

Ontwerpnota

DO Kademuren

Opmerking: het voorblad wordt bij vrijgave in ThinkProject! automatisch ingevuld

Documentnummer: DEA-000390
Projectarchiefcode: [Projectarchiefcode]
Fase: DO-ontwerpen DO
Werkpakket: WP 4.1.3-Definitief Ontwerp
SBS-code: OBJ-0333
SBS-naam: Kademuren
Datum: 09-11-2017
Documentenstatus: Definitief
Revisie: A

	Opgesteld door:	Goedgekeurd door:	Vrijgegeven door:
Naam:	Dennis Wondergem, Martijn Rovers, Harm-Jan van der Giessen	Joël Keijnemans	
Handtekening:			
Datum:	09-11-2017		

Inhoud

1.	Inleiding.....	4
1.1.	<i>Algemeen.....</i>	4
1.1.1.	Van toepassing zijde objecten.....	4
1.2.	<i>Doel ontwerpnota.....</i>	4
1.3.	<i>Referenties en normen en richtlijnen.....</i>	5
1.4.	<i>Leeswijzer.....</i>	6
1.5.	<i>Revisiestaat.....</i>	7
2.	Uitgangspunten voor het ontwerp.....	8
2.1.	<i>Eisenanalyse.....</i>	8
2.2.	<i>Software.....</i>	12
2.3.	<i>Ontwerplevensduur en gevolgklasse.....</i>	12
2.4.	<i>Belastingfactoren.....</i>	14
2.5.	<i>Materiaalgegevens.....</i>	14
2.5.1.	Beton.....	14
2.5.2.	Staal.....	15
2.5.3.	Milieuklasse(n).....	16
2.5.4.	Nominale dekking, toegepaste dekking en scheurwijdte.....	16
2.5.5.	Corrosiewaarden.....	17
2.5.6.	Toleranties aanbrengen damwanden en stelruimte prefab schorten.....	17
2.6.	<i>Kademuur ten noordoosten van brug 285.....</i>	18
2.6.1.	Bestaande situatie en directe omgeving.....	18
2.6.2.	Vormgeving nieuwe kademuur.....	21
2.6.3.	Ontwerp en geometrie.....	22
2.6.4.	Bodemopbouw en grondparameters.....	24
2.6.5.	Waterstanden.....	27
2.6.6.	Freatische lijn en stijghoogtes.....	28
2.6.7.	Belastingen.....	28
2.7.	<i>Kademuur ter plaatse van de te slopen brug 326.....</i>	38
2.7.1.	Bestaande situatie en directe omgeving.....	38
2.7.2.	Vormgeving nieuwe kademuur.....	42
2.7.3.	Ontwerp en geometrie.....	43
2.7.4.	Bodemopbouw en grondparameters.....	46
2.7.5.	Waterstanden.....	48
2.7.6.	Freatische lijn en stijghoogtes.....	48
2.7.7.	Belastingen.....	48
2.8.	<i>Modellerings geotechnische berekeningen.....</i>	61
2.9.	<i>Toetsingscriteria algemeen.....</i>	61
2.10.	<i>Toetsingscriteria primaire waterkering.....</i>	61
3.	Gemaakte ontwerpkeuzes.....	62
3.1.	<i>Trade-off matrices.....</i>	62
3.2.	<i>Ontwerpkeuzes voor beide kades.....</i>	62
3.3.	<i>Kade 285.....</i>	63
3.4.	<i>Kade 326.....</i>	64
4.	Ontwerp van de eindsituatie.....	66
4.1.	<i>Algemeen.....</i>	66
4.2.	<i>Eisen.....</i>	66
4.3.	<i>Kademuur ten noordoosten van brug 285.....</i>	66
4.3.1.	Constructief ontwerp.....	66
4.3.2.	Damwand kadelijn.....	91
4.3.3.	Dimensionering vloer nabij landhoofd Brug 285.....	98
4.3.4.	Damwand haaks op voorwand, grenzend aan oostelijke kade.....	103
4.3.5.	Damwand haaks op voorwand, grenzend aan landhoofd noord Brug 285.....	106
4.3.6.	Zettingen aanvulling achter damwand.....	107

4.4.	Kademuur ter plaatse van de te slopen brug 326.....	109
4.4.1.	Constructief ontwerp	109
4.4.2.	Damwand kadelijn	130
4.4.3.	Damwand haaks op voorwand, grenzend aan de westelijke kade.....	137
4.4.4.	Zettingen aanvulling achter damwand	138
4.5.	Tekeningen	140
5.	Uitvoeringsconcept.....	141
5.1.	Algemeen.....	141
5.2.	Kade 285.....	141
5.3.	Kade 326.....	141
5.4.	V&G Maatregelen	142
6.	Verificatie	143
6.1.	Afwijkingen.....	143
6.2.	Wijzigingen.....	144
6.3.	Verificatierapport.....	144
7.	Raakvlakken & risico's	145
7.1.	Interne raakvlakken	145
7.2.	Externe raakvlakken.....	146
7.3.	Risico's.....	147
8.	Wijze bouwkundige opname van kritische geachte omgevingsobjecten.....	148
9.	Beheersmaatregelen t.b.v. voorkomen schade aan omgevingsobjecten.....	149
10.	Monitoring op deformaties en bouwkundige opnames om gevolgen van Werkzaamheden vast te stellen.....	150
11.	Overdracht naar UO	151
11.1.	Niet geverifieerde eisen	151
11.2.	Nader te detailleren c.q. uit te werken in het UO.....	151
11.3.	Afgeleide eisen	152
12.	Aandachtspunten Beheer en Onderhoud	153
Bijlage 1	Trade-off matrices.....	154
Bijlage 2	Toetsing betonconstructies	155
Bijlage 3	Toetsing verankering masten	156
Bijlage 4A	Krachtswerking gording kade 285.....	157
Bijlage 4B	Krachtswerking gording kade 326.....	158
Bijlage 5	Grondonderzoek – Kade 285 en Kade 326	159
Bijlage 6	Damwandberekening – Kade 285 en Kade 326	160
Bijlage 7	Toetsing verticaal draagvermogen damwand – Kade 285 en Kade 326....	161
Bijlage 8	Berekening damwandverankering – Kade 285 en Kade 326.....	162
Bijlage 9	Toetsing staalspanning damwand – Kade 285 en Kade 326	163
Bijlage 10	Berekening verticaal evenwicht – Kade 285 en Kade 326	164
Bijlage 11	Berekening zettingen – Kade 285 en Kade 326.....	165
Bijlage 12	Berekening draagvermogen ronding – Kade 285.....	166
Bijlage 13	Berekening stabiliteit (Spencer) – Kade 326	167
Bijlage 14	Verificatierapport (DEA-000526)	168

1. Inleiding

1.1. Algemeen

Amsterdam krijgt bij het Centraal Station een nieuwe entree die prettig, veilig en goed bereikbaar is voor reizigers, bezoekers en omwonenden. Het wordt een entree met meer water, minder auto's en meer ruimte voor voetgangers en fietsers. Daarvoor wordt in de komende jaren de centrumzijde van het Centraal Station van Amsterdam over de hele breedte van het Stationseiland vernieuwd. Dit project is getiteld 'De Entree'.

Dit rapport bevat de ontwerpnota van het Definitief Ontwerp van de twee nieuwe kademuren binnen de scope van 'De Entree', hierna te noemen het DO. Deze twee kademuren betreffen een kademuur ten noordoosten van brug 285 (de Kamperbrug) en een kademuur ter plaatse van de te slopen brug 326 (de Nieuwe Nieuwe Brug). De locaties van deze kademuren zijn weergegeven in de navolgende figuur.



Figuur 1-1: Locaties kademuren binnen De Entree

1.1.1. Van toepassing zijde objecten

Deze ontwerpnota is van toepassing op het object kademuren, met objectcode OBJ-0333. De BIM-objectcodes van de twee nieuwe kademuren zijn:

- SG.PO.01.02.07 - Nieuwe kademuur na sloop brug 326
- SG.SO.01.02.06 - Nieuwe kademuur noord oostzijde brug 285

1.2. Doel ontwerpnota

Het doel van deze ontwerpnota is het presenteren van het DO van beide nieuwe kademuren. In dit DO is de geometrie en materialisatie van beide kademuren op hoofdlijnen vastgelegd, alsmede alle uitgangspunten en randvoorwaarden die daaraan ten grondslag dienen.

Het vastleggen van de geometrie en materialisatie geschiedt door berekeningen en toetsingen op basis van vigerende normen en richtlijnen, alsmede de eisen uit het verificatieplan.

1.3. Referenties en normen en richtlijnen

Onderstaande referenties zijn gebruikt bij het opstellen van deze DO-berekening.

Project gerelateerde documenten

- [1] Gemeente Amsterdam, Ingenieursbureau, Vraagspecificatie Eisen, De Entree / Stationseiland – contract AI 2016-013, versie 3.0, 23-03-2017.
- [2] Gemeente Amsterdam, De Entree, Ambitietekening, bladnummer 7682-10, datum 12-07-2016.
- [3] Gemeente Amsterdam, De Entree, Scopetekening, bladnummer 7682-11, datum 13-07-2016.
- [4] Gemeente Amsterdam, Vormgevingsdocument Openbare ruimte de Entree, 13 juli 2016.
- [5] Antea Group, BRU0285 – Kamperbrug, Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting NEN2767-4, revisie 2.0, 5 april 2016.
- [6] BK Asbest B.V., Rapport Inventarisatie Type-A ten behoeve van totaalsloop brug Prins Hendrikkade 13 te Amsterdam, versienummer 1, 6-3-2017.
- [7] Movares, Situatietekening bovenleiding De Entree Amsterdam, Schetsontwerp (beweegbaar bovenleidingsysteem), C30-SZE-AU-1600030 3/5.
- [8] Movares, Situatietekening bovenleiding De Entree Amsterdam, Schetsontwerp (beweegbaar bovenleidingsysteem), C30-SZE-AU-1600030 5/5.
- [9] GEO2 Engineering B.V., Uitgangspuntenrapport Geotechniek en Geohydrologie, doc.nr.: DEA-000125, 117017.RA01, revisie 2, 07-07-2017.
- [10] Max Bögl, Overzichtstekening sonderingen, tekeningnr. DEA-GPG-GEO-TEK-VO-002 rev. 0.5 d.d. 18-07-2017.
- [11] Max Bögl, VO Uitgangspuntennota kades, doc.nr. DEA-000138, d.d. 06-07-2017.
- [12] Max Bögl, Objectspecificatie OBJ-0333 – Kademuren, 22-06-2017.
- [13] Max Bögl, Veiligheids- en Gezondheidsplan Ontwerpfase, doc. nr. DEA-00451 rev. A, d.d. 01-11-2017.
- [14] Max Bögl, Verificatieplan DO Kades, doc. nr. DEA-00497, rev. A, dd. 25-10-2017.
- [15] Max Bögl, Tekening nieuwe kademuur noord-oostzijde brug 285 - DO, doc. nr. DEA-000467 rev. A, d.d. 09-11-2017.
- [16] Max Bögl, Tekening nieuwe kademuur na sloop brug 326 - DO, doc. nr. DEA-000468 rev. A, d.d. 09-11-2017.

Normen en richtlijnen

- [17] Vigerende Eurocodes.
- [18] CUR 166, damwandconstructies, 6e herziene druk, 2012 (incl. errata 2014).
- [19] SBRCURnet, CUR 211 Quay Walls, second edition, 2013.
- [20] CUR Rapport 649_2014 Binnenstedelijke kademuren.
- [21] ROK 1.4, Definitief, april 2017.

De door de opdrachtgever verstrekte gegevens omtrent de bestaande constructie op of in de nabijheid van beide kademuren zijn onderstaand weergegeven.

Documenten bestaande constructies Brug 285

- [22] Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam, Ontlastconstructie Stationseiland, DU-berekening, projectnummer 65164, d.d. 22-10-2010.
- [23] Faktor Civil Engineering in opdracht van Aannemingsbedrijf Dekker, Tekening betonwerk ODE-brug – Overzicht en details Stationseiland, d.d. 13-07-2010.

- [24] Faktor Civil Engineering in opdracht van Aannemingsbedrijf Dekker, Tekening betonwerk ODE-brug – Aanzicht 2 + doorsnedes Stationseiland, d.d. 23-07-2010.
- [25] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tekening wapening van brugdek brug 285, BR285 – 41263-21.
- [26] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tekening graniet en metselwerk van het noordelijk landhoofd van Br. 285, BR285 – 41263-27.
- [27] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tekening graniet en metselwerk van het noordelijk landhoofd van Brug 285, BR285 – 41263-26.
- [28] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tekening doorsnede brugdek van brug 285 met tramsporen, BR285 – 41263-24.
- [29] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tekening palenplan landhoofden Br. 285 Z.W. Vleugel en tunnel, BR285 – 41263-14.
- [30] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tekening wapening noordelijk landhoofd, BR285 – 41263-18.

Documenten bestaande constructies Brug 326

- [31] Dienst der publieke werken Amsterdam, Situatie tijdelijke brug over het Open Havenfront met aanzichten en doorsnede, BR326 - 10 - 27.
- [32] Dienst der publieke werken Amsterdam, Balkenschema met hoogtematen wegdek en balken, BR326 - 18 - 33.
- [33] Dienst der publieke werken Amsterdam, Oostelijk landhoofd, BR326 - 30 - 47.
- [34] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tijdelijke brug over het Open Havenfront situatie en doorsneden, BR326 - 21 - 48.
- [35] Dienst der publieke werken Amsterdam, Tijdelijke brug over het Open Havenfront te wijzigen walmuur langs de Prins Hendrikkade, BR326 - 30 - 38.
- [36] Dienst der publieke werken Amsterdam, Maatvoering palenplan en oplegbalken, BR326 - 31 - 34.
- [37] Projectbureau Noord-Zuidlijn, Verbreding brug 303 uitbreiding Prins Hendrikkade - Sloopwerk, V28E_808.

1.4. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de uitgangspunten voor het ontwerp. Dit betreffen uitgangspunten zoals omschreven in de vraagspecificatie-eisen en de normen en richtlijnen. Gedacht kan worden aan de levensduur van de diverse onderdelen van de kademuren en de hoogte van de maaiveldbelasting.

In hoofdstuk 3 zijn de gemaakte ontwerpkeuzes opgenomen. Op basis van de uitgangspunten in hoofdstuk 2 en de lokale omstandigheden ter plaatse van beide kademuren zijn tijdens het DO keuzes gemaakt ten behoeve van de haalbaarheid en maakbaarheid van het DO. Doelstelling is een ontwerp te maken dat binnen de gestelde kaders en tijd gerealiseerd kan worden.

Hoofdstuk 4 omvat het ontwerp van de eindsituatie. Dit ontwerp wordt o.a. beschreven in tekeningen, berekeningen, risico's en beheersmaatregelen.

Hoofdstuk 5 beschrijft o.a. hoe het object dient te worden gerealiseerd (uitvoeringsconcept), zoals de faseringen, bouwmethode, werkmethode, werkprocessen, veiligheidsmaatregelen en milieumaatregelen.

In hoofdstuk 6 gaat in op de verificatie, afwijkingen en eventuele contractwijzigingen (VTW's en VTO's).

In hoofdstuk 7 zijn de raakvlakken omschreven. Tevens worden in dit hoofdstuk de beheersmaatregelen beschreven.

Hoofdstuk 8 omvat de wijze van de bouwkundige opname van kritisch geachte omgevingsobjecten.

In hoofdstuk 9 zijn beheersmaatregelen opgenomen t.b.v. het voorkomen van schade aan omgevingsobjecten.

Hoofdstuk 10 beschrijft de monitoring op de deformaties en de bouwkundige opnames om gevolgen van werkzaamheden vast te stellen.

Hoofdstuk 11 bevat de overdracht naar het uitvoeringsontwerp. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste zaken opgesomd die nog in het UO uitgewerkt worden.

Hoofdstuk 12 gaat in op de aandachtspunten voor beheer en onderhoud van de kademuren.

1.5. Revisiestaat

Revisie	Datum	Omschrijving wijzigingen
0.0	11-10-2017	Voor collegiale toetsing
A1	30-10-2017	Opmerkingen collegiale toetsing verwerkt
A2	9-11-2017	Opmerkingen integrale review verwerkt
A	09-11-2017	Vrijgave + verificatierapport toegevoegd

Tabel 1-1 Revisiestaat

2. Uitgangspunten voor het ontwerp

2.1. Eisenanalyse

In deze paragraaf zijn de relevante eisen ten aanzien van de kades opgenomen. Deze eisen zijn overgenomen uit het verificatieplan van de kademuren [14]. De benoemde eisen liggen ten grondslag aan de uitwerking van het definitief ontwerp waaraan in dit document invulling aan is gegeven. In deze paragraaf is per eis aangegeven waar in dit rapport invulling is gegeven aan de eisenverificatie.

SYS-1559	De Entree, integrale veiligheid De integrale veiligheid is geborgd door de veiligheidsmaatregelen uit het V&G-plan ontwerp [13] en de inzet van de coördinator Constructieve Veiligheid.
SYS-2278	Veiligheidszone OHF In de havenbodem worden geen objecten aangebracht, zie tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16]. Hiermee blijft de veiligheidszone in het OHF behouden.
SYS-0252	Levensduur drenkelingentrap Deze eis wordt aangeleverd aan de leverancier van de drenkelingstrappen. De toe te passen coating dient hierop ontworpen te worden. Eis wordt aangetoond in het UO, zie afwijking AFW-205.
SYS-0290	Grijpsteen langs kade Kade is over de volledige lengte voorzien van grijpstenen, zie tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16].
SYS-0778	Tijdelijke voorzieningen: sloop Er worden geen tijdelijke objecten toegepast voor het realiseren van de kademuren. Daarmee is deze eis niet van toepassing voor DO en wordt aan deze eis voldaan.
SYS-0839	Schoonbeton; beoordelingsklasse en grijsschaal Er komt geen beton in het zicht, zodat het toe te passen beton niet hoeft te voldoen aan de beschreven beoordelingsklasse en grijsschaal.
SYS-1567	De Entree, EMC Elektromagnetische compatibiliteit is nog niet integraal beschouwd, dit wordt nog nader uitgewerkt, zie afwijking AFW-204.
SYS-0835	Levensduur van de constructies In de volgende paragrafen is aangetoond dat invulling is gegeven aan deze eis: §2.3, §2.4, §2.5.4, §2.5.5.
SYS-0514	Luchtdicht afsluiten kokervormige stalen delen Aan deze eis wordt niet voldaan voor funderingselementen, zie afwijking AFW-0182. De buispalen die als funderingselement worden gebruikt, worden niet luchtdicht uitgevoerd zie tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15]. In het ontwerp wordt rekening gehouden met corrosie gedurende de levensduur van de constructie.

- SYS-1554 De Entree, tegen gaan vervuiling door ongedierte
Naast de bindend voorgeschreven grijpsteen worden de kademuren uitgevoerd zonder randen, richels en gaten, zie tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16]. Hiermee wordt vervuiling tegengegaan.
- SYS-0249 Kademuren, voormetseling
In §2.6.3 en §2.7.3 is aangetoond dat invulling is gegeven aan deze eis met een voormetseling van basalt met een dikte van 150 mm. Tevens is dit opgenomen op de tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16]. Alleen achter de drenkelingladder bij kade 326 wordt niet voldaan aan deze eis (zie afwijking AFW-0172) en wordt het basalt met een dikte van ca. 50 mm verlijmd op het betonnen schort.
- SYS-2277 Onderhoudsdiepte OHF
De onderhoudsdiepte is ten minste 0,5 m onder de leggerdiepte behouden. In de bodem worden geen objecten aangebracht en de kerende damwandconstructie is ontworpen op een constructiediepte die 0,5 m onder het leggerniveau ligt, zie §2.6.3 en §2.7.3.
- SYS-1716 De Entree, minimale hoogte waterkering
De kerende hoogte van de waterkering langs de Prins Hendrikkade blijft gehandhaafd, zie §2.7.3 en tekening DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16].
- SYS-0247 Drenkelingentrap
In de volgende paragrafen is aangetoond dat invulling is gegeven aan deze eis. §2.6.2 en §2.7.2 en tekening DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16].
- SYS-2233 Kademuur Stationsplein Oostertoegang: vernieuwen
De kademuur Stationsplein Oostertoegang wordt vernieuwd, zie tekening DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15].
- SYS-0292 Vervormingen kadeconstructies; verticaal
De verticale vervorming van de kademuren Prins Hendrikkade Oostkom en Stationsplein Oostertoegang en de daarbij behorende fundering zijn kleiner dan 30 mm, zie §4.3.6 en §4.4.4.
- SYS-1386 Vandalisme, geen losse onderdelen
De kademuren bevatten geen losse onderdelen of onderdelen die met eenvoudig handgereedschap wegneembaar zijn. Hiermee wordt voldaan aan de eis.
- SYS-0373 De Entree, handhaven bestaande constructies; sterkte en duurzaamheid
Aanpassingen aan bestaande constructies worden alleen uitgevoerd ter plaatse van de aansluitingen op bestaande kades en het landhoofd van brug 285. Deze aanpassingen hebben geen nadelig gevolg voor de integriteit van de betreffende constructies. Zie hiervoor ook §2.6.1, §2.7.1, §4.3.4, §4.3.5 en §4.4.3.
- SYS-1625 De Entree, veiligheid, aarding
Het integraal aardingsconcept is nog niet beschouwd, dit wordt nog nader uitgewerkt, zie afwijking AFW-204.

SYS-1628	<p>De Entree, bestaande objecten, gedeeltelijk verwijderen</p> <p>Gedeeltelijk verwijderen van bestaande constructies worden alleen uitgevoerd ter plaatse van de aansluitingen op bestaande kades en het landhoofd van brug 285. Deze aansluitingen worden uitgewerkt in het UO. Eis wordt aangetoond in het UO, zie afwijking AFW-205.</p>
SYS-2302	<p>Maatgevend schip</p> <p>Het afwikkelen van vaarverkeer met het maatgevende schip is geborgd binnen het ruimtelijk ontwerp van de opdrachtgever. Het maatgevende schip is echter ook gebruikt om de aanvaarbelasting op de kademuren te bepalen, zie §2.6.7 en §2.7.7.</p>
SYS-3163	<p>Kademuur Prins Hendrikkade Oostkom; vernieuwing</p> <p>De kademuur t.p.v. de bestaande brug 326 wordt afgewerkt met basalt voorbetseling, zie §2.7.2 en tekening DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16].</p>
SYS-0293	<p>Aanvaarbelasting; kademuren</p> <p>De nieuwe kademuren zijn gedimensioneerd op aanvaarbelasting, zie §2.6.7, §2.7.7, §4.3.1 en §4.4.1.</p>
SYS-1388	<p>Opnemen zettingen en vervormingen</p> <p>De nieuwe constructies kunnen alle opneembare zettingen opnemen, zie §4.3.6 en §4.4.4.</p>
SYS-0389	<p>Overgangsconstructie; zetting</p> <p>Het zettingsverschil tussen nieuwe constructies en weginfra t.g.v. andere dan autonome zettingen is na 15 jaar over een lengte van 3,0 m kleiner dan 30 mm, zie §4.3.6 en §4.4.4.</p>
SYS-0285	<p>Grond- en waterdichte constructies</p> <p>De kademuur wordt dusdanig uitgevoerd dat uitspoeling van materiaal (zoals zand) wordt voorkomen, de kademuur is dus grond dicht. De grond dichte aansluiting op de naastliggende kades wordt uitgewerkt in het UO, zie afwijking AFW-205.</p> <p>Er zal echter wel water door de kade kunnen uit treden (via de drainage) zodat de kadeconstructie ontlast wordt van waterdruk. De kadeconstructies zijn dus niet waterdicht waarmee niet voldaan wordt aan de eis, zie afwijking AFW-0181.</p>
SYS-0390	<p>Vervangbaarheid onderdelen constructies</p> <p>De onderdelen van de constructie met een kortere levensduur dan 100 jaar zijn:</p> <ul style="list-style-type: none">• Drenkelingladders• Combimasten• Leuning• Grijpstenen <p>De eerste drie bovenstaande onderdelen zijn allen vervangbaar, zodat voldaan wordt aan de gestelde eis, zie ook tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16]. De grijpstenen zijn echter ingemetseld in de vormbetseling van basalt, zodat deze niet vervangbaar zijn, zie afwijking AFW-206.</p>
SYS-0394	<p>Reparabele conserveringssystemen</p> <p>Deze eis wordt aangeleverd aan de leverancier van de drenkelingtrappen. De toe te passen coating dient ter plaatse reparabel te zijn met gangbare middelen. Eis wordt aangetoond in het UO, zie afwijking AFW-205.</p>

- SYS-0427 Belastingen; nieuwe constructies
De nieuwe kademuren kunnen de gestelde belastingen dragen conform het ontwerp van de openbare ruimte en de eisen volgend uit de Eurocode, zie §2.6.7 en §2.7.7. Het standaard leuningwerk van Amsterdam kan echter de vereiste belasting niet opnemen, zie afwijking AFW-0138.
- SYS-0500 Onderhoud, professioneel gereedschap
De bevestiging van vervangbare onderdelen (zoals de drenkelingladder en het leuningwerk) worden uitgewerkt in het UO. Eis wordt aangetoond in het UO, zie afwijking AFW-205.
- SYS-0620 Belasting kademuren
Nieuwe kademuren kunnen zelfstandig alle van toepassing zijnde belastingen afdragen, zie §2.6.7 en §2.7.7. Alleen ter plaatse van de aansluiting op de kade ten oosten van kade 285 wordt belasting afgedragen aan de naastliggende constructie en wordt niet voldaan aan de eis (zie afwijking AFW-0173). Echter wordt de naastliggende constructie hierdoor minder tot even zwaar belast als in de huidige situatie (wel veranderd de richting van de belasting).
- SYS-0621 Vervormingen kademuren; horizontaal
De horizontale vervorming van de kademuren Prins Hendrikkade Oostkom en Stationsplein Oostertoegang is ten gevolge van veranderlijke belastingen over de gehele hoogte kleiner dan 30 mm, zie §4.3.2.3 en §4.4.2.3.
- SYS-1367 Kabel en leidingen tracés, (calamiteiten)onderhoud
Inpassing van tracés van kabels en leidingen worden nader uitgewerkt in het UO. Eis wordt aangetoond in het UO, zie afwijking AFW-205.
- SYS-1459 De Entree, openbare ruimte ontwerp
Het ontwerp van de kademuren is gebaseerd op het DWM van De Entree. Deze is gebaseerd op het aangeleverde openbare ruimte ontwerp van De Entree (7682-12), zie tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16].
- SYS-1525 De Entree, waterkering, intact laten
Kade 285 is geen waterkering. Ter plaatse van kade 326 wordt de waterkering zelf in tact gelaten aangezien deze zich achter de nieuw te realiseren kade bevindt. Eis is aangetoond in §2.3, §2.8, §2.10 en §4.4.2.4.
- SYS-1812 Verwijderen van bestaande objecten
Alle bestaande palen worden gesloopt op minimaal 1 m onder het maaiveld of 1 m onder de leggerdiepte van de watergang, zie tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16].
- SYS-1813 De Entree, grondwaterstroming
De grondwaterstroming binnen De Entree heeft geen schadelijke effecten binnen en buiten De Entree, zie §2.6.5 en §2.7.5.
- SYS-1814 De Entree, grondwaterstand
De grondwaterstand binnen De Entree varieert niet te veel, zie §2.6.5 en §2.7.5.
- SYS-2068 Kademuur Prins Hendrikkade Oostkom, verschilzetting
De verschilzetting tussen het maaiveld direct achter Kademuur Prins Hendrikkade Oostkom en de rest van het maaiveld is 6 maanden na de oplevering kleiner dan 10 mm, zie § 4.4.4.

- SYS-2256** De Entree, vormgeving
De kademuren zijn vormgegeven conform de vormgevingsprincipes zoals opgenomen in het vormgevingsdocument [4], zie §2.6.2 en §2.7.2. Alleen m.b.t. de dekzerk ter plaatse van de combimast op kade 285 en m.b.t. de dikte van de basalt voormetseling ter plaatse van de drenkelingladder op kade 326 wordt niet voldaan aan de gestelde eis, zie hiervoor afwijkingen AFW-0172 en AFW-0174.
- SYS-2284** Levensduur kunststof wrijfgording en grijpsteen
Deze eis wordt aangeleverd aan de leverancier van de drenkelingtrappen. De toe te passen coating dient hierop ontworpen te worden. Eis wordt aangetoond in het UO, zie afwijking AFW-205.
- SYS-2285** Kwaliteit kunststof wrijfgording en grijpsteen
De kwaliteit van de kunststof wrijfgording is UHMW-PE, zie tekeningen DEA-KAD-CON-TEK-DO-2001 [15] en DEA-KAD-CON-TEK-DO-2002 [16].

2.2. Software

Software	Versie	Omschrijving
Word	2010	
Excel	2010	
D-Sheet Piling	17.1.1.3	Berekening verankerde damwand
D-Foundations	17.1.1.2	Berekening draagvermogen
DEMU	4.50	Berekening ankerverbindingen
D-Settlement	16.1.2.1	Berekening zettingen
ArcelorMittal	3.2.1	Toetsing stalen damwandprofielen
Scia Engineer	16.1.62	Krachtenwerking stalen gordingen

Tabel 2-1 Software

2.3. Ontwerplevensduur en gevolgklasse

Eistitel	Eis	Eiscode	Eistekst
Ontwerplevensduur hoofddraagconstructie	100 jaar	SYS-0835	De levensduur van de nieuwe constructies dienen ten minste 100 jaar te zijn.
Ontwerplevensduur leuningwerken	50 jaar	SYS-0368	De levensduur van de leuningwerken op bruggen, kademuren en steigers dient ten minste 50 jaar te zijn.
Ontwerplevensduur drenkelingentrappen	50 jaar	SYS-0252	De levensduur van de drenkelingentrappen dient ten minste 50 jaar te zijn.
Vervangbaarheid onderdelen constructies		SYS-0390	De onderdelen van de constructies waarvan de levensduur korter is dan de levensduur van het gehele object dienen vervangbaar te zijn.
Levensduur kunststof wrijfgording en grijpsteen	50 jaar	SYS-2284	De levensduur van kunststof wrijfgordingen en grijpstenen dient minimaal 50 jaar te zijn.

Tabel 2-2 Ontwerplevensduur en gevolgklasse

De ontwerplevensduur van 100 jaar resulteert conform NEN-EN 1990/NB art. A2.1 en de aard en functie van de constructie in:

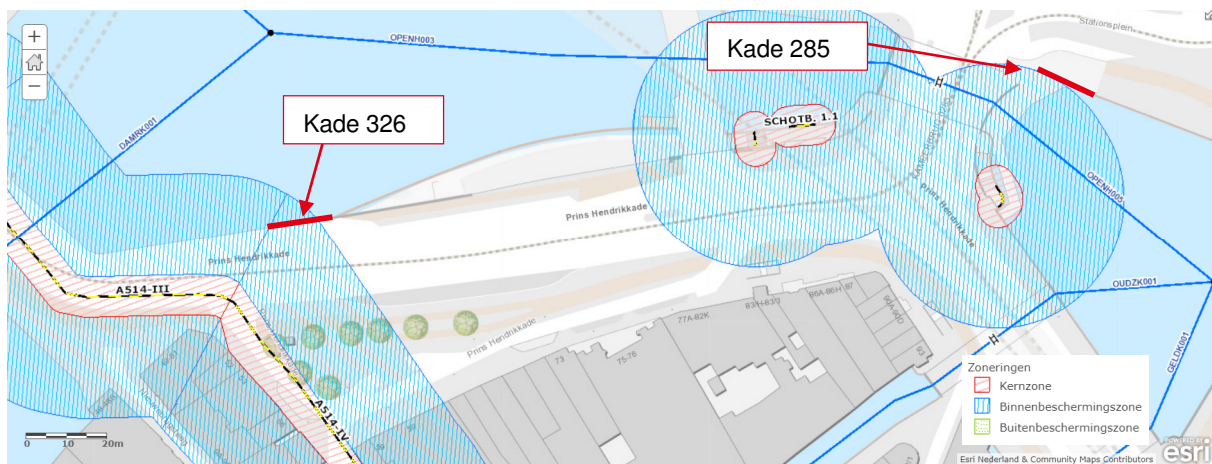
- Ontwerpklassse 4
- CC2/RC2

Door toepassing van grijpsteen met een levensduur van 50 jaar wordt invulling gegeven aan SYS-2284. De kwaliteit dient door de leverancier aangetoond te worden ten behoeve van invulling van SYS-2285.

Door toepassing van een drenkelingentrap met een levensduur van 50 jaar wordt invulling gegeven aan SYS-0252. Deze eis wordt aangeleverd aan de leverancier van de drenkelingstrappen. De toe te passen coating dient hierop ontworpen te worden.

Een deel van de kademuren bevindt zich in een primaire waterkering, zie Figuur 2-1. In deze figuur is met rode arcering de kernzone aangegeven en met blauwe arcering de beschermingszone.

Met de rode lijn zijn de locaties van de nieuwe kademuren aangegeven.



Figuur 2-1 Waterkering ter plaatse van Kade 285 en Kade 326

Kade 285 valt net op de rand van een beschermingszone die een waterkerende constructie beschermt aan de zuidzijde van het water. Deze kademuur heeft daarom geen enkel effect op de waterveiligheid van die constructie. Kade 285 is daarom niet als primaire waterkering beschouwd, dit is ook afgestemd met Waternet.

Kademuur 326 ligt deels binnen de beschermingszone van de primaire kering. Voor deze kade is afstemming geweest met Waternet. Door de ligging binnen de beschermingszone is de stabiliteit van de kering getoetst aan de vereiste stabiliteit van een primaire waterkering. De overall stabiliteit van de grondkerende constructie dient voldoende te zijn (stabiliteitsfactor $\geq 1,4$) bij calamiteit hoog waterval en voor de overige fasen 1,0. Op de karakteristieke grondparameters worden materiaalfactoren toegepast conform leidraad TAW. De stabiliteitsanalyse wordt uitgevoerd met glijvlakken in zowel het model Bishop als Spencer.

Voor een uitgebreide uiteenzetting van de ontwerpfilosofie van de grondkeringen binnen de primaire waterkering wordt verwezen naar Hoofdstuk 6 van [9].

De ontwerplevensduur van 100 jaar geldt ook voor niet inspecteerbare onderdelen.

De ontwerplevensduur van 50 jaar voor de leuningwerken resulteert conform NEN-EN 1990/NB art. A2.1 in:

- Ontwerpklasse 3
- CC2/RC2, mede in verband met mensenmassa's

2.4. Belastingfactoren

De gehanteerde belastingfactoren conform NEN-EN 1997/NB tabel A.3 ten behoeve van het geotechnisch draagvermogen en de sterkte van de verankerde damwand zijn navolgend weergegeven. Deze belastingfactoren zijn in overeenstemming met CUR Rapport 649_2014 Binnenstedelijke kademuren.

Tabel A.3 — Partiële factoren voor belastingen (γ_F) of belastingseffecten (γ_E)

Belasting		Symbool	Combinatie		
			A1	A2	
				Overig	Damwand
Permanent	Ongunstig	γ_G	1,35 ^{a b c}	1,0	1,0
	Gunstig		0,9	1,0	1,0
Veranderlijk	Ongunstig	γ_Q	1,5 ^b	1,3 ^b	1,1 ^b
	Gunstig		0	0	0

^a Alleen bij kleine veranderlijke belastingen is deze waarde maatgevend, zie vergelijking (6.10a) in NEN-EN 1990:2002. In de andere gevallen wordt gerekend met $\gamma_G \times \xi$, zie vergelijking (6.10b) in NEN-EN 1990:2002, waarvoor, uitgaande van $\xi = 0,89$ geldt $\gamma_G \times \xi = 1,2$. Zie ook de nationale bijlage bij NEN-EN 1990:2002.

^b De hier gegeven waarden gelden voor RC2. Voor RC1 geldt een vermenigvuldigingsfactor van 0,9 en voor RC3 van 1,1. In de kolom damwand geldt dan voor RC1 $\gamma_Q = 1,0$ en voor RC3 $\gamma_Q = 1,25$.

^c Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met 1,2.

Tabel 2-3 Belastingfactoren verankerde damwand, betonconstructies en bevestigingsmiddelen

Door toepassing van gevolgklasse CC2 en de bijbehorende belastingfactoren is invulling gegeven aan SYS-0835.

2.5. Materiaalgegevens

2.5.1. Beton

- Prefab beton (schort) en ter plaatse gestorte beton (sloof).

Sterkteklasse	f_{ck} [N/mm ²]	γ_c [-]	f_{cm} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	E_{cm} [N/mm ²]	ϵ_{c3} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]
C30/37	30	1,50	38	20	2,90	1,35	33000	1,75	3,50

Sterkteklasse	ν [-]	α [-]	γ_{beton} [kN/m ³]
C30/37	0,20	1×10^{-5}	25

Tabel 2-4 Eigenschappen beton

2.5.2. Staal

- Betonstaal.

Staalsoort	f_{yk} [N/mm ²]	γ_s [-]	f_{yd} [N/mm ²]	ϵ_s [‰]	ϵ_{uk} [%]	E_s [N/mm ²]	α [-]	Profiel
B500B	500	1,15	435	2,174	5,00	200000	1×10^{-5}	geribd

Tabel 2-5 Eigenschappen betonstaal

- Damwanden.

Doorsnede [-]	Damwand [-]	Staalkwaliteit [-]	Puntniveau [m NAP]	Bovenzijde [m NAP]	Opneembaar moment (Mr;d;el) [kNm/m]	EI [kNm ² /m]	W _{el} [cm ³ /m]
Kade 285	AZ26-700	S355	-14,0	+3,5	923	$1,254 \times 10^5$	2600
Kade 285 (mast)	AZ26-700	S390**	-14,0	+3,5	1014	$1,254 \times 10^5$	2600
Kade 285 (veld 3-4)	AZ24-700	S240	-14,0	+3,5 / +0,5*	583	$1,172 \times 10^5$	2430
Kade 326	AZ24-700	S355	-22,5	+3,0	863	$1,172 \times 10^5$	2430
Kade 326 (mast)	AZ24-700	S355	-22,5	+3,0	863	$1,172 \times 10^5$	2430

*NAP+3,5 m i.v.m. installeren damwand; nadat de damwand is aangebracht, wordt deze op ca. NAP +0,5 m afgebrand.

** Als alternatief kan t.p.v. de trammast een zwaarder damwandprofiel met staalkwaliteit S355 worden toegepast ($W_{el} \geq 2850 \text{ cm}^3/\text{m}$ i.c.m. staalkwaliteit S355). In het UO wordt onderzocht of het mogelijk is de staalkwaliteit te optimaliseren, zodat alle planken dezelfde staalkwaliteit hebben om mogelijke uitvoeringsfouten te voorkomen.

Tabel 2-6 Eigenschappen damwanden

Er wordt in de berekeningen uitgegaan van warm gewalste nieuwe stalen damwanden.

- Constructiestaal.

Staalsoort	Dikte element	f_y [N/mm ²]	γ_{M0} [-]	f_u [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]	α [-]	γ_{staal} [kN/m ³]
S235	$t \leq 40 \text{ mm}$	235	1,00	360	210000	$1,2 \times 10^{-5}$	77,0
	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	215	1,00	360	210000	$1,2 \times 10^{-5}$	77,0
	$t > 80 \text{ mm}$	Zie NEN-EN 10025-2					

Tabel 2-7 Eigenschappen constructiestaal

- Ankers.

Staalsoort	f_{yb} [N/mm ²]	γ_{M0} [-]	f_{ub} [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]	α [-]	γ_{staal} [kN/m ³]
8.8	640	Afhankelijk van het criterium	800	200000	n.v.b.	77,0
E470	500	1,00/1,40	700	210000	n.v.b.	77,0

Tabel 2-8 Eigenschappen staal ten behoeve van ankers en verankering

Doorsnede	[-]	Kade 285	Kade 326
Diameter	[mm]	82,5	82,5
Wanddikte	[mm]	20,0	17,5
E-modulus	[N/mm ²]	2,1*10 ⁵	2,1*10 ⁵
Staaloppervlakte*	[mm ²]	3888	3503
Staalsoort	[-]	E470	E470
R _{d,ankerstaaf}	[kN]	1944	1752
GROUTDIAMETER	[mm]	350	350
H.o.h.-afstand	[m]	2,8	2,8
Hoek	[graden]	45	45
Voorspanning	[kN/m]	100	50
Niveau	[m NAP]	+1,0	+1,0
Lengte	[m]	32,5	34
Lengte groutlichaam	[m]	7	7
BK groutlichaam	[m NAP]	-17,0	-18,0
* Er is uitgegaan van Jetmix groutinjectie-ankers			

Tabel 2-9 Overzicht groutinjectie-ankers

Uitgangspunt is dat op alle ankers een controleproef wordt uitgevoerd.

2.5.3. Milieuklasse(n)

De milieuklassen zijn ontleend aan NEN-EN 1992/NB art. 4.4.1.2. Aangezien op maaiveldniveau voet/fietsverkeer plaatsvindt, is rekening gehouden met de invloed van dooizouten.

Onderdeel	Carbonatatie	Chloriden	Vorst	Agressief
In situ	XC4	XD3	XF4	-
Prefab	XC4	XD3	XF4	-

Tabel 2-10 Milieuklassen beton

2.5.4. Nominale dekking, toegepaste dekking en scheurwijdte

Prefab: S4 + 2 (XD/3, 100 jaar) – 1 (plaatgeometrie) – 1 (specifieke kwaliteitsbeheersing)
= S4.

$$c_{\min, \text{dur}} = 40 \text{ mm.}$$

$$\Delta c_{\text{dev}} = 5 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min, \text{dur}} + \Delta c_{\text{dev}}$$

$$= 40 + 5$$

$$= 45 \text{ mm}$$

$$c_{\text{toeg}} = 50 \text{ mm.}$$

$$w_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$w_{\max} \times k_x = 50/45 \times 0,20 = 0,22 \text{ mm}$$

In situ: $S4 + 2 (XD/3, 100 \text{ jaar})$
= S6.

$$C_{\min, \text{dur}} = 50 \text{ mm.}$$

$$\Delta C_{\text{dev}} = 5 \text{ mm}$$

$$C_{\text{nom}} = C_{\min, \text{dur}} + \Delta C_{\text{dev}}$$
$$= 50 + 5$$

$$= 55 \text{ mm}$$

$$C_{\text{toeg}} = 60 \text{ mm.}$$

$$w_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$w_{\max} \times k_x = 60/55 \times 0,20 = 0,22 \text{ mm}$$

Door toepassing van bovenstaand onderbouwde dekking is invulling gegeven aan SYS-0835.

2.5.5. Corrosiewaarden

Voor eventuele tijdelijke damwanden zijn corrosietoeslagen niet van toepassing. Voor het permanente deel van de damwanden wordt een corrosietoeslag in rekening gebracht conform CUR 166. Dit resulteert in de volgende materiaalaftnamen:

Kademuren (indien damwanden worden toegepast) [9]:

- Landzijde: Ongeroerde, schone bodem, materiaalaftname (diktereductie) van 1,2 mm (in 100 jaar). Voor de locaties waar veen aanwezig is, dient rekening te worden gehouden met een materiaalaftname (diktereductie) van 3,25 mm (in 100 jaar).
- Waterzijde: Zoet water onder normale atmosferische condities, materiaalaftname (diktereductie) 1,4 mm (in 100 jaar).

Door toepassing van bovenstaande corrosiewaarden is invulling gegeven aan SYS-0835.

2.5.6. Toleranties aanbrengen damwanden en stelruimte prefab schorten

De benodigde stelruimte tussen het prefab schort en de damwanden is mede afhankelijk van de uitvoeringstoleranties en daarmee samenhangend de methode van installatie van de damwanden (trillen of drukken). Het drukken kan met een ABI-stelling of Silent Piler worden uitgevoerd.

Uitgegaan wordt van het drukkend aanbrengen van de damwanden (maatgevend voor toleranties). Volgens opgave Beens via email met onderwerp *Toleranties cq. stelruimte prefab schorten en damwand kades Entree* d.d. 26-09-2017 wordt rekening gehouden met de navolgende uitvoeringstoleranties:

1. De positie van de bovenzijde van de damwand, loodrecht op de heirichting, +/- 100 mm;
2. De scheefstand van de damwand bedraagt 10 mm/m;
3. Alle prefab elementen beschikken over dezelfde dikte zodat geen extra stelruimte gereserveerd te worden;
4. Ruimtereservering voor de minimale hoogte van de stelmogelijkheid (plaat-moer-plaat): 50 mm;
5. Ruimtereservering gewapend betonnen sloof naast damwand: 200 mm.

De minimaal benodigde stelruimte tussen de prefab schorten en de damwand is in §4.3.1.2 bepaald.

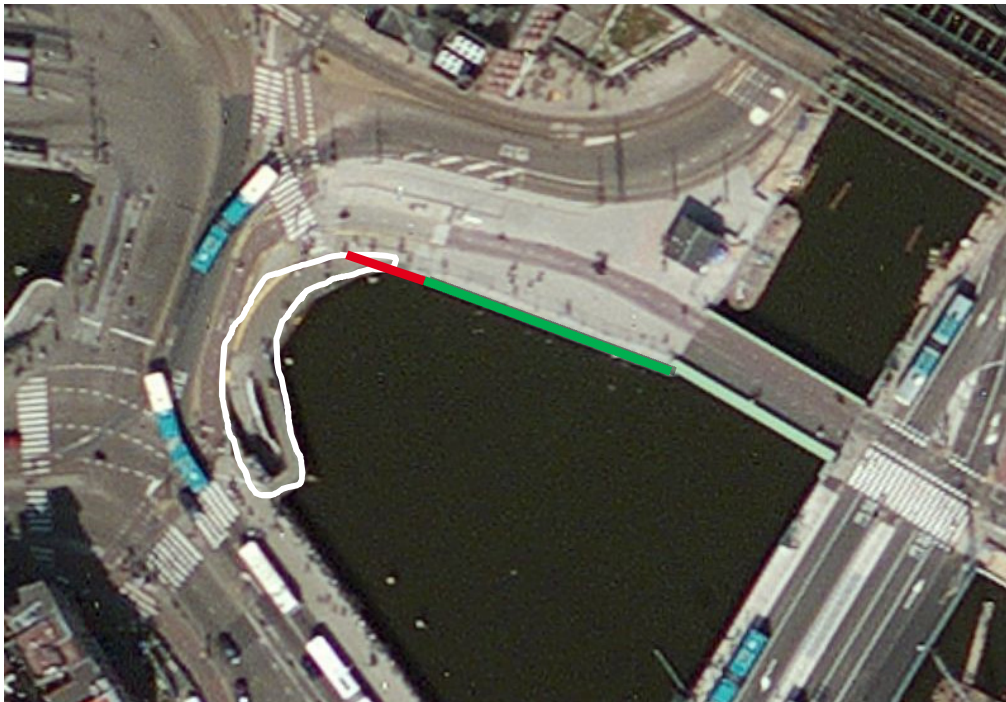
2.6. Kademuur ten noordoosten van brug 285

2.6.1. Bestaande situatie en directe omgeving

Aan de noordoostzijde van brug 285 dient ca. 25 meter kade gerealiseerd te worden. Deze nieuwe kademuur dient het hoogteverschil tussen het Stationsplein en het Open Havenfront te keren. Hierbij ontstaat tevens meer ruimte voor voet/fietsverkeer.

De nieuwe kademuur dient grond- en waterdicht aan te sluiten op de bestaande kade aan de oostzijde en het noordelijke landhoofd van brug 285 aan de westzijde (conform SYS-0285). Momenteel ligt ter plaatse van de nieuwe kade de tijdelijke uitbreiding van brug 285. Deze uitbreiding wordt gesloopt voordat de kade wordt gerealiseerd.

In de navolgende figuren is de situatie weergegeven met daarin de reeds gerealiseerde kademuur ten oosten van de te realiseren kade en het noordelijke landhoofd van Brug 285.



Figuur 2-2: Bovenaanzicht kademuur [bron: Bing Maps] met in het groen de recent gerealiseerde kademuur, in het rood de te realiseren kademuur en in het wit de tijdelijke verbreding van brug 285



Figuur 2-3: Vooraanzicht v.l.n.r. Brug 285 (Kamperbrug) met tijdelijke verbreding, locatie te realiseren kademuur en reeds gerealiseerde kademuur aan de oostzijde



Figuur 2-4: Aanzicht locatie te realiseren kademuur¹

De Kamperbrug is geïnspecteerd [5]. Het betreft een vaste brug, gebouwd in 1962. De brug is gefundeerd op twee op palen gefundeerde landhoofden. Het rijdek is ondersteund door stalen liggers en gewapend beton. De nieuw te realiseren kademuur moet aansluiten op het landhoofd van de Kamperbrug.

De tijdelijke uitbreiding bestaat uit een op stalen buispalen gefundeerde betonnen rijdek op stalen liggers voor het gemotoriseerd verkeer. Voor het voet/fietsverkeer bestaat het rijdek uit een houten vloer op stalen liggers gefundeerd op stalen buispalen. Zie navolgende figuur.

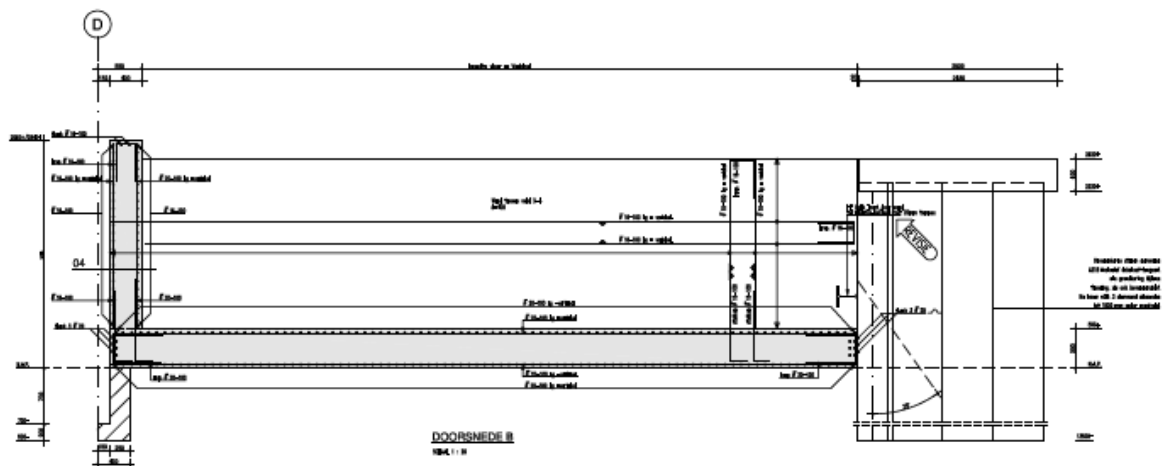
¹ <http://www.bruggenvanamsterdam.nl/stationssplein.htm>



Figuur 2-5: Fundatie tijdelijke uitbreiding en oeverbescherming ter plaatse van de nieuwe kade

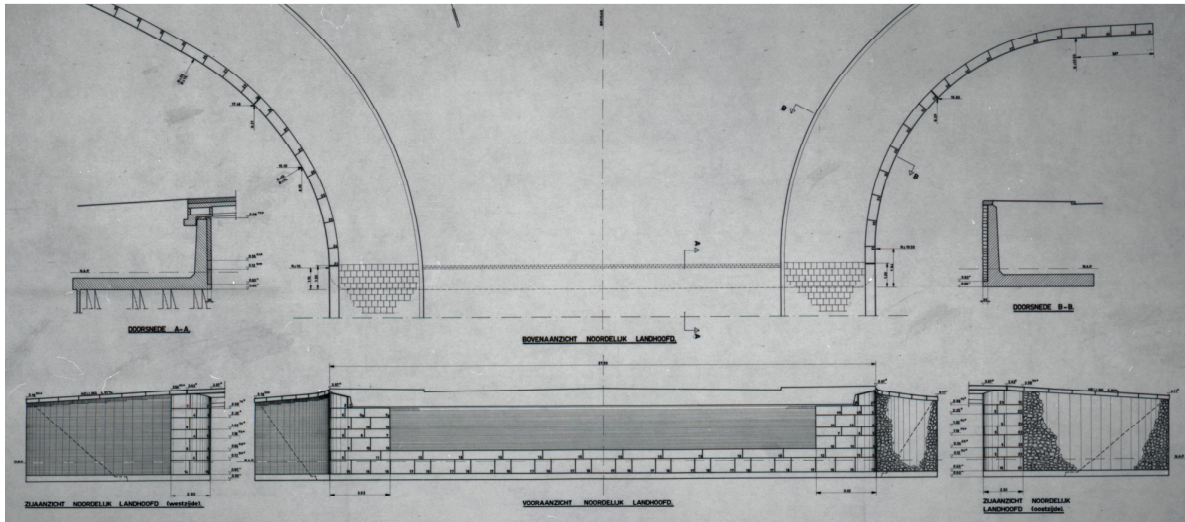
Deze tijdelijke uitbreiding wordt ten behoeve van de bouw van de nieuwe kademuur gesloopt.

De nieuwe kademuur sluit aan de oostzijde aan op een reeds gerealiseerde kademuur. Deze reeds aanwezige kademuur bestaat uit een verankerde damwandconstructie met aan de waterzijde een op palen gefundeerde betonbak met voormetseling. Zie navolgend figuur.



Figuur 2-6: Dwarsdoorsnede bestaande kade ten oosten van de nieuwe kade

Aan de westzijde sluit de nieuwe kademuur aan op het noordelijke landhoofd van Brug 285. Dit op palen gefundeerde landhoofd bestaat uit een gewapend betonnen constructie bekleed met graniet. Zie navolgende figuur.



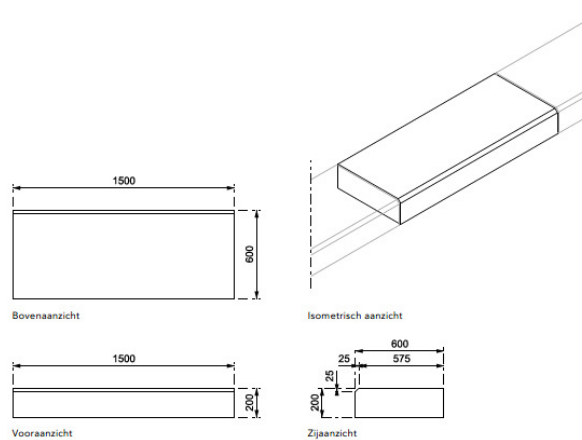
Figuur 2-7: Landhoofd Brug 285 ten westen van de nieuwe kade

2.6.2. Vormgeving nieuwe kademuur

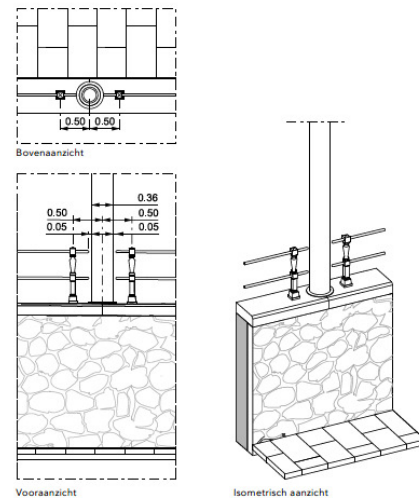
De vormgeving van de nieuwe kademuur nabij Brug 285 dient conform het Vormgevingsdocument [4] te zijn. Zie navolgende figuren.

132 BLAD 17 | ALGEMENE DETAILS

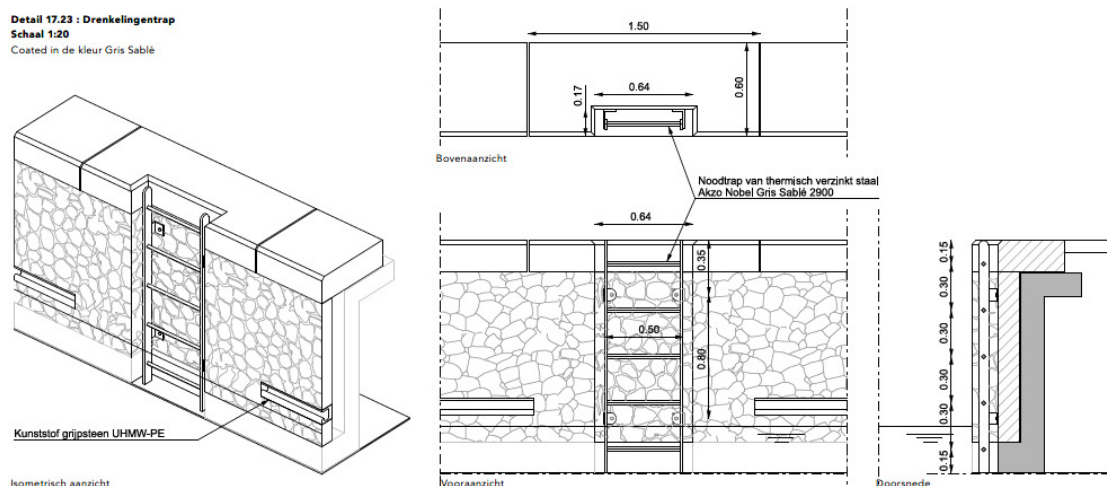
Blad 17 | Algemene details



Detail 17.18 : Principedetail dekzerk graniet, Oriënte Dark, 1500x600
Schaal 1:20



Detail 17.19 : Principedetail aansluiting hekwerk op mast
Schaal 1:50



Figuur 2-8: Vormgeving zichtzijde kademuur

De zichtzijde van de kademuur wordt vanaf maaiveldniveau tot onder de waterlijn bekleed met basalt. Bovenop de kademuur is een granieten dekzerk voorzien met daarop een voorgeschreven hekwerk en een combimast ten behoeve van de bovenleiding van de tram en openbare verlichting. De combimast is gefundeerd bovenop de kademuur. De nieuwe kademuren dienen conform [1] SYS-0247 elke 50 meter te zijn voorzien van een drenkelingentrap. Omdat op het einde in de oostelijke reeds gerealiseerde kademuur een drenkelingentrap is aangebracht en de nieuwe kademuur 25 meter lang is, is een drenkelingentrap in de nieuwe kademuur niet benodigd. De nieuwe kademuren dienen over de hele lengte te zijn voorzien van grijpstenen conform [4] (SYS-0290).

Op de kademuur is op één locatie een combimast voorzien ten behoeven van de bovenleiding van de tram, verlichting en bebording.

