

Amsterdam
Delft
Eindhoven

DO Bouwkuipadvies

—
Foodcenter Amsterdam - Plandeel west
Fase 1A



CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

Amsterdam
Delft
Eindhoven

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Marktkwartier CV

██████████
3430 RA Nieuwegein
████████████████████

Rapport

Onderwerp
DO Bouwkuipadvies
Foodcenter Amsterdam -
Plandeel west Fase 1A

Projectnummer
22122

Documentnummer
RA22122b1

Versie
1

Datum
8 juni 2022

Status
-

Versies
1. -
Formulier
RA-01-v19.1204

© 2022 CRUX Engineering BV

Niets uit dit drukwerk mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Documentlocatie

\\dserver02\Projecten\221xx\22122 Aveco Foodcenter Amsterdam vv\01 RAP\qcheck\RA22122b1 DO Bouwkuipadvies Foodcenter Amsterdam plandeel west fase 1A (qc mei02).docm

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Uitgangspunten	6
2.1	Documenten	6
2.2	Programmatuur	6
2.3	Bodemopbouw	6
2.4	Grondwaterstanden	7
2.5	Grondparameters	7
2.6	Veiligheidsklasse	7
2.7	Ontwerp en geometrie	9
2.7.1	Algemeen	9
2.7.2	Geometrie	9
2.8	Ontgravingsniveau	10
2.9	Belendingen	10
2.9.1	Belendende bebouwing en funderingen	10
2.9.2	Jan van Galenstraat	10
2.9.3	Kabels en leidingen	11
2.10	Beschouwde doorsneden	11
3	Bouwkuipontwerp	13
3.1	Inleiding	13
3.2	Verticaal evenwicht bouwputbodem	13
3.3	Fasering	13
3.4	Resultaten damwandberekeningen	14
3.5	Stempels / verankering	15
3.6	Verticaal draagvermogen damwanden	15
3.6.1	Drukdraagvermogen	15
3.6.2	Trekdraagvermogen	16
3.7	Toets staalspanning	18
3.8	Installeerbaarheid damwanden	18
3.9	Verankering	19
3.9.1	Ontwerp	19

3.9.2	Invloed installeren ankers op bestaande paalfundering	20
4	Conclusies en aanbevelingen	22
4.1	Bouwkuip	22
4.2	Aandachtspunten	22
4.2.1	Algemeen	22
4.2.2	Installatie damwanden	23
4.2.3	Verankering	23

Lijst van Figuren

–		
Figuur 1	Projectlocatie Fase 1A Marktkwartier-Foodcenter	5
Figuur 2	Sondeerlocaties t.p.v. fase 1A [1]	6
Figuur 3	Overzicht plandeel West [5]	9
Figuur 4	Doorsnede 1 (noord-zuid) [5]	10
Figuur 5	Contour bouwkuip i.r.t. huidige bebouwing	10
Figuur 6	Jan van Galenstraat (google)	11
Figuur 7	Maaiveldhoogte Jan van Galenstraat (ahn.nl)	11
Figuur 8	Kabels en leidingen (uit te nemen in rood, bestaand in blauw en nieuw te leggen in groen)	11
Figuur 9	Beschouwde doorsneden	12
Figuur 10	Minimaal vereiste afmetingen steunberm (variant 2)	14
Figuur 11	D-Sheet Piling doorsnede 1; fase met het maximale ontgravingsniveau.	14
Figuur 12	D-Sheet Piling Doorsnede 2 (variant met steunberm); fase met het maximale ontgravingsniveau.	15
Figuur 13	Benodigde afstand tussen bestaande paalfundering en te installeren groutankers	21

Lijst van Tabellen

–		
Tabel 1	Globale bodemopbouw	7
Tabel 2	Overzicht gehanteerde grondwaterstanden en stijghoogte	7

Tabel 3 Veiligheidsfactoren conform NEN9997-1+C2:2017	7
Tabel 4 Gehanteerde grondparameters	8
Tabel 5 Fasering damwandberekeningen doorsnede 1 en 2 (ankers)	13
Tabel 6 Fasering damwandberekeningen doorsnede 2 (stempel/steunberm)	13
Tabel 7 Gehanteerde stijfheid schoorstempel doorsnede 2 (variant steunberm) DSheet Piling	15
Tabel 8 Gehanteerde stijfheid verankering doorsnede 1 en 2 (variant groutanker) DSheet Piling	15
Tabel 9 Trekkrachten (rekenwaarden) i.v.m. schoorstempels	16
Tabel 10 Trekdraagvermogen o.b.v. slechtse sondering	16
Tabel 11 Resultaten van de beschouwde doorsneden en varianten	17
Tabel 12 Resultaten bepaling slagkracht (dubbele plank) en drukkracht (enkele plank)	18
Tabel 13 Resultaten ankerberekening	20

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA22122b1

Pagina
4/27

Lijst van Bijlagen

–

- Bijlage 1 D-Sheet berekening uitvoer
- Bijlage 2 Bepaling druk- en slagkracht t.b.v. installatie damwanden
- Bijlage 3 Berekening schroefinjectieankers

1 Inleiding

In opdracht van Marktkwartier CV heeft CRUX in januari 2021 een VO bouwkuipadvies opgesteld ten behoeve van het project Marktkwartier-Foodcenter (plandeel west) te Amsterdam. In voorliggende rapportage wordt het advies voor fase 1A (zie blauw in Figuur 1) nader uitgewerkt op DO niveau.

Voor de damwanden ter plaatse van het Foodcenter zijn in voorliggend advies twee varianten beschouwd:

- Damwanden met groutankers
- Damwanden met stempels in combinatie met steunberm

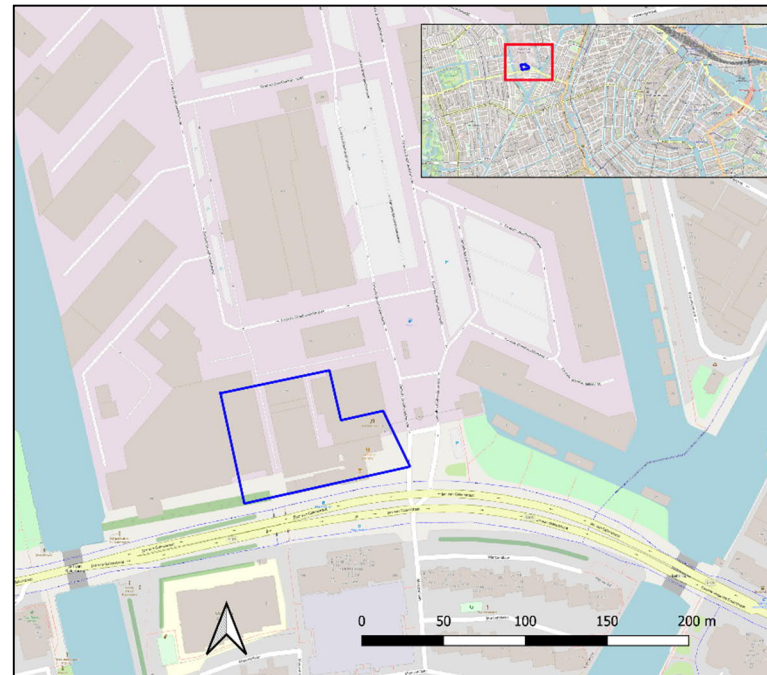
De definitieve keuze kan pas gemaakt worden op het moment dat een inventarisatie van de beleningen/obstakels per locatie heeft plaatsgevonden en de ruimtelijke inpassing van een verankering in de omgeving van de groutankers voldoende onderzocht is. Zonder deze inventarisatie moet worden uitgegaan van stempels in combinatie met een steunberm.

Het project omvat de herinrichting van het terrein van de Centrale Markthallen. De in de huidige situatie aanwezige bebouwing wordt gesloopt en maakt plaats voor een grootschalig nieuwbouwcomplex met woon- en commerciële functies.

De projectlocatie is gelegen aan de noordzijde van de Jan van Galenstraat (S105) langs het Westelijk Marktkanaal te Amsterdam, zie Figuur 1.

Het nieuwbouwcomplex wordt voorzien van een op palen gefundeerde parkeerkelder. De kelder wordt gefaseerd gerealiseerd met een gesloten bouwkuip met behulp van damwanden en bemaling. Voorliggende rapportage bevat het bouwkuipadvies ten behoeve van fase 1A.

In deze rapportage zijn de uitgangspunten en resultaten van de uitgevoerde berekeningen, ten behoeve van het bouwkuipadvies voor fase 1A opgenomen. Het funderings- en bemalingsadvies voor fase 1A worden separaat gerapporteerd. De VO adviezen voor het hele plandeel west zijn uitgewerkt in [3] en [4] (december 2020).



Figuur 1 Projectlocatie Fase 1A Marktkwartier-Foodcenter

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gebruikt voor deze rapportage:

- [1] Multiconsult; Rapport Bodemonderzoek ten behoeve van project "Foodcenter" Jan van Galenstraat 4 te Amsterdam; JS/BM171155/004680-001 (fase 1); d.d. 18-10-2017
- [2] BAM Infraconsult; Rapport Aanvullend geotechnisch bodemonderzoek Foodcenter te Amsterdam; JBM220041; d.d. 25-01-2022
- [3] CRUX Engineering; rapport Bouwkuipadvies Foodcenter Amsterdam plandeel west; RA17238a1; d.d. 16-12-2020
- [4] CRUX Engineering; notitie Bemalingsadvies Foodcenter; NT17238e1; d.d. 15-12-2020
- [5] Hfb; tekening overzicht en doorsneden plandeel West; T-201; d.d. 31-01-2020
- [6] CRUX Engineering; notitie Bemalingsadvies Foodcenter Amsterdam; NT17238d1; d.d. 15-12-2020
- [7] Markt Kwartier West; tekening Amsterdam Martkwartier Bouwrijp maken woningen westzijde fase 1 – Kabels en leidingen Overzicht Bestaande situatie Nieuwe Situatie; MK / DO-KL-ALBn302; d.d. 18-05-2022

CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2.2 Programmatuur

Voor de ontwerpberekening van de damwand is gebruik gemaakt van D-Sheet Piling versie 22.1.

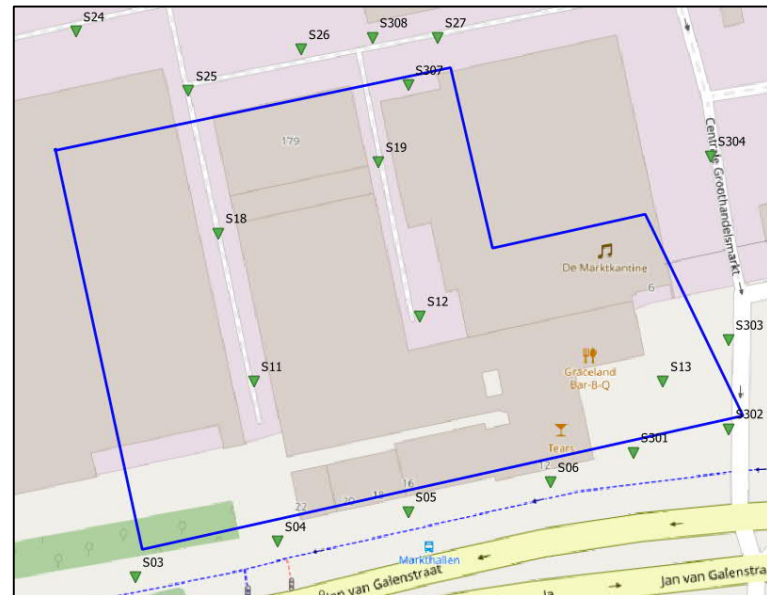
2.3 Bodemopbouw

Op de projectlocatie zijn in opdracht van CRUX door BAM Infraconsult diverse sonderingen uitgevoerd [1], [2]. In Figuur 2 zijn de locaties van dit onderzoek weergegeven.

In totaal zijn ter plaatse van fase 1A 18 sonderingen tot een diepte van circa NAP -30m uitgevoerd.

Ter plaatse van fase 1A dienen na sloop van de huidige bebouwing nog een aantal sonderingen ter plaatse van bestaande bebouwing uitgevoerd te worden.

Het aangetroffen maaiveldniveau ter plaatse van de sonderingen varieert tussen NAP+0,4m en NAP+0,7m. Enkel aan de zuidzijde van de projectlocatie ligt het maaiveld, in verband met de verhoogde ligging van de Jan van Galenstraat, op een hoger niveau (zie S01 t/m S06 en S61). Het maaiveldniveau verloopt hier van NAP+1,3m (S302) tot NAP+3,1 (S01). Het hoogste niveau ter plaatse van fase 1A ligt op circa NAP+1,8m.



Figuur 2 Sondeerlocaties t.p.v. fase 1A [1]

De op basis van het grondonderzoek bepaalde globale bodemopbouw is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Globale bodemopbouw

Grondlaag	Bovenkant grondlaag [m t.o.v. NAP]
Ophooglaag, zand	+0,6
Klei	-3,0
Hollandveen	-3,5
Oude zeeklei	-5,2
Wadafzetting, zand	-6,5
Hydrobia klei	-10,0
Basisveen	-12,0
Eerste zandlaag	-12,5
Allerod	-15,0
Tweede Zandlaag	-19,0
* Verkende diepte NAP -30m	

2.4 Grondwaterstanden

In Tabel 2 zijn de meest recente waterstanden en stijghoogtes voor de watervoerende zandlagen gepresenteerd. Deze zijn overgenomen uit het CRUX bemalingsadvies [6]. De stijghoogte van de Wadafzetting is voor de berekeningen in deze rapportage gelijk gehouden aan de freatische waterstand.

Tabel 2 Overzicht gehanteerde grondwaterstanden en stijghoogte

Grondwaterstand/stijghoogte [m NAP]	Freatische pakket D05499	Watervoerend pakket D05366
Hoog (95%)	-0,20	-1,70
Mediaan (50%)	-0,35	-2,05
Laag (5%)	-0,45	-2,45

2.5 Grondparameters

De gehanteerde grondparameters zijn weergegeven in . De parameters zijn bepaald op basis van tabel 2.b. uit NEN9997-1+C2:2017, grootschalig grondonderzoek en laboratoriumproeven in de omgeving van Amsterdam en correlaties met de conusweerstand. Voor de damwandberekeningen is de wandwrijvingshoek (δ) gelijk gesteld aan:

- zand $\delta = 2/3 * \phi'$
- klei $\delta = 1/2 * \phi'$
- veen $\delta = 0$

2.6 Veiligheidsklasse

Voor de damwandberekeningen is uitgegaan van veiligheidsklasse RC2. In Tabel 3 zijn de veiligheidsfactoren weergegeven.

Tabel 3 Veiligheidsfactoren conform NEN9997-1+C2:2017

Parameter	RC2	Parameter	RC2
Belastingen		Grondparameters (stabiliteit)	
Belasting permanent	1,0	$\tan(\phi')$	1,25
Belasting veranderlijk	1,1	c'	1,45
Grondparameters (sterkte)		Geometrie	
$\tan(\phi')$	1,175	Kerende hoogte	+10% (tot 0,5m)
c'	1,25	Grondwaterstand actief	+ 0,05m
k	1,3	Grondwaterstand passief	-0,25m

Tabel 4 Gehanteerde grondparameters

Naam	γ	γ_{sat}	c'	ϕ'	kh1_laag	kh2_laag	kh3_laag
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]
Ophooglaag zand	18,0	20,0	0	30	12000	6000	3000
Klei	16,9	16,9	1	22,5	6000	4000	2000
Hollandveen	10,5	10,5	5	17	1000	500	250
Oude zeeklei	16	16	5	25	4000	2000	800
Wadafzetting zand	18	18	2	27	6000	4000	2000
Hydrobia klei	15,5	15,5	5	25	6000	4000	2000
Basisveen	11	11	5	18	2000	800	500

2.7 Ontwerp en geometrie

2.7.1 Algemeen

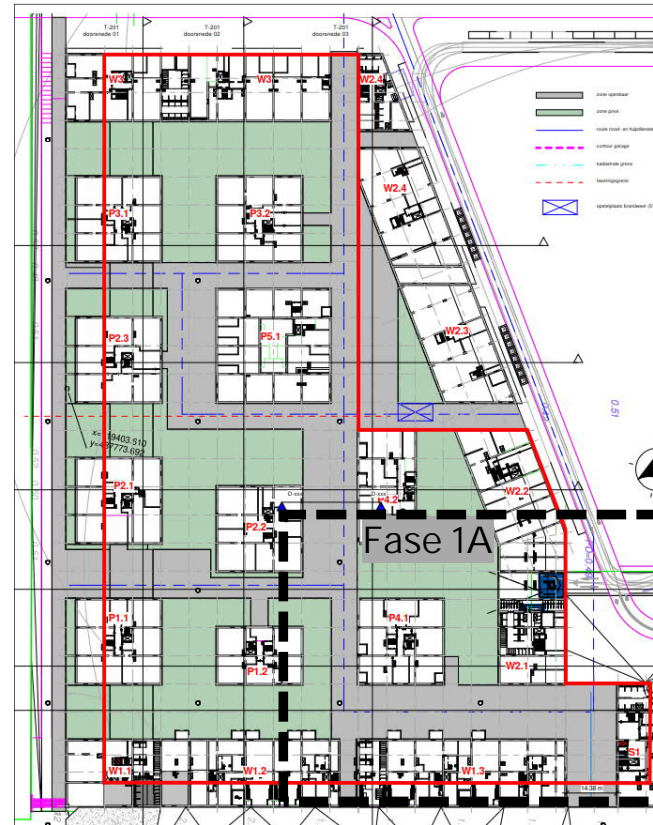
Een overzicht van het plandeel west van project Marktkwartier-Foodcenter is weergegeven in Figuur 3. De rode lijn toont de contour van de 1-laags parkeerkelder. De nieuwbouw wordt gefundeerd op palen.

