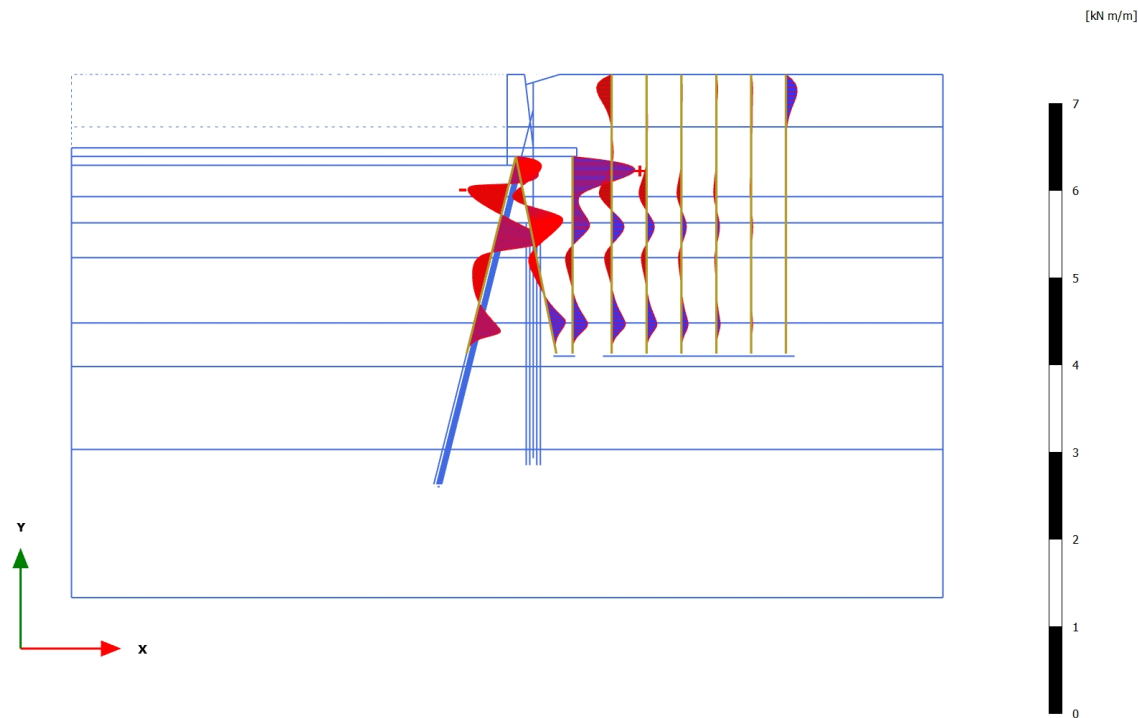
Bending moments M (scaled up 1,00 times)

No results

3.2.2.2.2 Calculation results, Embedded beam row, Huidige situatie [Phase_1] (1/9), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 5,00 times)**Maximum value = 0,7128 kN m/m (Element 343 at Node 48897)Minimum value = -0,4450 kN m/m (Element 305 at Node 48746)

3.2.2.2.3 Calculation results, Embedded beam row, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/12), Bending moments M

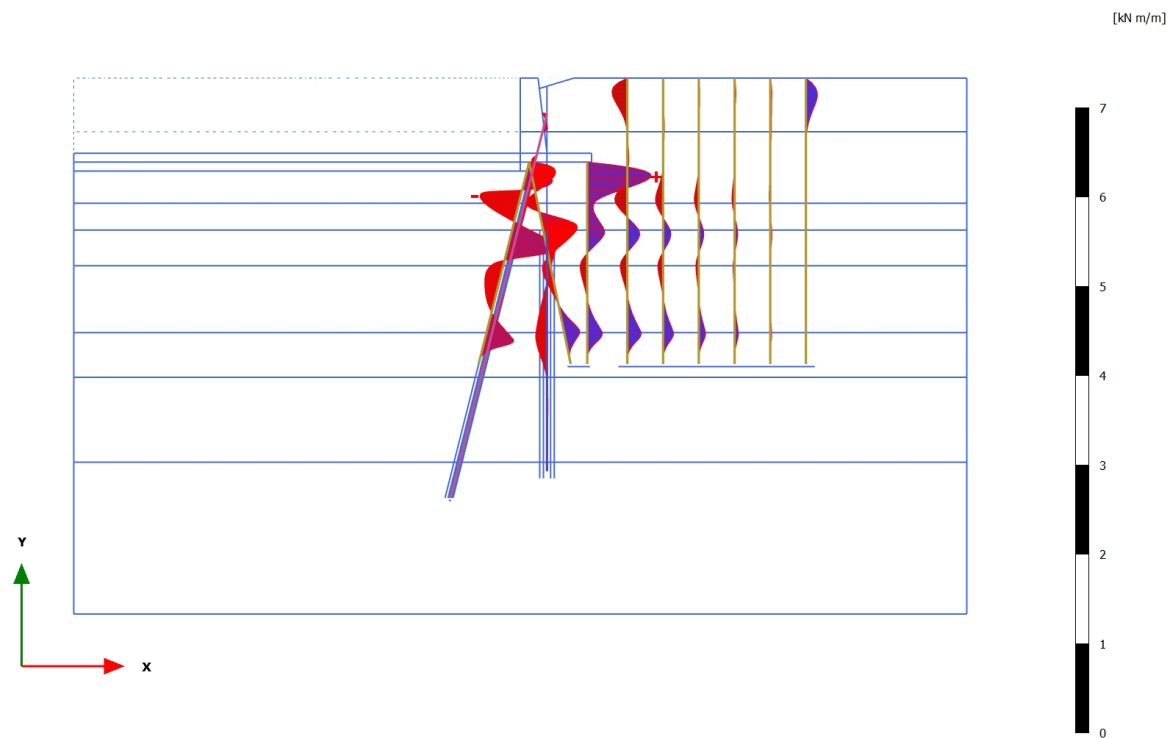


Bending moments M (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,7169 kN m/m (Element 342 at Node 48897)

Minimum value = -0,4423 kN m/m (Element 305 at Node 48746)

3.2.2.2.4 Calculation results, Embedded beam row, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/15), Bending moments M

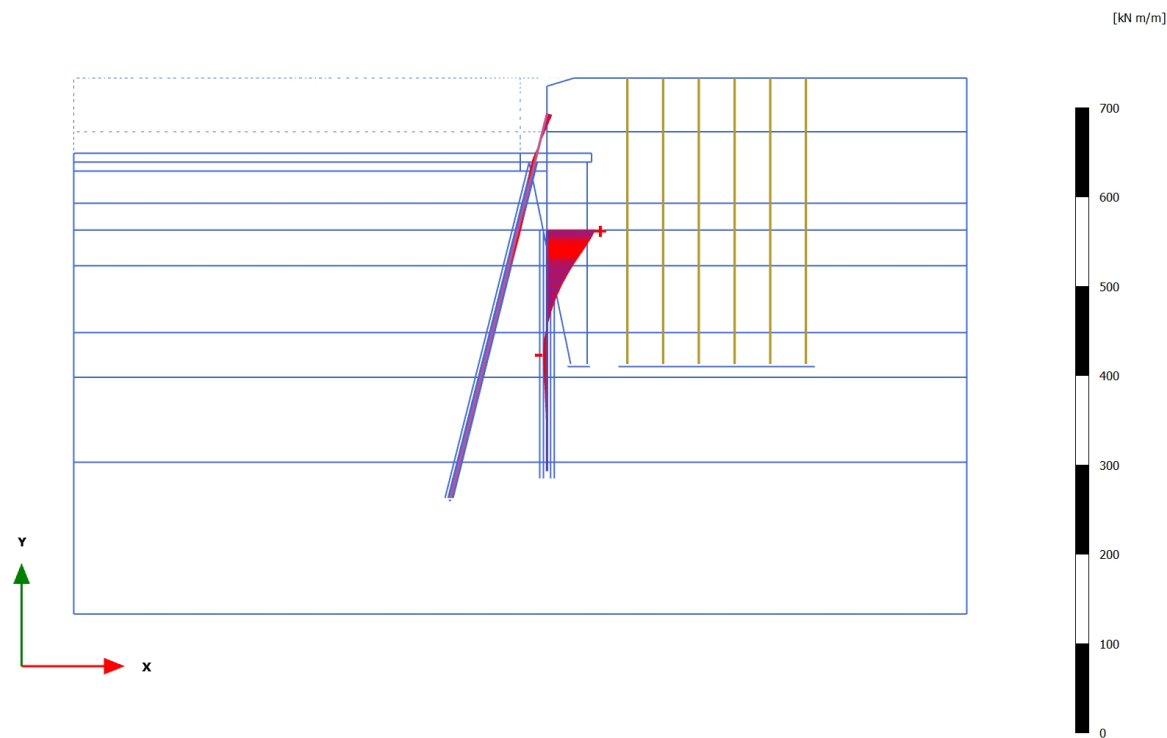


Bending moments M (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,7161 kN m/m (Element 342 at Node 48897)

Minimum value = -0,4424 kN m/m (Element 305 at Node 48746)

3.2.2.2.5 Calculation results, Embedded beam row, 3 - Slopen oude kademuur [Phase_4] (4/33), Bending moments M

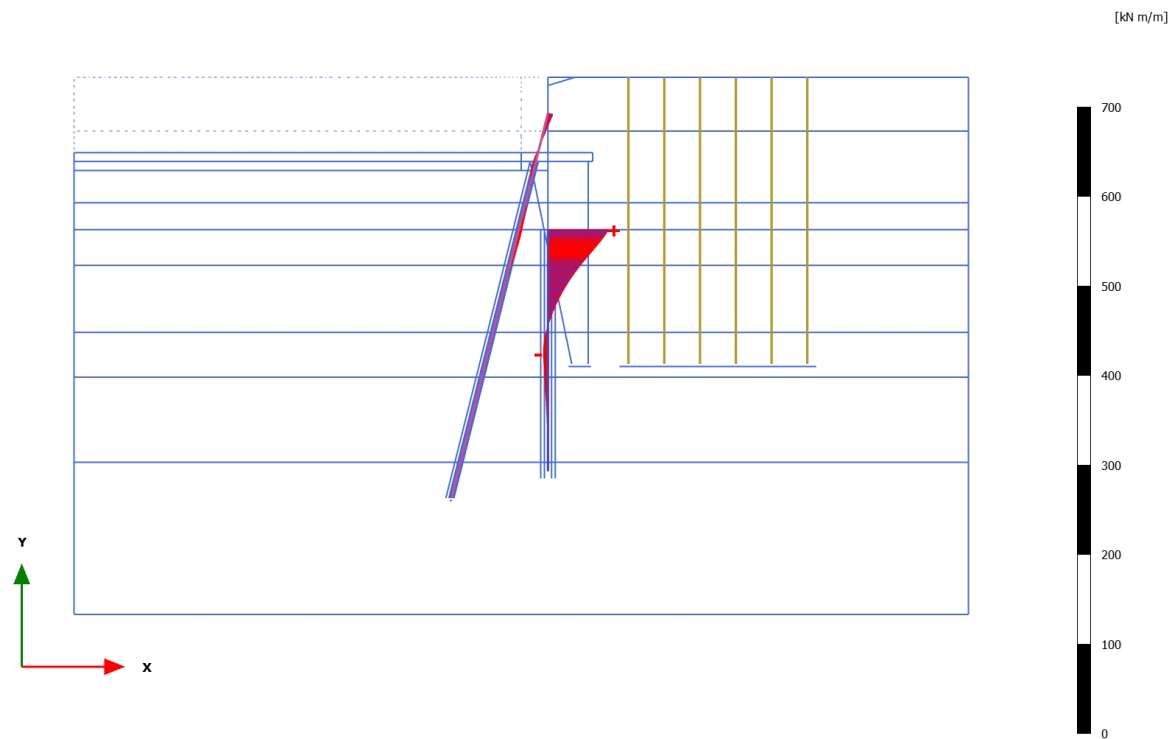


Bending moments M (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 53,77 kN m/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -3,807 kN m/m (Element 390 at Node 49089)

3.2.2.2.6 Calculation results, Embedded beam row, 4 - Voorbelasten kade [Phase_5] (5/42), Bending moments M

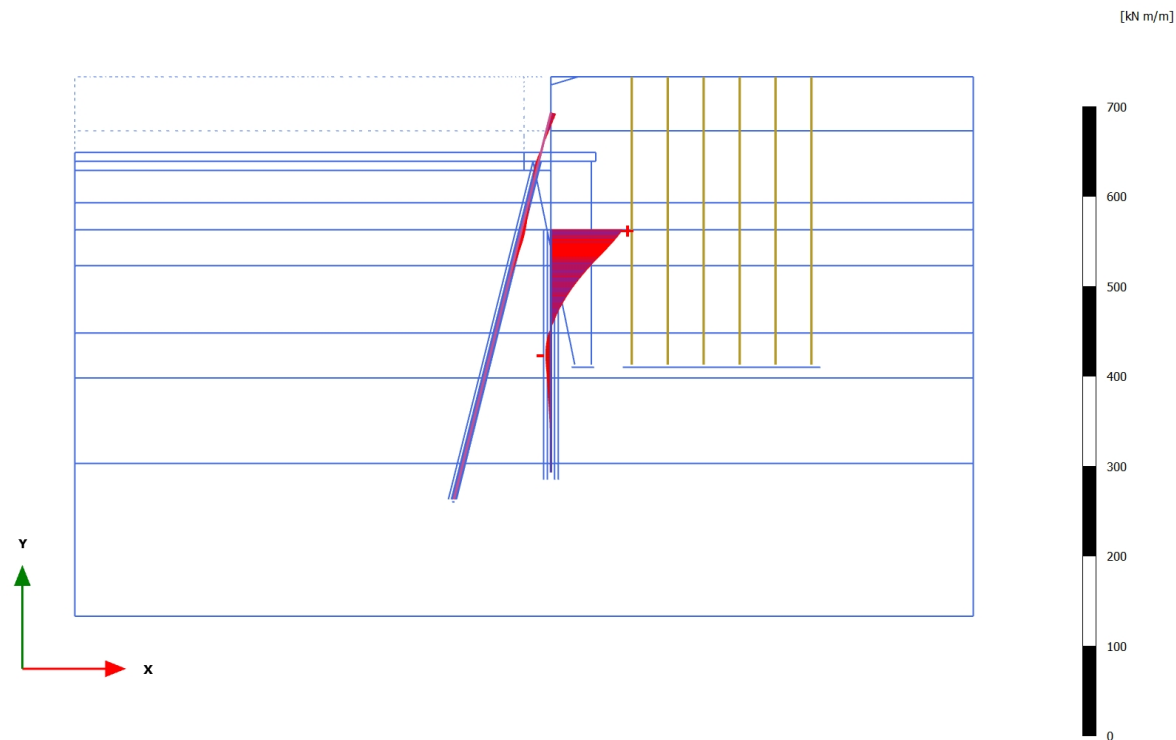


Bending moments M (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 67,91 kN m/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -5,054 kN m/m (Element 390 at Node 49089)

3.2.2.2.7 Calculation results, Embedded beam row, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/54), Bending moments M

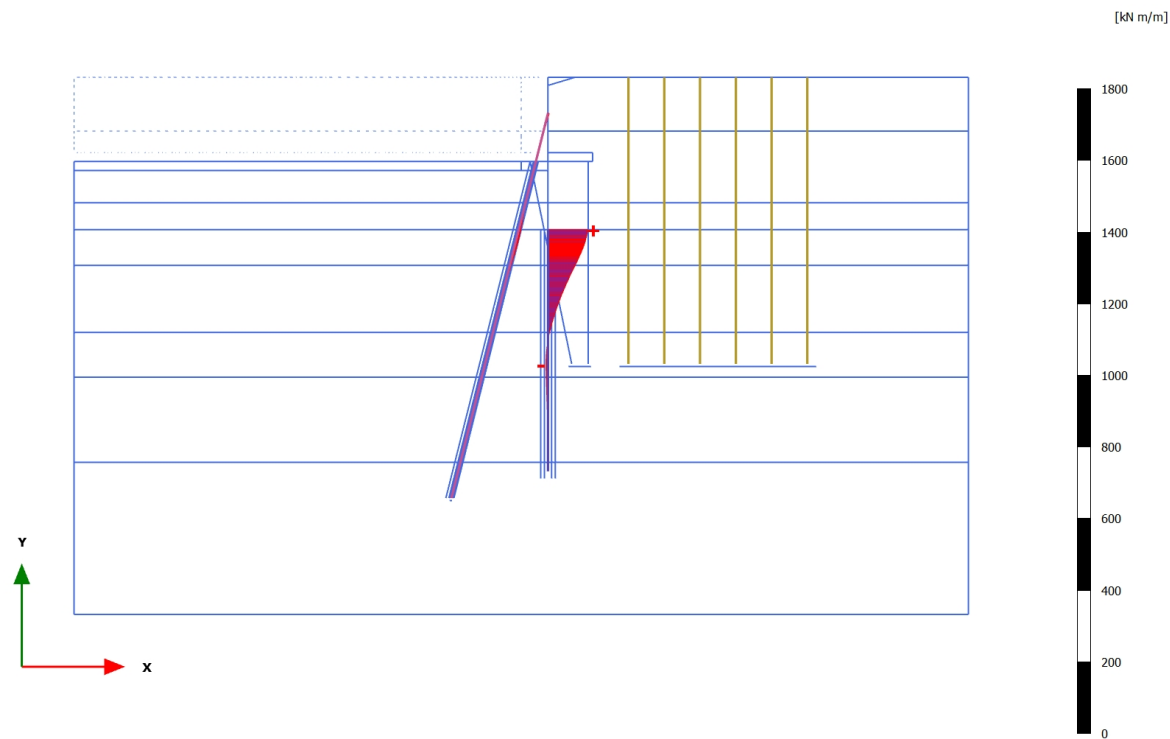


Bending moments M (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 79,48 kN m/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -5,761 kN m/m (Element 390 at Node 49089)

3.2.2.2.8 Calculation results, Embedded beam row, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Bending moments M

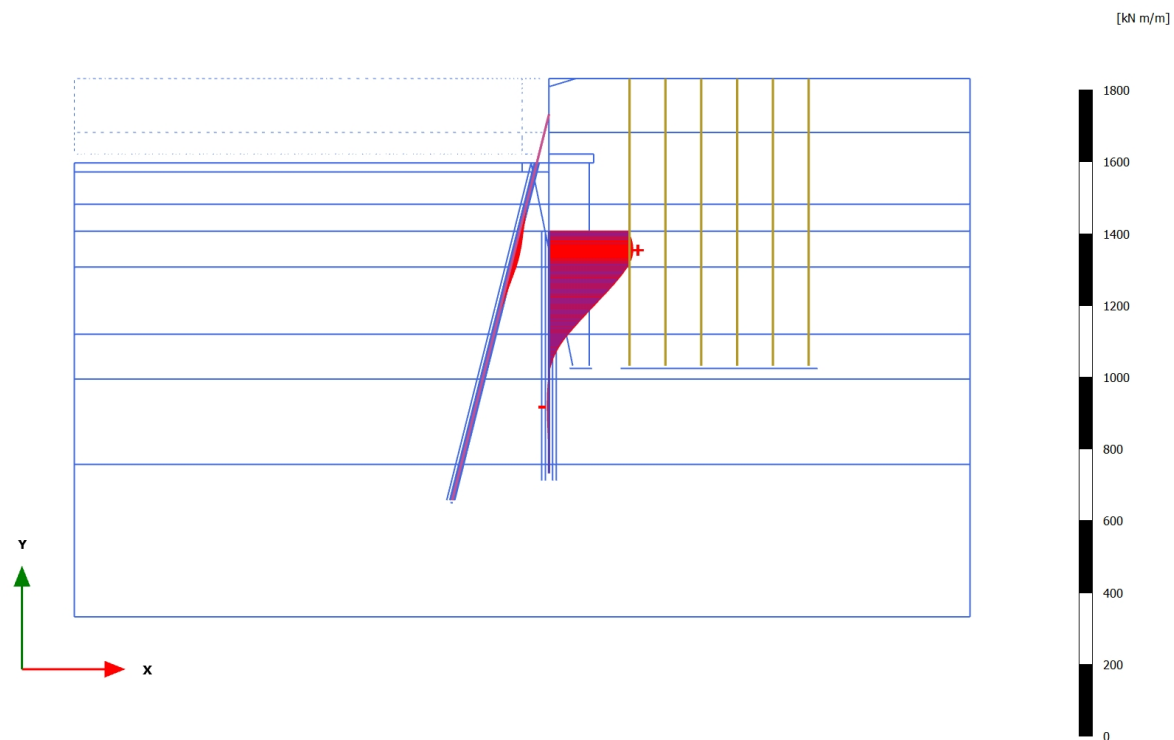


Bending moments M (scaled up 0,0200 times)

Maximum value = 111,4 kN m/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -5,304 kN m/m (Element 392 at Node 49097)

3.2.2.2.9 Calculation results, Embedded beam row, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/214), Bending moments M

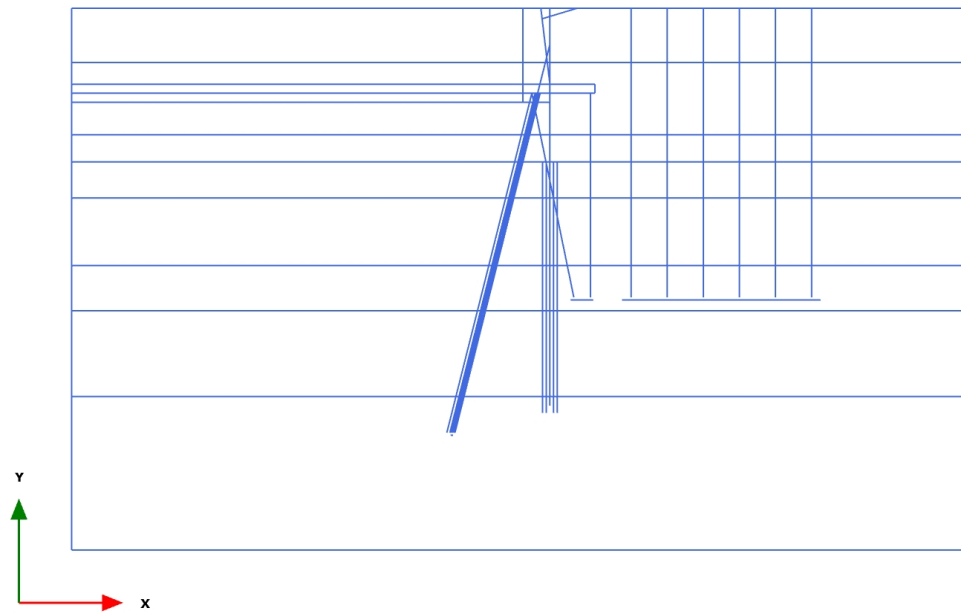


Bending moments M (scaled up 0,0200 times)

Maximum value = 234,5 kN m/m (Element 367 at Node 48996)

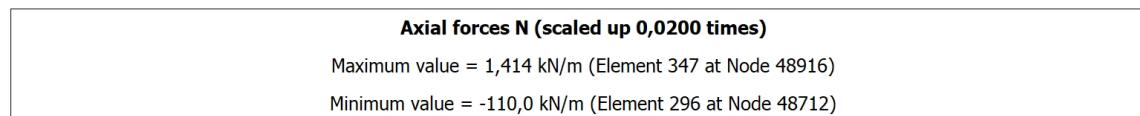
Minimum value = -4,702 kN m/m (Element 399 at Node 49126)

3.2.2.3.1 Calculation results, Embedded beam row, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N

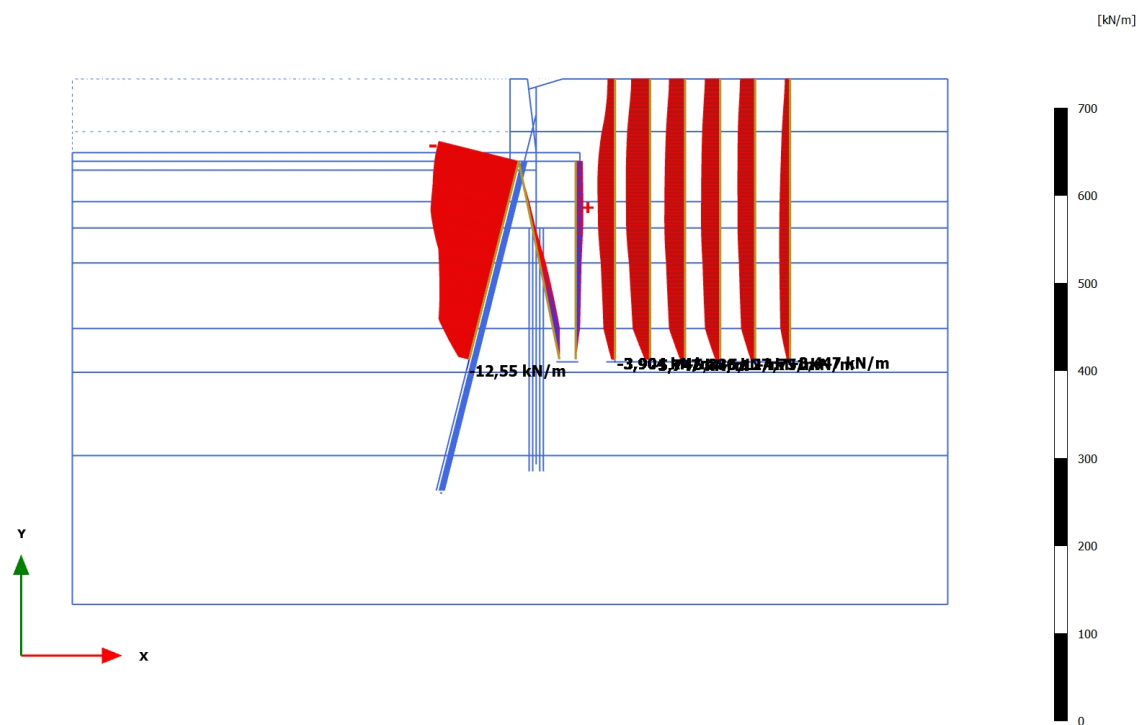


Axial forces N (scaled up 1,00 times)

No results



3.2.2.3.3 Calculation results, Embedded beam row, 1 - Ontgraven t.b.v. ontlasten kade en installatie schroefinjectiepaal [Phase_2] (2/12), Axial forces N