2.6.3. Ontwerp en geometrie

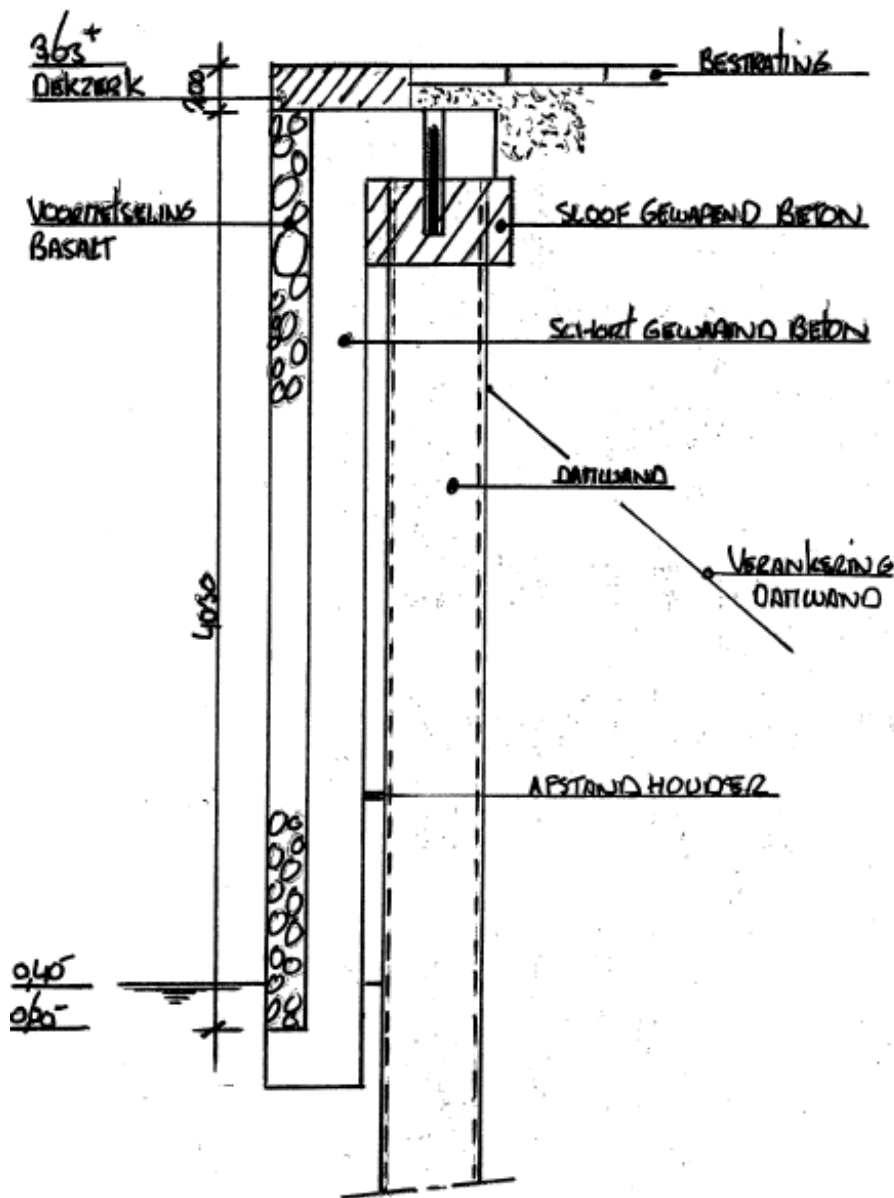
De lengte van de kademuur ten noordoosten van Brug 285 bedraagt ca. 25 meter.

Het toekomstige maaiveld verloopt in hoogte van NAP+3,63 m ter plaatse het landhoofd tot NAP+3,04 m ter plaatse van de reeds bestaande kademuur.

De afwerking van de kademuur vindt plaats met een voormetseling bestaande uit basalt. De dikte van deze voormetseling bedraagt 150 mm conform [1] SYS-0249 tot ten minste NAP-0,60 m.

Op maaiveldniveau is de kademuur voorzien van een granieten dekzerk met afmetingen $b \times h = 0,6 \times 0,2$ m conform [4]. Op de dekzerk is een leuning voorzien conform [4]. Bovenop de kademuur is een stalen combimast voorzien conform [4] ten behoeve van de bovenleiding van de tram, openbare verlichting, bebording en camera's.

Vooruitlopend op hoofdstuk 3 bestaat de kademuur uit een verankerde damwand waaraan een prefab, gewapend betonnen schort met basalt voormetseling wordt gehangen. In navolgende figuur is de principeddoorsnede weergegeven.



Figuur 2-9: Dwarsdoorsnede kademuur

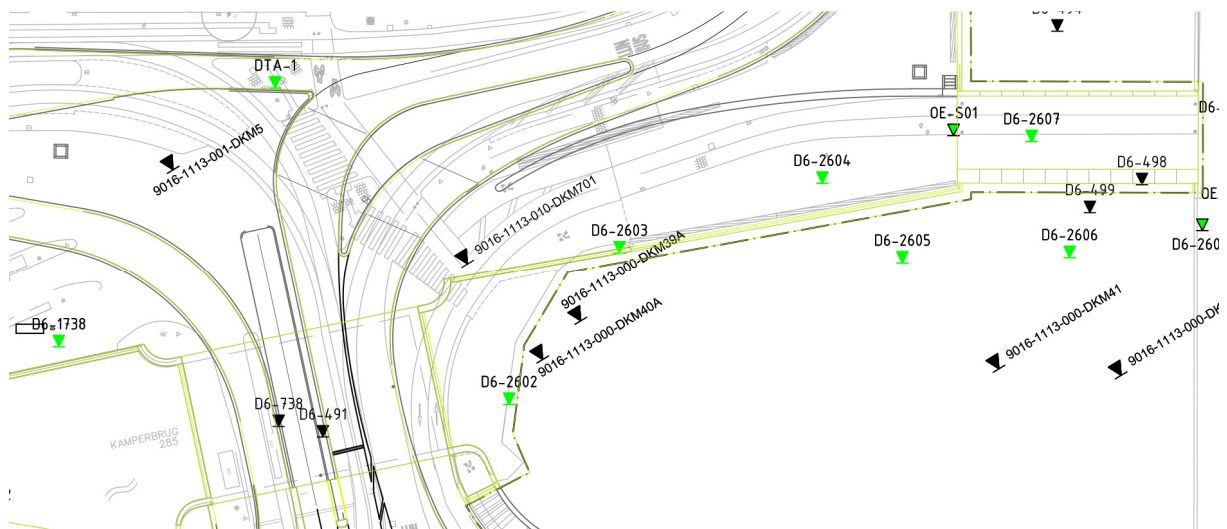
De leggerdiepte volgt uit de legger van het waterschap Amstel Gooi en Vecht. De leggerdiepte van het oppervlaktewater bedraagt NAP-2,4 m. Hierbij dient nog een marge voor baggerwerkzaamheden aangehouden te worden. Deze wordt ingeschat op 0,5 m (dit sluit aan bij eis SYS-2277). Metingen hebben uitgewezen dat de bodemdiepte verloopt van NAP -2,5 m t.p.v. de kademuur tot NAP-3,5 m t.p.v. het Open Havenfront. De constructiediepte wordt aangehouden op NAP-2,9 m. Er wordt geen bodembescherming voor de kade voorzien.

Voorafgaand aan de bouw van de nieuwe kademuur wordt de uitbreiding van Brug 285 in geheel gesloopt. Waternet heeft een eis aan de te slopen brugpalen. De palen van de te slopen brug dienen 1 m onder het leggerniveau verwijderd te worden. Het wegdrukken of trekken van de palen is niet toegestaan (conform eis SYS-1812).

Aangezien de ondergrond zettingsgevoelig is worden lichte ophoogmaterialen toegepast (zie ook paragraaf 3.2). De opbouw hiervan is weergegeven in Figuur 2-10.

2.6.4. Bodemopbouw en grondparameters

Een overzicht van het grondonderzoek t.p.v. Kade 285 is weergegeven in Figuur 2-11.



© Max Bögl | 24 | Updated: 09.11.2017

Op basis van een analyse van het beschikbare grondonderzoek is geconcludeerd dat er een groot verschil is in bodemopbouw tussen land en water. In de sonderingen op land is een toplaag van zand zichtbaar: ca. 10 m bij o.b.v. sondering DKM701. In de sonderingen op water (DKM39A) is betreffende zandlaag niet aanwezig.

Bovengenoemde sonderingen zijn in Bijlage 5 weergegeven.

Om meer inzicht in de bodemopbouw t.p.v. de kadelijs te krijgen zijn/worden aanvullende sonderingen uitgevoerd, te weten: DKM701 (uitgevoerd) en DKM817 (nog uit te voeren).

In Tabel 2-11 en Tabel 2-12 is een beschrijving van de bodemopbouw t.p.v. zowel land als water gegeven.

BK laag [m NAP]	OK laag [m NAP]	Omschrijving [-]
+3,5 (maaiveld)	-7,5	01A Ophoogzand
-7,5	-10,0	09 Oude Zeeklei
-10,0	-12,5	11 Hydrobiaklei
-12,5	-15,0	13 Eerste zandlaag
-15,0	-17,0	14 Allerød
-17,0	-26,0	17 Tweede zandlaag

Tabel 2-11 Bodemopbouw t.p.v. Kade 285 (o.b.v. landsondering DKMP701)

BK laag [m NAP]	OK laag [m NAP]	Omschrijving [-]
-3,5 (waterbodemp*)	-8,5	08 Hollandveen**
-8,5	-10,0	07A Geul humeuze klei
-10,0	-12,5	11 Hydrobiaklei
-12,5	-15,0	13 Eerste zandlaag
-15,0	-17,0	14 Allerød
-17,0	-26,0	17 Tweede zandlaag
* Het verloop van de waterbodemp is in raaien gemeten, zie hiervoor Bijlage 5		
** Slappe waterbodemp welke is gemodelleerd als Hollandveen		

Tabel 2-12 Bodemopbouw t.p.v. Kade 285 (o.b.v. watersondering DKM39A)

Vermoedelijk is de bodemopbouw t.p.v. de kadelijs meer een bodemopbouw conform de sonderingen op land dan op water, echter kan dit zonder aanvullend grondonderzoek (sonderingen) niet aannemelijk gemaakt worden. Hiertoe is in de berekeningen t.p.v. de kades een sterke overgang in bodemopbouw aangehouden, waarbij de slappe lagen zijn gemodelleerd als '08 Hollandveen' en '07A Geul humeuze klei'.

Zoals beschreven bestaat het huidige grondonderzoek uit sonderingen en boringen en is bijbehorend laboratoriumonderzoek uitgevoerd. Op basis van het grondonderzoek zijn de parameters als gepresenteerd in Tabel 2-13 bepaald, zie ook [9]. De grondparameters zijn gebaseerd op Tabel 2b uit NEN 9997-1, op basis van de sonderingen en correlaties tussen conusweerstand en wrijvingsgetal zoals Robertson (1990). Tevens is gebruik gemaakt van de bij de Noord/Zuidlijn vastgestelde grondparameters, zie [9]. Voor een volledige analyse van de grondparameters wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport [9].

Nr. [-]	Grondsoort [-]	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	c_u [kN/m ²]
01A	Ophoogzand	17,0/19,0	28,0	0	n.v.t.
07A	Geul humeuze klei	13,6/13,6	21,0	3	40
08	Hollandveen	10,2/10,2	17,0	2	20
09	Oude Zeeklei	16,2/16,2	25,0	7	30
10	Wadzand	15,8/17,8	27,0	2	n.v.t.
11	Hydrobiaklei	15,2/15,2	27,0	8	30
12	Basisveen	11,7/11,7	18,0	6	20
13	Eerste zandlaag	18,0/20,0	32,0	0	n.v.t.
14	Allerød	18,5/18,5	28,0	3	n.v.t.
17	Tweede zandlaag	18,0/20,0	32,0	0	n.v.t.
_*	Klei, zwak tot matig zandig	16,5/16,5	27,5	1	n.v.t.

* De laag 'Klei, zwak tot matig zandig' is geen laag uit de parameterset van de Noord/Zuidlijn en heeft hierdoor ook geen nummer.

Tabel 2-13 Grondparameters

In Tabel 2-14 zijn de projectspecifieke beddingsconstanten weergegeven. Voor verdere informatie met betrekking tot de bepaling van deze waarden wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport [9].

Nr. [-]	Grondsoort [-]	$k_{h,laag;1;rep}^{(1)}$ [kN/m ³]	$k_{h,laag;2;rep}^{(2)}$ [kN/m ³]	$k_{h,laag;3;rep}^{(3)}$ [kN/m ³]
01A	Ophoogzand	4.800	2.400	1.200
07A	Geul humeuze klei	2.000	800	500
08	Hollandveen	1.000	400	250
09	Oude Zeeklei	4.000	2.000	800
10	Wadzand	12.000	6.000	3.000
11	Hydrobiaklei	4.000	2.000	800
12	Basisveen	2.000	800	500
13	Eerste zandlaag	20.000	10.000	5.000
14	Allerød	14.800	7.400	3.700
17	Tweede zandlaag	40.000	20.000	10.000
_*	Klei, zwak tot matig zandig	4.000	2.000	800

(1) = k-waarde bij 0 tot 50% gemobiliseerde weerstand
(2) = k-waarde bij 50 tot 80% gemobiliseerde weerstand
(3) = k-waarde bij 80 tot 100% gemobiliseerde weerstand

Tabel 2-14 Projectspectifieke beddingsconstanten (laag karakteristiek)

In Tabel 2-15 zijn aanvullende parameters voor zettingsberekeningen weergegeven.

Nr. [-]	Grondsoort [-]	C' _p [-]	C _p [-]	C' _s [-]	C _s [-]	C _v [m ² /s]
01A	Ophoogzand	200	800	∞	∞	n.v.t.
07A	Geul humeuse klei	10	40	110	440	1,0.10 ⁻⁷
08	Hollandveen	8,75	35	35	140	1,0.10 ⁻⁶
09	Oude Zeeklei	10	40	110	440	5,5.10 ⁻⁷
10	Wadzand	25	100	650	2600	n.v.t.
11	Hydrobiaklei	10	40	110	440	4,0.10 ⁻⁷
12	Basisveen	15	60	60	240	1,0.10 ⁻⁶
13	Eerste zandlaag	600	2400	∞	∞	n.v.t.
14	Allerød	25	100	320	1280	n.v.t.
17	Tweede zandlaag	600	2400	∞	∞	n.v.t.
_*	Klei, zwak tot matig zandig	50	200	600	2400	n.v.t.
* De laag 'Klei, zwak tot matig zandig' is geen laag uit de parameterset van de Noord/Zuidlijn en heeft hierdoor ook geen nummer.						

Tabel 2-15 Grondparameters t.b.v. zettingen

In de zettingsberekeningen is een POP (Pre-overburden pressure) van 5 kPa aangehouden. Dat wil zeggen dat ermee wordt gerekend dat bij een belastingverhoging de grond de eerste 5 kPa stijver zal reageren ten gevolge van belastingen uit het verleden, bijvoorbeeld grondwaterstandsfluctuaties of maaiveldbelastingen.

2.6.5. Waterstanden

Het streefpeil volgt uit de digitale legger van waterschap Amstel Gooi en Vecht. Het streefpeil van het oppervlaktewater bedraagt conform [9] NAP -0,4 m.

In de geohydrologische effectberekening van het PHP Gebouw zijn de grondwaterstanden reeds beschouwd. Deze zijn ook van toepassing op Kade 285 en Kade 326. Voor een uitgebreide analyse van de grondwaterstanden en stijghoogten wordt verwezen naar [9].

In Tabel 2-16 worden de in de berekeningen toegepaste ontwerpwaterstanden gegeven.

Fase [-]	Waterstand [-]	Waarde [m NAP]
Bouwfase & Gebruiksfase	Freatisch, passief (BGT)	-0,4
	Freatisch, actief (BGT/calamiteit)	-0,4* / +0,4**
	Stijghoogte 1 ^e WVP (BGT)	-1,5
<p>* De waterstand achter de damwand wordt beheerst m.b.v. drainage die in contact staat met het oppervlaktewater aan de voorzijde van de damwand.</p> <p>** De freatische waterstand van NAP +0,4 m betreft een calamiteitsituatie waarbij drainage door de kade niet functioneert. Betreffende waterstand is gebaseerd op de geanalyseerde reeks peilbuismetingen in Ref. [9]. In het geval van een calamiteitsituatie mag voor de geometrische variaties van de waterstand een waarde van 0 m aangehouden worden.</p> <p>*** Voor de damwandberekeningen geldt dat conform CUR 166 in de UGT nog een ongunstige variatie van de waterstand wordt toepast. De waterstand wordt hierbij gevarieerd met + en -0,25 m (RC2) aan passieve zijde en +0,05 m aan de actieve zijde.</p> <p>Hiermee is invulling gegeven aan SYS-1813.</p>		

Tabel 2-16 Waterstanden/stijghoogten

2.6.6. Freatische lijn en stijghoogtes

Voor de te hanteren waterstanden en stijghoogten voor Kade 285 wordt verwezen naar paragraaf 2.6.5.

2.6.7. Belastingen

2.6.7.1. Permanente belastingen

In deze paragraaf zijn de belastingen werkend op de damwand weergegeven en onderbouwd.

Gewicht schort

Voor de dikte van het element wordt uitgegaan van 0,25 meter. Deze afmeting wordt in hoofdstuk 4 geverifieerd.

$$h_{\text{element}} = 4,03 + 0,25 = 4,28 \text{ meter}$$

$$b_{\text{element}} = 0,25 \text{ meter}$$

$$b_{\text{element_oplegnok op sloof}} = 0,70 \text{ m}$$

$$h_{\text{element_oplegnok op sloof}} = 0,30 \text{ m}$$

$$b_{\text{element_oplegnok basalt}} = 0,15 + 0,25 = 0,40 \text{ m}$$

$$h_{\text{element_oplegnok basalt}} = 0,25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{element}} &= 4,28 \times 0,25 + 0,70 \times 0,30 + 0,15 \times 0,25 \\ &= 1,32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} q_e &= A_{\text{element}} \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= 1,32 \times 25 \\ &= 32,9 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Gewicht basalt

$$\gamma_{\text{basalt}} = 29 \text{ kN/m}^3. \text{ Conform NEN-EN 1991 tabel A.2 bedraagt } \gamma_{\text{basalt}} : 27,0 - 31,0 \text{ kN/m}^3.$$

$$h_{\text{basalt}} = 4,03 \text{ meter}$$

$$b_{\text{basalt}} = 0,15 \text{ meter}$$

$$l_{\text{basalt}} = 1,0 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} q_e &= l \times b \times h \\ &= 4,03 \times 0,15 \times 1,0 \times 29 \\ &= 17,5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Gewicht t.p.g. sloof op b.k. damwand

$$b_{\text{sloof}} = 0,3 + 0,459 + 0,3 = 1,06 \text{ m}$$

$$h_{\text{sloof}} = 0,65 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{sloof}} &= 1,06 \times 0,65 \\ &= 0,69 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{e,\text{sloof}} &= 0,69 \times 25 \\ &= 17,2 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Gewicht dekzerk

$\gamma_{\text{graniet}} = 29 \text{ kN/m}^3$. Conform NEN-EN 1991 tabel A.2 bedraagt $\gamma_{\text{graniet}} : 27,0 - 30,0 \text{ kN/m}^3$.

$h_{\text{graniet}} = 0,20 \text{ meter}$

$b_{\text{graniet}} = 0,60 \text{ meter}$

$l_{\text{graniet}} = 1,0 \text{ meter}$

$$\begin{aligned} q_e &= l \times b \times h \\ &= 1,0 \times 0,60 \times 0,20 \times 29 \\ &= 3,5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Gewicht leuning

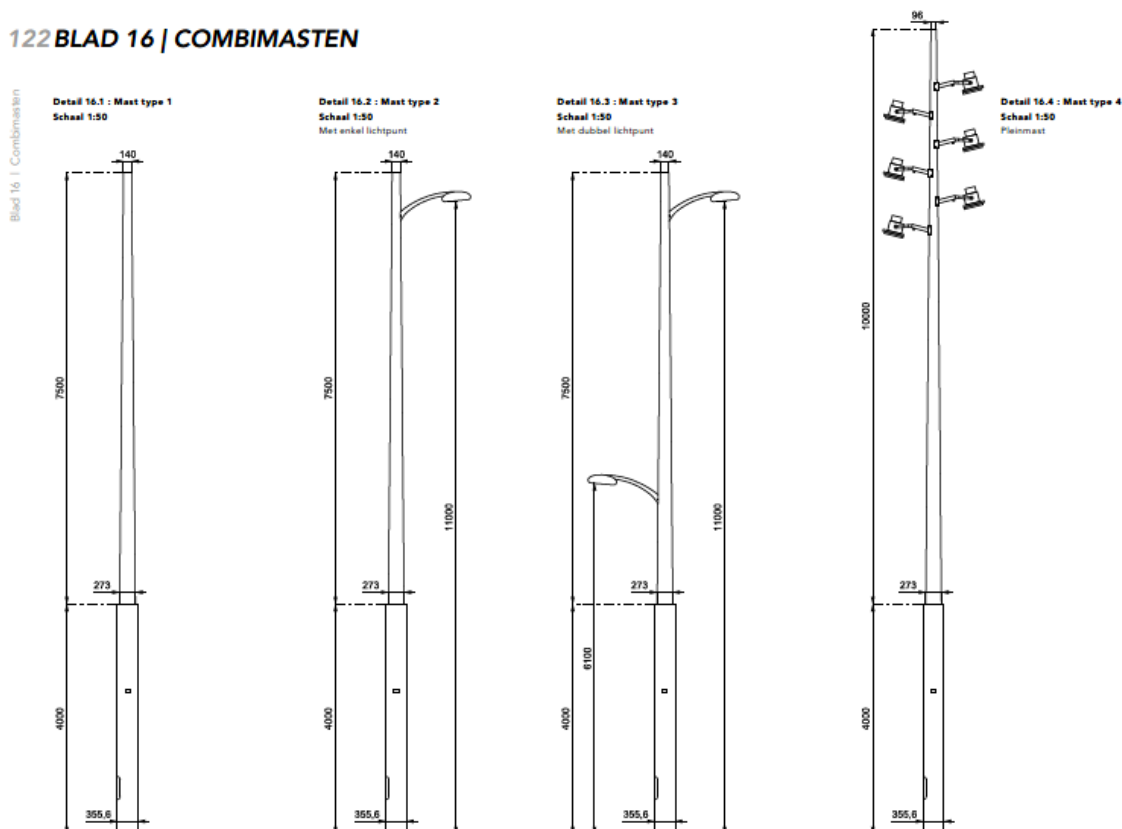
Voor de rustende belasting door de leuning op de sloof wordt gehanteerd:

$$q_{e,\text{leuning}} = 1,0 \text{ kN/m}$$

Gewicht mast

Voor de rustende belasting door het eigen gewicht van de combimast op de sloof worden de afmetingen conform [4] gehanteerd. De masten bestaan uit holle, ronde kokers van staal. Het onderste gedeelte van de masten heeft een constante diameter van 355,6 mm; daarboven verloopt de mast van $\varnothing 273,0 \text{ mm}$ tot $\varnothing 140,0 \text{ mm}$. Uitgegaan wordt van een wanddikte van 5 mm. De rechter mast is met een hoogte van 14,0 meter hoger dan de overige masten (11,5 meter). Deze mast wordt echter niet als maatgevend geacht daar deze over de bovenste 4 meters is voorzien van verlichtingsarmaturen en ter plaatse geen bovenleidingkabels worden aangebracht.

122 BLAD 16 | COMBIMASTEN



Figuur 2-12: Vormgeving masten

$$\gamma_{\text{staal}} = 78,5 \text{ kN/m}^3 \text{ conform NEN-EN 1991 tabel A.4.}$$

$$F_{E,mast_voet} = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,3556^2 - 0,3456^2) \times 78,5$$

$$= 0,43 \text{ kN/m}$$

$$F_{E,mast_voet} = 4,0 \times 0,43$$

$$= 1,72 \text{ kN}$$

$$F_{E,mast_midden} = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,273^2 - 0,263^2) \times 78,5$$

$$= 0,33 \text{ kN/m}$$

$$F_{E,mast_top} = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,140^2 - 0,130^2) \times 78,5$$

$$= 0,17 \text{ kN/m}$$

$$F_{E,mast_gemiddeld} = (0,33 + 0,17)/2$$

$$= 0,25 \text{ kN/m}$$

$$F_{E,mast_gemiddeld} = 7,5 \times 0,25$$

$$= 1,88 \text{ kN}$$

$$F_{E,mast_totaal} = 1,72 + 1,88$$

$$= 3,6 \text{ kN/mast}$$

Ten einde onzekerheden aangaande de wanddikte af te dekken wordt voor het eigen gewicht van de mast in rekening gebracht:

$$F_{E,mast_totaal} = 5,0 \text{ kN/mast}$$

Krachtswerking door belasting mast

De mast wordt belast door diverse objecten. Het bovenleidingplan is ten tijden van het opstellen van voorliggend document nog niet gereed. In de onderstaande tabel uit [1] SYS-1942 staan de **minimale** belastingen waarop de mast en zijn bevestiging op de kademuur gedimensioneerd dienen te worden. De horizontale belastingen uit de tabel worden geacht allen in dezelfde richting op te treden en op een hoogte van 7,5 meter. In werkelijkheid is dat niet het geval zodat met deze benadering een bovengrens voor de krachtswerking bij dit aantal kabels wordt verkregen. Mogelijk wordt het aantal kabels met de voltooiing van het bovenleidingontwerp uitgebreid. In dat geval bestaat de kans dat de krachtswerking op de fundering van de mast toeneemt. Echter met de benoemde kabelconfiguratie en allen in dezelfde richting wordt een flexibel DO gemaakt waarin tijdens UO ruimte is voor het definitieve bovenleidingplan.

3.10 OBJ-0022 - Meubilair inclusief masten

3.10.1 Eisen uit functieanalyse

Afdragen belasting

ID Definitief	Meubilair, combimast, belastingen	Stakeholder
SYS-1942	De combimasten dienen ten minste de volgende belastingen te kunnen afdragen, aangrijpend in het conisch deel: <ul style="list-style-type: none"> - Bovenleiding (enkelvoudig): horizontaal 10 kN op 7500 mm van de voet van de mast - Bovenleiding (enkelvoudig): horizontaal 7,5 kN vanaf 5500 mm van de voet van de mast - Openbare verlichting: horizontaal 5 kN vanaf 5500 mm van de voet van de mast - Openbare verlichtingsarmaturen: verticaal 9 kg per stuk + 15 kg per stuk - Parkeerverwijsbord / reclamebord: 100 kg - Camera: 8 kg op 6000 mm van de voet van de mast 	
Eistype:	Functionele eis	

Tabel 2-17 Belasting masten

Rekening houdend met bovenstaande tabel bedraagt de krachtswerking aan de voet van de mast:

$$\begin{aligned} M_E &= 7,5 \times (10 + 7,5 + 5) \\ &= 169 \text{ kNm/mast} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_E &= 10 + 7,5 + 5 \\ &= 22,5 \text{ kN/mast} \end{aligned}$$

Er wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van 6 stuks verlichtingsarmaturen en 1 camera:

$$\begin{aligned} F_{E_verlichting} &= 6 \times 0,15 + 0,08 \\ &= 1,0 \text{ kN/mast} \end{aligned}$$

Er wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van 1 stuks bebording:

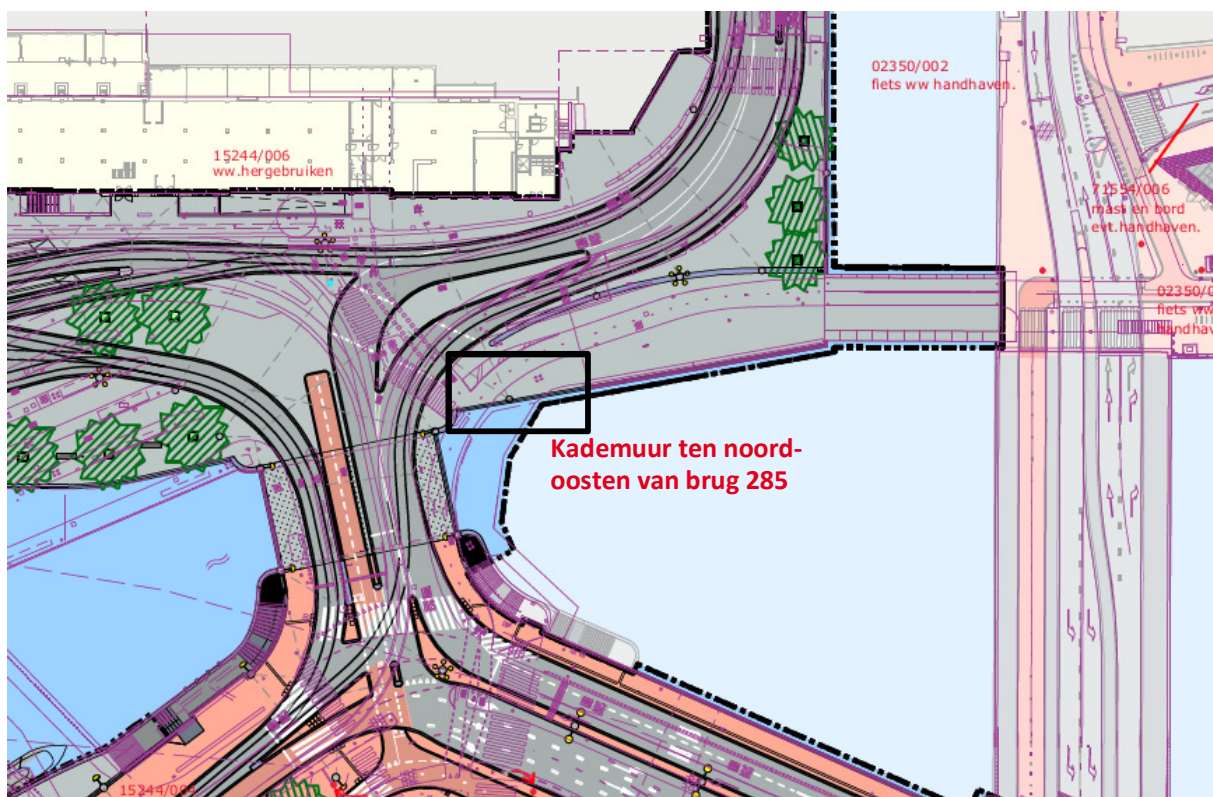
$$F_{E_bebording} = 1,0 \text{ kN/mast}$$

$$\begin{aligned} F_{E_mast_totaal} &= 1,0 + 1,0 \\ &= 2,0 \text{ kN/mast} \end{aligned}$$

2.6.7.2. Variabele belastingen

Maaiveldbelasting

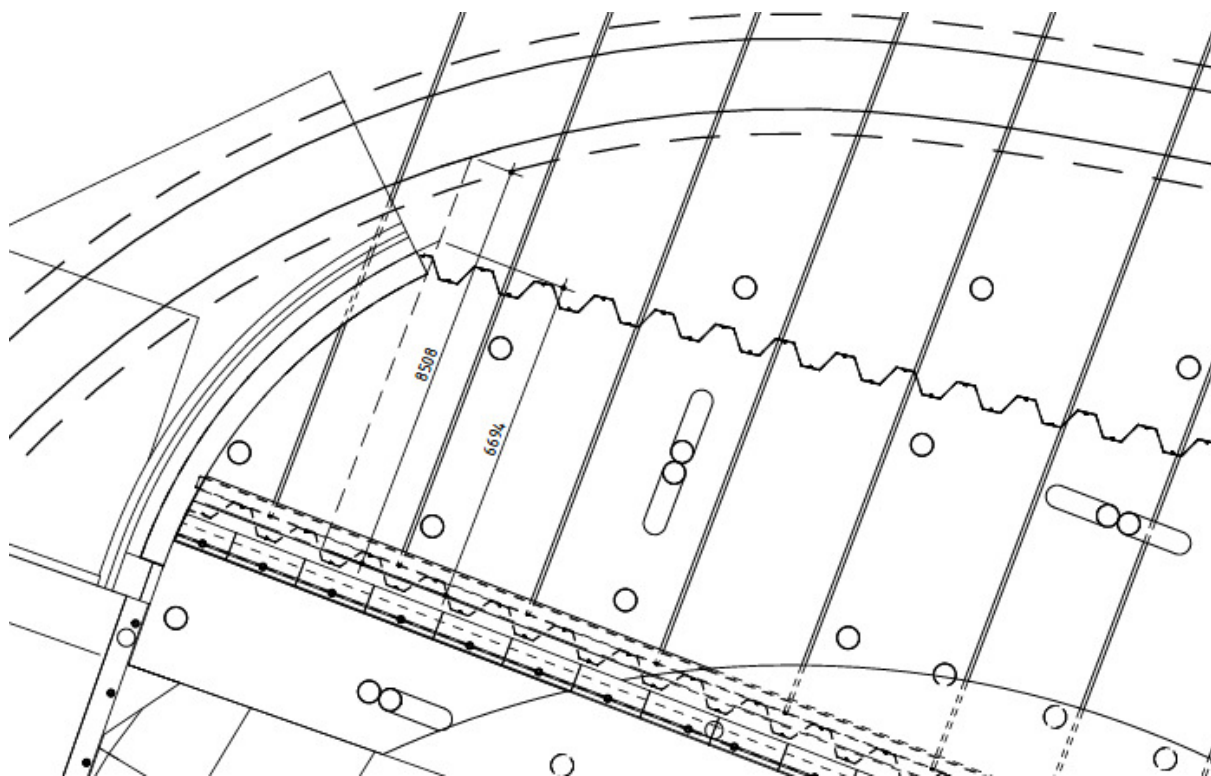
De nieuwe kademuren dienen zelfstandig alle van toepassing zijnde belastingen af te kunnen dragen. In navolgende figuur is een fragment van [2] weergegeven. De kade muur nabij Brug 285 begrenst een langzaam verkeerszone. Hierbij dient conform [1] SYS-0620 gerekend te worden met een gelijkmatig verdeelde belasting van 20 kN/m^2 ter plaatse van de voetpaden.



Figuur 2-13: Fragment Ambitietekening De Entree Amsterdam [2], nieuwe kademuur nabij Brug 285

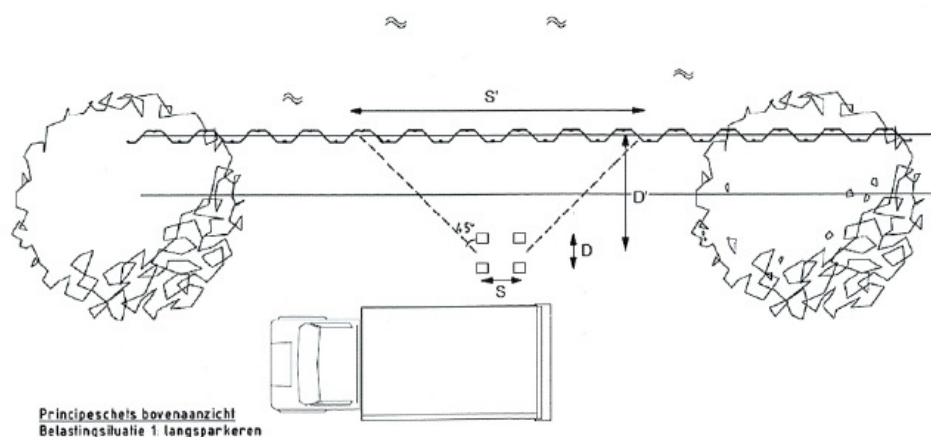
Belasting door wegverkeer

De maatgevende locatie van het wegverkeer en de tram in het kader van de belasting van de kademuur in de toekomstige situatie is gelegen net voorbij de beëindiging van de vleugelwand van het landhoofd van Brug 285. De minimale afstand van de zijkant van de rijbaan tot het hart van de damwand van de kademuur bedraagt ca. 6,7 meter; de minimale afstand de 1^e tramrail bedraagt ca. 8,5 meter, zie navolgende figuur. De rails van de tram liggen in de dichtstbijzijnde rijstrook zodat het wegverkeer en de tram beiden de damwand niet gelijktijdig belasten. Rijstroken die verder van de kade zijn verwijderd, belasten de damwand niet.



Figuur 2-14: Afstand kantopsluiting rijbaan/tramrails tot aan nieuwe damwand kademuur

Conform CUR Rapport 649_2014 Binnenstedelijke kademuren dient de verkeersbelasting conform navolgende figuur tot aan de damwand gespreid te worden. Hierbij wordt rekening gehouden met een driedimensionale spreiding volgens Boussinesq.



Principeschets bovenaanzicht
Belastingssituatie 1. langsparkeren

Figuur 4-3 Belastingsspreiding op een kademuur.

Figuur 2-15: Spreiding verkeersbelasting tot aan damwand

Het wegdek ligt ter plaatse van de minimale afstand van de zijkant van de rijbaan tot het hart damwand op ca. +3,15 m NAP. Dit is de locatie net voorbij de beëindiging van de vleugelwand van het landhoofd van Brug 285. Het hoogteverschil tussen het wegdek en de constructiediepte (bodem + marge in verband met baggerwerkzaamheden) bedraagt: $3,15 + 2,90 = 6,05$ meter. In redelijkheid wordt gesteld dat indien de belasting door wegverkeer of de tram lager aangrijpt dan 1,0 meter onder de constructiediepte, deze de damwand niet maatgevend belast. Dit geldt voor belasting op $(6,05 + 1,0)/\tan(30^\circ) = 12,2$ meter of verder van het hart van de damwand verwijderd.

De equivalente verticale belasting door wegverkeer [kN/m^2] conform [1] SYS-0620 op een afstand van 6,7 meter vanaf het hart van de damwand ten gevolge van tandemstelsel_{i=1} op maaiveldniveau bedraagt:

$$q = \frac{4 \cdot F}{D(S + 2D')}$$

Hierin is:

F = wiellast: 150 kN

D = Aslengte: 2,0 meter

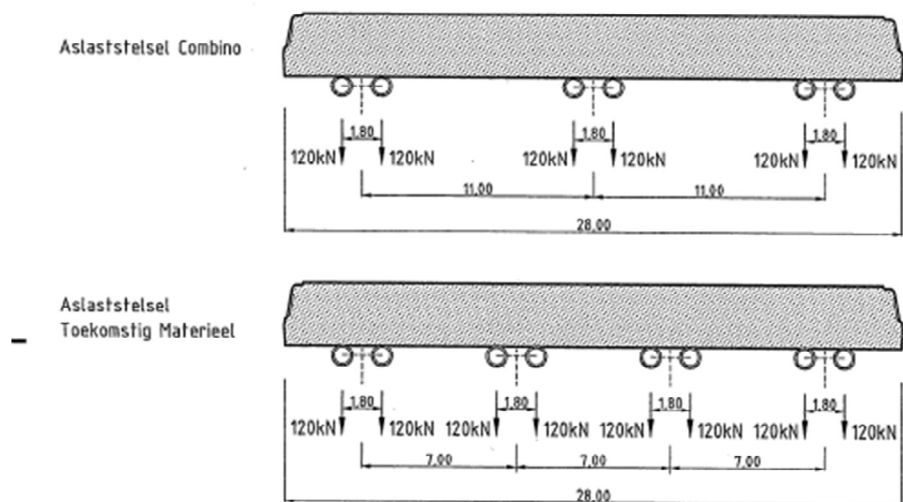
S = Asafstand: 1,2 meter

D' = Afstand hart tandemstelsel tot hart damwand: $6,70 + 2,0/2 = 7,7$ meter

q = $4 \times 150 / (2,0 \times (1,2 + 2 \times 7,7))$
 = $18 \text{ kN/m}^2 < 20 \text{ kN/m}^2$: Maaiveldbelasting dekt verkeersbelasting af.

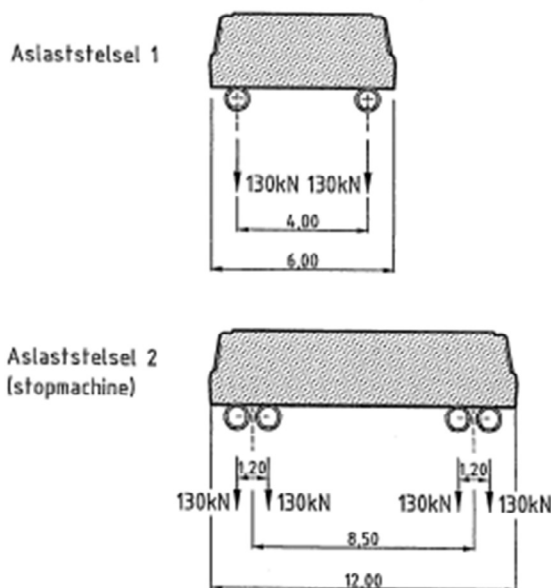
Belasting door tram

Voor de belasting door de tram is door de opdrachtgever de navolgende configuratie opgegeven.



Belasting algemeen

Figuur 2-16: Asconfiguratie tramstellen



Figuur 2-17: Asconfiguratie tramstellen werkmaterieel

Het maatgevende tramstel is gebaseerd op de h.o.h.-afstand van de onderstellen en de aslasten het aslastenstelsel het "toekomstige materieel".

De equivalente verticale belasting door de tram [kN/m^2] op een afstand van 8,5 (onderstel 1) en 12,6 meter* (onderstel 2) vanaf het hart van de damwand op maaiveldniveau bedraagt:

*: $8,5 + \tan(30^\circ) \times 7,0 = 12,6$ meter

$$q = \frac{4 \cdot F}{D(S + 2D')}$$

Hierin is:

F = wiellast: 60 kN

D = Aslengte: 1,4 meter

S = Asafstand: 1,8 meter

D' = Afstand hart onderstel 1 tot hart damwand: $8,50 + 1,4/2 = 9,2$ meter

D' = Afstand hart onderstel 2 tot hart damwand: $12,60 + 1,4/2 = 13,3$ meter > 12,2 meter

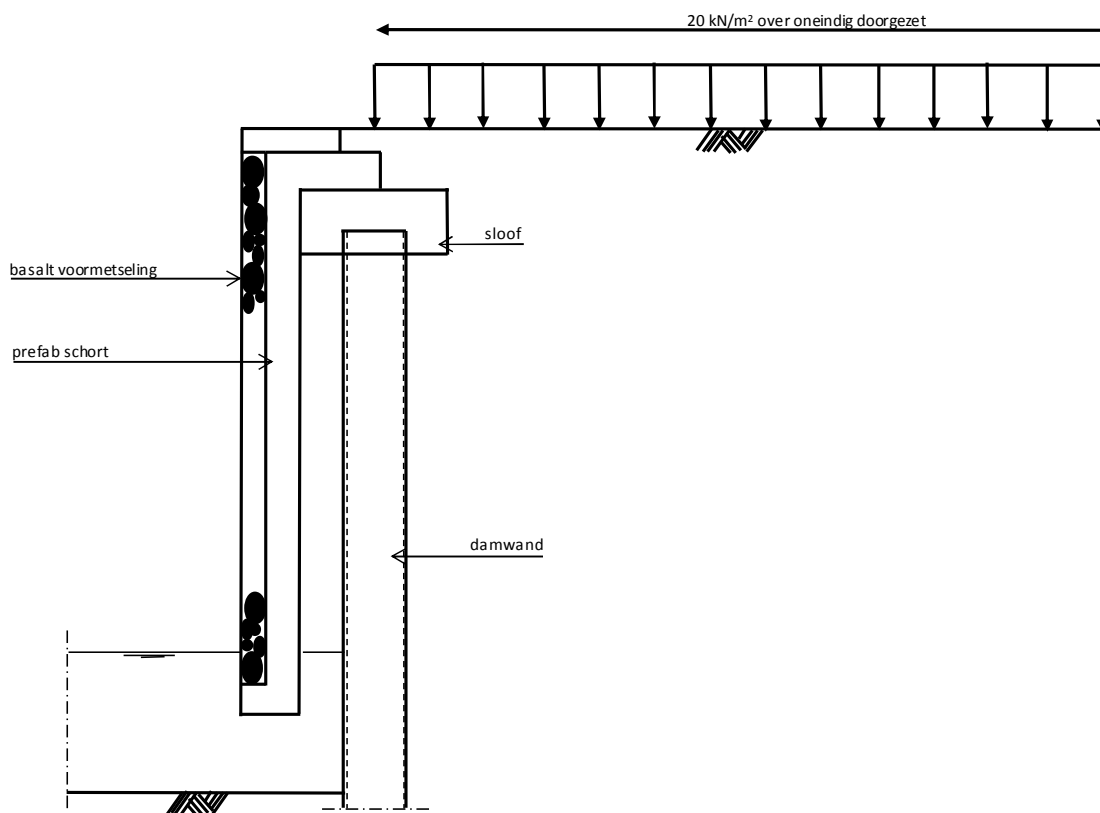
$$q = 4 \times 60 / (1,4 \times (1,8 + 2 \times 9,2))$$

$$= 8,5 \text{ kN/m}^2 < 20 \text{ kN/m}^2: \text{Maaiveldbelasting dekt belasting door tram af.}$$

Conclusie: De equivalente gelijkmatig verdeelde belasting op maaiveldniveau door wegverkeer en de tram is lager dan 20 kN/m^2 . De maaiveldbelasting van 20 kN/m^2 wordt achter de damwand rekenkundig oneindig doorgezet zodat belasting door het wegverkeer en de tram op de damwand is afgedekt.

Maatgevende belasting op maaiveld achter kade 285

In onderstaande figuur is de maatgevende maaiveldbelasting weergegeven. Om alle belastingsituaties af te dekken is de voorgeschreven maaiveldbelasting van 20 kN/m^2 ter plaatse van de voetpaden toegepast tot oneindige afstand vanaf de damwand.



Figuur 2-18: Maatgevende maaiveldbelasting

Belasting tegen leuning

De belasting tegen de leuning bedraagt conform NEN-EN 1991/2 art. 4.8:

- De leuning staat in een publiek toegankelijke omgeving
- Lijnlast $3,0 \text{ kN/m}$, die zowel een keer horizontaal als verticaal moet zijn beschouwd. Deze belasting grijpt aan op de bovenzijde van de leuning.

De leuning beschikt niet over een voertuigkerende functie.

Belasting door aanvaring

Ten aanzien van de buitengewone belasting door aanvaring is het navolgende omschreven in [1]:

3.5 OBJ-0333 - Kademuren

3.5.1 Eisen uit functieanalyse

Afdragen belasting

ID Definitief	Aanvaarbelasting; kademuren	Stakeholder
SYS-0293	Nieuwe kademuren dienen een aanvaarbelasting af te dragen van het maatgevende schip bij een snelheid van 15 km/u en een aanvaarhoek van 30 graden.	Gemeente Amsterdam - Ingenieursbureau
Eistype:	Functionele eis	

Afhandelen rondvaart

ID Definitief	Maatgevend schip	Stakeholder
SYS-2302	De Entree dient het vaarverkeer af te wikkelen met volgende maatgevende schip: - lengte: 20 m, - breedte: 4,25 m, - diepgang: 1,5 m, - massa: 40 ton, - aangrijphoogte: 0,8 m.	
Eistype:	Functionele eis	

Tabel 2-18 Uitgangspunten belasting door aanvaring

In ROK 1.4 art. 4.6.2 is de belasting door aanvaring behandeld.

De massa van het maatgevende schip bedraagt volgens [1] SYS-2302: 40 ton [400 kN], zodat dit schip conform de ROK 1.2 in klasse CEMT-klasse 0 valt. Het type schip in deze klasse betreft "klein/recreatie" met een massa <250 ton (2500 kN conform ROK 1.2; gegevens omtrent de maximum waterverplaatsing voor klasse CEMT 0 ontbreken in ROK 1.4). Hieraan wordt voldaan: 400 < 2500 kN. Daarnaast is de diepgang van het schip, gezien de watergangen waarin deze vaart, met 1,50 meter gering.

In ROK 1.4 art. 4.6.2 is opgenomen dat in vaarwegen waar alleen toeristisch scheepvaartverkeer plaatsvindt, minimaal gerekend moet worden op aanvaarbelastingen van $F_{dx} = 500$ kN (loodrecht op de kademuur) en $F_{dy} = 250$ kN. Deze belasting is gebaseerd op een massa van 2500 kN.

In relatie tot de massa van het schip (400 kN), de diepgang en de aanvaarhoek is deze aanvaarbelasting extreem hoog. Vandaar dat de aanvaarbelasting naar verhouding met de maximale massa van het schip in CEMT-klasse 0 (2500 kN) is bepaald.

$$F_{aanvaar} = 400/2500 \times \sqrt{(500^2 + 250^2)} \\ = 89 \text{ kN}$$

$$F_{dy} = F_{aanvaar} \times \sin 30^\circ \\ = 45 \text{ kN}$$

Aangezien de aanvaarhoek <63° mag de component loodrecht op de kademuur gereduceerd worden.

$$F_{dy} = \delta \times F_{aanvaar} \times \sin 30^\circ \\ = 0,73 \times 45 \\ = 33 \text{ kN loodrecht op de kademuur}$$

$$F_R = 0,5 \times F_{dy} \\ = 0,5 \times 33 \text{ kN} \\ = 16 \text{ kN evenwijdig aan de kademuur}$$

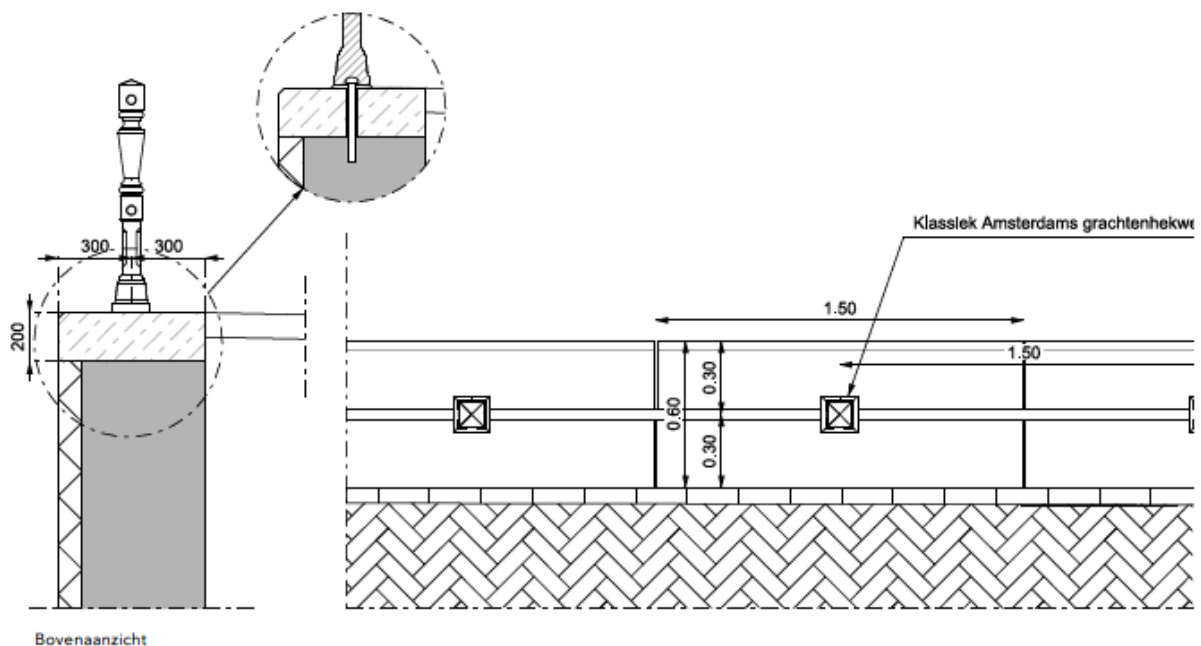
Na de botsing is de snelheid van het schip loodrecht op de kademuur 0; het schip heeft de kademuur geschampt, is gedraaid en beweegt evenwijdig aan de kademuur.

Rekening houdend met het streefpeil conform [9] van -0,4 m NAP grijpt conform [1] SYS-2302 deze belasting aan op +0,4 m NAP.

Door toepassing van de aanvaarbelasting gebaseerd op de eisen wordt invulling gegeven aan SYS-0293 en SYS-2302.

Stootbelasting tegen dekzerk

Aangezien de dekzerk op hetzelfde niveau ligt als de aangrenzende bestrating wordt een stootbelasting tegen de dekzerk niet in de berekening opgenomen



Figuur 2-19: [4] Aansluiting dekzerk op bestrating

Belasting door ijsdruk

De kans op een aaneengesloten ijsplaat bestaat enkel op grote wateroppervlakken met weinig scheepvaartverkeer.

- Het gebruik van het Open Havenfront duidt niet op grote aaneengesloten ijsoppervlakken. Immers, het wordt intensief bevaren waarbij ijs wordt gefragmenteerd. Een aaneengesloten ijsoppervlak ontstaat niet.
- Ijsdruk ontstaat bij grote aaneengesloten ijsoppervlakken die door wind worden aangevaaid. Er ontstaat hier geen aaneengesloten ijsoppervlak.
- Kruiend ijs ontstaat doordat een groot ijsoppervlak met een zekere dikte, zeg 5 a 10 cm, door wind in beweging komt en inmiddels in stukken de oever op kruit door de druk van de ijsplaat erachter. Door het scheepvaartverkeer worden ijsplaten, indien zij al ontstaan en significant van dikte worden, constant in kleine stukken gevaren. Er ontstaat geen aaneengesloten ijsplaat die onder invloed van wind de oever op kruit.

Op basis van de bovenstaande argumentatie wordt belasting door ijs niet in de berekening opgenomen.

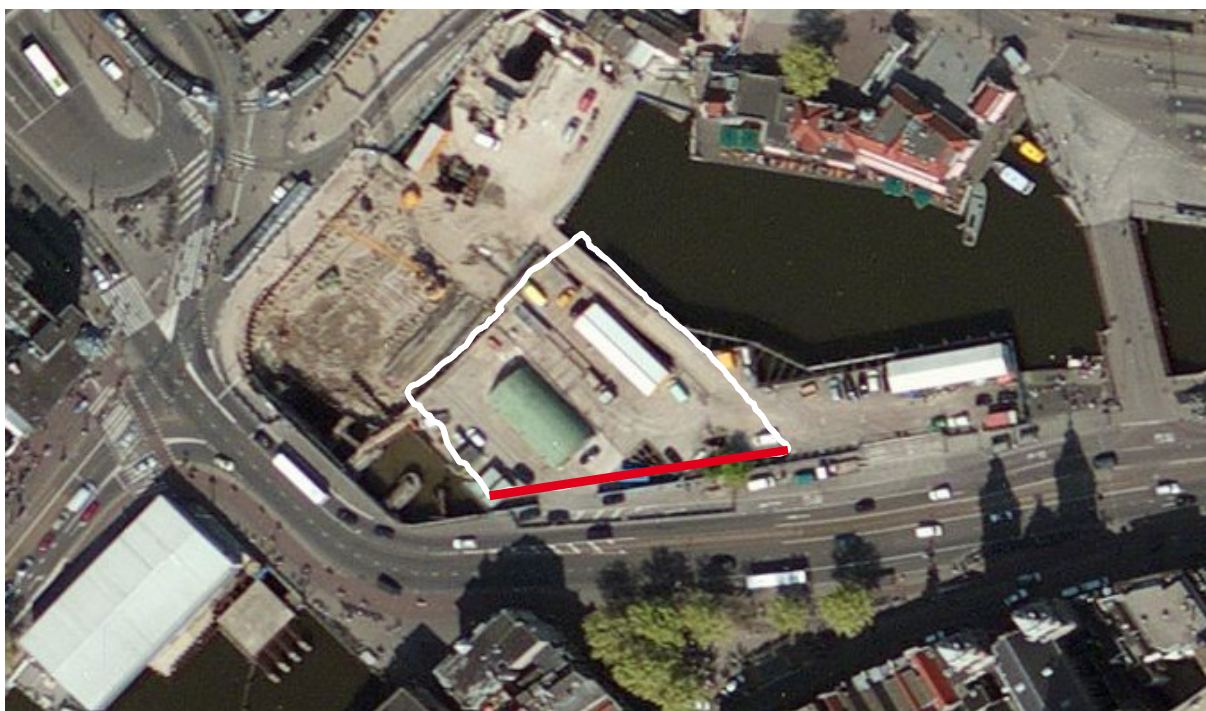
2.7. Kademuur ter plaatse van de te slopen brug 326

2.7.1. Bestaande situatie en directe omgeving

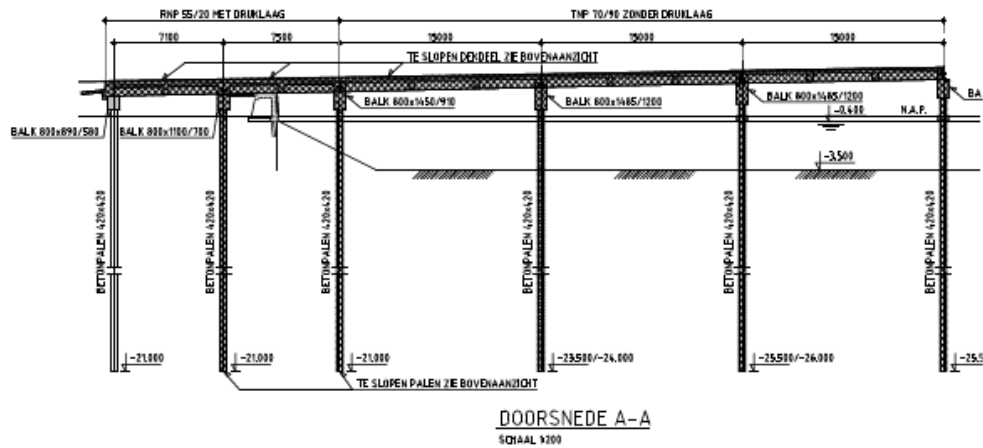
Ten oosten van Brug 303 en aan de Prins Hendrikkade ligt Brug 326. Brug 326 is tijdens de werkzaamheden aan de Noord-Zuidlijn gebruikt als werkplatform en vervolgens gedeelte gesloopt. Het restant bevindt zich deels in het water, deels in de oever en deels onder de Prins Hendrikkade, ter plaatse van de te bouwen kade 326. Deze kade is ca. 45 meter lang. Tevens is een oude kademuur aanwezig onder het brugdek.

Deze nieuwe kademuur dient het hoogteverschil tussen De Prins Hendrikkade en het Open Havenfront te keren.

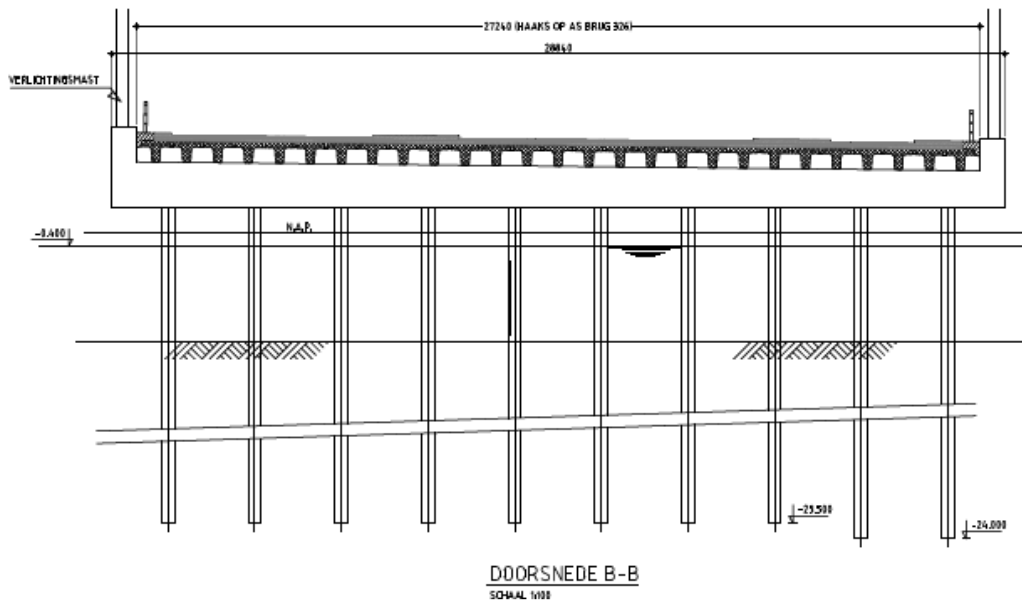
De nieuwe kademuur dient grond- en waterdicht aan te sluiten op de bestaande kades aan de west- en oostzijde (conform SYS-0285). In de navolgende figuren is de situatie weergegeven.