Onder de poeren worden drukpalen toegepast. Tussen de poeren worden in de parkeerkelder trekpalen toegepast om de opwaartse waterdruk en zwelbelasting op te nemen.

De kelder wordt gefaseerd uitgevoerd. Dit houdt in dat ook de bouwkuipen gefaseerd aangelegd worden. De gestippelde zwarte lijn toont fase 1A waarop voorliggend advies betrekking heeft.

Elk keldersegment wordt gemaakt in een gesloten bouwkuip bestaande uit tijdelijke damwanden. Verloren compartimeringsschermen worden langs de zijden van de kuip ingezet waar in de vervolgfase de kuip uitgebreid wordt.

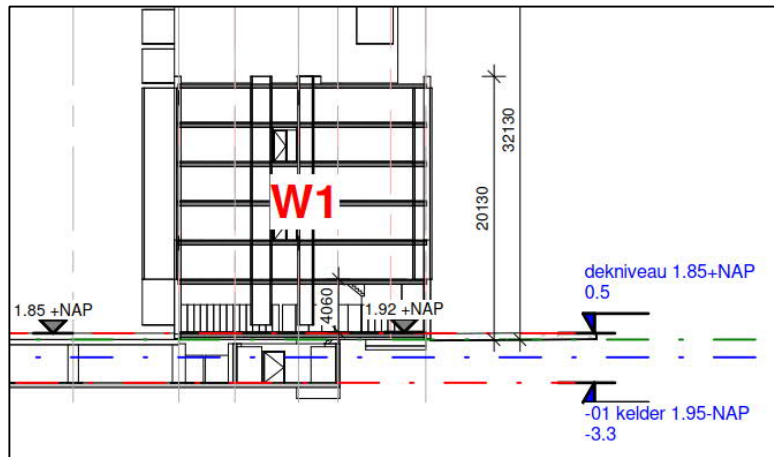
Bij een gefaseerde ontgraving dienen compartimeringsschermen tot een niveau van NAP-11m worden geïnstalleerd, zodat de gefaseerde bouwkuip waterdicht is.



Figuur 3 Overzicht plandeel West [5]

2.7.2 Geometrie

De bovenkant van de keldervloer ligt over de hele oppervlakte gelijk op NAP-1,95m. Een doorsnede bij gebouw W1 is gegeven in Figuur 4. Uitgaande van een vloerdikte van 35 cm bedraagt het aanlegniveau van de vloer NAP-2,3m. Onder de gebouwen worden conform opgave constructeur poeren met een dikte van 130 cm (inclusief vloer) toegepast. Het aanlegniveau van de poeren ligt daarmee op NAP-3,25m. De poeren hebben een afmeting van 3m x 3m (4-paal poer) tot 3m x 4,7m (6-paal poer). Het stramien tussen de poeren bedraagt grotendeels 8,1m x 8,1m.



Figuur 4 Doorsnede 1 (noord-zuid) [5]

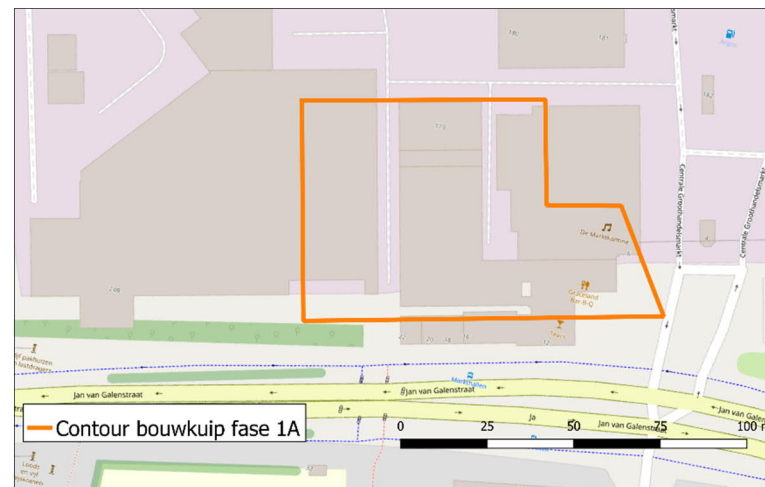
2.8 Ontgravingsniveau

Uitgaande van een grondverbetering onder de vloer van 50 cm bedraagt het ontgravingsniveau ter plaatse van de vloeren NAP-2,8m (aanlegniveau vloer NAP-2,3m). Voor de poeren dient tot NAP-3,4m te worden ontgraven. In verband met de grootte van de poeren is voor de damwandberekeningen in deze rapportage uitgegaan van een gemiddeld integraal ontgravingsniveau van NAP-3,1m. Conform beschikbare tekening is geen rekening gehouden met een dieper aangelegd randbalk en is uitgegaan van dezelfde ontgraving zoals gekozen voor de poeren met stramien 8,1m x 8,1m.

2.9 Belendingen

2.9.1 Belendende bebouwing en funderingen

Figuur 5 toont de contour van de bouwkuip ten behoeve van fase 1A in relatie tot de huidige bebouwing. Volgens [7] zijn de belendende panden (grijs in Figuur 5) gedurende de aanleg van de bouwkuip gesloopt en dient geen rekening te worden gehouden met bouwinvloeden op deze panden. Wel dient rekening te worden gehouden met de funderingsresten van de gesloopte objecten en eventuele funderingsresten van voormalige bebouwing bij de installatie van damwanden, nieuwe funderingselementen en verankeringen.



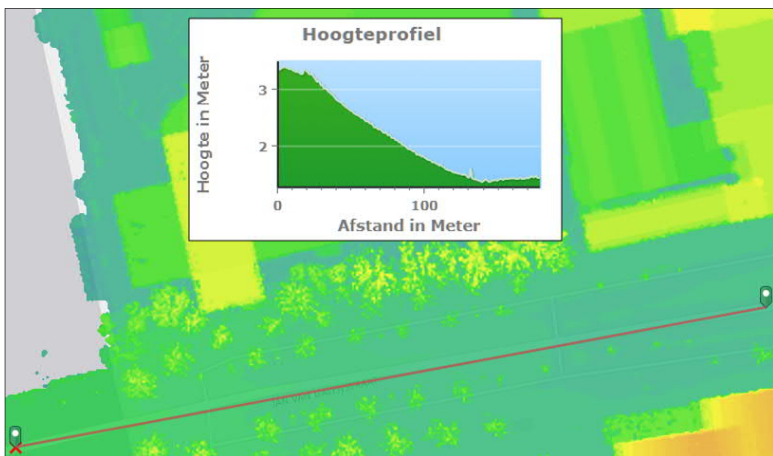
Figuur 5 Contour bouwkuip i.r.t. huidige bebouwing

2.9.2 Jan van Galenstraat

Aan de zuidzijde van de projectlocatie ligt de Jan van Galenstraat (Figuur 6). In verband met de brug over het Westelijk Marktkanaal verloopt het maaiveld langs de bouwkuip ten behoeve van fase 1A van circa NAP+1,3m tot NAP+3,1m, zie Figuur 7. De asfaltverharding ter plaatse van de Jan van Galenstraat ligt op circa 15 m uit de damwand.



Figuur 6 Jan van Galenstraat (google)

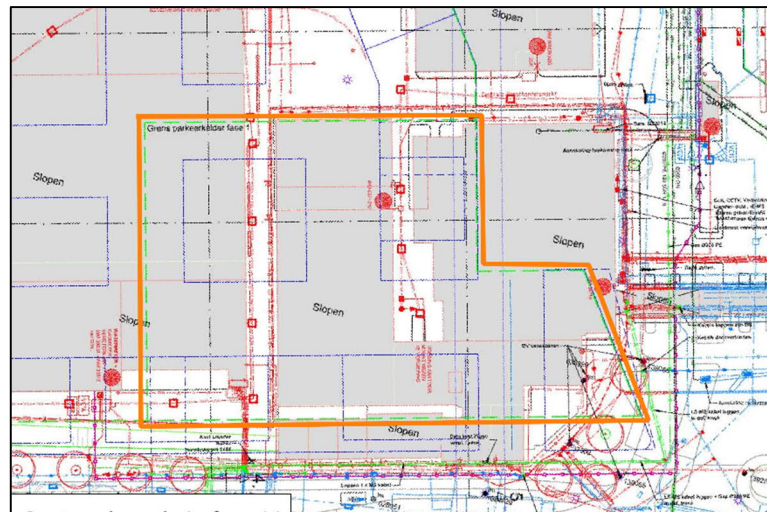


Figuur 7 Maaiveldhoogte Jan van Galenstraat (ahn.nl)

2.9.3 Kabels en leidingen

In Figuur 8 is de bouwkuip gegeven in relatie tot kabels en leidingen. Voor een hogere resolutie wordt verwezen naar [7]. De uit te nemen kabels en leidingen zijn opgegeven in rode kleur, de bestaande in blauwe en de nieuw te leggen in groene kleur. Aan de zuidzijde liggen kabels en leidingen op een afstand van minimaal 8 meter. Aan de oostelijke zijde wordt een middenspanningskabel van Liander op circa 1,5m aangelegd. Op minimaal 5 meter komt een Liander gasleiding te liggen.

Het wordt geadviseerd om zo spoedig mogelijk met de kabels- en leidingbeheerders af te stemmen welke vervormingen van hun objecten acceptabel zijn. Eventuele (beheers)maatregelen kunnen hierdoor op tijd worden getroffen.



Figuur 8 Kabels en leidingen (uit te nemen in rood, bestaand in blauw en nieuw te leggen in groen)

2.10 Beschouwde doorsneden

In verband met de ontgravingdiepte en de Hollandveenlaag onder ontgravingniveau is uitvoering met behulp van vrijstaande damwanden niet mogelijk. Vanwege de gefaseerde uitvoeringswijze en de afmetingen van de bouwkuip is een (horizontaal) gestempelde bouwkuip volgens opgave opdrachtgever niet wenselijk.

Voor de uitvoering van de bouwkuip zijn in overleg met de opdrachtgever in deze rapportage twee varianten beschouwd:

- 1) een verankering met groutankers en
- 2) het afstempelen van de damwand met schoorstempels tegen de nieuwe betonvloer in combinatie met een steunberm.

Ten tijde van het opstellen van deze rapportage is niet bekend welke obstakels in de ondergrond aanwezig zijn tijdens de uitvoering van de verschillende damwandschermen. De keuze voor een bepaalde uitvoeringsvariant (al dan niet verankerd) is echter mede afhankelijk van de mogelijke obstakels in de ondergrond (funderingsresten) en het toekomstige palenplan. Daarom zijn op verzoek verschillende varianten berekend. In een vervolgfase moet op basis van nader input per zijde de definitieve uitvoeringsmethode bepaald worden.

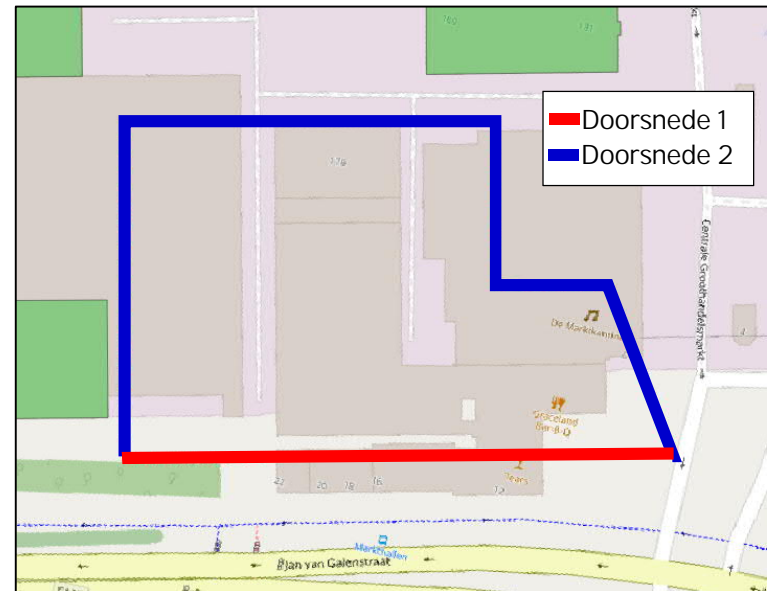
Aan alle bouwkuipzijden ter plaatse van het foodcenter zijn op het moment van uitvoering geen belendende panden [7] aanwezig. Voor deze doorsneden (doorsnede 2) wordt rekening gehouden met de maximale belasting (20 kPa o.b.v. verkeersklasse 60) vanaf 1m uit de damwand. Tevens is bij de variant met groutankers gevarieerd met ankerhoeken (45° / 55°). Voor doorsnede 2 zijn dus 3 varianten beschouwd:

1. Anker 45°
2. Anker 55°
3. Stempel in combinatie met steunberm

Langs de Jan van Galenstraat (doorsnede 1) geldt: Eventuele randvoorwaarden ten aanzien van het toepassen van een tijdelijke verankering moet door de opdrachtgever in overleg met de gemeente worden afgestemd. Het maaiveld ligt ter plaatse van de Jan van Galenstraat hoger, waardoor de kerende hoogte van de wand hoger is ten opzichte van de overige locaties waar het maaiveld tijdens de uitvoering op NAP+0,6m ligt.

Ook dient voor deze doorsneden rekening te worden gehouden met de maximale belasting (20 kPa o.b.v. verkeersklasse 60) vanaf 1m uit de damwand

De doorsneden voor fase 1A zijn gegeven in Figuur 9.



Figuur 9 Beschouwde doorsneden

3 Bouwkuipontwerp

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de uitgevoerde damwandberekeningen gepresenteerd voor de verschillende doorsneden.

Uitgangspunt is dat de damwanden een tijdelijke functie hebben. Derhalve is geen rekening gehouden met een afname van de staaldoorsnede door corrosie.

3.2 Verticaal evenwicht bouwputbodem

Volgens EC7 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving. Door het ontgraven van de bouwkuip en het verlagen van de grondwaterstand binnen de bouwkuip neemt de neerwaartse belasting af, wat kan leiden tot opbarsten van de bouwputbodem of tot welvorming. Om dit te controleren is in het bemalingsadvies [6] het verticaal evenwicht van de bouwputbodem bepaald. Het verticale evenwicht van de Wadzandlaag voldoet niet ($SF = 0,63$). Volgens emalingsadvies voldoet het verticaal evenwicht in de Wadzandlaag wanneer de stijghoogte wordt verlaagd tot NAP-2,7m. Doordat de Wadzandlaag door de damwanden volledig wordt afgesloten kan de verlaging van de stijghoogte (ca. 2,3 m verlaging) plaatsvinden middels ontlastfilters.

3.3 Fasering

De fasering van de verschillende varianten is gegeven in Tabel 5 en Tabel 6.

Tabel 5 Fasering damwandberekeningen doorsnede 1 en 2 (ankers)

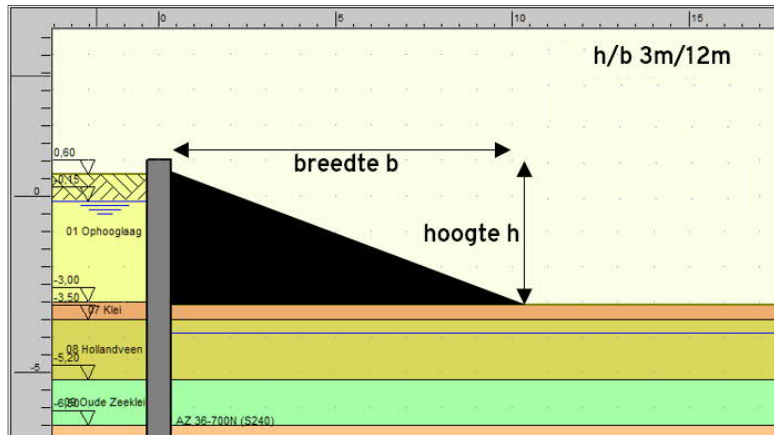
Fase	Beschrijving
1	Huidige situatie Maaiveldhoogte: - Drsn 1: NAP+1,7m (Jan van Galenstraat) - Drsn 2: NAP+0,6m (Foodcenter) Freatische grondwaterstand op NAP-0,15m
2	Belasting: 20 kN/m ² van 1m tot 11m uit de damwand Ontgraven tot - Drsn 1: NAP+0,5m en naast damwand lokaal tot NAP+0m - Drsn 2: NAP-0,5m
3	Aanbrengen verankering - Drsn 1: op NAP+0,0m en afspannen met 150kN/m' wand - Drsn 2: op NAP+0,2m en afspannen met 100kN/m' wand
4	Waterstand verlagen binnen de bouwkuip tot NAP-3,9m Ontgraven tot gemiddeld integraal niveau van NAP-3,1m
5	Damwand afstempelen tegen keldervloer (NAP-2,1m) Verwijderen verankering op NAP+0,5m

Tabel 6 Fasering damwandberekeningen doorsnede 2 (stempel/steunberm)

Fase	Beschrijving
1	Huidige situatie Maaiveldhoogte NAP+0,6m Freatische grondwaterstand op NAP-0,15m
2	Belasting: 20 kN/m ² van 1m tot 11m uit de damwand Waterstand verlagen binnen de bouwkuip tot NAP-3,9m Ontgraven met behulp van steunberm tot gemiddeld integraal niveau van NAP-3,1m
3	Storten vloer tot steunberm, afstempelen damwand via schoorstempels op de vloer en verwijderen steunberm
4	Vloer storten tot damwand; damwand afstempel tegen vloer (NAP-2,1m) en verwijderen schoorstempel

Aandachtspunten omtrent de verankering zijn:

- Eventuele randvoorwaarden ten aanzien van het toepassen van een tijdelijke verankering moet door de opdrachtgever in overleg met de gemeente worden afgestemd.
- De boorgaten vervullen met geschikte daemmer om zettingen en beïnvloeding van de omgeving te minimaliseren.
- Afhankelijk van de gestelde randvoorwaarden van de gemeente ten aanzien van het toepassen van verankering wordt het aanbevolen rekening mee te houden dat de verankering volledig moet worden verwijderd (hoogfrequent uittrillen)
- In Figuur 10 zijn de minimaal vereiste afmetingen van de steunberm weergegeven.