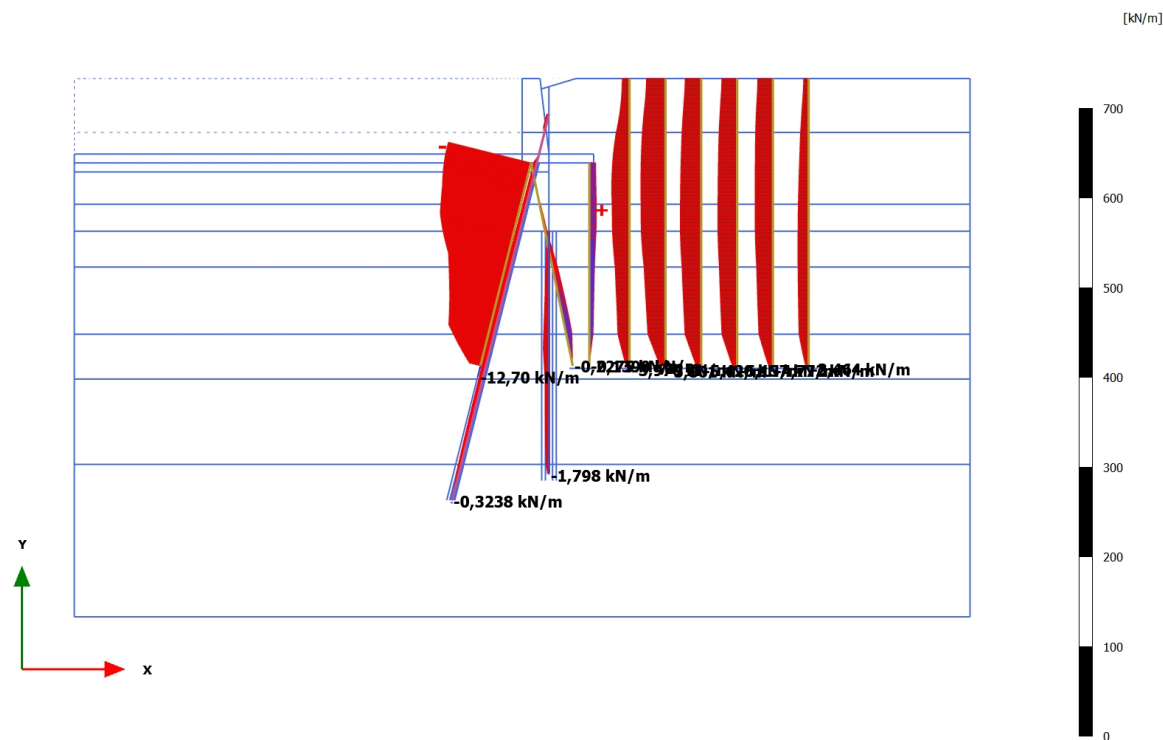


Axial forces N (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 8,490 kN/m (Element 347 at Node 48916)

Minimum value = -94,05 kN/m (Element 296 at Node 48712)

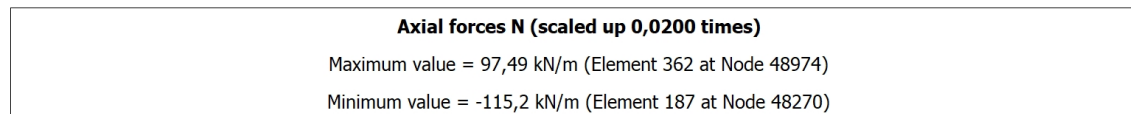
3.2.2.3.4 Calculation results, Embedded beam row, 2 - Installatie combiwand [Phase_3] (3/15), Axial forces N

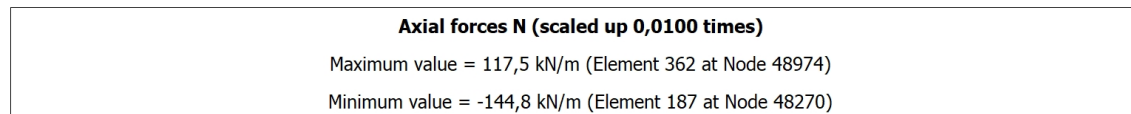


Axial forces N (scaled up 0,0500 times)

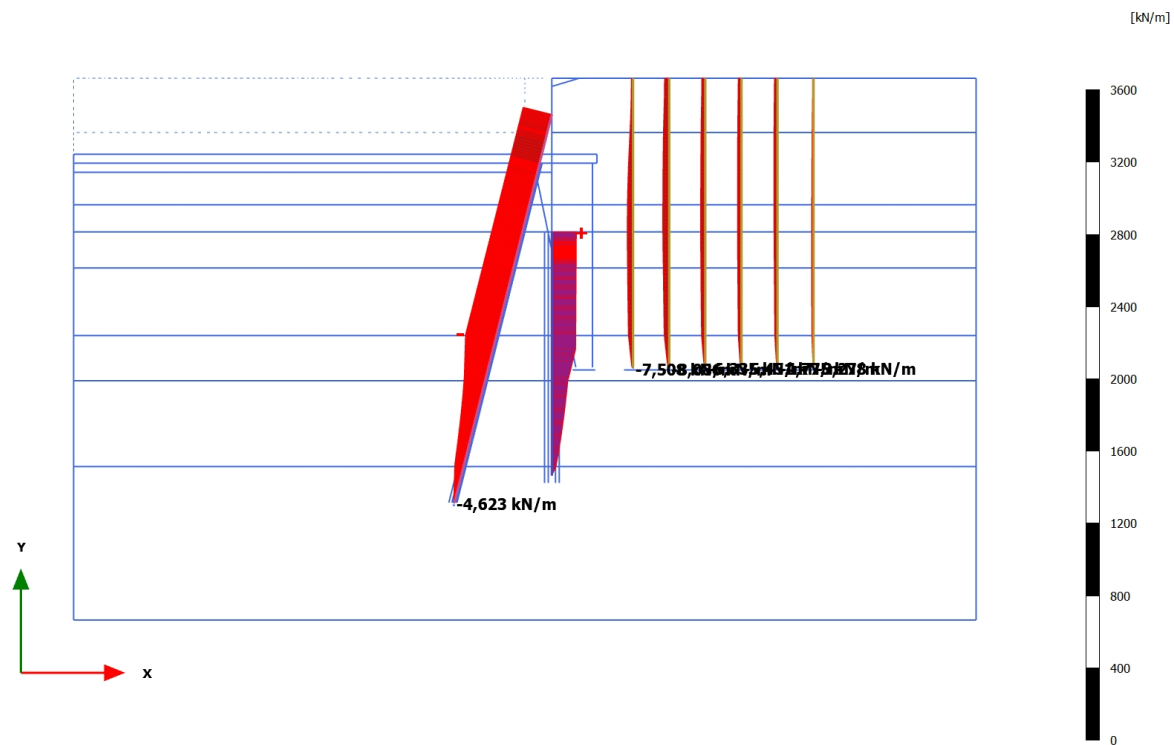
Maximum value = 7,859 kN/m (Element 347 at Node 48916)

Minimum value = -95,13 kN/m (Element 296 at Node 48712)





3.2.2.3.7 Calculation results, Embedded beam row, 5 - Eindsituatie [Phase_6] (6/54), Axial forces N

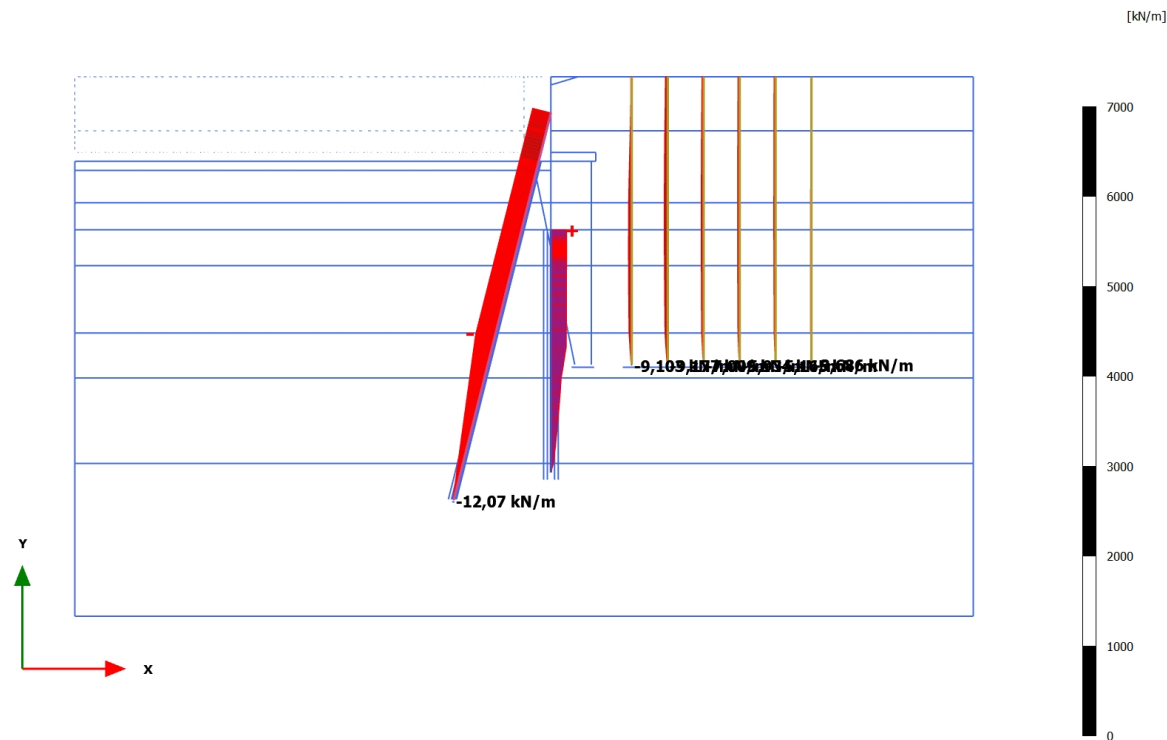


Axial forces N (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 136,1 kN/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -167,7 kN/m (Element 187 at Node 48270)

3.2.2.3.8 Calculation results, Embedded beam row, 6a - Voorbereiding UGT [Phase_7] (7/70), Axial forces N

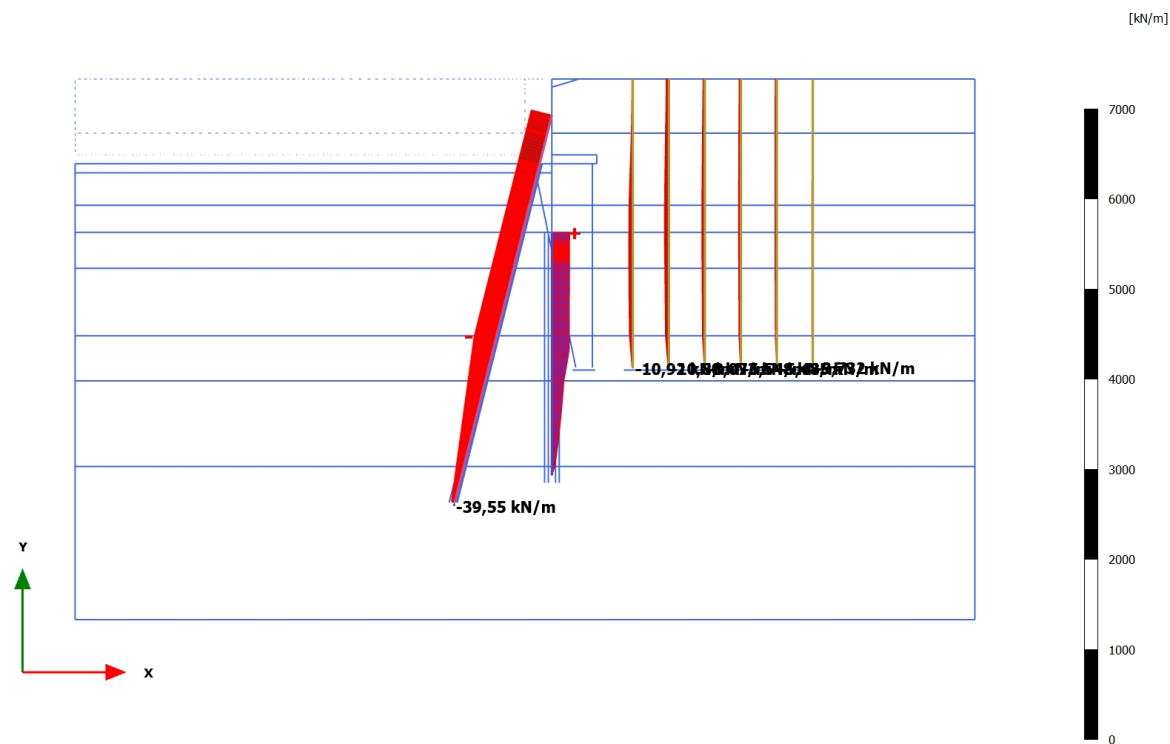


Axial forces N (scaled up $5,00 \cdot 10^{-3}$ times)

Maximum value = 176,4 kN/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -214,0 kN/m (Element 187 at Node 48270)

3.2.2.3.9 Calculation results, Embedded beam row, 6b - Phi-c' reductie [Phase_8] (8/214), Axial forces N



Axial forces N (scaled up $5,00 \cdot 10^{-3}$ times)

Maximum value = 197,8 kN/m (Element 362 at Node 48974)

Minimum value = -241,4 kN/m (Element 187 at Node 48270)



BIJLAGE: BEREKENING DRAAGVERMOGEN (D-FOUNDATIONS)

Report for D-Foundations 19.1

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



Company:	Hektec B.V.
Date of report:	27-9-2019
Time of report:	15:55:15
Report with version:	19.1.1.23780
Date of calculation:	27-9-2019
Time of calculation:	15:54:54
Calculated with version:	19.1.1.23780
File name:	L:\..D-foundation\191056- Bearing Capcity check buis
Project identification:	Amsterdam - Recht Boomssloot Evenzijde Buispaal 191056 D-Foundations 191056- Bearing Capcity check buis

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 2	4
2.6.2 Soil Profile 3	5
2.6.3 Soil Profile 4	6
2.6.4 Soil Profile 5	7
2.6.5 Soil Profile 6	9
2.6.6 Soil Profile 7	10
2.7 Pile Types	12
2.7.1 Pile type : Round 300	12
2.7.2 Pile type : Buispaal 406	12
2.8 Foundation Plan	13
2.8.1 View of Foundation Plan	13
2.9 Excavation Data	13
2.10 Overruled Parameters	14
2.11 Model Options	14
2.12 Model Options	14
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Indication Bearing Capacity	15
3.1 Errors and Warnings	15
3.2 Remarks	15
3.3 Calculation Parameters	15
3.3.1 Pile Factors	15
3.3.2 Pile type : Buispaal 406	16
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Buispaal 406	16
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN	17

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 : Amsterdam - Recht Boomssloot Evenzijde Buispaal
 Title 2 : 191056
 Title 3 : D-Foundations 191056- Bearing Capacity check buis
 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.

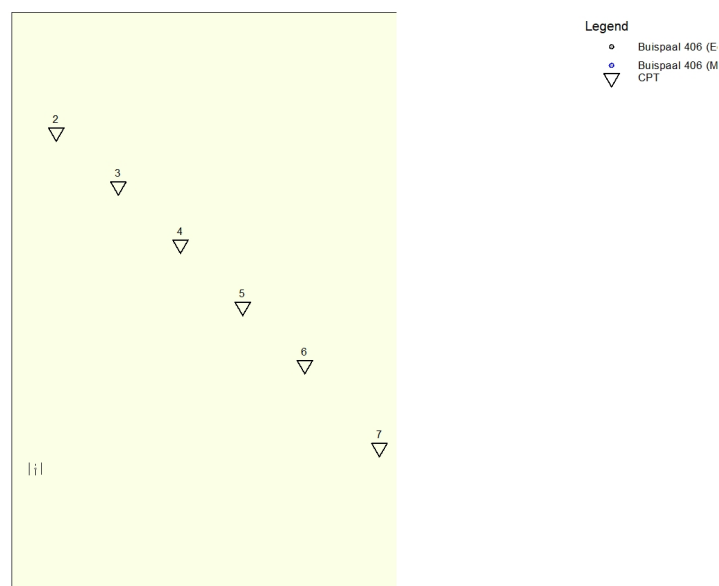
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 6
 Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



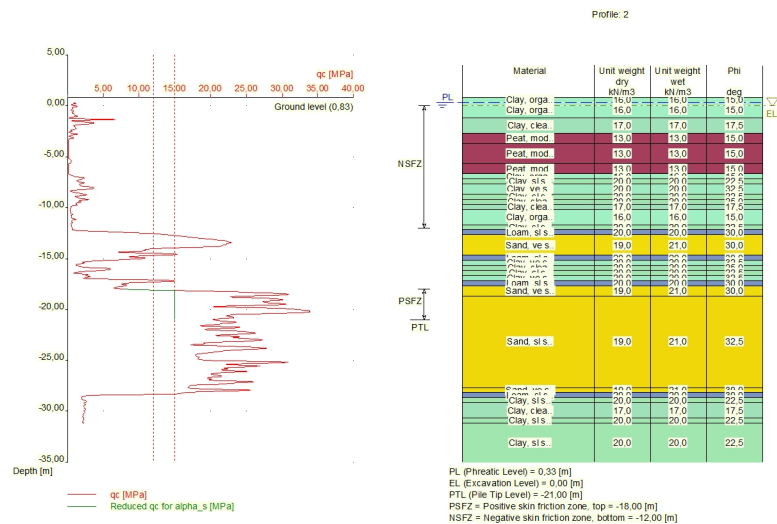
Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
2	-21,00	-18,00	-12,00	122038,00	487265,00
3	-21,00	-17,80	-12,20	122053,00	487252,00
4	-21,00	-17,90	-12,00	122068,00	487238,00
5	-21,00	-18,60	-12,00	122083,00	487223,00
6	-21,00	-15,00	-12,00	122098,00	487209,00
7	-21,00	-15,00	-11,63	122116,00	487189,00

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 6

2.6.1 Soil Profile 2

Belonging to CPT	2
Surface level in [m. reference level] :	0,83
Phreatic level in [m. reference level] :	0,33
Pile tip level in [m. reference level] :	-21,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-18,00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	30



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma:sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,830	16,00	16,00	15,00	Clay	--
2	0,330	16,00	16,00	15,00	Clay	--
3	-1,170	17,00	17,00	17,50	Clay	--
4	-2,670	13,00	13,00	15,00	Peat	--
5	-3,670	13,00	13,00	15,00	Peat	--
6	-5,670	13,00	13,00	15,00	Peat	--
7	-6,670	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-7,170	20,00	20,00	22,50	Clay	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
9	-7,670	20,00	20,00	32,50	Clay	--
10	-8,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	-9,170	20,00	20,00	25,00	Clay	--
12	-9,670	17,00	17,00	17,50	Clay	--
13	-10,170	16,00	16,00	15,00	Clay	--
14	-11,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
15	-12,170	20,00	20,00	30,00	Loam	--
16	-12,670	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-14,670	20,00	20,00	30,00	Loam	--
18	-15,170	20,00	20,00	32,50	Clay	--
19	-15,670	20,00	20,00	25,00	Clay	--
20	-16,170	20,00	20,00	22,50	Clay	--
21	-16,670	20,00	20,00	32,50	Clay	--
22	-17,170	20,00	20,00	30,00	Loam	--
23	-17,670	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
24	-18,670	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
25	-27,670	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
26	-28,170	20,00	20,00	30,00	Loam	--
27	-28,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
28	-29,170	17,00	17,00	17,50	Clay	--
29	-30,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
30	-31,170	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.2 Soil Profile 3

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :

Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

3

0.86

0.36

-21,00

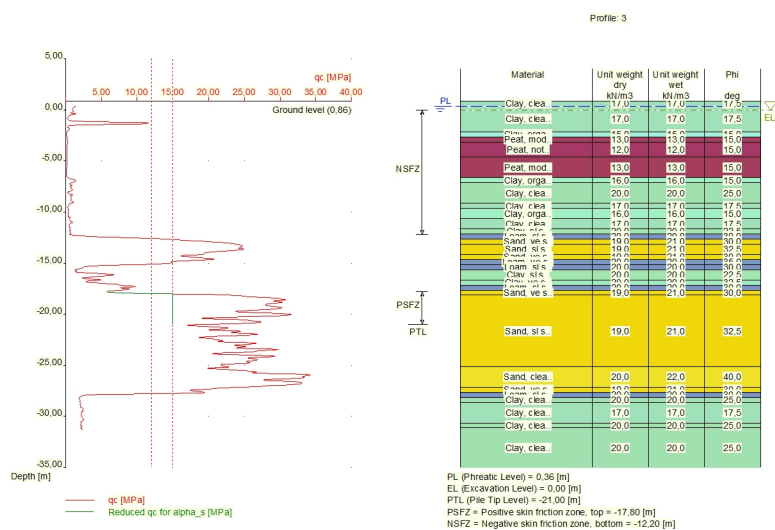
-17,80

-12,20

1.00

0,11

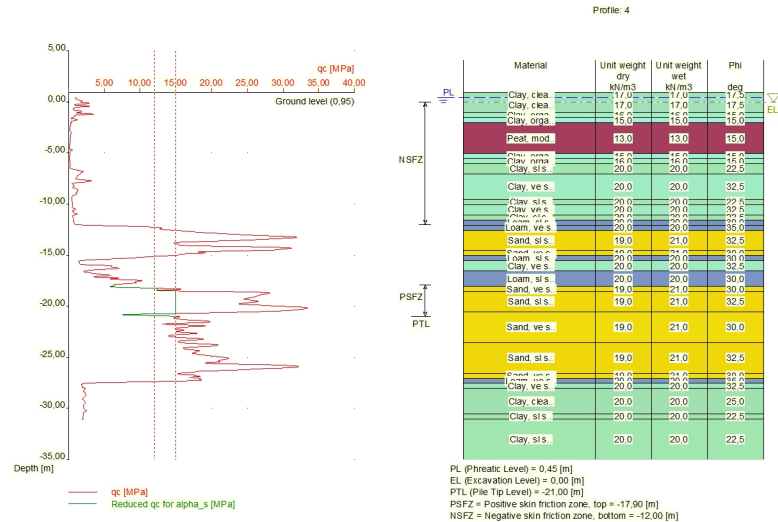
30



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,860	17,00	17,00	17,50	Clay	--
2	0,360	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-2,140	15,00	15,00	15,00	Clay	--
4	-2,640	13,00	13,00	15,00	Peat	--
5	-3,140	12,00	12,00	15,00	Peat	--
6	-4,640	13,00	13,00	15,00	Peat	--
7	-6,640	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-7,140	20,00	20,00	25,00	Clay	--
9	-9,140	17,00	17,00	17,50	Clay	--
10	-9,640	16,00	16,00	15,00	Clay	--
11	-10,640	17,00	17,00	17,50	Clay	--
12	-11,640	20,00	20,00	22,50	Clay	--
13	-12,140	20,00	20,00	30,00	Loam	--
14	-12,640	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
15	-13,140	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
16	-14,140	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-14,640	20,00	20,00	35,00	Loam	--
18	-15,140	20,00	20,00	30,00	Loam	--
19	-15,640	20,00	20,00	22,50	Clay	--
20	-16,640	20,00	20,00	32,50	Clay	--
21	-17,140	20,00	20,00	30,00	Loam	--
22	-17,640	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
23	-18,140	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
24	-25,140	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
25	-27,140	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
26	-27,640	20,00	20,00	30,00	Loam	--
27	-28,140	20,00	20,00	25,00	Clay	--
28	-28,640	17,00	17,00	17,50	Clay	--
29	-30,640	20,00	20,00	25,00	Clay	--
30	-31,140	20,00	20,00	25,00	Clay	--

2.6.3 Soil Profile 4

Belonging to CPT	4
Surface level in [m. reference level] :	0,95
Phreatic level in [m. reference level] :	0,45
Pile tip level in [m. reference level] :	-21,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-17,90
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	29



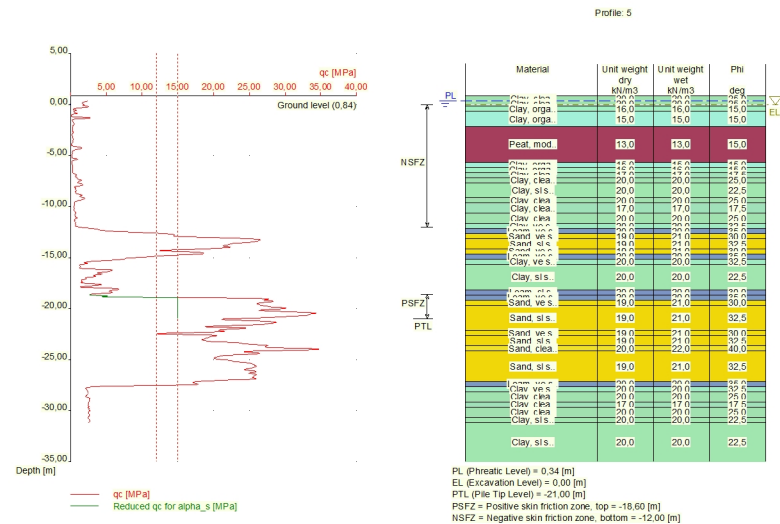
Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,950	17,00	17,00	17,50	Clay	--
2	0,450	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-1,050	16,00	16,00	15,00	Clay	--
4	-1,550	15,00	15,00	15,00	Clay	--
5	-2,050	13,00	13,00	15,00	Peat	--
6	-5,050	15,00	15,00	15,00	Clay	--
7	-5,550	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-6,050	20,00	20,00	22,50	Clay	--
9	-7,050	20,00	20,00	32,50	Clay	--
10	-9,550	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	-10,050	20,00	20,00	32,50	Clay	--
12	-11,050	20,00	20,00	22,50	Clay	--
13	-11,550	20,00	20,00	30,00	Loam	--
14	-12,050	20,00	20,00	35,00	Loam	--
15	-12,550	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
16	-14,550	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-15,050	20,00	20,00	30,00	Loam	--
18	-15,550	20,00	20,00	32,50	Clay	--
19	-16,550	20,00	20,00	30,00	Loam	--
20	-18,050	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
21	-18,550	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
22	-20,550	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
23	-23,550	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
24	-26,550	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-27,050	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-27,550	20,00	20,00	32,50	Clay	--
27	-28,050	20,00	20,00	25,00	Clay	--
28	-30,550	20,00	20,00	22,50	Clay	--
29	-31,050	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.4 Soil Profile 5