Figuur 2-20: Bovenaanzicht kademuur [bron: Bing Maps] met in het rood de te realiseren kademuur en in het wit de te slopen brug 326

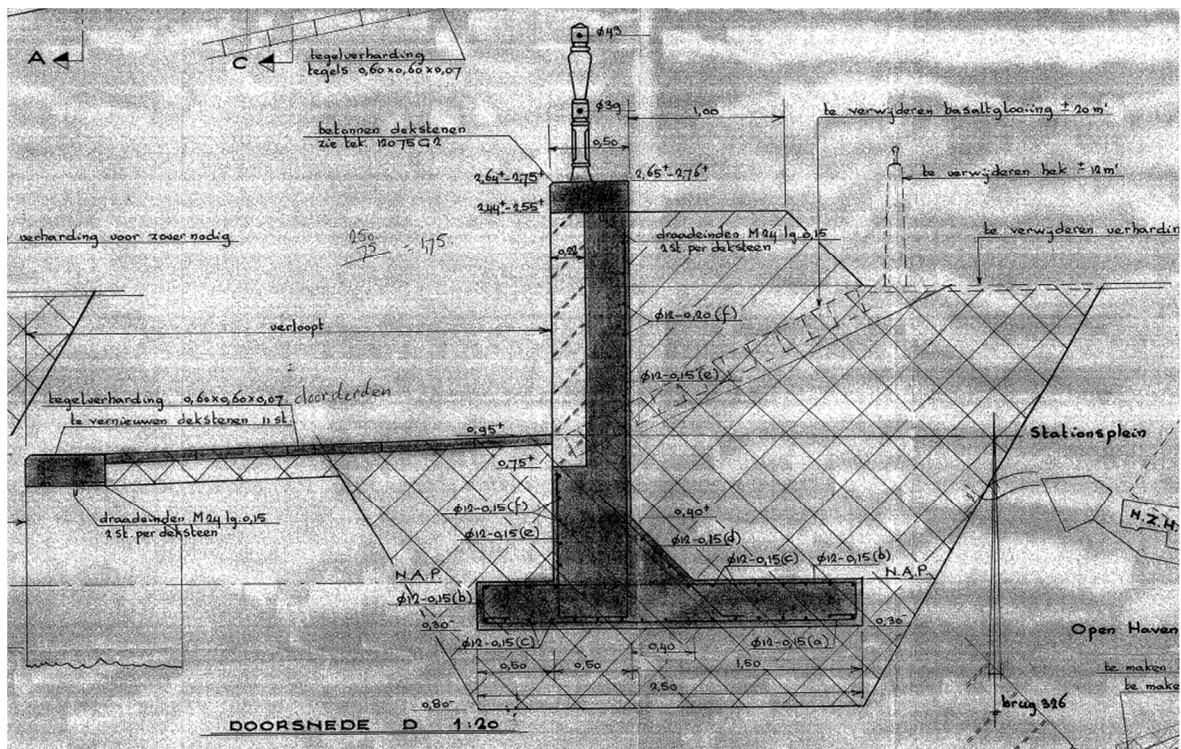


Figuur 2-23: Doorsnede A-A [Bron: V28E_808]



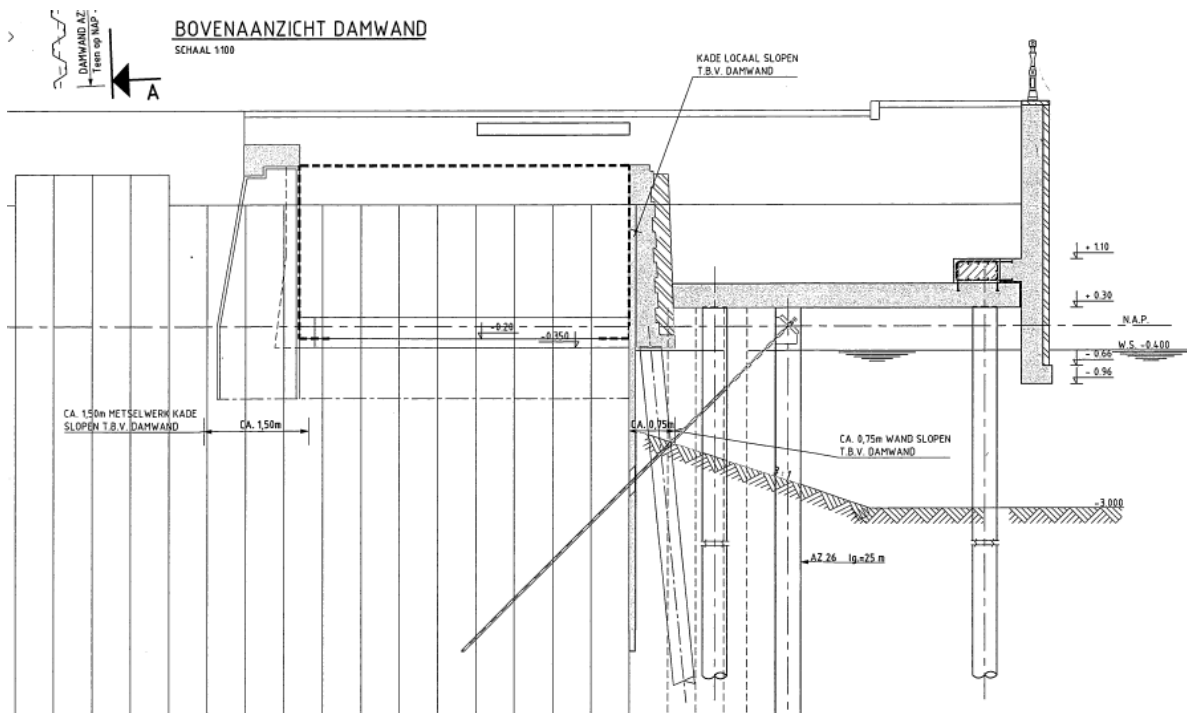
Figuur 2-24: Doorsnede B-B [Bron: V28E_808]

De nieuwe kademuur sluit aan de oostzijde aan op een reeds gerealiseerde kademuur. Deze kademuur bestaat uit een gewapende betonconstructie gefundeerd op staal. Deze kademuur keert het hoogteverschil tussen de Prins Hendrikkade en een in breedte verlopende promenade aan de waterzijde. Aan de waterzijde bevindt zich een oude kademuur welke het hoogteverschil keert tussen de promenade en de oever van het Open Havenfront. Deze kademuur loopt schuin onder de bestaande Brug 326 en vormt een raakvlak met de nieuwe kademuur. Zie navolgend figuur.



Figuur 2-25: Doorsnede kade ten oosten van het nog te slopen deel van brug 326 (bron: PH - tek. G1.pdf)

De nieuwe kademuur sluit aan de westzijde aan op een reeds gerealiseerde kademuur. Deze constructie bestaat uit een vloer van gewapend beton, boven de waterlijn. Deze vloer is gefundeerd op palen. Tussen beide paalstramienen is een verankerde damwand aanwezig ten behoeve van de horizontale stabiliteit. Ter plaatse van Brug 326 wordt de grond op de vloer gekeerd door een betonnen wand. Zie navolgend figuur.

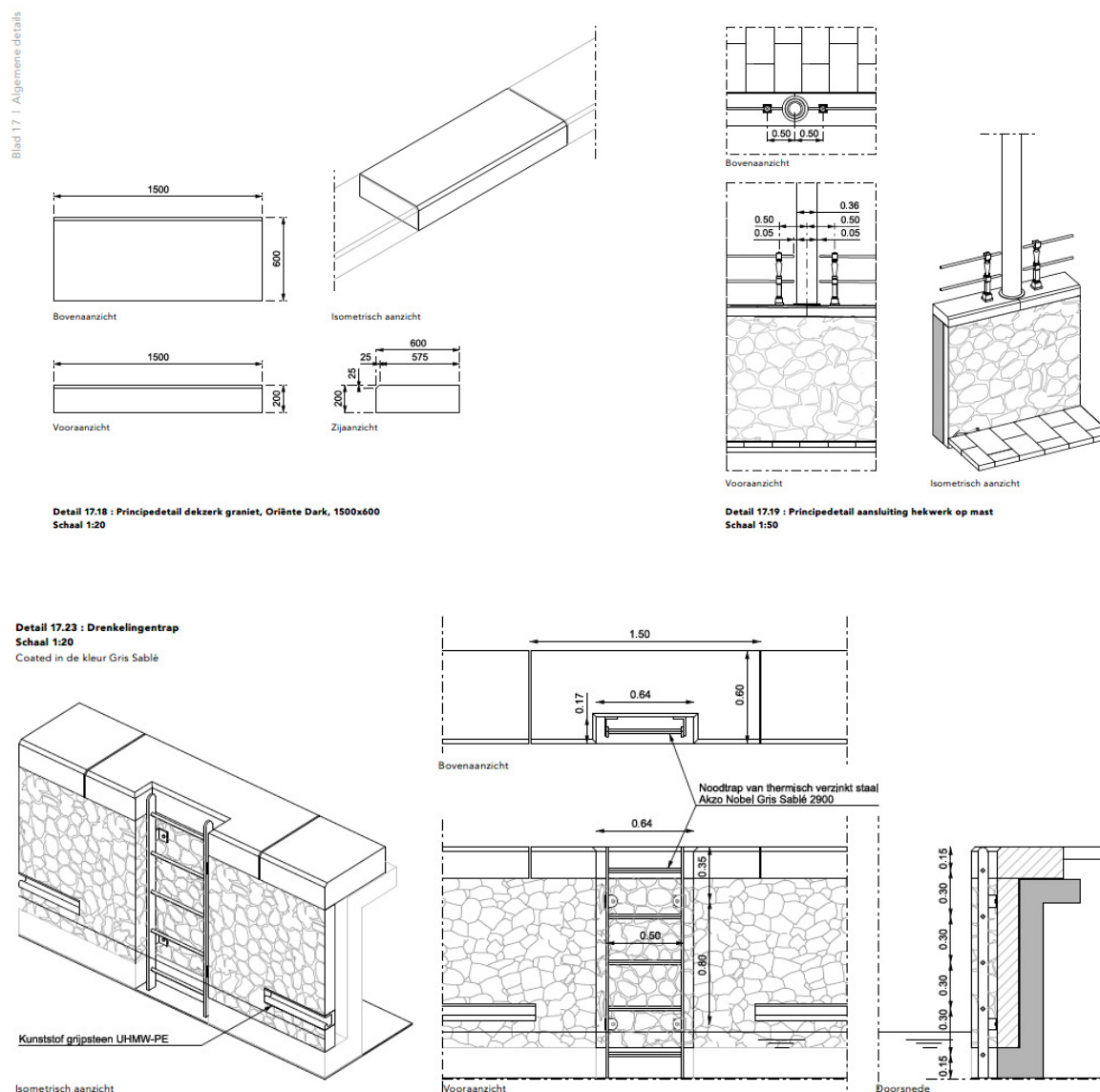


Figuur 2-26: Doorsnede kade ten westen van het nog te slopen deel van brug 326 (bron: PH - tek. G1.pdf)

2.7.2. Vormgeving nieuwe kademuur

De vormgeving van de nieuwe kademuur ter plaatse van Brug 326 dient conform [4] te zijn. Zie navolgende figuur.

132 BLAD 17 | ALGEMENE DETAILS



Figuur 2-27: Vormgeving zichtzijde kademuur

De zichtzijde van de kademuur wordt vanaf maaiveldniveau tot onder de waterlijn bekleed met basalt. Bovenop de kademuur is een granieten dekzerk voorzien met daarop een hekwerk en een mast ten behoeve van de bovenleiding van de tram en openbare verlichting. De mast is gefundeerd bovenop de kademuur. De nieuwe kademuren dienen conform [1] SYS-0247 elke 50 meter te zijn voorzien van een drenkelingentrap. Daar de lengte van de nieuwe kademuur ca. 45 meter bedraagt en de bestaande drenkelingentrap verder in de oostelijk gelegen kademuur aanwezig is, is een drenkelingentrap in de nieuwe kademuur voorzien. De nieuwe kademuren dienen over de hele lengte te zijn voorzien van grijpstenen conform [4] eis SYS-0290.

Aan de voorzijde van de kademuur zijn op een tweetal locaties masten voorzien ten behoeven van de bovenleiding van de tram, verlichting en bebording.

2.7.3. Ontwerp en geometrie

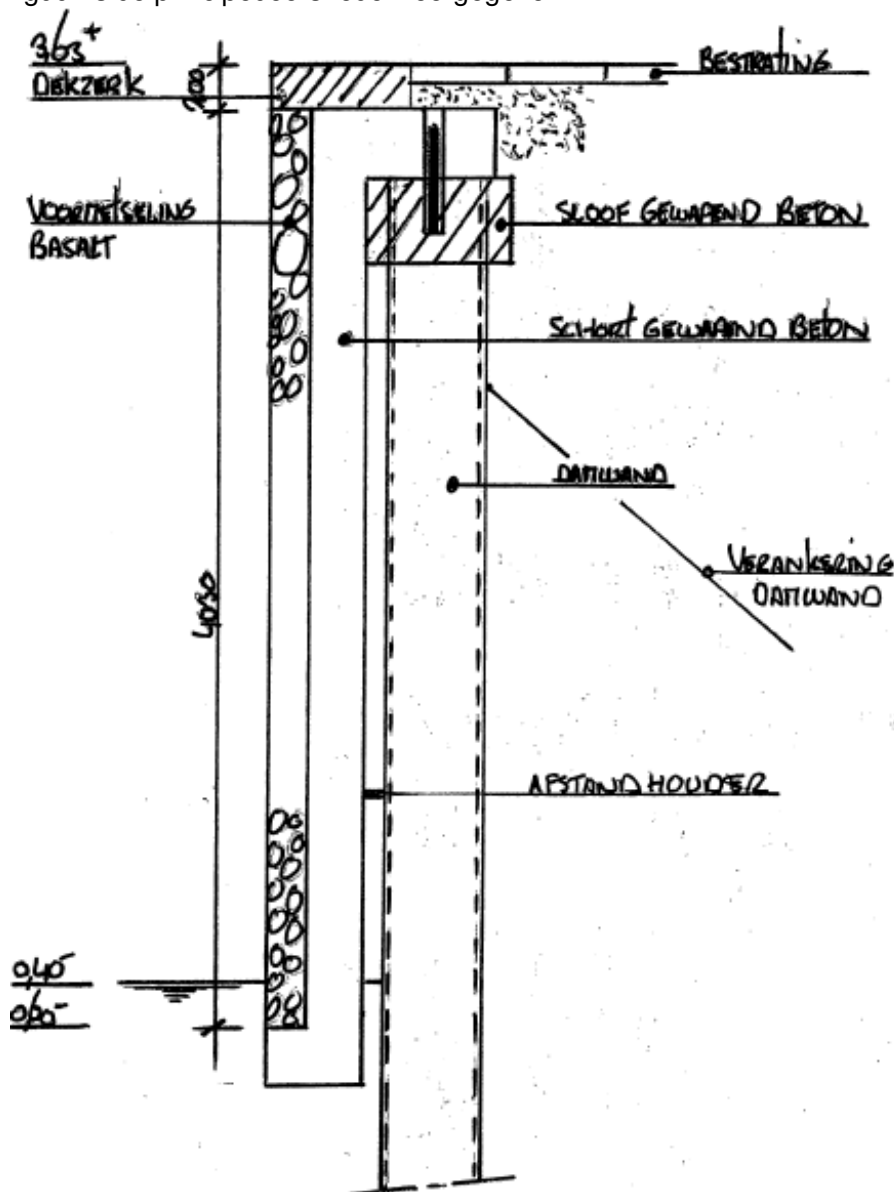
De lengte van de kademuur bedraagt ca. 45 meter.

Het huidige en toekomstige maaiveld ter plaatse van de nieuwe kademuur verloopt in hoogte van ca. NAP+3,24 m (niveau bestaande kademuur aan de westzijde) tot ca. NAP+2,02 m (niveau bestaande kademuur aan de oostzijde). Hierbij is voldaan aan SYS-1716.

De afwerking van de kademuur vindt plaats met een voormetseling bestaande uit basalt. De dikte van deze voormetseling bedraagt 150 mm conform [1] SYS-0249 en SYS-3163 tot ten minste NAP-0,60 m.

Op maaiveldniveau is de kademuur voorzien van een granieten dekzerk met afmetingen $b \times h = 0,6 \times 0,2$ m conform [4]. Op de dekzerk is een leuning voorzien conform [4]. Aan de voorzijde van de kademuur zijn een tweetal stalen masten voorzien conform [4] ten behoeve van de bovenleiding van de tram, openbare verlichting, bebording en camera's.

Vooruitlopend op hoofdstuk 3 bestaat de kademuur uit een verankerde damwand waaraan een prefab, gewapend beton schort met basalt voormetseling wordt gehangen. In navolgende figuur is de principedoorlsnede weergegeven.

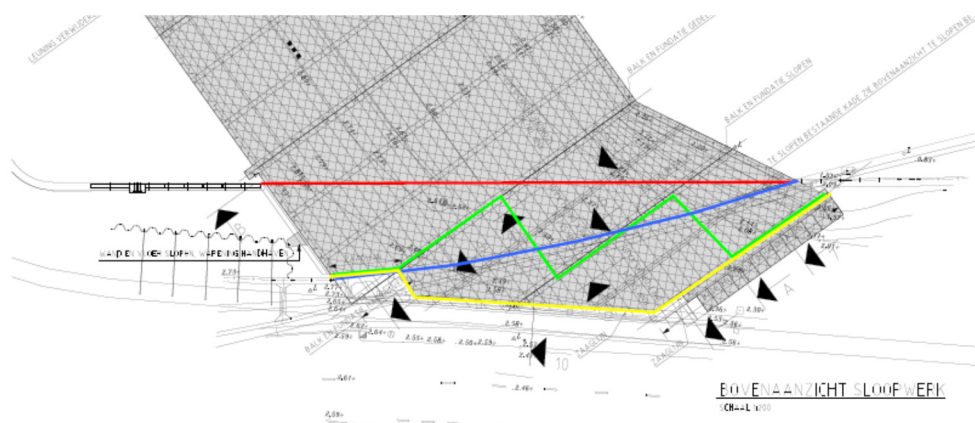


Figuur 2-28: Dwarsdoorsnede kademuur

De leggerdiepte volgt uit de legger van het waterschap Amstel Gooi en Vecht. De leggerdiepte van het oppervlaktewater bedraagt NAP-2,7 m. Hierbij dient nog een marge voor baggerwerkzaamheden aangehouden te worden. Deze wordt ingeschat op 0,5 m (dit sluit aan bij eis SYS-2277). Metingen hebben uitgewezen dat de bodemdiepte verloopt van NAP -2,5 m t.p.v. de kademuur tot NAP -3,5 m t.p.v. het Open Havenfront. De constructiediepte wordt aangehouden op NAP-3,2 m. Er wordt geen bodembescherming voor de kade voorzien.

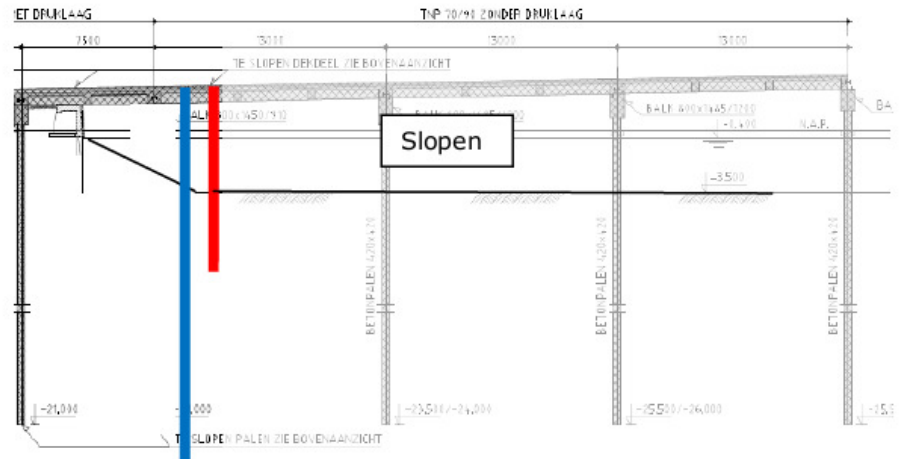
Voorafgaand aan de bouw van de kademuur wordt een gedeelte van Brug 326 gesloopt. In onderstaande figuur is de slooplijn in groen weergegeven. In rood is de voorzijde van de kademuur weergegeven, in geel de contouren van de bestaande brug onder de Prins Hendrikkade. De blauwe lijn is de voorzijde van de bestaande, oude kademuur onder Brug 326. Na de bouw van de kademuur wordt aangevuld tot aan maaiveldniveau en de huidige verkeersindeling hersteld. De tramrail die het dichtst bij de kademuur ligt, is momenteel gefundeerd op de eerste onder-slagbalk van de brug, zie de gele lijn parallel aan de kade. Dit blijft vooralsnog gehandhaafd. Voorafgaand aan het verleggen van de tramrails, deze komen dicht bij de nieuwe kademuur te liggen, wordt het resterende gedeelte van de brug gesloopt en wordt de definitieve verkeersindeling aangelegd.

Waternet heeft een eis aan de te slopen brugpalen. De palen van de te slopen brug dienen 1 m onder de legger verwijderd te worden. Het wegdrukken of trekken van de palen is niet toegestaan (conform eis SYS-1812).



Figuur 2-29: Contouren Brug 326 met slooplijn

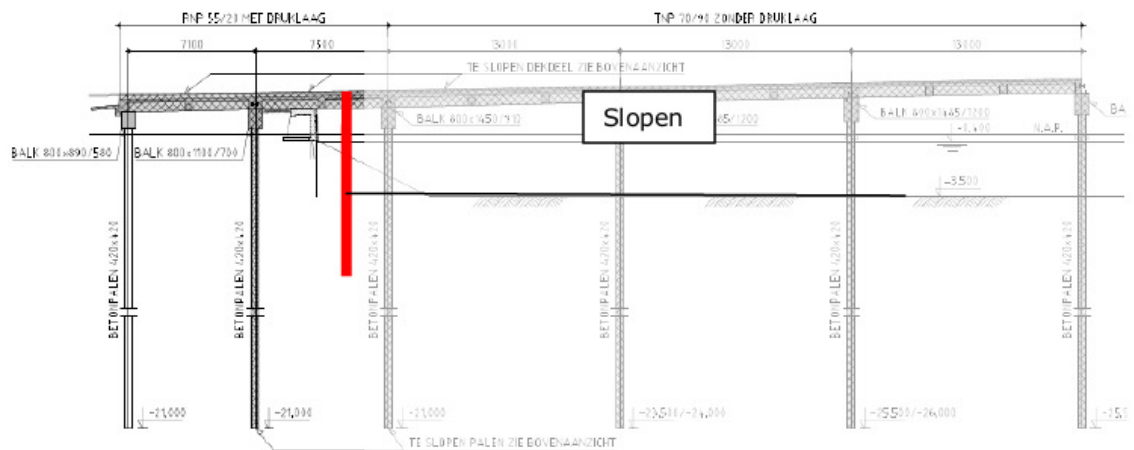
In navolgende figuren zijn een tweetal dwarsdoorsneden over de bestaande brug en nieuwe kademuur weergegeven. Doorsnede A is genomen nabij de aansluiting met de westelijke bestaande kademuur.



Doorsnede A

Figuur 2-30: doorsnede A – bestaande brugdek met daarin de nieuwe kade die wordt gevormd door een damwand met voorhangschort (rode lijn). De blauwe lijn dient te worden genegeerd.

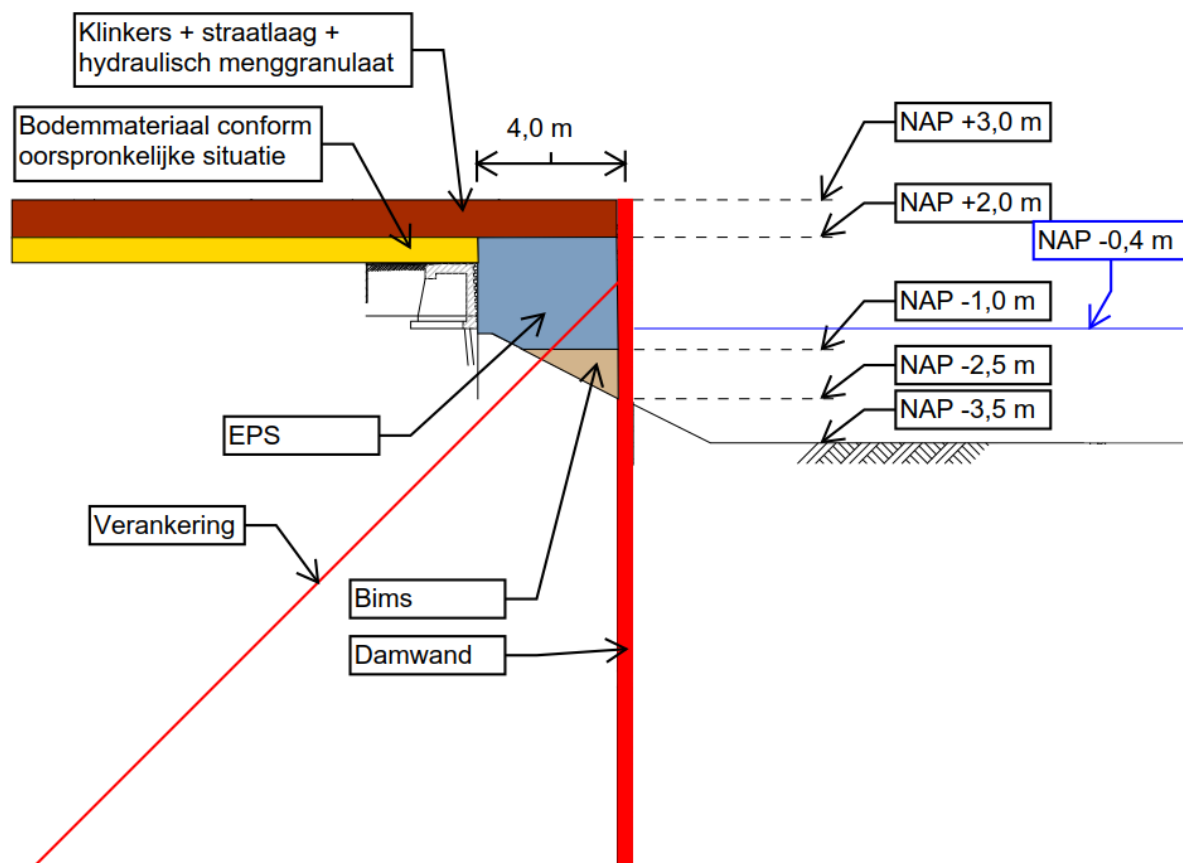
Doorsnede B is genomen nabij de aansluiting met de oostelijke bestaande kademuur.



Doorsnede B

Figuur 2-31: doorsnede B – bestaande brugdek met daarin de nieuwe kade die wordt gevormd door een damwand met voorhangschort (rode lijn)

Aangezien de ondergrond zettingsgevoelig is worden lichte ophoogmaterialen toegepast (zie ook paragraaf 3.2). De opbouw hiervan is weergegeven in Figuur 2-32.

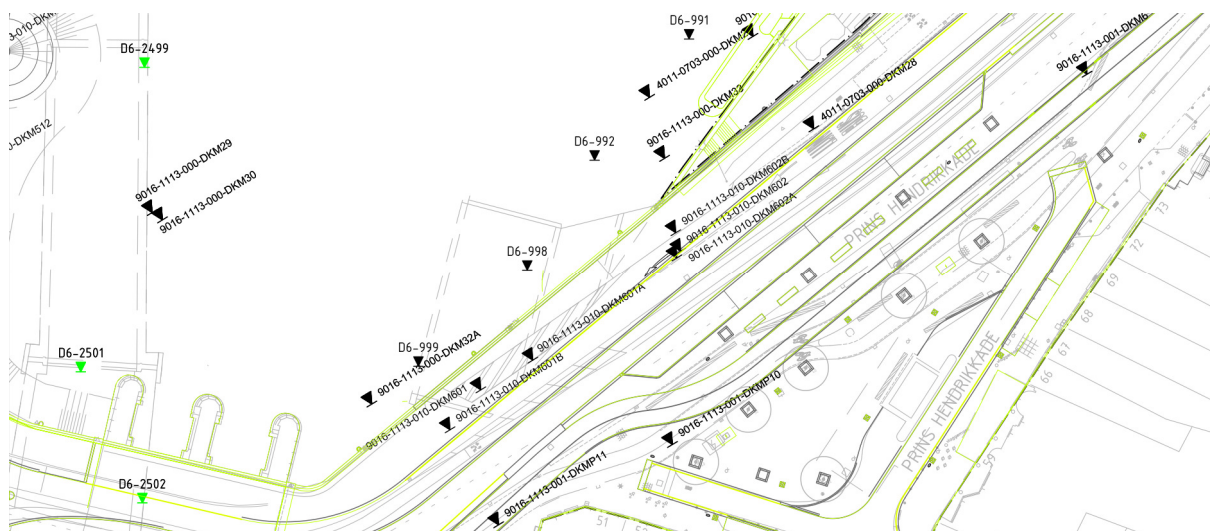


Figuur 2-32 Dwarsprofiel met aanvulling achter damwand Kade 326

2.7.4. Bodemopbouw en grondparameters

Door de opdrachtgever is grondonderzoek ter beschikking gesteld. Naast het beschikbare grondonderzoek en laboratoriumonderzoek uit de tenderfase is ter plaatse aanvullend grond- en laboratoriumonderzoek uitgevoerd om een voldoende dekkend grondonderzoek te verkrijgen. Voor (de locaties van) het beschikbare grondonderzoek wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport [9]. Ook is in dit uitgangspuntenrapport (een uitgebreide analyse van) het grondonderzoek weergegeven.

Een overzicht van het grondonderzoek t.p.v. Kade 326 is weergegeven in Figuur 2-33.



Figuur 2-33 Overzicht grondonderzoek t.p.v. Kade 326

Op basis van een analyse van het beschikbare grondonderzoek is geconcludeerd dat er een groot verschil is in bodemopbouw tussen land en water. In de sonderingen op land is een toplaag van zand zichtbaar: ca. 2 m o.b.v. sondering DKMP11. In de sonderingen op water (DKM32A) is betreffende zandlaag niet aanwezig. Tevens is de 1e Zandlaag tussen ca. NAP -12,5 m en NAP -15 m op land wel aanwezig en t.p.v. water niet aanwezig (vergelijking van sondering DKMP11 met DKM32A).

Bovengenoemde sonderingen zijn in Bijlage 5 weergegeven.

Om meer inzicht in de bodemopbouw t.p.v. de kadelijs te krijgen zijn/worden aanvullende sonderingen uitgevoerd, te weten: DKM601, DKM601A en DKM601B (alle drie uitgevoerd, maar niet op diepte vanwege obstakels), DKM602, DKM602A en DKM602B (niet uitgevoerd vanwege obstakels) en DKM816 (nog uit te voeren).

In Tabel 2-19 en Tabel 2-20 is een beschrijving van de bodemopbouw t.p.v. zowel land als water gegeven.

BK laag [m NAP]	OK laag [m NAP]	Omschrijving [-]
+2,1 (maaiveld)	-0,5	01A Ophoogzand
-0,5	-3,5	Klei, zwak tot matig zandig
-3,5	-6,0	07A Geul humeuze klei
-6,0	-14,0	10 Wadzand
-14,0	-17,0	13 Eerste zandlaag
-17,0	-18,5	14 Allerød
-18,5	-27,5	17 Tweede zandlaag

Tabel 2-19 Bodemopbouw t.p.v. Kade 326 (o.b.v. landsondering DKM28)

BK laag [m NAP]	OK laag [m NAP]	Omschrijving [-]
-3,5 (waterbodan)	-20,5	07A Geul humeuze klei
-20,5	-27,5	17 Tweede zandlaag

Tabel 2-20 Bodemopbouw t.p.v. Kade 326 (o.b.v. watersondering DKM32A)

Vermoedelijk is voor zowel Kade 285 als voor Kade 326 de bodemopbouw t.p.v. de kadelijs meer een bodemopbouw conform de sonderingen op land dan op water, echter kan dit zonder aanvullend grondonderzoek (sonderingen) niet aannemelijk gemaakt worden. Hiertoe is in de berekeningen t.p.v. de kades een sterke overgang in bodemopbouw aangehouden, waarbij de slappe lagen zijn gemodelleerd als '08 Hollandveen' en '07A Geul humeuze klei'.

2.7.5. Waterstanden

Voor de te hanteren waterstanden en stijghoogten voor Kade 326 wordt verwezen naar paragraaf 2.6.5.

2.7.6. Freatische lijn en stijghoogtes

Voor de te hanteren waterstanden en stijghoogten voor Kade 326 wordt verwezen naar paragraaf 2.6.5.

2.7.7. Belastingen

2.7.7.1. Permanente belastingen

In deze paragraaf zijn de belastingen werkend op de damwand weergegeven en indien nodig onderbouwd.

Gewicht schort

Zie §2.7.7.1.

Gewicht basalt

Zie §2.7.7.1.

Gewicht t.p.g. sloof op b.k. damwand

Zie §2.7.7.1.

Gewicht dekzerk

Zie §2.7.7.1.

Gewicht leuning

Zie §2.7.7.1.

Gewicht mast

De masten ten behoeve van de bovenleiding, verlichting e.d. worden aan de voorzijde van de kademuur bevestigd. In [4] is de vormgeving van de bevestiging aan de mast aan de kademuur weergegeven, zie navolgende figuur.

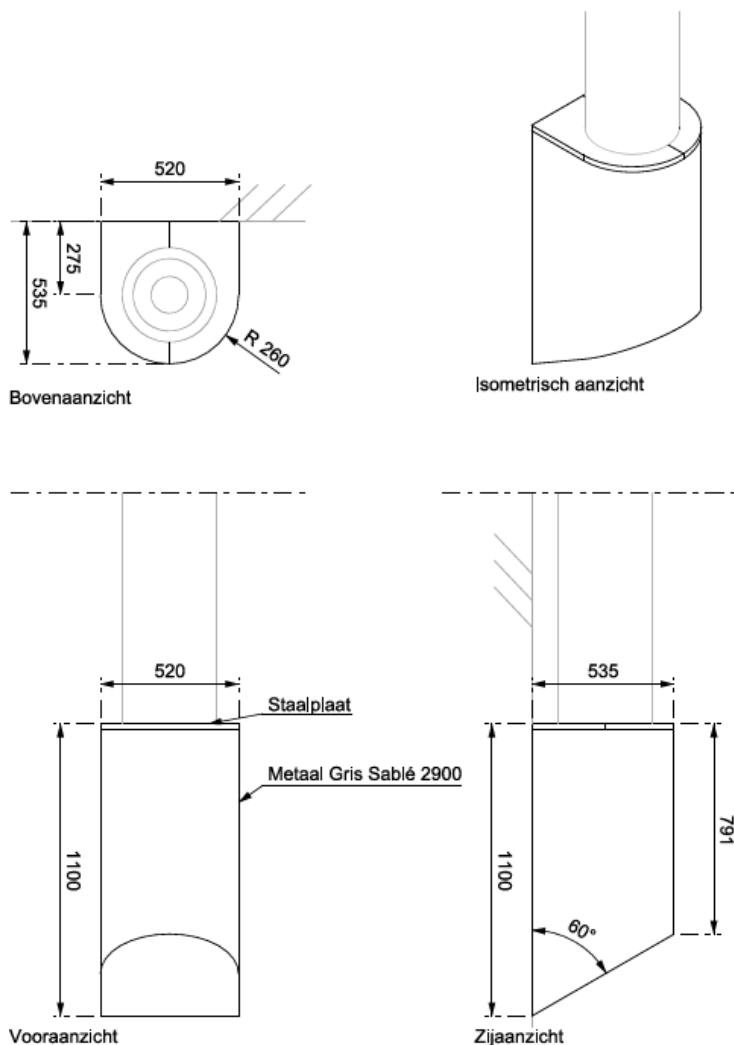
De mast wordt bevestigd op een stalen koker waarin de bevestiging aan de kademuur is opgenomen. De bovenzijde van de bevestiging van de mast ligt op hetzelfde niveau als de onderzijde van de vellingkant van de dekzerk.

Aangezien het zwaartepunt van de ankers van de mast ter plaatse van kade 326 lager ligt dan ter plaatse van kade 285 wordt de krachtswerking van de bevestiging van de mast voor kade 326 separaat bepaald.

$$F_{E,mast_totaal} = 3,6 \text{ kN/mast (zie §2.7.7.1, kade 285)}$$

Ten einde onzekerheden aangaande de wanddikte af te dekken wordt voor het eigen gewicht van de mast in rekening gebracht:

$$F_{E,mast_totaal} = 5,0 \text{ kN/mast}$$



Detail 16.9 : Principe detail masthouder aan kademuur
Schaal 1:20

Figuur 2-34: Vormgevingsdocument: Bevestiging mast aan voorzijde kademuur

Krachtswerking door belasting mast

3.10 OBJ-0022 - Meubilair inclusief masten

3.10.1 Eisen uit functieanalyse

Afdragen belasting

ID Definitief	Meubilair, combimast, belastingen	Stakeholder
SYS-1942	De combimasten dienen ten minste de volgende belastingen te kunnen afdragen, aangrijpend in het conisch deel: - Bovenleiding (enkelvoudig): horizontaal 10 kN op 7500 mm van de voet van de mast - Bovenleiding (enkelvoudig): horizontaal 7,5 kN vanaf 5500 mm van de voet van de mast - Openbare verlichting: horizontaal 5 kN vanaf 5500 mm van de voet van de mast - Openbare verlichtingsarmaturen: verticaal 9 kg per stuk + 15 kg per stuk - Parkeerverwijsbord / reclamebord: 100 kg - Camera: 8 kg op 6000 mm van de voet van de mast	
Eistype:	Functionele eis	

Tabel 2-21 Belasting masten

Rekening houdend met bovenstaande tabel bedraagt de krachtswerking aan de voet van de mast:

$$M_E = (7,5 + 0,2 + 0,3 + 0,65/2) \times (10 + 7,5 + 5) \\ = 187 \text{ kNm/mast}$$

$$V_E = 10 + 7,5 + 5 \\ = 22,5 \text{ kN/mast}$$

Er wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van 6 stuks verlichtingsarmaturen en 1 camera:

$$F_{E_verlichting} = 6 \times 0,15 + 0,08 \\ = 1,0 \text{ kN/mast}$$

Er wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van 1 stuks bebording:

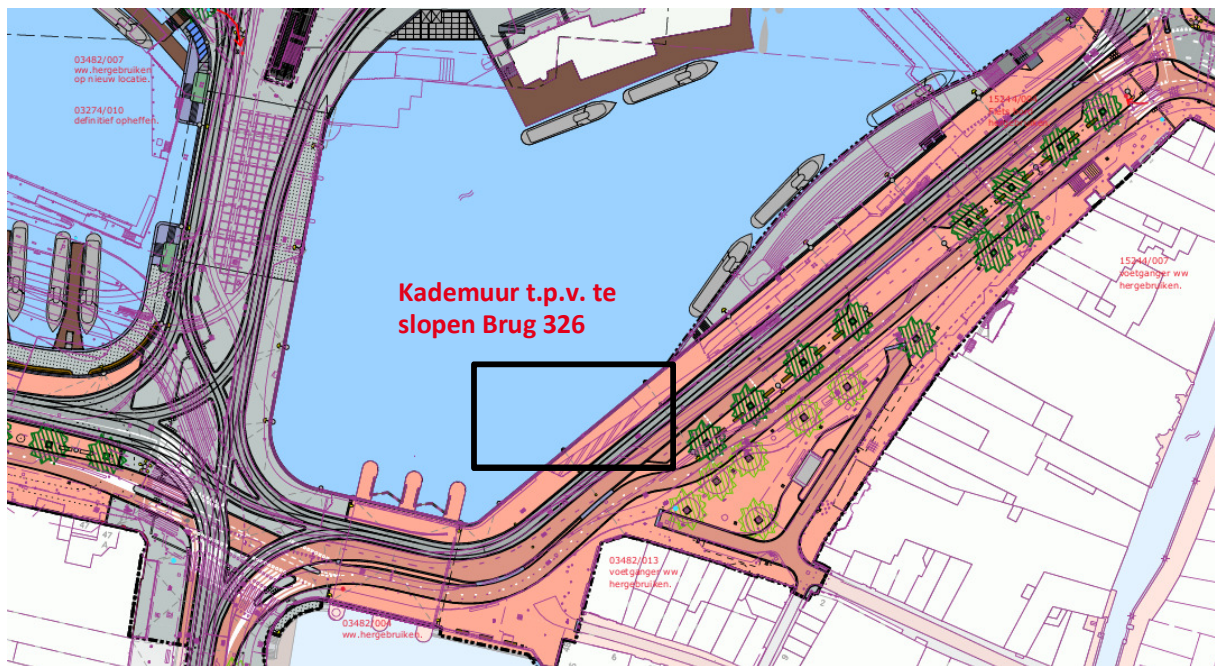
$$F_{E_bebording} = 1,0 \text{ kN/mast}$$

$$F_{E_mast_totaal} = 1,0 + 1,0 \\ = 2,0 \text{ kN/mast}$$

2.7.7.2. Variabele belastingen

Maaiveldbelasting

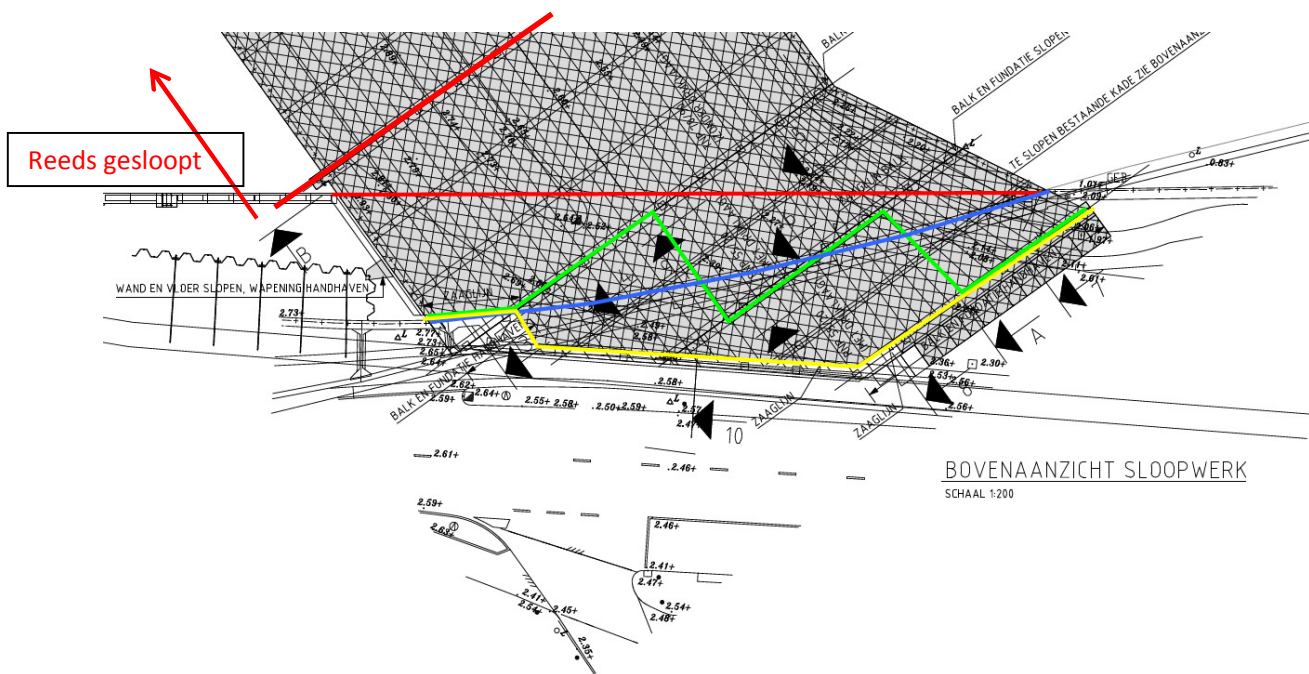
De nieuwe kademuren dienen zelfstandig alle van toepassing zijnde belastingen af te kunnen dragen. In navolgende figuur is een fragment van [2] weergegeven. De kademuur nabij Brug 326 begrenst een langzaam verkeerszone. Hierbij dient conform [1] SYS-0620 gerekend te worden met een gelijkmatig verdeelde belasting van 20 kN/m^2 ter plaatse van de voetpaden



Figuur 2-35: Fragment Ambitietekening De Entree Amsterdam [2], nieuwe kademuur t.p.v. Brug 326

Belasting door tram (op middelste rijstrook): Situatie na aanbrengen damwand en gedeeltelijke sloop Brug 326

Tijdens de aanleg van de Noord/Zuidlijn is brug 326 reeds deels gesloopt, zie navolgende figuur. Voorafgaand aan de plaatsing van de damwand ten behoeve van de nieuwe kademuur wordt een deel van de resterende Brug 326 gesloopt. De getande zaagsnede is onderstaand groen weergegeven. Het gedeelte daarboven (in bovenaanzicht) wordt gesloopt. Het deel van de brug daarboven en onder de 1^e tramrail blijft in tact.

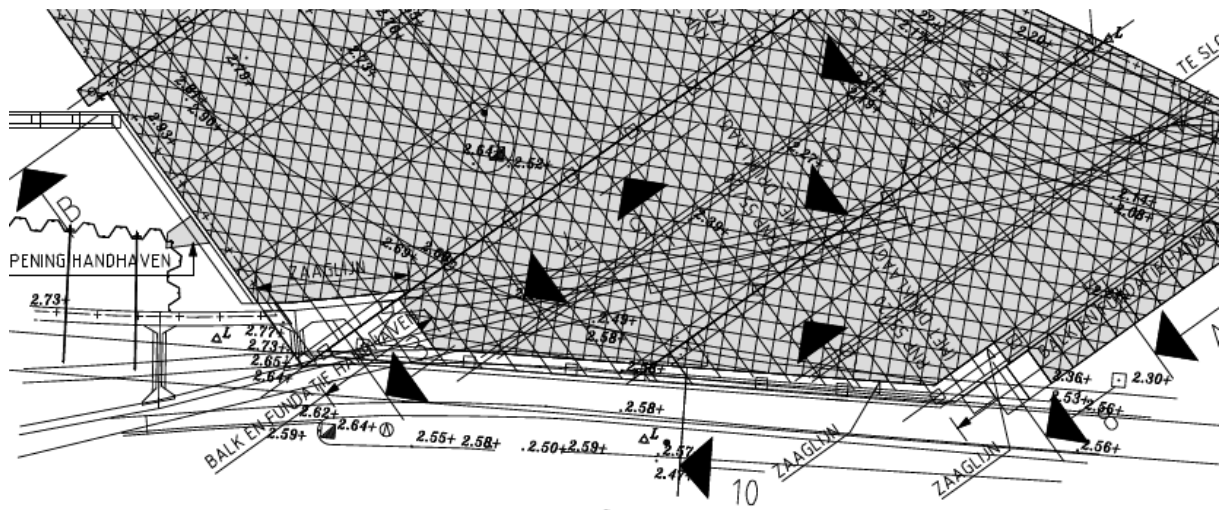


Figuur 2-36: Sloopwerk Brug 326

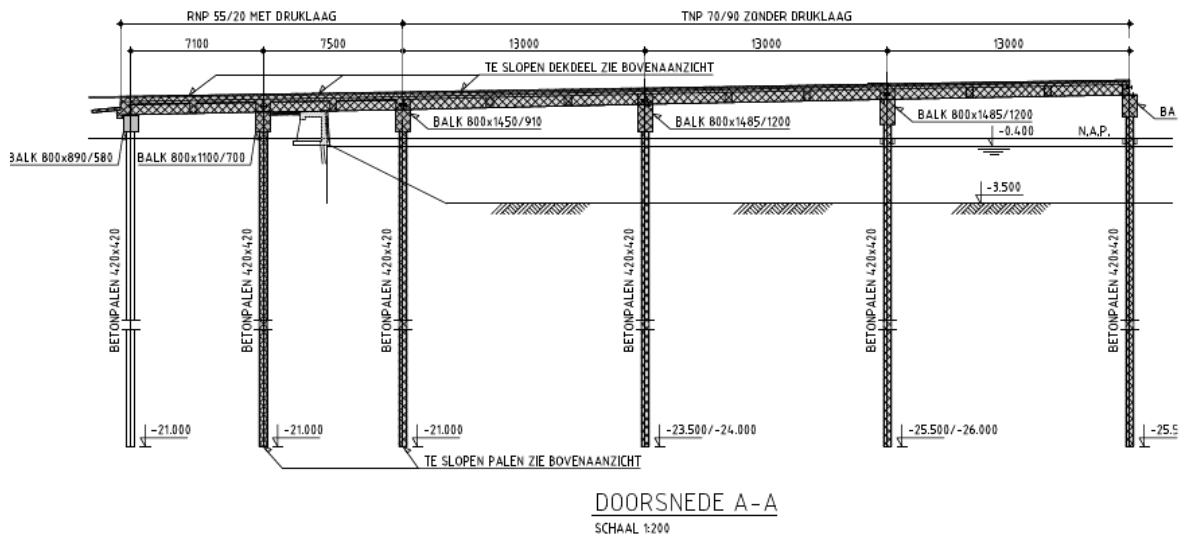
De maatgevende situatie treedt op ter plaatse van de westelijke aansluiting met de bestaande kademuur. Ter plaatse ligt het maaiveld hoger dan oostelijk daarvan en de liggen de rijbaan/tramrails het dichtst bij de damwand van de kademuur.

De tramrails liggen ter plaatse van de middelste rijstrook. De 1e tramrail vanaf de kade gezien is gefundeerd op de balk van de bestaande Brug 326 onder de rijbaan van de Prins Hendrikkade. Richting het water staat de bestaande kademuur, zie navolgende figuren. Op maaiveldniveau zijn geen schades aan asfalt, trambaan of verzakkingen van de trottoir waargenomen. In redelijkheid wordt gesteld dat deze bestaande kademuur de stabiliteit in de huidige situatie waarborgt.

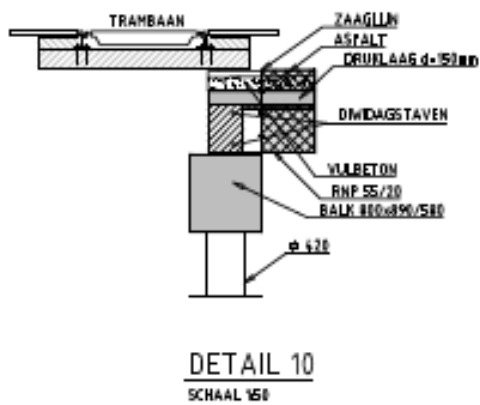
Tijdens de gedeelte sloop van de resterende brug wordt ter plaatse van de westelijke aansluiting met de bestaande kademuur 1 veld met liggers incl. onderbouw wordt gesloopt. De palen kragen uit vanaf bodemniveau NAP-3,50 m en b.k. onderslagbalk ligt op ca. NAP+1,90 m: $3,50 + 1,90 = 5,40$ meter. Vanaf NAP-3,50 m tot NAP-14,5 m bestaat de bodemopbouw volgens het Amsterdams profiel uit veen afgewisseld met klei. Op basis van deze gegevens wordt geconcludeerd dat het te slopen gedeelte van de brug niet/nauwelijks bijdraagt aan de stabiliteit van de rijbaan/trambaan. De paalfundering beschikt over een lage horizontale stijfheid en vervormt bij geringe belasting. Op basis van deze kwalitatieve beschouwing waarborgt de bestaande kademuur de stabiliteit van de rijbaan en trambaan ook na gedeelte sloop van de brug. Tijdens en na de sloopwerkzaamheden dient de rijbaan/trambaan gemonitord te worden. Een beheersmaatregel is het aanbrengen van een steunberm voor de bestaande kade.



Figuur 2-37: Relatie tramrails en Brug 326



Figuur 2-38: Langsdoorsnede Brug 326 en bestaande kademuur



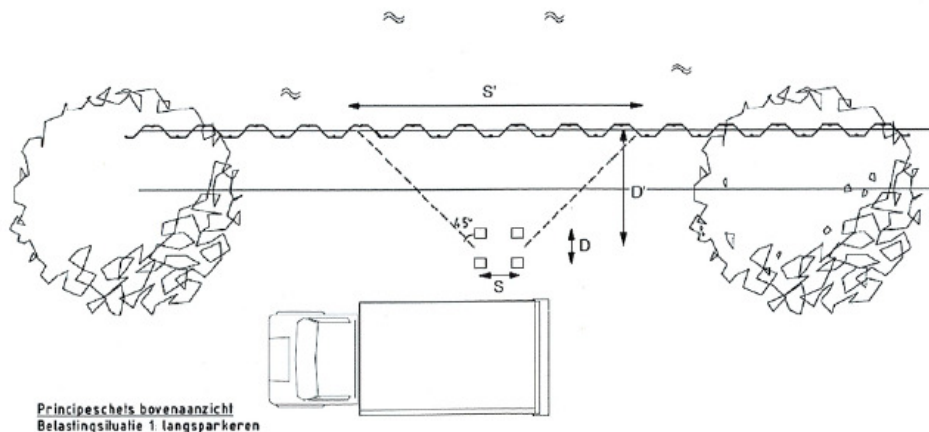
Figuur 2-39: Fundatie tramrails

Belasting door wegverkeer: Situatie na aanbrengen damwand en gedeeltelijke sloop Brug 326

De afstand van het wegverkeer tot de nieuwe damwand bedraagt ca. 3,0 meter, 6,0 en 9,0 meter.

Ter plaatse van de middelste rijstrook liggen de tramrails. De 1^e tramrail vanaf de kade gezien is gefundeerd op de balk van de bestaande Brug 326 onder de rijbaan van de Prins Hendrikkade. Aan deze fundatie en die van de 2^e tramrail verandert in deze situatie niets, zodat na aanbrengen van de damwanden en aanvullen de rijstroken 2 en 3 de nieuwe damwand niet aanvullend belasten.

Conform CUR Rapport 649_2014 Binnenstedelijke kademuren dient de verkeersbelasting conform navolgende figuur tot aan de damwand gespreid te worden. Hierbij dient rekening te worden gehouden met een driedimensionale spreiding volgens Boussinesq.



Figuur 4-3 Belastingsspreiding op een kademuur.

Figuur 2-40: Spreiding verkeersbelasting tot aan damwand

Het wegdek ligt ter plaatse van de kade op maximaal ca. NAP+2,75 m.

Het hoogteverschil tussen het wegdek en de constructiediepte (bodem + marge in verband met baggerwerkzaamheden) bedraagt: 2,75 + 3,30 = 6,05 meter.

In redelijkheid wordt gesteld dat indien de belasting door wegverkeer of de tram lager aangrijpt dan 1,0 meter onder de constructiediepte, deze de damwand niet maatgevend belast. Dit betekent dat wanneer deze belasting op $(6,05 + 1,0)/\tan(30^\circ) = 12,2$ meter of verder van het hart van de damwand is verwijderd deze de damwand niet aanvullend belast. Gezien de afstand van het wegverkeer tot de damwand wordt deze door het wegverkeer aanvullend belast.

De equivalente verticale belasting door wegverkeer [kN/m²] conform [1] SYS-0620 op een afstand van 3,0 meter vanaf het hart van de damwand ten gevolge van tandemstelsel_{i=1} op maaiveldniveau bedraagt:

$$q = \frac{4 \cdot F}{D(S + 2D')}$$

Hierin is:

- F = wiellast: 150 kN
- D = Aslengte: 2,0 meter
- S = Asafstand: 1,2 meter
- D' = Afstand hart tandemstelsel tot hart damwand: 3,0 + 2,0/2 = 4,0 meter

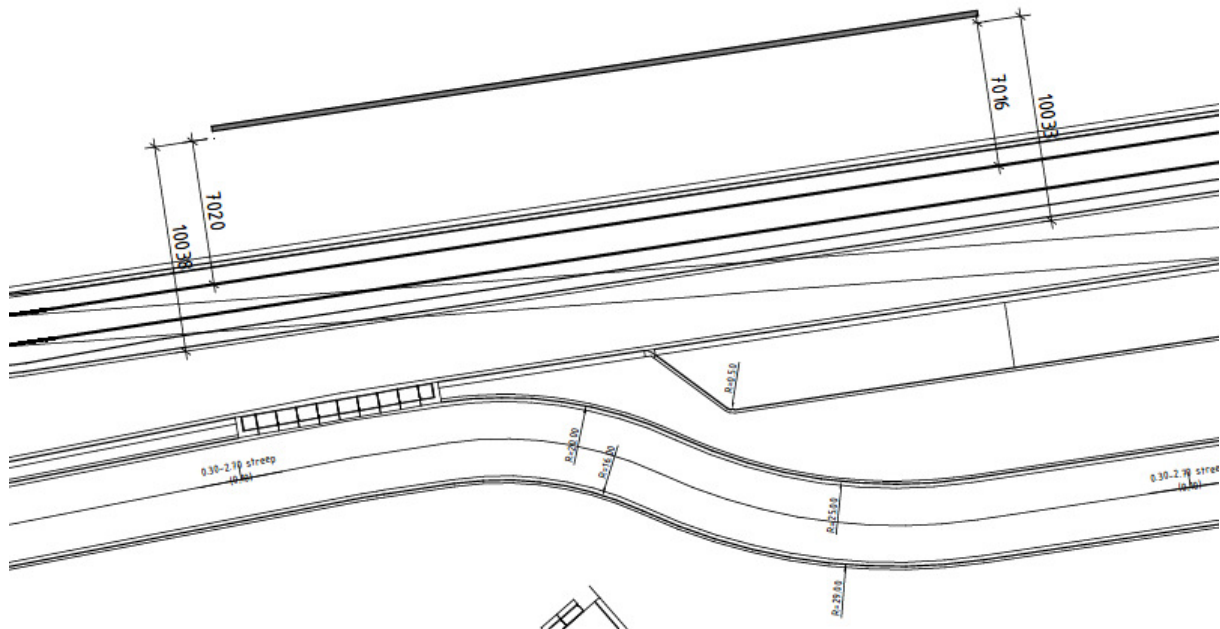
$$\begin{aligned} q &= 4 \times 150 / (2,0 \times (1,2 + 2 \times 4,0)) \\ &= 33 \text{ kN/m}^2 > 20 \text{ kN/m}^2: \text{Maaiveldbelasting dekt verkeersbelasting niet af.} \end{aligned}$$

Belasting door wegverkeer: Situatie na sloop restant Brug 326 en verleggen trambaan

De maatgevende locatie van de tram en het wegverkeer zijn in navolgende figuur weergegeven.