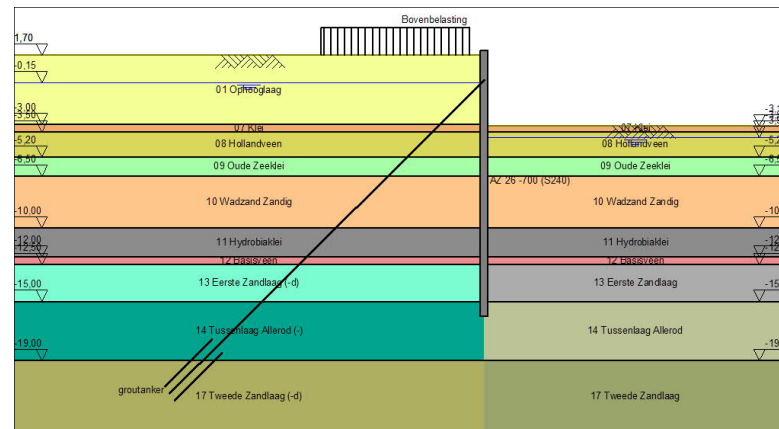


Figuur 10 Minimaal vereiste afmetingen steunberm (variant 2)

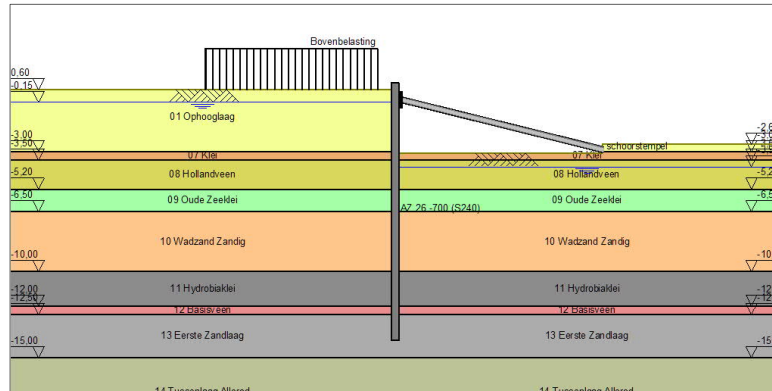
3.4 Resultaten damwandberekeningen

De resultaten van de uitgevoerde damwandberekeningen zijn weergegeven in Tabel 11. De uitvoer van de DSheet Piling berekeningen is opgenomen in Bijlage 1.

In Figuur 11 is van doorsnede 1 (groutankers) het Dsheet Piling model weergegeven van de fase met het maximale ontgravingsniveau.



Figuur 11 D-Sheet Piling doorsnede 1; fase met het maximale ontgravingsniveau.



Figuur 12 D-Sheet Piling Doorsnede 2 (variant met steunberm); fase met het maximale ontgravingniveau.

3.5 Stempels / verankering

In Tabel 7 en Tabel 8 is de gehanteerde stijfheid van de stempels en verankeringen weergegeven. De stempeling en verankering dient door de bouwkuipaannemer / constructeur nader uitgewerkt te worden in een definitief uitvoeringsontwerp waarbij rekening gehouden moet worden met de in deze ontwerpberekeningen aangehouden stijfheid. Na detaillering van het stempelraam/verankering moet op basis van de stijfheid van het stempelraam/verankering in Tabel 7 en Tabel 8 beoordeeld worden of een herberekening van de damwandconstructie uitgevoerd moet worden.

Tabel 7 Gehanteerde stijfheid schoorstempel doorsnede 2 (variant steunberm) DSheet Piling

Dorosnde	Stempelniveau [m NAP]	EA [kN/m']	Lengte [m]	Hoek [°]
2	+0	7.000.000	12	14

Tabel 8 Gehanteerde stijfheid verankering doorsnede 1 en 2 (variant groutanker) DSheet Piling

Doorsnede	Ankerniveau [m NAP]	EA [kN/m']	Lengte [m]	Hoek [°]
1	+0,0	140.240	30	45
2	+0,2	140.240	30	45/55

Voordat een stempel/anker verwijderd kan worden moet de damwand worden afgestempeld op de gerealiseerde constructie. Dit leidt tot een normaalkracht in de betonvloer waar in het constructief ontwerp rekening mee moet worden gehouden.

3.6 Verticaal draagvermogen damwanden

3.6.1 Drukdraagvermogen

Door de verticale component van de ankerkrachten wordt de damwand in verticale richting op druk belast.

Bij bepalen van het schachtdraagvermogen van de damwanden op basis van de slipmethode (CUR166) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd in de D-Sheet berekeningen:

- Voor het berekenen van het verticaal evenwicht een puntweerstand van $q_{b,max} = 1$ MPa aangehouden voor de damwanden met installatieniveau in de Allerod laag (1, 2b) en van $q_{b,max} = 3$ MPa voor doorsnede 2a met installatieniveau in de Eerste Zandlaag
- Vanaf het moment dat de ankers worden voorgespannen is vanaf de Eerste Zandlaag aan de actieve zijde gerekend met een negatieve waarde van de wandwrijvingshoek. Dit is benodigd in verband met het verticale evenwicht van de damwand.

Op basis van de uitgevoerde berekeningen voldoet het verticaal draagvermogen van de damwanden, zie D-Sheet berekening in Bijlage 1.

3.6.2 Trekdraagvermogen

Door de verticale component van de krachten in de schoorstempels bij de variant met steunberm en stempels wordt de damwand in verticale richting op trek belast.

De volgende werkwijze is gehanteerd voor het toetsen van het draagvermogen van de damwanden:

- Bepalen verticale component stempelkracht.
- Bepalen trekdraagvermogen van de damwanden op basis van de q_c methode (NEN9997-1).

De rekenwaarden van de berekende trekkrachten zijn voor de vier relevante varianten weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 Trekkrachten (rekenwaarden) i.v.m. schoorstempels

Variant	Stempelkracht axiaal [m NAP]	Vert. componente stempelkracht $P_{max} \times \sin \alpha$ [kN/m']
2	157	38

Conform CUR166 paragraaf 5.3 kan, bij een gemiddelde externe verticale belasting van 12,5 kN/m² of minder een separate berekening van de horizontale en verticale stabiliteit worden gemaakt ($V_s / (2 * L_{damwand} - L_{kerende_hoogte})$).

In dit geval mag, vanwege de relatief kleine verticale belasting, een separate controle van het draagvermogen worden uitgevoerd. Bij bepalen van het draagvermogen van de damwanden op basis van de q_c methode (NEN9997-1) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekening op basis van meest ongunstige sondering
- Positieve schachtwrijving vanaf NAP-12,3m
- ξ_3 en $\xi_4 = 1,39$
- $\gamma_{st} = 1,35$
- $\gamma_{m,var;q_c} = 1,00$
- $\alpha_t = 0,004$

Het rekenkundige trekdraagvermogen, berekend aan de hand van de meest ongunstige sondering, is gepresenteerd in Tabel 10. Op basis van de uitgevoerde berekeningen voldoet het verticaal trekdraagvermogen van de damwanden bij uitvoering met behulp van schoorstempels.

Tabel 10 Trekdraagvermogen o.b.v. slechtse sondering

Damwand	Installatieniveau [m t.o.v. NAP]	Trekdraagvermogen $R_{t,d}$ [kN/m']
AZ26-700	-14	58

Tabel 11 Resultaten van de beschouwde doorsneden en varianten

Uitgangspunten		Doorsneden			
		Langs Jan van Galenstraat	Ter plaatse van Foodcenter		
		1	2 (groutanker 45°)	2 (groutanker 55°)	2 (stempel i.c.m. steunberm)
Profieltype	[-]	AZ26-700	AZ18-700	AZ18-700	AZ26-700
Staalkwaliteit (minimaal of hoger)	[-]	s240	s270	s240	S240
Opneembaar moment	[kNm/m]	624	432	432	624
Voetniveau	[NAP...m]	-16	-14,5	-16,0	-14,0
Maaiveldniveau	[NAP...m]	+1,7	+0,6	+0,6	+0,6
Lengte	[m]	17,7	15,1	16,6	14,6
Verankering / stempel	[-]	Ankerkop op NAP3+0,0m. Ankerhoek van 45 graden	Ankerkop op NAP +0,2m. Anker hoek van 45° 55°		hoogte: 3m breedte: 12m (talud 1:4 v:h)
Rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s;d}$ (UGT)	[kNm/m]	493	402	377	372
Rekenwaarde optredend dwarskracht $D_{s;d}$ (UGT)	[kN/m]	201	164	154	158
Stempel-/ankerkracht P_{max} UGT in richting anker	[kN/m]	290	207	244	157
Stempel-/ankerkracht P_{max} BGT in richting anker	[kN/m]	204	142	167	92
Vloer op NAP -2,1m P_{max} UGT	[kN/m]	278	212	203	158
Maximum uitbuiging u_{max} (BGT)	[mm]	33	33	39	75
Gemobiliseerde weerstand (UGT / BGT)	[%]	64 / 40	68 / 42	57 / 36	65 / 40
Macrostabieleit	[-]	1,88	1,9	2,15	1,96

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA22122b1

Pagi na
17/27

3.7 Toets staalspanning

De totale staalspanning in de uiterste vezel bedraagt (vereenvoudigde toets):

$$\sigma_{max} = \frac{M_d}{W} + \frac{P_{v,d}}{A}$$

Doorsnede 1: $\sigma_{max} = 204 \text{ N/mm}^2$
 Doorsnede 2 (45° anker): $\sigma_{max} = 234 \text{ N/mm}^2$
 Doorsnede 2 (55° anker): $\sigma_{max} = 224 \text{ N/mm}^2$

3.8 Installeerbaarheid damwanden

Voor dit bouwkuipadvies op basis van de sonderingen in Figuur 2 de druk- en slagkracht bepaald. De resultaten zijn in Tabel 12 weergegeven. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 2.

De drukcapaciteit van een Silent Piler drukmachine ligt tussen de 600 tot 1500 kN. Uit Tabel 12 blijkt dat de drukkracht gemiddeld binnen deze range zit, maar dat lokaal de krachten ook over of aan de bovengrens van de drukcapaciteit kunnen zitten. Op basis hiervan is een kans aanwezig dat dat lokaal maatregelen noodzakelijk zijn, zoals het ter plaatse van de sloten voorwoelen met bentoniet en/of fluïderen (hoge druk, laag debiet), om de damwanden drukkend te kunnen installeren.

De slagkrachten bij het intrillen van de dubbele damwandplanken zijn gegeven in Tabel 12. Mogelijk zal, lokaal, ter plaatse van de sloten moeten worden voorgewoeld met bentoniet en/of gefluïdeerd om de damwanden schadevrij te kunnen installeren.

De definitieve keuze over de manier van inbrengen van de damwandplanken (en de eventueel te nemen maatregelen om weerstand te reduceren), om de damwanden schadevrij te kunnen installeren, dient te worden bepaald door de uitvoerend (onder)aannemer.

Hierbij moet, bij toepassing van groutankers, rekening worden gehouden met het benodigde verticaal draagvermogen van de damwanden. Eventuele maatregelen moeten in dat geval (bij toepassing groutankers) worden beoordeeld door de geotechnisch adviseur. Een consequentie kan zijn dat, vanwege het benodigde verticaal draagvermogen, de damwanden bij voorwoelen/fluïderen langer worden.

Daarbij moet tevens rekening worden gehouden met de invloed van het (trillend) installeren van de damwanden op de omgeving (geluid- en trillingen). Het wordt aanbevolen om een geluids- en trillingspredictie uit te voeren om de invloed van het installeren van de damwanden op de omgeving te bepalen.

Tabel 12 Resultaten bepaling slagkracht (dubbele plank) en drukkracht (enkele plank)

Profieltype	Drasn.	Puntniveau	Slagkracht (trillen) min/gem/max			Drukkracht min/gem/max		
[-]	[-]	[m NAP]	[kN]			[kN]		
AZ26-700	1	-16,0	644 (S04)	1093 *	2911 (S24)	980 (S11)	1237 *	1749 (S18)
AZ18-700	2 (anker 45°)	-14,5	571 (S04)	911 *	2354 (S24)	707 (S23)	1015 *	1507 (S24)
AZ18-700	2 (anker 55°)	-16,0	574 (S04)	941 *	2354 (S24)	918 (S11)	1156 *	1637 (S18)
AZ26-700	2 (stempel/steunberm)	-14,0	612 (S03)	1060 *	2911 (S24)	702 (S23)	1045 *	1556 (S24)

* gemiddelde druk-/slagkracht o.b.v. sonderingen in Figuur 2

Vanwege de mogelijke obstakels in de ondergrond wordt het geadviseerd om het gehele tracé voor te prikken. Als er obstakels worden aangetroffen, dient afhankelijk van de diepte te worden voorgesleufd of te worden vorgeboord. Deze werkzaamheden dienen echter zorgvuldig te worden uitgevoerd, zodat geen ontoelaatbare grondontspanning en vervormingen optreden in de omgeving.

Hieronder wordt een toelichting gegeven op de mogelijke aanvullende maatregelen om de damwanden te kunnen installeren.

Fluïderen Deskundige toepassing van fluidatie gedurende het installeren van de damwanden. Door fluïderen is het mogelijk om de damwanden met een significant lagere kracht op diepte te brengen. Middels het toepassen van fluidatie kan de weerstand met 50 à 70% gereduceerd worden. Opgemerkt wordt dat deze ervaringswaarde van de reductie een bovengrens betreft. De werkelijke weerstandsreductie kan per locatie verschillen en is sterk afhankelijk van de sturing van het proces in de uitvoering. Als gevolg hiervan wordt aanbevolen om de daadwerkelijk te realiseren reductie proefondervindelijk te bepalen.

Vorboren/-woelen: Het op diepte brengen van de damwanden in combinatie met vorboren. Om grondontspanningen te minimaliseren dient bij het vorboren het grondtransport uit het boorgat geminimaliseerd te worden. Dit is mogelijk door een avegaarboor te laten "woelen" door rechtsom in draaien tot het gewenste niveau en dan in tegengestelde richting terug te draaien, waarbij tijdens het teruggedraaien de ontstane ruimte middels bentonietinjectie opgevuld wordt. Hierbij kan in eerste instantie worden voorgewoeld ter plaatse van de sloten.

3.9 Verankering

3.9.1 Ontwerp

Voor de verankering is ten behoeve van de damwandberekening uitgegaan van schroefinjectieankers.

Op alle ankers wordt een controleproef uitgevoerd (de ankers worden hierna voorgespannen). Uitgegaan is van een hart op hart afstand van de ankers van 2,8m. Dit is om de dubbele damwandplank, wat betekent dat er een gording moet worden toegepast (ontwerp gording valt buiten scope van dit rapport).

Het indicatief ontwerp van de schroefinjectieankers is uitgevoerd met behulp van een Excel-sheet (zie Bijlage 3).

Daarbij zijn indicatief de sonderingen S04 (doorsnede 1 t.p.v. Jan van Galenstraat) en S303 (doorsnede 2b t.p.v. Foodcenter) aangehouden, aangezien de conusweerstand in het diepe zandpakket bij deze sondering het laagst zijn. In de berekening is ook rekening gehouden met ankeruitval door aan te nemen dat de naastliggende ankers in dat geval 50% extra belasting opnemen. Zie Tabel 13 voor de resultaten.

De in deze rapportage opgenomen ankerberekening is uitgevoerd om de haalbaarheid van de oplossing aan te tonen. Het definitieve ankerontwerp, inclusief ankerstoel- en gordingsconstructie moet uitgevoerd worden door de uitvoerend (onder)aannemer.

Randvoorwaarde die daarbij geldt is dat de ankerstijfheid en de ankerlengte (gemeten tot halverwege groutprop) minimaal gelijkwaardig moeten zijn aan het huidige ontwerp. Bij de verdere uitwerking dient dan ook nader gekeken te worden naar ankeruitval in de hoeken van de bouwkuip.

Tevens dient de ruimtelijke inpassing van een verankering in de omgeving (Gemeente en belendingen/obstakels) door de opdrachtgever nader te worden onderzocht. Bij het bepalen van de ankerconfiguratie wordt aanbevolen om rekening te houden met paragraaf 3.9.2.

Tabel 13 Resultaten ankerberekening

Variant	Onderdeel	Optredend $F_{ULS,d}$ [kN]	Capaciteit R_d [N]	u.c.
1a J. v. Galenstraat (Sondering S04)	Houdkracht groutlichaam	812	862	0,94
	(ankeruitval)	857	1164	0,74
Vrije ankerlengte: 17,7m	Sterkte anker	812	1057	0,77
	(ankeruitval)	857	1321	0,65
Lengte groutlichaam: 9m				
4 Foodcenter (Sondering S303)	Houdkracht groutlichaam	683	686	0,99
	(ankeruitval)	701	926	0,75
Vrije ankerlengte: 15,5m	Sterkte anker	683	1057	0,65
	(ankeruitval)	701	1321	0,53
Lengte groutlichaam: 8,5m				

3.9.2 Invloed installeren ankers op bestaande paalfundering

Bij uitvoering van de bouwkuip met behulp van groutankers moet, naast oude funderingsresten, rekening worden gehouden met de invloed van de ankers op het draagvermogen van aanwezige palen.