Belonging to CPT
 Surface level in [m. reference level] :

5
 0,84

Phreatic level in [m. reference level] :	0,34
Pile tip level in [m. reference level] :	-21,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-18,60
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	36



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,840	20,00	20,00	25,00	Clay	--
2	0,340	20,00	20,00	25,00	Clay	--
3	-0,160	16,00	16,00	15,00	Clay	--
4	-0,660	15,00	15,00	15,00	Clay	--
5	-2,160	13,00	13,00	15,00	Peat	--
6	-5,660	15,00	15,00	15,00	Clay	--
7	-6,160	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-6,660	17,00	17,00	17,50	Clay	--
9	-7,160	20,00	20,00	25,00	Clay	--
10	-7,660	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	-9,160	20,00	20,00	25,00	Clay	--
12	-9,660	17,00	17,00	17,50	Clay	--
13	-10,660	20,00	20,00	25,00	Clay	--
14	-11,660	20,00	20,00	32,50	Clay	--
15	-12,160	20,00	20,00	35,00	Loam	--
16	-12,660	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-13,160	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
18	-14,160	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
19	-14,660	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	-15,160	20,00	20,00	32,50	Clay	--
21	-15,660	20,00	20,00	22,50	Clay	--
22	-18,160	20,00	20,00	30,00	Loam	--
23	-18,660	20,00	20,00	35,00	Loam	--
24	-19,160	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-19,660	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
26	-22,160	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
27	-22,660	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
28	-23,660	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
29	-24,160	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
30	-27,160	20,00	20,00	35,00	Loam	--
31	-27,660	20,00	20,00	32,50	Clay	--
32	-28,160	20,00	20,00	25,00	Clay	--
33	-29,160	17,00	17,00	17,50	Clay	--
34	-29,660	20,00	20,00	25,00	Clay	--
35	-30,660	20,00	20,00	22,50	Clay	--
36	-31,160	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.5 Soil Profile 6

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :

Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

6

0,88

0,38

-21,00

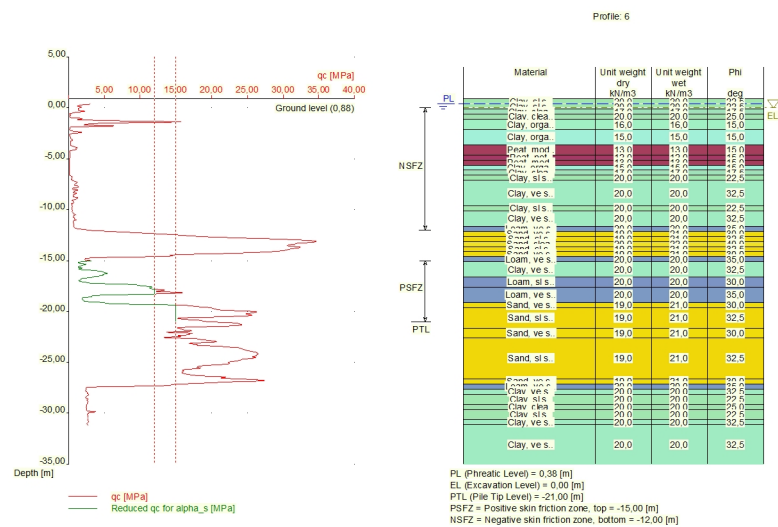
-15,00

-12,00

1,00

0,11

37

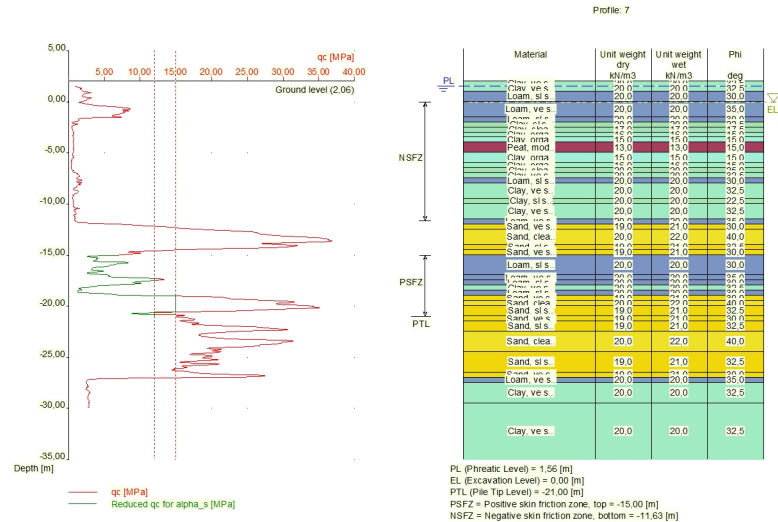


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,880	20,00	20,00	22,50	Clay	--
2	0,380	20,00	20,00	22,50	Clay	--
3	-0,120	17,00	17,00	17,50	Clay	--
4	-0,620	20,00	20,00	25,00	Clay	--
5	-1,120	16,00	16,00	15,00	Clay	--
6	-2,120	15,00	15,00	15,00	Clay	--
7	-3,620	13,00	13,00	15,00	Peat	--
8	-4,620	12,00	12,00	15,00	Peat	--
9	-5,120	13,00	13,00	15,00	Peat	--
10	-5,620	15,00	15,00	15,00	Clay	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
11	-6,120	17,00	17,00	17,50	Clay	--
12	-6,620	20,00	20,00	22,50	Clay	--
13	-7,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--
14	-9,620	20,00	20,00	22,50	Clay	--
15	-10,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--
16	-11,620	20,00	20,00	35,00	Loam	--
17	-12,120	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
18	-12,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
19	-13,120	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
20	-13,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
21	-14,120	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
22	-14,620	20,00	20,00	35,00	Loam	--
23	-15,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--
24	-16,620	20,00	20,00	30,00	Loam	--
25	-17,620	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-19,120	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
27	-19,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
28	-21,620	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
29	-22,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
30	-26,620	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
31	-27,120	20,00	20,00	35,00	Loam	--
32	-27,620	20,00	20,00	32,50	Clay	--
33	-28,120	20,00	20,00	22,50	Clay	--
34	-29,120	20,00	20,00	25,00	Clay	--
35	-29,620	20,00	20,00	22,50	Clay	--
36	-30,620	20,00	20,00	32,50	Clay	--
37	-31,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--

2.6.6 Soil Profile 7

Belonging to CPT	7
Surface level in [m. reference level] :	2,06
Phreatic level in [m. reference level] :	1,56
Pile tip level in [m. reference level] :	-21,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-15,00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-11,63
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	39



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	2,060	20,00	20,00	32,50	Clay	--
2	1,560	20,00	20,00	32,50	Clay	--
3	1,060	20,00	20,00	30,00	Loam	--
4	0,060	20,00	20,00	35,00	Loam	--
5	-1,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
6	-1,940	20,00	20,00	22,50	Clay	--
7	-2,440	17,00	17,00	17,50	Clay	--
8	-2,940	16,00	16,00	15,00	Clay	--
9	-3,440	15,00	15,00	15,00	Clay	--
10	-3,940	13,00	13,00	15,00	Peat	--
11	-4,940	15,00	15,00	15,00	Clay	--
12	-5,940	16,00	16,00	15,00	Clay	--
13	-6,440	20,00	20,00	25,00	Clay	--
14	-6,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
15	-7,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
16	-7,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
17	-9,440	20,00	20,00	22,50	Clay	--
18	-9,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
19	-11,440	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	-11,940	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
21	-12,440	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
22	-13,940	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
23	-14,440	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
24	-14,940	20,00	20,00	30,00	Loam	--
25	-16,940	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-17,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
27	-17,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
28	-18,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
29	-18,940	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
30	-19,440	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
31	-19,940	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
32	-20,940	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
33	-21,440	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
34	-22,440	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
35	-24,440	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
36	-26,440	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
37	-26,940	20,00	20,00	35,00	Loam	--
38	-27,440	20,00	20,00	32,50	Clay	--
39	-29,440	20,00	20,00	32,50	Clay	--

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Round 300

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $0.75 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0000

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for use in load/settlement curve :

1

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

β (user defined : Pile tip, shape factor) :

1,00

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

Pile dimensions :

Diameter [m] : 0,300

2.7.2 Pile type : Buispaal 406

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $0.75 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0000

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for use in load/settlement curve :

1

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile with lost tip

β (user defined : Pile tip, shape factor) :

0,80

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

Pile dimensions :

Diameter at tip [m] : 0,497

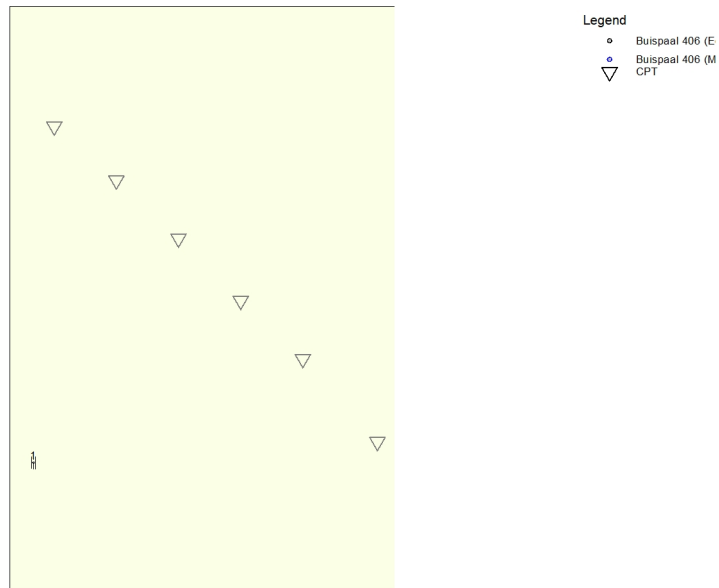
Diameter shaft [m] : 0,406

Effective height enlarged base [m] : 0,000

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1
 Number of collaborating piles* : 1
 * : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

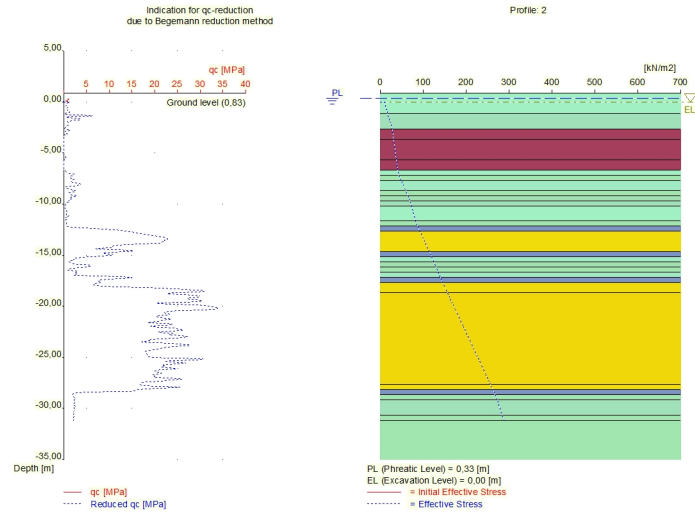
2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	122033,00	487184,00	0,00	0,00	0,00	-2,20

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 0,00
 Reduction model : Begemann
 Distance edge pile to excavation boundary [m] : 0,00



2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] : 1,28
User defined Factor xi4 [-] : 1,03

2.11 Model Options

Use pilegroup for negative skin friction (standard)
Do not create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Use the influence of excavations (standard).

2.12 Model Options

Selected pile types :
-Buispaal 406

Selected profiles :
-2
-3
-4
-5
-6
-7

Trajectory
-begin [m] : -20,00
-end [m] : -23,00
-interval [m] : 0,50

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Indication Bearing Capacity

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.

Pile Type Buispaal 406: Warning : The factor Beta (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Soil profile 2

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 3

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 4

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 5

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 6

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 7

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 section (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.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state EQU/STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
ξ_3 (user defined) :	1,28
ξ_4 (user defined) :	1,03

3.3.2 Pile type : Buispaal 406

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $0.75 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat :

0,0000

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for use in load/settlement curve :

1

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile with lost tip

beta (user defined : Pile tip, shape factor) :

0,80

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) :

1,00

Pile dimensions :

Diameter at tip [m] :

0,497

Diameter shaft [m] :

0,406

Effective height enlarged base [m] :

0,000

Number/Name CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
0:2	0,0090	--	0,6300
1:3	0,0090	--	0,6300
2:4	0,0090	--	0,6300
3:5	0,0090	--	0,6300
4:6	0,0090	--	0,6300
5:7	0,0090	--	0,6300

3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Buispaal 406

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
0:2	-20.00	1563	337	1900	1237	122	122	1115
0:2	-20.50	1609	423	2032	1323	122	122	1201
0:2	-21.00	1695	509	2204	1435	122	122	1313
0:2	-21.50	1717	595	2312	1505	122	122	1383
0:2	-22.00	1790	681	2471	1609	122	122	1487
0:2	-22.50	1787	767	2554	1663	122	122	1541
0:2	-23.00	1756	853	2609	1699	122	122	1577
1:3	-20.00	1512	362	1874	1220	121	121	1099
1:3	-20.50	1580	448	2028	1320	121	121	1199
1:3	-21.00	1622	535	2157	1404	121	121	1283
1:3	-21.50	1767	621	2388	1555	121	121	1434
1:3	-22.00	1808	707	2515	1637	121	121	1516
1:3	-22.50	1937	793	2730	1777	121	121	1656
1:3	-23.00	1970	879	2849	1855	121	121	1734
2:4	-20.00	1018	316	1334	868	132	132	736
2:4	-20.50	887	402	1289	839	132	132	707
2:4	-21.00	1054	469	1523	992	132	132	860
2:4	-21.50	1109	554	1663	1083	132	132	951
2:4	-22.00	1148	638	1786	1163	132	132	1031
2:4	-22.50	1190	690	1880	1224	132	132	1092
2:4	-23.00	1285	764	2049	1334	132	132	1202

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
3:5	-20.00	1432	145	1577	1027	116	116	911
3:5	-20.50	1173	231	1404	914	116	116	798
3:5	-21.00	1188	317	1505	980	116	116	864
3:5	-21.50	1214	403	1617	1053	116	116	937
3:5	-22.00	1222	489	1711	1114	116	116	998
3:5	-22.50	1433	571	2004	1305	116	116	1189
3:5	-23.00	1568	656	2224	1448	116	116	1332
4:6	-20.00	1064	130	1194	777	141	141	636
4:6	-20.50	1041	216	1257	818	141	141	677
4:6	-21.00	1090	302	1392	906	141	141	765
4:6	-21.50	1107	388	1495	973	141	141	832
4:6	-22.00	1169	445	1614	1051	141	141	910
4:6	-22.50	1347	520	1867	1215	141	141	1074
4:6	-23.00	1480	644	2124	1383	141	141	1242
5:7	-20.00	925	180	1105	719	163	163	556
5:7	-20.50	747	266	1013	660	163	163	497
5:7	-21.00	1031	332	1363	887	163	163	724
5:7	-21.50	1183	424	1607	1046	163	163	883
5:7	-22.00	1443	510	1953	1271	163	163	1108
5:7	-22.50	1452	596	2048	1333	163	163	1170
5:7	-23.00	1582	682	2264	1474	163	163	1311

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Buispaal 406 Rc;net;d [kN]
0:2	0,83	-20,00	1115,00
0:2	0,83	-20,50	1201,00
0:2	0,83	-21,00	1313,00
0:2	0,83	-21,50	1383,00
0:2	0,83	-22,00	1487,00
0:2	0,83	-22,50	1541,00
0:2	0,83	-23,00	1577,00
1:3	0,86	-20,00	1099,00
1:3	0,86	-20,50	1199,00
1:3	0,86	-21,00	1283,00
1:3	0,86	-21,50	1434,00
1:3	0,86	-22,00	1516,00
1:3	0,86	-22,50	1656,00
1:3	0,86	-23,00	1734,00
2:4	0,95	-20,00	736,00
2:4	0,95	-20,50	707,00
2:4	0,95	-21,00	860,00
2:4	0,95	-21,50	951,00
2:4	0,95	-22,00	1031,00
2:4	0,95	-22,50	1092,00
2:4	0,95	-23,00	1202,00
3:5	0,84	-20,00	911,00
3:5	0,84	-20,50	798,00
3:5	0,84	-21,00	864,00
3:5	0,84	-21,50	937,00
3:5	0,84	-22,00	998,00
3:5	0,84	-22,50	1189,00
3:5	0,84	-23,00	1332,00
4:6	0,88	-20,00	636,00
4:6	0,88	-20,50	677,00
4:6	0,88	-21,00	765,00
4:6	0,88	-21,50	832,00
4:6	0,88	-22,00	910,00
4:6	0,88	-22,50	1074,00
4:6	0,88	-23,00	1242,00
5:7	2,06	-20,00	556,00

Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Buispaal 406 Rc;net;d [kN]
5:7	2,06	-20,50	497,00
5:7	2,06	-21,00	724,00
5:7	2,06	-21,50	883,00
5:7	2,06	-22,00	1108,00
5:7	2,06	-22,50	1170,00
5:7	2,06	-23,00	1311,00

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

End of Report



Berekening draagvermogen conform de NEN-EN 9997-1:2016 (nl), juni 2016, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels

Werk: Recht Boomssloot Evenzijde
Plaats: Amsterdam
Werknr.: 19.1056
Datum: 27 september 2019

<u>Paaltype</u>	Buis
Paalbelasting max.	1000 kN

$$F_{s;nk} = 163 \text{ kN/m}^1$$
$$D_{\text{punt}} = 0,497 \text{ m}^1$$
$$D_{\text{schacht}} = 0,406 \text{ m}^1$$

Dschacht;GI = 0,497 m¹

$$A_{\text{punt}} = 0,194 \text{ m}^2$$
$$O_{\text{schacht}} = 1,275 \text{ m}^1$$

Oschacht;GI = 1,561 m¹

$$\alpha_p = 0$$
$$\beta = 0,8$$
 $\alpha_s = 0$ $\xi_3 = 1,28$ (gemiddelde) $\xi_4 = 1,03$ (minimaal) $\gamma_m = 1,20$

Sondering	Paalpuntniveau	R _{b,cal}	R _{s,cal}	R _{c,cal}	R _{c,cal,gem}	σ	R _{(c,cal)/gem}	R _{(c,cal)/min}	R _{(c,cal)/gem} /ε ₃	R _{(c,cal)/min} /ε ₄	R _{c,k}	R _{c,d}	F _{nk,d}	R _{c,d,netto}
nr.	[NAP – m ¹]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
2	-20,00	1563	337	1900	1497	311,71	1.497	1.105	1.170	1073	1.073	894	208	686
3	-20,00	1512	362	1874										
4	-20,00	1018	316	1334										
5	-20,00	1432	145	1577										
6	-20,00	1064	130	1194										
7	-20,00	925	180	1105										
2	-20,50	1609	423	2032	1504	389,80	1.504	1.013	1.175	983	983	820	208	612
3	-20,50	1580	448	2028										
4	-20,50	887	402	1289										
5	-20,50	1173	231	1404										
6	-20,50	1041	216	1257										
7	-20,50	747	266	1013										
2	-21,00	1695	509	2204	1691	351,22	1.691	1.363	1.321	1323	1.321	1.101	208	893
3	-21,00	1622	535	2157										
4	-21,00	1054	469	1523										
5	-21,00	1188	317	1505										
6	-21,00	1090	302	1392										
7	-21,00	1031	332	1363										
2	-21,50	1717	595	2312	1847	359,90	1.847	1.495	1.443	1451	1.443	1.202	208	995
3	-21,50	1767	621	2388										
4	-21,50	1109	554	1663										
5	-21,50	1214	403	1617										
6	-21,50	1107	388	1495										
7	-21,50	1183	424	1607										



Berekening draagvermogen conform de NEN-EN 9997-1:2016 (nl), juni 2016, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels

Werk: Recht Boomssloot Evenzijde
Plaats: Amsterdam
Werknr.: 19.1056
Datum: 27 september 2019

<u>Paaltype</u>	Buis
Paalbelasting max.	1000 kN

$$F_{s;nk} = 163 \text{ kN/m}^1$$
$$D_{\text{punt}} = 0,497 \text{ m}^1$$
$$D_{\text{schacht}} = 0,406 \text{ m}^1$$

Dschacht;GI = 0,497 m¹

$$A_{\text{punt}} = 0,194 \text{ m}^2$$
$$O_{\text{schacht}} = 1,275 \text{ m}^1$$

Oschacht;GI = 1,561 m'

$$\alpha_p = 0$$
$$\beta = 0,8$$
$$\alpha_s = 0$$
$$\xi_3 = 1,28 \quad (\text{gemiddelde})$$
 $\xi_4 = 1,03$ (minimaal)
$$\gamma_m = 1,20$$

Sondering	Paalpuntniveau	R _{b,cal}	R _{s,cal}	R _{c,cal}	R _{c,cal,gem}	σ	R _{(c,cal),gem}	R _{(c,cal),min}	R _{(c,cal),gem} / ξ ₃	R _{(c,cal),min} / ξ ₄	R _{c,k}	R _{c,d}	F _{nk,d}	R _{c,d,netto}
nr.	[NAP – m ¹]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
2	-22,00	1790	681	2471	2008	357,58	2.008	1.614	1.569	1567	1.567	1.306	208	1.098
3	-22,00	1808	707	2515										
4	-22,00	1148	638	1786										
5	-22,00	1222	489	1711										
6	-22,00	1169	445	1614										
7	-22,00	1443	510	1953										
2	-22,50	1787	767	2554	2181	336,34	2.181	1.867	1.704	1813	1.704	1.420	208	1.212
3	-22,50	1937	793	2730										
4	-22,50	1190	690	1880										
5	-22,50	1433	571	2004										
6	-22,50	1347	520	1867										
7	-22,50	1452	596	2048										
2	-23,00	1756	853	2609	2353	283,13	2.353	2.049	1.838	1989	1.838	1.532	208	1.324
3	-23,00	1970	879	2849										
4	-23,00	1285	764	2049										
5	-23,00	1568	656	2224										
6	-23,00	1480	644	2124										
7	-23,00	1582	682	2264										

Report for D-Foundations 19.1

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



Company: Hektec B.V.

Date of report: 27-9-2019

Time of report: 15:54:16

Report with version: 19.1.1.23780

Date of calculation: 27-9-2019

Time of calculation: 15:52:49

Calculated with version: 19.1.1.23780

File name: L:\..D-foundation\191056- Bearing Capcity check

Project identification: Amsterdam - Recht Boomssloot Evenzijde schroefinje
191056

D-Foundations 191056- Bearing Capcity check

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 2	4
2.6.2 Soil Profile 3	5
2.6.3 Soil Profile 4	6
2.6.4 Soil Profile 5	7
2.6.5 Soil Profile 6	9
2.6.6 Soil Profile 7	10
2.7 Pile Types	12
2.7.1 Pile type : Round 300	12
2.7.2 Pile type : Buispaal 406	12
2.8 Foundation Plan	13
2.8.1 View of Foundation Plan	13
2.9 Excavation Data	13
2.10 Overruled Parameters	14
2.11 Model Options	14
2.12 Model Options	14
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Indication Bearing Capacity	15
3.1 Errors and Warnings	15
3.2 Remarks	15
3.3 Calculation Parameters	15
3.3.1 Pile Factors	15
3.3.2 Pile type : Round 300	16
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Round 300	16
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN	17

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 : Amsterdam - Recht Boomssloot Evenzijde schroefinje
 Title 2 : 191056
 Title 3 : D-Foundations 191056- Bearing Capcity check
 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.