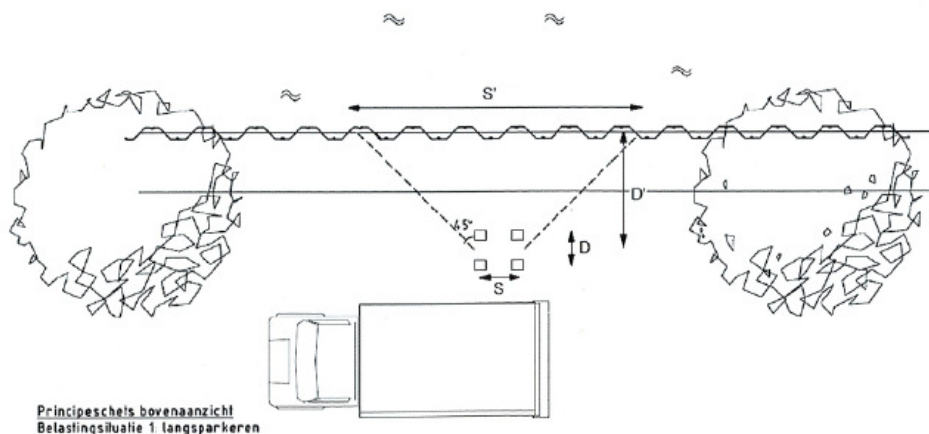
De minimale afstand van de zijkant van de rijbaan tot het hart van de damwand van de kademuur bedraagt ca. 10,0 meter; de minimale afstand de 1^e tramrail bedraagt ca. 7,0 meter.

De rails van de tram liggen in een separate trambaan. Wegverkeer is hier niet toegestaan.



Figuur 2-41: Afstand kantopsluiting rijbaan/tramrails tot aan nieuwe damwand kademuur

Conform CUR Rapport 649_2014 Binnenstedelijke kademuren dient de verkeersbelasting conform navolgende figuur tot aan de damwand gespreid te worden. Hierbij dient rekening te worden gehouden met een driedimensionale spreiding volgens Boussinesq.



Figuur 4-3 Belastingspreiding op een kademuur.

Figuur 2-42: Spreiding verkeersbelasting tot aan damwand

Het wegdek ligt ter plaatse van de kade op maximaal ca. +2,75 m NAP.

Het hoogteverschil tussen het wegdek en de constructiediepte (bodem + marge in verband met baggerwerkzaamheden) bedraagt: $2,75 + 3,30 = 6,05$ meter.

In redelijkheid wordt gesteld dat indien de belasting door wegverkeer of de tram lager aangrijpt dan 1,0 meter onder de constructiediepte, deze de damwand niet maatgevend belast. Dit betekent dat wanneer deze belasting op $(6,05 + 1,0)/\tan(30^\circ) = 12,2$ meter of verder van het hart van de damwand is verwijderd deze de damwand niet aanvullend belast.

De equivalente verticale belasting door wegverkeer $[kN/m^2]$ op een afstand van 10,0 meter vanaf het hart van de damwand ten gevolge van tandemstelsel_{i=1} op maaiveldniveau bedraagt:

$$q = \frac{4 \cdot F}{D(S + 2D')}$$

Hierin is:

F = wiellast: 150 kN

D = Aslengte: 2,0 meter

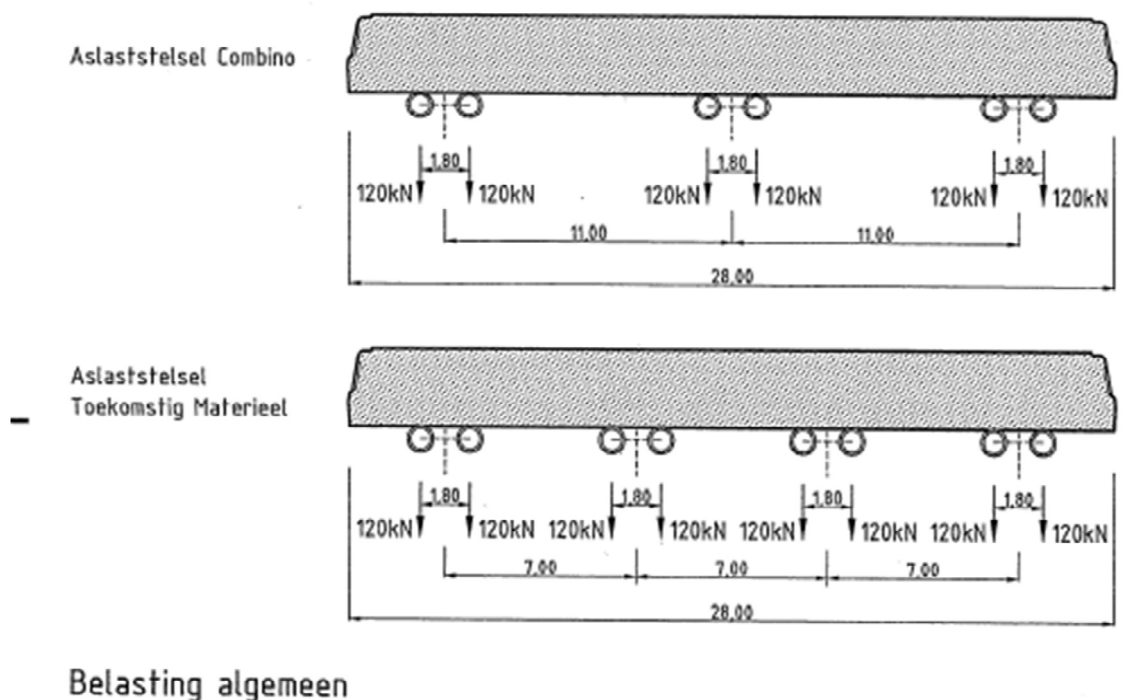
S = Asafstand: 1,2 meter

D' = Afstand hart tandemstelsel tot hart damwand: $10,0 + 2,0/2 = 11,0$ meter

q = $4 \times 150 / (2,0 \times (1,2 + 2 \times 11,0))$
 = $13 \text{ kN/m}^2 < 20 \text{ kN/m}^2$: Maaiveldbelasting dekt verkeersbelasting af.

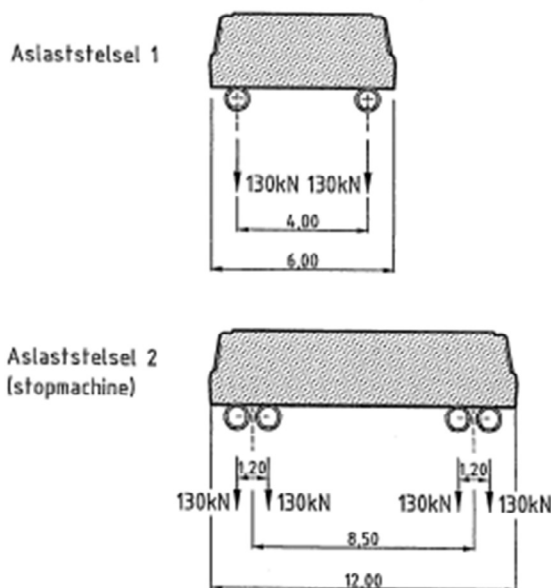
Belasting door tram: Situatie na sloop restant Brug 326 en verleggen trambaan

Voor de belasting door de tram wordt de navolgende configuratie aangehouden.



Belasting algemeen

Figuur 2-43: Asconfiguratie tramstellen



Figuur 2-44: Asconfiguratie tramstellen werkmaterieel

Het maatgevende tramstel is gebaseerd op de h.o.h.-afstand van de onderstellen en de aslasten het aslastenstelsel het "toekomstige materieel".

Bij een afstand van 7,0 meter vanaf 1^e tramrails tot hart van de damwand overlapt de belasting van 2 tramonderstellen elkaar ter plaatse van de damwand. De maatgevende tram beschikt over een h.o.h.-afstand van de onderstellen van 7,0 meter. De equivalente verticale belasting door de tram [kN/m²] op een afstand van 7,0 meter bedraagt voor 1 onderstel:

$$q = \frac{4 \cdot F}{D (S + 2D')}$$

Hierin is:

F = wiellast: 60 kN

D = Aslengte: 1,4 meter

S = Asafstand: 1,8 meter

D' = Afstand hart onderstel 1 tot hart damwand: 7,0 + 1,4/2 = 7,7 meter

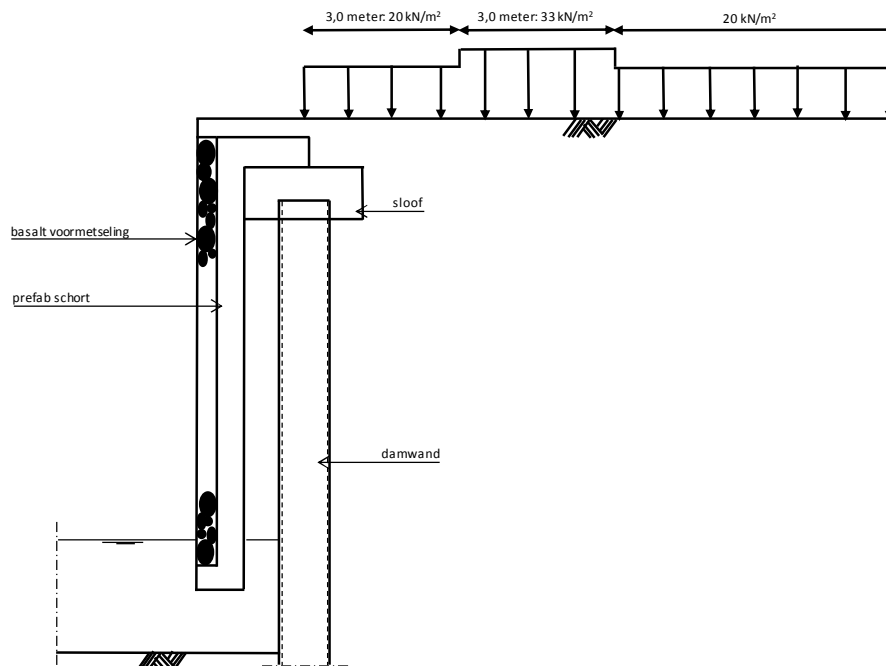
$$\begin{aligned} q &= 4 \times 60 / (1,4 \times (1,8 + 2 \times 7,7)) \\ &= 10,0 \text{ kN/m}^2 < 20 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

De invloed van twee tramonderstellen overlappen elkaar ter plaatse van de damwand. Indien deze belastingen bij elkaar opgeteld worden bedraagt de equivalente maaiveldbelasting:

$$\begin{aligned} q &= 2 \times 10 \\ &= 20 \text{ kN/m}^2 \leq 20 \text{ kN/m}^2: \text{Maaiveldbelasting dekt belasting door tram af.} \end{aligned}$$

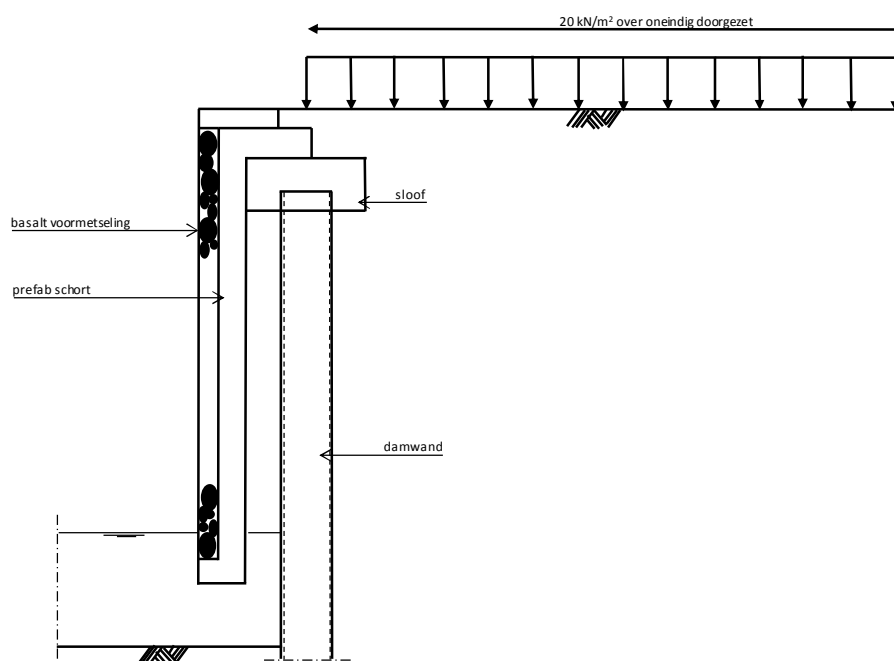
Maatgevende belasting op maaiveld achter kade 326

In onderstaande figuur is de maatgevende maaiveldbelasting na gedeeltelijke sloop van Brug 326 weergegeven.



Figuur 2-45: Maatgevende maaiveldbelasting kade 326 na gedeeltelijke sloop Brug 326

In onderstaande figuur is de maatgevende maaiveldbelasting na de sloop van het resterende gedeelte van Brug 326 en het verleggen van de trambaan weergegeven.



Figuur 2-46: Maatgevende maaiveldbelasting kade 326 na sloop restant Brug 326 en verleggen trambaan

Belasting tegen leuning

De belasting tegen de leuning bedraagt conform NEN-EN 1991/2 art. 4.8:

- De leuning staat in een publiek toegankelijke omgeving
- Lijnlast 3,0 kN/m, die zowel een keer horizontaal als verticaal moet zijn beschouwd. Deze belasting grijpt aan op de bovenzijde van de leuning.

De leuning beschikt niet over een voertuigkerende functie.

Belasting door aanvaring

Ten aanzien van de buitengewone belasting door aanvaring is het navolgende omschreven in [1]:

3.5 OBJ-0333 - Kademuren

3.5.1 Eisen uit functieanalyse

Afdragen belasting

ID Definitief	Aanvaarbelaasting; kademuren	Stakeholder
SYS-0293	Nieuwe kademuren dienen een aanvaarbelaasting af te dragen van het maatgevende schip bij een snelheid van 15 km/u en een aanvaarhoek van 30 graden.	Gemeente Amsterdam - Ingenieursbureau
Eistype:	Functionele eis	

Afhandelen rondvaart

ID Definitief	Maatgevend schip	Stakeholder
SYS-2302	De Entree dient het vaarverkeer af te wikkelen met volgende maatgevende schip: <ul style="list-style-type: none">- lengte: 20 m,- breedte: 4,25 m,- diepgang: 1,5 m,- massa: 40 ton,- aangrijphoogte: 0,8 m.	
Eistype:	Functionele eis	

Tabel 2-22 Uitgangspunten belasting door aanvaring

In ROK 1.4 art. 4.6.2 is de belasting door aanvaring behandeld.

De massa van het maatgevende schip bedraagt volgens [1] SYS-2302: 40 ton [400 kN], zodat dit schip conform de ROK 1.2 in klasse CEMT-klasse 0 valt. Het type schip in deze klasse betreft "klein/recreatie" met een massa <250 ton (2500 kN conform ROK 1.2; gegevens omtrent de maximum waterverplaatsing voor klasse CEMT 0 ontbreken in ROK 1.4). Hieraan wordt voldaan: $400 < 2500$ kN. Daarnaast is de diepgang van het schip, gezien de watergangen waarin deze vaart, met 1,50 meter gering.

In ROK 1.4 art. 4.6.2 is opgenomen dat in vaarwegen waar alleen toeristisch scheepvaartverkeer plaatsvindt, minimaal gerekend moet worden op aanvaarbelaastingen van $F_{dx} = 500$ kN (loodrecht op de kademuur) en $F_{dy} = 250$ kN. Deze belasting is gebaseerd op een massa van 2500 kN.

In relatie tot de massa van het schip (400 kN), de diepgang en de aanvaarhoek is deze aanvaarbelaasting extreem hoog. Vandaar dat de aanvaarbelaasting naar verhouding met de maximale massa van het schip in CEMT-klasse 0 (2500 kN) is bepaald.

$$F_{aanvaar} = 400/2500 \times \sqrt{(500^2 + 250^2)} \\ = 89 \text{ kN}$$

$$F_{dy} = F_{aanvaar} \times \sin 30^\circ \\ = 45 \text{ kN}$$

Aangezien de aanvaarhoek <63° mag de component loodrecht op de kademuur gereduceerd worden.

$$F_{dy} = \delta \times F_{aanvaar} \times \sin 30^\circ$$

$$\begin{aligned} &= 0,73 \times 45 \\ &= 33 \text{ kN loodrecht op de kademuur} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_R &= 0,5 \times F_{dy} \\ &= 0,5 \times 33 \text{ kN} \\ &= 16 \text{ kN evenwijdig aan de kademuur} \end{aligned}$$

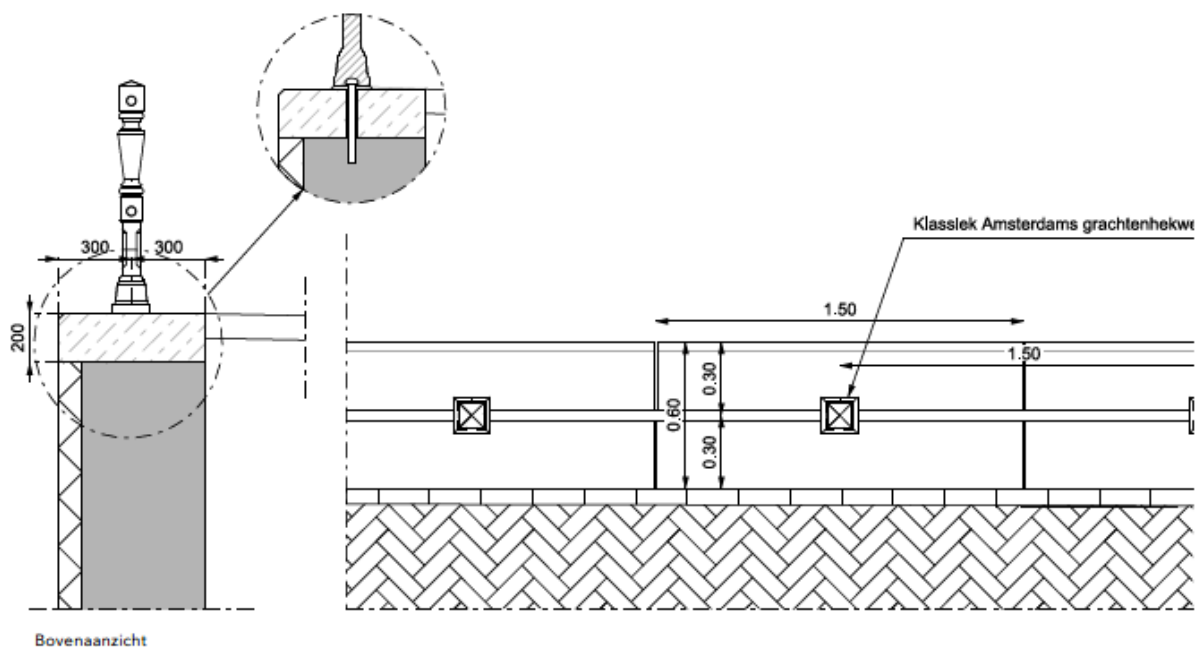
Na de botsing is de snelheid van het schip loodrecht op de kademuur 0; het schip heeft de kademuur geschampt, is gedraaid en beweegt evenwijdig aan de kademuur.

Rekening houdend met het streefpeil conform [9] van -0,4 m NAP grijpt conform [1] SYS-2302 deze belasting aan op +0,4 m NAP.

Door toepassing van de aanvaarbelasting gebaseerd op de eisen wordt invulling gegeven aan SYS-0293 en SYS-2302.

Stootbelasting tegen dekzerk

Aangezien de dekzerk op hetzelfde niveau ligt als de aangrenzende bestrating wordt een stootbelasting tegen de dekzerk niet in de berekening opgenomen



Figuur 2-47: [4] Aansluiting dekzerk op bestrating

Belasting door ijsdruk

De kans op een aaneengesloten ijsplaat bestaat enkel op grote wateroppervlakken met weinig scheepvaartverkeer.

- Het gebruik van het Open Havenfront duidt niet op grote aaneengesloten ijsoppervlakken. Immers, het wordt intensief bevaren waarbij ijs wordt gefragmenteerd. Een aaneengesloten ijsoppervlak ontstaat niet.
- Ijsdruk ontstaat bij grote aaneengesloten ijsoppervlakken die door wind worden aangewaaid. Er ontstaat hier geen aaneengesloten ijsoppervlak.
- Kruiend ijs ontstaat doordat een groot ijsoppervlak met een zekere dikte, zeg 5 a 10 cm, door wind in beweging komt en inmiddels in stukken de oever op kruit door de druk van de ijsplaat erachter. Door het scheepvaartverkeer worden ijsplaten, indien zij al ontstaan en significant van dikte worden, constant in kleine stukken gevaren. Er ontstaat geen aaneengesloten ijsplaat die onder invloed van wind de oever op kruit.

Op basis van de bovenstaande argumentatie wordt belasting door ijs niet in de berekening opgenomen.

2.8. Modellerings geotechnische berekeningen

De berekeningen voor de grondkerende constructies worden uitgevoerd met D-Sheet Piling. Waarbij (i.v.m. meer optimaal ontwerp) een keuze is gemaakt voor de volgende berekeningsmogelijkheid (zie ref.[1]):

Mogelijkheid B: Rekenwaarden in de te toetsen fasen en representatieve/karakteristieke waarden in voorgaande fasen.

Tevens is bij de berekeningen uitgegaan van rechte glijvlakken. Partiële factoren zijn in D-Sheet Piling toegepast conform NEN 9997-1 en indien van toepassing conform de aanvullende eisen die gelden voor de primaire waterkering, zie par.3.5.

Omdat Z-profielen worden toegepast, zijn er geen effecten van scheve buiging.

De krachten in de damwand worden met een niet gecorrodeerde doorsnede berekend in D-Sheet Piling (meest ongunstig voor krachten). De permanente wanden van Kade 285 en Kade 326 moeten in de eindfase worden gecontroleerd op corrosie. Conform CUR166 wordt voor de corrosie voor beide damwandzijden in totaal een reductie van 2,6 mm meegenomen bij een beoogde levensduur van 100 jaar. De staaldoorsnede is getoetst conform NEN-EN 1993-5 (NB).

De houdkracht van de damwandankers (groutinjectieankers) wordt berekend en getoetst conform NEN 9997-1 en CUR 166. De staaldoorsnede van de horizontale ankers zal worden berekend en getoetst conform CUR 166. Zie verder ref. [1].

2.9. Toetsingscriteria algemeen

De toetsing van de grondkerende constructie geschiedt volgens NEN 9997-1, waarbij:

1. Tijdens de bouwfasen dient het percentage gemobiliseerde grondweerstand kleiner dan 100% te zijn.
2. De spanning in de wanden als gevolg van de momenten, dwarskrachten en normaalkrachten moet lager zijn dan de vloeispanning bij de gekozen staalkwaliteit van de desbetreffende wand.
3. Het verticaal drukdraagvermogen of trekdraagvermogen van de wand moet voldoende zijn om de resulterende krachten op te nemen.
4. De overall stabiliteit (Bishop) van de grondkerende constructie dient voldoende te zijn (stabiliteitsfactor $\geq 1,0$ Waarbij er op de karakteristieke grondparameters materiaalfactoren worden toegepast volgens NEN 9997-1 waarbij onderscheid gemaakt wordt in tijdelijke constructies en definitieve constructies.
5. Voor de uitbuiging van de grondkering geldt dat conform eis SYS-0621 de horizontale vervorming van de kademuren Prins Hendrikkade Oostkom en Stationsplein Oostertoeegang dient ten gevolge van veranderlijke belastingen over de gehele hoogte ten hoogste 30 mm te bedragen.

2.10. Toetsingscriteria primaire waterkering

Voor de grondkering die onderdeel uitmaakt van de primaire waterkering geldt dat de overall stabiliteit (Spencer) van de grondkerende constructie voldoende dient te zijn (stabiliteitsfactor $\geq 1,4$) bij calamiteit hoog waterval en overige fasen 1,0. Waarbij er op de karakteristieke grondparameters materiaalfactoren worden toegepast conform leidraad TAW.

Voor een uitgebreide uiteenzetting van de ontwerpfilosofie van de grondkeringen binnen de primaire waterkering wordt verwezen naar Hoofdstuk 6 van [9].

3. Gemaakte ontwerpkeuzes

3.1. Trade-off matrices

Voorafgaand aan het DO is aan de hand van een Trade Off Matrix voor beide kades een voorkeursvariant naar voren gekomen. Deze voorkeursvariant is uitgewerkt tot een DO.

Kade 285:

Na uitvoering van een Trade Off Matrix waarin verschillende varianten onderzocht zijn, is gebleken dat de variant 3 “Verankerde damwand” de voorkeur geniet. De overige varianten en de gemaakte afwegingen zijn opgenomen in bijlage 1.

Kade 326:

Na uitvoering van een Trade Off Matrix waarin verschillende varianten onderzocht zijn, is gebleken dat de variant 2A “Verankerde damwand incl. sloof van de gehele bestaande constructie” de voorkeur geniet. De overige varianten en de gemaakte afwegingen zijn opgenomen in bijlage 1.

3.2. Ontwerpkeuzes voor beide kades

Een aantal keuzes zijn voor beide kades van toepassing. Deze keuzes zijn gemaakt na de Trade-off matrices en zijn in deze paragraaf weergegeven.

1. De bestaande constructies ter plaatse van beide kades worden geheel gesloopt.
2. De damwanden worden aan de bovenzijde voorzien van een ter plaatse gestorte betonnen sloof, ook ter plaatse van de fundatie van de masten.
3. De voormetseling wordt aangebracht op prefab betonnen schorten, die aan de sloof worden gehangen. De verbinding tussen het schort en de sloof vindt plaats met een doekverbinding. Tussen de damwand en het schort is ter plaatse van de voegen tussen de schorten nabij de aanvaarhoogte een afstandhouder voorzien. Deze dient als horizontaal steunpunt en om het schort in de gewenste positie te stellen.
4. De afmetingen van de schorten zijn per kade allen gelijk (eventueel ter plaatse van de bevestiging van de masten wordt een afwijkend schort toegepast).
5. De voormetseling boven de grijpsteen wordt aangebracht nadat de schorten zijn geplaatst zodat dilataties niet zichtbaar zijn in de voormetseling.
6. De fundering van de masten is gebaseerd op de minimale belastingen uit [1] SYS-1942. Deze belastingen dekken het voorlopige ontwerp van de bovenleiding (en de daaruit volgende krachten) af. Indien de belastingen uit het definitieve ontwerp van de bovenleiding hier van afwijkt, kan aanpassing van de betonnen sloof op de kademuren noodzakelijk zijn.
7. Op basis van een maximaal te hijsen gewicht is de breedte van de schorten bepaald op 2,80 meter (gelijk aan de werkende breedte van 2 dubbele damwandplanken).
8. De geëiste dikte van 15 cm van de voormetseling van basalt komt voort uit beheerderaspect van de kades en geeft de voormetseling een zekere robuustheid. Lokaal wordt deze dikte gereduceerd tot 5 cm, waarbij het basalt verlijmd wordt. Dit geschiedt enkel op niet kwetsbare locaties, bijvoorbeeld ter plaatse van de drenkelingentrap. Op de waterlijn wordt de geëiste dikte behouden. Ter plaatse wordt afgeweken van SYS-0249 (zie afwijking AFW-0172), echter wordt niet ingeleverd op kwaliteit en duurzaamheid.
9. Voor de betonconstructie, damwanden, ankers en overige stalen elementen is vooralsnog geen rekening gehouden met zwerfstromen. Dit wordt nog nader onderzocht en eventuele consequenties voor het ontwerp meegenomen in het UO.
10. Het ontwerp van de masten inclusief het voetstuk conform [4] bij bevestiging aan de voorzijde van de kade geschiedt door de leverancier van de masten.
11. In de ontwerpnota is onderbouwd dat ijsbelasting niet meegenomen wordt in het ontwerp.
12. Achter de damwanden van Kade 285 en Kade 326 is in de huidige situatie een talud aanwezig. Vanwege de zettingsgevoelige ondergrond en de eisen (SYS-0389 voor Kade

285 en Kade 326 en SYS-2068 voor Kade 326) die worden gesteld aan zetting van het toekomstig maaiveld is gekozen voor licht ophoogmateriaal. De ondergrond is dusdanig zettingsgevoelig (zie sondering DKM39A voor Kade 285, respectievelijk DKM32A voor Kade 326) dat een evenwichtsconstructie, met o.a. EPS, benodigd is. Dit om zettingen, maar ook vervorming t.g.v. negatieve kleeft op de damwand te beperken. Tevens wordt door toepassing van EPS de horizontaalkracht op de damwand lager dan bij toepassing van zand als aanvulmateriaal. Aangezien EPS zonder verdere maatregelen alleen kan worden aangebracht boven de grondwaterstand, dient een deel van het talud achter de damwand onder het EPS te worden aangevuld met (licht) ophoogmateriaal. Door het toepassen van bemaling kan de grondwaterstand tijdens het aanbrengen van het EPS worden verlaagd. Het verticale evenwicht dient voor zowel de bouw- als de gebruiksfase te worden getoetst. In het DO is ervoor gekozen een constructie met toepassing van EPS vanaf NAP -1,00 meter en hoger verder uit te werken. Daaronder wordt op het talud Bims toegepast.

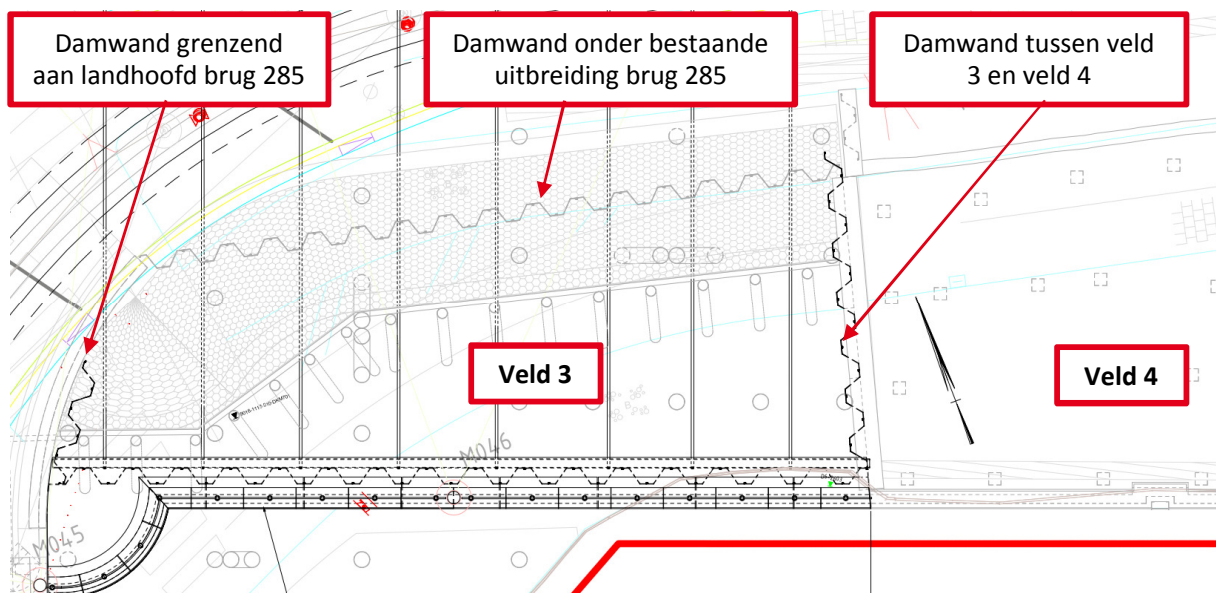
13. Aangezien EPS in verontreinigd gebied wordt toegepast, dient deze met een waterdicht folie ingepakt te worden om indringing van verontreinigingen te voorkomen.

3.3. Kade 285

In deze paragraaf zijn de keuzes specifiek voor kade 285 weergegeven.

1. Ten behoeve van de verankerde damwand is nader onderzoek uitgevoerd naar de exacte locatie en schoorstand van de reeds aanwezige palen. Het ontwerp van de damwand en de verankering is op basis hiervan opgesteld.
2. Inspectie heeft uitgewezen dat de beschoeiing die de zetsteenbekleding ondersteunt (net onder de waterlijn) bestaat uit een stalen damwand. Tussen de stalen damwand en de zetsteenbekleding is beton aangebracht. Mogelijk is achter de stalen damwand nog een oude houten damwand aanwezig. Zonder maatregelen conflicteert de aanwezige damwand met de aan te brengen verankering. Door lokaal (t.p.v. de kruising met de ankers) een damplank te trekken, is er geen belemmering meer voor de ankers. De stabiliteit van het talud blijft gewaarborgd door de overige damplanken die aanwezig zijn t.p.v. de steunberm en door aanwezigheid van de nieuwe damwand t.p.v. de kadeliijn. Eventueel kan het conflict ook opgelost worden door het doorboren van de damwand.
3. De damwanden worden drukkend aangebracht.
4. De (dwarskracht)nok aan de bestaande kade ten oosten van de nieuw te realiseren kade wordt verwijderd ten behoeve van de plaatsing van de damwanden haaks op de voorwand.
5. Achter de damwand wordt opgevuld met lichte ophoogmaterialen (Bims en EPS).
6. Aan de oostzijde van de nieuw te bouwen kadeconstructie Kade 285 is een bestaande kade constructie aanwezig, zie Figuur 3-1. De bestaande kadeconstructie bestaat conform Ref. [22] uit een ontlastvloer op palen. Achter de ontlastvloer bevindt zich een verankerde damwand.

Om te voorkomen dat grond vanuit de nieuw te bouwen kadeconstructie kan wegstromen wordt langs de bestaande kade (dwars op de voorwand, tussen veld 3 en veld 4) een damwand aangebracht. De damwand zal hierbij middels een stempel (op vloerniveau tussen NAP+0,5 m en NAP+0 m) steunen tegen de bestaande oostelijke kadeconstructie van veld 4, zie Figuur 4-21.



Figuur 3-1 Bovenaanzicht aansluiting veld 3 – veld 4 van Kade 285

7. De damwand haaks op de voorwand, grenzend aan het landhoofd van Brug 285, is een grondkerend scherm, zie Figuur 3-1.
8. De verankerde damwand wordt over de gehele lengte van de kade in een rechte lijn geplaatst. Ter plaatse van de aansluiting met Brug 285 wordt de voorzijde van de kademuur in een ronding uitgevoerd, zie Figuur 3-1. De schorten met basalt voormetseling worden ter plaatse van deze ronding aan een vloer op maaiveldniveau bevestigd. Deze vloer wordt separaat gefundeerd op stalen buispalen. Deze stalen buispalen worden trillend aangebracht.
9. Een eerste inspectie, van afstand, wees uit dat bovenop het talud van de oever een kerende constructie aanwezig was. Het leek op een stalen damwand of een stalen plaat tussen IPE-liggers. Inspectie heeft onlangs uitgewezen dat de plaat niet van staal is maar van multiplex. Daarvoor staan stalen IPE profielen, die amper in de grond staan. Geconcludeerd wordt dat de kerende constructie niet conflicteert met de ankers van de damwand.

3.4. Kade 326

1. De bestaande brug 326 wordt in delen gesloopt. Voorafgaand aan de bouw van de kademuur wordt het deel aan de waterzijde en ter plaatse van de kadelyn gesloopt. Voorafgaand aan het verleggen van de tramrails wordt de resterende constructie (onder het bestaande maaiveld) gesloopt.
2. De damwanden worden trillend aangebracht.
3. Ten behoeve van de verankerde damwand dient nader onderzoek de exacte locatie en schoorstand van de palen van de bestaande constructie uit te wijzen.
4. Achter de damwand wordt opgevuld met lichte ophoogmaterialen (Bims en EPS).
5. De damwand parallel aan de westelijke kade, dient om gronduitstroom te voorkomen. Deze damwand wordt verankerd aan de damwand aan de waterzijde ten behoeve van intern evenwicht. Verdere uitwerking van dit deel vindt plaats in het UO.
6. Aan de oostzijde sluit de nieuwe kade aan op een oude, laaggelegen kade (bouwjaar onbekend) met daar achter een hoger gelegen kade gebouwd in de jaren zestig. De aansluiting wordt in het UO gedetailleerd.
7. De bovenzijde van kade 326 verloopt in hoogte van ca. NAP+3,13 m aan de westzijde (b.k. bestaande kade) tot NAP+2,02 m aan de oostzijde (b.k. bestaande kade). Het wegdek ligt lokaal hoger dan b.k. kade. De hoogte van de kades wordt hier niet op aangepast.

8. Ten tijde van het inrichten van het maaiveld en het verleggen van de traminfra wordt het restant van brug 326 dat nog onder het maaiveld aanwezig is verwijderd. Dan wordt ook het laatste deel van het EPS aangebracht.

4. Ontwerp van de eindsituatie

4.1. Algemeen

Per kade is een onderverdeling gemaakt naar constructieve en geotechnische berekeningen. Indien het resultaat van een berekening tevens toepasbaar is voor de andere kade, wordt dit vermeld en wordt verwezen naar de betreffende paragraaf.

4.2. Eisen

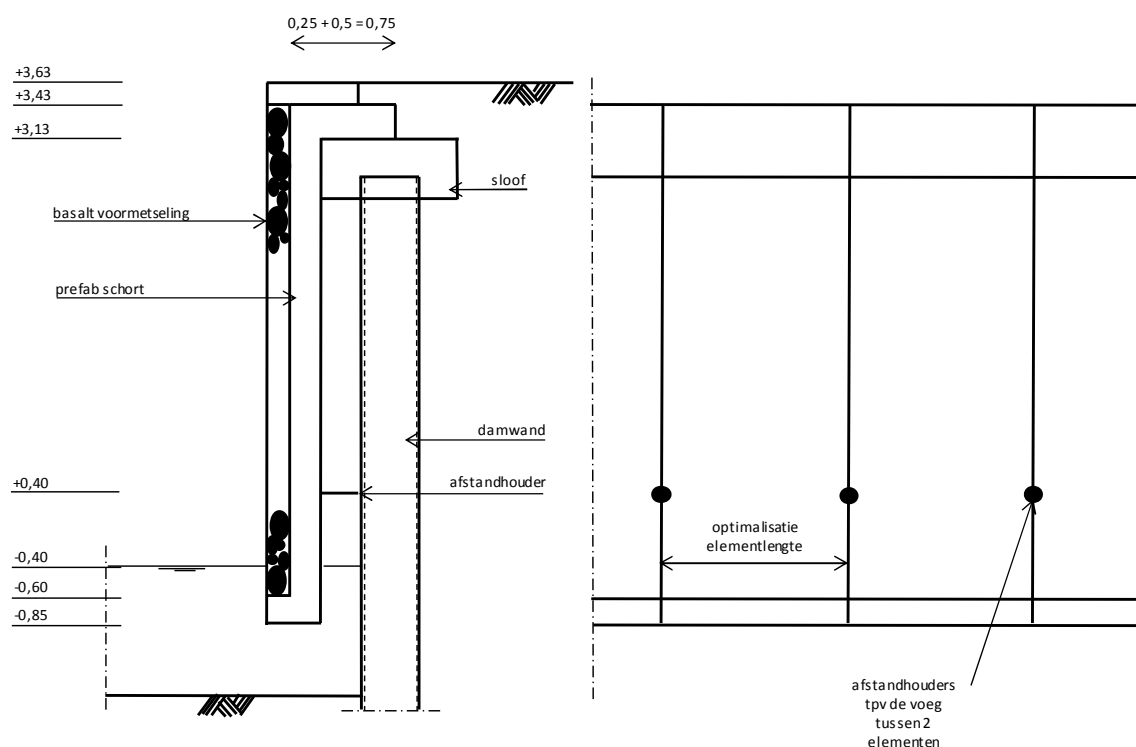
Ten aanzien van de eisen uit de vraagspecificatie [1] wordt verwezen naar §2.1.

4.3. Kademuur ten noordoosten van brug 285

4.3.1. Constructief ontwerp

4.3.1.1. Bepaling afmetingen schort

De betonnen schorten worden geprefabriceerd en met een maximumgewicht van 10 ton per element op de kademuur gefundeerd. Het deel van de schorten onder de grijpsteen wordt voorafgaand aan het inhijzen reeds met basalt voorbereid. Het gedeelte van de schorten boven de grijpsteen wordt na inhijzen van basaltmetseling voorzien. De schorten zijn allen even lang; de bovenzijde van de kade verloopt in hoogte.



Figuur 4-1: Principedoorsnede en -aanzicht kade 285

Ter plaatse van de voeg tussen 2 schorten is een afstandhouder voorzien. De bevestiging van het schort op de ter plaatse gestorte sloof vindt plaats met een doekverbinding die wordt aange-goten. De afstandhouder wordt geplaatst op de voorgeschreven aangrijphoogte van de aanvaar-belasting conform SYS-2302: 0,8 meter boven het gemiddelde waterpeil: $-0,40 + 0,80 = +0,40$ m NAP.

De minimale constructieve dikte van het schort is als volgt onderbouwd:

- $2 \times C_{toeg}$	$= 2 \times 50$	$= 100$	mm
- kruisnet $\varnothing 12$ v/a		$= 48$	mm
- buigdiameter $\varnothing 12$		$= 48$	mm +
totaal:		$= 196$	mm

Uitgegaan wordt van 250 mm.

Het eigen gewicht van het schort bedraagt:

$$q_E = 32,9 \text{ kN/m, zie §2.6.7.}$$

De rustende belasting door het basalt bedraagt:

$$q_E = 17,5 \text{ kN/m, zie §2.6.7.}$$

De belasting door de voormetseling dat voorafgaand aan het inhijzen wordt aangebracht is na-volgend bepaald de maatgevende situatie: Schort ter plaatse van de aansluiting met de oostelijke kade:

$$q_E = 1,1 \times 0,15 \times 29 = 4,8 \text{ kN/m}$$

De eigen gewicht van de sloof bedraagt:

$$q_E = 17,2 \text{ kN/m, zie §2.6.7.}$$

De rustende belasting door de dekzerk bedraagt:

$$q_E = 3,5 \text{ kN/m, zie §2.6.7.}$$

De rustende belasting door de leuning bedraagt:

$$q_E = 1,0 \text{ kN/m, zie §2.6.7.}$$

In verband de toepassing van afstandhouders op de damwanden AZ24-700 is het streven de schorten 2,80 meter breed (werkende breedte van 2 dubbele damwandplanken) te maken. De maximale hoogte van een prefab element dat horizontaal gesteund wordt door de damwanden bedraagt:

$$h = 3,29 - 0,20 + 0,85 = 3,94 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{element}} &= 3,94 \times 0,25 + 0,70 \times 0,30 + 0,15 \times 0,25 \\ &= 1,23 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} q_e &= A_{\text{element}} \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= 1,23 \times 25 \\ &= 30,8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l_{\text{max}} &= 100 / (30,8 + 4,8) \\ &= 2,81 \text{ m} > 2,80 \text{ meter} \end{aligned}$$

Snedenkrachten t.g.v. permanente belasting

Maatgevende snedenkrachten treden op ter plaatse van de oplegging van het schort op de sloof. Ter plaatse ontstaat een moment ten gevolge van de excentrische oplegging en een normaal-trekkraft ten gevolge van het eigen gewicht. De breedte van de oplegging bedraagt 0,50 meter; de dikte van het schort bedraagt vooralsnog 0,25 meter.

$$\begin{aligned}q_{E, eg + rb} &= 32,9 + 17,5 = 50,4 \text{ kN/m, zie §2.7.7.} \\q_{E, d, eg + rb} &= 1,35 \times 50,4 = 68 \text{ kN/m.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_E &= 50 \text{ kN/m} \\N_{E, d} &= 68 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{E, eg + rb} &= (0,5/2 + 0,25/2) \times 50,4 = 19 \text{ kNm/m} \\M_{E, d, eg + rb} &= 1,35 \times 19 = 26 \text{ kNm/m.}\end{aligned}$$

Toetsing moment t.g.v. permanente belasting

De dekking is in §2.5.4 onderbouwd: $c_{toeg} = 50 \text{ mm}$.

$$\begin{aligned}A_{s, ben, M} &= 26 \times 10^6 / (435 \times 0,9 \times (250 - 50 - 12 - 12/2)) \\&= 365 \text{ mm}^2 \\A_{s, ben, N} &= 68 \times 10^3 / (435 \times 2) \\&= 78 \text{ mm}^2 \\A_{s, ben, M+N} &= 365 + 78 \\&= 443 \text{ mm}^2/\text{zijde}\end{aligned}$$

Pas toe: $\varnothing 12-125$ ($904 \text{ mm}^2/\text{m}$).

$$\begin{aligned}\sigma_{E, s} &= 443/904 \times 19/26 \times 435 \\&= 155 \text{ N/mm}^2: \text{Bij deze staalspanning is voldaan aan het scheurwijdtecriterium bij} \\&\text{milieuklasse XD3.}\end{aligned}$$

Toetsing dwarskracht t.g.v. permanente belasting

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$\begin{aligned}V_{E, d} &= 68 \text{ kN/m} \\V_{R, d, C} &= 106 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{E, d} &\leq V_{R, d, C}, \text{ er geldt:} \\68 &< 106 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Voldoet

Door het moment ontstaat ter plaatse een trekkracht in het oplegvlak ter grootte van:

$$F_E = 1,35 \times 26 / (3,13 - 0,4) = 13 \text{ kN/m.}$$

De optredende trekspanning bedraagt:

$$\begin{aligned}\sigma_{cN} &= 13 \times 10^3 / (250 \times 1000) \\&= 0,05 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Deze geringe trekspanning is gezien de restcapaciteit niet in de toetsing opgenomen.

Snedenkrachten t.g.v. aanvaring

Ten aanzien van buigende momenten wordt het schort door scheepvaartverkeer maatgevend belast indien het midden tussen de afstandhouders wordt aangevaren. De belastingafdracht geschiedt in horizontale richting. De breedte van het schort bedraagt gezien de toepassing van AZ24-700: 2,80 m.

$$\begin{aligned}M_{E, d} &= 1,0 \times \frac{1}{4} \times 33 \times 2,8 \\&= 23,1 \text{ kNm.}\end{aligned}$$

Spreiding over de hoogte van het schort ter plaatse van het maximale moment: 1,0 meter. De toegelaten spanning bedraagt volgens NEN-EN 1992-2 art. 8.10.3: 250 N/mm^2 .

Ten aanzien van dwarskrachten wordt het schort door scheepvaartverkeer maatgevend belast indien het direct naast de afstandhouders aangevaren. De breedte van het schort bedraagt gezien de toepassing van AZ24-700: 2,80 m.

$$V_{E, d} = 33 \text{ kN.}$$

Spreading over de hoogte van het schort ter plaatse van de maximale dwarskracht: 0,5 meter.

Toetsing moment t.g.v. aanvaring

De dekking is in §2.6.4 onderbouwd: $c_{toeg} = 50 \text{ mm}$.

$$\begin{aligned} A_{s,ben} &= 23,1 \times 10^6 / (250 \times 0,9 \times (250 - 50 - 12 - 12/2)) \\ &= 564 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pas toe:- Constructieve hoogte schort: 250 mm,
- Kruisnet $\varnothing 12-125$ ($904 \text{ mm}^2/\text{m}$) v/a.

Voldoet

Toetsing dwarskracht t.g.v. aanvaring

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$\begin{aligned} v_{E,d} &= 33/0,5 \\ &= 66 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$v_{R,d,C} = 126 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} v_{E,d} &\leq v_{R,d,C}, \text{ er geldt:} \\ 66 &< 126 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

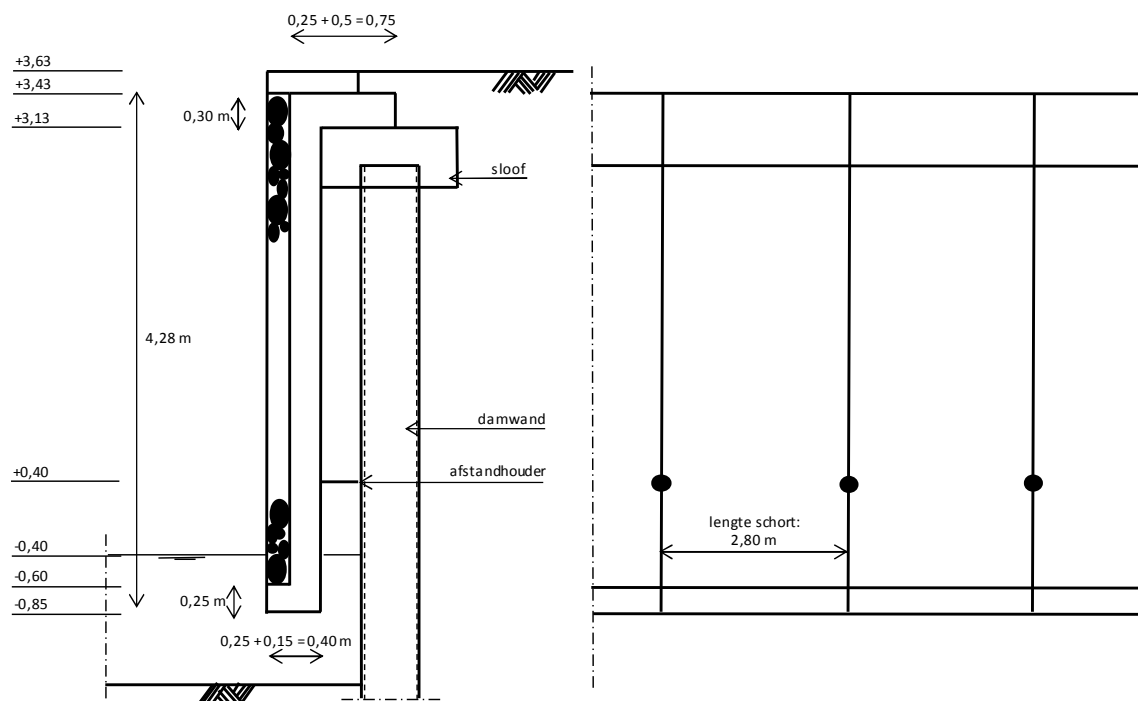
Voldoet

Conclusie: De afmetingen van het standaard schort voldoen aan de relevante criteria.
 $l \times b \times h = 2,80 \times 0,25 \times 3,94 \text{ m}$.

Ter plaatse van de aansluiting met het landhoofd van Brug 285 worden langere schorten (specials) toegepast. $b \times h = 0,25 \times 4,28 \text{ m}$.

Indien het schort tot 0,5 meter boven en 0,5 meter onder de afstandhouder wordt aangevaren, ontstaat in de buitengewone ontwerpsituatie geen maatgevende krachtwerking. Deze krachtwerking en toetsingen zijn niet in dit rapport opgenomen.

De afmetingen van de schorten zijn in de navolgende figuur weergegeven. Hierbij is voldaan aan alle relevante criteria.



Figuur 4-2: Afmetingen standaard schort kade 285

Ten behoeve van de montage van het schort wordt tussen de sloof en het schort een stelruimte voorzien. Deze stelruimte/voeg wordt in het UO uitgewerkt en getoetst.

De detaillering van de afstandhouders tussen de schorten en de doekverbinding tussen het schort en de sloof vindt plaats in het UO.

In bovenstaande berekening is bij toepassing van o.a. de dekking op het betonstaal en belastingfactoren invulling gegeven aan SYS-0835.

Door toepassing van de aanvaarbelasting gebaseerd op de eisen wordt invulling gegeven aan SYS-0293 en SYS-2302.

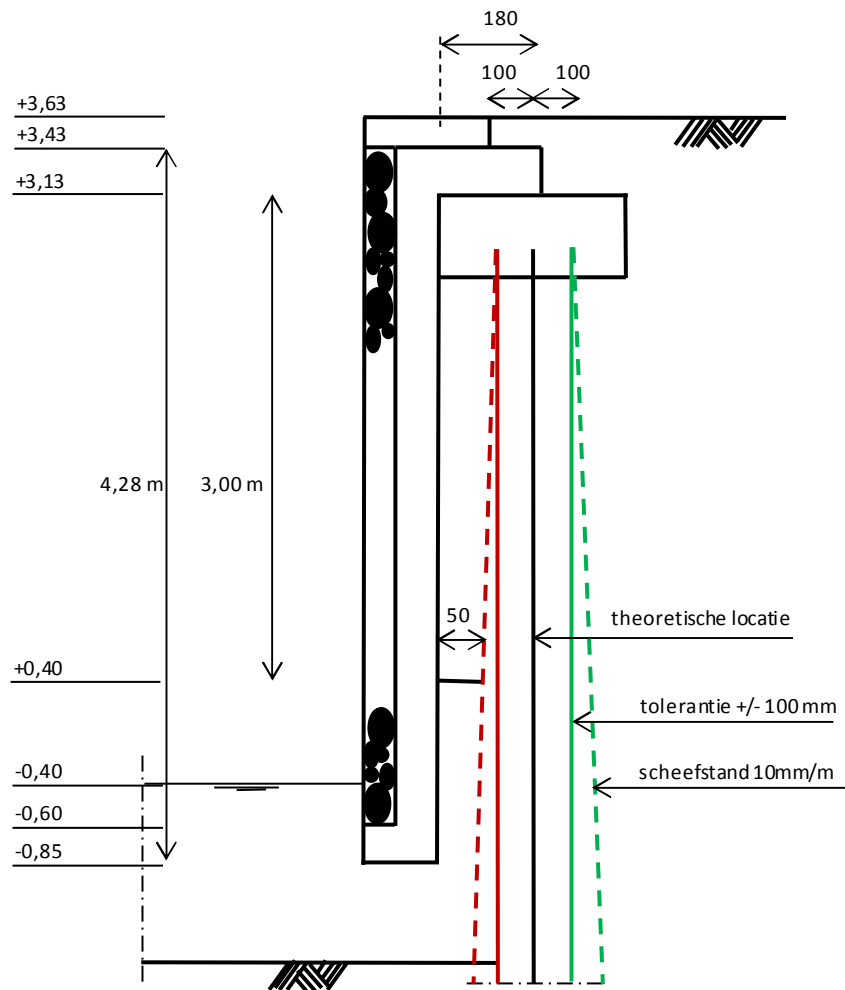
4.3.1.2. Bepaling afmetingen sloof op damwand

De breedte van de sloof wordt mede bepaald door de aan te houden uitvoeringstoleranties voor het aanbrengen van de damwanden. Hiervoor zijn door Beens de volgende toleranties opgegeven:

- Bovenzijde damwand: +/- 100 mm
- Scheefstand: 10 mm/m
- Reservering voor afstandhouder: 50 mm

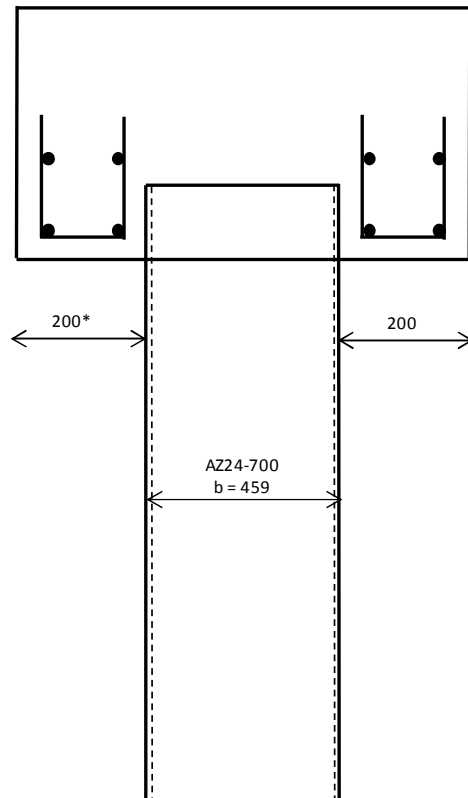
In kade 285 hebben alle schorten dezelfde dikte. De stelruimte bevindt zich ca. 3,0 meter onder de bovenzijde van het schort.

De minimale stelruimte tussen schort en damwand bedraagt: $100 + 3 \times 10 + 50 = 180$ mm, zie navolgende figuur.



Figuur 4-3: Uitvoeringstoleranties en stelruimte schort

De breedte van de sloof wordt mede bepaald door de benodigde ruimte voor de betonconstructie om de bovenzijde van de damwanden te omsluiten.



*: Onderbouwing 200 mm: $2 \times 50 + 2 \times 12 + 5 \times 12 = 184$ mm.

Figuur 4-4: Principe wapening sloof

Rekening houdend met de tolerantie voor het aanbrengen van de damwanden van 100 mm bedraagt de breedte van de sloof aan weerszijden van de damwand: $200 + 100 = 300$ mm.

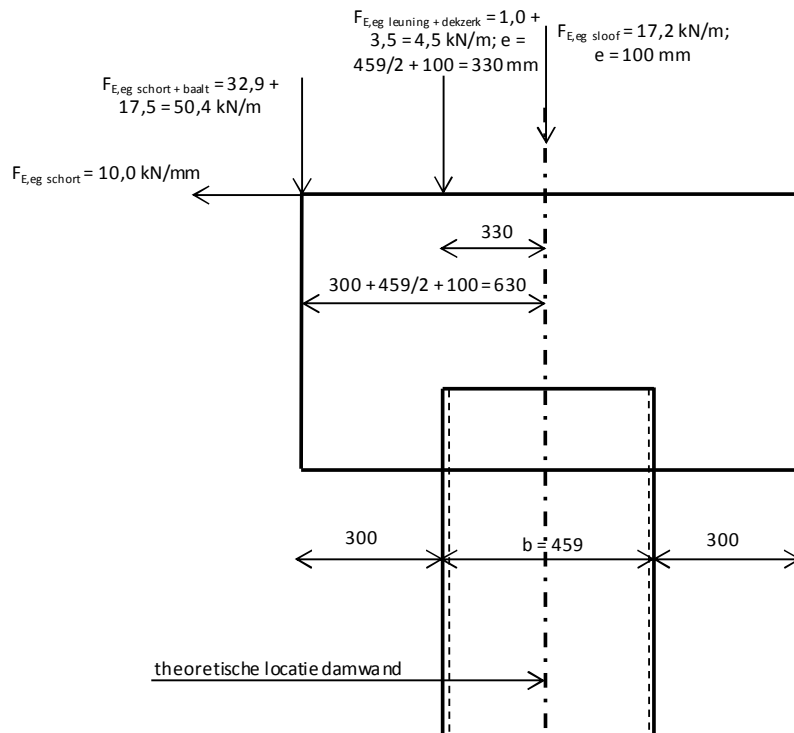
De breedte van de sloof op de damwand bedraagt hiermee: $2 \times 300 + 459 = 1059$ mm. Toegepast wordt $b_{\text{sloof}} = 1060$ mm.