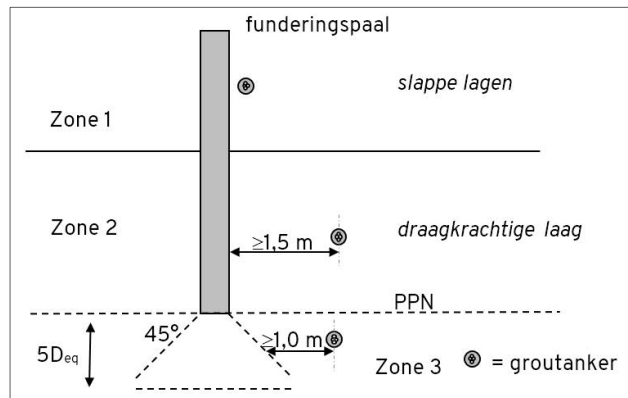
Aan de Jan van Galenstraat wordt bijvoorbeeld een deel van de nieuwbouw aan de buitenzijde van de bouwkuip gerealiseerd. Maar ook wanneer de verankering ter plaatse van een volgende fase wordt uitgevoerd (bijvoorbeeld van fase 2 richting fase 3) moet in het ontwerp rekening worden gehouden met de positie van de ankers t.o.v. de nieuwe paalfundering.

Als groutankers naast bestaande palen worden geïnstalleerd is de nodige voorzichtigheid gewenst. Voor de beïnvloeding van de bestaande paalfundering kunnen 3 zones worden gehanteerd (Figuur 13):

- Zone 1 = Zone met klei- en veenlagen waaraan de paal geen draagvermogen ontleend.
- Zone 2 = Vanaf bovenkant draagkrachtige zandlaag tot paalpuntniveau. Aan deze zone ontleend de paal draagvermogen o.b.v. positieve schachtwrijving. Daarnaast kan het gebied binnen 8D boven paalpuntniveau invloed hebben op het berekende puntdraagvermogen van de paal.
- Zone 3 = Zone beneden paalpuntniveau. Afhankelijk van de locatie van het anker kan een groutanker onder paalpuntniveau het puntdraagvermogen van de paal beïnvloeden.

In Figuur 13 zijn de verschillende zones schematisch weergegeven.

Algemene regels voor de te hanteren tussenafstand zijn niet te geven. CUR166 geeft voor traditionele groutankers een minimale afstand tussen zijkant paal en hart groutlichaam van 1,5 m. Tevens wordt een verbuisd systeem voorgeschreven. De h.o.h.-afstand waarbij de groutankers elkaar onderling niet meer beïnvloeden wordt in CUR166 ook op 1,5 m gesteld. Hieruit valt op te maken dat het invloedsgebied van de door het groutanker ontwikkelde schuifspanningen blijkbaar circa 0,75m is (zone 2). Voor de minimale afstand in lagen waaraan geen draagkracht wordt ontleend door de paal kan een kleinere afstand worden gehanteerd (zone 1).



Figuur 13 Benodigde afstand tussen bestaande paalfundering en te installeren groutankers

Wanneer groutankers onder de paalpunt zijn voorzien dient volgens de CUR een grotere afstand worden aangehouden (zone 3). De aan te houden afstand wordt echter niet gespecificeerd. De invloed die het anker heeft op de paal bestaat voornamelijk uit mogelijk ontspannen van de grondlagen onder de paalpunt wanneer het grout nog niet verhard is. In de literatuur zijn geen directe aanwijzingen te vinden voor de te hanteren tussenafstand. Er mag vanuit worden gegaan dat de belasting vanuit de paalpunt zich onder een hoek van 45° vanaf de punt verdeelt naar de ondergelegen grondlagen. Als maximale waarde voor de te hanteren diepte wordt een waarde van $5 \times D_{\text{eg,paal}}$ gehanteerd. Wanneer (met enige reserve) de ankers uit dit gebied van belastingafdracht worden geïnstalleerd mag redelijkerwijs worden aangenomen dat de invloed van het installeren van de groutankers op de bestaande palen verwaarloosbaar is.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Bouwkuip

Deze rapportage bevat het bouwkuipontwerp middels verankerde damwanden voor de aanleg van de nieuwe 1-laags kelder voor het project Foodcenter. De kelder wordt gerealiseerd in een gesloten bouwkuip met behulp van damwanden in de Eerste Zandlaag of dieper. Om opbarsten te voorkomen zijn ontlastfilters nodig in de Wadzandlaag. De bemaling is in een aparte rapportage behandeld.

Het type damwand en de ankerkrachten zijn samengevat in Tabel 11. Voor de damwanden ter plaatse van het Foodcenter zijn in voorliggend advies twee varianten beschouwd:

- Damwanden met groutankers
- Damwanden met stempels i.c.m. met steunberm

De definitieve keuze kan pas gemaakt worden op het moment dat een inventarisatie van de belendingen/obstakels per locatie heeft plaatsgevonden en de ruimtelijke inpassing van een verankering in de omgeving van de groutankers voldoende onderzocht is. Zonder deze inventarisatie moet worden uitgegaan van stempels in combinatie met een steunberm.

De exacte bouwmethode en –fasering voor het verkrijgen van een gesloten bouwkuip dient in overleg met de uitvoerende aannemer in het UO nader te worden uitgewerkt met integrale fasering, tekeningen en werkplannen.

Het (detail)ontwerp van de stempelramen, de (eventuele) verankeringen en interactie met de damwanden dient door de (onder)aannemer uitgewerkt te worden. Hierbij dienen de aansluitingsdetails van de damwand met de gording en gording met de stempels/verankeringen zo vervormingsarm mogelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

4.2 Aandachtspunten

4.2.1 Algemeen

Aanbevolen wordt om, wanneer mogelijk, op verschillende locaties proefsleuven te graven om te onderzoeken welke (funderings)resten / obstakels in de ondergrond worden aangetroffen. Deze locaties moeten in overleg met de opdrachtgever en aannemer worden bepaald.

De invloed van bijvoorbeeld kraanopstelplaatsen en eventuele kraanpoeren (binnen/buiten de bouwkuip) op het bouwkuipontwerp maakt geen onderdeel uit van dit rapport. In overleg met de uitvoerend aannemer moet de invloed op het ontwerp van de bouwkuip in de vervolgfase van het project beoordeeld worden.

De maximaal toegestane vervorming van eventueel aanwezige kabels en leidingen is tijdens het opstellen van deze rapportage nog niet bekend. Geadviseerd wordt om zo spoedig mogelijk met de kabels- en leidingbeheerders af te stemmen welke vervorming voor de naast de bouwkuip gelegen kabels en leidingen acceptabel is. Eventuele benodigde maatregelen kunnen hierdoor op tijd worden getroffen.

4.2.2 Installatie damwanden

Voor maatgevende sonderingen (met hoge conusweerstand) zijn de benodigde druk- en slagkrachten voor het respectievelijk indrukken en intrillen van damwanden bepaald. Uit dit onderzoek blijkt, dat lokaal eventueel maatregelen benodigd zijn om de damwanden schadevrij te installeren.

De definitieve keuze over de manier van inbrengen van de damwandplanken (en de eventueel te nemen maatregelen om weerstand te reduceren) om de damwanden schadevrij te kunnen installeren, dient te worden bepaald door de uitvoerend (onder)aannemer. Hierbij moet, bij toepassing van groutankers, rekening worden gehouden met het benodigde verticaal draagvermogen van de damwanden. Eventuele maatregelen moeten in dat geval (bij toepassing groutankers) worden beoordeeld door de geotechnisch adviseur.

4.2.3 Verankering

De in deze rapportage opgenomen ankerberekening is uitgevoerd om de haalbaarheid van de oplossing aan te tonen. De ruimtelijke inpassing van een verankering in de omgeving (Gemeente en belendingen/obstakels) dient door de opdrachtgever in overleg met de uitvoerende aannemer nader te worden onderzocht..

Hierbij geldt dat de ankerstijfheid en de ankerlengte (gemeten tot halverwege groutprop) overeen moeten komen met het huidige ontwerp. Bij de verdere uitwerking dient dan ook nader gekeken te worden naar ankeruitval in de hoeken.

Op alle ankers dient een controleproef te worden uitgevoerd.

Bij uitvoering van een gedeelte van de bouwkuip met behulp van groutankers moet naast oude funderingsresten rekening worden gehouden met de invloed van de ankers op het draagvermogen van aanwezige palen, zie paragraaf 3.9.2. Het wordt geadviseerd om het nieuwe palenplan en, voor zover bekend, de palenplannen van de bestaande en voormalige belendingen op 1 tekening te verwerken zodat beoordeeld kan worden of/waar een verankering mogelijk lijkt.

Eventuele randvoorwaarden ten aanzien van het toepassen van een tijdelijke verankering onder openbaar terrein moet in overleg met de gemeente worden afgestemd, bijvoorbeeld de noodzaak tot het verwijderen van de verankering (stalen elementen). Het wordt aanbevolen om vooralsnog vanuit te gaan dat de verankering weer wordt verwijderd. In dat geval moet tevens in overleg met Waternet worden bepaald in hoeverre aanvullende eisen worden gesteld aan het verwijderen van de ankers in verband met herstellen van de afsluitende lagen. Het wordt om deze reden aanbevelen om in deze fase van het project van uit te gaan dat bij het verwijderen van ankers de ruimte opgevuld moet worden met bentoniet.

Door het boren van de ankers kan afhankelijk van de uitvoeringswijze ruimte in de grond ontstaan over de vrije ankerlengte. Om ongewenste maaiveldvervormingen, ter plaatse van bijv. de Jan van Galenstraat en/of ter plaatse van kritische kabels en leidingen door deze ruimte te voorkomen, wordt aanbevolen om in deze fase van uit te gaan dat de ankerputten op kritische locaties ook over de vrije ankerlengte, tot max 1m achter de damwand, met bijv. dämmer afgevuld worden.

Report for D-Sheet Piling 22.1Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 8-6-2022
Time of report: 09:39:23
Report with version: 22.1.1.35825Date of calculation: 20-5-2022
Time of calculation: 17:31:24
Calculated with version: 22.1.1.35825

File name: drsn_1_22122_mv+1,7m_1_anker_tb

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

1 Summary**1.1 Overview per Stage and Test**

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	Not verified						
2	EC7(NL)-Step 6.3		-28,53	33,34	0,0	21,2	
2	EC7(NL)-Step 6.4		-28,37	31,18	0,0	21,2	
2	EC7(NL)-Step 6.5	2,2	26,14	25,18	0,0	15,0	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		31,37	30,21			
3	EC7(NL)-Step 6.1		45,49	-55,61	17,4	19,3	
3	EC7(NL)-Step 6.2		-42,56	-58,44	17,4	19,4	
3	EC7(NL)-Step 6.3		47,87	-55,01	17,7	19,6	
3	EC7(NL)-Step 6.4		-42,27	-57,83	17,7	19,7	
3	EC7(NL)-Step 6.5	2,3	-41,69	-54,75	13,2	14,4	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-50,03	-65,70			
4	EC7(NL)-Step 6.1		492,83	192,24	55,5	62,4	
4	EC7(NL)-Step 6.2		443,73	180,58	56,0	63,6	
4	EC7(NL)-Step 6.3		443,29	180,47	51,7	58,6	
4	EC7(NL)-Step 6.4		384,54	165,79	51,4	59,2	
4	EC7(NL)-Step 6.5	32,6	297,78	134,14	34,1	40,0	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		357,34	160,97			
5	EC7(NL)-Step 6.1		175,96	181,16	44,0	52,6	
5	EC7(NL)-Step 6.2		194,88	200,05	44,3	52,9	
5	EC7(NL)-Step 6.3		164,51	178,72	42,3	50,6	
5	EC7(NL)-Step 6.4		188,76	200,21	42,6	50,9	
5	EC7(NL)-Step 6.5	29,0	158,23	167,09	32,6	39,4	
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		189,87	200,51			

Max		32,6	492,83	200,51	56,0	63,6	
-----	--	-------------	---------------	---------------	-------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	Not verified	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Not sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.2	Not sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.3	Not sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4	Not sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	Not sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
4	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
5	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Summary		Not sufficient
---------	--	----------------

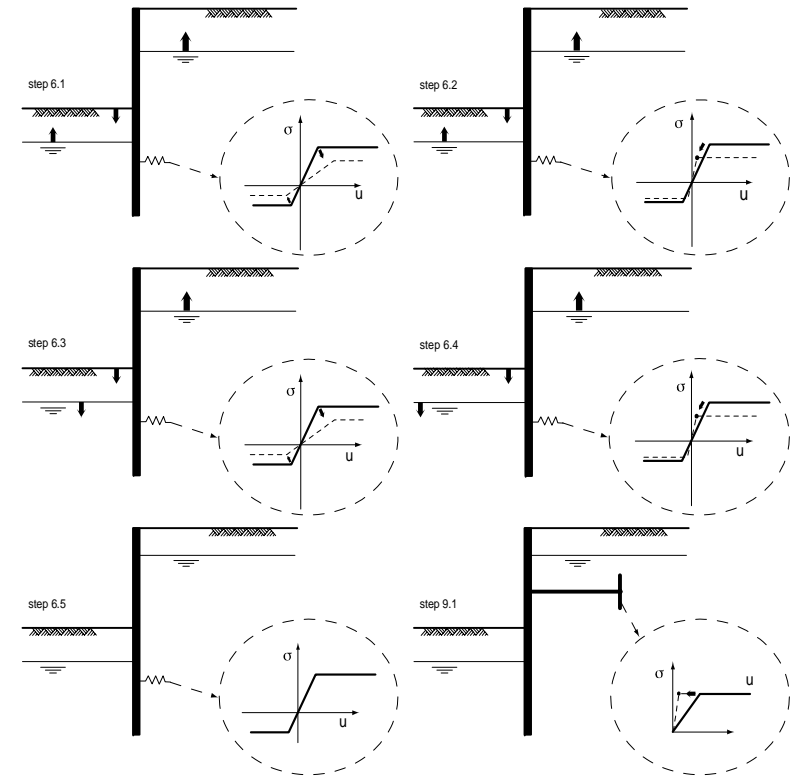
1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut groutanker			Anchor/strut vloer		
		Force [kN]	State	Status	Force [kN]	State	Status
3	EC7(NL)-Step 6.1	150,00	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.2	150,00	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.3	150,00	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.4	150,00	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	180,00	Elastic		-		
4	EC7(NL)-Step 6.1	290,04	Elastic		-		
4	EC7(NL)-Step 6.2	273,55	Elastic		-		
4	EC7(NL)-Step 6.3	273,40	Elastic		-		
4	EC7(NL)-Step 6.4	252,64	Elastic		-		
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	244,58	Elastic		-		
5	EC7(NL)-Step 6.1	-			257,02	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.2	-			275,91	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.3	-			254,57	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.4	-			276,07	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	-			278,01	Elastic	
Max		290,04			278,01		

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Ontgraving	8,49
Groutanker aanbr. + voersp.	8,49
Max ontgr	1,88
Vloer + verw anker	1,88

1.4 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	5
Unit weight of water	10,00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	18,00 m
Level top side	2,00 m
Number of sections	1
q _b ;max	1,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 -700 (S2...	-16,00	2,00	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 26 -700 (S2...	1,2541E+05	1,00	1,2541E+05	

2.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26 -700 (S2...	624,00	1,00	1,00	1,00	624,00

2.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Section area [cm ² /m]
AZ 26 -700 (S2...	-16,00	2,00	460,00	187,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	2: Ontgraving

Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma _b)	1,200
Verification of stage	3: Groutanker aanbr. + voorsp.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m

- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	
	4: Max ontgr
Multiplication factor for anchor stiffness	
	1,000
Used partial factor set	
	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	
	5: Vloer + verw anker
Multiplication factor for anchor stiffness	
	1,000
Used partial factor set	
	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000

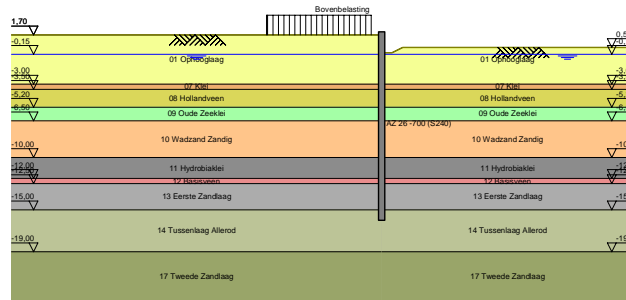
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200

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

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

3 Outline Stage 2: Ontgraving

Outline - Stage 2: Ontgraving

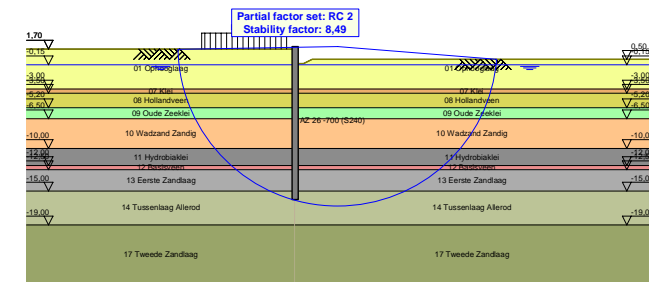


4 Overall Stability Stage 2: Ontgraving

Stability factor : 8,49

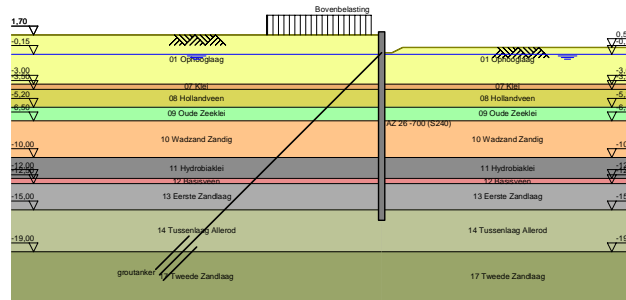
4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 2: Ontgraving



5 Outline Stage 3: Groutanker aanbr. + voersp.

Outline - Stage 3: Groutanker aanbr. + voersp.