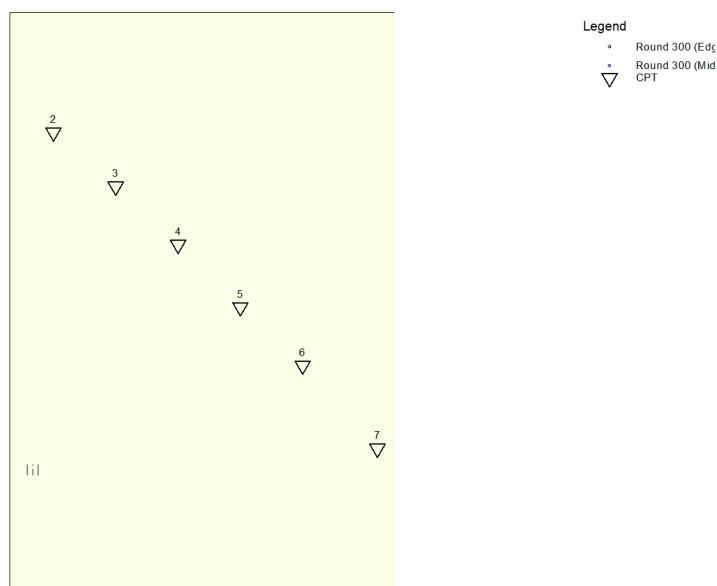
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 6
 Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



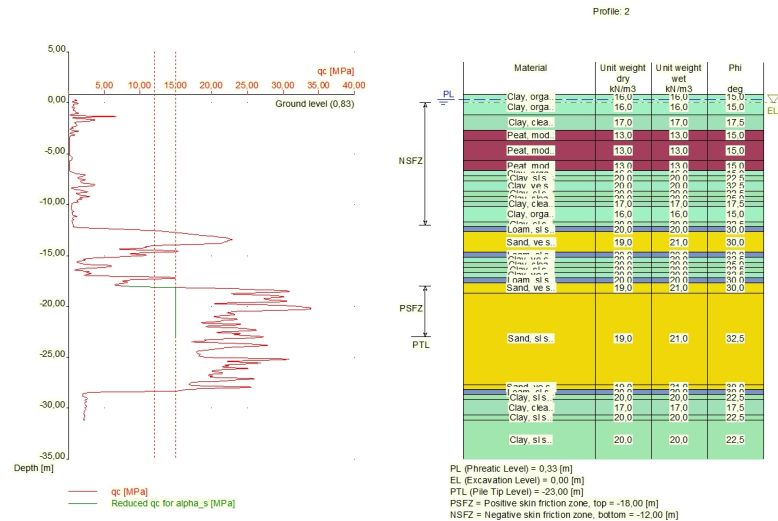
Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]
2	-23,00	-18,00	-12,00	122038,00	487265,00
3	-23,00	-17,80	-12,20	122053,00	487252,00
4	-23,00	-17,90	-12,00	122068,00	487238,00
5	-23,00	-18,60	-12,00	122083,00	487223,00
6	-23,00	-15,00	-12,00	122098,00	487209,00
7	-23,00	-15,00	-11,63	122116,00	487189,00

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 6

2.6.1 Soil Profile 2

Belonging to CPT 2
 Surface level in [m. reference level] : 0,83
 Phreatic level in [m. reference level] : 0,33
 Pile tip level in [m. reference level] : -23,00
 Top of positive skin friction zone in [m. reference level] : -18,00
 Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] : -12,00
 OCR-value foundation layer : 1,00
 Expected groundlevel settlement in [m] : 0,11
 Number of layers in profile : 30



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m³]	Gamma,sat [kN/m³]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,830	16,00	16,00	15,00	Clay	--
2	0,330	16,00	16,00	15,00	Clay	--
3	-1,170	17,00	17,00	17,50	Clay	--
4	-2,670	13,00	13,00	15,00	Peat	--
5	-3,670	13,00	13,00	15,00	Peat	--
6	-5,670	13,00	13,00	15,00	Peat	--
7	-6,670	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-7,170	20,00	20,00	22,50	Clay	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
9	-7,670	20,00	20,00	32,50	Clay	--
10	-8,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	-9,170	20,00	20,00	25,00	Clay	--
12	-9,670	17,00	17,00	17,50	Clay	--
13	-10,170	16,00	16,00	15,00	Clay	--
14	-11,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
15	-12,170	20,00	20,00	30,00	Loam	--
16	-12,670	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-14,670	20,00	20,00	30,00	Loam	--
18	-15,170	20,00	20,00	32,50	Clay	--
19	-15,670	20,00	20,00	25,00	Clay	--
20	-16,170	20,00	20,00	22,50	Clay	--
21	-16,670	20,00	20,00	32,50	Clay	--
22	-17,170	20,00	20,00	30,00	Loam	--
23	-17,670	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
24	-18,670	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
25	-27,670	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
26	-28,170	20,00	20,00	30,00	Loam	--
27	-28,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
28	-29,170	17,00	17,00	17,50	Clay	--
29	-30,670	20,00	20,00	22,50	Clay	--
30	-31,170	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.2 Soil Profile 3

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :

Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

3

0,86

0,36

-23,00

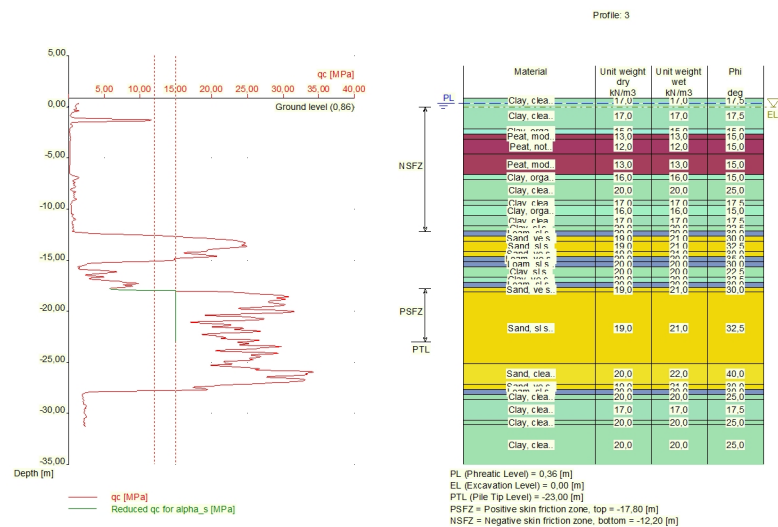
-17,80

-12,20

1,00

0,11

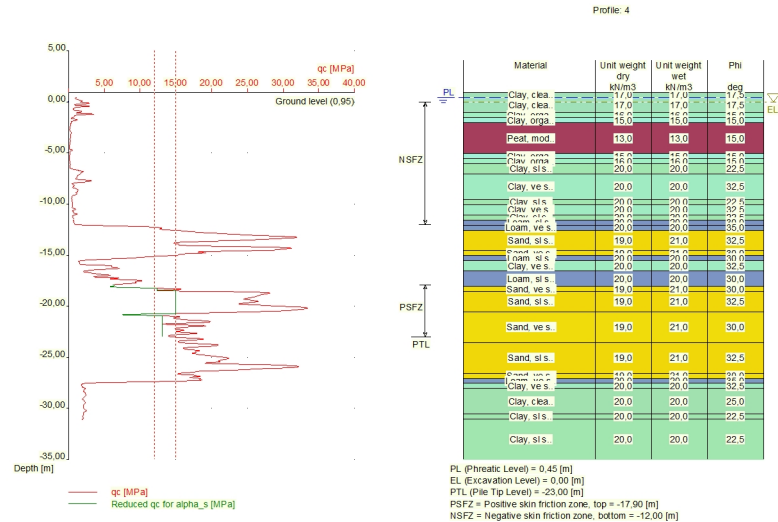
30



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,860	17,00	17,00	17,50	Clay	--
2	0,360	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-2,140	15,00	15,00	15,00	Clay	--
4	-2,640	13,00	13,00	15,00	Peat	--
5	-3,140	12,00	12,00	15,00	Peat	--
6	-4,640	13,00	13,00	15,00	Peat	--
7	-6,640	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-7,140	20,00	20,00	25,00	Clay	--
9	-9,140	17,00	17,00	17,50	Clay	--
10	-9,640	16,00	16,00	15,00	Clay	--
11	-10,640	17,00	17,00	17,50	Clay	--
12	-11,640	20,00	20,00	22,50	Clay	--
13	-12,140	20,00	20,00	30,00	Loam	--
14	-12,640	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
15	-13,140	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
16	-14,140	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-14,640	20,00	20,00	35,00	Loam	--
18	-15,140	20,00	20,00	30,00	Loam	--
19	-15,640	20,00	20,00	22,50	Clay	--
20	-16,640	20,00	20,00	32,50	Clay	--
21	-17,140	20,00	20,00	30,00	Loam	--
22	-17,640	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
23	-18,140	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
24	-25,140	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
25	-27,140	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
26	-27,640	20,00	20,00	30,00	Loam	--
27	-28,140	20,00	20,00	25,00	Clay	--
28	-28,640	17,00	17,00	17,50	Clay	--
29	-30,640	20,00	20,00	25,00	Clay	--
30	-31,140	20,00	20,00	25,00	Clay	--

2.6.3 Soil Profile 4

Belonging to CPT	4
Surface level in [m. reference level] :	0,95
Phreatic level in [m. reference level] :	0,45
Pile tip level in [m. reference level] :	-23,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-17,90
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	29



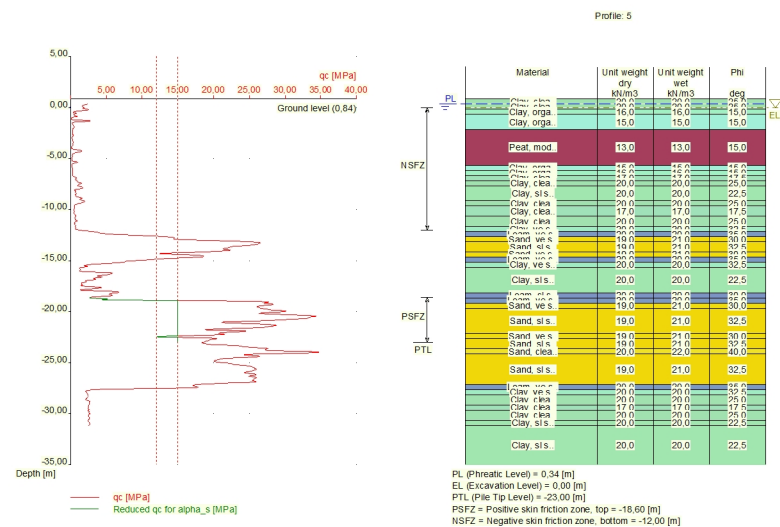
Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma,sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,950	17,00	17,00	17,50	Clay	--
2	0,450	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-1,050	16,00	16,00	15,00	Clay	--
4	-1,550	15,00	15,00	15,00	Clay	--
5	-2,050	13,00	13,00	15,00	Peat	--
6	-5,050	15,00	15,00	15,00	Clay	--
7	-5,550	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-6,050	20,00	20,00	22,50	Clay	--
9	-7,050	20,00	20,00	32,50	Clay	--
10	-9,550	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	-10,050	20,00	20,00	32,50	Clay	--
12	-11,050	20,00	20,00	22,50	Clay	--
13	-11,550	20,00	20,00	30,00	Loam	--
14	-12,050	20,00	20,00	35,00	Loam	--
15	-12,550	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
16	-14,550	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-15,050	20,00	20,00	30,00	Loam	--
18	-15,550	20,00	20,00	32,50	Clay	--
19	-16,550	20,00	20,00	30,00	Loam	--
20	-18,050	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
21	-18,550	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
22	-20,550	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
23	-23,550	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
24	-26,550	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-27,050	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-27,550	20,00	20,00	32,50	Clay	--
27	-28,050	20,00	20,00	25,00	Clay	--
28	-30,550	20,00	20,00	22,50	Clay	--
29	-31,050	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.4 Soil Profile 5

Belonging to CPT
 Surface level in [m. reference level] :

5
 0,84

Phreatic level in [m. reference level] :	0,34
Pile tip level in [m. reference level] :	-23,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-18,60
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	36



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,840	20,00	20,00	25,00	Clay	--
2	0,340	20,00	20,00	25,00	Clay	--
3	-0,160	16,00	16,00	15,00	Clay	--
4	-0,660	15,00	15,00	15,00	Clay	--
5	-2,160	13,00	13,00	15,00	Peat	--
6	-5,660	15,00	15,00	15,00	Clay	--
7	-6,160	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-6,660	17,00	17,00	17,50	Clay	--
9	-7,160	20,00	20,00	25,00	Clay	--
10	-7,660	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	-9,160	20,00	20,00	25,00	Clay	--
12	-9,660	17,00	17,00	17,50	Clay	--
13	-10,660	20,00	20,00	25,00	Clay	--
14	-11,660	20,00	20,00	32,50	Clay	--
15	-12,160	20,00	20,00	35,00	Loam	--
16	-12,660	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	-13,160	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
18	-14,160	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
19	-14,660	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	-15,160	20,00	20,00	32,50	Clay	--
21	-15,660	20,00	20,00	22,50	Clay	--
22	-18,160	20,00	20,00	30,00	Loam	--
23	-18,660	20,00	20,00	35,00	Loam	--
24	-19,160	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-19,660	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
26	-22,160	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
27	-22,660	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
28	-23,660	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
29	-24,160	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
30	-27,160	20,00	20,00	35,00	Loam	--
31	-27,660	20,00	20,00	32,50	Clay	--
32	-28,160	20,00	20,00	25,00	Clay	--
33	-29,160	17,00	17,00	17,50	Clay	--
34	-29,660	20,00	20,00	25,00	Clay	--
35	-30,660	20,00	20,00	22,50	Clay	--
36	-31,160	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.5 Soil Profile 6

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :

Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

6

0,88

0,38

-23,00

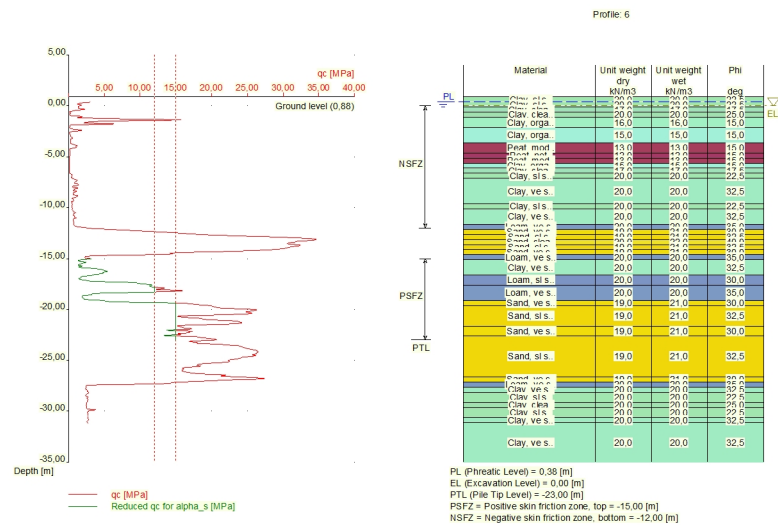
-15,00

-12,00

1,00

0,11

37

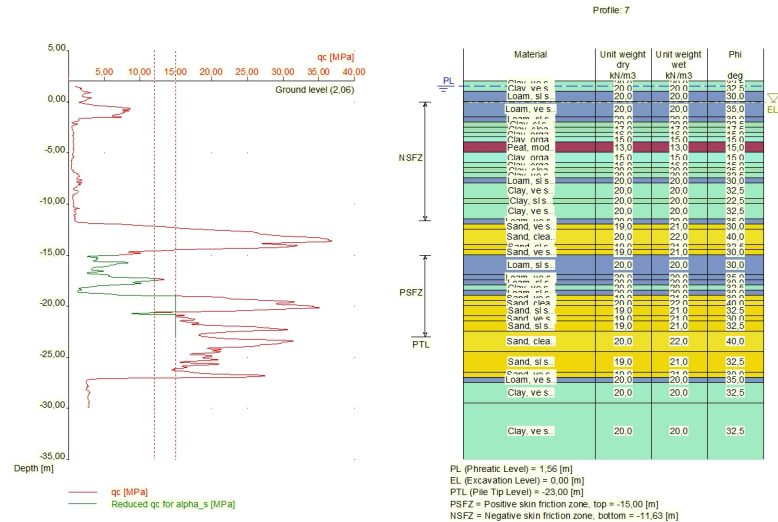


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,880	20,00	20,00	22,50	Clay	--
2	0,380	20,00	20,00	22,50	Clay	--
3	-0,120	17,00	17,00	17,50	Clay	--
4	-0,620	20,00	20,00	25,00	Clay	--
5	-1,120	16,00	16,00	15,00	Clay	--
6	-2,120	15,00	15,00	15,00	Clay	--
7	-3,620	13,00	13,00	15,00	Peat	--
8	-4,620	12,00	12,00	15,00	Peat	--
9	-5,120	13,00	13,00	15,00	Peat	--
10	-5,620	15,00	15,00	15,00	Clay	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
11	-6,120	17,00	17,00	17,50	Clay	--
12	-6,620	20,00	20,00	22,50	Clay	--
13	-7,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--
14	-9,620	20,00	20,00	22,50	Clay	--
15	-10,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--
16	-11,620	20,00	20,00	35,00	Loam	--
17	-12,120	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
18	-12,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
19	-13,120	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
20	-13,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
21	-14,120	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
22	-14,620	20,00	20,00	35,00	Loam	--
23	-15,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--
24	-16,620	20,00	20,00	30,00	Loam	--
25	-17,620	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-19,120	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
27	-19,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
28	-21,620	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
29	-22,620	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
30	-26,620	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
31	-27,120	20,00	20,00	35,00	Loam	--
32	-27,620	20,00	20,00	32,50	Clay	--
33	-28,120	20,00	20,00	22,50	Clay	--
34	-29,120	20,00	20,00	25,00	Clay	--
35	-29,620	20,00	20,00	22,50	Clay	--
36	-30,620	20,00	20,00	32,50	Clay	--
37	-31,120	20,00	20,00	32,50	Clay	--

2.6.6 Soil Profile 7

Belonging to CPT	7
Surface level in [m. reference level] :	2,06
Phreatic level in [m. reference level] :	1,56
Pile tip level in [m. reference level] :	-23,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-15,00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-11,63
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	39



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	2,060	20,00	20,00	32,50	Clay	--
2	1,560	20,00	20,00	32,50	Clay	--
3	1,060	20,00	20,00	30,00	Loam	--
4	0,060	20,00	20,00	35,00	Loam	--
5	-1,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
6	-1,940	20,00	20,00	22,50	Clay	--
7	-2,440	17,00	17,00	17,50	Clay	--
8	-2,940	16,00	16,00	15,00	Clay	--
9	-3,440	15,00	15,00	15,00	Clay	--
10	-3,940	13,00	13,00	15,00	Peat	--
11	-4,940	15,00	15,00	15,00	Clay	--
12	-5,940	16,00	16,00	15,00	Clay	--
13	-6,440	20,00	20,00	25,00	Clay	--
14	-6,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
15	-7,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
16	-7,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
17	-9,440	20,00	20,00	22,50	Clay	--
18	-9,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
19	-11,440	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	-11,940	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
21	-12,440	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
22	-13,940	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
23	-14,440	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
24	-14,940	20,00	20,00	30,00	Loam	--
25	-16,940	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-17,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
27	-17,940	20,00	20,00	32,50	Clay	--
28	-18,440	20,00	20,00	30,00	Loam	--
29	-18,940	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
30	-19,440	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
31	-19,940	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
32	-20,940	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
33	-21,440	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
34	-22,440	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
35	-24,440	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
36	-26,440	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
37	-26,940	20,00	20,00	35,00	Loam	--
38	-27,440	20,00	20,00	32,50	Clay	--
39	-29,440	20,00	20,00	32,50	Clay	--

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Round 300

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $0.75 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0000

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for use in load/settlement curve :

1

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

β (user defined : Pile tip, shape factor) :

1,00

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

Pile dimensions :

Diameter [m] : 0,300

2.7.2 Pile type : Buispaal 406

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $0.75 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Screw pile, cast in place, lost tip

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0000

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for use in load/settlement curve :

1

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile with lost tip

β (user defined : Pile tip, shape factor) :

1,00

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

Pile dimensions :

Diameter at tip [m] : 0,497

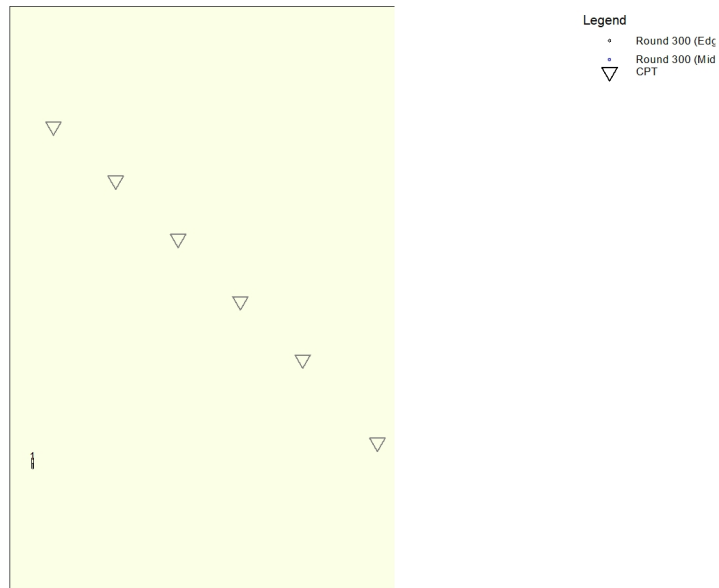
Diameter shaft [m] : 0,406

Effective height enlarged base [m] : 0,000

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1
 Number of collaborating piles* : 1
 * : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

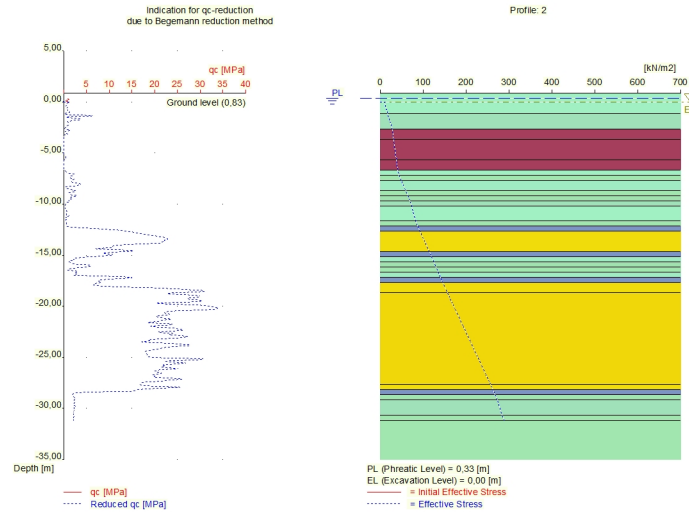
2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	122033,00	487184,00	0,00	0,00	0,00	-2,20

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 0,00
 Reduction model : Begemann
 Distance edge pile to excavation boundary [m] : 0,00



2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] : 1,28

User defined Factor xi4 [-] : 1,03

2.11 Model Options

Use pilegroup for negative skin friction (standard)

Do not create intermediate results file

Use reduction for continuous flight auger piles (standard)

Use the influence of excavations (standard).

2.12 Model Options

Selected pile types :

- Round 300

Selected profiles :

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Trajectory

- begin [m] : -20,00
- end [m] : -23,00
- interval [m] : 0,50

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Indication Bearing Capacity

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.

Pile Type Round 300: Warning : The factor Beta (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Soil profile 2

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 3

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 4

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 5

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 6

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

Soil profile 7

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,20 m relative to reference level.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 section (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.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state EQU/STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
ξ_3 (user defined) :	1,28
ξ_4 (user defined) :	1,03

3.3.2 Pile type : Round 300

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered not to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $0.75 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat :

0,0000

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Screw pile, cast in place, with grout

Pile type for use in load/settlement curve :

1

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (user defined : Pile tip, shape factor) :

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) :

1,00

Pile dimensions :

Diameter [m] :

0,300

Number/Name CPT	α_s Sand/ Gravel	α_s Clay/Loam Peat	α_p
0:2	0,0090	--	0,6300
1:3	0,0090	--	0,6300
2:4	0,0090	--	0,6300
3:5	0,0090	--	0,6300
4:6	0,0090	--	0,6300
5:7	0,0090	--	0,6300

3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Round 300

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
0:2	-20.00	891	249	1140	742	90	90	652
0:2	-20.50	846	313	1159	755	90	90	665
0:2	-21.00	843	376	1219	794	90	90	704
0:2	-21.50	839	440	1279	833	90	90	743
0:2	-22.00	894	503	1397	910	90	90	820
0:2	-22.50	814	567	1381	899	90	90	809
0:2	-23.00	800	631	1431	932	90	90	842
1:3	-20.00	788	268	1056	687	90	90	597
1:3	-20.50	816	331	1147	747	90	90	657
1:3	-21.00	765	395	1160	755	90	90	665
1:3	-21.50	834	459	1293	842	90	90	752
1:3	-22.00	828	522	1350	879	90	90	789
1:3	-22.50	867	586	1453	946	90	90	856
1:3	-23.00	913	649	1562	1017	90	90	927
2:4	-20.00	503	233	736	479	98	98	381
2:4	-20.50	428	297	725	472	98	98	374
2:4	-21.00	494	346	840	547	98	98	449
2:4	-21.50	523	410	933	607	98	98	509
2:4	-22.00	547	472	1019	663	98	98	565
2:4	-22.50	577	510	1087	708	98	98	610
2:4	-23.00	632	565	1197	779	98	98	681
3:5	-20.00	790	107	897	584	86	86	498
3:5	-20.50	856	170	1026	668	86	86	582

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
3:5	-21.00	846	234	1080	703	86	86	617
3:5	-21.50	624	298	922	600	86	86	514
3:5	-22.00	599	361	960	625	86	86	539
3:5	-22.50	669	422	1091	710	86	86	624
3:5	-23.00	701	485	1186	772	86	86	686
4:6	-20.00	541	96	637	415	104	104	311
4:6	-20.50	551	160	711	463	104	104	359
4:6	-21.00	591	223	814	530	104	104	426
4:6	-21.50	597	287	884	576	104	104	472
4:6	-22.00	608	329	937	610	104	104	506
4:6	-22.50	628	385	1013	660	104	104	556
4:6	-23.00	688	476	1164	758	104	104	654
5:7	-20.00	454	133	587	382	120	120	262
5:7	-20.50	375	197	572	372	120	120	252
5:7	-21.00	533	246	779	507	120	120	387
5:7	-21.50	603	313	916	596	120	120	476
5:7	-22.00	720	377	1097	714	120	120	594
5:7	-22.50	721	441	1162	757	120	120	637
5:7	-23.00	808	504	1312	854	120	120	734

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Round 300 Rc;net;d [kN]
0:2	0,83	-20,00	652,00
0:2	0,83	-20,50	665,00
0:2	0,83	-21,00	704,00
0:2	0,83	-21,50	743,00
0:2	0,83	-22,00	820,00
0:2	0,83	-22,50	809,00
0:2	0,83	-23,00	842,00
1:3	0,86	-20,00	597,00
1:3	0,86	-20,50	657,00
1:3	0,86	-21,00	665,00
1:3	0,86	-21,50	752,00
1:3	0,86	-22,00	789,00
1:3	0,86	-22,50	856,00
1:3	0,86	-23,00	927,00
2:4	0,95	-20,00	381,00
2:4	0,95	-20,50	374,00
2:4	0,95	-21,00	449,00
2:4	0,95	-21,50	509,00
2:4	0,95	-22,00	565,00
2:4	0,95	-22,50	610,00
2:4	0,95	-23,00	681,00
3:5	0,84	-20,00	498,00
3:5	0,84	-20,50	582,00
3:5	0,84	-21,00	617,00
3:5	0,84	-21,50	514,00
3:5	0,84	-22,00	539,00
3:5	0,84	-22,50	624,00
3:5	0,84	-23,00	686,00
4:6	0,88	-20,00	311,00
4:6	0,88	-20,50	359,00
4:6	0,88	-21,00	426,00
4:6	0,88	-21,50	472,00
4:6	0,88	-22,00	506,00
4:6	0,88	-22,50	556,00
4:6	0,88	-23,00	654,00
5:7	2,06	-20,00	262,00
5:7	2,06	-20,50	252,00
5:7	2,06	-21,00	387,00

Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Round 300 Rc;net;d [kN]
5:7	2,06	-21,50	476,00
5:7	2,06	-22,00	594,00
5:7	2,06	-22,50	637,00
5:7	2,06	-23,00	734,00

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

End of Report



Berekening draagvermogen conform de NEN-EN 9997-1:2016 (nl), juni 2016, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels

Werk: Recht Boomssloot Evenzijde
Plaats: Amsterdam
Werknr.: 19.1056
Datum: 27 september 2019

<u>Paaltype</u>	SI Pile
Paalbelasting max.	1000 kN

$$F_{s;nk} = 120 \text{ kN/m}^1$$
$$D_{\text{punt}} = 0,3 \text{ m}^1$$
$$D_{\text{schacht}} = 0,18 \text{ m}^1$$