De hoogte van de sloof wordt mede bepaald door de belasting bovenop de sloof. De permanente belastingen zijn in navolgende figuur weergegeven. Zie tevens §2.7.7.

Door de excentrische oplegging van het schort ontstaat aan de bovenzijde van de sloof een afschuifkracht in het oplegvlak ter grootte van:

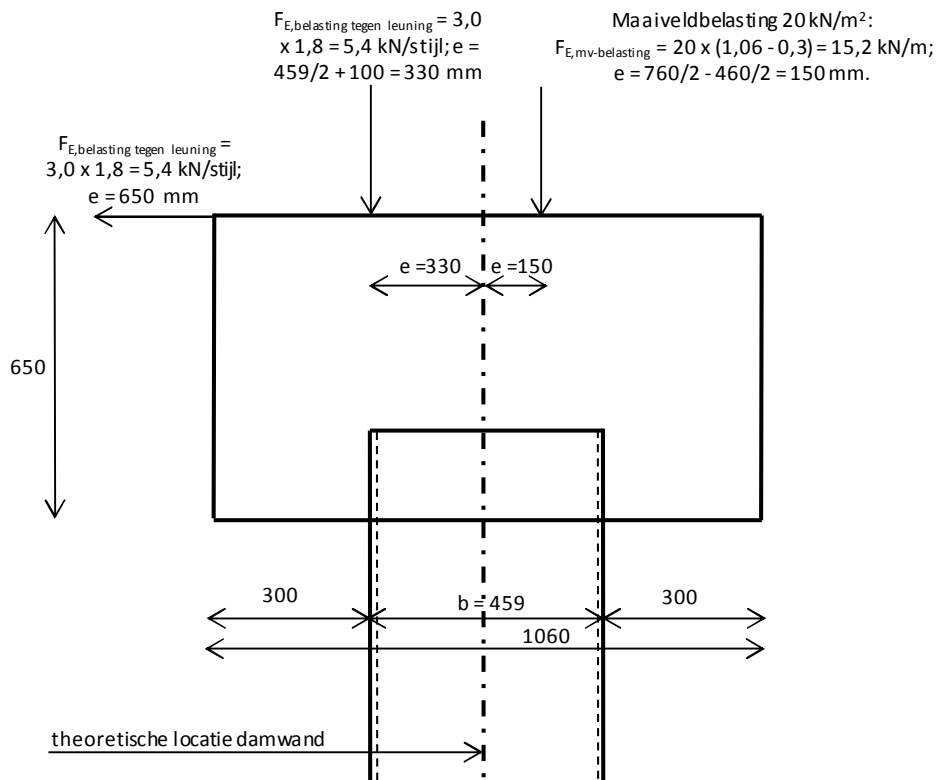
$$F_E = 26 / (3,13 - 0,4) = 10 \text{ kN/m.}$$

$$F_{E,d} = 1,35 \times 26 / (3,13 - 0,4) = 13 \text{ kN/m.}$$



Figuur 4-5: Krachtswerking sloof en kop damwand

De variabele belastingen zijn in navolgende figuur weergegeven. Zie tevens §2.7.7.



Figuur 4-6: krachtswerking kop damwand

Snedenkrachten t.g.v. belasting op sloof

Door het excentrisch aangrijpen van de belastingen ontstaat een moment in de sloof en de kop van de damwand.

De verticale belasting wordt gezien de ondersteuning van de sloof direct naar de damwanden afgedragen.

De maaiveldbelasting werkt gunstig en is niet opgenomen in de berekening.

De belasting door de leuning grijpt aan op de bovenzijde van de sloof en wordt gespreid over 0,50 meter

$$\begin{aligned} m_E &= 0,1 \times 17,2 + 0,33 \times 4,5 + 0,63 \times 50,4 + 0,65 \times 10 + (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 \\ &= 62 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{E,d} &= 1,35 \times (0,1 \times 17,2 + 0,33 \times 4,5 + 0,63 \times 50,4 + 0,65 \times 10) + 1,5 \times (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 \\ &= 86 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{E,d} &= 1,35 \times 50,4 \\ &= 68 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Toetsing moment

De dekking is in §2.6.4 onderbouwd: $c_{toeg} = 50 \text{ mm}$.

De constructieve hoogte van de sloof ter plaatse van de damwand bedraagt: $650 - 200 = 450 \text{ mm}$.

$$\begin{aligned} A_{s,ben} &= 86 \times 10^6 / (435 \times 0,9 \times (450 - 50 - 12/2)) \\ &= 558 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pas toe: Ø16-150 (1340 mm²/m).

$$\begin{aligned} \sigma_{E,s} &= 558/1340 \times 62/86 \times 435 \\ &= 131 \text{ N/mm}^2: \text{ Bij deze staalspanning is voldaan aan het scheurwijdtecriterium bij} \\ &\quad \text{milieuklasse XD3.} \end{aligned}$$

Deze wapening wordt als beugel in de sloof toegepast. Tevens wordt deze wapeninghoeveelheid ten behoeve van de realisatie van de verbinding van de sloof gelast aan de damwand.

Toetsing dwarskracht t.g.v. permanente belasting

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$\begin{aligned} v_{E,d} &= 68 \text{ kN/m} \\ v_{R,d,C} &= 175 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{E,d} &\leq v_{R,d,C}, \text{ er geldt:} \\ 68 &< 175 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.

Voldoet

Toetsing wringing

Tijdens de montage van de schorten ontstaat een wringend moment in de sloof ter grootte van:

$$\begin{aligned} T_{E,d} &= 1,35 \times (0,63 \times 50,4 + 0,65 \times 10) \times 2,8/2 \\ &= 72 \text{ kNm. Dit moment wordt aan weerszijden van het schort over een lengte van 1,0} \\ &\text{meter gespreid. Dit is een conservatieve berekening.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{ef,1} &= A/u \\ &= 1060 \times 450 / (2 \times (1060 + 450)) \\ &= 158 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_1 &= b - t_{ef,1} \\ &= 1060 - 158 = 902 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_1 &= h - t_{ef,1} \\ &= 450 - 158 = 292 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_k &= (1060 - 158) \times (450 - 158) \\ &= 263384 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_k &= 2 \times (902 + 292) \\ &= 2388 \text{ mm} \end{aligned}$$

Getoetst wordt of ten gevolge van het wringend moment de doorsnede ongescheurd blijft.

Het scheurmoment treedt op indien: $\tau_{t,i} = f_{ctd}$.

$$\begin{aligned} \tau_{t,i} \times t_{ef,1} &= T_{E,d} / 2 \times A_k \\ \tau_{t,i} \times 158 &= 72 \times 10^6 / 2 \times 263384 \\ \tau_{t,i} &= 0,87 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctd} &= 1,0 \times 2,00 / 1,5 \\ &= 1,33 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{t,i} &\leq f_{ctd}, \text{ er geldt:} \\ 0,87 &< 1,33 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Conclusie: De doorsnede blijft ten gevolge van het wringend moment ongescheurd.

$$\begin{aligned} A_{\text{beugel,ben}} &= T_{Ed} \times 10^6 / (2 \times b_1 \times h_1 \times f_{yd}) \\ &= 72 \times 10^6 / (2 \times 902 \times 292 \times 435) \\ &= 314 \text{ mm}^2/\text{m (enkelzijdig)} \end{aligned}$$

$$\text{Pas toe:} \quad Bgls \quad \varnothing 12-150 (754 \text{ mm}^2/\text{m})$$

Voldoet

$$\begin{aligned} A_{\text{slangwap,ben}} &= T_{ed} \times u_k \times 10^6 / (2 \times A_k \times f_{yd} \times 10^3) \\ &= 72 \times 10^6 \times 2388 \times 1,00 / (2 \times 263384 \times 435) \\ &= 750 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{slangwap,b/o}} &= T_{ed} \times 10^6 / (2 \times h_1 \times f_{yd}) \\ &= 72 \times 10^6 \times 1,00 / (2 \times 292 \times 10^3 \times 435) \\ &= 283 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pas toe: $7\varnothing 12$ ($791 \text{ mm}^2/\text{m}$)

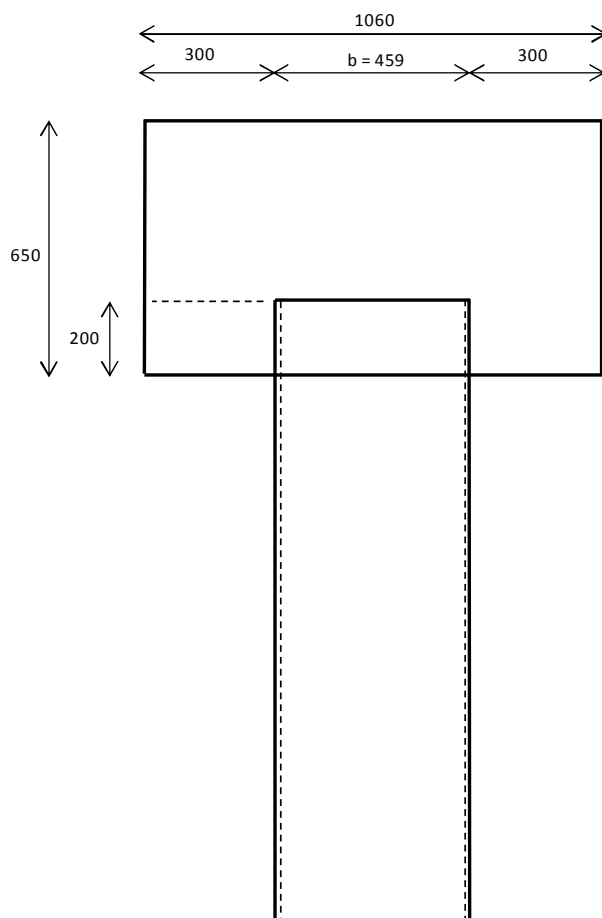
Voldoet

De berekende wapeningsconfiguratie bij de diverse toetsingen is maakbaar en toepasbaar in de vormgeving van de sloof.

Invloeden door verhinderde en opgelegde vervormingen worden in UO behandeld. De wapeningsconfiguratie wordt in het UO hierop aangepast. Naar verwachting bedraagt dan de wapeningshoeveelheid in de sloof ca. 200 kg/m^3 .

Afmetingen sloof en belasting op damwand

De afmetingen van de sloof zijn in de navolgende figuur weergegeven. Hierbij is voldaan aan alle relevante criteria.



Figuur 4-7: Afmetingen sloof kade 285

De verticale belastingen door de sloof op de kop van de damwand is navolgend weergegeven:

$$F_{E, \text{eg}, \text{sloof}} = 17,2 \text{ kN/m}$$

$$F_{E, \text{eg}, \text{schort en basalt}} = 50,4 \text{ kN/m}$$

$$F_{E, \text{eg}, \text{leuning en dekzerk}} = 4,5 \text{ kN/m}$$

$$F_{E, \text{var}, \text{leuning}} = 3,0 \text{ kN/m: Treedt niet gelijktijdig op met maaiveldbelasting.}$$

$$F_{E, \text{var}, \text{maaiveld}} = 15,2 \text{ kN/m} +$$

$$F_{E, \text{totaal}} = 90 \text{ kN/m}$$

$$F_{Ed \text{ totaal}} = 1,35 \times (17,2 + 50,4 + 4,5) + 1,5 \times (3,0 + 15,2) = 125 \text{ kN/m}$$

De horizontale belastingen door de sloof op de kop van de damwand is navolgend weergegeven:

$$F_{E, \text{eg, sloof}} = 10,0 \text{ kN/m}$$

$$F_{E, \text{var, leuning}} = 3,0 \text{ kN/m}$$

Het kopmoment door de sloof op de kop van de damwand is navolgend weergegeven:

$$\begin{aligned} m_E &= 0,1 \times 17,2 + 0,33 \times 4,5 + 0,63 \times 50,4 + 0,65 \times 10 + (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 \\ &= 62 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Op dit moment dient o.a. de buigtrekwapening in de sloof en de stekken aan de damwand gebaseerd te worden.

De belasting door de mast is niet inbegrepen. Deze specifieke situatie wordt ten aanzien van de afmetingen van de sloof en de belastingen op de damwand separaat behandeld.

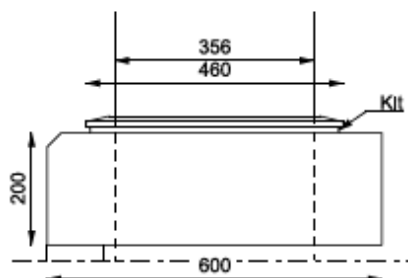
In bovenstaande berekening is bij toepassing van o.a. de dekking op het betonstaal en belastingfactoren invulling gegeven aan SYS-0835.

4.3.1.3. Dimensionering verankering mast en afmetingen sloof op damwand

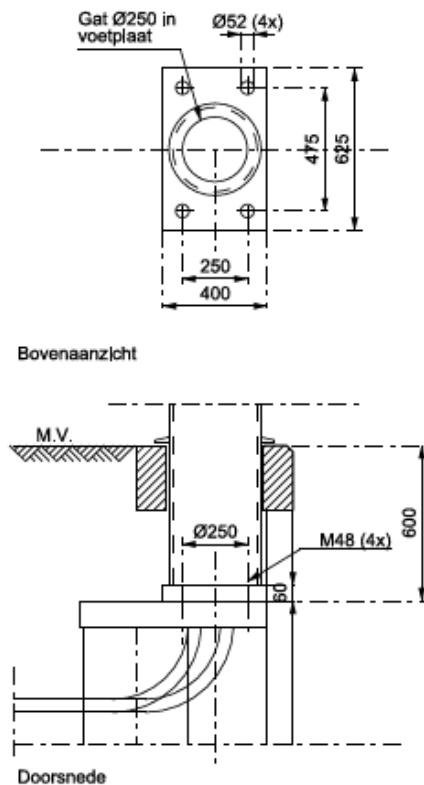
Geometrie

De combimast ten behoeve van de bovenleiding, verlichting e.d. (M046) wordt op de bovenzijde van de kademuur bevestigd.

In [4] is de vormgeving van de bevestiging van de mast op de kademuur weergegeven, zie navolgende figuren.



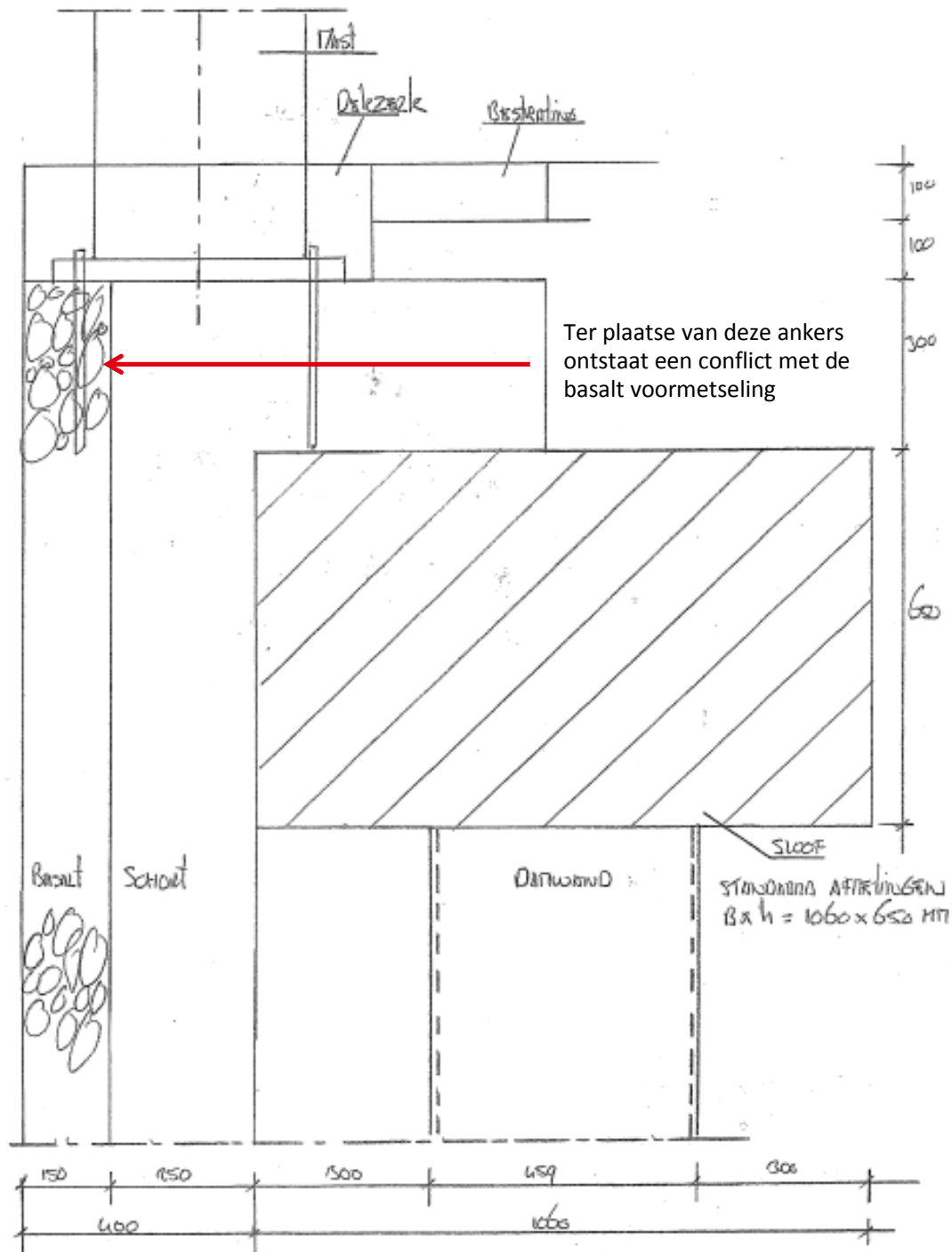
Detail 16.5 : Principedetail mast met Ring
Schaal 1:10



Figuur 4-8: Vormgevingsdocument: Bevestiging mast op bovenzijde kademuur

De mast wordt voorzien van een stalen voetplaat. Deze voetplaat wordt met een boutverbinding bevestigd op de betonnen sloof.

In de navolgende figuur is de standaard situatie (schort met basalt voormetseling, dekzerk, betonnen sloof en damwand) weergegeven. De afmetingen zijn bepaald in §4.4.1.1 en §4.4.1.2. Tevens is in de figuur de bevestiging van de mast aan de voorzijde van de kademuur opgenomen.

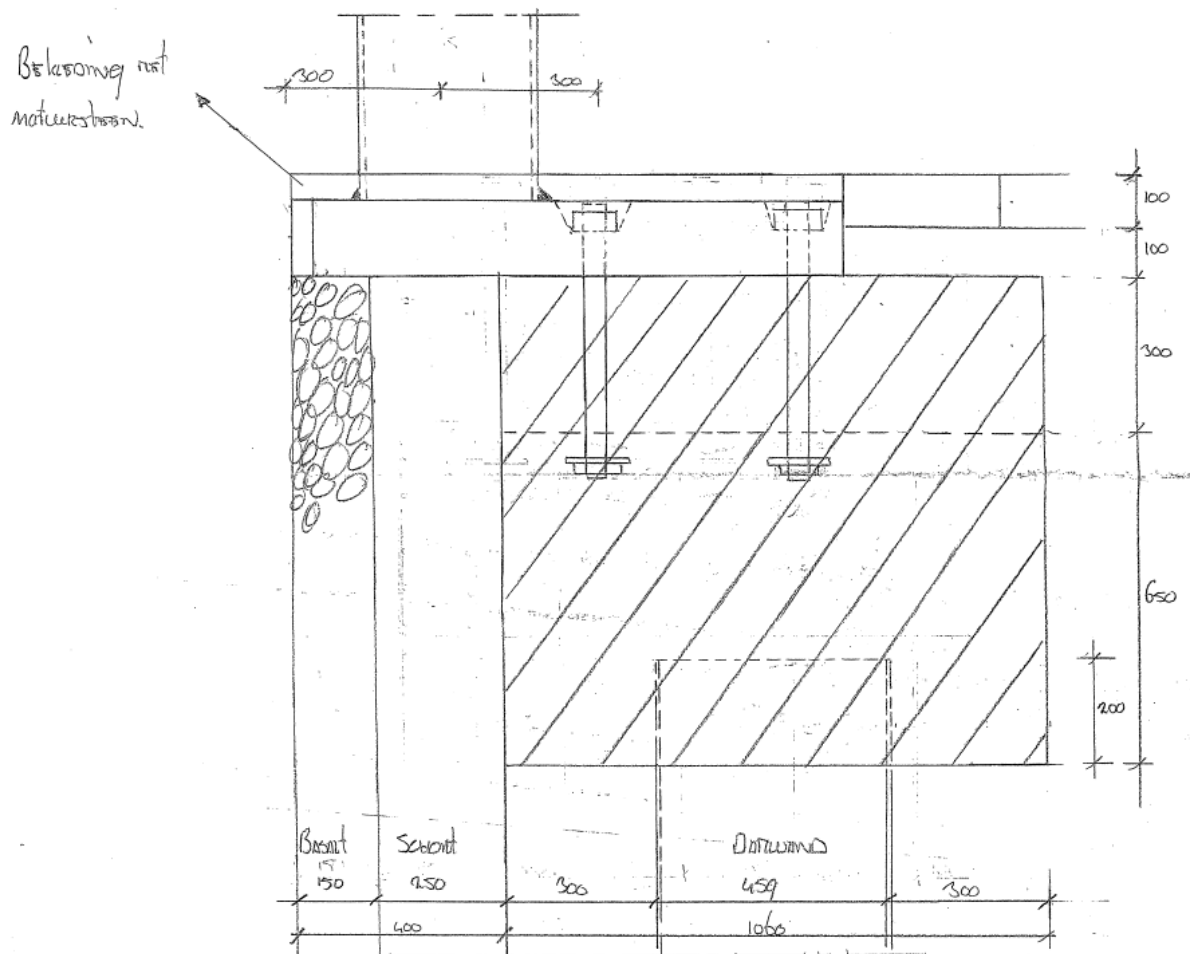


Figuur 4-9: Bevestiging mast op bovenzijde kademuur 285

De krachtswerking aan de voet de mast is aanzienlijk. De ankerverbinding tussen mast en kademuur dient met forse ankers uitgevoerd te worden. In de figuur hierboven ontstaat hierbij een conflict met zowel de basalt voormetseling en het schort. In het basalt en het schort kunnen de ankers de krachten niet afdragen.

De mast wordt excentrisch gefundeerd, waarbij de ankers in de damwandsloof worden opgenomen. De onderzijde van de voetplaat ligt op hetzelfde niveau als de onderzijde van de dekzerk. Ter plaatse wordt de oplegging van het schort onderbroken. De sloof wordt ter plaatse verhoogd

tot onderzijde dekzerk. De basalt voormetseling wordt ononderbroken tot de onderzijde van de voetplaat doorgezet. De voetplaat wordt bekleed met natuursteen. Zie navolgende figuur.



Figuur 4-10: Doorsnede bevestiging mast op bovenzijde kademuur 285

De afmetingen van de voetplaat volgen uit de berekening. De lengte van de sloof waarover deze wordt verhoogd volgt uit de afmetingen van de voetplaat.

Ten behoeve van de montage van de mast met voetplaat wordt tussen de sloof en de voetplaat een stelruimte voorzien. Deze stelruimte/voeg wordt in het UO uitgewerkt en getoetst.

Het schort wordt aan weerszijden van de mast gedragen door de sloof. Ter plaatse is de standaard doorsnede van de kademuur van toepassing, zie figuur 4.9.

Permanente belasting door mast

Voor een onderbouwing van de belastingen wordt verwezen naar §2.6.7.1.

$F_{E, \text{mast_e.g.}}$	$= 5,0 \text{ kN/mast}$
$F_{E, \text{mast_verlichting}}$	$= 1,0 \text{ kN/mast}$
$F_{E, \text{mast_bebording}}$	$= \underline{1,0 \text{ kN/mast} +}$
$F_{E, \text{mast_perm}}$	$= 7,0 \text{ kN/mast}$

$$\begin{aligned}\text{Aangehouden wordt: } F_{E,\text{mast_perm}} &= 10 \text{ kN/mast} \\ F_{Ed,\text{mast_perm}} &= 0,9 \times 10 \\ &= 9 \text{ kN/mast.}\end{aligned}$$

Deze neerwaartse belasting werkt als normaaldrukkracht op 4 ankers.

$$\begin{aligned}M_{E,\text{bovenleiding en verlichting}} &= 7,5 \times (10 + 7,5 + 5) \\ &= 169 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{Ed,\text{bovenleiding en verlichting}} &= 1,35 \times 169 \\ &= 228 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

Voor windbelasting wordt aangehouden: $2,0 \text{ kN/m}^2$.

$$\begin{aligned}M_{E,\text{wind}} &= 0,5 \times 0,355 \times 2,0 \times 11,5^2 \\ &= 47 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{Ed,\text{wind}} &= 1,5 \times 47 \\ &= 70 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{Ed,\text{tot}} &= 228 + 70 \\ &= 298 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

Dit moment werkt in het hart van de verankering van de mast.

De belasting door de bovenleiding en verlichting bedraagt:

$$\begin{aligned}V_E &= 10 + 7,5 + 5 \\ &= 22,5 \text{ kN/mast}\end{aligned}$$

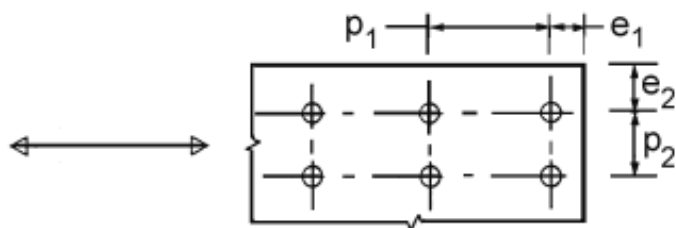
$$\begin{aligned}V_{E,d} &= 1,35 \times 22,5 \\ &= 30 \text{ kN/mast (dwarskracht op 4 ankers)}\end{aligned}$$

Ankerplan

Er worden 4 ankers met ankerplaten toegepast. Het ankerstramien is $400 \times 400 \text{ mm}$.

Afmetingen voetplaat

De afmetingen voetplaat zijn bepaald aan de hand van NEN-EN 1993-1-8 art. 3.5. In dit artikel is navolgende figuur opgenomen.



a) Symbolen voor tussenafstanden (steekmaten) van verbindingsmiddelen

Figuur 4-11: Gatafstanden voetplaat

Bij toepassing van ankers M42 is de gatgrootte d_0 : $42 + 2 + 2 = 46 \text{ mm}$.

Minimale maat e_1 $= 1,2 \times d_0$
 $= 1,2 \times 46$
 $= 55 \text{ mm. Pas toe } 75 \text{ mm}$

Minimale maat e_2 $= 1,2 \times d_0$
 $= 1,2 \times 46$
 $= 55 \text{ mm. Pas toe } 75 \text{ mm}$

Minimale maat p_1 $= 2,2 \times d_0$
 $= 2,2 \times 46$
 $= 101 \text{ mm} < 400 \text{ mm}$

Minimale maat p_2 $= 2,4 \times d_0$
 $= 2,4 \times 46$
 $= 111 \text{ mm} < 400 \text{ mm}$

Breedte voetplaat: $400 + 2 \times 75 = 550 \text{ mm.}$

Lengte voetplaat: $400 + 1 \times 75 + 550 = 1025 \text{ mm.}$

Dimensionering ankers

Afstand voorzijde sloof - hart anker: $c + \varnothing_{bgl} + \varnothing_{HW} + h_{ankerplaat}/2 + \varnothing_{anker} + 25$
 $50 + 16 + 16 + 25 + 150/2 = 182 \text{ mm.}$
Pas toe: 200 mm

Dit ankerplan wordt gezamenlijk met de belasting op de verankering gemodelleerd in software dat de ankers toetst op de relevante criteria. Overige invoergegevens zijn:

Ankers: 4 stuks DEMU 1980 FV M30-140 8.8.

M30 is de maximaal toe te passen diameter van het anker in de software.

De toetsingen worden handmatig omgeschreven naar de benodigde ankerdiameter.

Beton: C30/37, gescheurd

Betonstaal: B500B

Dekking: 50 mm

Geen dicht wapeningsnet aanwezig

Rechte randwapening aanwezig

Splijtwapening is aanwezig, uitwerking in UO.

Goede aanhechtingscondities

De ankergroep aan de waterzijde wordt bij belasting door de kabels in 1 richting maatgevend, op trek, belast. Wanneer deze masten belast worden door een ten opzichte van deze situatie afwijkende configuratie van de kabels, wordt deze ankergroep naar verwachting niet maatgevend belast. In het DO wordt volstaan met de dimensionering van de ankers en aanvullende wapening op basis van de maatgevend belaste ankers en de belastingopgave door SYS-1942.

In bijlage 3 zijn de navolgende resultaten weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat met toepassing van ankers DEMU 1980 FV M30-140 8.8 niet aan alle criteria voldaan is. Dit wordt enerzijds ondervangen door toepassen van een zwaarder anker en ankerplaat, anderzijds door toepassing van een specifieke wapeningsconfiguratie rondom de ankers. Alle toetsingen zijn onderstaand uitgevoerd met DEMU 1980 FV M42 8.8.

Normaaltrekkracht - Staalbreuk

$$N_{Ed} = 335 \text{ kN/anker (resultaat krachtswerking in bijlage 3)}$$

$$\begin{aligned} N_{Rk,s} &= 1121 \times 600 \quad (\text{toetsing aan M42}) \\ &= 673 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,s} &= N_{Rk,s}/\gamma_{M,s} \quad (\text{ETA-13/0401}) \\ &= 673/1,58 \\ &= 426 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Benuttingsgraad:} \quad 335/426 \times 100\% = 79\%$$

Voldoet

Normaaltrekkracht - Uittrekken ankerplaat

Het anker dient gezien de trekkracht voorzien te worden van een ankerplaat. Aangezien DEMU technische informatie verstrekt t/m M30 is navolgend gerekend met de ankerplaat van M30.

$$N_{Ed} = 335 \text{ kN/anker}$$

$$\begin{aligned} N_{Rk,p} &= 6 \times A_h \times f_{ck,cube} \times \psi_{ucr,N} \quad (\text{ETA-13/0401}) \\ &= 6 \times (\pi/4 \times (95^2 - 40^2)) \times 37 \times 1,48 \\ &= 1916 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,s} &= N_{Rk,p}/\gamma_{M,c} \quad (\text{ETA-13/0401}) \\ &= 1916/1,50 \\ &= 1277 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Benuttingsgraad:} \quad 335/1277 \times 100\% = 26\%$$

Voldoet

Normaaltrekkracht - Betonkegelbreuk

Bezwijken door betonkegelbreuk wordt voorkomen door toepassing van haarspelden rondom de ankers.

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 335 \text{ kN/anker} \\ &= 670 \text{ kN/ankergroep} \end{aligned}$$

Indien de staalspanning in de haarspelden beperkt blijft tot 250 N/mm^2 behoeft volgens NEN-EN 1992-2 art. 8.10.3 niet op scheurvorming getoetst te worden.

$$\begin{aligned} A_{s,ben} &= 670000/(250 \times 201) \\ &= 13,3 \text{ st. } \varnothing 16 \end{aligned}$$

Toegepast worden 7 hrsp $\varnothing 16$ per ankergroep

Voldoet

Om de spatkrachten door spreiding (45°) van de ankerkracht op te nemen, is benodigd::

$$\begin{aligned} A_{s,ben} &= 670000/(250 \times 201) \\ &= 13,3 \text{ st. } \varnothing 16 \end{aligned}$$

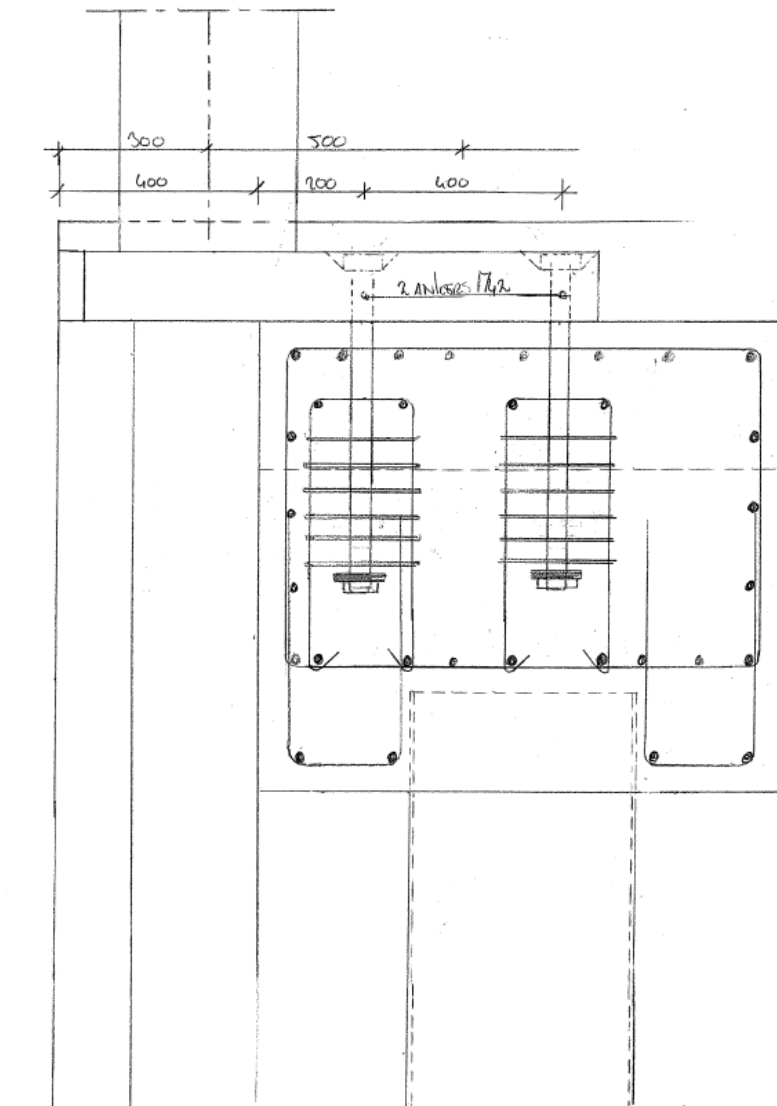
Toegepast worden 14 $\varnothing 16$ per ankergroep

Voldoet

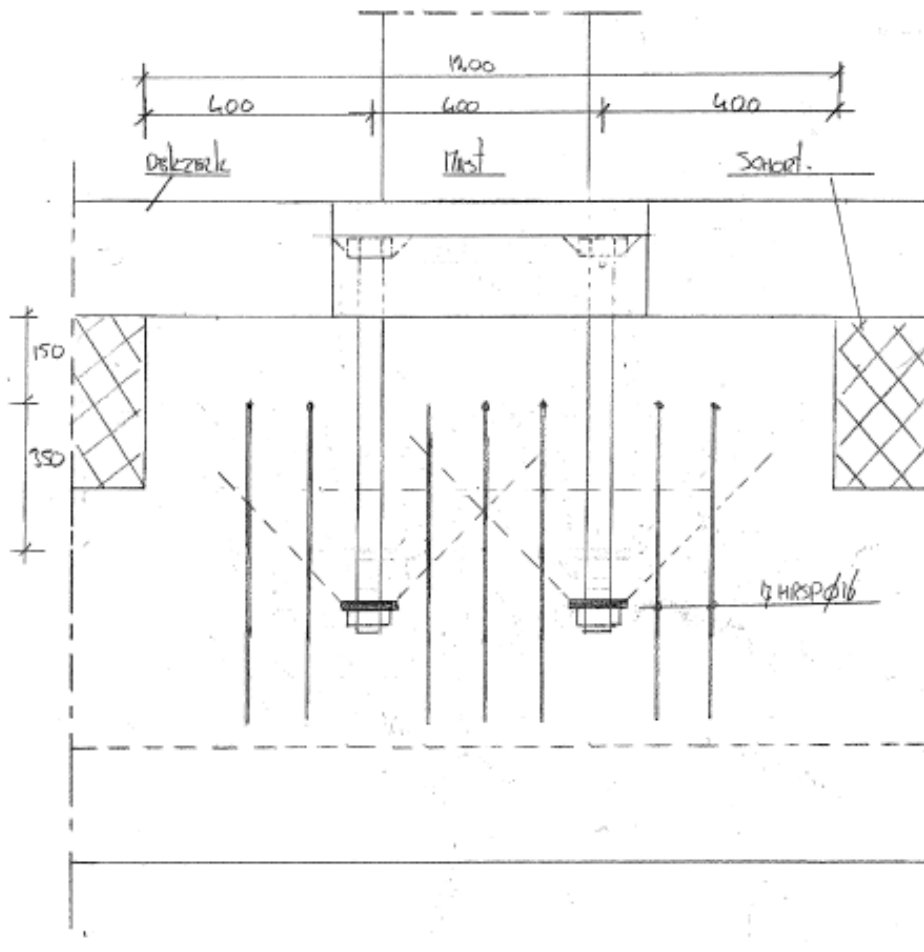
Met deze wapeningsconfiguratie wordt bezwijken door betonkegelbreuk voorkomen.

Nadere detaillering volgt in het UO.

In de onderstaande figuur zijn de berekende ankers en wapening weergegeven.



Figuur 4-12: Doorsnede kademuur 285 met ankers en aanvullende wapening



Figuur 4-13: Vooraanzicht kademuur 285 met ankers en aanvullende wapening

Normaaltrekkracht - Splijten

Dit criterium wordt in het UO getoetst en indien nodig wordt aanvullende wapening toegepast.

Normaaltrekkracht - Zijdelings uitbreken

Dit criterium wordt in het UO getoetst en indien nodig wordt aanvullende wapening toegepast.

Normaaltrekkracht - Staalbreuk bijlegwapening

De staalspanning in de bijlegwapening is gelimiteerd tot 250 N/mm^2 welke ruimschoots door de vloegrens wordt afgedekt. $250 < 435 \text{ N/mm}^2$ Voldoet

Normaaltrekkracht - Aanhechtbezwijken van de bijlegwapening

Dit criterium wordt in het UO getoetst. Er is voldoende ruimte aanwezig om de volledige verankeringslengte toe te passen.

Afschuifkracht - Staalbreuk

Benutting: 5,91% op basis van M30 Voldoet

Afschuifkracht - Betonrandbreuk

Benutting: 19,14% op basis van M30 Voldoet

Afschuifkracht - Betonachteruitbreken

Benutting: 7,60% op basis van M30

Voldoet

Combinatie trek- en dwarskracht

CEN/TS 1992-4-2 art. 6.4.1.2 dient de toetsing aan een van de onderstaande bepaling te voldoen:

$$1. \quad \beta_N + \beta_V \leq 1,2$$

en

$$2. \quad \beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1,0$$

De maatgevende toetsing bedraagt voor de normaaltrekkkracht:

$$\beta_N = 0,79$$

De maatgevende toetsing bedraagt voor de dwarskracht:

$$\beta_V = 0,19$$

Toetsing:

$$1. \quad 0,79 + 0,19 = 0,98 \leq 1,2$$

en

$$2. \quad 0,79^{1,5} + 0,19^{1,5} = 0,78 \leq 1,0$$

Voldoet

Voldoet

Aangetoond is dat met toepassing van 4 ankers DEMU 1980 FV M42 8.8 voorzien van ankerplaten en de berekende wapeningsconfiguratie voldaan is aan alle relevante criteria, met dien verstande dat tijdens het UO aanvullende toetsingen uitgevoerd dienen te worden. Deze toetsingen hebben echter geen invloed op de geometrie van de fundatie van de mast op kademuur 285 zoals weergegeven in de figuren 4.10 t/m 4.13.

De horizontale belastingen door de kabels aan de mast worden geacht allen in dezelfde richting en op een hoogte van 7,5 meter op te treden. De hieruit volgende ankerkrachten zijn in bijlage 3 getoetst. Indien de richting en de belasting van de kabels gebaseerd worden op tekening C30-SZE-AU-1600030 versie 2.0 ontstaat geen maatgevende situatie. De anker- en wapeningsconfiguraties zoals bovenstaand berekend blijven aan de relevante criteria voldoen.

Dimensionering dikte plaat

De dikte van plaat wordt enerzijds gebaseerd op het optredende moment aan de voet van de mast en anderzijds op de buigstijfheid van de mast.

$$M_{Ed,tot} = 298 \text{ kNm/mast}$$

$$\begin{aligned} W_{ben} &= 298 \times 10^6 / 195 [100 \text{ mm} < t \leq 150 \text{ mm conform NEN-EN 10025-2 tabel 7}] \\ &= 1,53 \times 10^6 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{min} &= (1,53 \times 10^6 / (1/6 \times b))^{1/2} \\ &= 129 \text{ mm} \end{aligned}$$

De buigstijfheid van de mast bij een wanddikte van 5 mm bedraagt:

$$\begin{aligned}EI &= 2,0 \times 10^5 \times \pi/64 \times (D^4 - d^4) \\&= 2,0 \times 10^5 \times \pi/64 \times (355,6^4 - 345,6^4) \\&= 8,46 \times 10^7 \text{ mm}^4 \\h_{\min} &= EI/(1/12 \times b))^{1/3} \\&= (8,46 \times 10^7/(1/12 \times b))^{1/3} \\&= 123 \text{ mm}\end{aligned}$$

Pas toe: $h_{\text{plaat}} = 140 \text{ mm}$.

Afmetingen sloof en belasting op damwand

De afmetingen van de sloof zijn eerder in deze paragraaf weergegeven.

Standaardsituatie, zie §4.3.1.2:

verticale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:	$F_{E,\text{totaal}}$	= 90 kN/m
horizontale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:	$F_{E,\text{var,leuning}}$	= 13,0 kN/m
kopmoment door de sloof op de kop van de damwand:	m_E	= 62 kNm/m

Ter plaatse van mast:

Verticale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:

- Afmetingen sloof: $b \times h = 1,06 \times 0,95 = 1,01 \text{ m}^2$
Gewicht sloof: $A_{\text{sloof}} \times 25 = 25,2 \text{ kN/m}$
- $F_{E,\text{mast_perm}} = 10 \text{ kN/mast}$, spreiding over 1,2 meter.

Totaal ter plaatse van de mast:

$$\begin{aligned}F_{E,\text{totaal}} &= 90,0 + 25,2 - 17,2 + 10/1,2 = 103 \text{ kN/m} \\F_{E,d,\text{totaal}} &= 1,35 \times 90,0 + 1,35 \times 25,2 - 1,35 \times 17,2 + 1,35 \times 10/1,2 = 140 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Dwarskracht in sloof:

$$\begin{aligned}V_{E,\text{totaal}} &= 10,0/1,2 + 0,5 \times 25,2 = 21 \text{ kN/m} \\V_{E,d,\text{totaal}} &= 1,35 \times (10,0/1,2 + 0,5 \times 25,2) = 28 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

De helft van het gewicht van de poer wordt in rekening gebracht ter plaatse van de toetslocatie in de dag van de damwand.

Horizontale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:

- Belasting door bovenleiding en verlichting: 22,5 kN/mast, spreiding over 1,2 meter.

Totaal ter plaatse van de mast:

$$\begin{aligned}F_{E,\text{totaal}} &= 3,0 + 22,5/1,2 = 22 \text{ kN/m} \\F_{E,d,\text{totaal}} &= 1,5 \times 3,0 + 1,35 \times 22,5/1,2 = 30 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Kopmoment door de sloof op de kop van de damwand:

- Gewicht sloof = 25,2 kN/m
e = 0,1 meter
 $m_{E, \text{eg sloof}} = 0,1 \times 25,2 = 2,5 \text{ kNm/m}$
Hierin is: 0,10 m = tolerantie damwand
- Gewicht mast = 10 kN
e = 0,5 meter
- $m_{E, \text{mast}} = 0,5 \times 10/1,2 = 4 \text{ kNm/m}$
- $m_{E, \text{bovenleiding en verlichting}} = 169/1,2 = 141 \text{ kNm/m}$
- $m_{E, \text{wind}} = 47/1,2 = 39 \text{ kNm/m}$

Totaal ter plaatse van de mast, zie ook §4.3.1.2:

$$M_{E, \text{totaal}} = -0,33 \times 4,5 + (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 + 2,5 - 4,0 + 141 + 39 = 197 \text{ kNm/m}$$

$$M_{E, d, \text{totaal}} = 0,9 \times -0,33 \times 4,5 + 1,5 \times (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 + 1,35 \times 2,5 - 0,9 \times 4,0 + 1,35 \times 141 + 1,5 \times 39 = 277 \text{ kNm/m}$$

Op dit moment dient o.a. de buigtrekwapening in de sloof en de stekken aan de damwand gebaseerd te worden. Deze toetsing wordt in het UO uitgevoerd.

Resume snedenkrachten op kop damwand:

$$\begin{array}{lll} \text{Verticaal:} & F_{E, \text{totaal}} & = 103 \text{ kN/m} \\ & F_{E, d, \text{totaal}} & = 140 \text{ kN/m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{Horizontaal:} & F_{E, \text{totaal}} & = 22 \text{ kN/m} \\ & F_{E, d, \text{totaal}} & = 30 \text{ kN/m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{Kopmoment:} & M_{E, \text{totaal}} & = 197 \text{ kNm/m} \\ & M_{E, d, \text{totaal}} & = 277 \text{ kNm/m} \end{array}$$

Toetsing moment

De dekking is in §2.6.4 onderbouwd: $c_{\text{toeg}} = 50 \text{ mm}$.

De constructieve hoogte van de sloof bedraagt: $950 - 200 = 750 \text{ mm}$.

$$\begin{aligned} A_{s, \text{ben}} &= 277 \times 10^6 / (435 \times 0,9 \times (750 - 50 - 20/2)) \\ &= 1025 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pas toe: $\varnothing 16-100$ ($2011 \text{ mm}^2/\text{m}$).

$$\begin{aligned} \sigma_{E, s} &= 1025/2011 \times 197/277 \times 435 \\ &= 158 \text{ N/mm}^2: \text{ Bij deze staalspanning is voldaan aan het scheurwijdtecriterium bij milieuklasse XD3.} \end{aligned}$$

Deze wapening wordt als beugel in de sloof toegepast. Tevens wordt deze wapening ten behoeve van de realisatie van de verbinding van de sloof gelast aan de damwand.

Toetsing dwarskracht

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$V_{E,d} = 28 \text{ kN/m}$$

$$V_{R,d,C} = 253 \text{ kN/m}$$

$$V_{E,d} \leq V_{R,d,C}, \text{ er geldt:}$$

$$28 < 253 \text{ kN/m}$$

Voldoet

Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.

Toetsing wringing

Tijdens de montage van de schorten ontstaat een wringend moment in de sloof ter grootte van:

$$T_{E,d} = 1,35 \times 0,63 \times 50,4 \times 2,8/2$$

$$= 60 \text{ kNm/element}$$

Dit wringend moment is reeds getoetst voor de standaard situatie in §4.3.1.2.

Ter plaatse van de mast zijn de afmetingen van de sloof groter. Hiermee neemt de capaciteit toe, zodat de toegepaste wapening uit §4.3.1.2 volstaat.

$$\text{Pas minimaal toe: Bgls: } \varnothing 12-150 (754 \text{ mm}^2/\text{m})$$

$$A_{s,\text{langswap,b/o}} \quad 7\varnothing 12 (791 \text{ mm}^2/\text{m})$$

Onderstaand is getoetst of deze wapening volstaat ten aanzien van wringende momenten ter gevolge van de belasting door de mast. Hierbij wordt de belasting door de kabels en wind inbegrepen; het eigen gewicht van de mast wordt gezien de gunstige werking niet in de berekening opgenomen.

$$- M_{E,\text{bovenleiding, verlichting en wind}} = 169 + 47 = 216 \text{ kNm}$$

$$- M_{Ed,\text{bovenleiding, verlichting en wind}} = 1,35 \times 169 + 1,5 \times 47 = 298 \text{ kNm}$$

De minimale lengte van de verzwaarde sloof ter plaatse van de mast bedraagt 1,20 meter. Het wringend moment wordt gespreid over deze lengte, en bedraagt hiermee:

$$- M_{Ed,\text{bovenleiding, verlichting en wind}} = 298 / (2 \times 0,60) \\ = 248 \text{ kNm/m}$$

Berekend is de minimale lengte van de verzwaarde sloof waarbij de verankering en benodigde wapening toegepast kan worden. De lengte van de verzwaarde sloof wordt afgestemd op de damwandkassen waarin de stekken gelast worden ten behoeve van de verbinding met de verzwaarde sloof.

$$t_{ef,1} = A/u \\ = 1060 \times 750 / (2 \times (1060 + 750)) \\ = 220 \text{ mm}$$

$$b_1 = b - t_{ef,1} \\ = 1060 - 220 = 840 \text{ mm}$$

$$h_1 = h - t_{ef,1} \\ = 750 - 220 = 530 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}A_k &= (1060 - 220) \times (750 - 220) \\&= 445200 \text{ mm}^2 \\u_k &= 2 \times (840 + 530) \\&= 2740 \text{ mm}\end{aligned}$$

Getoetst wordt of ten gevolge van het wringend moment de doorsnede ongescheurd blijft.

Het scheurmoment treedt op indien: $\tau_{t,i} = f_{ctd}$.

$$\begin{aligned}\tau_{t,i} \times t_{ef,1} &= T_{E,d}/2 \times A_k \\ \tau_{t,i} \times 220 &= 248 \times 10^6/2 \times 445200 \\ \tau_{t,i} &= 1,27 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctd} &= 1,0 \times 2,00/1,5 \\ &= 1,33 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{t,i} &\leq f_{ctd}, \text{ er geldt:} \\ 1,27 &< 1,33 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Conclusie: De doorsnede blijft ten gevolge van het wringend moment ongescheurd.

$$\begin{aligned}A_{sbeugel,ben} &= T_{Ed} \times 10^6 / (2 \times b_1 \times h_1 \times f_{yd}) \\ &= 248 \times 10^6 / (2 \times 840 \times 530 \times 435) \\ &= 640 \text{ mm}^2/\text{m (enkelsnedig)}\end{aligned}$$

Pas toe: Bgls $\varnothing 16-150$ (1340 mm²/m) Voldoet

$$\begin{aligned}A_{slangwap,ben} &= T_{ed} \times u_k \times 10^6 / (2 \times A_k \times f_{yd} \times 10^3) \\ &= 248 \times 10^6 \times 2740 \times 1,00 / (2 \times 445200 \times 435) \\ &= 1754 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{slangwap,b/o} &= T_{ed} \times 10^6 / (2 \times h_1 \times f_{yd}) \\ &= 248 \times 10^6 \times 1,00 / (2 \times 530 \times 10^3 \times 435) \\ &= 538 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Pas toe: 7 $\varnothing 16$ (1407 mm²/m) Voldoet

De berekende wapeningsconfiguratie bij de diverse toetsingen is maakbaar en toepasbaar in de vormgeving van de sloof.

Invloeden door verhinderde en opgelegde vervormingen worden in UO behandeld. De wapeningsconfiguratie wordt in het UO hierop aangepast. Naar verwachting bedraagt dan de wapeningshoeveelheid in de sloof ca. 200 kg/m³.

De dimensionering en detaillering van de staalconstructie aan de voet van de mast, zie [4], wordt uitgevoerd door de leverancier van de masten.

In bovenstaande berekening is bij toepassing van o.a. de dekking op het betonstaal en belastingfactoren invulling gegeven aan SYS-0835.

Indien rekening gehouden dient te worden met zwerfstromen dienen de ankers mogelijk geïsoleerd te worden. Dit wordt nader beschouwd in het UO.

4.3.2. Damwand kadelijn

Voor de damwand in de kadelijn is de volgende fasering aangehouden:

- Aanbrengen damwand
- Aanbrengen verankering
- Voorspannen verankering
- Aanvullen achter damwand met Bims, EPS en wegverharding
- Aanbrengen bovenbelasting

De fasering is ook weergegeven in Bijlage 6.

4.3.2.1. Gemobiliseerde weerstand

In alle gevallen dient het percentage gemobiliseerde grondweerstand kleiner dan 100% te zijn in de uiterste grenstoestand. In Tabel 4-1 is gemobiliseerde grondweerstand afgeleid uit D-Sheet Piling weergegeven, waaruit kan worden geconcludeerd dat elke doorsnede voldoet omdat de gemobiliseerde weerstand kleiner is dan 100%.

Doorsnede [-]	Gemobiliseerde grondweerstand [%]
Kade 285	77
Kade 285 (mast)	80
Kade 285 (veld 3-4)	49

Tabel 4-1 Percentage gemobiliseerde grondweerstand per doorsnede (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

4.3.2.2. Toetsing staalspanning damwand

De spanning in de plank dient de maximale spanning niet te overschrijden. De spanning in de damwand wordt bepaald door de buigende momenten en de normaalkrachten. De staalspanningen in de damwand zijn getoetst cf. NEN-EN 1993-5 (NB) m.b.v. programmatuur van ArcelorMittal (zie Bijlage 9).

Bouwfase

De maximaal optredende momenten en normaalkrachten uit D-Sheet Piling zijn die in de uiterste grenstoestand (UGT). De toetsing van de staalspanning is weergegeven in Tabel 4-2, deze voldoet voor alle doorsneden.

Doorsnede [-]	Maximaal opneem- baar moment ($M_{pl;rd}$) [kNm/m]	Maximaal optredend moment ($M_{s;d}$) [kNm/m]	Maximaal optredende normaalkracht ($N_{max;d}$) [kN/m]	U.C.* [-]
Kade 285	923	686	170 + 125 = 295	0,63
Kade 285 (mast)	1014	686	145 + 140 = 285	0,57
Kade 285 (veld 3-4)	583	206	0	0,39
*Toetsing staal damwand zie Bijlage 9				

Tabel 4-2 Resultaten toetsing staalspanning damwand - bouwfase

Gebruiksfasen

De permanente wanden van Kade 285 en Kade 326 moeten in de eindfase worden gecontroleerd op corrosie. Conform CUR166 wordt voor de corrosie voor beide damwandzijden in totaal een reductie van 2,6 mm meegenomen bij een beoogde levensduur van 100 jaar. De toetsing is opgenomen in Tabel 4-3 en voldoet voor alle doorsneden.

Doorsnede [-]	Maximaal opneem- baar moment ($M_{pl;rd}$) [kNm/m]	Maximaal optredend moment ($M_{s;d}$) [kNm/m]	Maximaal optredende normaalkracht ($N_{max;d}$) [kN/m]	U.C.* [-]
Kade 285	923	633	170 + 125 = 295	0,84
Kade 285 (mast)	1014	821	100 + 140 = 240	0,99
Kade 285 (veld 3-4)	583	206	0	0,39
*Toetsing staal damwand zie Bijlage 9				

Tabel 4-3 Resultaten toetsing staalspanning damwand - gebruiksfase

4.3.2.3. Vervormingen

De maximale vervorming van de damwand wordt getoetst in de bruikbaarheidstoestand (BGT). Voor de uitbuiging van de grondkering geldt dat conform eis SYS-0621 de horizontale vervorming ten gevolge van veranderlijke belastingen over de gehele hoogte ten hoogste 30 mm te bedragen. De resultaten van de toetsing zijn gepresenteerd in Tabel 4-4 en Tabel 4-5. De uitbuiging voldoet voor alle doorsneden.

Doorsnede [-]	Optredende uitbuiging Zonder bovenbelasting [mm]	Optredende uitbuiging Met bovenbelasting [mm]	Verschil [mm]
Kade 285	116*	118*	2
Kade 285 (mast)	116*	118*	2
Kade 285 (veld 3-4)	6**	23**	17**
* Vervorming t.g.v. voorspannen anker			
** Op stempelniveau (NAP +0,25 m)			

Tabel 4-4 Resultaten toetsing vervormingen damwand – bouwfase (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

Doorsnede [-]	Optredende uitbuiging Zonder bovenbelasting [mm]	Optredende uitbuiging Met bovenbelasting [mm]	Vershil [mm]
Kade 285	108*	108*	0*
Kade 285 (mast)	156*	157*	1*
Kade 285 (veld 3-4)	6**	23**	17**
* Vervorming t.g.v. variabele bovenbelasting bedraagt maximaal ca. 3 mm			
** Op stempelniveau (NAP +0,25 m)			

Tabel 4-5 Resultaten toetsing vervormingen damwand – gebruiksfase (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

4.3.2.4. Stabiliteit

De (macro)stabiliteit bepaald in D-Sheet Piling is weergegeven in Tabel 4-6. Voor Kade 285 is deze groter dan 1 en voldoet.

Doorsnede [-]	Stabiliteit [-]
Kade 285	1,3
Kade 285 (mast)	1,3
Kade 285 (veld 3-4)	2,4

Tabel 4-6 Resultaten (macro)stabiliteit (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

4.3.2.5. Verticaal evenwicht

Het verticaal draagvermogen van een damwand kan berekend worden volgens de formule:

$$R_{c;d} = \alpha_s \cdot q_c \cdot A_{verf} / \xi / \gamma_r \cdot h$$

Waarbij:

- α_s schachtwrijvingsfactor
- q_c gemiddelde conusweerstand
- A_{verf} verfoppervlakte
- ξ statistische factor =1,26 (voor stijve constructie uitgaande van herverdelingscapaciteit van de damwanden)
- γ_m partiële materiaalfactor =1,2
- h hoogte waarover wrijving in rekening wordt gebracht

De schachtwrijvingsfactor α_s is 0,006 voor op druk belaste damwanden conform NEN 9997-1 Tabel 7c (Stalen paal, Constante dwarsafmeting; profiel, Geheid).

De controle van het verticale evenwicht is conform CUR 166 waarbij volgens $V_s/(2L-l) \leq 12,5 \text{ kN/m}^2$ een onafhankelijke separate controle van het verticale evenwicht van de damwanden toegestaan is. Met een totale lengte van de damwand L van ca. 17,5 m en een ke-rende hoogte van ca. 7 m en met een gemiddelde waarde van de verticaalkracht in de damwand in de bouwphase in BGT van ca. 350 kN wordt hier aan voldaan.

Doorsnede [-]	Draagvermogen ($R_{c,d}$) [kN/m]	Verticale component ankerkracht + normaalkracht $N_{max;d}$ [kN/m]	U.C. [-]
Kade 285	357	$170 + 125 = 295$	0,83
Kade 285 (mast)	357	$145 + 140 = 285$	0,79

Tabel 4-7 Resultaten toetsing verticaal evenwicht (zie bijlage 7 voor volledige berekening)

Het verticaal evenwicht van de damwand van Kade 285 tussen veld 3 en veld 4 is niet getoetst aangezien er geen normaalkrachten op de damwand werken.

4.3.2.6. Stempelkracht veld 3 – veld 4 Kade 285

Op basis van twee uiterste sneden (hoog op het talud en laag op het talud, t.p.v. de kadeliijn) zijn de stempelkrachten voor het stempel tussen veld 3 en veld 4 voor Kade 285 bepaald, zie Tabel 4-8. Hierbij is voor het stempel een veerwaarde van $17 \cdot 10^3$ kN/m / 9,35 m (breedte vloer) $\approx 1,8 \cdot 10^3$ kN/m/m aangehouden.