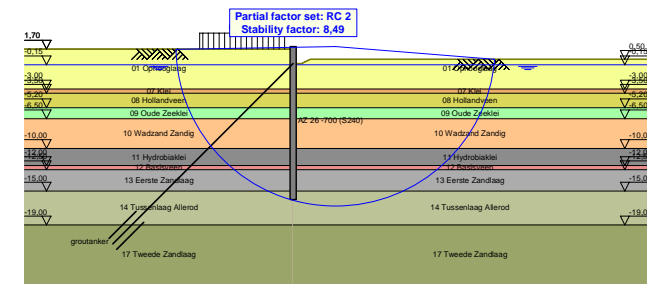


6 Overall Stability Stage 3: Groutanker aanbr. + voersp.

Stability factor : 8,49

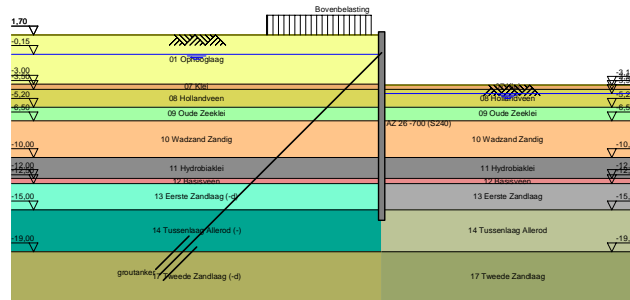
6.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: Groutanker aanbr. + voersp.



7 Outline Stage 4: Max ontgr

Outline - Stage 4: Max ontgr

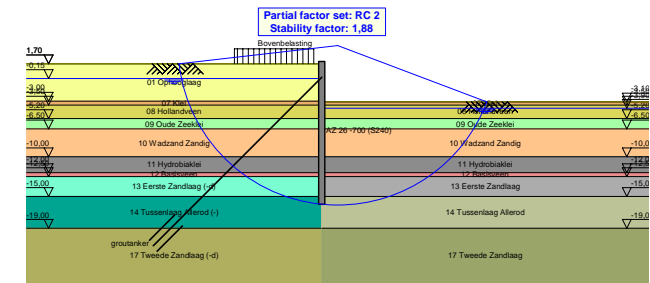


8 Overall Stability Stage 4: Max ontgr

Stability factor : 1,88

8.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 4: Max ontgr



9 Step 6.1 Stage 4: Max ontgr

9.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

9.2 Input Data Left

9.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.2.2 Water Level

Water level: -0,10 [m]

9.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,70

9.2.4 Soil Material Properties in Profile: Initieel (-d)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
01 Ophooglaag	1,70	18,00	20,00
07 Klei	-3,00	16,90	16,90
08 Hollandveen	-3,50	10,20	10,20
09 Oude Zeeklei	-5,20	16,40	16,40
10 Wadzand Za...	-6,50	18,40	18,40
11 Hydrobiaklei	-10,00	16,00	16,00
12 Basisveen	-12,00	10,90	10,90
13 Eerste Zandl...	-12,50	18,00	20,00
14 Tussenlaag ...	-15,00	18,30	18,30
17 Tweede Zan...	-19,00	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
01 Ophooglaag	1,70	0,00	26,17	17,45	17,45
07 Klei	-3,00	0,80	19,42	9,75	9,75
08 Hollandveen	-3,50	4,00	12,85	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	4,00	19,42	9,75	9,75
10 Wadzand Za...	-6,50	0,00	23,90	15,90	15,90
11 Hydrobiaklei	-10,00	4,00	19,42	9,75	9,75
12 Basisveen	-12,00	4,00	15,46	0,00	0,00
13 Eerste Zandl...	-12,50	0,00	28,47	-19,01	-19,01
14 Tussenlaag ...	-15,00	2,40	24,35	-16,26	-16,26
17 Tweede Zan...	-19,00	0,00	28,47	-19,01	-19,01

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Ophooglaag	1,70	1,00	1,00	Fine
07 Klei	-3,00	1,00	1,00	Fine
08 Hollandveen	-3,50	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-5,20	1,00	1,00	Fine
10 Wadzand Za...	-6,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
12 Basisveen	-12,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
13 Eerste Zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Tussenlaag ...	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede Zan...	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
01 Ophooglaag	1,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Klei	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 Hollandveen	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
10 Wadzand Za...	-6,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,60
12 Basisveen	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,60	-14,50
13 Eerste Zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-14,50	-14,50
14 Tussenlaag ...	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,50	-14,50
17 Tweede Zan...	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,50	-14,50

9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01 Ophooglaag	1,70	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
07 Klei	-3,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
08 Hollandveen	-3,50	769,23	769,23	384,62	384,62
09 Oude Zeeklei	-5,20	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
10 Wadzand Za...	-6,50	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
11 Hydrobiaklei	-10,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
12 Basisveen	-12,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
13 Eerste Zandl...	-12,50	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
14 Tussenlaag ...	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
17 Tweede Zan...	-19,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01 Ophooglaag	1,70	2307,69	2307,69
07 Klei	-3,00	1538,46	1538,46
08 Hollandveen	-3,50	192,31	192,31
09 Oude Zeeklei	-5,20	615,38	615,38
10 Wadzand Za...	-6,50	1538,46	1538,46
11 Hydrobiaklei	-10,00	1538,46	1538,46
12 Basisveen	-12,00	384,62	384,62
13 Eerste Zandl...	-12,50	3846,15	3846,15
14 Tussenlaag ...	-15,00	2307,69	2307,69
17 Tweede Zan...	-19,00	3846,15	3846,15

9.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Cross section [m ² /m']	Length [m]	Angle [°]	Yield force [kN/m']	Pre-tension. force [kN/m']
groutanker	0,00	2,000E+08	7,012E-04	30,00	-45,00	10000,00	n.a.

9.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting	1,00	22,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	11,00	22,00		

9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1,27	2,5	69,7	0,30	1,60	8,44
2	0,42	12,5	202,7	0,43	0,95	7,02
3	-0,05	16,4	229,8	0,41	0,80	5,72
4	-0,13	16,9	234,4	0,40	0,78	5,62
5	-0,47	18,4	248,5	0,39	0,73	5,31
6	-1,13	20,8	275,4	0,38	0,66	4,98
7	-1,77	23,1	262,6	0,37	0,62	4,15
8	-2,20	24,6	242,5	0,36	0,59	3,56
9	-2,65	26,1	259,4	0,36	0,58	3,54
10	-3,05	34,0	179,5	0,44	0,65	2,32
11	-3,25	34,6	168,7	0,44	0,65	2,14
12	-3,46	35,2	151,3	0,44	0,64	1,88
13	-3,70	42,1	99,8	0,52	0,73	1,23
14	-4,03	42,2	84,9	0,52	0,72	1,05
15	-4,41	44,4	84,1	0,55	0,71	1,03
16	-4,94	48,8	83,1	0,60	0,70	1,02
17	-5,53	39,1	157,5	0,47	0,61	1,88
18	-6,17	40,5	175,5	0,46	0,60	2,00
19	-6,94	37,8	277,8	0,40	0,54	2,97
20	-7,81	39,4	338,9	0,39	0,54	3,37
21	-8,69	41,2	374,0	0,38	0,54	3,48
22	-9,56	43,9	390,3	0,38	0,54	3,41
23	-10,33	50,9	306,2	0,42	0,61	2,51
24	-11,00	54,7	294,4	0,42	0,61	2,27
25	-11,67	59,9	311,4	0,44	0,61	2,27
26	-12,25	77,7	232,2	0,55	0,67	1,63
27	-12,92	63,5	248,3	0,43	0,49	1,68
28	-13,75	69,7	261,8	0,45	0,49	1,68
29	-14,58	72,4	274,5	0,44	0,49	1,68
30	-15,25	84,2	288,4	0,50	0,55	1,70
31	-15,75	86,7	291,6	0,50	0,55	1,68

9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
01 Ophooglaag	79,01
07 Klei	17,30
08 Hollandveen	76,31
09 Oude Zeeklei	51,72
10 Wadzand Zandig	142,04
11 Hydrobiaklei	110,36
12 Basisveen	38,84
13 Eerste Zandlaag (-d)	171,35
14 Tussenlaag Allerod ...	108,67
17 Tweede Zandlaag (-d)	0,00

9.5 Input Data Right

9.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.5.2 Water Level

Water level: -3,65 [m]

9.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,41

9.5.4 Soil Material Properties in Profile: ontgraving

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
01 Ophooglaag	-2,30	18,00	20,00
07 Klei	-3,00	16,90	16,90
08 Hollandveen	-3,50	10,20	10,20
09 Oude Zeeklei	-5,20	16,40	16,40
10 Wadzand Za...	-6,50	18,40	18,40
11 Hydrobiaklei	-10,00	16,00	16,00
12 Basisveen	-12,00	10,90	10,90
13 Eerste Zandl...	-12,50	18,00	20,00
14 Tussenlaag ...	-15,00	18,30	18,30
17 Tweede Zan...	-19,00	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
01 Ophooglaag	-2,30	0,00	26,17	17,45	17,45
07 Klei	-3,00	0,80	19,42	9,75	9,75
08 Hollandveen	-3,50	4,00	12,85	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	4,00	19,42	9,75	9,75
10 Wadzand Za...	-6,50	0,00	23,90	15,90	15,90
11 Hydrobiaklei	-10,00	4,00	19,42	9,75	9,75
12 Basisveen	-12,00	4,00	15,46	0,00	0,00
13 Eerste Zandl...	-12,50	0,00	28,47	19,01	19,01
14 Tussenlaag ...	-15,00	2,40	24,35	16,26	16,26
17 Tweede Zan...	-19,00	0,00	28,47	19,01	19,01

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Ophooglaag	-2,30	1,00	1,00	Fine
07 Klei	-3,00	1,00	1,00	Fine
08 Hollandveen	-3,50	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-5,20	1,00	1,00	Fine
10 Wadzand Za...	-6,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
12 Basisveen	-12,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste Zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Tussenlaag ...	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede Zan...	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
01 Ophooglaag	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Klei	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 Hollandveen	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
10 Wadzand Za...	-6,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	18,40
12 Basisveen	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	18,40	23,00
13 Eerste Zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	23,00	23,00
14 Tussenlaag ...	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	23,00	23,00
17 Tweede Zan...	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	19,00	19,00

9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Ophooglaag	-2,30	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
07 Klei	-3,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
08 Hollandveen	-3,50	769,23	769,23	384,62	384,62
09 Oude Zeeklei	-5,20	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
10 Wadzand Za...	-6,50	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
11 Hydrobiaklei	-10,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
12 Basisveen	-12,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
13 Eerste Zandl...	-12,50	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
14 Tussenlaag ...	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
17 Tweede Zan...	-19,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Ophooglaag	-2,30	2307,69	2307,69
07 Klei	-3,00	1538,46	1538,46
08 Hollandveen	-3,50	192,31	192,31
09 Oude Zeeklei	-5,20	615,38	615,38
10 Wadzand Za...	-6,50	1538,46	1538,46
11 Hydrobiaklei	-10,00	1538,46	1538,46
12 Basisveen	-12,00	384,62	384,62
13 Eerste Zandl...	-12,50	3846,15	3846,15
14 Tussenlaag ...	-15,00	2307,69	2307,69
17 Tweede Zan...	-19,00	3846,15	3846,15

9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,46	0,0	4,8	0,00	0,67	6,34
2	-3,70	0,0	14,5	0,00	0,78	4,73
3	-4,03	0,0	15,0	0,00	0,78	4,78
4	-4,41	0,0	15,1	0,00	0,78	4,70
5	-4,94	0,0	15,2	0,00	0,78	4,60
6	-5,53	0,0	29,3	0,00	0,67	5,39
7	-6,17	0,0	39,2	0,00	0,67	4,09
8	-6,94	0,0	58,7	0,00	0,59	3,82
9	-7,81	2,6	83,5	0,12	0,59	3,68
10	-8,69	10,9	109,4	0,36	0,59	3,64
11	-9,56	13,5	135,7	0,36	0,59	3,63
12	-10,33	12,9	116,9	0,32	0,67	2,92
13	-11,00	11,9	111,2	0,31	0,67	2,93
14	-11,67	11,0	105,6	0,31	0,67	2,95
15	-12,25	12,8	71,7	0,39	0,73	2,20
16	-12,92	10,3	184,6	0,30	0,52	5,32
17	-13,75	12,8	223,9	0,30	0,52	5,20
18	-14,58	15,3	264,4	0,30	0,52	5,15
19	-15,25	17,8	227,5	0,31	0,59	3,95
20	-15,75	19,2	243,0	0,31	0,59	3,93

9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

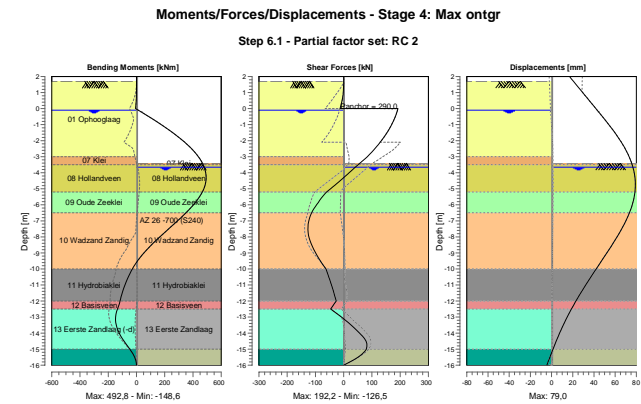
Name	Force
01 Ophooglaag	0,00
07 Klei	0,43
08 Hollandveen	24,89
09 Oude Zeeklei	44,57
10 Wadzand Zandig	317,40
11 Hydrobiaklei	187,36

Name	Force
12 Basisveen	19,96
13 Eerste Zandlaag	292,31
14 Tussenlaag Allerod	26,53
17 Tweede Zandlaag	0,00

9.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



9.8.2 Moments, Forces and Displacements

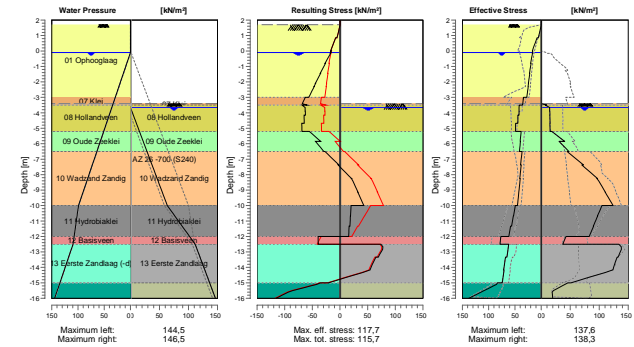
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,00	0,00	0,00	16,9
1	1,70	0,00	0,00	20,6
2	1,70	0,00	-0,02	20,6
2	0,85	-0,63	-2,25	31,2
3	0,85	-0,63	-2,25	31,2
3	0,00	-6,50	-12,85	41,8
4	0,00	-6,50	192,24	41,8
4	-0,10	12,64	190,60	43,0
5	-0,10	12,64	190,60	43,0
5	-0,15	22,15	189,74	43,7
6	-0,15	22,15	189,73	43,7
6	-0,80	141,16	175,37	51,6
7	-0,80	141,16	175,35	51,6
7	-1,45	248,91	155,15	59,2
8	-1,45	248,91	155,15	59,2
8	-2,10	341,66	129,23	65,8
9	-2,10	341,66	129,23	65,8
9	-2,30	366,61	120,11	67,7
10	-2,30	366,61	120,12	67,7
10	-3,00	438,44	83,98	73,2
11	-3,00	438,44	83,99	73,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
11	-3,10	446,52	77,64	73,8
12	-3,10	446,52	77,64	73,8
12	-3,41	467,45	57,13	75,6
13	-3,41	467,45	57,13	75,6
13	-3,50	472,32	51,37	76,0
14	-3,50	472,32	51,37	76,0
14	-3,90	487,67	25,69	77,7
15	-3,90	487,67	25,69	77,7
15	-4,15	492,13	10,02	78,4
16	-4,15	492,13	10,02	78,4
16	-4,67	488,44	-24,04	79,0
17	-4,67	488,44	-24,04	79,0
17	-5,20	466,30	-60,28	78,6
18	-5,20	466,30	-60,28	78,6
18	-5,85	416,84	-89,69	76,7
19	-5,85	416,84	-89,69	76,7
19	-6,50	350,24	-113,58	73,4
20	-6,50	350,24	-113,58	73,4
20	-7,38	243,66	-126,35	67,2
21	-7,38	243,66	-126,35	67,2
21	-8,25	134,87	-118,78	59,5
22	-8,25	134,87	-118,75	59,5
22	-9,13	40,46	-95,36	50,9
23	-9,13	40,46	-95,36	50,9
23	-10,00	-29,28	-62,45	42,1
24	-10,00	-29,28	-62,45	42,1
24	-10,67	-66,55	-49,43	35,4
25	-10,67	-66,55	-49,43	35,4
25	-11,33	-95,37	-37,14	29,0
26	-11,33	-95,37	-37,15	29,0
26	-12,00	-116,54	-26,45	23,0
27	-12,00	-116,54	-26,45	23,0
27	-12,50	-134,71	-46,20	18,7
28	-12,50	-134,72	-46,12	18,7
28	-13,33	-146,87	15,95	12,2
29	-13,33	-146,86	15,96	12,2
29	-14,17	-112,34	65,41	6,5
30	-14,17	-112,36	65,70	6,5
30	-15,00	-47,16	80,14	1,3
31	-15,00	-47,16	80,23	1,3
31	-15,50	-13,31	50,88	-1,6
32	-15,50	-13,30	50,80	-1,6
32	-16,00	0,00	0,00	-4,5
Max		492,13	192,24	79,0
Max, minor nodes incl.		492,83	192,24	79,0