Dschacht;GI = 0,3 m¹

$$A_{\text{punt}} = 0,071 \text{ m}^2$$
$$O_{\text{schacht}} = 0,565 \text{ m}^1$$

Oschacht;GI = 0,942 m'

 $\alpha_p = 0,63$
$$\beta = 1$$
 $\alpha_s = 0,009$ $\xi_3 = 1,28$ (gemiddelde) $\xi_4 = 1,03$ (minimaal) $\gamma_m = 1,20$

Sondering	Paalpuntniveau	R _{b,cal}	R _{s,cal}	R _{c,cal}	R _{c,cal,gem}	σ	R _{(c,cal)/gem}	R _{(c,cal)/min}	R _{(c,cal)/gem} / ε ₃	R _{(c,cal)/min} / ε ₄	R _{c,k}	R _{c,d}	F _{nk,d}	R _{c,d,netto}
nr.	[NAP – m ¹]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
2	-20,00	891	249	1140	842	206,52	842	587	658	570	570	475	68	407
3	-20,00	788	268	1056										
4	-20,00	503	233	736										
5	-20,00	790	107	897										
6	-20,00	541	96	637										
7	-20,00	454	133	587										
2	-20,50	846	313	1159	890	229,96	890	572	695	555	555	463	68	395
3	-20,50	816	331	1147										
4	-20,50	428	297	725										
5	-20,50	856	170	1026										
6	-20,50	551	160	711										
7	-20,50	375	197	572										
2	-21,00	843	376	1219	982	176,57	982	779	767	756	756	630	68	562
3	-21,00	765	395	1160										
4	-21,00	494	346	840										
5	-21,00	846	234	1080										
6	-21,00	591	223	814										
7	-21,00	533	246	779										
2	-21,50	839	440	1279	1038	176,16	1.038	884	811	858	811	676	68	608
3	-21,50	834	459	1293										
4	-21,50	523	410	933										
5	-21,50	624	298	922										
6	-21,50	597	287	884										
7	-21,50	603	313	916										



Berekening draagvermogen conform de NEN-EN 9997-1:2016 (nl), juni 2016, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels

Werk: Recht Boomssloot Evenzijde
Plaats: Amsterdam
Werknr.: 19.1056
Datum: 27 september 2019

<u>Paaltype</u>	SI Pile
Paalbelasting max.	1000 kN

$$F_{s;nk} = 120 \text{ kN/m}^1$$
$$D_{\text{punt}} = 0,3 \text{ m}^1$$
$$D_{\text{schacht}} = 0,18 \text{ m}^1$$

Dschacht;GI = 0,3 m¹

$$A_{\text{punt}} = 0,071 \text{ m}^2$$
$$O_{\text{schacht}} = 0,565 \text{ m}^1$$

Oschacht;GI = 0,942 m¹

$$\alpha_p = 0,63$$
$$\beta = 1$$
$$\alpha_s = 0,009$$
 $\xi_3 = 1,28$ (gemiddelde)
$$\xi_4 = 1,03 \quad (\text{minimaal})$$
 $\gamma_m = 1,20$

Sondering	Paalpuntniveau	R _{b,cal}	R _{s,cal}	R _{c,cal}	R _{c,cal,gem}	σ	R _{(c,cal),gem}	R _{(c,cal),min}	R _{(c,cal),gem} / ξ ₃	R _{(c,cal),min} / ξ ₄	R _{c,k}	R _{c,d}	F _{nk,d}	R _{c,d,netto}
nr.	[NAP – m ¹]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
2	-22,00	894	503	1397	1127	182,20	1.127	937	880	910	880	734	68	666
3	-22,00	828	522	1350										
4	-22,00	547	472	1019										
5	-22,00	599	361	960										
6	-22,00	608	329	937										
7	-22,00	720	377	1097										
2	-22,50	814	567	1381	1198	162,18	1.198	1.013	936	983	936	780	68	712
3	-22,50	867	586	1453										
4	-22,50	577	510	1087										
5	-22,50	669	422	1091										
6	-22,50	628	385	1013										
7	-22,50	721	441	1162										
2	-23,00	800	631	1431	1309	145,83	1.309	1.164	1.022	1130	1.022	852	68	784
3	-23,00	913	649	1562										
4	-23,00	632	565	1197										
5	-23,00	701	485	1186										
6	-23,00	688	476	1164										
7	-23,00	808	504	1312										

IV

BIJLAGE: CONSTRUCTIEVE BEREKENING PREFAB BETONSCHORT



BIJLAGE: CONSTRUCTIEVE BEREKENING ANKERSTOEL

project: **Walmuurvernieuwing Recht Boomssloot**
projectnummer: **191056**
onderdeel: **Berekening ankerstoel NAP +2,00m**
datum: **29-8-2019**

Uitgangspunten geometrie

- doorsnede 1: maaiveld NAP		2,00 m
- Schroefinjectiepaal, schoor 4:1	\emptyset_s	168 mm
	d_s	16 mm
- $\emptyset 220$ groutschil over gehele lengte Schroefinjectiepaal tot waterniveau		
- hoh buispaal		2,7
- buispaal	\emptyset_b	406 mm
	d_b	12,5 mm
- afname door corrossie: 0,012 mm/jaar ->		1,2 mm/zijde
- Constructiestaal S355		
f_{yd}	=	355 N/mm ²

Belasting

De ankerstoel fungeert als verbinding tussen schroefinjectiepaal en buispaal en wordt belast door de kracht uit de schroefinjectiepaal. De belasting is als volgt:

NAP + 2,00m

BGT = - kN

UGT = 652 kN

Krachtswerking ankerstoel

NAP + 2,00m

F_x = 158 kN → 79 kN per knieplaat

F_y = 633 kN → 316 kN per knieplaat

e_1 = 260 mm

e_2 = 120 mm

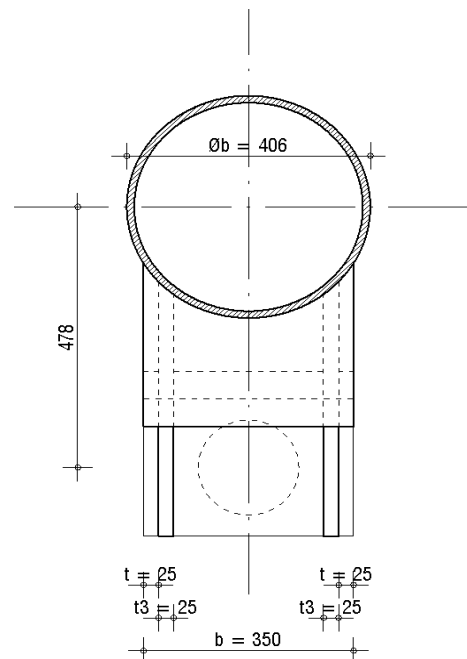
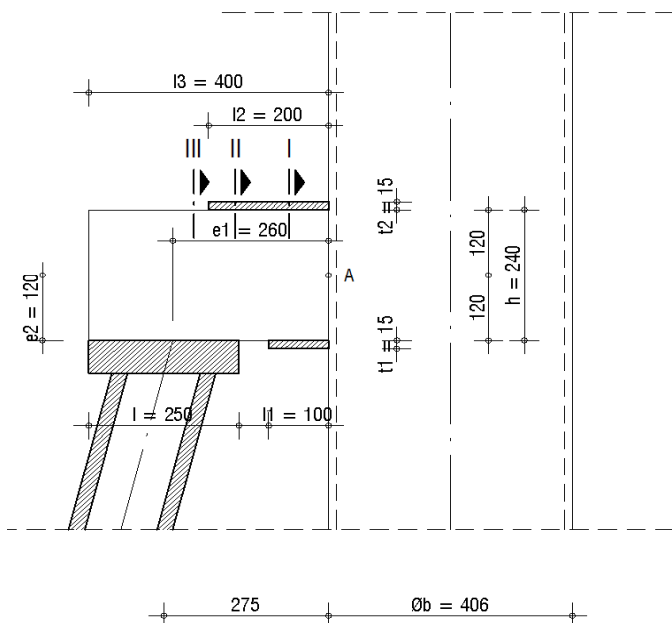
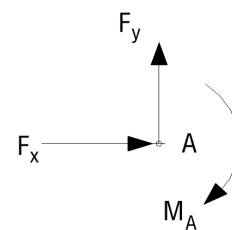
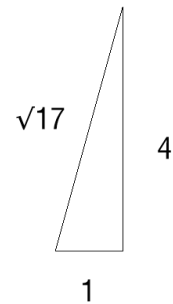
$e_{h;exc}$ = 0 mm

$$M_A = F_y \cdot e_1 - F_x \cdot e_2$$

M_A = 73 kNm per knieplaat

F_z = 0 kN per knieplaat

$M_{h;exc}$ = 0 kNm per knieplaat



Controle basisplaat

Geometrie

b	=	350 mm
l	=	250 mm
d	=	50 mm
t ₃	=	20 mm
t	=	25 mm

(dikte knieplaat)

Inclusief corrosie

b	=	347,6 mm
l	=	247,6 mm
d	=	47,6 mm
t ₃	=	17,6 mm

Axiale druk

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2.4

$$N_{fd} = 652 \text{ kN}$$

$$A_{opl} = 7640 \text{ mm}^2$$

$$A_{opl} = (1/4 * \pi * \phi_s^2) - (0,25 * \pi (\phi_s - 2 * d_s))^2$$

$$N_d = 2712 \text{ kN}$$

$$N_{fd}/N_d = 0,24 < 1,0 \text{ voldoet}$$

Pons

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2.6

$$V_{fd} = 652 \text{ kN}$$

$$A_v = 25123 \text{ mm}^2$$

$$A_v = O_{schroef} * d$$

$$V_{pl} = 5149 \text{ kN}$$

$$V_{pl} = A_v * (f_{yd} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$N_{fd} / N_{cd} = 0,13 < 1,0 \text{ voldoet}$$

Weerstand doorsnede basisplaat

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2., 6.2.5, 6.2.6

$$P_{Ed} = 652 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 43 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = 1/4 * (b - 2 * t - 2 * t_3) * P_{Ed}$$

$$A_{pl} = 11786 \text{ mm}^2$$

$$A_{pl} = l * d$$

$$W_{pl} = 140251 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl} = 1/4 * l * d^2$$

$$M_{c,Rd} = 50 \text{ kNm}$$

$$V_{c,Rd} = 2416 \text{ kN}$$

$$M_{ed} / M_{c,Rd} = 0,86 < 1,0 \text{ voldoet}$$

$$(0,5 * P_{Ed}) / V_{c,Rd} = 0,13 < 1,0 \text{ voldoet}$$

Controle Knieplaat

Geometrie

l_3	=	400 mm
l	=	250 mm
t_3	=	20 mm
h	=	240 mm

Inclusief corrosie

l_3	=	397,6 mm
l	=	247,6 mm
t_3	=	17,6 mm
h	=	237,6 mm

Axiale druk

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2.6

Toetsing spanning tussen basisplaat en knieplaat

N_{ed}	=	326 kN	
A	=	4358 mm ²	
$N_{c,Rd}$	=	1547 kN	
N_{fd}/N_d	=	0,21 <	1,0 voldoet

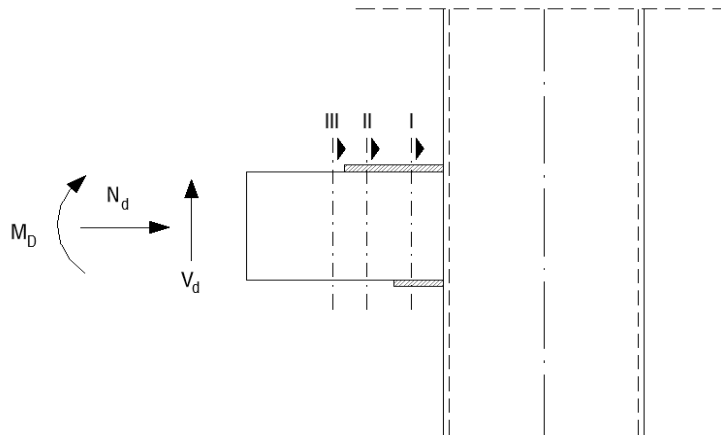
Controle knieplaat op stabiliteit

NEN-EN 1993-1-5, h5

V_{fd}	=	326 kN	
l_3	=	400 mm	
h	=	240 mm	
α	=	1,5 -	
σ_E	=	1319,44 N/mm ²	$\sigma_E = 190000 * (t_3/h)^2$
ε	=	1 -	
λ	=	0,16 -	$\lambda = h_w / (86,4 * t_3 * \varepsilon)$
χ_w	=	1,2 -	
$V_{bw,Rd}$	=	1029 kN	$V_{bw,Rd} = (\chi_w * f_{yd} * h_w * t_3) / \sqrt{3}$
$V_{Ed}/V_{bw,Rd}$	=	0,32 <	1,0 voldoet

Toetsing spanning knieplaat

- de staalspanning wordt in drie doorsneden van de knieplaat getoetst



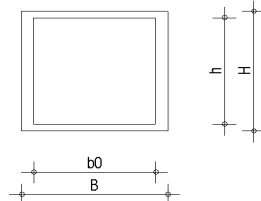
M_d	=	73 kNm	$M_A = F_y * e_1 - F_x * e_2$
V_d	=	316 kN	
N_d	=	79 kN	
$V_{h;d}$	=	0 kN	
$M_{h;exc}$	=	0 kNm	

Doorsnede I

- De boven- en onderplaat zijn gelast aan de knieplaat, hierdoor ontstaat een koker.

Geometrie koker

b_0	=	250 mm
B	=	300 mm
h	=	240 mm
H	=	270 mm
t_3	=	20 mm
t	=	25 mm



Inclusief corrosie

b_0	=	252,4 mm
B	=	297,6 mm
h	=	242,4 mm
H	=	267,6 mm
t_3	=	17,6 mm

Spanning

$$W_y = 1312866 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1767220 \text{ mm}^3$$

σ_M	=	111 N/mm ²	$\sigma_M = M_d / W$
σ_N	=	19 N/mm ²	$\sigma_N = N_d / A$
τ	=	74 N/mm ²	$\tau = V_d / A$

σ_M	=	0 N/mm ²
σ_N	=	0 N/mm ²
τ	=	0 N/mm ²

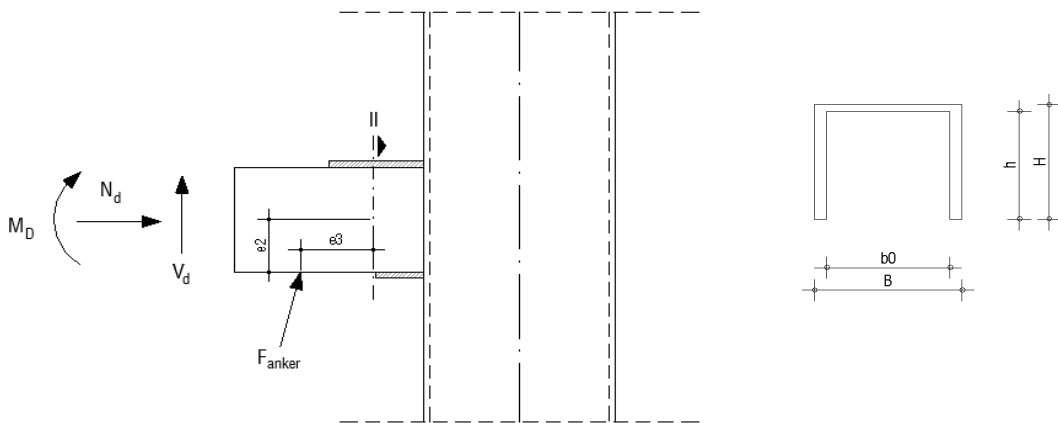
$\sigma_{vgl;y}$	=	171 N/mm ²
$\sigma_{vgl;z}$	=	0 N/mm ²
$\sigma_{vgl;totaal}$	=	171 <

355 voldoet

$\sigma_{vgl;y}$	=	$\sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3 \cdot \tau^2)}$
$\sigma_{vgl;z}$	=	$\sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3 \cdot \tau^2)}$
$\sigma_{vgl;totaal}$	=	$\sigma_{vgl;y} + \sigma_{vgl;z}$

Doorsnede II

- bovenplaat is gelast aan de knieplaat, hierdoor ontstaat een U-profiel ter plaatse van doorsnede II



Geometrie U-profiel

b_0	=	250 mm
B	=	300 mm
h	=	240 mm
H	=	255 mm
t_3	=	20 mm

e_3	=	160 mm	$e_3 = e_1 - 100$
e_2	=	120 mm	

V_d	=	316 kN
N_d	=	79 kN
M_d	=	41 kNm
$V_{h,d}$	=	0 kN
$M_{h,exc}$	=	0 kNm

inclusief corrosie

b_0	=	252,4 mm
B	=	297,6 mm
h	=	241,2 mm
H	=	252,6 mm
t_3	=	17,6 mm

$$M_d = V_d * e_3 - N_d * e_2$$

Spanning

$$W_y = 827934 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1556612 \text{ mm}^3$$

σ_M	=	99 N/mm ²	$\sigma_M = M_d / W$
σ_N	=	19 N/mm ²	$\sigma_N = N_d / A$
τ	=	75 N/mm ²	$\tau = V_d / A$

σ_M	=	0 N/mm ²
σ_N	=	0 N/mm ²
τ	=	0 N/mm ²

$\sigma_{vgl;y}$	=	164 N/mm ²
$\sigma_{vgl;z}$	=	0 N/mm ²
$\sigma_{vgl;totaal}$	=	164 <

$$\sigma_{vgl;y} = \sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3 * \tau^2)}$$

$$\sigma_{vgl;z} = \sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3 * \tau^2)}$$

$$\sigma_{vgl;totaal} = \sigma_{vgl;y} + \sigma_{vgl;z}$$

355 voldoet

Controle spanningen buispaal

Controle kopmoment

Vanuit twee knieplaten

$$F_x = 158 \text{ kN}$$

$$F_y = 633 \text{ kN}$$

$$e_4 = 463 \text{ mm} \quad e_4 = e_1 + 0,5 * \varnothing_b$$

$$e_5 = 120 \text{ mm} \quad e_5 = e_2$$

$$M_B = F_y * e_4 - F_x * e_5$$

$$M_B = 274 \text{ kNm}$$

$$\varnothing_b = 406 \text{ mm}$$

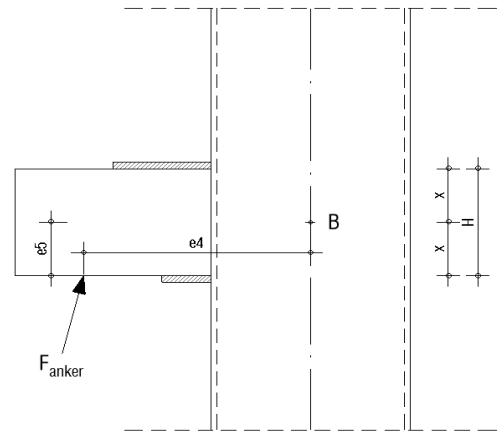
$$d_b = 12,5 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{b,bin} = 383,4 \text{ mm} \quad \text{incl. corrosie}$$

$$\varnothing_{b,bui} = 403,6 \text{ mm} \quad \text{incl. corrosie}$$

$$W_{buis} = 1198341 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{buis} = 229 < 355 \text{ voldoet}$$



Controle onderplaat

- de volledige breedte van de buispaal is gelast aan de knieplaat middels een onderplaat

De trekkracht in de onderplaat komt uit twee knieplaten

$$V_{Ed} = 158 \text{ kN}$$

Axiale trek:

$$A = 7103 \text{ mm}^2$$

$$N_{cd} = 2522 \text{ kN}$$

$$V_{ed} / N_{ed} = 0,06 < 1,0 \text{ voldoet}$$

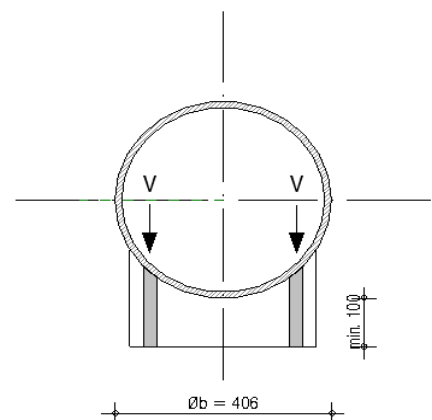
Schuifspanning:

Twee vlakken van ca. 100mm lengte per knieplaat

$$l_1 = 100 \text{ mm}$$

$$\tau_1 = 45 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_1 < f_{yd}/\sqrt{3} = 45 < 205 \text{ voldoet}$$



Controle pons knieplaat op wand buispaal

Geometrie knieplaat

$$\begin{aligned}h &= 240 \text{ mm} \\t_3 &= 20 \text{ mm} \\d_b &= 12,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

wanddikte buispaal

inclusief corrosie

$$\begin{aligned}h &= 237,6 \text{ mm} \\t_3 &= 17,6 \text{ mm} \\d_b &= 11,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{Ed} &= 79 \text{ kN} && \text{per knieplaat} \\V_{Ed} &= 316 \text{ kN} && \text{per knieplaat}\end{aligned}$$

Pons:

$$A_{\text{pons}} = 5768 \text{ mm}^2$$

$$\tau_1 = 21 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_1 < f_{yd}/\sqrt{3} = 21 < 205 \text{ voldoet}$$

Afschuifing + druk:

$$A_{\text{afschuif}} = 4182 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}\tau_1 &= 28 \text{ N/mm}^2 && \text{druk knieplaat} \\\tau_2 &= 76 \text{ N/mm}^2 && \text{afschuifing knieplaat}\end{aligned}$$

$$\sigma = 134 \text{ N/mm}^2 \quad 205 \text{ voldoet}$$

Controle pons bovenplaat op wand buispaal

-pons t.g.v. van moment M_a in bovenplaat

Geometrie bovenplaat

$$\begin{aligned}b &= 406 \text{ mm} \\t_{\text{bovenplaat}} &= 15 \text{ mm} \\d_b &= 12,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

wanddikte buispaal

inclusief corrosie

$$\begin{aligned}b &= 403,6 \text{ mm} \\t_{\text{bovenplaat}} &= 12,6 \text{ mm} \\d_b &= 11,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_a &= 145 \text{ kNm} \\N_{Ed \text{ t.g.v. } M} &= 606 \text{ kN} \\M_{h,\text{exc}} &= 0 \text{ kNm} \\N_{Ed \text{ t.g.v. } M} &= 0 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{ed} &= 606 \text{ kN} \\V_{Ed} &= 0 \text{ kN}\end{aligned}$$

Pons:

$$A_{\text{pons}} = 9406 \text{ mm}^2$$

$$\tau_1 = 97 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_1 < f_{yd}/\sqrt{3} = 97 < 205 \text{ **voldoet**}$$

Afschuifing + druk:

$$A_{\text{afschuif}} = 5085 \text{ mm}^2$$

$$\tau_1 = 119 \text{ N/mm}^2 \quad \text{druk bovenplaat}$$

$$\tau_2 = 0 \text{ N/mm}^2 \quad \text{afschuifing bovenplaat}$$

$$\sigma = 119 \text{ N/mm}^2 \quad 205 \text{ **voldoet**}$$

project: **Walmuurvernieuwing Recht Boomssloot**
projectnummer: **191056**
onderdeel: **Berekening ankerstoel NAP +2,00m**
datum: **29-8-2019**

Uitgangspunten geometrie

- doorsnede 2: maaiveld NAP		0,95 m
- Schroefinjectiepaal, schoor 4:1	\varnothing_s	168 mm
	d_s	16 mm
- $\varnothing 220$ groutschil over gehele lengte Schroefinjectiepaal tot waterniveau		
- hoh buispaal		3,2
- buispaal	\varnothing_b	406 mm
	d_b	12,5 mm
- afname door corrosie: 0,012 mm/jaar ->		1,2 mm/zijde
- Constructiestaal S355		
f_{yd}	=	355 N/mm ²

Belasting

De ankerstoel fungeert als verbinding tussen schroefinjectiepaal en buispaal en wordt belast door de kracht uit de schroefinjectiepaal. De belasting is als volgt:

NAP + 0,95m

BGT	=	-	kN
UGT	=	728	kN

Krachtswerking ankerstoel

NAP + 0,95m

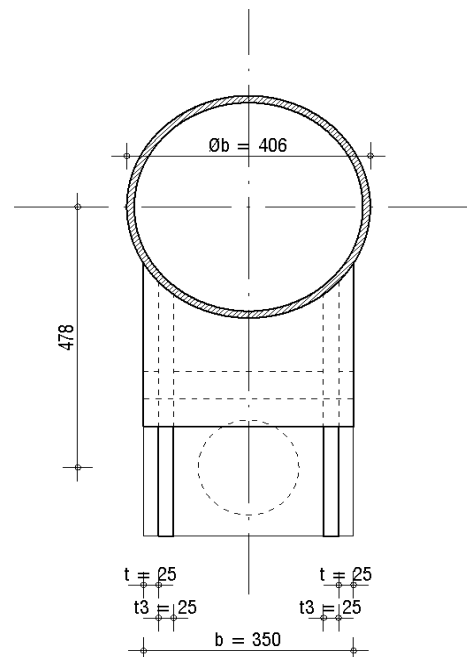
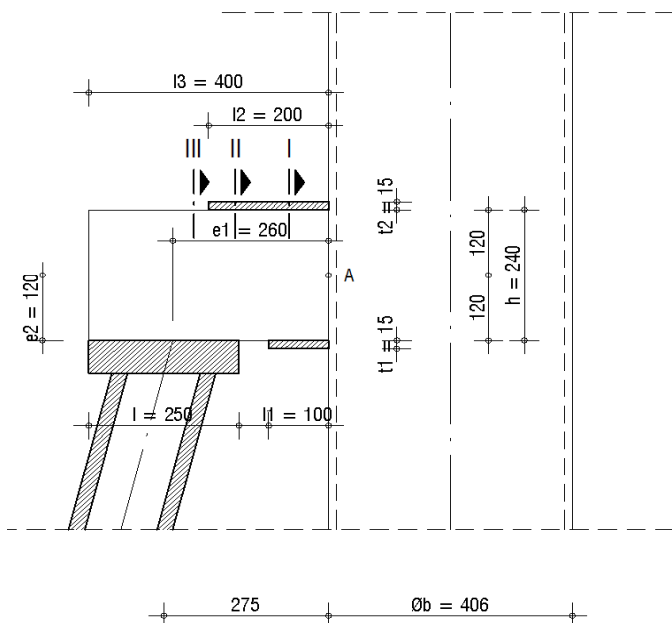
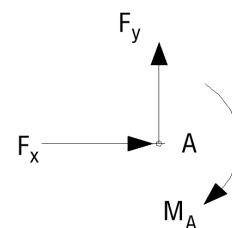
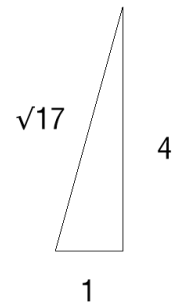
F_x	=	177 kN	->	88 kN	per knieplaat
F_y	=	706 kN	->	353 kN	per knieplaat

e_1	=	260 mm
e_2	=	120 mm
$e_{h;exc}$	=	0 mm

$$M_A = F_y \cdot e_1 - F_x \cdot e_2$$

M_A	=	81 kNm	per knieplaat
-------	---	--------	---------------

F_z	=	0 kN	per knieplaat
$M_{h;exc}$	=	0 kNm	per knieplaat



Controle basisplaat

Geometrie

b	=	350 mm
l	=	250 mm
d	=	50 mm
t ₃	=	20 mm
t	=	25 mm

(dikte knieplaat)