Doorsnede [-]	Stempelkracht (BGT) [kN/m]
Kade 285 (veld 3-4)	Laag: 13 Hoog: 42

Tabel 4-8 Resultaten stempelkracht (zie bijlage 6).

De gemiddelde waarde van de stempelkracht (BGT) bedraagt ca. 30 kN/m.

4.3.2.7. Verankering

De verankering bestaat uit groutankers met de eigenschappen zoals omschreven in Tabel 2-9.

De draagkracht van het groutanker wordt getoetst conform stap 9 zoals omschreven in CUR 166 en is weergegeven in Tabel 4-9 en Tabel 4-10. Hierbij geldt $P_d = 1,25 \cdot P_{max}$. De maximale ankerkracht P_{max} is het resultaat uit D-Sheet Piling in de UGT maal de hart op hart afstand van de ankers.

Tevens is ankeruitval getoetst. Hierbij worden de naastgelegen ankers met 150% van de ankerkracht belast. Tevens mogen conform CUR 166 de partiële factoren op 1 worden gesteld.

Doorsnede [-]	Rekenwaarde ankerkracht (P_d) [kN]	Opneembare ankerkracht [kN]	U.C. [-]
Kade 285	1760	1944	0,91
Kade 285 (ankeruitval)	1683	1944	0,87

Tabel 4-9 Resultaten toetsing ankerstaal (bouwphase) (zie bijlage 8 voor volledige berekening)

Doorsnede [-]	Rekenwaarde ankerkracht (P_d) [kN]	Opneembare ankerkracht [kN]	U.C. [-]
Kade 285	1760	1810	0,97
Kade 285 (ankeruitval)	1683	1810	0,93

Tabel 4-10 Resultaten toetsing ankerstaal (gebruiksfase, gecorrodeerd) (zie bijlage 8 voor volledige berekening)

Hierop volgend kan de lengte van het groutlichaam worden bepaald conform hoofdstuk 7 van CUR 166.

Deze lengte is gebaseerd op de volgende empirische relatie:

$$R_{a,min} = \alpha_t \cdot O \cdot L_A \cdot q_{c,gem}$$

Waarbij:

$R_{a,min}$ minimale houdkracht in kN = $P_{max} \cdot 1,1$

α_t schachtwrijvingsfactor = 0,015

L_a lengte verankeringsdeel in m

O omtrek groutlichaam in m

$q_{c,gem}$ gemiddelde conusweerstand over het verankeringsdeel in kPa

Voor een overzicht van de toegepaste verankering, zie Tabel 2-9. In Tabel 4-9 is de houdkracht van het anker getoetst voor zowel de bouw- als de eindfase (incl. corrosie). Voor een berekening wordt verwezen naar de bijlagen.

Doorsnede [-]	Rekenwaarde ankerkracht ($P_{a,max;d}$) [kN]	Minimale houdkracht ($R_{a,min}$) [kN]	U.C. [-]
Kade 285	1549	1831	0,85
Kade 285 (ankeruitval)	1683	1831	0,92

Tabel 4-11 Resultaten toetsing lengte groutlichaam (bouw- en gebruiksfase) (zie bijlage 8 voor volledige berekening)

De definitieve groutankers en bijbehorende verankeringslengte moeten door de leverancier worden bepaald.

In bovenstaande berekening is bij toepassing van de corrosiewaarde en de uitgangspunten ten aanzien van de krachtswerking in de damwand invulling gegeven aan SYS-0835.

4.3.2.8. Dimensionering gording achter damwand

De belasting tegen de gording bedraagt:

- Bouwfase: $P_d = 1,1 \cdot P_{max} = 1,1 \cdot 202 = 222 \text{ kN/m.}$

- Gebruiksfase: $P_d = 1,1 \cdot P_{max} = 1,1 \cdot 241 = 265 \text{ kN/m.}$

De belasting tegen de gording ter plaatse van de mast bedraagt:

- Bouwfase: $P_d = 1,1 \cdot P_{max} = 1,1 \cdot 202 = 222 \text{ kN/m.}$

- Gebruiksfase: $P_d = 1,1 \cdot P_{max} = 1,1 \cdot 137 = 151 \text{ kN/m.}$

De maatgevende belasting tegen de gording bedraagt 163 kN/m. In eerder stadium van de berekeningen bedroeg de maatgevende belasting tegen de gording 328 kN/m. De gording op laatstgenoemde waarde gedimensioneerd.

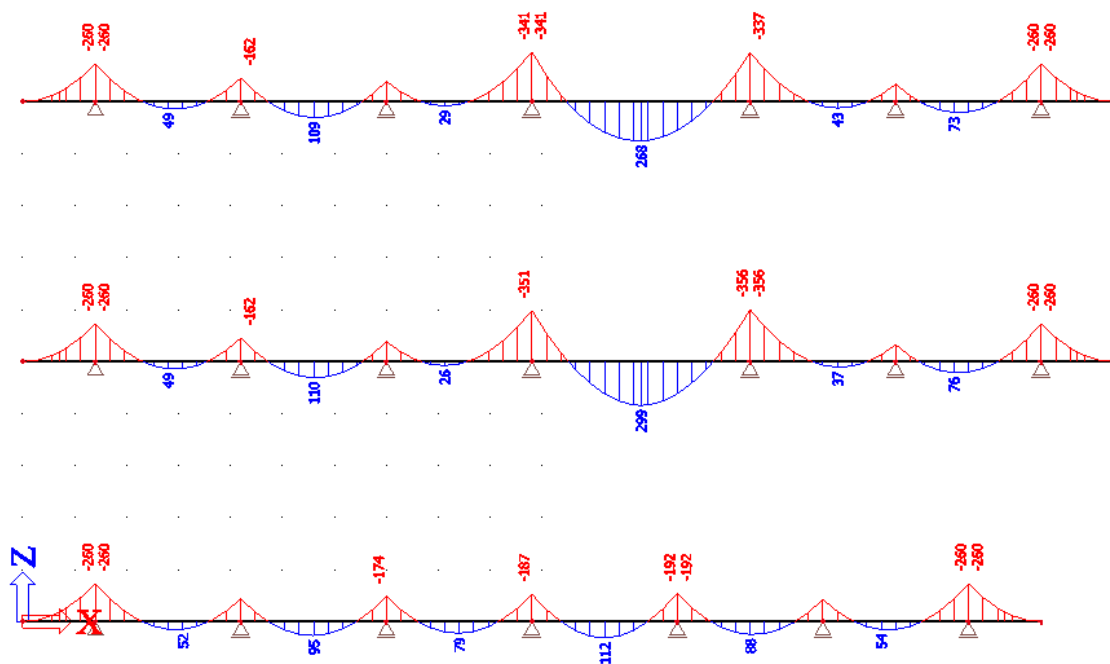
De belasting ter plaatse van de mast is over een lengte van de poer waarop de mast is gefundeerd in bijlage 4A gemodelleerd.

De ankers zijn gepositioneerd met een standaard h.o.h.-afstand van 2,80 meter. De bestaande palen worden op zekere hoogte afgeknepen. Op basis van de tekeningen van de bestaande situatie is het ankerplan lokaal aangepast ten einde conflicten tussen ankers en palen te voorkomen. De exacte locatie van deze palen dient in het UO te worden ingemeten zodat het ankerplan mogelijk wijzigt. De gording wordt in het DO gedimensioneerd aan de hand van een liggermodel op de maatgevende krachtswerking van het standaard ankerplan en het aan de bestaande palen aangepaste ankerplan.

$$M_{E,d,h.o.h. \ 2,80 \ m} = 260 \text{ kNm}$$

$$M_{E,d,h.o.h. \ 4,20 \ m} = 356 \text{ kNm}$$

Zie navolgende figuur. In bijlage 4A is de invoer van het liggermodel weergegeven.



Figuur 4-14: M-lijn gording

Staalkwaliteit: S355.

$$W_{ben} = 356 \times 10^6 / 355$$

$$= 1003 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

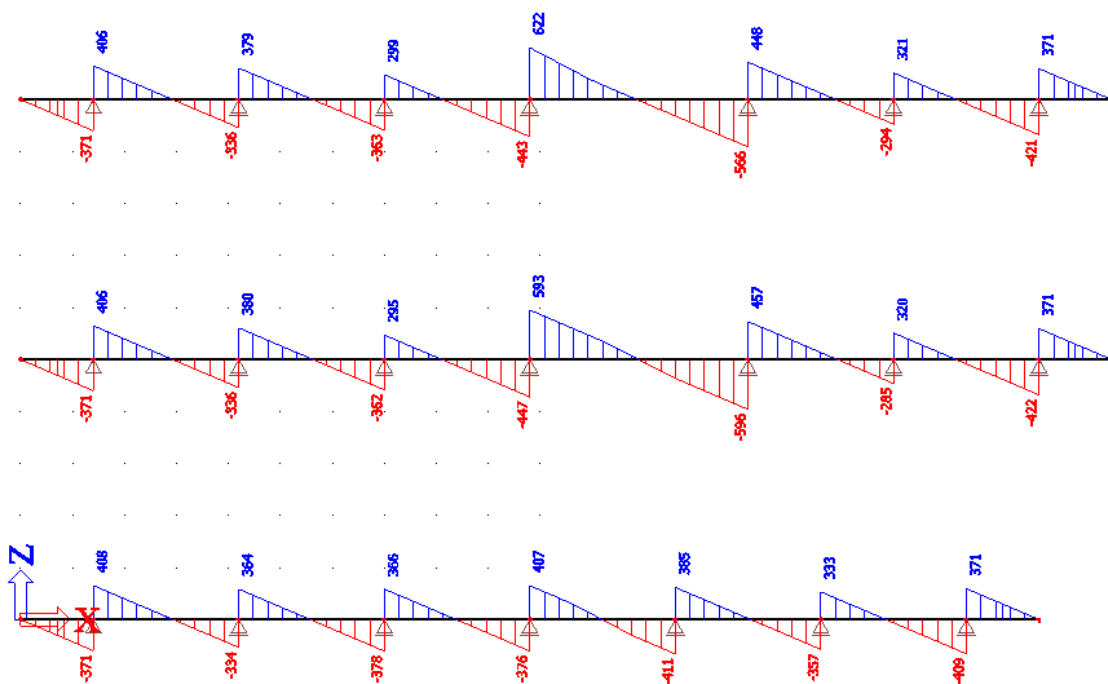
De berekening van de krachtswerking is uitgevoerd aan de hand van HE-B300, resulterend in vergelijkbare snedenkrachten.

Pas voorlopig toe: HE-B 260 ($W = 1150 \times 10^3 \text{ mm}^3$)
 Er is voldoende restcapaciteit ten aanzien van reductie van de doorsnede door corrosie van 1,2 mm/zijde.

$$V_{E,d,h.o.h. \ 2,80 \text{ m}} = 411 \text{ kN}$$

$$V_{E,d,h.o.h. \ 4,20 \text{ m}} = 622 \text{ kN}$$

Zie navolgende figuur. In bijlage 4A is de invoer van het liggermodel weergegeven.



Figuur 4-15: V-lijn gording

Staalkwaliteit: S355.

$$V_{pl,Rd} = A_v \times (f_y/3^{1/2})/\gamma_{M0}, \text{ waarin:}$$

$$\begin{aligned} A_v &= A - 2 \times b \times t_f + (t_w + 2 \times r) \times t_f \\ &= 11840 - 2 \times 260 \times 17,5 + (10 + 2 \times 24) \times 17,5 \\ &= 3755 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,0$$

$$\begin{aligned} V_{pl,Rd} &= 3755 \times (355/3^{1/2})/1,0 \\ &= 770 \text{ kN} \end{aligned}$$

Toetsing:

$$V_{E,d} \leq V_{pl,Rd}$$

622 < 770 kN

Voldoet

Pas toe: HE-B 260

Er is voldoende restcapaciteit ten aanzien van reductie van de doorsnede door corrosie van 1,2 mm/zijde.

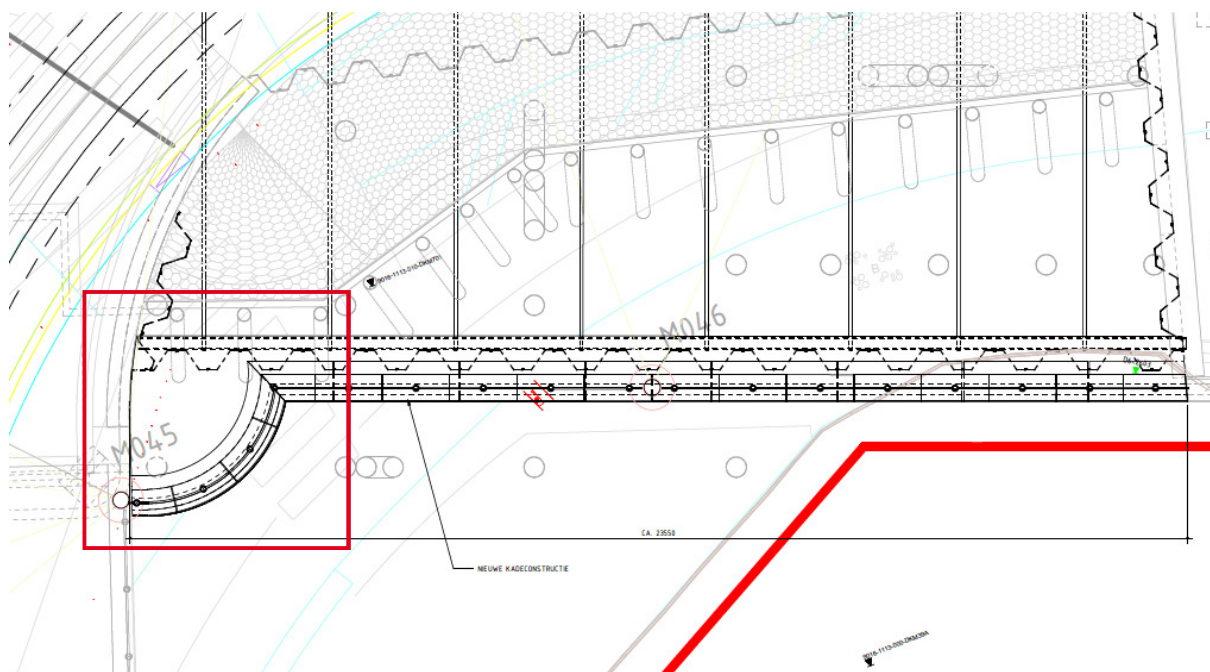
In bovenstaande berekening is bij toepassing van de corrosiewaarde en de uitgangspunten ten aanzien van de krachtswerking in de gording invulling gegeven aan SYS-0835.

4.3.3. Dimensionering vloer nabij landhoofd Brug 285

4.3.3.1. Geometrie vloer en oplegging op palen en damwanden

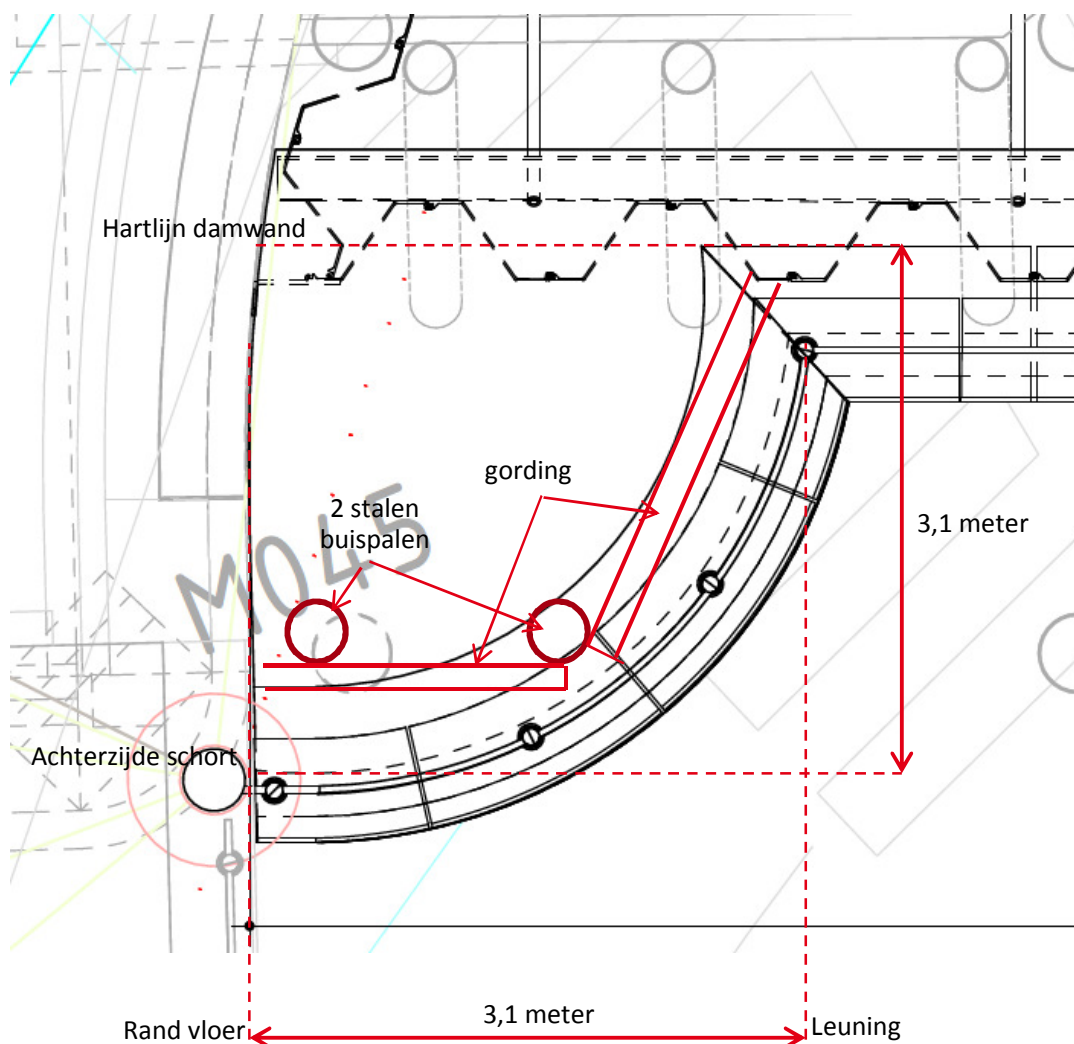
In navolgende figuur is een bovenaanzicht van kade 285 weergegeven. Nabij het landhoofd van Brug 285 is een ronding in de kademuur voorzien, zie kader. De verankerde damwanden worden in één lijn geplaatst. De schorten worden ter plaatse van de ronding net als bij de standaard situatie aan de bovenzijde opgehangen, echter ter plaatse aan een vloer. Deze vloer dient tevens om de bestrating en maaiveldbelasting te dragen. De vloer is aan de waterzijde opgelegd op 2 stuks stalen buispalen. Aan de landzijde is de vloer opgelegd op de verankerde damwand. Indien de damwand over onvoldoende verticaal draagvermogen beschikt, dienen alsnog 2 stuks stalen buispalen aan de waterzijde van de damwanden te worden aangebracht.

Deze stalen buispalen worden trillend aangebracht.



Figuur 4-16: Bovenaanzicht vloer nabij landhoofd Brug 285

De afmetingen van de vloer en de beoogde locatie van de twee extra palen aan de waterzijde zijn in de navolgende figuur weergegeven.

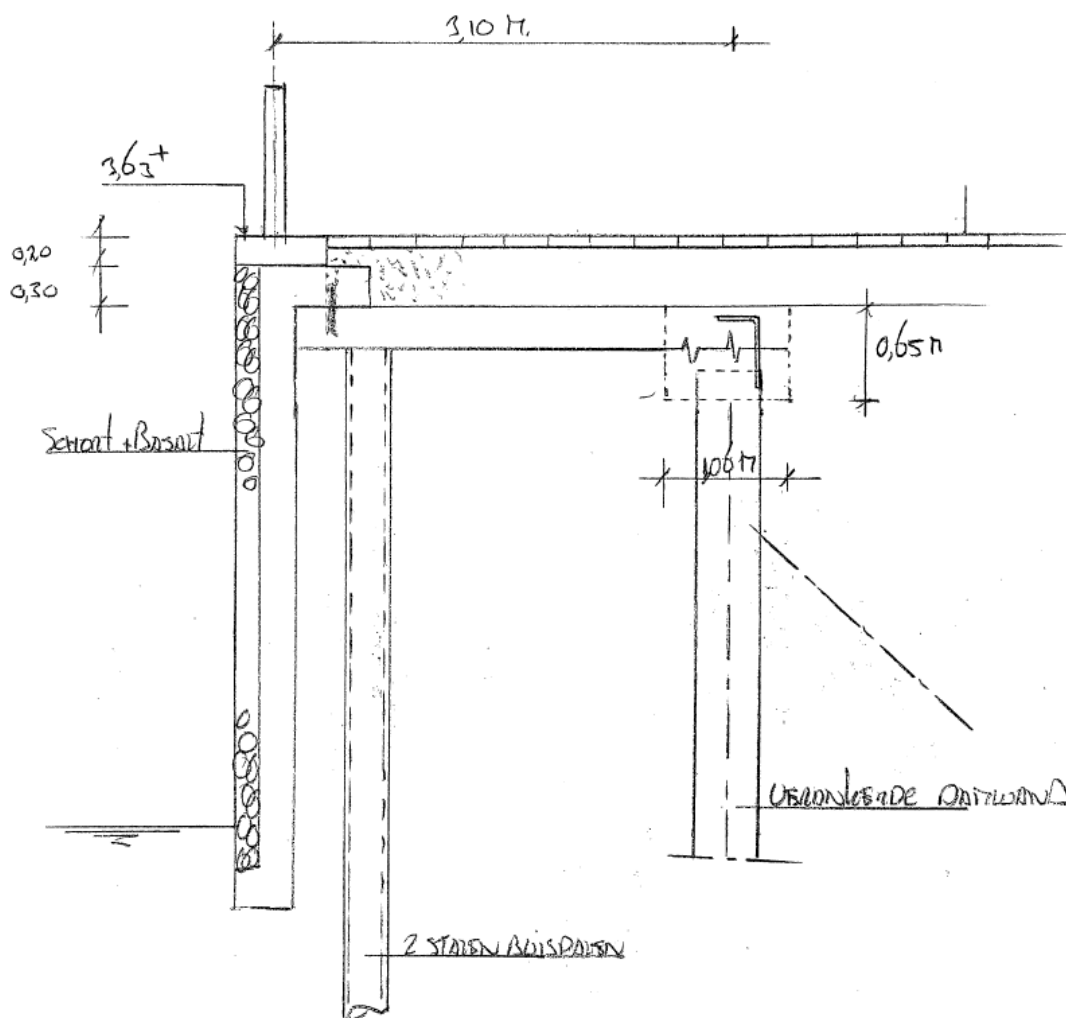


Figuur 4-17: Bovenaanzicht vloer nabij landhoofd Brug 285

Het schort met de basalt voormetseling wordt op dezelfde wijze bevestigd aan de vloer op de palen en de damwand. Tussen de palen en de damwand dient een stalen gording te worden aangebracht waarop de afstandhouders achter de schorten worden bevestigd. Verdere uitwerking geschiedt in het UO. De stalen buispalen worden gevuld met gewapend beton en met stekken verbonden met de vloer. Ter plaatse van de damwanden wordt de standaardafmeting van de sloof ($b \times h = 1,06 \times 0,65$ meter) aan de bovenzijde met 0,30 meter verminderd tot onderkant vloer. De damwand blijft ongewijzigd 0,20 m opgenomen in de sloof. Aan de kop van de damwand worden stekken gelast welke worden opgenomen in de vloer. De vloerdikte bedraagt 0,30 meter en vormt ter plaatse van de damwand een momentvaste verbinding. Tevens verzorgt de damwand de horizontale stabiliteit van de vloer. Zie navolgende figuur.

Op de vloer ligt een zandbed met bestrating.

Indien de belastingen op de damwand door oplegging van de vloer lager zijn dan in de standaard situatie, is voldaan aan de relevante criteria en is de toetsing niet herhaald. Volstaan is met de weergave van de belastingen door de vloer op de damwanden afgezet tegen belastingen op de damwanden in de standaard situatie.



Figuur 4-18: Dwarsdoorsnede kade ter plaatse van ronding nabij landhoofd Brug 285

4.3.3.2. Snedenkrachten vloer en toetsingen

De belasting op en door de vloer bedraagt:

$$\begin{aligned}
 - p_{g,\text{bestrating en zand}} &= (0,2 + 0,3) \times 20 &= 10,0 \text{ kN/m}^2 \\
 - p_{g,\text{vloer}} &= 0,3 \times 25 &= 7,5 \text{ kN/m}^2 \\
 - p_{q,\text{var}} &= 20,0 \text{ kN/m}^2 + \\
 p_{\text{rep}} &= 37,5 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_d &= 1,3 \times (10 + 7,5) + 1,5 \times 20 \\
 &= 53 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Het niveau van de bestrating verloopt hierbij van +3,63 m NAP naar een enigszins lager niveau zodat op deze wijze de bovengrens van de belasting op de vloer in rekening wordt gebracht.

Ter aanzien van de berekeningen wordt uitgegaan van een maximale afstand van hart paal tot hart damwand van 2,50 meter. De constructie wordt ten behoeve van het maximale veldmoment beschouwd als een ligger op 2 scharnierende steunpunten. Dit betreft een conservatieve beschouwing.

$$M_E = 37,5 \times 2,5^2/8 = 29 \text{ kNm/m}$$
$$M_{E,d} = 53 \times 2,5^2/8 = 41 \text{ kNm/m}$$

In bijlage 2 zijn de momenten getoetst. De resultaten zijn navolgend weergegeven:

$$w_{optr} \leq w_{max}, \text{ er geldt:}$$
$$0,137 < 0,20 \text{ mm} \quad \text{Voldoet}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}, \text{ er geldt:}$$
$$41 < 92 \text{ kNm/m} \quad \text{Voldoet}$$

De constructie wordt ten behoeve van het maximale steunpuntsmoment ter plaatse van de damwand beschouwd als een ligger op 2 steunpunten. Hierbij is de vloer scharnierend opgelegd op de palen en volledig ingeklemd geacht ter plaatse van de damwand.

$$M_E = 37,5 \times 2,5^2/8 = 29 \text{ kNm/m}$$
$$M_{E,d} = 53 \times 2,5^2/8 = 41 \text{ kNm/m}$$

De momenten zijn even groot als en tegengesteld van teken ten opzichte van de veldmomenten. De toetsing is niet herhaald. Voor de resultaten wordt verwezen naar die van het veldmoment.

$$V_{E,d} = 5 \times 53 \times 2,5/8 = 83 \text{ kN/m}$$

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$V_{E,d} = 83 \text{ kN/m}$$

$$V_{R,d,C} = 125 \text{ kN/m}$$

$$V_{E,d} \leq V_{R,d,C}, \text{ er geldt:}$$
$$83 < 125 \text{ kN/m} \quad \text{Voldoet}$$

Conclusie: De constructieve hoogte van de vloer is voldoende om de maatgevende belastingen te dragen waarbij is voldaan aan de relevante criteria bij toepassing van $\varnothing 12-125$ ($904 \text{ mm}^2/\text{mm}$). Deze wapeningsconfiguratie is maakbaar en uitvoerbaar in deze constructie. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.

In bovenstaande berekening is bij toepassing van o.a. de dekking op het betonstaal en belastingfactoren invulling gegeven aan SYS-0835.

4.3.3.3. Oplegbelastingen op palen en damwand

Damwand

$$\text{De oplegbelasting van de vloer op de damwand bedraagt: } q_{e,d} = 83 \text{ kN/m}$$

$$\text{De belasting door de sloof bedraagt: } q_{e,d} = 1,3 \times 1,06 \times (0,65 - 0,30) \times 25 = 12 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eigen gewicht leuning: } = 1,3 \times 1,0 = 1 \text{ kN/m}$$

$$\text{Totaal: } q_{e,d} = 96 \text{ kN/m}$$

Ter plaatse van de standardsituatie treedt op, zie §4.3.1.2:

$$\text{Verticaal: } F_{E,d,\text{totaal}} = 121 \text{ kN/m} > 96 \text{ kN/m}$$

$$\text{Horizontaal: } F_{E,d,\text{totaal}} = 5 \text{ kN/m} > \text{marginaal}$$

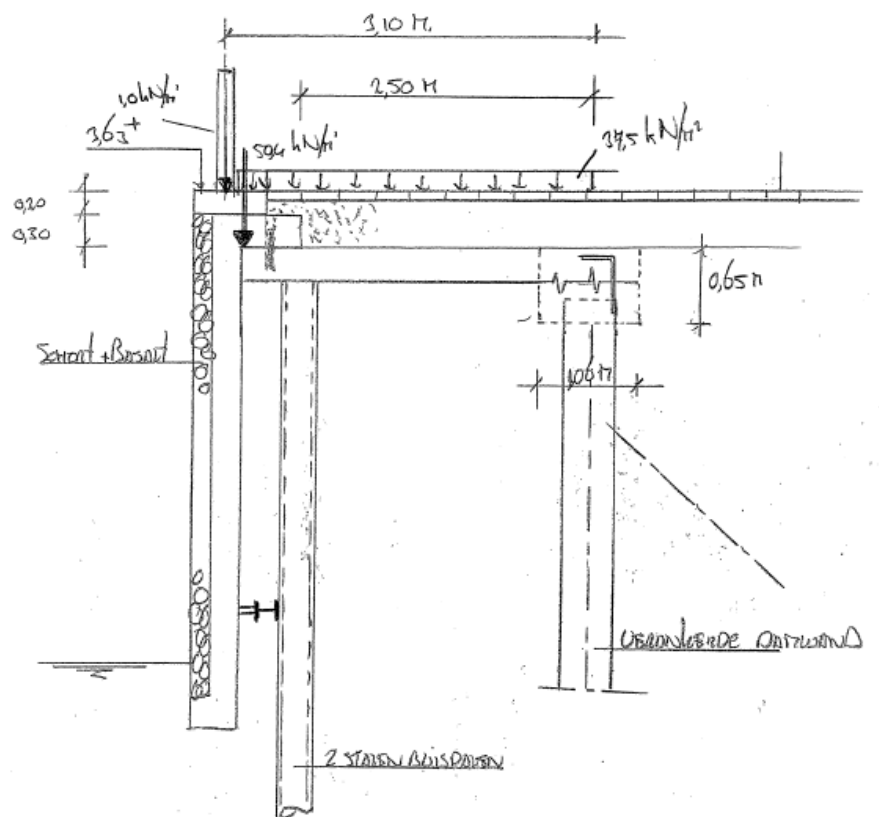
Kopmoment: $M_{E,d,totaal} = 55 \text{ kNm/m} > 41 \text{ kNm/m}$

De belastingen op de kop van de damwand door de vloer worden ruimschots afgedekt door de belastingen ter plaatse van de standardsituatie. Aangezien ter plaatse van de vloer dezelfde constructie wordt toegepast, is toetsing van de damwand (verticaal draagvermogen en staalspanningen) niet uitgevoerd.

De gunstige werking het overstek van de vloer ter plaatse van de palen en van het schort met de basalt voormetseling is hierbij niet in rekening gebracht. Dit betekent dat de optredende belasting van de vloer op de damwanden lager is dan de belasting waar aan getoetst is.

Palen

Zie navolgende figuur.



Figuur 4-19: Dwarsdoorsnede kade ter plaatse van ronding nabij landhoofd Brug 285

De belastingen op de palen bedraagt:

$$\Sigma M_{\text{damwand}} = 0, \text{ rechtsom is pos.}$$

$$F_{E,palen} = -3,1 \times (1,0 + 50,4)/2,5 - (3,1 \times 37,5 \times 3,1/2)/2,5$$

$$= 136 \text{ kN/m opwaarts}$$

$$F_{Ed,palen} = -1,3 \times 3,1 \times (1,0 + 50,4)/2,5 - 1,3 \times (3,1 \times 17,5 \times 3,1/2)/2,5 - 1,5 \times (3,1 \times 20,0 \times 3,1/2)/2,5 = 185 \text{ kN/m opwaarts}$$

De palen staan maximaal 2,0 meter uit elkaar.

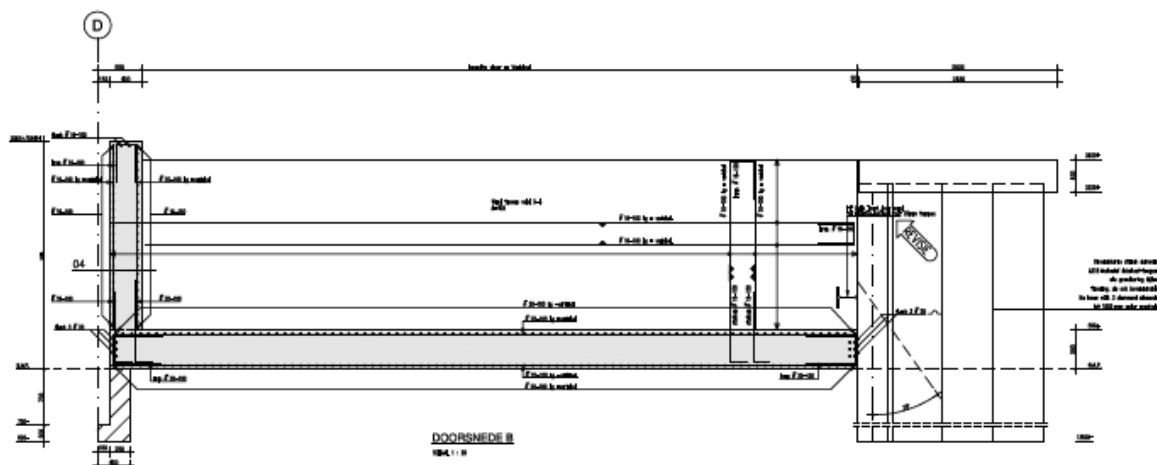
De maximale paalbelasting bedraagt: $F_{Ed,paal} = 2,0 \times 185 = 370 \text{ kN/paal}$

Toegepast wordt een getrilde stalen buispaal $\varnothing 324$ met een paalpuntniveau NAP -19,5 m. Het paaldraagvermogen ($R_{c;net;d}$) bedraagt: 451 kN (zie Bijlage 12).

De wanddikte van deze stalen buispaal bedraagt: 14 mm.
Staalkwaliteit: S355.

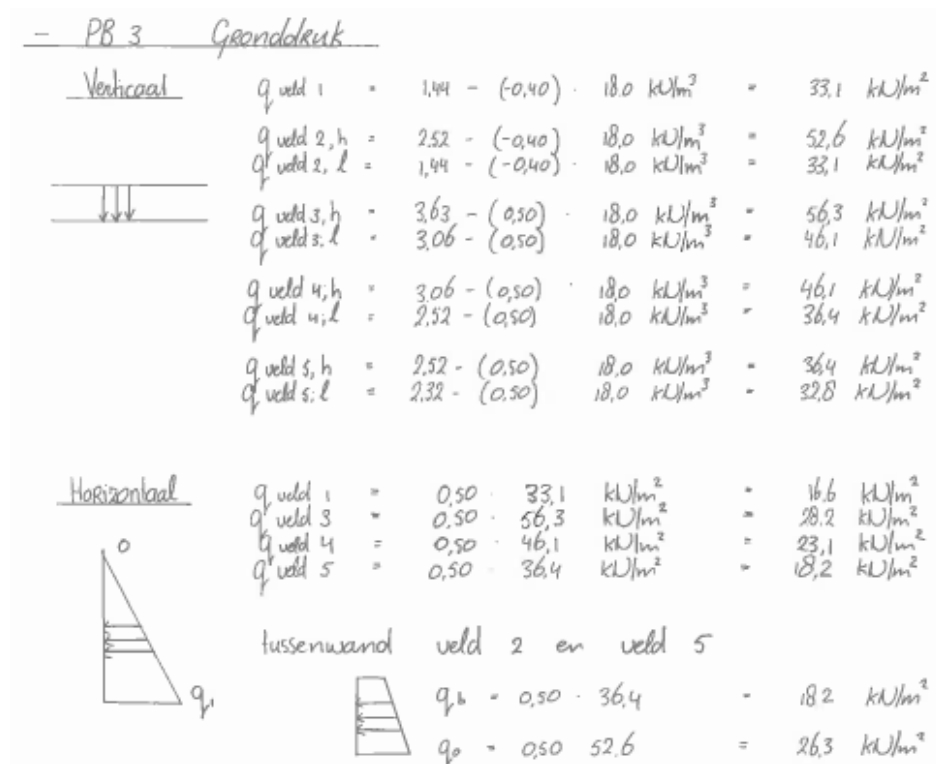
4.3.4. Damwand haaks op voorwand, grenzend aan oostelijke kade

De bestaande kademuur, oostelijk gelegen van de nieuwe kade, is uitgevoerd door de fa. Dekker. Deze kade bestaat uit een verankerde damwandconstructie met aan de waterzijde een op palen gefundeerde betonbak met voormetseling. De DO-berekening van deze kademuur is opgenomen in [23]. Zie navolgend figuur.



Figuur 4-20: Dwarsdoorsnede bestaande kade ten oosten van de nieuwe kade

Ten einde gronduitstroom te voorkomen wordt een damwand AZ24-700 haaks op de voorwand aangebracht, grenzend aan de kade uitgevoerd door fa. Dekker. De belasting tegen de wand van de bestaande kademuur bedraagt conform [23]:



De horizontale belasting per strekkende meter wand bedraagt:

$$q_e = 23,1 \times (3,06 - 0,5) \times 0,5 = 30 \text{ kN/m}$$

De lengte van de betonnen wand bedraagt conform tekening B-11B_R rev. B d.d. 13-07-2010:

$$F_E = 30 \times 9,35 = 280 \text{ kN}.$$

Deze belasting maakt geen intern evenwicht in de constructie en dient door de palen onder de betonnen bak opgenomen te worden. De afmetingen van de palen en het aantal palen zijn volgens [23]: 37 stuks 350 x 350 mm, met PPN -19,50 m NAP. De horizontale belasting op de palen resulteert in paalkopmomenten. Deze paalkopmomenten zijn in [23] getoetst aan de doorsnede van de paalkop, resulterend in paalkopwapening 8Ø25 (FeB500).

In de EEM-berekening, opgenomen is in [23], is de damwand aan de grondzijde van de betonnen bak niet in de berekening van de bak met palen opgenomen.

Indien de afstempeling van de damwand van veld 3 haaks op de voowand op de vloer van veld 4 resulteert in belastingen die niet groter zijn dan waar de palen momenteel op belast zijn (30 kN/m), kan aanvullende toetsing achterwege blijven.

De horizontale stempelkracht verloopt over een lengte van 9,35 meter in hoogte:

$$q_E = 13 \text{ kN/m ter plaatse van de bovenzijde van het talud, nabij de damwand achter veld 4}$$

$$q_E = 42 \text{ kN/m ter plaatse van de voorzijde van de kadeconstructie}$$

Deze belastingen zijn bepaald aan de hand van sonderingen ter plaatse, uitgevoerd op land en vanaf het water.

De maximale belasting bedraagt ca. 42 kN/m. Deze belasting, werkend over een beperkte lengte van de wand, werkt tegengesteld gericht aan de huidige belasting op de palen van veld 4. De resulterende belasting op de palen van veld 4 bedraagt: $42 - 30 = 12 \text{ kN/m}$. Aangezien deze belasting lager is dan de huidige resulterende belasting, is toetsing van de paalkopmomenten achterwege gelaten.

De gemiddelde belasting bedraagt ca. 30 kN/m. Deze belasting werkt tegengesteld gericht aan de huidige belasting op de palen van veld 4. De resulterende belasting op de palen van veld 4 bedraagt: $30 - 30 = 0$ kN/m. Aangezien deze belasting lager is dan de huidige resulterende belasting, is toetsing van de paalkopmomenten achterwege gelaten.

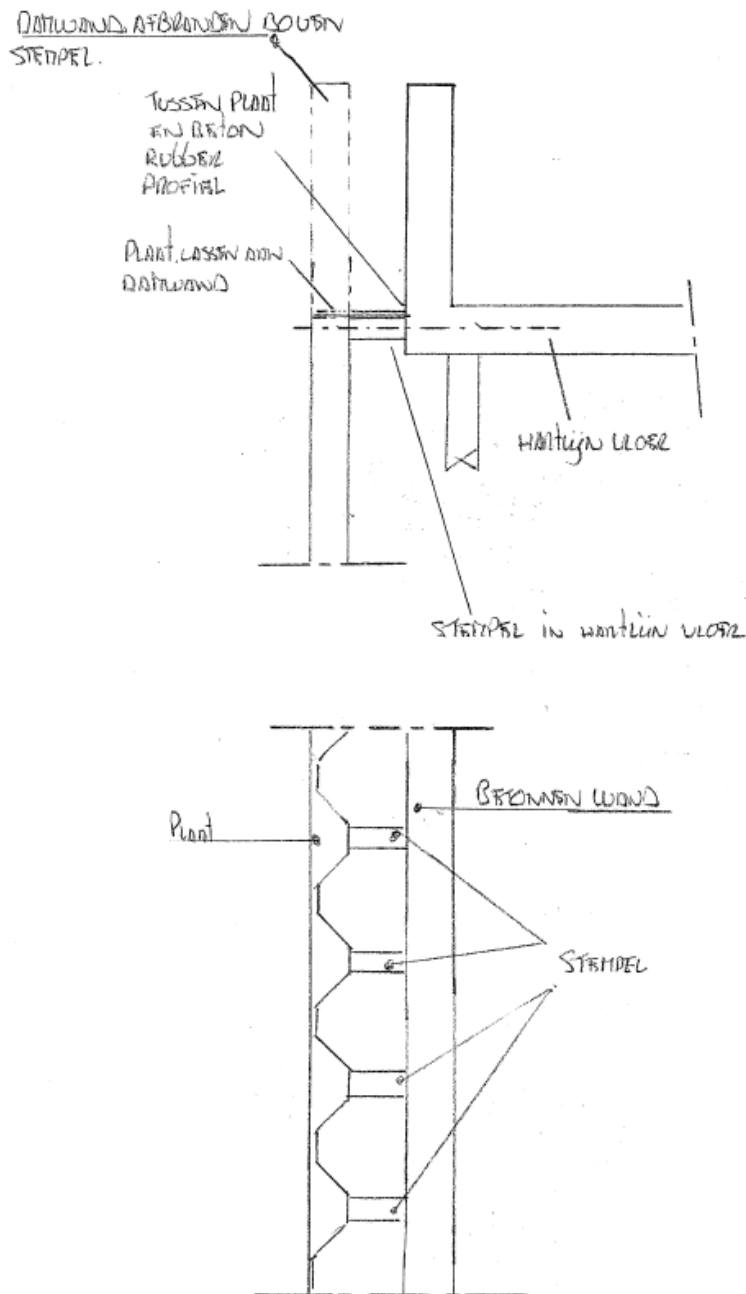
De belasting tegen de wand van veld 4 is momenteel eenzijdig, resulterend in een maximale horizontale belasting van $23,1 \text{ kN/m}^2$. Na aanvulling van veld 3 is de resulterende horizontale belasting 0 kN/m^2 . Toetsing van de betonwand is achterwege gelaten.

Afstempeling vindt plaats ter plaatse van de hartlijn van de vloer en beïnvloedt de krachtswerking in de vloer niet.

De dimensionering en detaillering van het stempel en aansluiting van veld 3 op veld 4 vindt plaats in het UO.

Voor vervormingen wordt verwezen naar §4.3.2.3.

De afstempeling is weergegeven in de navolgende figuren.



Figuur 4-21: Stempeling damwand op vloer oostelijke kade (fa. Dekker)

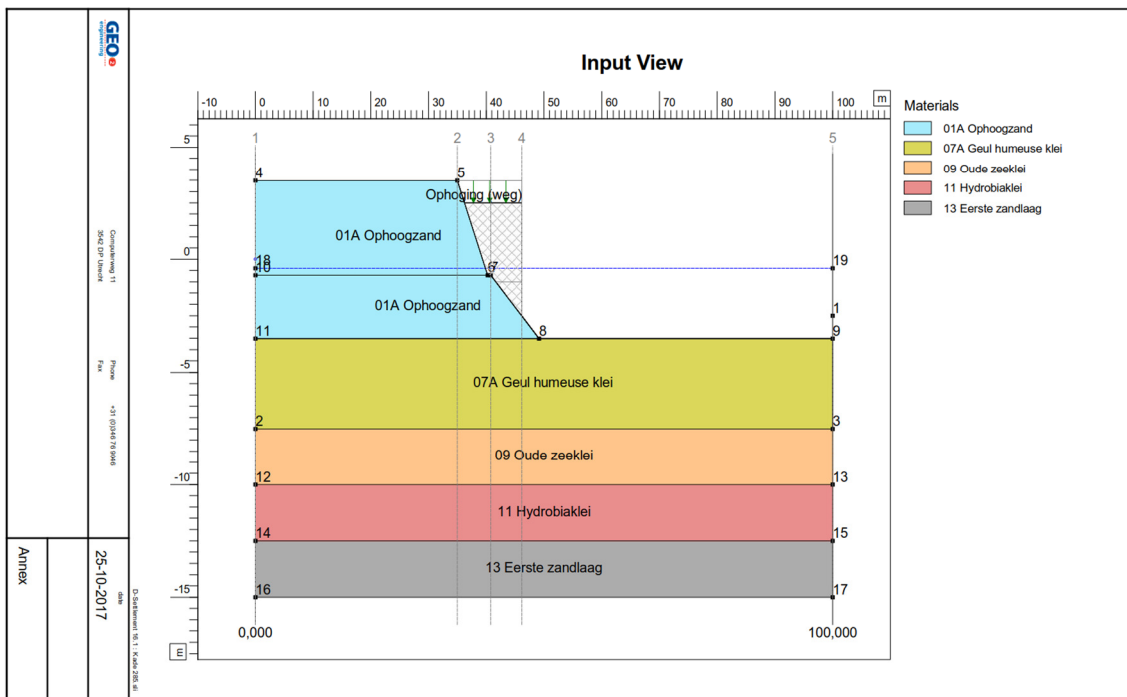
4.3.5. Damwand haaks op voorwand, grenzend aan landhoofd noord Brug 285

Ter plaatse wordt een grondkering scherm toegepast bestaande uit een drietal planken AZ24-700.

4.3.6. Zettingen aanvulling achter damwand

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement (versie 16.1). Hierin is het Koppejan model met het consolidatiemodel van Darcy aangehouden waarbij wordt gerekend met natuurlijke rekken. Voor de zettingsberekening is de geometrie conform en Figuur 4-22 aangehouden, met onderstaande aandachtspunten

- Het maatgevende dwarsprofiel is beschouwd (grootste ophoging);
- Huidig maaiveldniveau land: NAP +3,5 m;
- Huidig maaiveldniveau waterbodembodem: NAP -3,5 m;
- Huidig maaiveldniveau talud t.p.v. verticaal 4: NAP -2,5 m;
- Ophoging met 1,0 m wegconstructie (tussen NAP +2,5 m en NAP +3,5 m);
- Ophoging met 3,5 m EPS (tussen NAP -1,0 m en NAP +2,5 m);
- Ophoging met 1,5 m Bims (tussen NAP -2,5 m en NAP -1,0 m);
- Freatische grondwaterstand NAP -0,4 m;
- Toegestane verticale vervorming kade (eis SYS-0292): 0,03 m;
- Restzettingseis maaiveld (eis SYS-0389): 0,03 m over een horizontale afstand van 3 m in 15 jaar na oplevering;
- Ophoging wegconstructie bestaande uit:
 - Straatwerk: $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$;
 - Straatzand: $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$;
 - Hydraulisch menggranulaat: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$;
- Ophoging EPS: $\gamma / \gamma_s = 0,4 / 0,7 \text{ kN/m}^3$;
- Ophoging Bims: $\gamma / \gamma_s = 10,4 / 11,3 \text{ kN/m}^3$;
- Kade gereed: 01 september 2018 ($t = 0$ dagen);
- Oplevering traminfra (tramfase 4): augustus 2020 ($t \approx 700$ dagen);
- Oplevering weginfra Stationsplein Oost: augustus 2020 ($t \approx 700$ dagen);
- De eindzetting betreft de zetting na 10.000 dagen (30 jaar).



Figuur 4-22 Dwarsprofiel met aanvulling achter damwand Kade 285

De resultaten van de zettingsberekening zijn weergegeven in Tabel 4-12.

Verticaal [-]	Maaiveld-niveau [m NAP]	Eindzetting [m]	Zetting (t = 700 dagen) [m]	Restzetting na opleve- ring [m]
2	3,5	0,04	0,02	0,02
3	-0,7	0,16	0,10	0,06
4	-2,5	0,12	0,07	0,05

Tabel 4-12 Zettingen Kade 285 (zettingen zijn afgerond op hele centimeters)

De toetsing van de restzettingen aan eis SYS-0389 is weergegeven in Tabel 4-13.

Verticaal [-]	Verschil restzetting [m]	Horizontale afstand tussen verticalen [m]	Verschil restzetting over horizontale afstand van 3 m [m]	Toetsing [-]
Oorspronkelijk maaiveld – 2	0,02	3	0,02	Voldoet
2 – 3	0,04	5,75	0,02	Voldoet
3 – 4	0,01	5,4	0,01	Voldoet

Tabel 4-13 Toetsing zettingen Kade 285

De berekende zettingen voldoen aan eis SYS-0389.

Aangezien de damwand met de punt in de vastgepakte zandlaag (Eerste zandlaag, zie Tabel 2-6) staat, is de te verwachten zakking kleiner dan 0,03 m. Hiermee wordt voldaan aan eis SYS-0292.

Tevens is controle van opdrijven van de EPS-constructie in zowel de bouw- als de gebruiksfase getoetst, zie Bijlage 10. Er is voldoende weerstand tegen opdrijven ($u.c. \leq 1,0$).

4.4. Kademuur ter plaatse van de te slopen brug 326

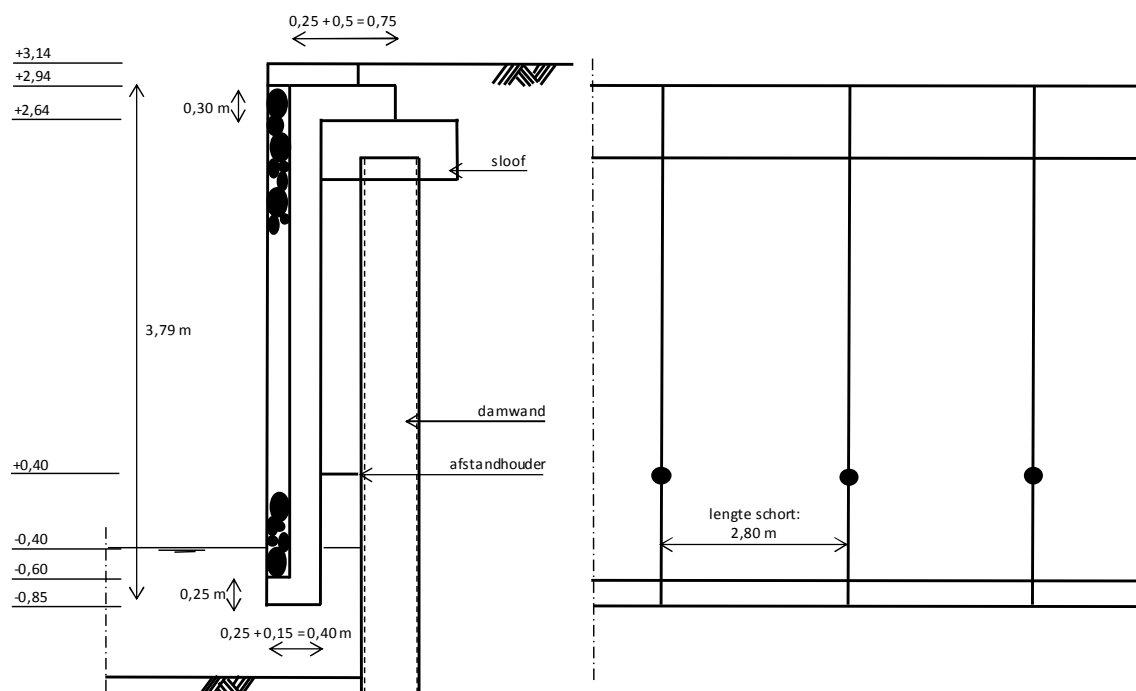
4.4.1. Constructief ontwerp

4.4.1.1. Bepaling afmetingen schort

Standaardsituatie

Voor het schort en basaltbekleding gelden dezelfde uitgangspunten als voor de kade nabij Brug 285.

De schorten zijn allen even lang; de bovenzijde van de kade verloopt in hoogte van NAP+3,14 m tot NAP+2,24 m.



Figuur 4-23: Principedoorsnede en -aanzicht kade 326

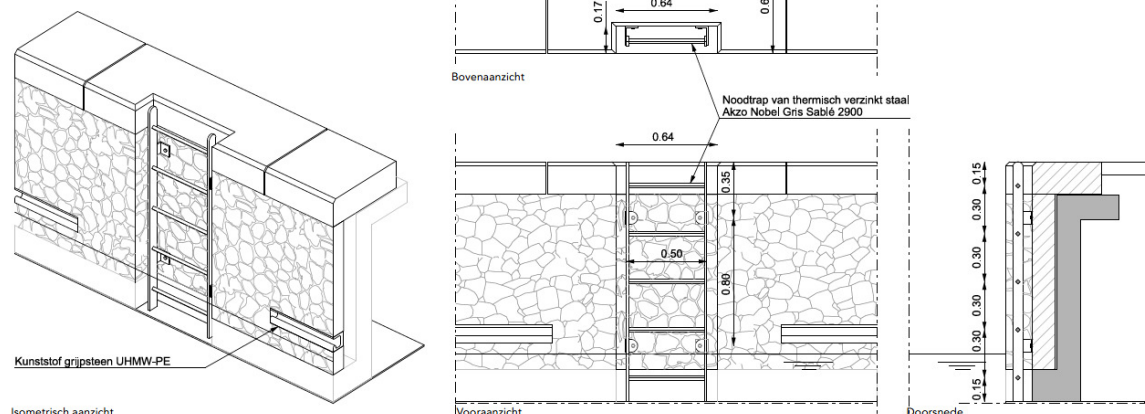
Aangezien het schort van kade 326 ca. 0,5 meter korter is dan het schort van de kade nabij brug 285 zijn de afmetingen (dikte 250 mm, lengte 2800 mm) het schort van kade 285 tevens aangehouden voor kade 326. De belastingen op het schort van kade 326 zijn immers enigszins lager.

Ten behoeve van de montage van het schort wordt tussen de sloof en het schort een stelruimte voorzien. Deze stelruimte/voeg wordt in het UO uitgewerkt en getoetst.

Schort ter plaatse van drenkelingentrap

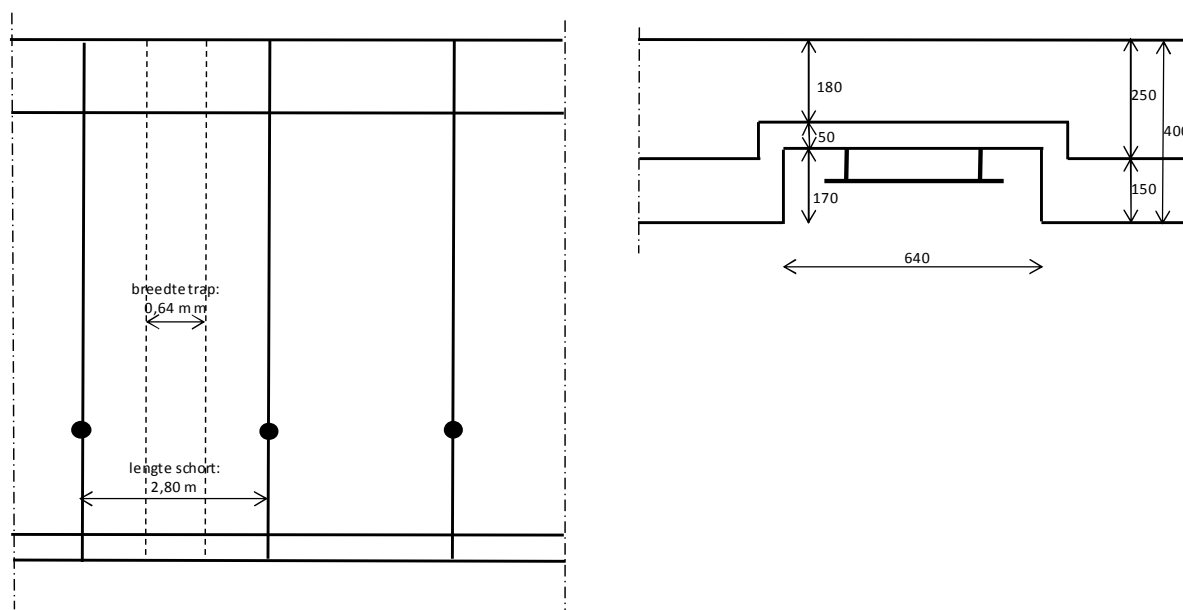
In navolgende figuur is de vormgeving van de kademuur ter plaatse van de drenkelingentrap uit [4] weergegeven.

Detail 17.23 : Drenkelingentrap
Schaal 1:20
Coated in de kleur Gris Sablé



Figuur 4-24: [4] Drenkelingentrap

Het is wenselijk de achterzijde van de schorten gelijk te houden. Dit betekent dat het schort ter plaatse van de inkassing over een kleinere constructieve hoogte beschikt. Ter plaatse van de inkassing bestaat de bekleding uit 50 mm basalt dat verlijmd wordt. In navolgende figuur is de geometrie ter plaatse van de inkassing weergegeven.



Figuur 4-25: Drenkelingentrap en geometrie schort

Ter plaatse van de inkassing bedraagt de constructie hoogte van het schort 180 mm. De ruimte tussen het voor- en het achternet bedraagt: $180 - 2 \times 50 - 4 \times 12 = 32$ mm. Dit volstaat bij toepassing van een zelfverdichtend mengsel met granulaat < 16 mm.

Ten aanzien van de krachswerking in dit schort zijn dezelfde snedenkrachten gehanteerd als voor het standaardschort, zoals bepaald in §4.3.1.1. Navolgend zijn de te toetsen snedenkrachten weergegeven.