9.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Max ontgr

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



9.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob** [%]
1	2,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	1,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	1,70	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	0,85	5,58	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,85	7,92	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,00	16,90	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	0,00	15,95	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,10	16,89	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-0,10	16,74	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-0,15	17,04	0,50	A		0,00	0,00	-	
6	-0,15	16,54	0,50	A		0,00	0,00	-	
6	-0,80	20,10	7,00	A		0,00	0,00	-	
7	-0,80	19,26	7,00	A		0,00	0,00	-	
7	-1,45	22,35	13,50	A		0,00	0,00	-	
8	-1,45	21,72	13,50	A		0,00	0,00	-	
8	-2,10	24,52	20,00	A		0,00	0,00	-	
9	-2,10	24,19	20,00	A		0,00	0,00	-	
9	-2,30	25,01	22,00	A		0,00	0,00	-	
10	-2,30	24,73	22,00	A		0,00	0,00	-	
10	-3,00	27,49	29,00	A		0,00	0,00	-	
11	-3,00	33,80	29,00	A		0,00	0,00	-	
11	-3,10	34,14	30,00	A		0,00	0,00	-	
12	-3,10	34,09	30,00	A		0,00	0,00	-	
12	-3,41	35,12	33,10	A		0,00	0,00	-	
13	-3,41	35,08	33,10	A		0,00	0,00	P	
13	-3,50	35,38	34,00	A		9,65	0,00	P	
14	-3,50	42,03	34,00	A		7,20	0,00	P	
14	-3,90	42,18	38,00	A		14,67	2,50	P	
15	-3,90	42,11	38,00	A		14,83	2,50	P	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-4,15	42,19	40,50	A		15,07	5,00	P	
16	-4,15	44,38	40,50	A		14,82	5,00	P	
16	-4,67	44,51	45,75	A		15,31	10,25	P	
17	-4,67	48,71	45,75	A		14,99	10,25	P	
17	-5,20	48,80	51,00	A		15,47	15,50	P	
18	-5,20	38,12	51,00	A		18,12	15,50	P	
18	-5,85	40,06	57,50	A		40,55	22,00	P	
19	-5,85	39,54	57,50	A		30,74	22,00	P	
19	-6,50	41,42	64,00	A		47,57	28,50	3	99
20	-6,50	36,38	64,00	A		44,67	28,50	P	
20	-7,38	39,27	72,75	A		72,78	37,25	P	
21	-7,38	38,00	72,75	A		70,02	37,25	P	
21	-8,25	40,77	81,50	A		97,06	46,00	P	
22	-8,25	39,88	81,50	A		96,06	46,00	P	
22	-9,13	42,57	90,25	A		110,45	54,75	3	90
23	-9,13	42,56	90,25	A		110,14	54,75	3	90
23	-10,00	45,23	99,00	A		123,85	63,50	3	83
24	-10,00	49,34	99,00	A		104,82	63,50	3	87
24	-10,67	52,50	101,80	A		97,09	76,30	3	85
25	-10,67	53,07	101,80	A		97,44	76,30	3	85
25	-11,33	56,27	104,60	A		89,80	89,10	3	83
26	-11,33	58,29	104,60	A		90,25	89,10	3	83
26	-12,00	61,60	107,40	A		82,76	101,90	3	81
27	-12,00	76,82	107,40	A		42,72	101,90	2	56
27	-12,50	78,53	109,50	A		37,14	111,50	2	55
28	-12,50	61,83	109,50	A		133,86	111,50	3	82
28	-13,33	65,24	117,83	A		132,54	119,83	2	64
29	-13,33	67,92	117,83	A		130,91	119,83	2	65
29	-14,17	71,48	126,17	A		123,67	128,17	2	50
30	-14,17	70,63	126,17	A		122,72	128,17	2	51
30	-15,00	74,15	134,50	A		51,20	136,50	1	18
31	-15,00	83,26	134,50	A		45,92	136,50	1	21
31	-15,50	108,42	139,50	1	37	21,28	141,50	1	
32	-15,50	108,60	139,50	1	38	21,28	141,50	1	
32	-16,00	137,58	144,50	1	47	19,89	146,50	A	

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

9.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	795,6	913,5
Water	1195,2	871,9
Total	1990,8	1785,3

Considered as passive side
 Maximum passive effective resistance 1463,12 kN
 Mobilized passive effective resistance 913,45 kN
 Percentage mobilized resistance 62,4 %
 Position single support 0,00 m
 Maximum passive moment 17577,64 kNm
 Mobilized passive moment 9760,89 kNm
 Percentage mobilized moment 55,5 %

9.8.6 Vertical Force Balance

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

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-5,40
Vertical force passive	238,78
Vertical anchor force *	-225,60
Resulting vertical force (no dead weight)	7,78
Vertical toe capacity Rb;d	11,21
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-5,40
Vertical force passive	238,78
Vertical anchor force	-225,60
Resulting vertical force (no dead weight)	7,78
Vertical toe capacity Rb;d	275,78
Resultant goes up	

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

9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

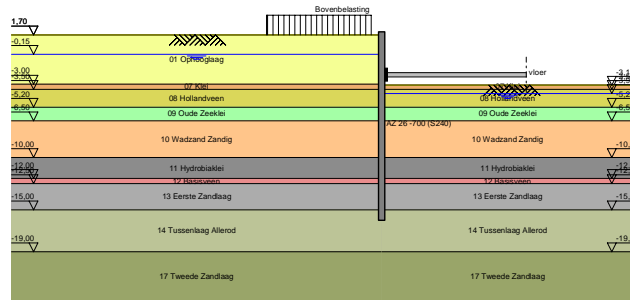
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
1,70	01 Ophooglaag	-24,83	-2,30	01 Ophooglaag	0,00
-3,00	07 Klei	-2,97	-3,00	07 Klei	0,07
-3,50	08 Hollandveen	0,00	-3,50	08 Hollandveen	0,00
-5,20	09 Oude Zeeklei	-8,89	-5,20	09 Oude Zeeklei	7,66
-6,50	10 Wadzand Za...	-40,46	-6,50	10 Wadzand Za...	90,42
-10,00	11 Hydrobiaklei	-18,97	-10,00	11 Hydrobiaklei	32,20
-12,00	12 Basisveen	0,00	-12,00	12 Basisveen	0,00
-12,50	13 Eerste Zandl...	59,02	-12,50	13 Eerste Zandl...	100,69
-15,00	14 Tussenlaag ...	31,70	-15,00	14 Tussenlaag ...	7,74
-19,00	17 Tweede Zan...	0,00	-19,00	17 Tweede Zan...	0,00

9.8.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
groutanker	0,00	2,000E+08	290,04	Elastic	Left	Anchor

10 Outline Stage 5: Vloer + verw anker

Outline - Stage 5: Vloer + verw anker

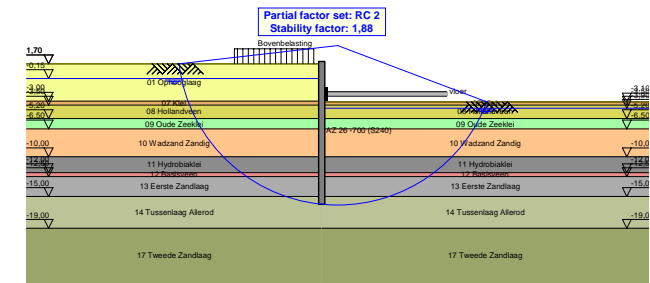


11 Overall Stability Stage 5: Vloer + verw anker

Stability factor : 1,88

11.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 5: Vloer + verw anker



End of Report

Report for D-Sheet Piling 22.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 8-6-2022
Time of report: 09:40:43
Report with version: 22.1.1.35825

Date of calculation: 8-6-2022
Time of calculation: 09:30:53
Calculated with version: 22.1.1.35825

File name: drsn_2c_22122_zijde_foodcenter_mv+0,6m_schoorstempel

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	Not verified						
2	EC7(NL)-Step 6.1		-295,46	-74,28	0,0	59,9	
2	EC7(NL)-Step 6.2		-242,26	64,75	0,0	58,6	
2	EC7(NL)-Step 6.3		-285,19	-72,71	0,0	56,2	
2	EC7(NL)-Step 6.4		-234,25	-63,61	0,0	55,4	
2	EC7(NL)-Step 6.5	67,5	-141,01	-53,34	0,0	37,9	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-169,21	-64,01			
3	EC7(NL)-Step 6.1		371,86	145,18	54,6	61,4	
3	EC7(NL)-Step 6.2		324,82	133,49	57,7	64,8	
3	EC7(NL)-Step 6.3		324,28	133,24	51,2	58,0	
3	EC7(NL)-Step 6.4		272,68	119,55	52,7	60,3	
3	EC7(NL)-Step 6.5	62,9	169,41	-96,57	34,0	40,2	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		203,29	-115,88			
4	EC7(NL)-Step 6.1		-137,84	95,49	41,8	50,1	
4	EC7(NL)-Step 6.2		-136,25	111,29	42,0	50,1	
4	EC7(NL)-Step 6.3		-135,69	95,53	40,1	47,7	
4	EC7(NL)-Step 6.4		-134,83	111,26	40,4	47,9	
4	EC7(NL)-Step 6.5	74,9	-135,08	91,07	31,2	37,0	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-162,10	109,28			

Max		74,9	371,86	145,18	57,7	64,8	
-----	--	-------------	---------------	---------------	-------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	Not verified	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
4	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Summary	Upwards/Sufficient
---------	--------------------

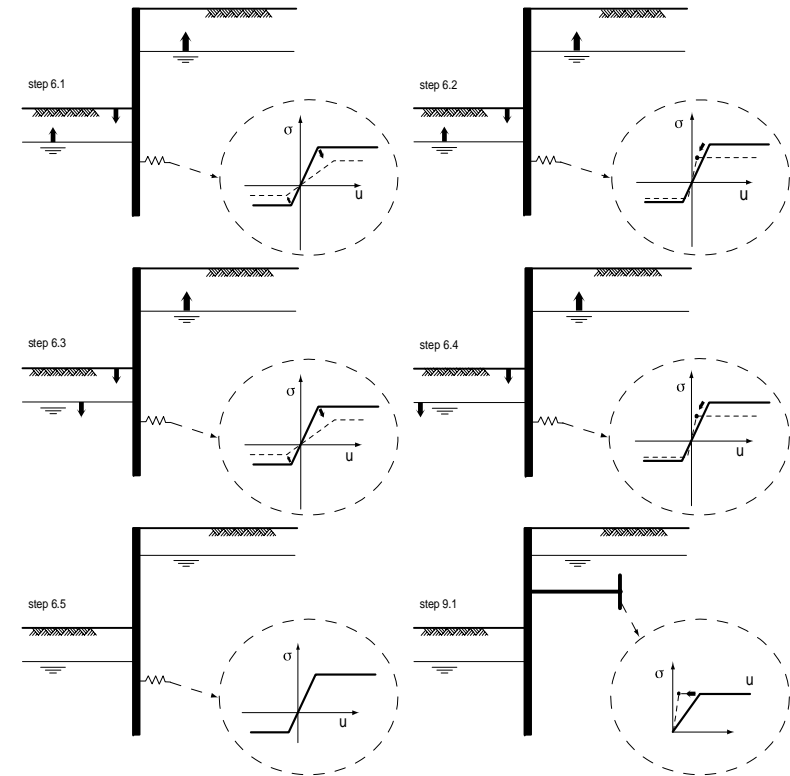
1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut schoorstempel			Anchor/strut vloer		
		Force [kN]	State	Status	Force [kN]	State	Status
3	EC7(NL)-Step 6.1	156,69	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.2	146,33	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.3	143,98	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.4	130,92	Elastic		-		
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	110,13	Elastic		-		
4	EC7(NL)-Step 6.1	-			142,59	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.2	-			158,39	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.3	-			142,63	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.4	-			158,36	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	-			158,18	Elastic	
Max		156,69			158,39		

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Ontgraving	1,98
Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm	1,96
Vloer + verw stempel	2,18

1.4 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	10,00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	15,00 m
Level top side	1,00 m
Number of sections	1
q _b ;max	0,10 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 -700 (S2...	-14,00	1,00	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 26 -700 (S2...	1,2541E+05	1,00	1,2541E+05	

2.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26 -700 (S2...	624,00	1,00	1,00	1,00	624,00

2.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Section area [cm ² /m]
AZ 26 -700 (S2...	-14,00	1,00	460,00	187,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	2: Ontgraving

Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma _b)	1,200
Verification of stage	3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m

- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

Factors on representative values

- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
-----------------------------------	-------

Overall stability factors

- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000

Vertical balance factors

- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
--	-------

Verification of stage

4: Vloer + verw stempel

Multiplication factor for anchor stiffness

1,000

Used partial factor set

RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads

- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000

Factors on loads - Constructive loads

- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000

Material factors

- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300

Geometry modification

- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

Factors on representative values

- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
-----------------------------------	-------

Overall stability factors

- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000

Vertical balance factors

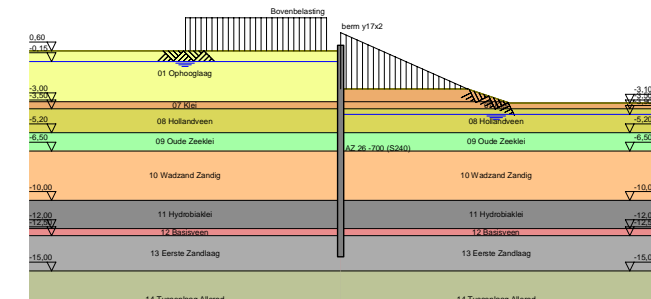
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
--	-------

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

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

3 Outline Stage 2: Ontgraving

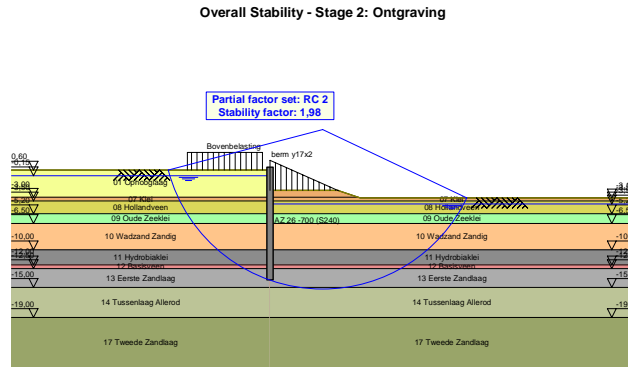
Outline - Stage 2: Ontgraving



4 Overall Stability Stage 2: Ontgraving

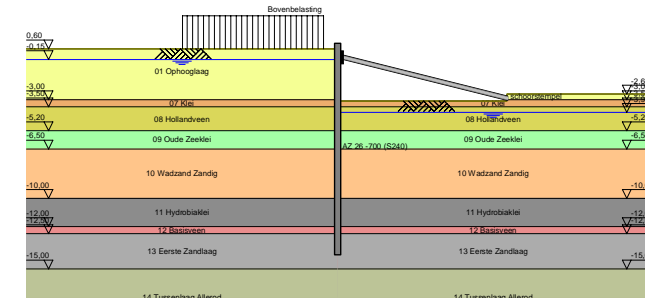
Stability factor : 1,98

4.1 Overall Stability



5 Outline Stage 3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm

Outline - Stage 3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm

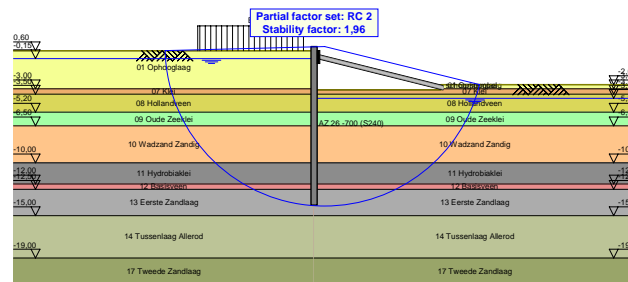


6 Overall Stability Stage 3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm

Stability factor : 1,96

6.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm



7 Step 6.1 Stage 3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm

7.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -0,10 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,60

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: Initieel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
01 Ophooglaag	1,00	18,00	20,00
07 Klei	-3,00	16,90	16,90
08 Hollandveen	-3,50	10,20	10,20
09 Oude Zeeklei	-5,20	16,40	16,40
10 Wadzand Za...	-6,50	18,40	18,40
11 Hydrobiaklei	-10,00	16,00	16,00
12 Basisveen	-12,00	10,90	10,90
13 Eerste Zandl...	-12,50	18,00	20,00
14 Tussenlaag ...	-15,00	18,30	18,30
17 Tweede Zan...	-19,00	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
01 Ophooglaag	1,00	0,00	26,17	17,45	17,45
07 Klei	-3,00	0,80	19,42	9,75	9,75
08 Hollandveen	-3,50	4,00	12,85	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	4,00	19,42	9,75	9,75
10 Wadzand Za...	-6,50	0,00	23,90	15,90	15,90
11 Hydrobiaklei	-10,00	4,00	19,42	9,75	9,75
12 Basisveen	-12,00	4,00	15,46	0,00	0,00
13 Eerste Zandl...	-12,50	0,00	28,47	19,01	19,01
14 Tussenlaag ...	-15,00	2,40	24,35	16,26	16,26
17 Tweede Zan...	-19,00	0,00	28,47	19,01	19,01