Inclusief corrosie

b	=	347,6 mm
l	=	247,6 mm
d	=	47,6 mm
t ₃	=	17,6 mm

Axiale druk

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2.4

$$N_{fd} = 728 \text{ kN}$$

$$A_{opl} = 7640 \text{ mm}^2$$

$$A_{opl} = (1/4 * \pi * \phi_s^2) - (0,25 * \pi (\phi_s - 2 * d_s))^2$$

$$N_d = 2712 \text{ kN}$$

$$N_{fd}/N_d = 0,27 < 1,0 \text{ voldoet}$$

Pons

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2.6

$$V_{fd} = 728 \text{ kN}$$

$$A_v = 25123 \text{ mm}^2$$

$$A_v = O_{schroef} * d$$

$$V_{pl} = 5149 \text{ kN}$$

$$V_{pl} = A_v * (f_{yd} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$N_{fd} / N_{cd} = 0,14 < 1,0 \text{ voldoet}$$

Weerstand doorsnede basisplaat

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2., 6.2.5, 6.2.6

$$P_{Ed} = 728 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 48 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = 1/4 * (b - 2 * t - 2 * t_3) * P_{Ed}$$

$$A_{pl} = 11786 \text{ mm}^2$$

$$A_{pl} = l * d$$

$$W_{pl} = 140251 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl} = 1/4 * l * d^2$$

$$M_{c,Rd} = 50 \text{ kNm}$$

$$V_{c,Rd} = 2416 \text{ kN}$$

$$M_{ed} / M_{c,Rd} = 0,96 < 1,0 \text{ voldoet}$$

$$(0,5 * P_{Ed}) / V_{c,Rd} = 0,15 < 1,0 \text{ voldoet}$$

Controle Knieplaat

Geometrie

l_3	=	400 mm
l	=	250 mm
t_3	=	20 mm
h	=	240 mm

Inclusief corrosie

l_3	=	397,6 mm
l	=	247,6 mm
t_3	=	17,6 mm
h	=	237,6 mm

Axiale druk

NEN-EN 1993-1-1, art. 6.2.6

Toetsing spanning tussen basisplaat en knieplaat

N_{ed}	=	364 kN	
A	=	4358 mm ²	
$N_{c,Rd}$	=	1547 kN	
N_{fd}/N_d	=	0,24 <	1,0 voldoet

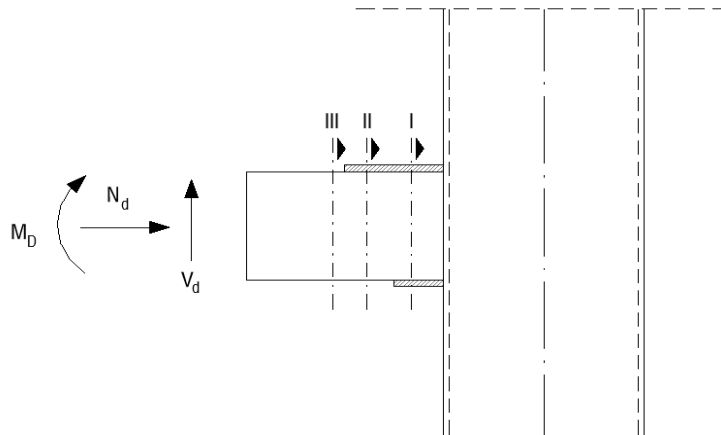
Controle knieplaat op stabiliteit

NEN-EN 1993-1-5, h5

V_{fd}	=	364 kN	
l_3	=	400 mm	
h	=	240 mm	
α	=	1,5 -	
σ_E	=	1319,44 N/mm ²	$\sigma_E = 190000 * (t_3/h)^2$
ε	=	1 -	
λ	=	0,16 -	$\lambda = h_w / (86,4 * t_3 * \varepsilon)$
χ_w	=	1,2 -	
$V_{bw,Rd}$	=	1029 kN	$V_{bw,Rd} = (\chi_w * f_{yd} * h_w * t_3) / \sqrt{3}$
$V_{Ed}/V_{bw,Rd}$	=	0,35 <	1,0 voldoet

Toetsing spanning knieplaat

- de staalspanning wordt in drie doorsneden van de knieplaat getoetst



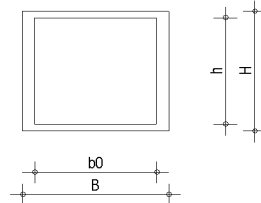
M_d	=	81 kNm	$M_A = F_y * e_1 - F_x * e_2$
V_d	=	353 kN	
N_d	=	88 kN	
$V_{h;d}$	=	0 kN	
$M_{h;exc}$	=	0 kNm	

Doorsnede I

- De boven- en onderplaat zijn gelast aan de knieplaat, hierdoor ontstaat een koker.

Geometrie koker

b_0	=	250 mm
B	=	300 mm
h	=	240 mm
H	=	270 mm
t_3	=	20 mm
t	=	25 mm



Inclusief corrosie

b_0	=	252,4 mm
B	=	297,6 mm
h	=	242,4 mm
H	=	267,6 mm
t_3	=	17,6 mm

Spanning

$$W_y = 1312866 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1767220 \text{ mm}^3$$

σ_M	=	124 N/mm ²	$\sigma_M = M_d / W$
σ_N	=	21 N/mm ²	$\sigma_N = N_d / A$
τ	=	83 N/mm ²	$\tau = V_d / A$

σ_M	=	0 N/mm ²
σ_N	=	0 N/mm ²
τ	=	0 N/mm ²

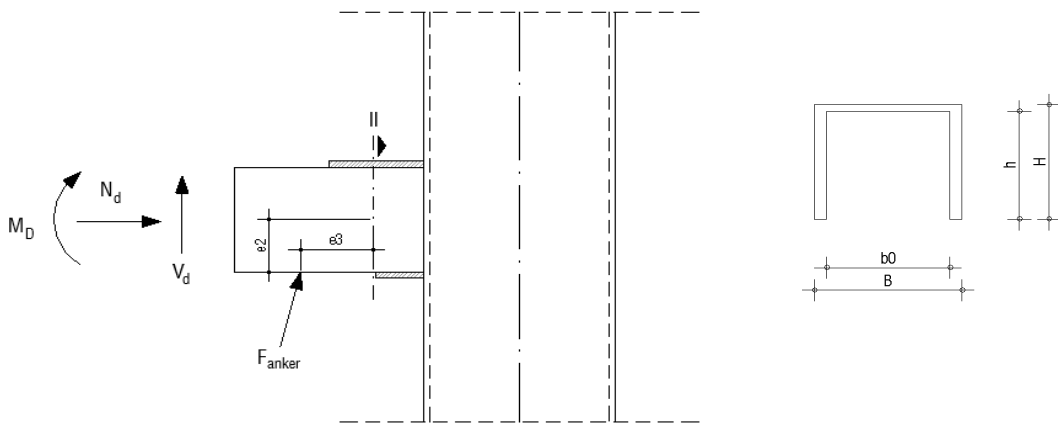
$\sigma_{vgl;y}$	=	191 N/mm ²
$\sigma_{vgl;z}$	=	0 N/mm ²
$\sigma_{vgl;totaal}$	=	191 <

355 voldoet

$\sigma_{vgl;y}$	=	$\sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3*\tau^2)}$
$\sigma_{vgl;z}$	=	$\sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3*\tau^2)}$
$\sigma_{vgl;totaal}$	=	$\sigma_{vgl;y} + \sigma_{vgl;z}$

Doorsnede II

- bovenplaat is gelast aan de knieplaat, hierdoor ontstaat een U-profiel ter plaatse van doorsnede II



Geometrie U-profiel

b_0	=	250 mm
B	=	300 mm
h	=	240 mm
H	=	255 mm
t_3	=	20 mm

e_3	=	160 mm	$e_3 = e_1 - 100$
e_2	=	120 mm	

V_d	=	353 kN
N_d	=	88 kN
M_d	=	46 kNm
$V_{h,d}$	=	0 kN
$M_{h,exc}$	=	0 kNm

inclusief corrosie

b_0	=	252,4 mm
B	=	297,6 mm
h	=	241,2 mm
H	=	252,6 mm
t_3	=	17,6 mm

$$M_d = V_d * e_3 - N_d * e_2$$

Spanning

$$W_y = 827934 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1556612 \text{ mm}^3$$

σ_M	=	111 N/mm ²	$\sigma_M = M_d / W$
σ_N	=	21 N/mm ²	$\sigma_N = N_d / A$
τ	=	83 N/mm ²	$\tau = V_d / A$

σ_M	=	0 N/mm ²
σ_N	=	0 N/mm ²
τ	=	0 N/mm ²

$\sigma_{vgl;y}$	=	183 N/mm ²
$\sigma_{vgl;z}$	=	0 N/mm ²
$\sigma_{vgl;totaal}$	=	183 <

$$\sigma_{vgl;y} = \sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3 * \tau^2)}$$

$$\sigma_{vgl;z} = \sqrt{(\sigma_M^2 + \sigma_N^2 + 3 * \tau^2)}$$

$$\sigma_{vgl;totaal} = \sigma_{vgl;y} + \sigma_{vgl;z}$$

355 voldoet

Controle spanningen buispaal

Controle kopmoment

Vanuit twee knieplaten

$$F_x = 177 \text{ kN}$$

$$F_y = 706 \text{ kN}$$

$$e_4 = 463 \text{ mm} \quad e_4 = e_1 + 0,5 * \varnothing_b$$

$$e_5 = 120 \text{ mm} \quad e_5 = e_2$$

$$M_B = F_y * e_4 - F_x * e_5$$

$$M_B = 306 \text{ kNm}$$

$$\varnothing_b = 406 \text{ mm}$$

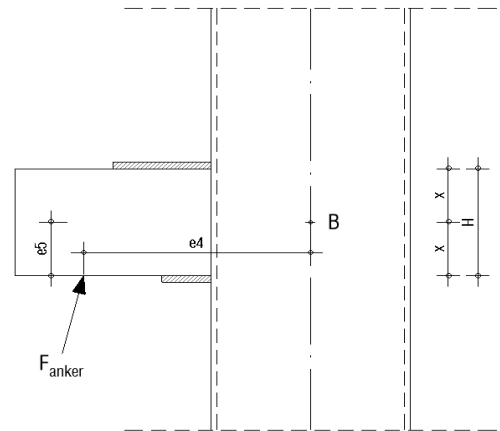
$$d_b = 12,5 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{b,bin} = 383,4 \text{ mm} \quad \text{incl. corrosie}$$

$$\varnothing_{b,bui} = 403,6 \text{ mm} \quad \text{incl. corrosie}$$

$$W_{buis} = 1198341 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{buis} = 255 < 355 \text{ voldoet}$$



Controle onderplaat

- de volledige breedte van de buispaal is gelast aan de knieplaat middels een onderplaat

De trekkracht in de onderplaat komt uit twee knieplaten

$$V_{Ed} = 177 \text{ kN}$$

Axiale trek:

$$A = 7103 \text{ mm}^2$$

$$N_{cd} = 2522 \text{ kN}$$

$$V_{ed} / N_{ed} = 0,07 < 1,0 \text{ voldoet}$$

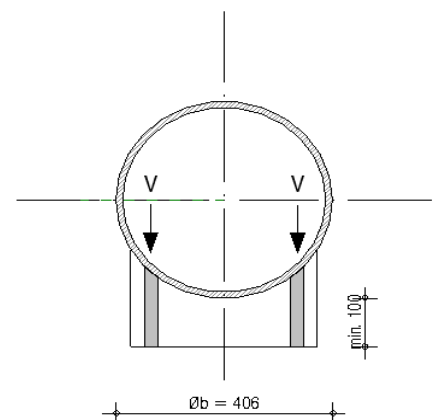
Schuifspanning:

Twee vlakken van ca. 100mm lengte per knieplaat

$$l_1 = 100 \text{ mm}$$

$$\tau_1 = 50 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_1 < f_{yd}/\sqrt{3} = 50 < 205 \text{ voldoet}$$



Controle pons knieplaat op wand buispaal

Geometrie knieplaat

$$\begin{aligned}h &= 240 \text{ mm} \\t_3 &= 20 \text{ mm} \\d_b &= 12,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

wanddikte buispaal

inclusief corrosie

$$\begin{aligned}h &= 237,6 \text{ mm} \\t_3 &= 17,6 \text{ mm} \\d_b &= 11,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{Ed} &= 88 \text{ kN} && \text{per knieplaat} \\V_{Ed} &= 353 \text{ kN} && \text{per knieplaat}\end{aligned}$$

Pons:

$$A_{\text{pons}} = 5768 \text{ mm}^2$$

$$\tau_1 = 23 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_1 < f_{yd}/\sqrt{3} = 23 < 205 \text{ voldoet}$$

Afschuifing + druk:

$$A_{\text{afschuif}} = 4182 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}\tau_1 &= 32 \text{ N/mm}^2 && \text{druk knieplaat} \\\tau_2 &= 84 \text{ N/mm}^2 && \text{afschuifing knieplaat}\end{aligned}$$

$$\sigma = 150 \text{ N/mm}^2 \quad 205 \text{ voldoet}$$

Controle pons bovenplaat op wand buispaal

-pons t.g.v. van moment M_a in bovenplaat

Geometrie bovenplaat

$$\begin{aligned}b &= 406 \text{ mm} \\t_{\text{bovenplaat}} &= 15 \text{ mm} \\d_b &= 12,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

wanddikte buispaal

inclusief corrosie

$$\begin{aligned}b &= 403,6 \text{ mm} \\t_{\text{bovenplaat}} &= 12,6 \text{ mm} \\d_b &= 11,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_a &= 162 \text{ kNm} \\N_{Ed \text{ t.g.v. } M} &= 677 \text{ kN} \\M_{h,\text{exc}} &= 0 \text{ kNm} \\N_{Ed \text{ t.g.v. } M} &= 0 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{ed} &= 677 \text{ kN} \\V_{Ed} &= 0 \text{ kN}\end{aligned}$$

Pons:

$$A_{\text{pons}} = 9406 \text{ mm}^2$$

$$\tau_1 = 108 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_1 < f_{yd}/\sqrt{3} = 108 < 205 \text{ **voldoet**}$$

Afschuifing + druk:

$$A_{\text{afschuif}} = 5085 \text{ mm}^2$$

$$\tau_1 = 133 \text{ N/mm}^2 \quad \text{druk bovenplaat}$$

$$\tau_2 = 0 \text{ N/mm}^2 \quad \text{afschuifing bovenplaat}$$

$$\sigma = 133 \text{ N/mm}^2 \quad 205 \text{ **voldoet**}$$



Berekening stalen buispaal

Opdrachtgever : -
Hektec werknr. : 180842
Project : Recht Boomssloot
Lokatie : Amsterdam
Datum : 27 september 2019

Onderdeel: Buis B 165,6

Grenstoestand: UGT

Eigenschappen stalen buisprofiel

Materiaal

De staalsoort betreft:	S	355 [-]	
Nominale waarde vloeigrens	f_y :	355 [N/mm ²]	tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Nominale waarde trekgrens	f_u :	510 [N/mm ²]	tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Elasticiteitsmodulus	E:	210000 [N/mm ²]	par. 3.2.6 NEN-EN 1993-1-1
$e=(235/f_y) =$		0,8 [-]	tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
$I=I_p*(E/f_y) =$		76,4 [-]	par. 6.3.1.3 NEN-EN 1993-1-1

Profiel

Type profiel buis:	Buis B	165,6 [-]
$d_{\text{uitwendig}}$		165,6 [mm]
t		13,6 [mm]
d_{inwendig}		138 [mm]
A		6494 [mm ²]
A_v		4134 [mm ²]
I		18905688 [mm ⁴]
W_{el}		228330 [mm ³]
W_{pl}		314214 [mm ³]

Classificatie van de doorsnede

d/t	12,18 [-]	tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
e^2	0,66 [-]	tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
Doorsnedeklasse	1 [-]	

Algemene uitgangspunten

Kniklengte stempel **4,17** [m]

Belastingen

M_{Ed} midden	48 [kNm]
V_{Ed} kop	0 [kN]
V_{Ed} midden	0 [kN]
N_{Ed} druk	675 [kN]

Toetsing van de doorsnede

Partiële factor γ_{M0}	1,0 [-]
Partiële factor γ_{M1}	1,0 [-]

Toetsing axiale trek/druk (6.2.3 / 6.2.4)

Rek. normaalkracht	N_{Ed}	675,3 [kN]
Rek. weerstand tegen druk/trek	N_{Rd}	2305,5 [kN]
u.c.	$N_{\text{Ed}}/N_{\text{c,Rd}}$	0,29 voldoet



<u>Toetsing buigend moment</u>		(6.2.5)
Rek. buigend moment	M_{Ed}	47,7 [kNm]
Doorsnede classificatie		1 [-] ρ $W_{y-y} = 314214$ [mm ³]
Rek. weerstand tegen moment	M_{Rd}	111,5 [kNm]
u.c.	M_{Ed}/M_{Rd}	0,43 voldoet

<u>Toetsing dwarskracht</u>		(6.2.6)
Rek. dwarskracht	V_{Ed}	0,0 [kN]
Rek. dwarskracht vloeien	$V_{c,Rd}$	847,4 [kN]
u.c.	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,00 voldoet

<u>Toetsing buiging en normaalkracht</u>		(6.2.9)
u.c.	$M_{Ed}/(1,04*M_{c,Rd})+(N_{Ed}/N_{c,Rd})^{1,7}$	0,54 voldoet
u.c.	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0,43 voldoet

<u>Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht</u>		(6.3.10)
	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,00 geen reductie toepassen
	q	1,000 [-]
	$N_{V,Rd}$	2305,5 [kN]
	$M_{V,Rd}$	111,5 [kNm]
u.c.	$M_{Ed}/M_{V,Rd}$	0,43 voldoet
u.c.	$M_{Ed}/(1,04*M_{c,Rd})+(N_{Ed}/N_{c,Rd})^{1,7}$	0,54 voldoet

Toetsing van de stabiliteit

<u>Toetsing knikstabiliteit</u>		(6.3.1)
	N_{cr}	2253 [kN]
	I_{rel}	1,01
	N_{Ed}/N_{cr}	0,30
	Knikkromme	a [-]
	Imperfectiefactor a	0,21 [-]
	F	1,10 [-]
	c	0,66 voldoet
	$N_{b,Rd}$	1516 [kN]
u.c.	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	0,45 voldoet

<u>Toetsing op buiging en druk belast</u>		(6.3.3)
	c	0,66 [-]
	c_{LT}	1,0 [-]
	N_{Rk}	2305 [kN]
	M_{Rk}	112 [kNm]

Tabel B.3		
	M_h	0 [kNm]
	M_s	48 [kNm]
	a_h	0,00 [-]
	Y	1,00 [-]
	C_{my}	0,95 [-]
	k_{yy}	1,29 [-]
	k_{zy}	0,78 [-]
u.c.	$N_{Ed}/(c*N_{Rk})+k_{yy}*M_{y,Ed}/(c_{LT}*M_{Rk})$	1,00 voldoet
u.c.	$N_{Ed}/(c*N_{Rk})+k_{zy}*M_{y,Ed}/(c_{LT}*M_{Rk})$	0,78 voldoet



Pagina 3 van 3

Controle overzicht toetsen

Toetsing axiale druk	(6.2.4)	u.c.	0,29	voldoet
Toetsing buigend moment	(6.2.5)	u.c.	0,43	voldoet
Toetsing dwarskracht	(6.2.6)	u.c.	0,00	voldoet
Toetsing buiging en normaalkracht	(6.2.9)	u.c.	0,43	voldoet
		u.c.	0,54	voldoet
Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht	(6.2.10)	u.c.	0,43	voldoet
		u.c.	0,54	voldoet
Toetsing knikstabiliteit	(6.3.1)	u.c.	0,45	voldoet
Toetsing op buiging en druk belast	(6.3.3)	u.c.	1,00	voldoet
		u.c.	0,78	voldoet



Berekening stalen buispaal

Opdrachtgever : -
Hektec werknr. : 180842
Project : Recht Boomssloot
Lokatie : Amsterdam
Datum : 26 september 2019

Onderdeel: Buis B 165,6

Grenstoestand: UGT

Eigenschappen stalen buisprofiel

Materiaal

De staalsoort betreft:	S	355 [-]	
Nominale waarde vloeigrens	f_y :	355 [N/mm ²]	tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Nominale waarde trekgrens	f_u :	510 [N/mm ²]	tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Elasticiteitsmodulus	E:	210000 [N/mm ²]	par. 3.2.6 NEN-EN 1993-1-1
$e=(235/f_y) =$		0,8 [-]	tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
$I=1-p^*(E/f_y) =$		76,4 [-]	par. 6.3.1.3 NEN-EN 1993-1-1

Profiel

Type profiel buis:	Buis B	165,6 [-]
$d_{\text{uitwendig}}$		165,6 [mm]
t		13,6 [mm]
d_{inwendig}		138 [mm]
A		6494 [mm ²]
A_v		4134 [mm ²]
I		18905688 [mm ⁴]
W_{el}		228330 [mm ³]
W_{pl}		314214 [mm ³]

Classificatie van de doorsnede

d/t	12,18 [-]	tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
e^2	0,66 [-]	tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
Doorsnedeklasse	1 [-]	

Algemene uitgangspunten

Kniklengte stempel **3,84** [m]

Belastingen

M_{Ed} midden	49 [kNm]
V_{Ed} kop	0 [kN]
V_{Ed} midden	0 [kN]
N_{Ed} druk	728 [kN]

Toetsing van de doorsnede

Partiële factor γ_{M0}	1,0 [-]
Partiële factor γ_{M1}	1,0 [-]

Toetsing axiale trek/druk

	(6.2.3 / 6.2.4)
Rek. normaalkracht N_{Ed}	728,0 [kN]
Rek. weerstand tegen druk/trek N_{Rd}	2305,5 [kN]
u.c. $N_{\text{Ed}}/N_{\text{c,Rd}}$	0,32 voldoet



<u>Toetsing buigend moment</u>		(6.2.5)
Rek. buigend moment	M_{Ed}	49,4 [kNm]
Doorsnede classificatie		1 [-] ρ $W_{y-y} = 314214$ [mm ³]
Rek. weerstand tegen moment	M_{Rd}	111,5 [kNm]
u.c.	M_{Ed}/M_{Rd}	0,44 voldoet

<u>Toetsing dwarskracht</u>		(6.2.6)
Rek. dwarskracht	V_{Ed}	0,0 [kN]
Rek. dwarskracht vloeien	$V_{c,Rd}$	847,4 [kN]
u.c.	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,00 voldoet

<u>Toetsing buiging en normaalkracht</u>		(6.2.9)
u.c.	$M_{Ed}/(1,04*M_{c,Rd})+(N_{Ed}/N_{c,Rd})^{1,7}$	0,57 voldoet
u.c.	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0,44 voldoet

<u>Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht</u>		(6.3.10)
	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,00 geen reductie toepassen
	q	1,000 [-]
	$N_{V,Rd}$	2305,5 [kN]
	$M_{V,Rd}$	111,5 [kNm]
u.c.	$M_{Ed}/M_{V,Rd}$	0,44 voldoet
u.c.	$M_{Ed}/(1,04*M_{c,Rd})+(N_{Ed}/N_{c,Rd})^{1,7}$	0,57 voldoet

Toetsing van de stabiliteit

<u>Toetsing knikstabiliteit</u>		(6.3.1)
	N_{cr}	2657 [kN]
	I_{rel}	0,93
	N_{Ed}/N_{cr}	0,27
	Knikkromme	a [-]
	Imperfectiefactor a	0,21 [-]
	F	1,01 [-]
	c	0,71 voldoet
	$N_{b,Rd}$	1644 [kN]
u.c.	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	0,44 voldoet

<u>Toetsing op buiging en druk belast</u>		(6.3.3)
	c	0,71 [-]
	c_{LT}	1,0 [-]
	N_{Rk}	2305 [kN]
	M_{Rk}	112 [kNm]

Tabel B.3		
	M_h	0 [kNm]
	M_s	49 [kNm]
	a_h	0,00 [-]
	Y	1,00 [-]
	C_{my}	0,95 [-]
	k_{yy}	1,26 [-]
	k_{zy}	0,75 [-]
u.c.	$N_{Ed}/(c*N_{Rk})+k_{yy}*M_{y,Ed}/(c_{LT}*M_{Rk})$	1,00 voldoet
u.c.	$N_{Ed}/(c*N_{Rk})+k_{zy}*M_{y,Ed}/(c_{LT}*M_{Rk})$	0,78 voldoet



Pagina 3 van 3

Controle overzicht toetsen

Toetsing axiale druk	(6.2.4)	u.c.	0,32	voldoet
Toetsing buigend moment	(6.2.5)	u.c.	0,44	voldoet
Toetsing dwarskracht	(6.2.6)	u.c.	0,00	voldoet
Toetsing buiging en normaalkracht	(6.2.9)	u.c.	0,44	voldoet
		u.c.	0,57	voldoet
Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht	(6.2.10)	u.c.	0,44	voldoet
		u.c.	0,57	voldoet
Toetsing knikstabiliteit	(6.3.1)	u.c.	0,44	voldoet
Toetsing op buiging en druk belast	(6.3.3)	u.c.	1,00	voldoet
		u.c.	0,78	voldoet