Snedenkrachten t.g.v. permanente belasting

Maatgevende snedenkrachten treden op ter plaatse van de oplegging van het schort op de sloof. Ter plaatse ontstaat een moment ten gevolge van de excentrische oplegging en een normaal-trekkraft ten gevolge van het eigen gewicht. De breedte van de oplegging bedraagt 0,50 meter; de dikte van het schort bedraagt vooralsnog 0,25 meter.

$$\begin{aligned}q_{E, eg + rb} &= 32,9 + 17,5 = 50,4 \text{ kN/m, zie §2.7.7.} \\q_{E, d, eg + rb} &= 1,35 \times 50,4 = 68 \text{ kN/m.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n_E &= 50 \text{ kN/m} \\n_{E, d} &= 68 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_{E, eg + rb} &= (0,5/2 + 0,25/2) \times 50,4 = 19 \text{ kNm/m} \\m_{E, d, eg + rb} &= 1,30 \times 19 = 26 \text{ kNm/m.}\end{aligned}$$

Toetsing moment t.g.v. permanente belasting

$$\begin{aligned}A_{s, ben, M} &= 26 \times 10^6 / (435 \times 0,9 \times (180 - 50 - 12 - 12/2)) \\&= 593 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{s, ben, N} &= 68 \times 10^3 / (435 \times 2) \\&= 78 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{s, ben, M+N} &= 593 + 78 \\&= 671 \text{ mm}^2/\text{zijde}\end{aligned}$$

Pas toe: Ø16-125 (1608 mm²/m).

$$\begin{aligned}\sigma_{E, s} &= 671/1608 \times 19/26 \times 435 \\&= 133 \text{ N/mm}^2: \text{Bij deze staalspanning is voldaan aan het scheurwijdtecriterium bij} \\&\text{milieuklasse XD3.}\end{aligned}$$

Toetsing dwarskracht t.g.v. permanente belasting

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$V_{E, d} = 68 \text{ kN/m}$$

$$V_{R, d, C} = 90 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}V_{E, d} &\leq V_{R, d, C}, \text{ er geldt:} \\68 &< 90 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Voldoet

Het moment veroorzaakt een verwaarloosbare trekspanning, welke niet in de toetsing is opgenomen, zie tevens §4.3.1.1.

Snedenkrachten t.g.v. aanvaring (zie §4.3.1.1)

$$M_{E, d} = 23,1 \text{ kNm.}$$

$$V_{E, d} = 33 \text{ kN.}$$

Toetsing moment t.g.v. aanvaring

$$\begin{aligned}A_{s, ben} &= 23,1 \times 10^6 / (250 \times 0,9 \times (180 - 50 - 12 - 12/2)) \\&= 917 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Pas toe: Ø12-100 (1131 mm²/m).

Voldoet

Toetsing dwarskracht t.g.v. aanvaring

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$V_{E,d} = 33/0,5$$

$$= 66 \text{ kN/m}$$

$$V_{R,d,C} = 105 \text{ kN/m}$$

$$V_{E,d} \leq V_{R,d,C}, \text{ er geldt:}$$

$$66 < 105 \text{ kN/m}$$

Voldoet

Conclusie: De afmetingen van het schort ter plaatse van de inkassing ten behoeve van de drenkelingentrap voldoen aan de relevante criteria.
 $l \times b \times h = 2,80 \times 0,18 \times 3,79 \text{ m}$.

In bovenstaande berekening is bij toepassing van o.a. de dekking op het betonstaal en belastingfactoren invulling gegeven aan SYS-0835.

Door toepassing van de aanvaarbelasting gebaseerd op de eisen wordt invulling gegeven aan SYS-0293 en SYS-2302. Zie tevens §4.3.1.1.

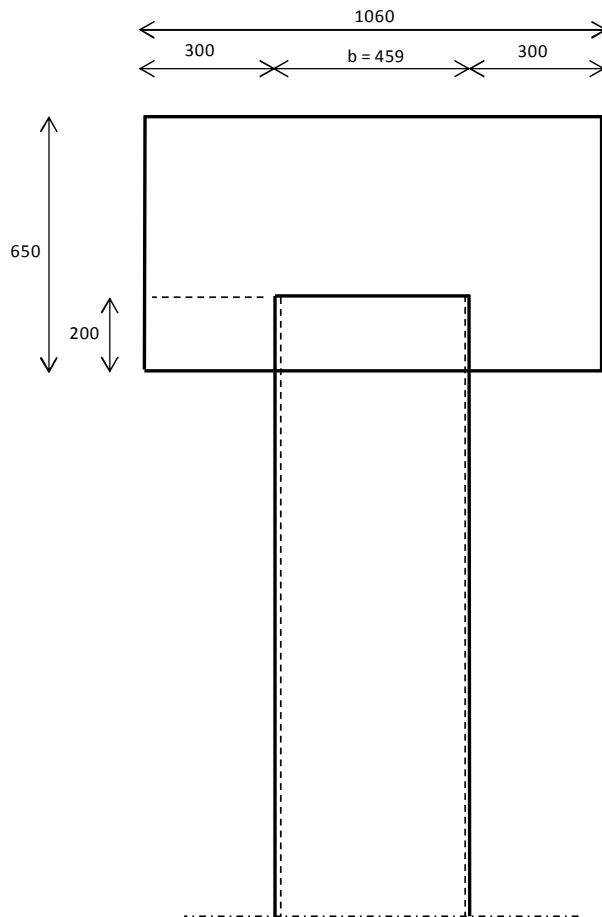
4.4.1.2. Dimensionering afmetingen sloof op damwand

Voor de sloof gelden dezelfde uitgangspunten als voor de kade nabij Brug 285. De schorten zijn allen even lang; de bovenzijde van de kade verloopt in hoogte van +3,14 m NAP tot +2,24 m NAP.

Afmetingen sloof en belasting op damwand

De afmetingen van de sloof zijn in de navolgende figuur weergegeven. Deze zijn gelijk aan de afmetingen van de sloof op de damwand van kademuur 285. De belastingen zijn vergelijkbaar of enigszins lager. Hierbij is voldaan aan alle relevante criteria.

Invloeden door verhinderde en opgelegde vervormingen worden in UO behandeld. De wapeningsconfiguratie wordt in het UO hierop aangepast. Naar verwachting bedraagt dan de wapeningshoeveelheid in de sloof ca. 200 kg/m^3 .



Figuur 4-26: Afmetingen sloof kade 326

De verticale belastingen door de sloof op de kop van de damwand is navolgend weergegeven:

$$\begin{aligned} F_{E, \text{eg, sloof}} &= 17,2 \text{ kN/m} \\ F_{E, \text{eg, schort en basalt}} &= 50,4 \text{ kN/m} \times 3,79/4,28 = 44,6 \text{ kN/m} \\ F_{E, \text{eg, leuning en dekzerk}} &= 4,5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$F_{E, \text{var, leuning}} = 3,0 \text{ kN/m: Treedt niet gelijktijdig op met maaiveldbelasting.}$$

$$F_{E, \text{var, maaiveld}} = 15,2 \text{ kN/m} +$$

$$F_{E, \text{totaal}} = 85 \text{ kN/m}$$

$$F_{Ed \text{ totaal}} = 1,35 \times (17,2 + 44,6 + 4,5) + 1,5 \times (3,0 + 15,2) = 117 \text{ kN/m}$$

De horizontale belastingen door de sloof op de kop van de damwand is navolgend weergegeven:

$$F_{E, \text{eg, sloof}} = 10,0 \text{ kN/m, zie §4.3.1.2}$$

$$F_{E, \text{var, leuning}} = 3,0 \text{ kN/m}$$

Het kopmoment door de sloof op de kop van de damwand is navolgend weergegeven:

$$\begin{aligned} m_E &= 0,1 \times 17,2 + 0,33 \times 4,5 + 0,63 \times 44,6 + 0,65 \times 10 + (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 \\ &= 58 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{E,d} &= 1,35 \times (0,1 \times 17,2 + 0,33 \times 4,5 + 0,63 \times 44,6 + 0,65 \times 10) + 1,5 \times (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 \\ &= 81 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Op dit moment dient o.a. de buigtrekwapening in de sloof en de stekken aan de damwand gebaseerd te worden. Deze toetsing wordt in het UO uitgevoerd.

De belasting door de mast is niet inbegrepen. Deze specifieke situatie wordt ten aanzien van de afmetingen van de sloof en de belastingen op de damwand separaat behandeld.

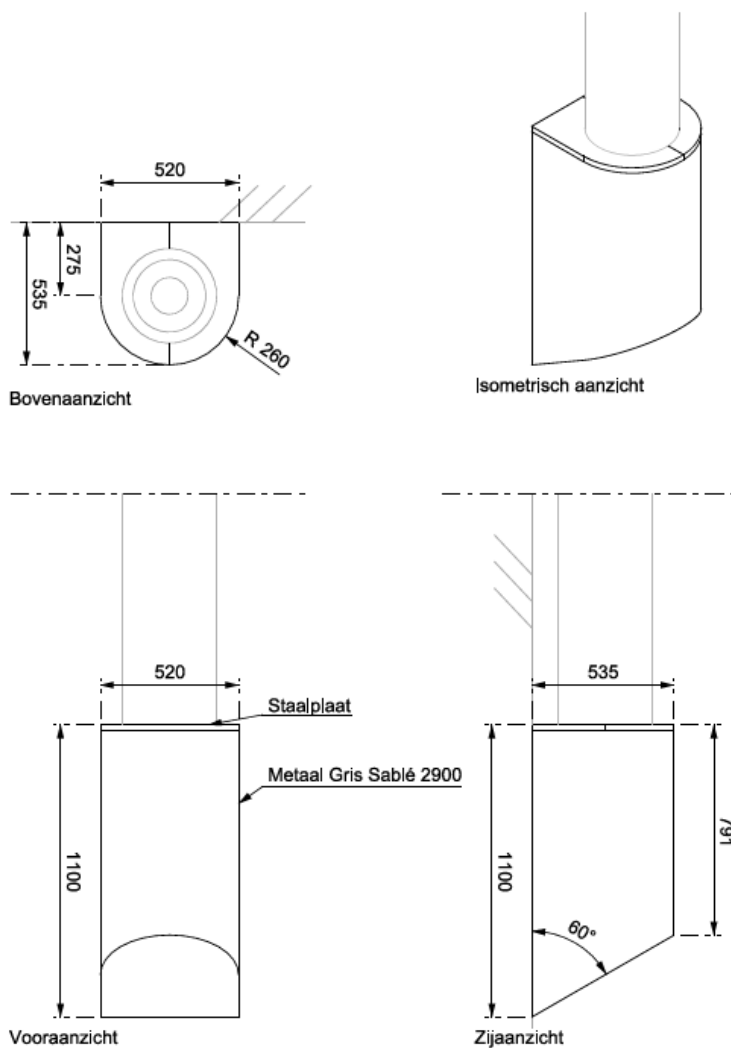
In bovenstaande berekening is bij toepassing van o.a. de dekking op het betonstaal en belastingfactoren invulling gegeven aan SYS-0835.

4.4.1.3. Dimensionering verankering mast en afmetingen sloof op damwand

Geometrie

De masten ten behoeve van de bovenleiding, verlichting e.d. (M076 en M078) worden aan de voorzijde van de kademuur bevestigd.

In [4] is de vormgeving van de bevestiging aan de mast aan de kademuur weergegeven, zie navolgende figuur.

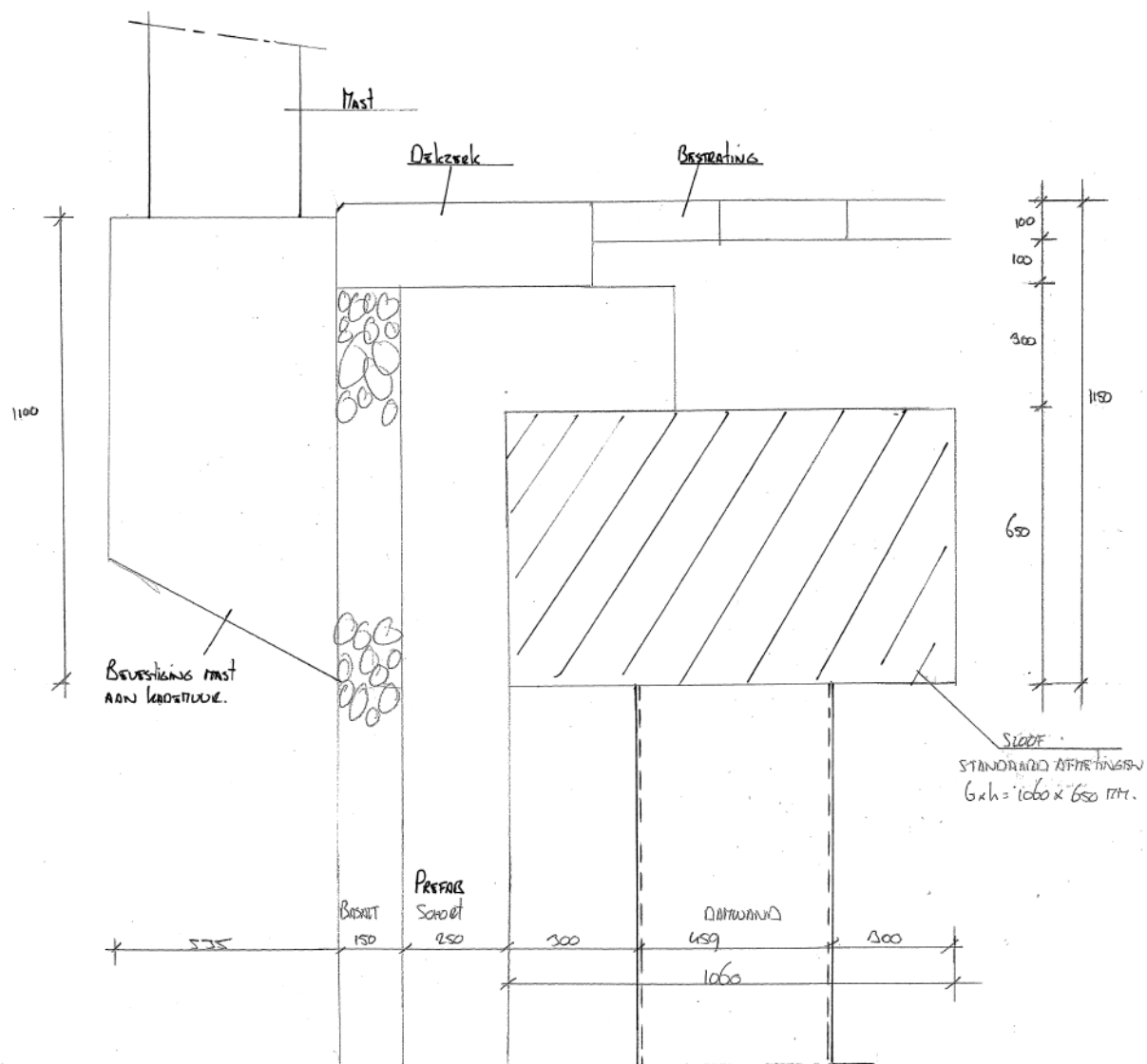


Detail 16.9 : Principe detail masthouder aan kademuur
Schaal 1:20

Figuur 4-27: Vormgevingsdocument: Bevestiging mast aan voorzijde kademuur

De mast wordt bevestigd op een stalen koker waarin de bevestiging aan de kademuur is opgenomen. De bovenzijde van de bevestiging van de mast ligt op hetzelfde niveau als de onderzijde van de vellingkant van de dekzerk.

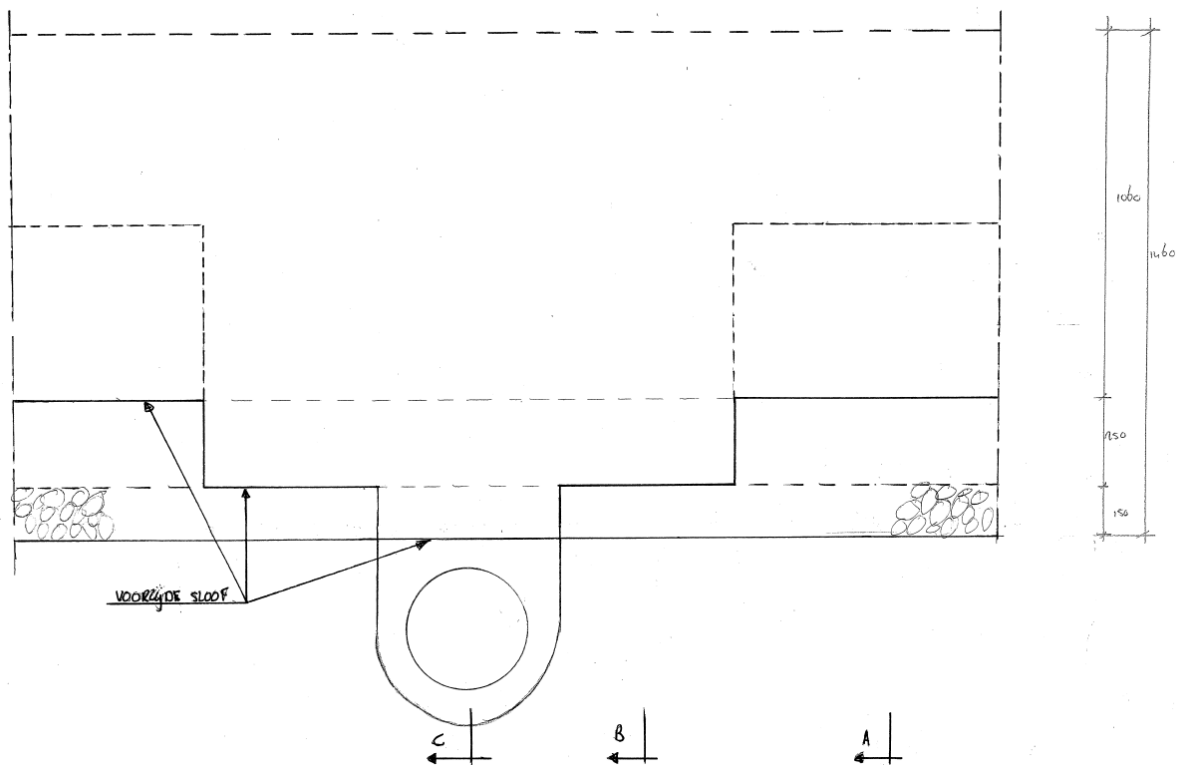
In de navolgende figuur is de standaard situatie (schort met basalt voormetseling, dekzerk, betonnen sloof en damwand) weergegeven. De afmetingen zijn bepaald in §4.4.1.1 en §4.4.1.2. Tevens is in de figuur de bevestiging van de mast aan de voorzijde van de kademuur opgenomen.



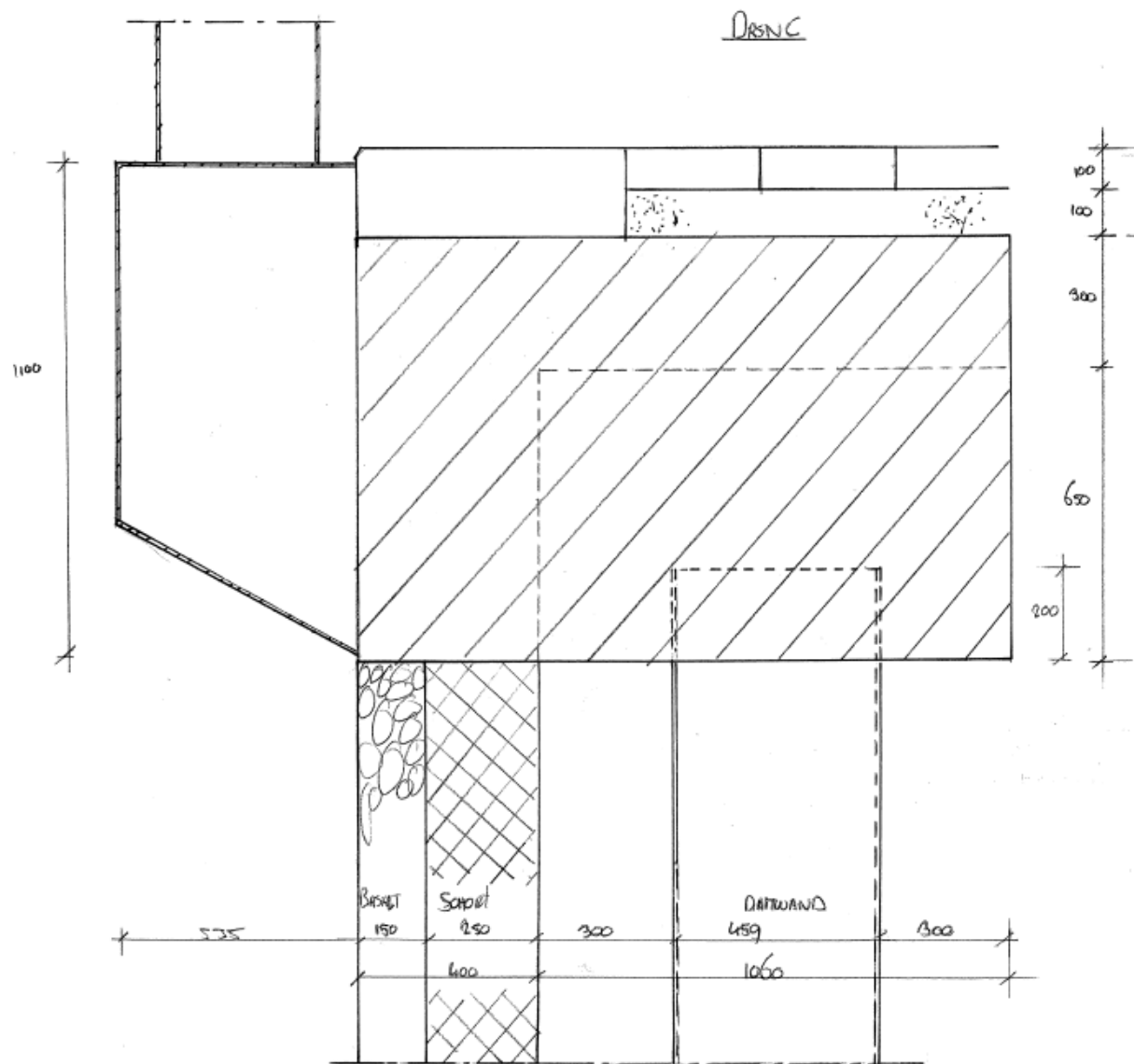
Figuur 4-28: Bevestiging mast aan voorzijde kademuur 326

De krachtswerking aan de voet de mast is aanzienlijk. De ankerverbinding tussen mast en kademuur dient met forse ankers uitgevoerd te worden. In de figuur hierboven ontstaat hierbij een conflict met zowel de basalt voormetseling en het schort. In het basalt en het schort kunnen de ankers de krachten niet afdragen.

Ter plaatse van de mast wordt de basalt voormetseling en het schort onderbroken. De sloof wordt ter plaatse van de bevestiging van de mast uitgebreid tot aan de voorzijde van het basalt. De afmetingen van deze uitbreiding zijn $l \times b \times h = 400 \times 520 \times 950$. Hierin is $b = 520$ mm overeenkomstig met de breedte van de bevestiging van de mast. Tevens wordt de sloof aan bovenzijde verhoogd tot de onderzijde van dekzerk. Op deze wijze wordt ruimte gemaakt voor de verankering van de mast. Zie doorsnede C in de navolgende figuren.

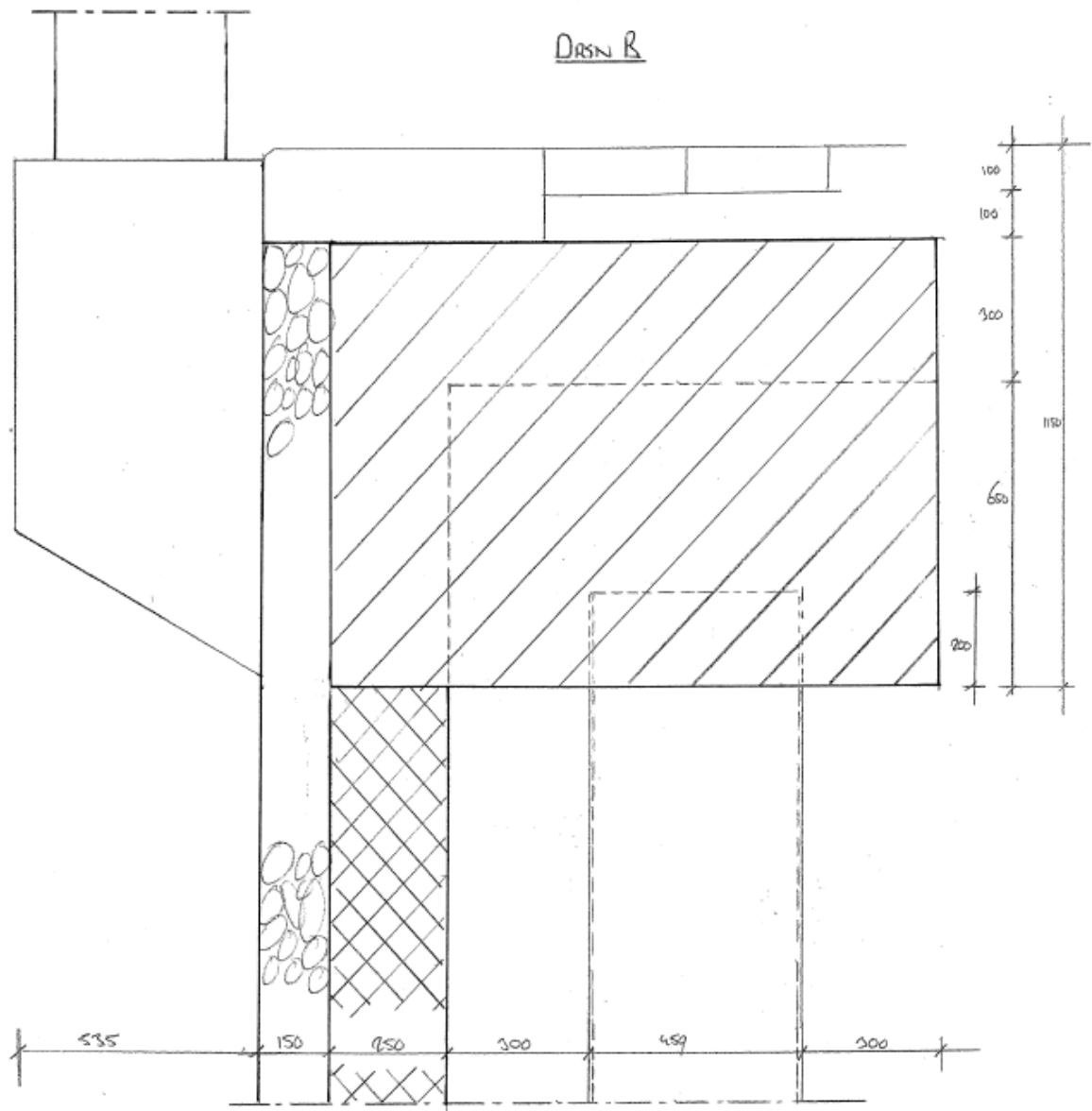


Figuur 4-29: Bovenaanzicht bevestiging mast aan voorzijde kademuur 326



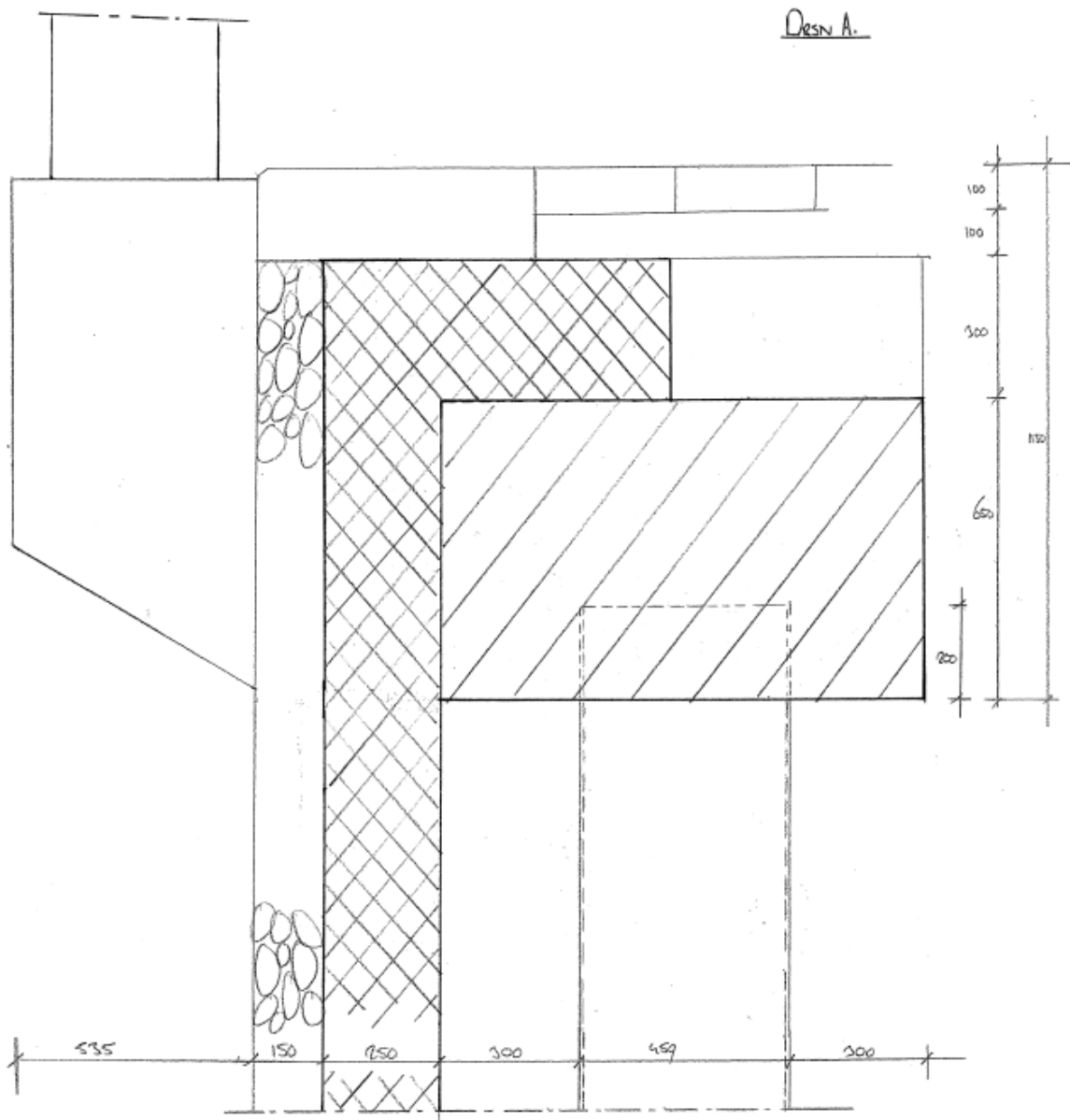
Figuur 4-30: Doorsnede C bevestiging mast aan voorzijde kademuur 326

Aan weerszijden daarvan wordt de sloof uitgebreid tot de achterzijde van het basalt. De afmetingen van deze uitbreiding zijn $l \times h = 250 \times 950$. De breedte wordt in de navolgende berekeningen bepaald. Tevens wordt de sloof aan bovenzijde verhoogd tot de onderzijde van dekzerk. Op deze wijze wordt ruimte gemaakt voor de verankering van de mast. Zie doorsnede B in de navolgende figuur.



Figuur 4-31: Doorsnede B bevestiging mast aan voorzijde kademuur 326

Het schort wordt aan weerszijden van de mast gedragen door de sloof. Dit is de standaard doorsnede van de kademuur. Zie doorsnede A in de navolgende figuur.



Figuur 4-32: Doorsnede A standaard doorsnede kademuur 326

Permanente belasting door mast

Voor een onderbouwing van de belastingen wordt verwezen naar §2.7.7.1.

$$\begin{aligned}F_{E,mast_e.g.} &= 5,0 \text{ kN/mast} \\F_{E,mast_verlichting} &= 1,0 \text{ kN/mast} \\F_{E,mast_bebording} &= 1,0 \text{ kN/mast} + \\F_{E,mast_perm} &= 7,0 \text{ kN/mast}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aangehouden wordt: } F_{E,mast_perm} &= 10 \text{ kN/mast} \\F_{Ed,mast_perm} &= 0,9 \times 10 \\&= 9 \text{ kN/mast.}\end{aligned}$$

Deze neerwaartse belasting werkt als dwarskracht op 4 ankers.

$$\begin{aligned}M_{E,bovenleiding \text{ en verlichting}} &= (7,5 + 0,2 + 0,3 + 0,65/2) \times (10 + 7,5 + 5) \\&= 187 \text{ kNm/mast} \\M_{Ed,bovenleiding \text{ en verlichting}} &= 1,35 \times 187 \\&= 253 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

Voor windbelasting wordt aangehouden: $2,0 \text{ kN/m}^2$.

$$\begin{aligned}M_{E,wind} &= 0,5 \times 0,355 \times 2,0 \times (11,5 + 0,2 + 0,3 + 0,65/2)^2 \\&= 53 \text{ kNm/mast} \\M_{Ed,wind} &= 1,5 \times 53 \\&= 80 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{Ed,tot} &= 253 + 80 \\&= 333 \text{ kNm/mast}\end{aligned}$$

Dit moment werkt in het hart van de verankering van de mast.

De belasting door de bovenleiding en verlichting bedraagt:

$$\begin{aligned}V_E &= 10 + 7,5 + 5 \\&= 22,5 \text{ kN/mast} \\V_{E,d} &= 1,35 \times 22,5 \\&= 30 \text{ kN/mast (druk op 4 ankers)}\end{aligned}$$

Ankerplan

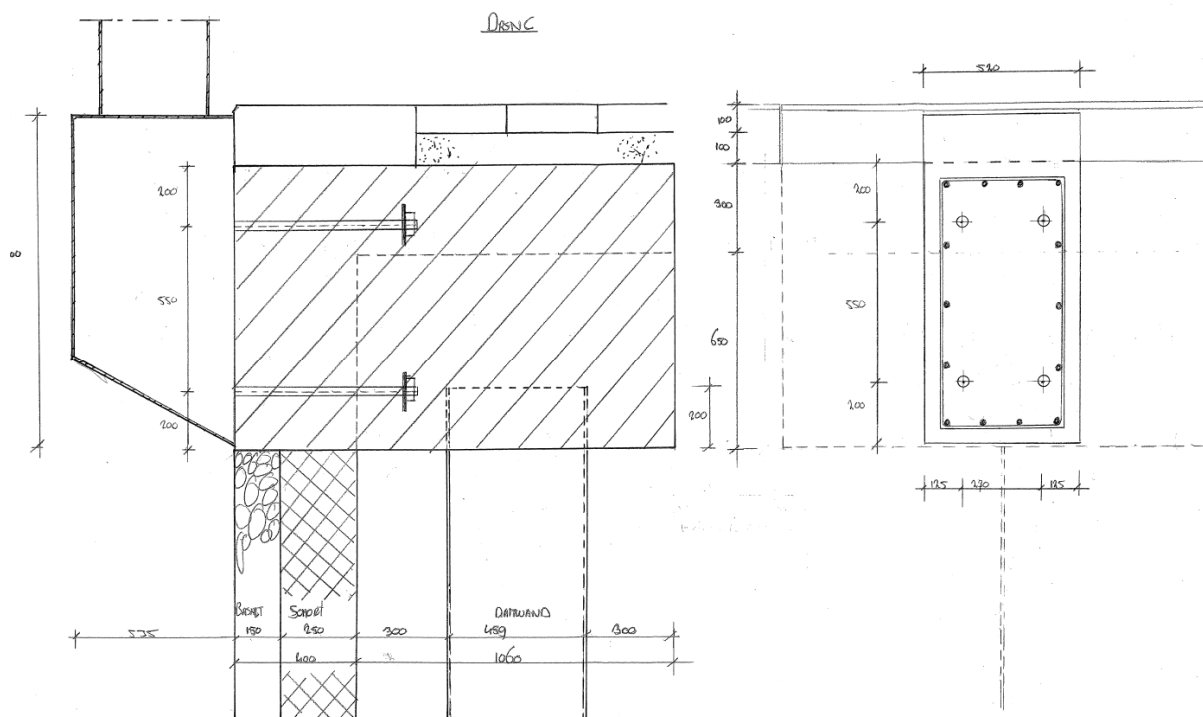
In navolgende figuur is het ankerplan weergegeven. Onderbouwing ankerafstanden:

$$\begin{aligned}\text{Afstand zijkant poer - hart anker: } & c + \varnothing_{bgl} + \varnothing_{HW} + \varnothing_{anker} + 25 \\& 50 + 12 + 16 + 25 + 36/2 = 121 \text{ mm.} \\& \text{Pas toe: 125 mm}\end{aligned}$$

$$\text{Afstand ankers h.o.h. horizontaal: } 520 - 2 \times 125 = 270 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{Afstand b.k. en o.k. poer - hart anker: } & c + \varnothing_{bgl} + \varnothing_{HW} + h_{ankerplaat}/2 + \varnothing_{anker} + 25 \\& 50 + 16 + 16 + 25 + 150/2 = 182 \text{ mm.} \\& \text{Pas toe: 200 mm}\end{aligned}$$

$$\text{Afstand ankers h.o.h. verticaal: } 950 - 2 \times 200 = 550 \text{ mm}$$



Figuur 4-33: Doorsnede kademuur 326 met ankerplan

Dit ankerplan wordt gezamenlijk met de belasting op de verankering gemodelleerd in software dat de ankers toetst op de relevante criteria. Overige invoergegevens zijn:

Ankers: 4 stuks DEMU 1980 FV M30-140 8.8.
M30 is de maximaal toe te passen diameter van het anker in de software.
De toetsingen worden handmatig omgeschreven naar de benodigde ankerdiameter.

Beton: C30/37, gescheurd
Betonstaal: B500B
Dekking: 50 mm
Geen dicht wapeningsnet aanwezig
Rechte randwapening aanwezig
Splijtwapening is aanwezig, uitwerking in UO.
Goede aanhechtingscondities

Dimensionering ankers

De onderste ankergroep wordt bij belasting door de kabels in 1 richting maatgevend, op trek, belast. Ook wanneer deze masten belast worden door een ten opzichte van deze situatie afwijkende configuratie van de kabels, wordt de deze ankergroep naar verwachting maatgevend belast. In het DO wordt volstaan met de dimensionering van de ankers en aanvullende wapening op basis van de maatgevend belaste ankers en de belastingopgave door SYS-1942.

In bijlage 3 zijn de navolgende resultaten weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat met toepassing van ankers DEMU 1980 FV M30-140 8.8 niet aan alle criteria voldaan is. Dit wordt enerzijds ondervangen door toepassen van een zwaarder anker en ankerplaat, anderzijds door toepassing van een specifieke wapeningsconfiguratie rondom de ankers. Alle toetsingen zijn onderstaand uitgevoerd met DEMU 1980 FV M42 8.8.

Normaaltrekkracht - Staalbreuk

$$N_{Ed} = 279 \text{ kN/anker (resultaat krachtswerking in bijlage 3)}$$

$$\begin{aligned} N_{Rk,s} &= 1121 \times 600 \quad (\text{toetsing aan M42}) \\ &= 673 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,s} &= N_{Rk,s}/\gamma_{M,s} \quad (\text{ETA-13/0401}) \\ &= 673/1,58 \\ &= 426 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Benuttingsgraad: } 279/426 \times 100\% = 65\%$$

Voldoet

Normaaltrekkracht - Uittrekken ankerplaat

Het anker dient gezien de trekkracht voorzien te worden van een ankerplaat. Aangezien DEMU technische informatie verstrekt t/m M30 is navolgend gerekend met de ankerplaat van M30.

$$N_{Ed} = 279 \text{ kN/anker}$$

$$\begin{aligned} N_{Rk,p} &= 6 \times A_h \times f_{ck,cube} \times \psi_{ucr,N} \quad (\text{ETA-13/0401}) \\ &= 6 \times (\pi/4 \times (95^2 - 40^2) \times 37 \times 1,48 \\ &= 1916 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,s} &= N_{Rk,p}/\gamma_{M,c} \quad (\text{ETA-13/0401}) \\ &= 1916/1,50 \\ &= 1277 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Benuttingsgraad: } 279/1277 \times 100\% = 22\%$$

Voldoet

Normaaltrekkracht - Betonkegelbreuk

Bezwijken door betonkegelbreuk wordt voorkomen door toepassing van haarspelden rondom de ankers.

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 279 \text{ kN/anker} \\ &= 558 \text{ kN/ankergroep} \end{aligned}$$

Indien de staalspanning in de haarspelden beperkt blijft tot 250 N/mm^2 behoeft volgens NEN-EN 1992-2 art. 8.10.3 niet op scheurvorming getoetst te worden.

$$\begin{aligned} A_{s,ben} &= 558000/(250 \times 201) \\ &= 11,1 \text{ st. } \varnothing 16 \end{aligned}$$

Toegepast worden 6 hrsp $\varnothing 16$ per ankergroep

Om de spatkrachten door spreiding (45°) van de ankerkracht op te nemen, is benodigd::

$$\begin{aligned} A_{s,ben} &= 558000/(250 \times 201) \\ &= 11,1 \text{ st. } \varnothing 16 \end{aligned}$$

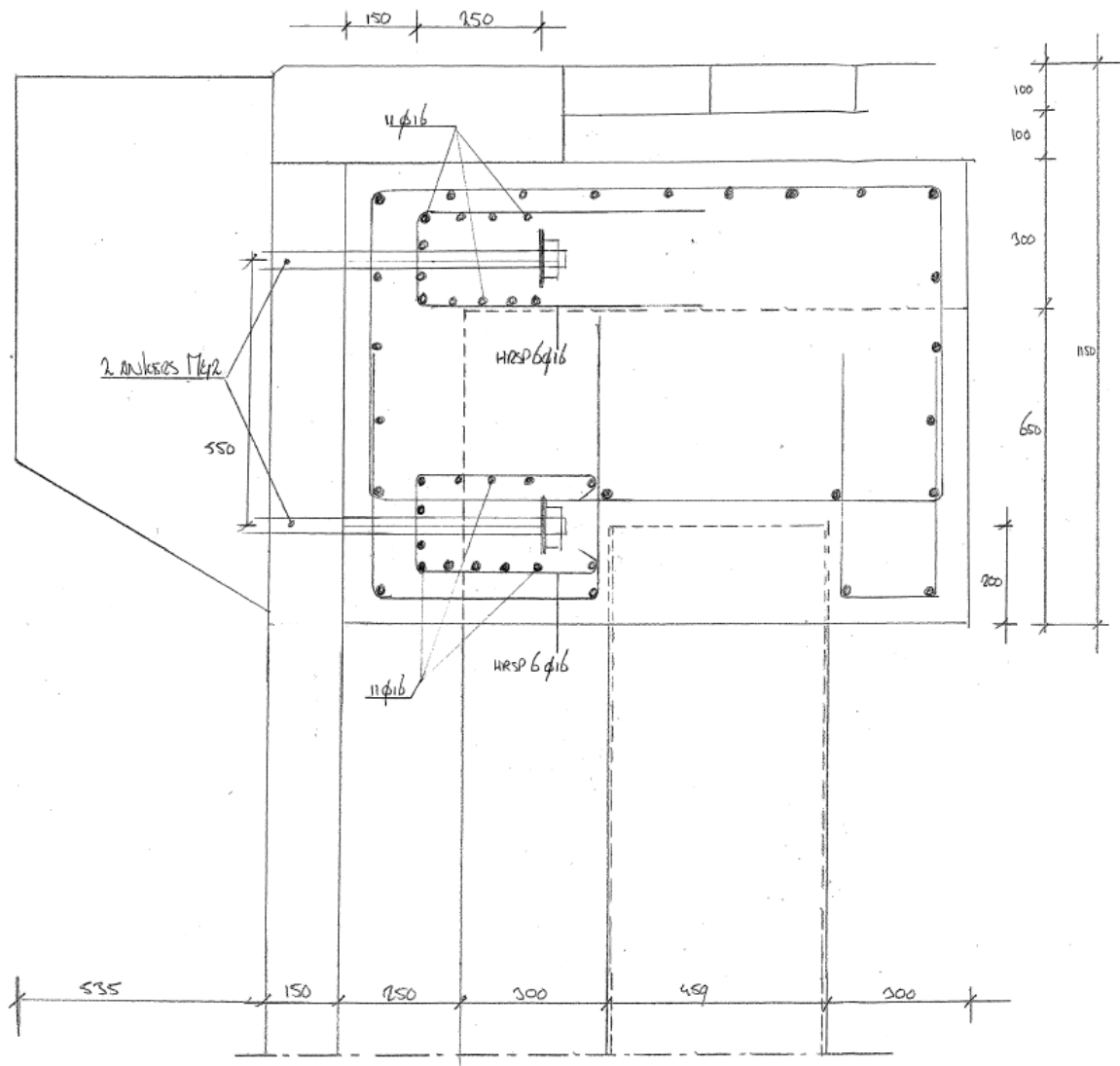
Toegepast worden 12 $\varnothing 16$ per ankergroep

Voldoet

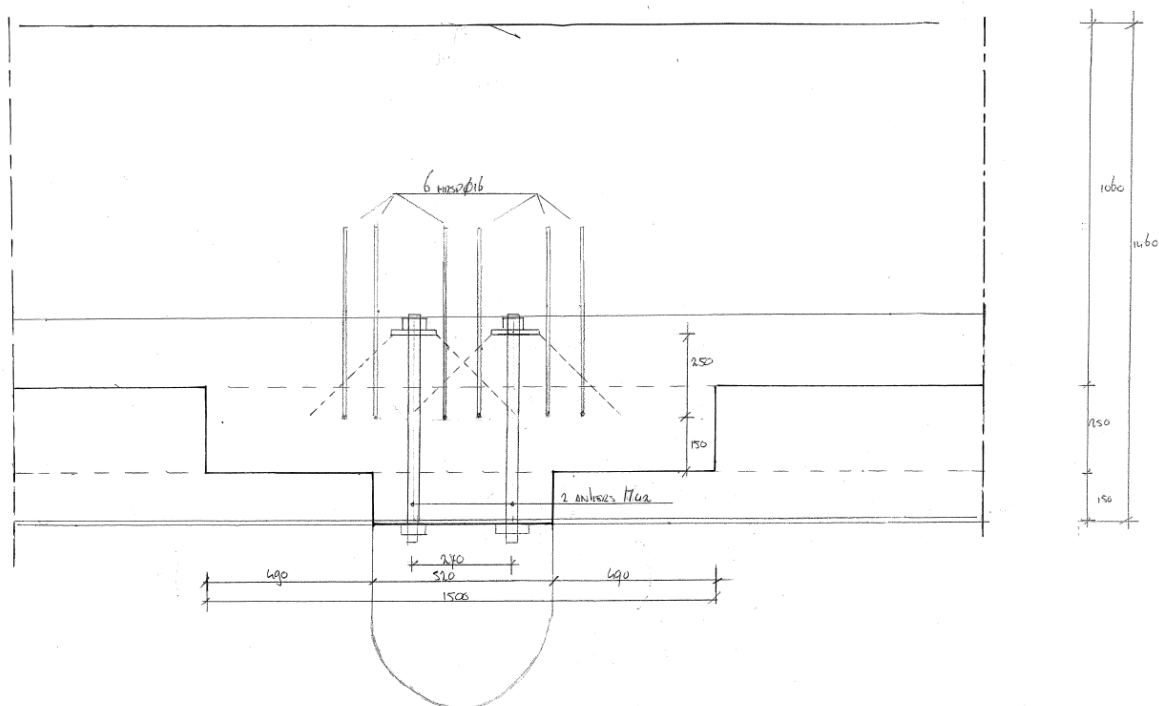
Met deze wapeningsconfiguratie wordt bezwijken door betonkegelbreuk voorkomen.

Nadere detaillering volgt in het UO.

In de onderstaande figuur zijn de berekende ankers en wapening weergegeven.



Figuur 4-34: Doorsnede kademuur 326 met ankers en aanvullende wapening



Figuur 4-35: Bovenaanzicht kademuur 326 met ankers en aanvullende wapening

Normaaltrekkracht - Splijten

Dit criterium wordt in het UO getoetst en indien nodig wordt aanvullende wapening toegepast.

Normaaltrekkracht - Zijdelings uitbreken

Dit criterium wordt in het UO getoetst en indien nodig wordt aanvullende wapening toegepast.

Normaaltrekkracht - Staalbreuk bijlegwapening

De staalspanning in de bijlegwapening is gelimiteerd tot 250 N/mm^2 welke ruimschoots door de vloegigrens wordt afgedekt. $250 < 435 \text{ N/mm}^2$ Voldoet

Normaaltrekkracht - Aanhechtbezijken van de bijlegwapening

Dit criterium wordt in het UO getoetst. Er is voldoende ruimte aanwezig om de volledige verankering lengte toe te passen.

Afschuifkracht - Staalbreuk

Benutting: 1,77% op basis van M30 Voldoet

Afschuifkracht - Betonrandbreuk

Benutting: 15,11% op basis van M30 Voldoet

Afschuifkracht - Betonachteruitbreken

Benutting: 2,67% op basis van M30 Voldoet

Combinatie trek- en dwarskracht

CEN/TS 1992-4-2 art. 6.4.1.2 dient de toetsing aan een van de onderstaande bepaling te voldoen:

$$3. \quad \beta_N + \beta_V \leq 1,2$$

en

$$4. \quad \beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1,0$$

De maatgevende toetsing bedraagt voor de normaaltrekkkracht:

$$\beta_N = 0,65$$

De maatgevende toetsing bedraagt voor de dwarskracht:

$$\beta_V = 0,15$$

Toetsing:

$$3. \quad 0,65 + 0,15 = 0,80 \leq 1,2$$

Voldoet

en

$$4. \quad 0,65^{1,5} + 0,15^{1,5} = 0,58 \leq 1,0$$

Voldoet

Aangetoond is dat met toepassing van 4 ankers DEMU 1980 FV M42 8.8 voorzien van ankerplaten en berekende wapeningsconfiguratie voldaan is aan alle relevante criteria, met dien verstande dat tijdens het UO aanvullende toetsingen uitgevoerd dienen te worden. Deze toetsingen hebben echter geen invloed op de geometrie van de fundatie van de mast op kademuur 326 zoals weergegeven in de figuren 4.28 t/m 4.31.

De horizontale belastingen door de kabels aan de mast worden geacht allen in dezelfde richting en op een hoogte van 7,5 meter op te treden. De hieruit volgende ankerkrachten zijn in bijlage 3 getoetst. Indien de richting en de belasting van de kabels gebaseerd worden op tekening C30-SZE-AU-1600030 versie 2.0 ontstaat geen maatgevende situatie. De anker- en wapeningsconfiguraties zoals bovenstaand berekend blijven aan de relevante criteria voldoen.

Afmetingen sloof en belasting op damwand

De afmetingen van de sloof zijn eerder in deze paragraaf weergegeven.

Standaardsituatie, zie §4.4.1.2:

verticale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:	$F_{E,totaal}$	= 85 kN/m
horizontale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:	$F_{E,var,leuning}$	= 13 kN/m
kopmoment door de sloof op de kop van de damwand:	m_E	= 58 kNm/m

Ter plaatse van mast:

Verticale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:

- Afmetingen sloof: $b \times h = 1,46 \times 0,95 = 1,39 \text{ m}^2$
Gewicht sloof: $A_{\text{sloof}} \times 25 = 34,8 \text{ kN/m}$
- $F_{E,\text{mast_perm}} = 10 \text{ kN/mast}$, spreiding over 1,5 meter.

Totaal ter plaatse van de mast:

$$F_{E,\text{totaal}} = 85,0 + 34,8 - 17,2 + 10/1,5 = 109 \text{ kN/m}$$

$$F_{E,d,\text{totaal}} = 1,35 \times 85,0 + 1,35 \times 34,8 - 1,35 \times 17,2 + 1,35 \times 10/1,5 = 148 \text{ kN/m}$$

Dwarskracht in sloof:

$$V_{E,\text{totaal}} = 10,0/1,5 + 0,5 \times 34,8 = 24 \text{ kN/m}$$

$$V_{E,d,\text{totaal}} = 1,35 \times (10,0/1,5 + 0,5 \times 34,8) = 32 \text{ kN/m}$$

De helft van het gewicht van de poer wordt in rekening gebracht ter plaatse van de toetslocatie in de dag van de damwand.

Horizontale belastingen door de sloof op de kop van de damwand:

- Belasting door bovenleiding en verlichting: $22,5 \text{ kN/mast}$, spreiding over 1,5 meter.

Totaal ter plaatse van de mast:

$$F_{E,\text{totaal}} = 3,0 + 22,5/1,5 = 18 \text{ kN/m}$$

$$F_{E,d,\text{totaal}} = 1,5 \times 3,0 + 1,35 \times 22,5/1,5 = 25 \text{ kN/m}$$

Kopmoment door de sloof op de kop van de damwand:

- Gewicht sloof $= 34,8 \text{ kN/m}$
 $e = 0,15 + 0,25 + 0,3 + 0,1 + 0,46/2 - 1,46/2 = 0,3 \text{ meter}$
 $M_{E,\text{eg sloof}} = 0,3 \times 34,8 = 10,4 \text{ kNm/m}$
Hierin is:
 $0,15 \text{ m} = \text{dikte voormetseling}$
 $0,25 \text{ m} = \text{hoogte schort}$
 $0,30 \text{ m} = \text{tussenruimte schort – damwand}$
 $0,10 \text{ m} = \text{tolerantie damwand}$
- Gewicht mast $= 10 \text{ kN}$
 $e = 0,535/2 + 0,15 + 0,25 + 0,3 + 0,1 + 0,46/2 = 1,30 \text{ meter}$
- $M_{E,\text{mast}} = 1,30 \times 10/1,5 = 9 \text{ kNm/m}$
- $m_{E,\text{bovenleiding en verlichting}} = 187/1,5 = 125 \text{ kNm/m}$
- $m_{E,\text{wind}} = 53/1,5 = 35 \text{ kNm/m}$

Totaal ter plaatse van de mast, zie ook §4.3.1.2:

$$m_{E,\text{totaal}} = -0,33 \times 4,5 + (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 - 10,4 - 9,0 + 125 + 35 = 159 \text{ kNm/m}$$

$$\begin{aligned} m_{E,d,totaal} &= 0,9 \times -0,33 \times 4,5 + 1,5 \times (0,65 + 1,2) \times 5,4/0,5 - 0,9 \times 10,4 - \\ &\quad 0,9 \times 9,0 + 1,35 \times 125 + 1,5 \times 35 \\ &= 232 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Op dit moment dient o.a. de buigtrekwapening in de sloof en de stekken aan de damwand geba-seerd te worden. Deze toetsing wordt in het UO uitgevoerd.

Resume snedenkrachten op kop damwand:

Verticaal:	$F_{E,totaal}$	= 109 kN/m
	$F_{E,d,totaal}$	= 148 kN/m
Horizontaal:	$F_{E,totaal}$	= 18 kN/m
	$F_{E,d,totaal}$	= 25 kN/m
Kopmoment:	$M_{E,totaal}$	= 159 kNm/m
	$M_{E,d,totaal}$	= 232 kNm/m

Toetsing moment

De dekking is in §2.6.4 onderbouwd: $c_{toeg} = 50 \text{ mm}$.

De constructieve hoogte van de sloof bedraagt: $950 - 200 = 750 \text{ mm}$.

$$\begin{aligned} A_{s,ben} &= 232 \times 10^6 / (435 \times 0,9 \times (750 - 50 - 20/2)) \\ &= 859 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pas toe: $\varnothing 16-125 (1608 \text{ mm}^2/\text{m})$.

$$\begin{aligned} \sigma_{E,s} &= 859/1608 \times 159/232 \times 435 \\ &= 159 \text{ N/mm}^2: \text{ Bij deze staalspanning is voldaan aan het scheurwijdtecriterium bij} \\ &\quad \text{milieuklasse XD3.} \end{aligned}$$

Deze wapening wordt als beugel in de sloof toegepast. Tevens wordt deze wapening ten behoe-ve van de realisatie van de verbinding van de sloof gelast aan de damwand.

Toetsing dwarskracht

De toetsing is uitgevoerd in bijlage 2. Navolgend is het resultaat van de toetsing weergegeven.

$$V_{E,d} = 32 \text{ kN/m}$$

$$V_{R,d,C} = 253 \text{ kN/m}$$

$$V_{E,d} \leq V_{R,d,C}, \text{ er geldt:}$$

$$32 < 253 \text{ kN/m}$$

Voldoet

Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.

Toetsing wringing

Tijdens de montage van de schorten ontstaat een wringend moment in de sloof ter grootte van:

$$\begin{aligned} T_{E,d} &= 1,35 \times 0,63 \times 50,4 \times 2,8/2 \\ &= 60 \text{ kNm/element} \end{aligned}$$

Dit wringend moment is reeds getoetst voor de standaard situatie in §4.3.1.2.

Ter plaatse van de mast zijn de afmetingen van de sloof groter. Hiermee neemt de capaciteit toe, zodat de toegepaste wapening uit §4.3.1.2. volstaat.

Pas minimaal toe: Bgls: $\varnothing 12-150$ ($754 \text{ mm}^2/\text{m}$)
 $A_{\text{slangswap,b/o}}$ $7\varnothing 12$ ($791 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Onderstaand is getoetst of deze wapening volstaat ten aanzien van wringende momenten ter gevolge van de belasting door de mast. Hierbij wordt de belasting door de kabels en wind inbegrepen; het eigen gewicht van de mast wordt gezien de gunstige werking niet in de berekening opgenomen.

$$\begin{aligned} - M_{E,\text{bovenleiding, verlichting en wind}} &= 187 + 53 = 240 \text{ kNm} \\ - M_{Ed,\text{bovenleiding, verlichting en wind}} &= 1,35 \times 187 + 1,5 \times 53 = 333 \text{ kNm} \end{aligned}$$

De minimale lengte van de verzwaarde sloof ter plaatse van de mast bedraagt 1,50 meter. Het wringend moment wordt gespreid over deze lengte, en bedraagt hiermee:

$$\begin{aligned} - M_{Ed,\text{bovenleiding, verlichting en wind}} &= 333 / (2 \times 0,75) \\ &= 222 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Berekend is de minimale lengte van de verzwaarde sloof waarbij de verankering en benodigde wapening toegepast kan worden. De lengte van de verzwaarde sloof wordt afgestemd op de damwandkassen waarin de stekken gelast worden ten behoeve van de verbinding met de verzwaarde sloof.

$$\begin{aligned} t_{ef,1} &= A/u \\ &= 1310 \times 750 / (2 \times (1310 + 750)) \\ &= 238 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_1 &= b - t_{ef,1} \\ &= 1310 - 238 = 1072 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_1 &= h - t_{ef,1} \\ &= 750 - 238 = 512 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_k &= (1310 - 238) \times (750 - 238) \\ &= 548864 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_k &= 2 \times (1072 + 512) \\ &= 3168 \text{ mm} \end{aligned}$$

Getoetst wordt of ten gevolge van het wringend moment de doorsnede ongescheurd blijft.