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Ophooglaag	1,00	1,00	1,00	Fine
07 Klei	-3,00	1,00	1,00	Fine
08 Hollandveen	-3,50	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-5,20	1,00	1,00	Fine
10 Wadzand Za...	-6,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
12 Basisveen	-12,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
13 Eerste Zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Tussenlaag ...	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede Zan...	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
01 Ophooglaag	1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Klei	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 Hollandveen	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
10 Wadzand Za...	-6,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,60
12 Basisveen	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,60	-14,50
13 Eerste Zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-14,50	-14,50
14 Tussenlaag ...	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,50	-14,50
17 Tweede Zan...	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,50	-14,50

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01 Ophooglaag	1,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
07 Klei	-3,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
08 Hollandveen	-3,50	769,23	769,23	384,62	384,62
09 Oude Zeeklei	-5,20	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
10 Wadzand Za...	-6,50	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
11 Hydrobiaklei	-10,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
12 Basisveen	-12,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
13 Eerste Zandl...	-12,50	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
14 Tussenlaag ...	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
17 Tweede Zan...	-19,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01 Ophooglaag	1,00	2307,69	2307,69
07 Klei	-3,00	1538,46	1538,46
08 Hollandveen	-3,50	192,31	192,31
09 Oude Zeeklei	-5,20	615,38	615,38
10 Wadzand Za...	-6,50	1538,46	1538,46
11 Hydrobiaklei	-10,00	1538,46	1538,46
12 Basisveen	-12,00	384,62	384,62
13 Eerste Zandl...	-12,50	3846,15	3846,15
14 Tussenlaag ...	-15,00	2307,69	2307,69
17 Tweede Zan...	-19,00	3846,15	3846,15

7.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
Bovenbelasting	1,00	22,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	11,00	22,00		

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,30	1,8	27,1	0,32	1,70	4,81
2	-0,05	3,8	103,8	0,29	1,35	7,74
3	-0,13	4,2	159,9	0,28	1,29	10,65
4	-0,47	9,3	190,2	0,45	1,11	9,10

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
5	-1,13	13,6	193,4	0,43	0,86	6,16
6	-1,77	16,3	219,4	0,40	0,73	5,39
7	-2,20	17,8	237,0	0,39	0,67	5,13
8	-2,45	18,7	247,5	0,38	0,65	5,02
9	-2,80	20,0	215,4	0,37	0,62	4,02
10	-3,05	25,0	132,2	0,44	0,69	2,35
11	-3,25	25,6	116,1	0,44	0,68	2,00
12	-3,46	26,3	103,3	0,44	0,67	1,73
13	-3,70	29,5	66,3	0,49	0,74	1,10
14	-4,03	29,5	52,7	0,49	0,73	0,87
15	-4,41	32,2	52,1	0,53	0,71	0,85
16	-4,94	36,4	51,2	0,59	0,70	0,83
17	-5,53	30,1	111,6	0,47	0,61	1,75
18	-6,17	31,3	130,5	0,46	0,60	1,92
19	-6,85	30,4	212,1	0,42	0,54	2,90
20	-7,55	32,0	255,8	0,41	0,53	3,24
21	-8,25	32,7	289,1	0,39	0,53	3,42
22	-8,95	34,8	310,3	0,39	0,53	3,44
23	-9,65	37,0	317,0	0,39	0,53	3,30
24	-10,33	42,0	254,2	0,41	0,60	2,48
25	-11,00	45,8	242,7	0,42	0,60	2,20
26	-11,67	51,0	261,7	0,43	0,60	2,22
27	-12,25	66,5	195,7	0,54	0,66	1,59
28	-12,75	43,1	553,3	0,34	0,48	4,36
29	-13,25	45,8	631,9	0,35	0,48	4,80
30	-13,75	45,8	656,0	0,34	0,48	4,80

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
01 Ophooglaag	50,02
07 Klei	12,80
08 Hollandveen	55,14
09 Oude Zeeklei	39,89
10 Wadzand Zandig	116,84
11 Hydrobiaklei	92,55
12 Basisveen	33,53
13 Eerste Zandlaag	96,81
14 Tussenlaag Allerod	0,00
17 Tweede Zandlaag	0,00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -3,65 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,41
12,00	-3,41
12,01	-2,91

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: ontgraving (vloer)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
01 Ophooglaag	-2,30	18,00	20,00
07 Klei	-3,00	16,90	16,90
08 Hollandveen	-3,50	10,20	10,20
09 Oude Zeeklei	-5,20	16,40	16,40
10 Wadzand Za...	-6,50	18,40	18,40
11 Hydrobiaklei	-10,00	16,00	16,00
12 Basisveen	-12,00	10,90	10,90
13 Eerste Zandl...	-12,50	18,00	20,00
14 Tussenlaag ...	-15,00	18,30	18,30
17 Tweede Zan...	-19,00	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
01 Ophooglaag	-2,30	0,00	26,17	17,45	17,45
07 Klei	-3,00	0,80	19,42	9,75	9,75
08 Hollandveen	-3,50	4,00	12,85	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	4,00	19,42	9,75	9,75
10 Wadzand Za...	-6,50	0,00	23,90	15,90	15,90
11 Hydrobiaklei	-10,00	4,00	19,42	9,75	9,75
12 Basisveen	-12,00	4,00	15,46	0,00	0,00
13 Eerste Zandl...	-12,50	0,00	28,47	19,01	19,01
14 Tussenlaag ...	-15,00	2,40	24,35	16,26	16,26
17 Tweede Zan...	-19,00	0,00	28,47	19,01	19,01

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Ophooglaag	-2,30	1,00	1,00	Fine
07 Klei	-3,00	1,00	1,00	Fine
08 Hollandveen	-3,50	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-5,20	1,00	1,00	Fine
10 Wadzand Za...	-6,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
12 Basisveen	-12,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste Zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Tussenlaag ...	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede Zan...	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01 Ophooglaag	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Klei	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 Hollandveen	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-5,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
10 Wadzand Za...	-6,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	18,40
12 Basisveen	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	18,40	23,00
13 Eerste Zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	23,00	23,00
14 Tussenlaag ...	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	23,00	23,00
17 Tweede Zan...	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	19,00	19,00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Ophooglaag	-2,30	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
07 Klei	-3,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
08 Hollandveen	-3,50	769,23	769,23	384,62	384,62
09 Oude Zeeklei	-5,20	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
10 Wadzand Za...	-6,50	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
11 Hydrobiaklei	-10,00	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
12 Basisveen	-12,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
13 Eerste Zandl...	-12,50	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
14 Tussenlaag ...	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
17 Tweede Zan...	-19,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Ophooglaag	-2,30	2307,69	2307,69
07 Klei	-3,00	1538,46	1538,46
08 Hollandveen	-3,50	192,31	192,31
09 Oude Zeeklei	-5,20	615,38	615,38
10 Wadzand Za...	-6,50	1538,46	1538,46
11 Hydrobiaklei	-10,00	1538,46	1538,46
12 Basisveen	-12,00	384,62	384,62
13 Eerste Zandl...	-12,50	3846,15	3846,15
14 Tussenlaag ...	-15,00	2307,69	2307,69
17 Tweede Zan...	-19,00	3846,15	3846,15

7.5.6 Struts

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m]	Length [m]	Angle [°]	Buckling force [kN/m]	Pre-compression [kN/m]
schoorstempel	0,00	2,100E+08	8,600E-03	12,00	-14,00	10000,00	n.a.

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,46	0,0	4,8	0,00	0,69	6,34
2	-3,70	0,0	14,5	0,00	0,81	4,73
3	-4,03	0,0	15,0	0,00	0,85	4,78
4	-4,41	0,0	15,1	0,00	0,90	4,70
5	-4,94	0,0	15,2	0,00	0,95	4,59
6	-5,53	0,0	29,3	0,00	0,81	5,37
7	-6,17	0,0	39,2	0,00	0,77	4,07
8	-6,85	0,0	56,3	0,00	0,68	3,83
9	-7,55	0,0	75,9	0,00	0,66	3,68
10	-8,25	8,3	96,4	0,31	0,65	3,63
11	-8,95	11,7	119,6	0,36	0,65	3,68
12	-9,65	13,8	155,3	0,36	0,64	4,03
13	-10,33	12,9	138,7	0,32	0,71	3,42
14	-11,00	11,9	123,9	0,31	0,72	3,22
15	-11,67	11,0	122,5	0,30	0,72	3,36
16	-12,25	12,8	90,4	0,38	0,79	2,70
17	-12,75	9,8	220,7	0,29	0,58	6,49
18	-13,25	11,3	252,7	0,29	0,57	6,46
19	-13,75	12,8	269,9	0,29	0,57	6,11

7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
01 Ophooglaag	0,00
07 Klei	0,43
08 Hollandveen	23,50
09 Oude Zeeklei	44,58
10 Wadzand Zandig	317,18
11 Hydrobiaklei	182,58
12 Basisveen	19,11
13 Eerste Zandlaag	85,19
14 Tussenlaag Allerod	0,00
17 Tweede Zandlaag	0,00

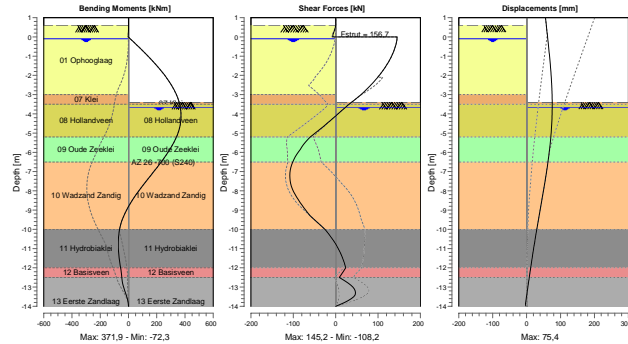
7.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



7.8.2 Moments, Forces and Displacements

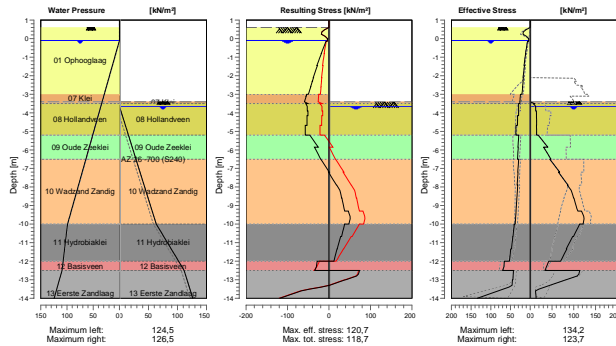
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,00	0,00	0,00	55,7
1	0,60	0,00	0,00	58,1
2	0,60	0,01	-0,09	58,1
2	0,00	-2,06	-6,95	61,7
3	0,00	-2,07	145,18	61,7
3	-0,10	12,43	144,79	62,3
4	-0,10	12,43	144,79	62,3
4	-0,15	19,67	144,57	62,6
5	-0,15	19,67	144,57	62,6
5	-0,80	111,28	136,08	66,4
6	-0,80	111,28	136,08	66,4
6	-1,45	195,08	120,62	69,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
7	-1,45	195,08	120,62	69,9
7	-2,10	266,87	99,18	72,7
8	-2,10	266,87	99,18	72,7
8	-2,30	285,94	91,41	73,4
9	-2,30	285,94	91,41	73,4
9	-2,60	311,49	78,74	74,2
10	-2,60	311,49	78,74	74,2
10	-3,00	339,31	59,96	75,0
11	-3,00	339,31	59,96	75,0
11	-3,10	345,04	54,51	75,2
12	-3,10	345,04	54,51	75,2
12	-3,41	359,22	36,79	75,4
13	-3,41	359,22	36,79	75,4
13	-3,50	362,30	31,84	75,4
14	-3,50	362,30	31,84	75,4
14	-3,90	370,75	10,60	75,2
15	-3,90	370,75	10,60	75,2
15	-4,15	371,82	-2,07	74,9
16	-4,15	371,82	-2,07	74,9
16	-4,67	363,41	-29,97	73,5
17	-4,67	363,41	-29,97	73,5
17	-5,20	339,78	-60,04	71,3
18	-5,20	339,78	-60,04	71,3
18	-5,85	292,38	-83,60	67,6
19	-5,85	292,38	-83,60	67,6
19	-6,50	231,70	-101,49	62,9
20	-6,50	231,70	-101,48	62,9
20	-7,20	157,49	-108,16	57,0
21	-7,20	157,50	-108,13	57,0
21	-7,90	83,06	-102,26	50,5
22	-7,90	83,06	-102,26	50,5
22	-8,60	17,39	-84,03	43,7
23	-8,60	17,40	-84,03	43,7
23	-9,30	-33,27	-59,94	36,7
24	-9,30	-33,27	-59,93	36,7
24	-10,00	-63,18	-25,35	29,9
25	-10,00	-63,17	-25,33	29,9
25	-10,67	-72,23	-2,65	23,7
26	-10,67	-72,23	-2,63	23,7
26	-11,33	-68,36	13,33	17,7
27	-11,33	-68,36	13,34	17,7
27	-12,00	-55,72	23,72	11,9
28	-12,00	-55,73	23,72	11,9
28	-12,50	-47,58	8,44	7,7
29	-12,50	-47,58	8,52	7,7
29	-13,00	-34,66	40,55	3,6
30	-13,00	-34,66	40,67	3,6
30	-13,50	-12,14	42,72	-0,4
31	-13,50	-12,12	42,71	-0,4
31	-14,00	0,00	0,01	-4,4
Max		371,82	145,18	75,4
Max, minor nodes incl.		371,86	145,18	75,4

7.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Aanbr. schoorstempel en verwijd. berm

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	1,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,60	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,60	0,00	0,00	P		0,00	0,00	-	
2	0,00	3,85	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,00	3,51	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-0,10	4,20	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,10	4,11	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,15	4,34	0,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,15	6,87	0,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,80	11,71	7,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,80	11,37	7,00	A		0,00	0,00	-	
6	-1,45	15,64	13,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,45	14,45	13,50	A		0,00	0,00	-	
7	-2,10	17,96	20,00	A		0,00	0,00	-	
8	-2,10	17,34	20,00	A		0,00	0,00	-	
8	-2,30	18,32	22,00	A		0,00	0,00	-	
9	-2,30	18,02	22,00	A		0,00	0,00	-	
9	-2,60	19,42	25,00	A		0,00	0,00	-	
10	-2,60	19,06	25,00	A		0,00	0,00	-	
10	-3,00	20,83	29,00	A		0,00	0,00	-	
11	-3,00	24,79	29,00	A		0,00	0,00	-	
11	-3,10	25,17	30,00	A		0,00	0,00	-	
12	-3,10	25,05	30,00	A		0,00	0,00	-	
12	-3,41	26,19	33,10	A		0,00	0,00	-	
13	-3,41	26,10	33,10	A		0,00	0,00	P	
13	-3,50	26,42	34,00	A		9,65	0,00	P	
14	-3,50	29,32	34,00	A		7,20	0,00	P	
14	-3,90	29,57	38,00	A		12,74	2,50	3	87
15	-3,90	29,44	38,00	A		14,23	2,50	3	96

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-4,15	29,57	40,50	A		14,40	5,00	3	96
16	-4,15	32,07	40,50	A		14,49	5,00	3	98
16	-4,67	32,31	45,75	A		14,64	10,25	3	96
17	-4,67	36,24	45,75	A		14,51	10,25	3	97
17	-5,20	36,44	51,00	A		14,62	15,50	3	94
18	-5,20	29,06	51,00	A		18,12	15,50	P	
18	-5,85	31,10	57,50	A		40,57	22,00	P	
19	-5,85	30,31	57,50	A		30,73	22,00	P	
19	-6,50	32,24	64,00	A		47,77	28,50	P	
20	-6,50	29,15	64,00	A		44,98	28,50	P	
20	-7,20	31,58	71,00	A		67,69	35,50	P	
21	-7,20	30,85	71,00	A		64,98	35,50	P	
21	-7,90	33,18	78,00	A		86,83	42,50	P	
22	-7,90	31,60	78,00	A		85,62	42,50	P	
22	-8,60	33,81	85,00	A		99,65	49,50	3	93
23	-8,60	33,75	85,00	A		100,44	49,50	3	92
23	-9,30	35,93	92,00	A		109,48	56,50	3	84
24	-9,30	35,89	92,00	A		117,86	56,50	3	82
24	-10,00	38,06	99,00	A		121,51	63,50	2	73
25	-10,00	40,45	99,00	A		113,68	63,50	2	80
25	-10,67	43,56	101,80	A		99,43	76,30	2	74
26	-10,67	44,22	101,80	A		97,73	76,30	2	77
26	-11,33	47,37	104,60	A		82,84	89,10	2	69
27	-11,33	49,39	104,60	A		84,35	89,10	2	67
27	-12,00	52,67	107,40	A		69,93	101,90	2	59
28	-12,00	65,69	107,40	A		42,61	101,90	1	44
28	-12,50	70,06	109,50	1		33,87	111,50	1	40
29	-12,50	42,27	109,50	A		113,88	111,50	2	56
29	-13,00	43,89	114,50	A		82,73	116,50	1	35
30	-13,00	44,93	114,50	A		82,45	116,50	1	35
30	-13,50	67,65	119,50	1	11	20,85	121,50	1	
31	-13,50	67,83	119,50	1	11	20,59	121,50	1	
31	-14,00	134,24	124,50	1	20	13,53	126,50	A	