VI

BIJLAGE: CONSTRUCTIEVE BEREKENING GORDING/STAALPLAAT

Technosoft Liggers release 6.31

1 okt 2019

Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

Constructeur.: -

Opdrachtgever: -

Dimensies.....: kN/m/rad

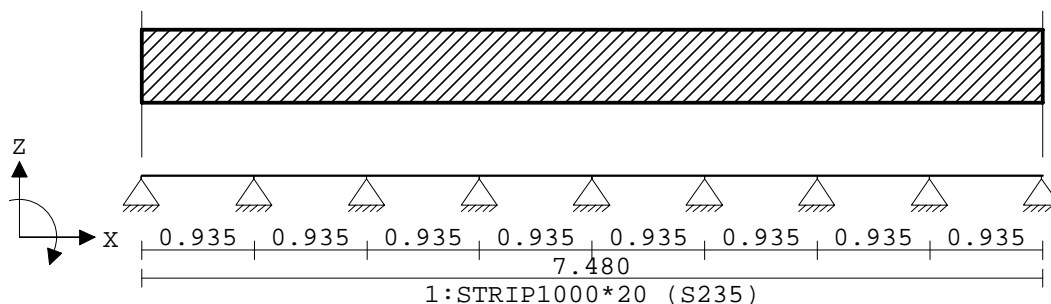
Bestand.....: l:\2019\191056 amsterdam - recht boomssloot

evenzijde\technosoft\2019-08-26 plaat\191056-1 plaat t=20 kade

hoog.dlw

GEOMETRIE

Ligger:1

**VELDLENGHTEN**

Ligger:1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte	Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	0.935	0.935	6	4.675	5.610	0.935
2	0.935	1.870	0.935	7	5.610	6.545	0.935
3	1.870	2.805	0.935	8	6.545	7.480	0.935
4	2.805	3.740	0.935				
5	3.740	4.675	0.935				

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.G.	S.G.verhoogd	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5		0.30	1.2000e-05
2	D70	20000	9.0	10.8	1.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.G.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	STRIP1000*20	1:S235	2.0000e+04	6.6667e+05	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	20	10.0					

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	y ₀	y ₁	y ₂	e.g.
1	variabel Qk-wiellast	3:Kraanbaan	1.00	1.00	1.00	0.00
2	Permanente belasting	2:Permanent EN1991				-1.00
3	variabel qk	1:Schaakbord EN1991	1.00	1.00	1.00	0.00

Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

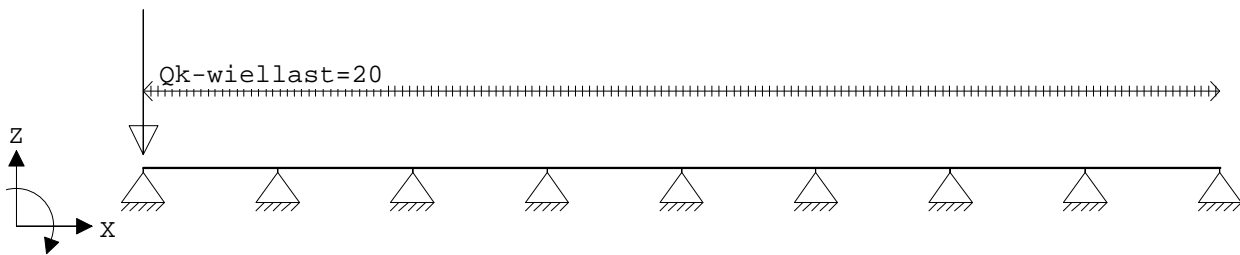
Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

BELASTINGGEVALLEN

B.G. Omschrijving	Type
1 variabel Qk-wiellast	3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)
2 Permanente belasting	1
3 variabel qk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 variabel Qk-wiellast

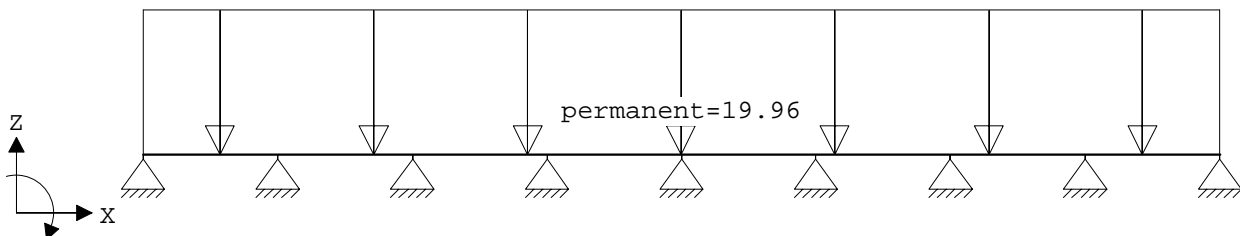
**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:1 variabel Qk-wiellast

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2 psi	Afstand	Lengte
1	15:Pass.stelsel	Qk-wiellast	-20.000	0.050	0.000	7.476

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Permanente belasting

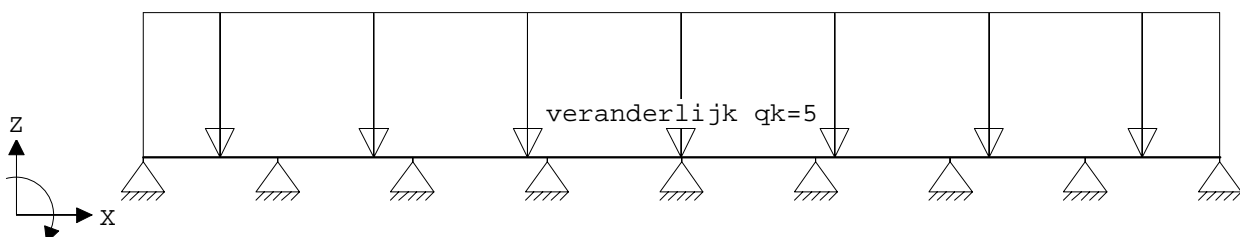
**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:2 Permanente belasting

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2 psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last	permanent	-19.960	-19.960	0.000	7.476

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:3 variabel qk



Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:3 variabel qk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last	veranderlijk qk	-5.000	-5.000		0.000	7.476

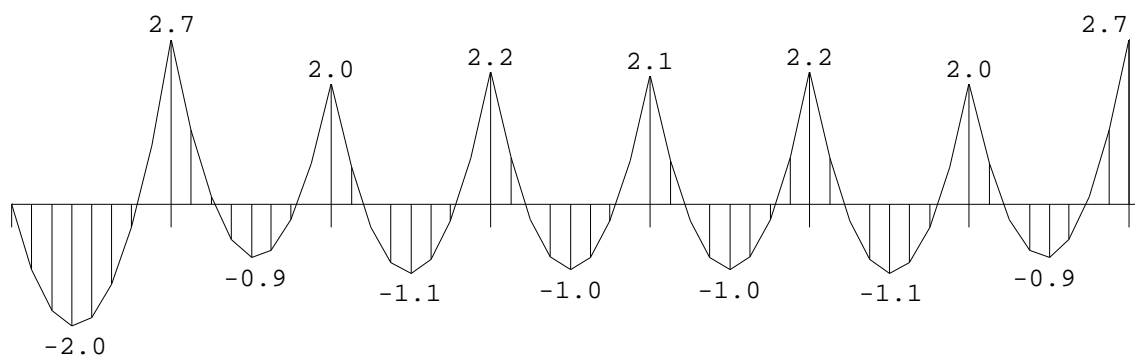
BELASTINGCOMBINATIES

BC Type	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor
1 Fund.	2 Perm	1.35						
2 Fund.	1 Extr	1.35	2 Perm	1.35	3 Extr	1.35		

MOMENTEN

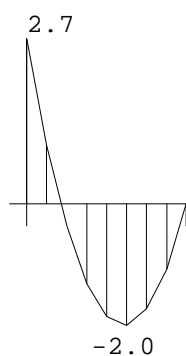
Ligger:1 B.C:1 1

Velden: 1 t/m 7

**MOMENTEN**

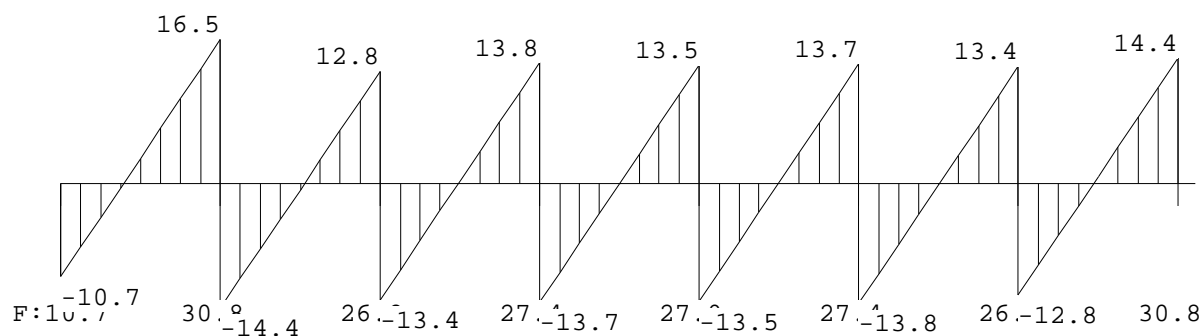
Ligger:1 B.C:1 1

Velden: 8 t/m 8

**DWARSKRACHTEN**

Ligger:1 B.C:1 1

Velden: 1 t/m 7



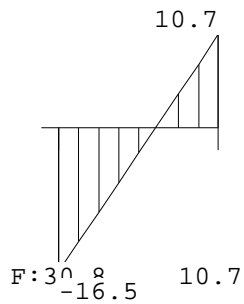
Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

DWARSKRACHTEN

Ligger:1 B.C:1 1

Velden: 8 t/m 8

**REACTIES**

Ligger:1 B.C:1 1

Stp	F	M
1	10.71	0.00
2	30.80	0.00
3	26.18	0.00
4	27.44	0.00
5	27.02	0.00
6	27.44	0.00
7	26.18	0.00
8	30.80	0.00
9	10.71	0.00

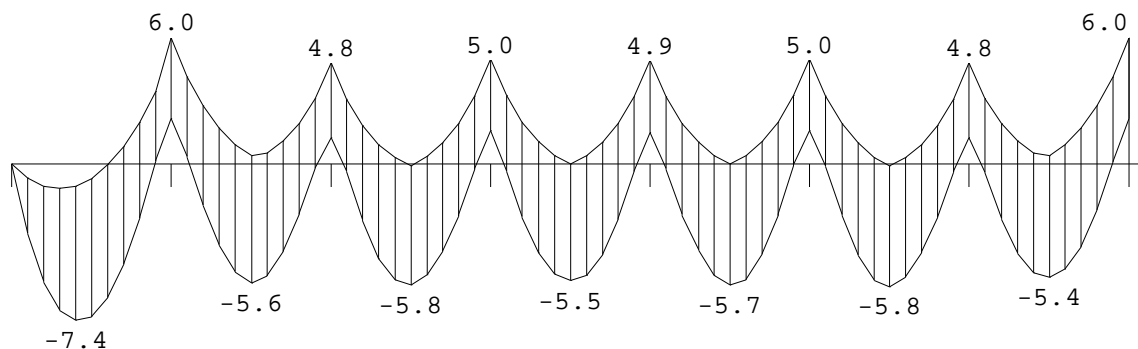
217.30 : (absoluut) grootste som reacties

-217.30 : (absoluut) grootste som belastingen

MOMENTEN

Ligger:1 B.C:2 2

Velden: 1 t/m 7



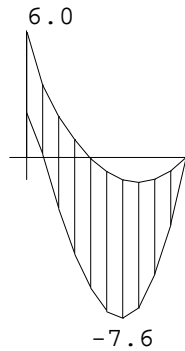
Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

MOMENTEN

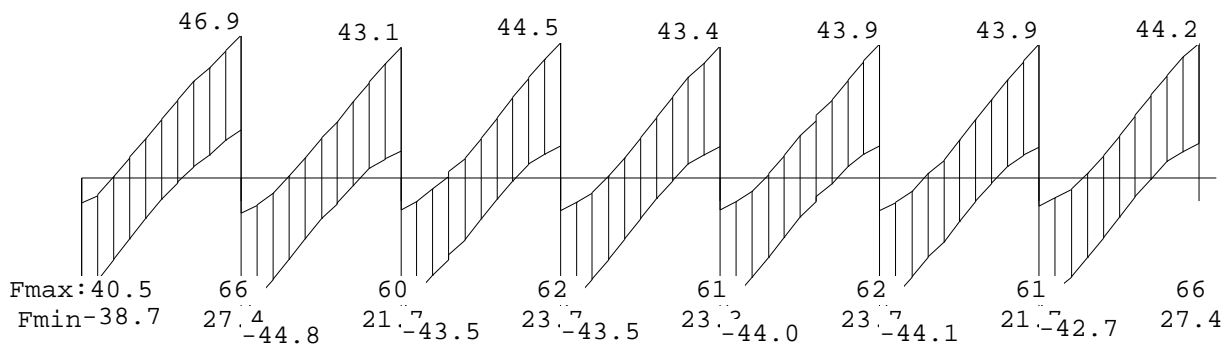
Ligger:1 B.C:2 2

Velden: 8 t/m 8

**DWARSKRACHTEN**

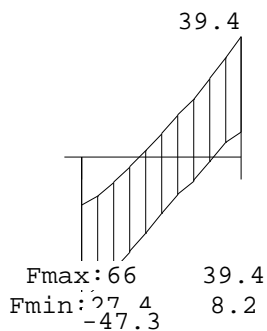
Ligger:1 B.C:2 2

Velden: 1 t/m 7

**DWARSKRACHTEN**

Ligger:1 B.C:2 2

Velden: 8 t/m 8

**REACTIES**

Ligger:1 B.C:2 2

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	8.25	40.53	0.00	0.00
2	27.39	65.64	0.00	0.00
3	21.71	60.50	0.00	0.00
4	23.70	61.94	0.00	0.00
5	23.33	61.46	0.00	0.00
6	23.71	61.90	0.00	0.00

Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

Onderdeel.....: Controle schot,rups evenwijdig

REACTIES

Ligger:1 B.C:2 2

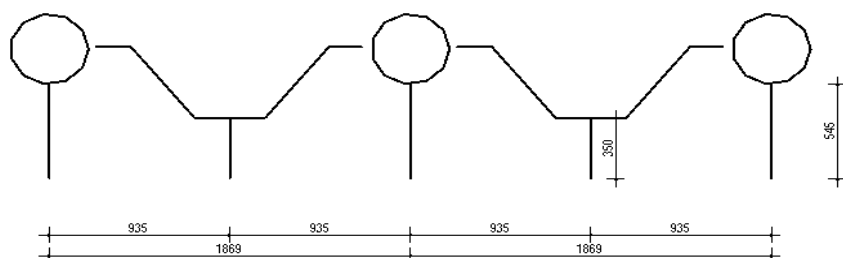
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
7	21.71	60.51	0.00	0.00
8	27.38	65.67	0.00	0.00
9	8.25	39.43	0.00	0.00

project: Walmuurvernieuwing Recht Boomssloot Evenzijde
 projectnummer: 191056
 onderdeel: Berekening afdekplaat
 datum: 1-10-2019

Controle plaatdikte NAP + 2,00 m¹

- Het prefab schort is bevestigd middels een horizontale stalen plaat en knieschotten gelast aan de buik van de damwand.

Uitgangspunten geometrie



- afname door corrosie: 0,012 mm/jaar ->

1,2 mm/zijde

Belasting

Permanent

	h	b	y	q
Graniet	= 0,20	0,50	28,5	2,85 kN/m
Metselwerk	= 0,11	2,50	20,0	5,50 kN/m
Beton	= 0,20	0,26	25,0	1,30 kN/m
	= 0,15	2,35	25,0	8,81 kN/m
	= 0,15	0,60	25,0	2,25 kN/m

totaal

= q_g 20,71 kN/m

veranderlijk

= q_Q 5 kN/m
 Q_k 20 kN

Krachtswerking

- De krachtswerking is uitgewerkt in Technosoft, zie navolgende sheets

Omhullend

V_d	= 66 kN
$M_{d,max}$	= 7,6 kNm
$M_{d,min}$	= 6 kNm

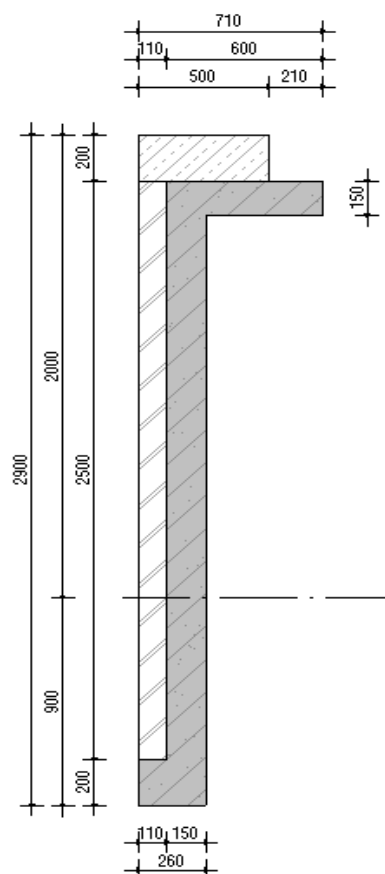
Dikte staalplaat

W = 21408,45 mm³

d = 16,0 mm

inclusief corrosie toeslag 18,4 mm <= min. dikte staalplaat, praktisch gekozen d =

20 mm¹



Controle verticaal schot

- Constructiestaal S355

$$f_{yd} = 355 \text{ N/mm}^2$$

Geometrie:

$$\begin{aligned} l &= 350 \text{ mm} \\ b &= 0 \text{ mm} \\ d &= 15 \text{ mm} \\ a &= 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

inclusief corrosie

$$\begin{aligned} l &= 347,6 \text{ mm} \\ b &= 0 \text{ mm} \\ d &= 12,6 \text{ mm} \\ a &= 297,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Axiale druk spanning tussen verticaal schot en stalen plaat

$$N_{ed} = 66 \text{ kN}$$

contactoppervlak

$$A = 4380 \text{ mm}^2$$

$$N_{rd} = 1555 \text{ kN}$$

$$N_{ed}/N_{rd} = 0,04 < 1 \text{ voldoet}$$

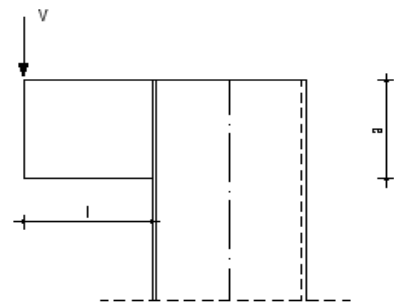
Dwarskracht

$$V_{ed} = 66 \text{ kN}$$

$$A = 3750 \text{ mm}^2$$

$$V_{R,dc} = 1331 \text{ kN}$$

$$V_{ed}/V_{R,dc} = 0,05 < 1 \text{ voldoet}$$



Controle weerstand t.p.v. damwand

$$M_{Ed} = 23 \text{ kNm}$$

$$W = 185988 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = 123 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma/f_{yd} = 0,35 < 1 \text{ voldoet}$$

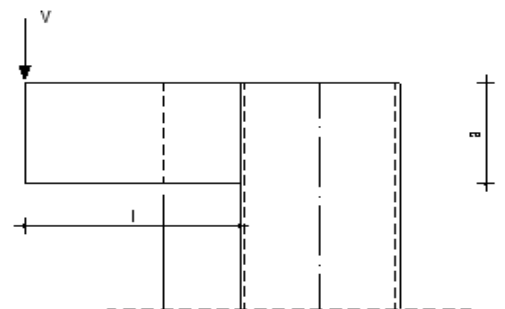
Controle weerstand console t.p.v. buispaal

$$M_{ed} = 36 \text{ kNm}$$

$$W = 185988 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = 193 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma/f_{yd} = 0,54 < 1 \text{ voldoet}$$



Controle kopmoment damwand

Controle van een enkele damwandplank

$$W = 1800000 \text{ mm}^3$$

$$f_{yd} = 240 \text{ N/mm}^2$$

Kopmoment ter plaatse van verticale schotten

$$\begin{aligned} M &= 23 \text{ kNm} \\ \sigma &= 12,7 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma/f_{yd} &= 0,05 < 1 \text{ voldoet} \end{aligned}$$

Controle kopmoment buispaal

Controle van een enkele damwandplank

$$\begin{aligned} W &= 6570185 \text{ mm}^3 \\ f_{yd} &= 235 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Kopmoment ter plaatse van verticale schotten

$$\begin{aligned} M &= 36 \text{ kNm} \\ \sigma &= 5,5 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma/f_{yd} &= 0,02 < 1 \text{ voldoet} \end{aligned}$$

Technosoft Liggers release 6.31

1 okt 2019

Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

Constructeur.: -

Opdrachtgever: -

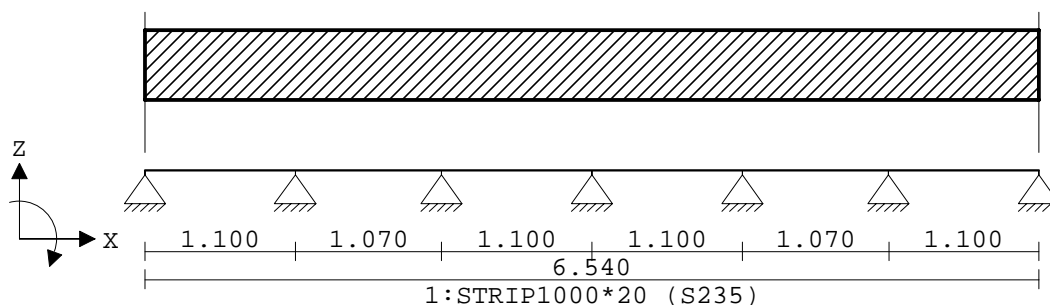
Dimensies....: kN/m/rad

Bestand.....: 1:\2019\191056 amsterdam - recht boomssloot

evenzijde\technosoft\2019-08-26 plaat\191056-1 plaat t=20 kade laag.dlw

GEOMETRIE

Ligger:1

**VELDLENGTEN**

Ligger:1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte	Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	1.100	1.100	6	5.440	6.540	1.100
2	1.100	2.170	1.070				
3	2.170	3.270	1.100				
4	3.270	4.370	1.100				
5	4.370	5.440	1.070				

MATERIALEN

Mt Omschrijving E-modulus[N/mm2] S.G. S.G.verhoogd Pois. Uitz. coëff

1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05
2	D70	20000	9.0 10.8	1.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.G.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	STRIP1000*20	1:S235	2.0000e+04	6.6667e+05	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	20	10.0					

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	y ₀	y ₁	y ₂	e.g.
1	variabel Qk-wiellast	3:Kraanbaan	1.00	1.00	1.00	0.00
2	Permanente belasting	2:Permanent EN1991				-1.00
3	variabel qk	1:Schaakbord EN1991	1.00	1.00	1.00	0.00

Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

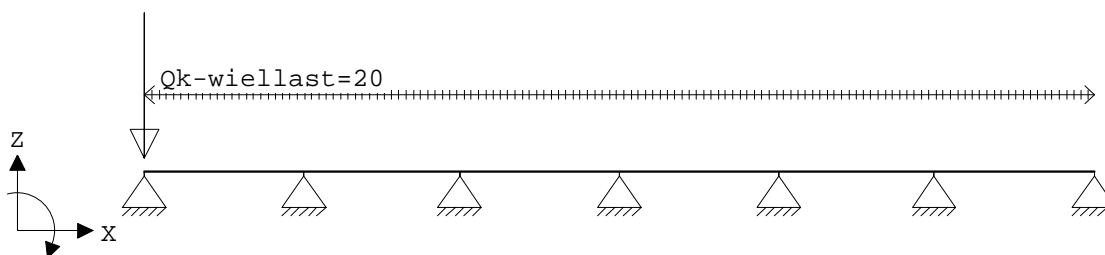
Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

BELASTINGGEVALLEN

B.G. Omschrijving	Type
1 variabel Qk-wiellast	3 Ver. bel. pers. ed. (F-rep)
2 Permanente belasting	1
3 variabel qk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 variabel Qk-wiellast

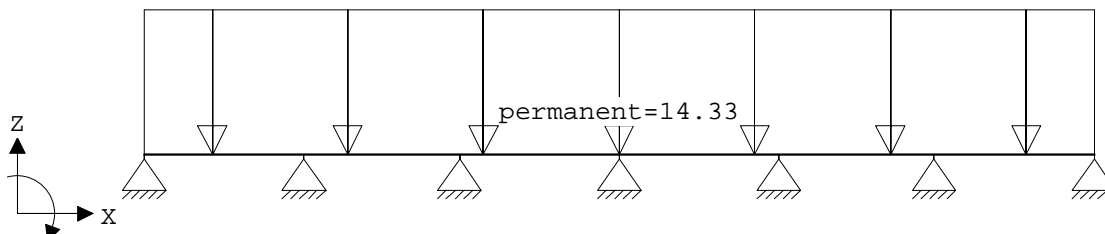
**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:1 variabel Qk-wiellast

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2 psi	Afstand	Lengte
1	15:Pass.stelsel	Qk-wiellast	-20.000	0.050	0.000	6.540

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Permanente belasting

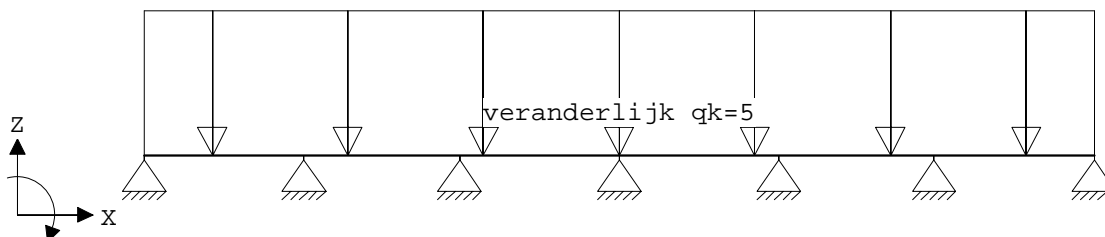
**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:2 Permanente belasting

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2 psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last	permanent	-14.330	-14.330	0.000	6.540