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

7.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	497,6	672,6
Water	926,2	598,9
Total	1423,8	1271,5

Considered as passive side
 Maximum passive effective resistance 1095,94 kN
 Mobilized passive effective resistance 672,59 kN
 Percentage mobilized resistance 61,4 %
 Position single support 0,00 m
 Maximum passive moment 11713,21 kNm
 Mobilized passive moment 6398,50 kNm
 Percentage mobilized moment 54,6 %

7.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1,39
 Partial factor base resistance 1,20
 Maximum point resistance 0,100 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-107,31
Vertical force passive	158,82
Vertical anchor force *	41,70
Resulting vertical force (no dead weight)	93,20
Vertical toe capacity Rb;d	1,12
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-107,31
Vertical force passive	158,82
Vertical anchor force	41,70
Resulting vertical force (no dead weight)	93,20
Vertical toe capacity Rb;d	27,58
Resultant goes up	

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

7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

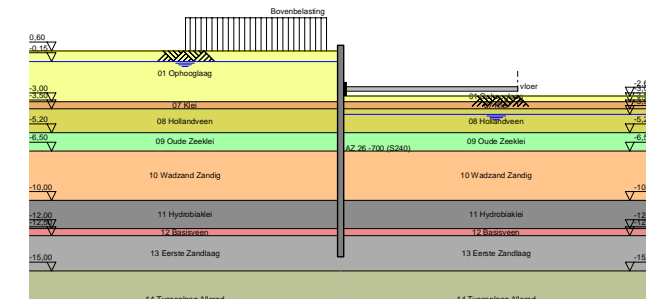
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
1,00	01 Ophooglaag	-15,72	-2,30	01 Ophooglaag	0,00
-3,00	07 Klei	-2,20	-3,00	07 Klei	0,07
-3,50	08 Hollandveen	0,00	-3,50	08 Hollandveen	0,00
-5,20	09 Oude Zeeklei	-6,86	-5,20	09 Oude Zeeklei	7,66
-6,50	10 Wadzand Za...	-33,28	-6,50	10 Wadzand Za...	90,36
-10,00	11 Hydrobiaklei	-15,91	-10,00	11 Hydrobiaklei	31,38
-12,00	12 Basisveen	0,00	-12,00	12 Basisveen	0,00
-12,50	13 Eerste Zandl...	-33,35	-12,50	13 Eerste Zandl...	29,34
-15,00	14 Tussenlaag ...	0,00	-15,00	14 Tussenlaag ...	0,00
-19,00	17 Tweede Zan...	0,00	-19,00	17 Tweede Zan...	0,00

7.8.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
schoorstempel	0,00	2,100E+08	156,69	Elastic	Right	Strut

8 Outline Stage 4: Vloer + verw stempel

Outline - Stage 4: Vloer + verw stempel

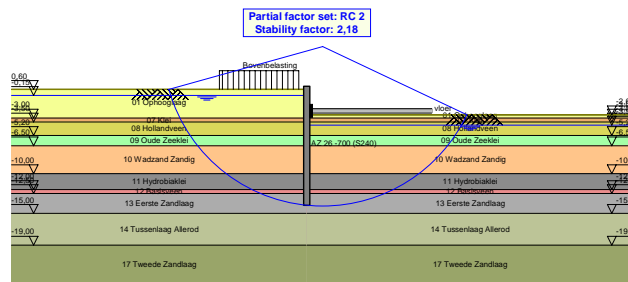


9 Overall Stability Stage 4: Vloer + verw stempel

Stability factor : 2,18

9.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 4: Vloer + verw stempel



End of Report

Sheet Bepaling slagkracht intrillen damwand
 Project Foodcenter Fase 1A
 Projectnummer 22122
 Fase / onderdeel DO
 Datum 8 juni 2022
 Opsteller har

versie: v006
 versiedatum: 29-12-2017



P:\221xx\22122 Aveco Foodcenter Amsterdam vv04 REK\Excel\bouwkupl\OSH22122 Bepaling slagkracht intrillen damwand v007 .xlsb\S24, 8 jun 2022

Damwandprofiel

Type AZ26-700
 Aantal planken 2 stuks
 Voetniveau -16,0 m NAP
 Slotwrijving 10 kN/m'
 1 plank dubbele plank
 Puntoppervlak 0,0131 0,0262 m²
 Schachtoppervlak (2-zijdig) 1,94 3,88 m²/m
 Dikte laagje maximaal 0,5 m
 Methode om wrijving te bepalen fs uit sondering

Grondprofiel

sondering S24 grondwaterstand: -0,15 m NAP

laag-naam	grond-soort	bk m NAP	γ _{dr} kN/m ³	γ _{sat} kN/m ³	fundr kN/m ²	φ' °	δ °	K
1 Ophooglaag zand	zand	-0,212						
2 Klei	Klei	-3			40			
3 Hollandveen	veen	-3,5			20			
4 Oudezeeklei	klei	-5,2			40			
5 Wadzand	zand	-6,5						
6 Hydrobiaklei	klei	-10			40			
7 Basisveen	veen	-12			20			
8 Eerstezandlaag	zand	-12,5						
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Berekende slagkracht

Op voetniveau 1609 kN
 Maximaal tussen mv en voetniveau 2911 kN
 Plank ontmoet maximale weerstand op -13,5 m NAP

1609
 -13,5 2911

Rekentabel

grondlaag	soort	laagnr	bk	ok	dikte H	qc_gem HAND	qc_gem [MPa]	fundr [kN/m ²]	puntfac. β _p	wr.fac. β _m	punt β _p F _p	slot ΣFslot	Wrijving uit sondering			Wrijving met slijp		
													fs_gem HAND	fs_gem [kPa]	wrijving ΣFw [MN]	totaal Fslag:k [kN]	korrelsp. σ'v [kPa]	coeff. K ₀
Ophooglaag zand	zand	1	-0,21	-0,71	0,50	5	5,0	-	0,46	0,14	60,7	5,0	20	20,0	5,5	71	-3	0
Ophooglaag zand	zand	1	-0,71	-1,21	0,50		0,5	-	0,38	0,12	4,5	10,0		1,8	5,9	20	-8	0
Ophooglaag zand	zand	1	-1,21	-1,71	0,50		1,1	-	0,39	0,12	10,7	15,0		4,5	7,0	33	-13	0
Ophooglaag zand	zand	1	-1,71	-2,21	0,50		2,0	-	0,40	0,13	20,8	20,0		11,4	9,8	51	-18	0
Ophooglaag zand	zand	1	-2,21	-2,71	0,50		2,7	-	0,42	0,13	29,9	25,0		18,8	14,6	69	-23	0
Ophooglaag zand	zand	1	-2,71	-3,0	0,29		1,3	-	0,4	0,1	13,4	27,9		22,6	17,7	59	-26	0
Klei	Klei	2	-3,0	-3,5	0,50		0,3	40,0	0,2	0,2	1,6	32,9		15,2	22,9	57	-30	0
Hollandveen	veen	3	-3,5	-4,0	0,50		0,7	20,0	0,1	0,1	1,7	37,9		58,9	33,0	73	-35	0
Hollandveen	veen	3	-4,0	-4,5	0,50		0,5	20,0	0,1	0,1	1,2	42,9		60,8	43,5	88	-40	0
Hollandveen	veen	3	-4,5	-5,0	0,50		0,5	20,0	0,1	0,1	1,2	47,9		58,5	53,6	103	-45	0
Hollandveen	veen	3	-5,0	-5,2	0,20		0,3	20,0	0,1	0,1	0,8	49,9		28,0	55,5	106	-49	0
Oudezeeklei	klei	4	-5,2	-5,7	0,50		0,3	40,0	0,2	0,2	1,5	54,9		10,8	59,2	116	-52	0
Oudezeeklei	klei	4	-5,7	-6,2	0,50		0,4	40,0	0,2	0,2	2,0	59,9		6,7	61,5	123	-57	0
Oudezeeklei	klei	4	-6,2	-6,5	0,30		0,9	40,0	0,2	0,2	3,9	62,9		13,3	64,2	131	-61	0
Wadzand	zand	5	-6,5	-7,0	0,50		0,6	-	0,4	0,1	6,3	67,9		7,6	66,0	140	-65	0
Wadzand	zand	5	-7,0	-7,5	0,50		0,4	-	0,4	0,1	4,0	72,9		4,2	67,0	144	-70	0
Wadzand	zand	5	-7,5	-8,0	0,50		0,5	-	0,4	0,1	5,0	77,9		5,3	68,3	151	-75	0
Wadzand	zand	5	-8,0	-8,5	0,50		0,7	-	0,4	0,1	7,4	82,9		10,6	70,8	161	-80	0
Wadzand	zand	5	-8,5	-9,0	0,50		1,0	-	0,4	0,1	10,5	87,9		16,2	74,7	173	-85	0
Wadzand	zand	5	-9,0	-9,5	0,50		4,4	-	0,5	0,1	51,6	92,9		45,5	86,9	231	-90	0
Wadzand	zand	5	-9,5	-10,0	0,50		5,1	-	0,5	0,1	61,7	97,9		50,3	100,6	260	-95	0
Hydrobiaklei	klei	6	-10,0	-10,5	0,50		3,9	40,0	0,2	0,2	17,9	102,9		58,4	120,5	241	-100	0
Hydrobiaklei	klei	6	-10,5	-11,0	0,50		0,7	40,0	0,2	0,2	3,1	107,9		38,6	133,6	245	-105	0
Hydrobiaklei	klei	6	-11,0	-11,5	0,50		0,7	40,0	0,2	0,2	3,0	112,9		25,1	142,2	258	-110	0
Hydrobiaklei	klei	6	-11,5	-12,0	0,50		0,8	40,0	0,2	0,2	3,8	117,9		35,2	154,1	276	-115	0
Basisveen	veen	7	-12,0	-12,5	0,50		8,7	20,0	0,1	0,1	20,3	122,9		101,6	171,7	315	-120	0
Eerstezandlaag	zand	8	-12,5	-13,0	0,50		34,2	-	1,7	0,4	1540,1	127,9		285,5	369,9	2038	-125	0
Eerstezandlaag	zand	8	-13,0	-13,5	0,50		38,7	-	2,1	0,4	2140,4	132,9		333,9	638,1	2911	-130	0
Eerstezandlaag	zand	8	-13,5	-14,0	0,50		36,5	-	1,9	0,4	1825,2	137,9		343,3	894,9	2858	-135	0
Eerstezandlaag	zand	8	-14,0	-14,5	0,50		27,6	-	1,3	0,3	923,5	142,9		315,9	1072,5	2139	-140	0
Eerstezandlaag	zand	8	-14,5	-15,0	0,50		22,6	-	1,0	0,2	603,3	147,9		220,6	1178,2	1929	-145	0
Eerstezandlaag	zand	8	-15,0	-15,5	0,50		14,3	-	0,7	0,2	263,0	152,9		149,9	1233,3	1649	-150	0
Eerstezandlaag	zand	8	-15,5	-16,0	0,50		11,2	-	0,6	0,2	179,9	157,9		114,3	1271,4	1609	-155	0

Sheet Houdkracht groutanker (NEN-EN9997-1 2016 & CUR166)

Project Foodcenter
 Projectnummer 22122
 Fase Sondering S04
 Datum 6-8-2022
 Opsteller nlr

CRUX

versie v006
 datum 6-9-2019

P1221x01212 Aveco Foodcenter Amsterdam v004 REKExcelbouwkuip(22122) Houdkracht groutanker v006.xls[S04]

Algemeen

Soort anker schroefinjectieanker

Veiligheidsklasse RC2

Controleerproof op elk anker nodig? Ja

Sondering S04

Maalveeldniveau (m NAP) +1,81

Bovenkant zandlichaam (m NAP) +12,5

Geometrie

H.o.h.-afstand ankers hoh (m) 2,8 ankeruitval 4,2 m

Diameter groutlichaam D (mm) 300 hoh>7D --> voldoet

Niveau aangrijpingspunt anker/damwand (m NAP) +0,0

Indien ankers elkaar bovenvoeten laten waakren Ankers laten waakren

Hoek ankerstang met horizontaal (graden) 45

Bk groutlichaam invoeren (m NAP) -12,5

Lengte groutlichaam L_A (m) 9,5

Ankerlengte automatisch

Ankerlengte (stang incl. grout) (m) 27,2

Afstand tussen bovenkanten groutlichamen 2,80 m (-9,3D) ...

1) Bij gegroete ankers met aanrochtingsgaten van de trekselementen met een grotere tussenruimte dan 1,5m hoeven geen groepsfactoren te worden getoetst
 2) Bij een tussenafstand kleiner dan 7D zullen de invloedsczones van de ankers elkaar overlappen en moet hiermee rekening worden gehouden in bepaling draagkracht
 -> Bij een kleinere onderlinge afstand (1,5m of 7D) moet gewaardeid of hoh vergroot worden.

Belasting

Invoer krachten (belastingrichting eenheid) kN/m² axiaal

Maximale rekenwaarde (6.1 - 6.4) (kN/m²) 290

Representatief (6.5) (kN/m²) 204

Maximale waarde (0.1) (kN/m²) 244,8

1,2 * BGT (kN/m²) 290

Maatgevende ankerkracht (axiaal) F_{max} (kN/anker) 204

Rekenwaarde ankerkracht F_{uLSd} (kN/anker) 812

857

Draagkracht groutlichaam

Belasting Rekenwaarde ankerkracht E_{uLSd} (kN/anker) 812

857

Draagkracht

Absnuiten q_c (MPa) 20

Wrijvingsfactor grout / grond α_t 0,015

Omtrek groutlichaam O (m) 0,942

Factor ksl 1

Partiële factor trekselement γ_{s,LSd} 1,35

laag	q _c groutlichaam	q _c gem	(R _{LSd}) _{max}
ok	m NAP	MPa	kN
1	-12,5	10,3	92
2	-12,95	10,3	92
3	-13,4	10,4	93
4	-13,84	10,4	93
5	-14,29	11,7	105
6	-14,74	9,2	83
7	-15,19	8,5	76
8	-15,63	5,7	51
9	-16,08	4,7	42
10	-16,53	5,5	49
11	-16,98	5,2	47
12	-17,43	3,6	32
13	-17,87	10,1	91
14	-18,32	8,0	72
15	-18,77	5,1	46
16	-19,22	16,9	151

Σ = 1164

Minimale houdkracht groutlichaam (R_{LSd})_{min} (kN/anker) 1164

Karakteristieke houdkracht groutlichaam R_{LSk} (kN/anker) 1164

Rekenwaarde houdkracht groutlichaam R_{uLSd} (kN/anker) 862

Unity check E_{uLSd} / R_{uLSd} [-] 0,74

Opmerking: Toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand (SL5) wordt conform art. 8.5.3 achterwege gelaten uitgaande dat de ankers worden getoetst volgens Test Methode 1 (standaard in Nederland)

Toets geometrie en groutlichaam

Toets hoh ≥ 1,5m voldoet

Toets hoh ≥ 7D_{gem} (tpv bovenzijde groutlichaam) voldoet

Toets m.v. - b.k. grout ≥ 5m (Fig. 4.78) voldoet

Toets b.k. zand - b.k. grout ≥ 1m (Fig. 4.78) voldoet

Toets L_A > 5m voldoet

Conclusie toets houdkracht groutlichaam voldoet

Controle staalspanning

Stakke Kies ankertype 76.1 x 14.2 betonstaal

Soort staal betonstaal

Dikte corrosieslag rondom (mm) 0

Buitendiameter D_{uitw} (mm) 76.1

Benendiameter D_{inw} (mm) 47.7

Wanddikte t (mm) 14.2

Oppervlak doorsnede anker A (mm²) 2761

Reductiefactor voor schroefdraad k_r [-] 0,90

Materiaalfactor sterkte schroefdraadverbinding γ_{M2} [-] 1,25

Materiaalfactor vloeisterkte staalsoort γ_s [-] 1,15 (betonstaal)

Conversiefactor voor Nederland γ_{NL} [-] 1,25

Opmerking t.a.v. staalsoort
 - constructiestaal zijn in wezen alle staalsoorten met een "S" (bv S240GP), conform norm 1993-1

- betonstaal zijn alle soorten met een "B" zoals bijvoorbeeld GEWI-stangen (B500) of buizen van Leuwangers, Jctmix, Titan, etc.
 -> In principe zijn bijna alle ankerstangen van betonstaal

Opmerking t.a.v. corrosie
 - de corrosiebescherming voor gegroete ankers moet in overeenstemming zijn met EN 1537
 - tijdelijke groutankers (gebruiksduur < 2 jaar) voorzien van enkele corrosiebescherming
 - permanente groutankers (gebruiksduur > 2 jaar) voorzien van dubbele corrosiebescherming

bezuik-gedrag f_{td} (N/mm²) F_{td,RSd} (kN) f_y (N/mm²) F_{y,RSd} (kN) R_{td} (kN)

vloei - - 550 1321 1057

breuk 720 1432 - - 1145

Maatgevende sterkte anker (-vloei) R_{td} (kN/anker) 1057

1321

Belasting

Rekenwaarde ankerkracht E_{uLSd} (kN/anker) 812

857

Gemiddelde spanning ankerstang E_{uLSd} / A (N/mm²) 294

310

Toets staalspanning

Unity check (s1.0) E_{uLSd} / R_{td} [-] 0,77

0,65

Conclusie toets staalspanning voldoet