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:3 variabel qk



Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:3 variabel qk

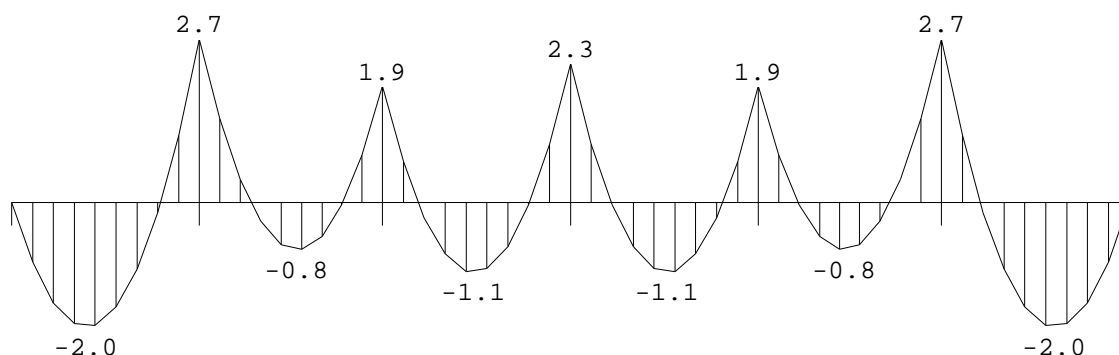
Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last	veranderlijk qk	-5.000	-5.000		0.000	6.540

BELASTINGCOMBINATIES

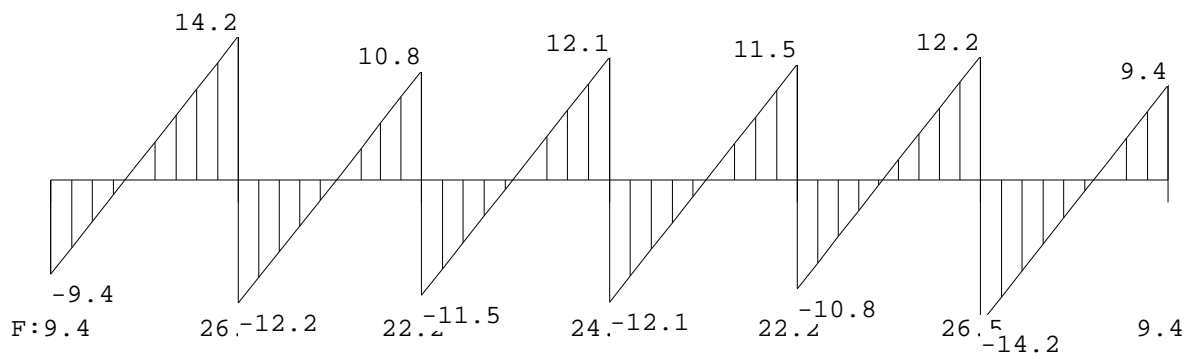
BC Type	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor
1 Fund.	2 Perm	1.35						
2 Fund.	1 Extr	1.35	2 Perm	1.35	3 Extr	1.35		

MOMENTEN

Ligger:1 B.C:1 1

**DWARSKRACHTEN**

Ligger:1 B.C:1 1

**REACTIES**

Ligger:1 B.C:1 1

Stp	F	M
1	9.36	0.00
2	26.45	0.00
3	22.23	0.00
4	24.28	0.00
5	22.23	0.00
6	26.45	0.00
7	9.36	0.00

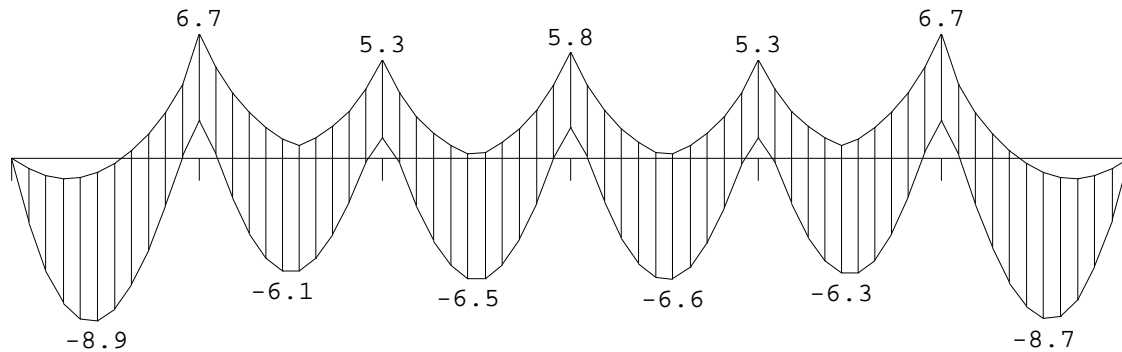
140.38 : (absoluut) grootste som reacties
-140.38 : (absoluut) grootste som belastingen

Project.....: 180842 - Amsterdam - Recht Boomsloot

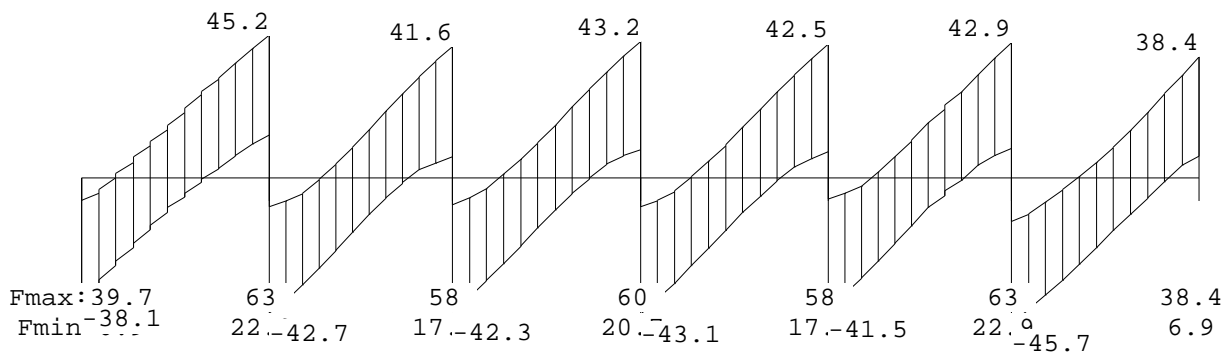
Onderdeel....: Controle schot,rups evenwijdig

MOMENTEN

Ligger:1 B.C:2 2

**DWARSKRACHTEN**

Ligger:1 B.C:2 2

**REACTIES**

Ligger:1 B.C:2 2

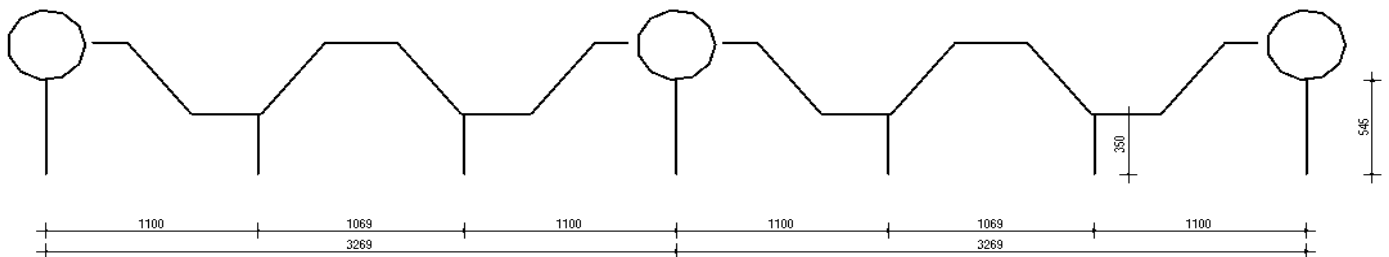
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	6.95	39.68	0.00	0.00
2	22.92	62.62	0.00	0.00
3	17.63	57.71	0.00	0.00
4	20.68	60.10	0.00	0.00
5	17.63	57.73	0.00	0.00
6	22.92	62.63	0.00	0.00
7	6.95	38.43	0.00	0.00

project: Walmuurvernieuwing Recht Boomssloot Evenzijde
 projectnummer: 191056
 onderdeel: Berekening afdekplaat
 datum: 1-10-2019

Controle plaatdikte NAP + 0,95 m¹

- Het prefab schort is bevestigd middels een horizontale stalen plaat en knieschotten gelast aan de buik van de damwand.

Uitgangspunten geometrie



- afname door corrosie: 0,012 mm/jaar ->

1,2 mm/zijde

Belasting

Permanent

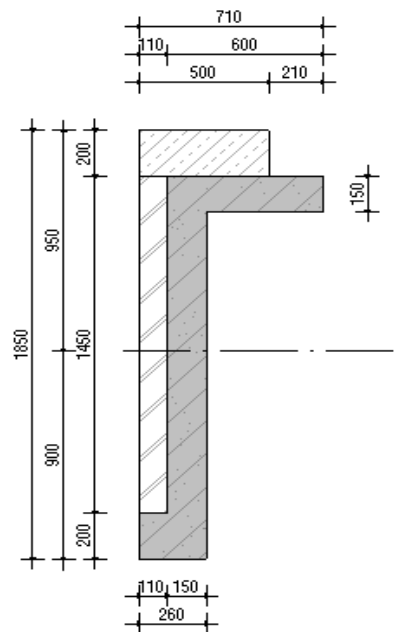
	h	b	y	q
Graniet	= 0,20	0,50	28,5	2,85 kN/m
Metselwerk	= 0,11	1,45	20,0	3,19 kN/m
Beton	= 0,20	0,26	25,0	1,30 kN/m
	= 0,15	1,30	25,0	4,88 kN/m
	= 0,15	0,60	25,0	2,25 kN/m

gording HEB200

totaal = q_g 15,08 kN/m

veranderlijk

= q_Q 5 kN/m
 Q_k 20 kN



Krachtenwerking

- De krachtenwerking is uitgewerkt in Technosoft, zie navolgende sheets

Omhullend

V_d	=	63 kN	
F_h	=	177 kN	(horizontale kracht vanuit combiwand)
$M_{d,max}$	=	8,9 kNm	
$M_{d,min}$	=	6,7 kNm	

Dikte staalplaat

W	=	25070,42 mm ³	
d	=	17,3 mm	
inclusief corrosie toeslag		19,7 mm <= min. dikte staalplaat, praktisch gekozen d =	20 mm ¹

Controle verticaal schot

- Constructiestaal S355

$$f_{yd} = 355 \text{ N/mm}^2$$

Geometrie:

$$\begin{aligned} l &= 350 \text{ mm} \\ b &= 150 \text{ mm} \\ d &= 20 \text{ mm} \\ a &= 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

inclusief corrosie

$$\begin{aligned} l &= 347,6 \text{ mm} \\ b &= 148,8 \text{ mm} \\ d &= 17,6 \text{ mm} \\ a &= 197,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Axiale druk

spanning tussen verticaal schot en stalen plaat

$$N_{ed} = 63 \text{ kN}$$

contactoppervlak

$$A = 2619 \text{ mm}^2$$

$$N_{rd} = 930 \text{ kN}$$

$$N_{ed}/N_{rd} = 0,07 < 1 \text{ voldoet}$$

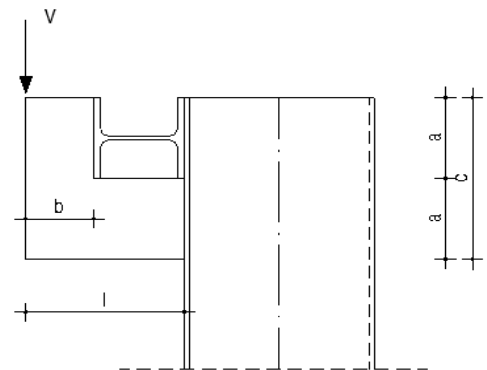
Dwarskracht

$$V_{ed} = 63 \text{ kN}$$

$$A = 3478 \text{ mm}^2$$

$$V_{R,dc} = 1235 \text{ kN}$$

$$V_{ed}/V_{R,dc} = 0,05 < 1 \text{ voldoet}$$



Controle weerstand t.p.v. damwand

$$M_{Ed} = 22 \text{ kNm}$$

$$W = 114534 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = 191 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma/f_{yd} = 0,54 < 1 \text{ voldoet}$$

Controle weerstand console t.p.v. buispaal

$$M_{ed;V} = 34 \text{ kNm}$$

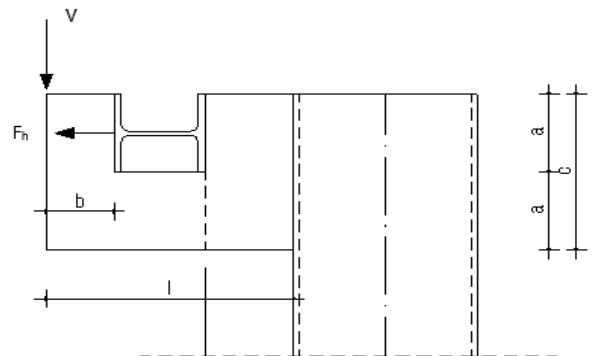
$$M_{ed;F} = 35 \text{ kNm}$$

$$M_{ed;totaal} = 69 \text{ kNm}$$

$$W = 114534 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = 298 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma/f_{yd} = 0,84 < 1 \text{ voldoet}$$



Controle kopmoment damwand

Controle van een enkele damwandplank

$$W = 1800000 \text{ mm}^3$$

$$f_{yd} = 240 \text{ N/mm}^2$$

Kopmoment ter plaatse van verticale schotten

$$\begin{aligned} M &= 22 \text{ kNm} \\ \sigma &= 12,2 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma/f_{yd} &= 0,05 < 1 \text{ voldoet} \end{aligned}$$

Controle kopmoment buispaal

Controle van een enkele damwandplank

$$\begin{aligned} W &= 6570185 \text{ mm}^3 \\ f_{yd} &= 235 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Kopmoment ter plaatse van verticale schotten

$$\begin{aligned} M &= 69 \text{ kNm} \\ \sigma &= 10,5 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma/f_{yd} &= 0,04 < 1 \text{ voldoet} \end{aligned}$$

**Berekening gording (ankerstoel)**

Opdrachtgever	: -	Onderdeel:	HEB 200 cor Enkel
Hektec werknr.	: 191056	Niveau:	NAP + 2,00
Project	: Kademuur Recht Boomssloot	Opmerking:	-
Lokatie	: Amsterdam		
Datum	: 30 september 2019		

Eigenschappen stalen gordingprofielMateriaal

De staalsoort betreft:	S	235 [-]	
Nominale waarde vloeigrens	f_y :	235 [N/mm ²]	tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Nominale waarde treksgrens	f_u :	360 [N/mm ²]	tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Elasticiteitsmodules	E:	210000 [N/mm ²]	par. 3.2.6 NEN-EN 1993-1-1
$e=(235/f_y) =$		1,0 [-]	tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
$I_1=p*(E/f_y) =$		93,9 [-]	par. 6.3.1.3 NEN-EN 1993-1-1

Profiel

Type profiel gording:	HEB 200 corrosie 100 jr. [-]		
Aantal gordingen	1 [-]		
h	197,6 [mm]	h_w	172,4 [mm]
b	197,6 [mm]	t_w	6,6 [mm]
A	6404 [mm ²]	t_f	12,6 [mm]
$W_{y,el}$	480019 [mm ³]	r	18 [mm]
$W_{z,el}$	164228 [mm ³]	A_v	1961,24 [mm ²]
I_y	47425882 [mm ⁴]	G	0,5027 [kN/m ¹]
I_z	16225719 [mm ⁴]	A_f	2489,76 [mm ²]
$W_{y,pl}$	533181 [cm ³]	A_w	1137,84 [mm ²]
$W_{z,pl}$	249986 [cm ³]	h/b	1,00 [-]
i_y	86,1 [mm]	knikkromme om as y-y	b [-] tabel 6.2
i_z	50,3 [mm]	knikkromme om as z-z	c [-] tabel 6.2

Classificatie van de doorsnede

lijf: c/t/e =	20,67 [-]
flens: c/t/e =	6,15 [-]

	lijf	flens	Profiel
buiging	1		
druk	1	1	
druk en buiging			1

Veiligheidsfactor

γ_m ; gording	1,1 [-]
----------------------	---------

Belastingen in de doorsnede

Max. h.o.h. afstand	3,60 [mm]
q lijnlast	58,6 [kN/m ¹]
Dwarskracht	105 [kN]
Moment	95 [kNm]

Vervorming gording

Maximale doorbuiging doorgaande ligger op 3 steunpunten (2-velden)

d max = 1/300 * l	12,00 [mm]
l =	3600 [mm]
$d = 1/144 * (q * L^4 / EI)$	6,86 [mm]
unity check	d / d max = 0,57 voldoet

Toetsing van de doorsnede

Partiële factor	g_{M0}	1,0 [-]
Partiële factor	g_{M1}	1,0 [-]

Toetsing axiale trek/druk (6.2.3 / 6.2.4)

Rek. normaalkracht	N_{Ed}	0,0 [kN]
Rek. weerstand tegen trek	$N_{t,Rd}$	1504,9 [kN]
u.c.	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$	0,00 voldoet

Rek. normaalkracht	N_{Ed}	0,0 [kN]
Rek. weerstand tegen druk	$N_{c,Rd}$	1504,9 [kN]
u.c.	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$	0,00 voldoet

Toetsing buigend moment (6.2.5)

Rek. buigend moment	M_{Ed}	104,4 [kNm]
Doorsnede classificatie	1 [-]	ρ $W_{y-y} = 533181$ [cm ⁴]
Rek. weerstand tegen moment	M_{Rd}	125,3 [kNm]
u.c.	M_{Ed}/M_{Rd}	0,83 voldoet

Toetsing dwarskracht (6.2.6)

Rek. dwarskracht	V_{Ed}	116,0 [kN]
Doorsnede classificatie	1 [-]	ρ $A = 1961$ [mm ²]
Rek. dwarskracht vloeien	$V_{c,Rd}$	266,1 [kN]
u.c.	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,44 voldoet

Voor lijven zonder dwarsverstijvers dient de weerstand tegen plooien door afschuiving bepaald te worden volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 indien voldaan wordt aan:

$$h_w/t_w > 72 \cdot e/h \quad \text{Geen controle nodig}$$

Toetsing buiging en dwarskracht (6.2.8)

	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,44 dwarskracht geen invloed op buigingsweerstand
	r	0,000 [-]
	$M_{y,V,Rd}$	125,3 [kNm] voldoet
u.c.	$M_{Ed}/M_{y,V,Rd}$	0,83 voldoet

Toetsing buiging en normaalkracht (6.2.9)

Geldt voor doorsnede classificatie 1 en 2: **van toepassing**

Het effect van de normaalkracht op het vloeimoment om de y-y-as hoeft niet in rekening te zijn gebracht wanneer aan beide volgende voorwaarden is voldaan:

	$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	0,00 \leq 0,25
	$N_{Ed}/h_w \cdot t_w \cdot f_y / 2 \cdot g_{m0}$	0,00 \leq 1
	a	0,22 \leq 0,5
	$M_{N,y,Rd}$	125,3 [kNm]
u.c.	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$	0,83 voldoet

Geldt voor doorsnede classificatie 3 en 4: **niet van toepassing**



Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht (6.2.10)

Geldt voor doorsnede classificatie 1 en 2: **van toepassing**

$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,44	geen reductie toepassen
r	0,000 [-]	
$N_{Vz,Rd}$	1504,9 [kN]	
a_1	0,22 [-]	
a_2	0,22 [-]	
$M_{V,y,Rd}$	125,3 [kNm]	
$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} + ((N_{Ed}/N_{Vz,Rd} - a_2/2)/(1 - a_2/2))$	0,71	voldoet

Geldt voor doorsnede classificatie 3 en 4: **niet van toepassing**

Controle overzicht toetsen

Toetsing axiale trek	(6.2.3)	u.c.	0,00	voldoet
Toetsing axiale druk	(6.2.4)	u.c.	0,00	voldoet
Toetsing buigend moment	(6.2.5)	u.c.	0,83	voldoet
Toetsing dwarskracht	(6.2.6)	u.c.	0,44	voldoet
Toetsing buiging en dwarskracht	(6.2.8)	u.c.	0,83	voldoet
Toetsing buiging en normaalkracht	(6.2.9)	u.c.	0,83	voldoet
Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht	(6.2.10)	u.c.	0,71	voldoet



Berekening gording (ankerstoel)

Opdrachtgever : - **Onderdeel:** HEB 200 cor Enkel
Hektec werknr. : 191056 **Niveau:** NAP + 0.95
Project : Kademuur Recht Boomssloot **Opmerking:** -
Lokatie : Amsterdam
Datum : 30 september 2019

Eigenschappen stalen gordingprofiel

Materiaal

De staalsoort betreft: S 235 [-]
Nominale waarde vloeigrens f_y : 235 [N/mm²] tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Nominale waarde treksgrens f_u : 360 [N/mm²] tabel 3.1 NEN-EN 1993-1-1
Elasticiteitsmodules E: 210000 [N/mm²] par. 3.2.6 NEN-EN 1993-1-1
 $e=(235/f_y) =$ 1,0 [-] tabel 5.2 NEN-EN 1993-1-1
 $I_1=p*(E/f_y) =$ 93,9 [-] par. 6.3.1.3 NEN-EN 1993-1-1

Profiel

Type profiel gording: HEB 200 corrosie 100 jr. [-]
Aantal gordingen 1 [-]
h 197,6 [mm] h_w 172,4 [mm]
b 197,6 [mm] t_w 6,6 [mm]
A 6404 [mm²] t_f 12,6 [mm]
 $W_{y,el}$ 480019 [mm³] r 18 [mm]
 $W_{z,el}$ 164228 [mm³] A_v 1961,24 [mm²]
 I_y 47425882 [mm⁴] G 0,5027 [kN/m¹]
 I_z 16225719 [mm⁴] A_f 2489,76 [mm²]
 $W_{y,pl}$ 533181 [cm³] A_w 1137,84 [mm²]
 $W_{z,pl}$ 249986 [cm³] h/b 1,00 [-]
 i_y 86,1 [mm] knikkromme om as y-y b [-] tabel 6.2
 i_z 50,3 [mm] knikkromme om as z-z c [-] tabel 6.2

Classificatie van de doorsnede

lijf: c/t/e = 20,67 [-]
flens: c/t/e = 6,15 [-]

	lijf	flens	Profiel
buiging	1		
druk	1	1	
druk en buiging			1

Veiligheidsfactor

γ_m ; gording 1,1 [-]

Belastingen in de doorsnede

Max. h.o.h. afstand 3,20 [mm]
q lijnlast 55,0 [kN/m¹]
Dwarskracht 88 [kN]
Moment 70 [kNm]

Vervorming gording

Maximale doorbuiging doorgaande ligger op 3 steunpunten (2-velden)

$d_{max} = 1/300 * l$ 10,67 [mm]
 $l =$ 3200 [mm]
 $d = 1/144 * (q * L^4 / EI)$ 4,02 [mm]
unity check $d / d_{max} =$ 0,38 **voldoet**

Toetsing van de doorsnede

Partiële factor	g_{M0}	1,0 [-]
Partiële factor	g_{M1}	1,0 [-]

Toetsing axiale trek/druk (6.2.3 / 6.2.4)

Rek. normaalkracht	N_{Ed}	0,0 [kN]
Rek. weerstand tegen trek	$N_{t,Rd}$	1504,9 [kN]
u.c.	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$	0,00 voldoet

Rek. normaalkracht	N_{Ed}	0,0 [kN]
Rek. weerstand tegen druk	$N_{c,Rd}$	1504,9 [kN]
u.c.	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$	0,00 voldoet

Toetsing buigend moment (6.2.5)

Rek. buigend moment	M_{Ed}	77,4 [kNm]
Doorsnede classificatie	1 [-]	ρ $W_{y-y} = 533181$ [cm ⁴]
Rek. weerstand tegen moment	M_{Rd}	125,3 [kNm]
u.c.	M_{Ed}/M_{Rd}	0,62 voldoet

Toetsing dwarskracht (6.2.6)

Rek. dwarskracht	V_{Ed}	96,8 [kN]
Doorsnede classificatie	1 [-]	ρ $A = 1961$ [mm ²]
Rek. dwarskracht vloeien	$V_{c,Rd}$	266,1 [kN]
u.c.	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,36 voldoet

Voor lijven zonder dwarsverstijvers dient de weerstand tegen plooien door afschuiving bepaald te worden volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 indien voldaan wordt aan:

$$h_w/t_w > 72 \cdot e/h \quad \text{Geen controle nodig}$$

Toetsing buiging en dwarskracht (6.2.8)

	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,36 dwarskracht geen invloed op buigingsweerstand
	r	0,000 [-]
	$M_{y,V,Rd}$	125,3 [kNm] voldoet
u.c.	$M_{Ed}/M_{y,V,Rd}$	0,62 voldoet

Toetsing buiging en normaalkracht (6.2.9)

Geldt voor doorsnede classificatie 1 en 2: **van toepassing**

Het effect van de normaalkracht op het vloeimoment om de y-y-as hoeft niet in rekening te zijn gebracht wanneer aan beide volgende voorwaarden is voldaan:

	$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	0,00 £	0,25
	$N_{Ed}/h_w \cdot t_w \cdot f_y / 2 \cdot g_{m0}$	0,00 £	1
	a	0,22 £	0,5
	$M_{N,y,Rd}$	125,3 [kNm]	
u.c.	$M_{Ed}/M_{N,y,Rd}$	0,62 voldoet	

Geldt voor doorsnede classificatie 3 en 4: **niet van toepassing**



Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht (6.2.10)

Geldt voor doorsnede classificatie 1 en 2: **van toepassing**

$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,36	geen reductie toepassen
r	0,000 [-]	
$N_{Vz,Rd}$	1504,9 [kN]	
a_1	0,22 [-]	
a_2	0,22 [-]	
$M_{V,y,Rd}$	125,3 [kNm]	
$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} + ((N_{Ed}/N_{Vz,Rd} - a_2/2)/(1 - a_2/2))$	0,49	voldoet

Geldt voor doorsnede classificatie 3 en 4: **niet van toepassing**

Controle overzicht toetsen

Toetsing axiale trek	(6.2.3)	u.c.	0,00	voldoet
Toetsing axiale druk	(6.2.4)	u.c.	0,00	voldoet
Toetsing buigend moment	(6.2.5)	u.c.	0,62	voldoet
Toetsing dwarskracht	(6.2.6)	u.c.	0,36	voldoet
Toetsing buiging en dwarskracht	(6.2.8)	u.c.	0,62	voldoet
Toetsing buiging en normaalkracht	(6.2.9)	u.c.	0,62	voldoet
Toetsing buiging, dwarskracht en normaalkracht	(6.2.10)	u.c.	0,49	voldoet