Het scheurmoment treedt op indien: $\tau_{t,i} = f_{ctd}$.

$$\begin{aligned} \tau_{t,i} \times t_{ef,1} &= T_{E,d} / 2 \times A_k \\ \tau_{t,i} \times 238 &= 222 \times 10^6 / 2 \times 548864 \\ \tau_{t,i} &= 0,85 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctd} &= 1,0 \times 2,00 / 1,5 \\ &= 1,33 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{t,i} &\leq f_{ctd}, \text{ er geldt:} \\ 0,85 &< 1,33 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Conclusie: De doorsnede blijft ten gevolge van het wringend moment ongescheurd.

$$\begin{aligned} A_{\text{seugel,ben}} &= T_{\text{Ed}} \times 10^6 / (2 \times b_1 \times h_1 \times f_{yd}) \\ &= 222 \times 10^6 / (2 \times 1072 \times 512 \times 435) \\ &= 465 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (enkelzijdig)} \end{aligned}$$

Pas toe: Bgls Ø16-150 (1340 mm²/m) Voldoet

$$\begin{aligned} A_{\text{slangwap,ben}} &= T_{\text{ed}} \times u_k \times 10^6 / (2 \times A_k \times f_{yd} \times 10^3) \\ &= 222 \times 10^6 \times 3168 \times 1,00 / (2 \times 548864 \times 435) \\ &= 1472 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{slangwap,b/o}} &= T_{\text{ed}} \times 10^6 / (2 \times h_1 \times f_{yd}) \\ &= 222 \times 10^6 \times 1,00 / (2 \times 512 \times 10^3 \times 435) \\ &= 498 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pas toe: 7Ø16 (1407 mm²/m) Voldoet

De berekende wapeningsconfiguratie bij de diverse toetsingen is maakbaar en toepasbaar in de vormgeving van de sloof.

Invloeden door verhinderde en opgelegde vervormingen worden in UO behandeld. De wapeningsconfiguratie wordt in het UO hierop aangepast. Naar verwachting bedraagt dan de wapeningshoeveelheid in de sloof ca. 200 kg/m³.

De dimensionering en detaillering van de staalconstructie aan de voet van de mast, zie [4], wordt uitgevoerd door de leverancier van de masten.

Indien rekening gehouden dient te worden met zwerfstromen dienen de ankers mogelijk geïsoleerd te worden. Dit wordt nader uitgewerkt in het UO.

In bovenstaande berekening is bij toepassing van o.a. de dekking op het betonstaal en belastingfactoren invulling gegeven aan SYS-0835.

4.4.2. Damwand kadelijs

Voor de damwand in de kadelijs is de volgende fasering aangehouden:

- Aanbrengen damwand
- Aanbrengen verankering
- Voorspannen verankering
- Aanvullen achter damwand met Bims, EPS en wegverharding
- Aanbrengen bovenbelasting

De fasering is ook weergegeven in Bijlage 6.

4.4.2.1. Gemobiliseerde weerstand

In alle gevallen dient het percentage gemobiliseerde grondweerstand kleiner dan 100% te zijn in de uiterste grenstoestand. In Tabel 4-14 is gemobiliseerde grondweerstand afgeleid uit D-Sheet Piling weergegeven, waaruit kan worden geconcludeerd dat elke doorsnede voldoet omdat de gemobiliseerde weerstand kleiner is dan 100%.

Doorsnede [-]	Gemobiliseerde grondweerstand [%]
Kade 326	35
Kade 326 (mast)	36

Tabel 4-14 Percentage gemobiliseerde grondweerstand per doorsnede (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

4.4.2.2. Toetsing staalspanning damwand

De spanning in de plank dient de maximale spanning niet te overschrijden. De spanning in de damwand wordt bepaald door de buigende momenten en de normaalkrachten. De staalspanningen in de damwand zijn getoetst cf. NEN-EN 1993-5 (NB) m.b.v. programmatuur van ArcelorMittal (zie Bijlage 9).

Bouwfase

De maximaal optredende momenten en normaalkrachten uit D-Sheet Piling zijn die in de uiterste grenstoestand (UGT). De toetsing van de staalspanning is weergegeven in Tabel 4-15, deze voldoet voor alle doorsneden.

Doorsnede [-]	Maximaal opneembaar moment ($M_{pl;rd}$) [kNm/m]	Maximaal optredend moment ($M_{s;d}$) [kNm/m]	Maximaal optredende normaalkracht ($N_{max;d}$) [kN/m]	U.C.* [-]
Kade 326	863	231	$104 + 117 = 221$	0,23
Kade 326 (mast)	863	231	$77 + 148 = 225$	0,23
*Toetsing staal damwand zie Bijlage 9				

Tabel 4-15 Resultaten toetsing staalspanning damwand - bouwfase

Gebruiksfase

De permanente wanden van Kade 285 en Kade 326 moeten in de eindfase worden gecontroleerd op corrosie. Conform CUR166 wordt voor de corrosie voor beide damwandzijden in totaal een reductie van 2,6 mm meegenomen bij een beoogde levensduur van 100 jaar. De toetsing is opgenomen in Tabel 4-16 en voldoet voor alle doorsneden.

Doorsnede [-]	Maximaal opneem- baar moment ($M_{pl;rd}$) [kNm/m]	Maximaal optredend moment ($M_{s;rd}$) [kNm/m]	Maximaal optredende normaalkracht ($N_{max;rd}$) [kN/m]	U.C.* [-]
Kade 326	863	167	221	0,24
Kade 326 (mast)	863	338	180	0,48
*Toetsing staal damwand zie Bijlage 9				

Tabel 4-16 Resultaten toetsing staalspanning damwand - gebruiksfase

4.4.2.3. Vervormingen

De maximale vervorming van de damwand wordt getoetst in de bruikbaarheidstoestand (BGT). Voor de uitbuiging van de grondkering geldt dat conform eis SYS-0621 de horizontale vervorming ten gevolge van veranderlijke belastingen over de gehele hoogte ten hoogste 30 mm te bedragen. De resultaten van de toetsing zijn gepresenteerd in Tabel 4-17 en Tabel 4-18. De uitbuiging voldoet voor alle doorsneden.

Doorsnede [-]	Optredende uitbuiging Zonder bovenbelasting [mm]	Optredende uitbuiging Met bovenbelasting [mm]	Verschil [mm]
Kade 326	3	11	8
Kade 326 (mast)	3	11	8

Tabel 4-17 Resultaten toetsing vervormingen damwand – bouwphase (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

Doorsnede [-]	Optredende uitbuiging Zonder bovenbelasting [mm]	Optredende uitbuiging Met bovenbelasting [mm]	Verschil [mm]
Kade 326	16	18	2
Kade 326 (mast)	17	20	3

Tabel 4-18 Resultaten toetsing vervormingen damwand – gebruiksfase (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

4.4.2.4. Stabiliteit

De (macro)stabiliteit bepaald in D-Sheet Piling (methode Bishop) is weergegeven in Tabel 4-19. Voor Kade 326 (onderdeel primaire waterkering) is deze groter dan 1,0 en voldoet.

Doorsnede [-]	Stabiliteit [-]
Kade 326	2,6
Kade 326 (waterkering)	2,4
Kade 326 (mast)	2,6

Tabel 4-19 Resultaten (macro)stabiliteit(methode Bishop) (zie bijlage 6 voor volledige berekening)

Voor Kade 326 (onderdeel primaire waterkering) is tevens een aanvullende stabiliteitsberekening gemaakt met methode Spencer (zie Bijlage 13). De (macro)stabiliteit bepaald met methode Spencer is weergegeven in Tabel 4-20. De (macro)stabiliteit is groter dan 1,4 en voldoet.

Doorsnede [-]	Stabiliteit [-]
Kade 326 (waterkering)	2,66

Tabel 4-20 Resultaten (macro)stabiliteit (methode Spencer) (zie bijlage 13 voor volledige berekening)

4.4.2.5. Verticaal evenwicht

Het verticaal draagvermogen van een damwand kan berekend worden volgens de formule:

$$R_{c;d} = \alpha_s \cdot q_c \cdot A_{verf} / \xi / \gamma_r \cdot h$$

Waarbij:

- α_s schachtwrijvingsfactor
- q_c gemiddelde conusweerstand
- A_{verf} verfoppervlakte
- ξ statistische factor =1,26 (voor stijve constructie uitgaande van herverdelingscapaciteit van de damwanden)
- γ_m partiële materiaalfactor =1,2
- h hoogte waaroverrijving in rekening wordt gebracht

De schachtwrijvingsfactor α_s is 0,006 voor op druk belaste damwanden conform NEN 9997-1 Tabel 7c (Stalen paal, Constante dwarsafmeting; profiel, Geheid).

De controle van het verticale evenwicht is conform CUR 166 waarbij volgens $V_s/(2L-l) \leq 12,5 \text{ kN/m}^2$ een onafhankelijke separate controle van het verticale evenwicht van de damwanden toegestaan is. Met een totale lengte van de damwand L van ca. 25,5 m en een keurende hoogte van ca. 7 m en met een gemiddelde waarde van de verticaalkracht in de damwand in de bouwphase in BGT van ca. 235 kN wordt hier aan voldaan.

Doorsnede [-]	Draagvermogen ($R_{c;d}$) [kN/m]	Verticale component ankerkracht + normaalkracht $N_{max;d}$ [kN/m]	U.C. [-]
Kade 326	439	104 + 117 = 221	0,50
Kade 326 (mast)	439	77 + 148 = 225	0,51

Tabel 4-21 Resultaten toetsing verticaal evenwicht (zie bijlage 7 voor volledige berekening)

In bovenstaande berekening is bij toepassing van de corrosiewaarde en de uitgangspunten ten aanzien van de krachtswerking in de damwand invulling gegeven aan SYS-0835.

4.4.2.6. Verankering

De verankering bestaat uit groutankers met de eigenschappen zoals omschreven in Tabel 2-9.

De draagkracht van het groutanker wordt getoetst conform stap 9 zoals omschreven in CUR 166 en is weergegeven in Tabel 4-22 en Tabel 4-23. Hierbij geldt $P_d = 1,25 \cdot P_{max}$. De maximale an-

kerkracht P_{\max} is het resultaat uit D-Sheet Piling in de UGT maal de hart op hart afstand van de ankers.

Tevens is ankeruitval getoetst. Hierbij worden de naastgelegen ankers met 150% van de ankerkracht belast. Tevens mogen conform CUR 166 de partiële factoren op 1 worden gesteld.

Doorsnede [-]	Rekenwaarde ankerkracht (P_d) [kN]	Opneembare ankerkracht [kN]	U.C. [-]
Kade 326	1419	1752	0,81
Kade 326 (ankeruitval)	1296	1752	0,74

Tabel 4-22 Resultaten toetsing ankerstaal (bouwphase) (zie bijlage 8 voor volledige berekening)

Doorsnede [-]	Rekenwaarde ankerkracht (P_d) [kN]	Opneembare ankerkracht [kN]	U.C. [-]
Kade 326	1419	1634	0,87
Kade 326 (ankeruitval)	1296	1634	0,79

Tabel 4-23 Resultaten toetsing ankerstaal (gebruiksphase, gecorrodeerd) (zie bijlage 8 voor volledige berekening)

Hierop volgend kan de lengte van het groutlichaam worden bepaald conform hoofdstuk 7 van CUR 166.

Deze lengte is gebaseerd op de volgende empirische relatie:

$$R_{a;\min} = \alpha_t \cdot O \cdot L_A \cdot q_{c;\text{gem}}$$

Waarbij:

$R_{a;\min}$	minimale houdkracht in kN = $P_{\max} \cdot 1,1$
α_t	schachtwrijvingsfactor = 0,015
L_a	lengte verankeringsdeel in m
O	omtrek groutlichaam in m
$q_{c;\text{gem}}$	gemiddelde conusweerstand over het verankeringsdeel in kPa

Voor een overzicht van de toegepaste verankering, zie Tabel 2-9. In Tabel 4-24 is de houdkracht van het anker getoetst voor zowel de bouwphase als de eindfase (incl. corrosie). Voor een berekening wordt verwezen naar de bijlagen.

Doorsnede [-]	Rekenwaarde ankerkracht ($P_{a;\max;d}$) [kN]	Minimale houdkracht ($R_{a;\min}$) [kN]	U.C. [-]
Kade 326	1249	1831	0,68
Kade 326 (ankeruitval)	1296	1831	0,71

Tabel 4-24 Resultaten toetsing lengte groutlichaam (bouw- en gebruiksphase) (zie bijlage 8 voor volledige berekening)

De definitieve groutankers en bijbehorende verankeringslengte moeten door de leverancier worden bepaald.

4.4.2.7. Dimensionering gording achter damwand

De belasting tegen de gording bedraagt:

- Bouwfase: $P_d = 1,1 \cdot P_{\max} = 1,1 \cdot 108 = 119 \text{ kN/m.}$
- Gebruiksphase: $P_d = 1,1 \cdot P_{\max} = 1,1 \cdot 148 = 163 \text{ kN/m.}$

De belasting tegen de gording ter plaatse van de mast bedraagt:

- Bouwfase: $P_d = 1,1 \cdot P_{\max} = 1,1 \cdot 108 = 119 \text{ kN/m.}$
- Gebruiksphase: $P_d = 1,1 \cdot P_{\max} = 1,1 \cdot 41 = 45 \text{ kN/m.}$

De maatgevende belasting tegen de gording bedraagt 163 kN/m. Hier is de gording op gedimensioneerd.

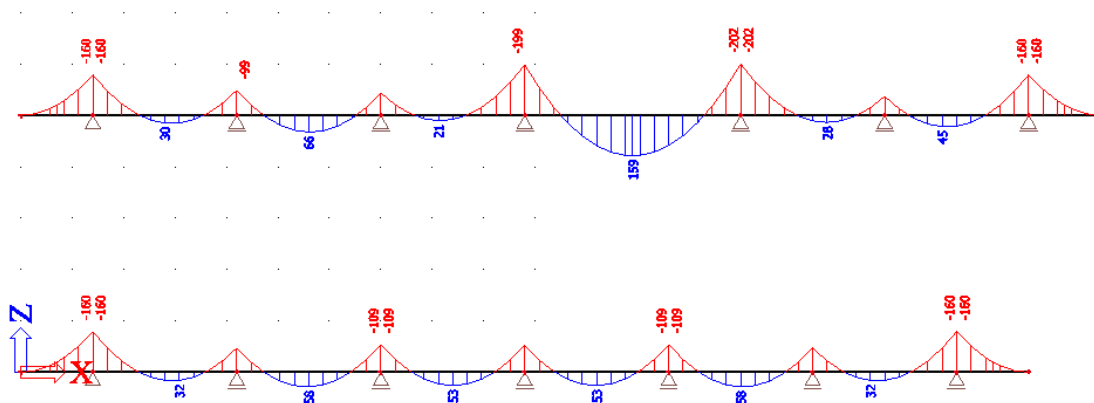
De belasting ter plaatse van de mast is over de lengte van de poer waarop de mast is gefundeerd in bijlage 4B gemodelleerd.

De ankers zijn gepositioneerd met een standaard h.o.h.-afstand van 2,80 meter. De bestaande palen worden op zekere hoogte afgeknepen. Op basis van de tekeningen van de bestaande situatie is het ankerplan lokaal aangepast ten einde conflicten tussen ankers en palen te voorkomen. De exacte locatie van deze palen dient in het UO te worden ingemeten zodat het ankerplan mogelijk wijzigt. De gording wordt in het DO gedimensioneerd aan de hand van een liggermodel op de maatgevende krachtwerking van het standaard ankerplan en het aan de bestaande palen aangepaste ankerplan.

$$M_{E,d,h.o.h. \ 2,80 \text{ m}} = 160 \text{ kNm}$$

$$M_{E,d,h.o.h. \ 4,20 \text{ m}} = 202 \text{ kNm}$$

Zie navolgende figuur. In bijlage 4B is de invoer van het liggermodel weergegeven.



Figuur 4-36: M-lijn gording

Staalkwaliteit: S355.

$$W_{ben} = 202 \times 10^6 / 355$$

$$= 569 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

De berekening van de krachtswerking is uitgevoerd aan de hand van HE-B300, resulterend in vergelijkbare snedenkrachten.

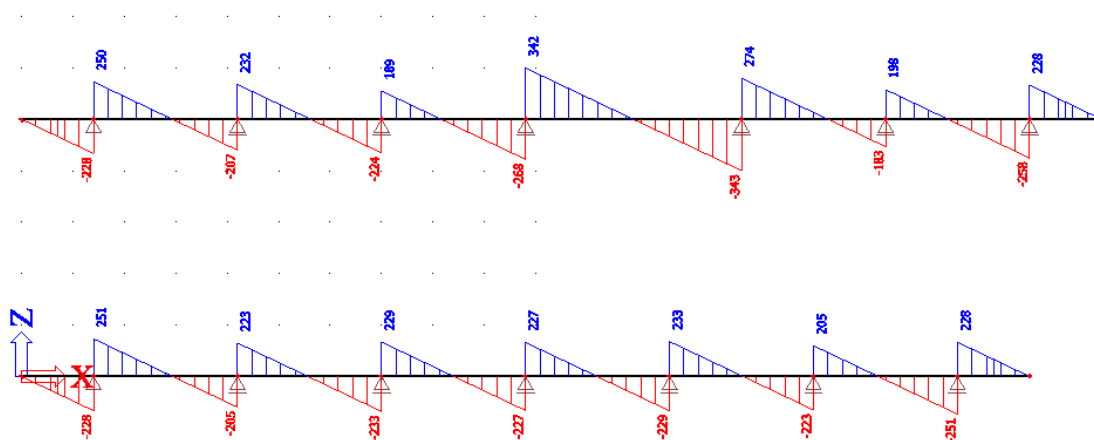
Pas voorlopig toe: HE-B 240 ($W = 938 \times 10^3 \text{ mm}^3$)

Er is voldoende restcapaciteit ten aanzien van reductie van de doorsnede door corrosie van 1,2 mm/zijde.

$$V_{E,d,h.o.h. \ 2,80 \text{ m}} = 233 \text{ kN}$$

$$V_{E,d,h.o.h. \ 4,20 \text{ m}} = 343 \text{ kN}$$

Zie navolgende figuur. In bijlage 4B is de invoer van het liggermodel weergegeven.



Figuur 4-37: V-lijn gording

Staalkwaliteit: S355.

$$V_{pl,Rd} = A_v \times (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}, \text{ waarin:}$$

$$A_v = A - 2 \times b \times t_f + (t_w + 2 \times r) \times t_f$$

$$= 10600 - 2 \times 240 \times 17 + (10 + 2 \times 21) \times 17$$

$$= 3324 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,0$$

$$V_{pl,Rd} = 3324 \times (355 / 3^{1/2}) / 1,0$$

$$= 681 \text{ kN}$$

Toetsing:

$$V_{E,d} \leq V_{pl,Rd}$$

$$343 < 681 \text{ kN}$$

Voldoet

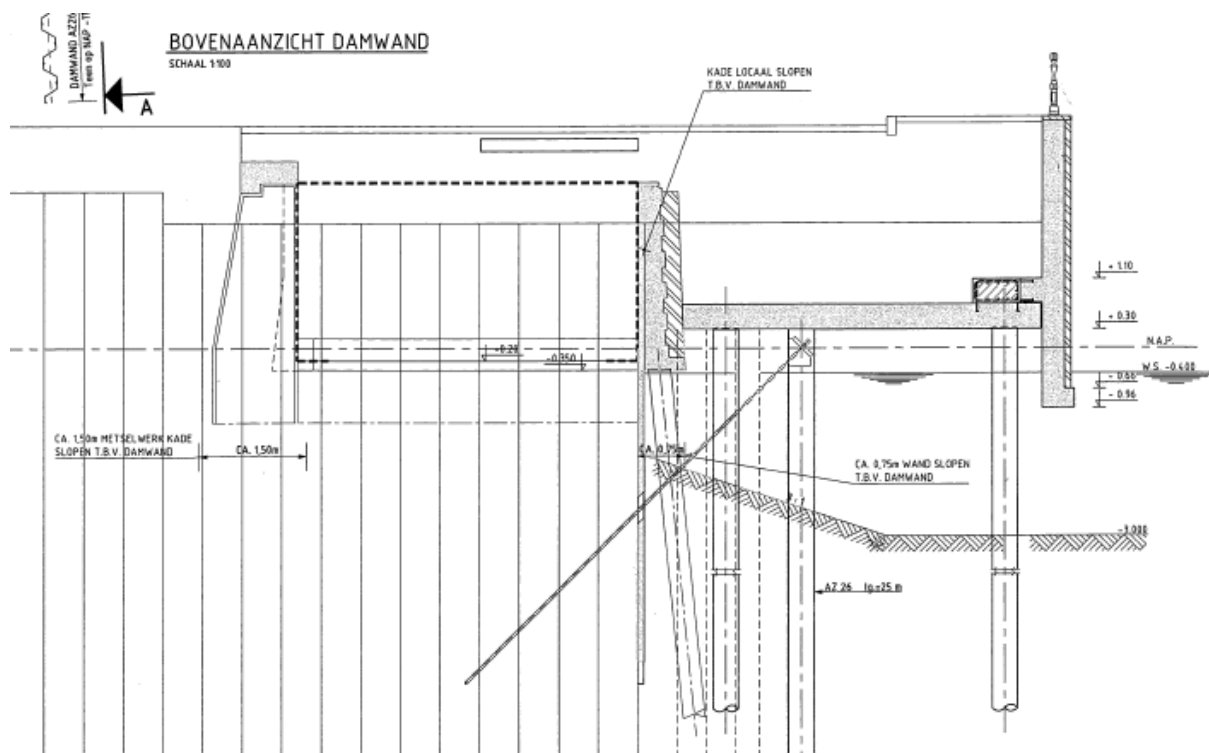
Pas toe: HE-B240, S355

Er is voldoende restcapaciteit ten aanzien van reductie van de doorsnede door corrosie van 1,2 mm/zijde.

In bovenstaande berekening is bij toepassing van de corrosiewaarde en de uitgangspunten ten aanzien van de krachtswerking in de gording invulling gegeven aan SYS-0835.

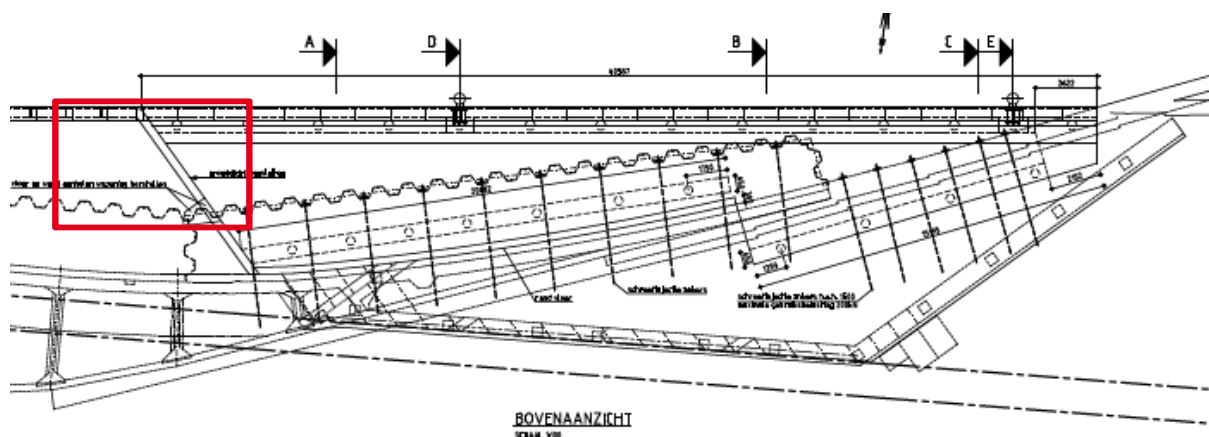
4.4.3. Damwand haaks op voorwand, grenzend aan de westelijke kade

De bestaande kademuur, westelijk gelegen van de nieuwe kade, bestaat uit een op palen gefundeerde vloer en een verankerde damwandconstructie. Zie navolgende figuur.



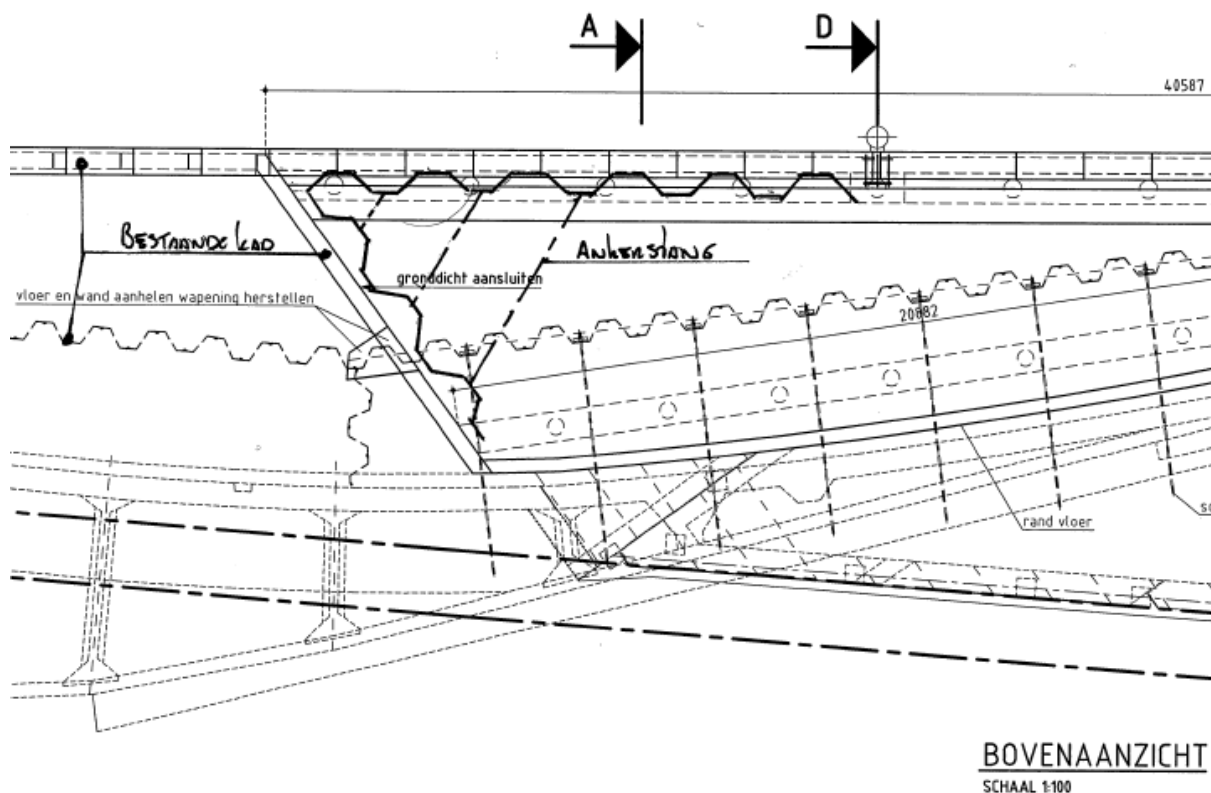
Figuur 4-38: Dwarsdoorsnede bestaande kade ten oosten van de nieuwe kade

In navolgende figuur is een bovenaanzicht van de de bestaande kademuur weergegeven, met omkaderd de grondkerende wand met een lengte van ca. 5,5 meter..



Figuur 4-39: Bovenaanzicht bestaande kade ten oosten van de nieuwe kade

Ten einde gronduitstroom te voorkomen wordt een damwand parallel aan de omkaderde wand aangebracht, grenzend aan de bestaande kade. Deze damwand wordt verankerd aan de damwand aan de waterzijde ten behoeve van intern evenwicht, zie navolgende figuur.



Figuur 4-40: Bovenaanzicht bestaande kade ten oosten van de nieuwe kade

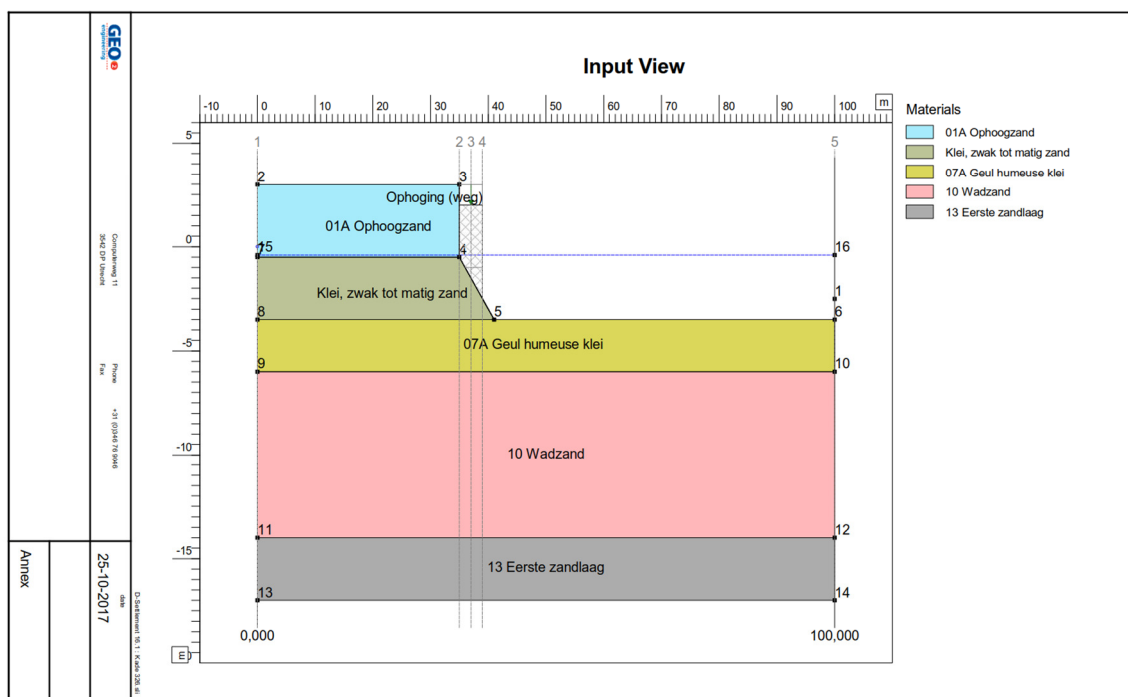
De verankering vindt plaats met bijvoorbeeld dywidagstaven. Verdere uitwerking vindt plaats in het UO.

4.4.4. Zettingen aanvulling achter damwand

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement (versie 16.1). Hierin is het Koppejan model met het consolidatiemodel van Darcy aangehouden waarbij wordt gerekend met natuurlijke rekken. Voor de zettingsberekening is de geometrie conform Figuur 4-41 aangehouden, met onderstaande aandachtspunten:

- Het maatgevende dwarsprofiel is beschouwd (grootste ophoging);
- Huidig maaiveldniveau land: NAP +3,0 m;
- Huidig maaiveldniveau waterbodembodem: NAP -3,5 m;
- Huidig maaiveldniveau talud t.p.v. verticaal 4: NAP -2,5 m;
- Ophoging met 1,0 m wegconstructie (tussen NAP +2,0 m en NAP +3,0 m);
- Ophoging met 3,0 m EPS (tussen NAP -1,0 m en NAP +2,0 m);
- Ophoging met 1,5 m Bims (tussen NAP -2,5 m en NAP -1,0 m);
- Freatische grondwaterstand NAP -0,4 m;
- Toegestane verticale vervorming kade (eis SYS-0292): 0,03 m;

- Restzettingseis maaiveld (eis SYS-0389): 0,03 m over een horizontale afstand van 3 m in 15 jaar na oplevering;
- Verschilzettingseis (SYS-2068): 0,01 m in 6 maanden na oplevering weginfra Prins Hendrikkade Oost;
- Ophoging wegconstructie bestaande uit:
 - Straatwerk: $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$;
 - Straatzand: $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$;
 - Hydraulisch menggranulaat: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$;
- Ophoging EPS: $\gamma / \gamma_s = 0,4 / 0,7 \text{ kN/m}^3$;
- Ophoging Bims: $\gamma / \gamma_s = 10,4 / 11,3 \text{ kN/m}^3$;
- Kade gereed: 01 september 2018 ($t = 0$ dagen);
- Oplevering traminfra (tramfase 4): augustus 2020 ($t \approx 700$ dagen);
- Oplevering weginfra Prins Hendrikkade Oost: september 2020 ($t \approx 730$ dagen);
- 6 Maanden na oplevering weginfra Prins Hendrikkade Oost: ($t \approx 910$ dagen);
- De eindzetting betreft de zetting na 10.000 dagen (30 jaar).



Figuur 4-41 Dwarsprofiel met aanvulling achter damwand Kade 326

De resultaten van de zettingsberekening en de toetsing van de restzettingen aan eis SYS-0389 zijn weergegeven in Tabel 4-25.

Verticaal [-]	Maaiveld- niveau [m NAP]	Eindzetting [m]	Zetting (t = 730 dagen) [m]	Restzetting na opleve- ring [m]	Zetting (t = 910 dagen) [m]	Restzetting na 6 maan- den na ople- vering [m]	Toetsing
2	-0,5	0,01	0,01	0	0,01	0	Voldoet
3	-1,5	0,05	0,05	0	0,05	0	Voldoet
4	-2,5	0,05	0,05	0	0,05	0	Voldoet

Tabel 4-25 Zettingen Kade 326 (zettingen zijn afgerond op hele centimeters)

De berekende zettingen voldoen aan eis SYS-0389 en eis SYS-2068.

Aangezien de damwand met de punt in de vastgepakte zandlaag (Tweede zandlaag, zie Tabel 2-6) staat, is de te verwachten zakking kleiner dan 0,03 m. Hiermee wordt voldaan aan eis SYS-0292.

Tevens is controle van opdrijven van de EPS-constructie in zowel de bouw- als de gebruiksfase getoetst, zie Bijlage 10. Er is voldoende weerstand tegen opdrijven (u.c. $\leq 1,0$).

4.5. Tekeningen

De ontwerpen van beide kademuren zijn opgenomen op DO-tekeningen [15] en [16].

5. Uitvoeringsconcept

5.1. Algemeen

In deze paragraaf is een beschrijving opgenomen van hoe het object dient te worden gerealiseerd (uitvoeringsconcept), met o.a. faseringen, bouw- en werkmethode en eventuele veiligheidsmaatregelen.

5.2. Kade 285

Voorafgaand aan de sloopwerkzaamheden en de bouw van de nieuwe kademuur wordt het benodigde geotechnisch onderzoek verricht en wordt de nok aan de oostelijke kade (uitgevoerd door fa. Dekker) verwijderd.

Het betondek van de uitbreiding ter plaatse van de nieuwe kade wordt in geheel gesloopt. De palen die achter de kade in het maaiveld komen worden minimaal 1 meter onder het maaiveldniveau verwijderd. De palen die aan de voorzijde van de nieuwe kademuur staan worden tot 1 meter onder het leggeniveau verwijderd.

De damwanden worden vanaf het water, drukkend aangebracht. De verankering van de damwanden wordt indien nodig afgestemd op de locatie van de palen. Bij wijziging van de h.o.h.-afstanden van de ankers dienen de ankers opnieuw te worden berekend/getoetst. Alle ankers worden voorafgaand aan het aanvullen achter de damwanden beproefd. Achter de damwand wordt tot onderkant bestrating aangevuld met bims en EPS.

De palen ten behoeve van de vloer nabij het landhoofd van Brug 285 kunnen trillend aangebracht worden.

Nadat de betonsloof op de kop van de damwand gereed is, worden de schorten ingehangen en met een doekverbinding en afstandhouders bevestigd aan de damwanden. Vervolgens wordt de basalt voormetseling aangebracht.

Op de sloof wordt de dekzerk, leuning en combimast aangebracht.

5.3. Kade 326

Voorafgaand aan de sloopwerkzaamheden en de bouw van de nieuwe kademuur wordt het benodigde geotechnisch onderzoek verricht en worden de locaties van de palen en bestaande kademuren ingemeten.

De bestaande brug 326 wordt in delen gesloopt. Voorafgaand aan de bouw van de kademuur wordt het deel aan de waterzijde en ter plaatse van de kadelijs gesloopt. Voorafgaand aan het verleggen van de tramrails (inrichting maaiveld) wordt de resterende constructie (onder het bestaande maaiveld) gesloopt. De palen van de te slopen brug dienen 1 m onder het leggeniveau verwijderd te worden.

De damwanden worden vanaf het water, trillend aangebracht. De verankering van de damwanden wordt indien nodig afgestemd op de locatie van de palen en de bestaande kademuur. Bij wijziging van de h.o.h.-afstanden van de ankers dienen de ankers opnieuw te worden berekend/getoetst. De ankers worden voorafgaand aan het aanvullen achter de damwanden beproefd. Achter de damwand wordt tot onderkant bestrating aangevuld met bims en EPS.

Nadat de sloof op de kop van de damwand gereed is, worden de schorten ingehangen en met een doekverbinding en afstandhouders bevestigd aan de damwanden. Vervolgens wordt de basalt voormetseling aangebracht.

Op de sloof wordt de dekzerk, leuning en combimast aangebracht.

5.4. V&G Maatregelen

Er zijn ten aanzien van de uitvoering van beide kademuren naast werken vanaf het water en werken ter plaatse van hoogteverschillen geen aanvullende risico's benoemd ten opzichte van het V&G-plan dat is opgenomen in [13].

6. Verificatie

6.1. Afwijkingen

Onderstaande afwijking zijn van toepassing op het DO kademuren:

Afwijkingscode	Afwijking	Omschrijving	Omgang met afwijking in het DO
AFW-0171	Aanwezigheid stalen damwand t.p.v. kade ten noordoosten brug 285	Het talud van basalt t.p.v. de toekomstige kade ten noordoosten van brug 285 is opgesloten door een stalen damwand. Deze stalen damwand is niet opgenomen in de areaalgegevens en vormt nu een conflict met de aan te brengen ankers van de nieuw kademuur.	De planken die een conflict vormen met de te plaatsen ankers worden indien mogelijk getrokken. Indien die niet mogelijk is worden de damwanden doorboord.
AFW-0173	Afdragen horizontale belasting van nieuw te realiseren kade ten noordoosten van brug 285 op de naastgelegen (oostelijke) kade.	Onderdeel van de nieuw te realiseren kade ten noordoosten van brug 285 is een damwand dwars op de kade (langs de bestaande ten oosten gerealiseerde betonnen ontlastvloer). Deze damwand ontleent horizontale stabiliteit aan de bestaande kade ten oosten van de nieuw te realiseren kade, dit is in principe strijdig met eis SYS-0620. Echter worden de palen onder de constructie van de naastliggende kade niet zwaarder belast dan in de huidige situatie (de richting van de kracht wijzigt wel).	De damwand dwars op de kade steunt af op de naastgelegen oostelijke kadeconstructie, waarbij de naastliggende constructie minder tot even zwaar wordt belast als in de huidige situatie (wel veranderd de richting van de belasting).
AFW-0174	Dekzerk t.p.v. combimast op nieuwe kade ten noordoosten van brug 285 wordt afwijkend uitgevoerd	Conform het vormgevingsdocument dient de combimast t.p.v. de nieuwe kade ten noordoosten van brug 285 centrisch aangebracht te worden in de granieten dekzerk (in lijn met het hekwerk). Deze eis leidt ertoe dat de verankering van de mast in principe in de voorbereiding van basalt komt, dit is technisch niet maakbaar. Om dit op te lossen (en aan de esthetische eisen te voldoen) wordt de mast bevestigd op een dikke staalplaat, zodat de verankering van de mast direct aan de damwand mogelijk is. Deze oplossing leidt er echter toe dat het niet mogelijk is de dekzerk uit het vormgevingsdocument t.p.v. de combimast toe te passen. Lokaal zal de dekzerk geen dikte hebben van 200 mm, maar dunner (als bekleding van de staalplaat).	De dekzerk ter plaatse van de combimast op kade 285 wordt dunner uitgevoerd en op de staalplaat gelijmd.
AFW-0182	Funderingselementen uitgevoerd als stalen buispalen worden niet luchtdicht uitgevoerd	Het contract schrijft in eis SYS-0514 voor dat alle buis- en kokervormige stalen onderdelen luchtdicht uitgevoerd dienen te worden. Aan deze eis wordt niet voldaan m.b.t. stalen funderingselementen (buispalen).	De buispalen die als funderingselement worden gebruikt worden niet luchtdicht uitgevoerd. In het ontwerp wordt rekening gehouden met corrosie gedurende de levensduur van de constructie.

AFW-0181	Kademuren zijn niet waterdicht door toepassing drainagevoorziening	De te realiseren kademuren worden voorzien van een drainagesysteem om hoge belastingen op de kadeconstructie te voorkomen die zouden kunnen ontstaan door waterstandsverschil (hoge grondwaterstanden) over de kademuur. Dit is strijdig met eis SYS-0285.	De kademuur wordt dusdanig uitgevoerd dat uitspoeling van materiaal (zoals zand) wordt voorkomen. Echter zal er wel water door de kade kunnen uittreden (via de drainage) zodat de kadeconstructie ontlast wordt van waterdruk.
AFW-0083	Keuzes VO kades zijn herzien	Keuze die zijn gemaakt in de VO-uitgangspuntennota kades zijn herzien. Dit heeft betrekking op de constructievarianten van zowel kade 285 als kade 326. Het herzien van de keuzes komt voort uit een uitgevoerde variantenstudie m.b.t. kosten, uitvoeringsrisico's, fasering, etc. Voor beide kades wordt een verankerde stalen damwand met een prefab betonschort toegepast i.p.v. de in het VO document beschreven oplossingen.	Beide kades worden uitgevoerd al verankerde stalen damwand met prefab voorhangschorten.
AFW-0138	Standaard leuningwerk Amsterdam voldoet niet aan eisen contract (Eurocode) en ook niet aan het bouwbesluit	Standaard leuningwerk Amsterdam te plaatsen op kademuren conform vormgevingsvisie (eis SYS-2256) kan niet de vereiste belasting (lijnbelasting van 3kN) opnemen conform de Eurocode, zoals gesteld op basis van eis SYS-0427. Tevens voldoet de vormgeving niet aan het bouwbesluit m.b.t. de grootte van de openingen.	De bindend voorgeschreven leuning worden toegepast binnen het ontwerp.
AFW-0172	Vorbemetse-ling van basalt dunner dan 150 mm t.p.v. drenkelingladder kade t.o.v. brug 326	Achter de drenkelingladder die bevestigd worden t.p.v. de nieuwe kade t.p.v. de huidige brug 326 wordt basalt toegepast met een dikte van 50 mm i.p.v. 150 mm (conform eis). Dit komt voort uit het gegeven dat de ladder conform het vormgevingsdocument ingekast moet worden in de vorbemetse-ling.	Achter de drenkelingladder bij kade 326 wordt basalt verlijmd met een dikte van ca. 50 mm.

6.2. Wijzigingen

Onderstaande contractwijziging (VtW) is relevant voor het DO kademuren:

- VtW-0003 - Bovenleiding tram aanpassingen: door deze wijzigingen zijn de krachten op de combimasten en de definitieve plaatsing van de masten nog niet bekend. In dit DO zijn de eisen uit de VSE opgenomen m.b.t. de krachten op de combimasten en is het VO van de locatie van de masten aangehouden.

6.3. Verificatierapport

Het verificatierapport (document DEA-000526) is opgenomen in bijlage 14.

7. Raakvlakken & risico's

De belangrijkste interne en externe raakvlakken zijn opgenomen in het raakvlakkendossier in Relatics. Het gaat hierbij om raakvlakken waarvoor afstemming met andere ontwerpdisciplines of externe partijen benodigd is.

7.1. Interne raakvlakken

Onderstaand zijn de interne raakvlakken m.b.t. de kademuren zoals opgenomen in Relatics weergegeven. Per raakvlak is ook aangegeven hoe deze verwerkt is in het DO.

Raakvlakcode	Raakvlak	Omschrijving	Omgang met raakvlak in het DO
RV-0001	Kade 326,285 – K&L	Het ontwerp van de nieuw kades 285 en 326 dient afgestemd te zijn op de toekomstige ligging van kabels en leidingen	In het ontwerp is rekening gehouden met K&L. Bij kade 285 zijn op dit moment geen kabels op leidingen aanwezig en wordt in de toekomst een datakabel van Ziggo aangelegd. Deze wordt echter pas aangelegd nadat de kade is gerealiseerd. Bij kade 326 zijn diverse kabels aanwezig. Met de bestaande kabels en leidingen dient rekening gehouden te worden binnen het UO. De aanleg van nieuwe kabels en leidingen dient pas plaats te vinden na realisatie van de kademuur. Tevens dienen nieuwe en bestaande tracés van kabels en leidingen dienen goed bereikbaar te zijn voor regulier en calamiteitenonderhoud (conform SYS-1367).
RV-0003	Kades – Weginfra	De hoogtes van het maaiveld en de positie van masten op de kades afstemmen	Het ontwerp van de kades is gebaseerd op het DWM waarin de weginfra is opgenomen. De positie van de masten staat nog niet definitief vast en deze zijn in het DO gebaseerd op het VO van de masten. In het UO dient geverifieerd te worden of de locaties van de masten niet gewijzigd is.

RV-0005	Kades – Tram	De krachten, bevestiging en fundering van bovenleidingmasten op kades afstemmen met traminfra	De definitieve krachten zijn nog niet bekend. Binnen het DO is gebruik gemaakt van de eisen uit het contract m.b.t. belasting van de masten. In het UO dient geverifieerd te worden of de definitieve krachten op de masten niet groter zijn dan in het DO aangenomen. Tevens dient de detaillering van de voet van de masten en de invoer van de kabels afgestemd te worden met de leverancier van de masten en de kabeleigenaren.
---------	--------------	---	---

7.2. Externe raakvlakken

Onderstaand zijn de externe raakvlakken m.b.t. de kademuren zoals opgenomen in Relatics weergegeven. Per raakvlak is ook aangegeven hoe deze verwerkt is in het DO.

Raakvlakcode	Raakvlak	Omschrijving	Omgang met raakvlak in het DO
RV-0002	Kade 285 – Waternet	Afstemmen van het te dempen oppervlaktewater vanwege de werkzaamheden voor kade 285	De hoeveelheid te dempen oppervlaktewater hoeft niet afgestemd te worden met Waternet aangezien de locatie van de kademuren bindend is voorgeschreven en de hoeveelheid te dempen oppervlaktewater niet afwijkt van het ontwerp openbare ruimte van de opdrachtgever.
RV-0123	Kade 285 – Waternet	Afstemming ten behoeve van de primaire kering (afknippen van de te verwijderen funderingspalen en stabiliteit van bestaande/nieuwe kade)	Conform contract worden de bestaande funderingspalen tot 1 m onder het leggeniveau van de waterbodem verwijderd. Ten behoeve van de primaire waterkering heeft Waternet ge-eist dat de stabiliteit van de waterkering getoetst wordt met methode Spencer en een voldoende hoge stabiliteitsfactor heeft conform de eisen die gesteld zijn aan de waterkering. Deze toets is opgenomen in §4.4.2.4.

7.3. Risico's

De belangrijkste risico's zijn opgenomen in het risicodossier in Relatics. Onderstaand zijn de risico's m.b.t. de kademuren zoals opgenomen in Relatics weergegeven. Per risico is ook aangegeven hoe deze meegenomen is in het DO of een eventuele vervolgfase.

Risicocode	Risico omschrijving	Beheersmaatregelen / omgang met risico (in het DO)
RI-0022	Er kan geen gebruik gemaakt worden van bestaande constructie/kade bij PHK OOST.	Het restant van brug 326 wordt geheel gesloopt en er wordt geen hergebruik gemaakt van de bestaande constructie. Er wordt een nieuwe zelfstandig dragende kadeconstructie gerealiseerd die is ingepast in de uitvoeringsfasering.
RI-0069	Achter de nieuwe kademuren treden ten gevolge van de aanvullingen grotere zettingen op dan volgen uit de zettingsprognose (zie §4.3.6 en §4.4.4.	In het UO wordt beschouwd of eventueel stootplaten toegepast moeten worden om zettingsverschillen beter op te kunnen vangen. Daarnaast worden tijdens de uitvoering de zettingen van het maaiveld achter de nieuwe kademuren gemonitord en deze worden vergeleken met de prognose. Bij te grote zettingen kan het maaiveld voor oplevering (rond 2020) aangevuld worden en kan de verharding worden hersteld.
RI-0070	Er treedt negatieve kleeft op waardoor het verticaal draagvermogen van de damwanden onvoldoende is.	Achter de kademuren worden lichte ophoogmaterialen toegepast om zetting t.g.v. negatieve kleeft te beperken. Tevens wordt in het UO de negatieve kleeft gekwantificeerd en wordt de invloed hiervan op het verticaal draagvermogen van de damwanden bepaald. Indien nodig kunnen de damwandplanken verlengd worden om meer draagvermogen te genereren.
RI-0009	Constructies (damwanden, buispalen, ankers) komen niet op diepte door de aanwezigheid van onvoorziene objecten in de ondergrond	Bestaande constructies zijn gemodelleerd en meegenomen in het 3D-ontwerp van de nieuwe constructie om conflicten te voorkomen. Tijdens de uitvoering kunnen de locaties van de te plaatsen damwanden en buispalen voorgeprikt worden. Indien objecten aanwezig zijn kunnen deze doorboord worden (bijvoorbeeld bij verankering) met een aangepaste boorkop.
R-0071	Het definitieve ontwerp van de combimasten (krachten vanuit bovenleiding en OV-kabels) is nog niet gereed, waardoor het mogelijk is dat de krachten op de combimasten groter zijn dan de krachten die nu (conform VSE) zijn aangehouden voor het DO kades.	De definitieve krachten zijn nog niet bekend. Binnen het DO is gebruik gemaakt van de eisen uit het contract m.b.t. belasting van de masten. In het UO wordt geverifieerd of de definitieve krachten op de masten niet groter zijn dan in het DO aangenomen. Indien de krachten afwijken en groter zijn dient het ontwerp herzien te worden.

8. Wijze bouwkundige opname van kritische geachte omgevingsobjecten

Voorafgaand aan de werkzaamheden van kade 285 en kade 326 dient een 0-meting van de bestaande situatie te worden uitgevoerd. Met name het noordelijke landhoofd brug 285 en de trambaan ter plaatse van kade 326 zijn als kritische omgevingsobjecten gekenmerkt.

9. Beheersmaatregelen t.b.v. voorkomen schade aan omgevingsobjecten

Met name het noordelijke landhoofd brug 285 en de trambaan ter plaatse van kade 326 zijn als kritische omgevingsobjecten gekenmerkt. Deze objecten en de directe omgeving waarin de werkzaamheden plaatsvinden dienen tijdens de uitvoering van de werkzaamheden aan beide kades gemonitord te worden. Hierbij dient met name op vervormingen gelet te worden en indien nodig passende maatregelen getroffen te worden. In het UO wordt de benodigde monitoring nader uitgewerkt.

10. Monitoring op deformaties en bouwkundige opnames om gevolgen van Werkzaamheden vast te stellen

Zie hoofdstuk 9.

11. Overdracht naar UO

11.1. Niet geverifieerde eisen

De onderstaande eisen zijn wel opgenomen in het verificatieplan DO kades [14], maar zijn niet geverifieerd binnen het DO. Deze eisen worden aangetoond in het UO. Dit is ook beschreven bij de eisenanalyse (§2.1) en opgenomen in afwijking AFW-0205:

SYS-0252, SYS-1628, SYS-0285, SYS-0394, SYS-0500, SYS-1367, SYS-2284.

11.2. Nader te detailleren c.q. uit te werken in het UO

Onderstaande zaken dienen nog nader gedetailleerd en/of uitgewerkt te worden in het uitvoeringsontwerp (UO).

Algemeen:

1. Toetsing definitieve krachten en oriëntatie bovenleiding aan contract en gevolgen voor de ankers, betonconstructie, verankerde damwand en gording.
2. Dimensionering en detaillering afstandhouder schort – damwand.
3. Dimensionering en detaillering dook schort – betonsloof.
4. Dimensionering en toetsing stelruimte tussen schort en sloof.
5. Detaillering wapening sloof en stekwapening aan damwanden.
6. Invloeden door verhinderde en opgelegde vervormingen in beton sloof.
7. Detaillering verankering mast en wapening t.b.v. verankering mast, o.a. betonkegelbreuk, splijtwapening, zijdelings uitbreken, bezwijken aanhechting bijlegwapening.
8. Afstemming met leverancier en detaillering wapening schort, incl. de specials.
9. Wapeningsschetsen betonsloof en schort.
10. Bevestiging dekzerken op beton sloof.
11. Detaillering aansluitingen op naastliggende objecten (kademuren en brug).
12. Uitwerken verhardingsopbouw.
13. Overwegen of stootplaten benodigd zijn om zettingsverschillen op te vangen (i.r.t. verhardingsopbouw).
14. Uitwerken fasering (tekeningen).
15. Beschouwen bemaling.
16. Aanbrengen drains onder gemiddelde waterstand.
17. Vaststellen type EPS en folie.
18. Opstellen legplan EPS.
19. Uitwerken opvulling licht ophoogmateriaal t.p.v. ankerstangen.
20. Controle opstellen bouwmaterieel (water/land).
21. Beschouwen omgevingsbeïnvloeding (bij Kade 326 kunnen damwanden niet worden gedrukt i.v.m. lengte).
22. Vaststellen ankers (door leverancier).
23. Ontwerp ankerstoelen (door leverancier).
24. Clashes met bestaande objecten (palen) oplossen (nadat palen ingemeten zijn).

25. Afstemming voegen tussen schorten op damwandkassen + verdeling schorten.
26. Onderzoek naar zwerfstromen en indien nodig het isoleren van constructiedelen of het aarden ervan. De impact van zwerfstromen op de kades wordt nader onderzocht.
27. Uitwerken van monitoring van omgeving.

Kade 285:

1. Dimensionering en toetsing stelruimte tussen voetplaat combimast en sloof.
2. Krachtswerking en detaillering wapening vloer nabij landhoofd noord Brug 285.
3. Dimensionering paalkopwapening, toetsing wanddikte palen en detaillering sloof ter plaatse van aansluiting vloer, detaillering stekken aan damwand
4. Dimensionering stalen gording tussen palen t.b.v. afhangen schorten en indien nodig dimensionering en toetsing stabiliteitsvoorzieningen.
5. Wapeningschetsen punt 2/3.
6. Dimensionering en detaillering stempeling damwand veld 3 - 4 en stalen plaat op damwand t.b.v. grondlichte aansluiting.
7. Detaillering grondlichte aansluiting west- en oostzijde.
8. Optimalisatie (berekeningen) van damwanden, ankers en palen.
9. Keuze installatiemethode paalfundering onder ronding nabij brug 285.
10. Interpreten aanvullende sondering t.p.v. kadelijs.
11. Slooptekening en –plan bestaande constructie.

Kade 326:

1. Aansluiting westzijde nieuwe kadeconstructie op bestaande kadeconstructie: Verankering damwand parallel aan de betonwand van de bestaande kademuur met de verankerde voorwand.
2. In navolging van 1: Detaillering (grondlichte) aansluiting nieuwe kadeconstructie op bestaande kadeconstructie.
3. Aansluiting oostzijde nieuwe kadeconstructie op bestaande kadeconstructie: Dimensionering en detaillering (grondlichte) aansluiting nieuwe kadeconstructie op bestaande kadeconstructie.
4. Bevestiging drenkelingentrap aan schort.
5. Slooptekening en –plan restant brug 326.
6. Slooplijn bestaande brug 326 verwerken op tekening.

11.3. Afgeleide eisen

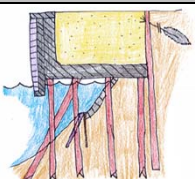
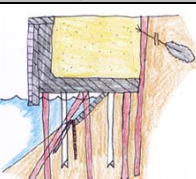
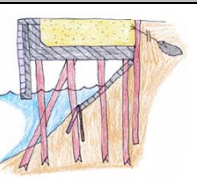

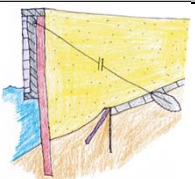
Onderstaand is een aantal afgeleide eisen opgenomen voor de uitvoering. Tijdens de UO fase wordt deze lijst verder uitgewerkt en uitgebreid. Onderstaand benoemde eisen zijn reeds opgenomen in Relatics.

- Op alle SI-ankers van de kademuren dient een controleproef uitgevoerd te worden conform het handboek damwandconstructies (CUR166, 6^e herziene druk) (eis-ID: MB-1858).
- Alle toegepaste damwanden voor de definitieve situatie van nieuwe kades 285 en 326 dienen warmgewalst en nieuw te zijn (eis-ID: MB-1857).

12. Aandachtspunten Beheer en Onderhoud

Beheer en onderhoud wordt uitgewerkt tijdens de UO fase. Aandachtspunten voor beheer en onderhoud worden beschreven in de UO ontwerpnota. Elementen van de constructie die onderhoud behoeven gedurende de levensduur die binnen het DO al zijn geconstateerd zijn o.a. het drainagesysteem en de conservering van de drenkelingladder en de leuning.

Bijlage 1 Trade-off matrices

TRADE-OFF MATRIX																	
Project: De Entree Amsterdam				Opsteller(s): Martijn Roverts / Dennis Wondergem / Harm-Jan van der Giessen										Gekozen variant ↓			
Hoofdonderdeel: Kades				Fase: DO													
Object: Kade ten NO brug 285				Datum - Versie: 08-09-2017 - 2.0 (definitief)													
Varianten		Tenderontwerp		variant 1A		variant 1B		variant 2A		variant 2B		variant 2C		variant 3			
		Lage ontlastvloer op palen		Lage ontlastvloer op palen (zoals tenderontwerp - oplossing Dekker)		Lage ontlastvloer op palen (zoals tenderontwerp - oplossing Dekker) met (deels) hergebruik bestaande stalen palen		Hoge ontlastvloer op palen (zoals tenderontwerp, maar dan hogere vloer)		Hoge ontlastvloer op palen (zoals tenderontwerp, maar dan hogere vloer) met (deels) hergebruik bestaande stalen palen		Als 2A, maar dan met schoorpalen i.p.v. een verankerde damwand (wel een lichte damwand t.b.v. taludstabiliteit)		Verticale wand (verankerde damwand) aangevuld met lichte ophoogmaterialen			
Visualisatie ontwerp - doorsnede		Tenderontwerp dient als referentie voor het vergelijken van de varianten										[geen visualisatie van de oplossing beschikbaar]					
Ontwerp	Verticale draagkracht - paalfundering	- 30 stuks geschroefde stalen buispalen S235 diameter Ø324/450 mm vaste punt groutinjectie paallengte: 19,5 meter palen gevuld met C28/35		- 30 stuks geschroefde stalen buispalen S235 diameter Ø324/450 mm vaste punt groutinjectie paallengte: 21,5 meter palen gevuld met C30/37 Alternatieven zijn: Palen met een grotere diameter (30 stuks Ø355/560, l = 19,5 meter) of meer palen (ca. 36 stuks, Ø324/450, l = 19,5 meter)		- 24 stuks geschroefde stalen buispalen S235 diameter Ø324/450 mm vaste punt groutinjectie paallengte: 21,5 meter palen gevuld met C30/37 Alternatieven zijn: Palen met een grotere diameter (24 stuks Ø355/560, l = 19,5 meter)		- 30 stuks geschroefde stalen buispalen S235 diameter Ø324/450 mm vaste punt groutinjectie paallengte: 21,5 meter palen gevuld met C30/37		- 24 stuks geschroefde stalen buispalen S235 diameter Ø324/450 mm vaste punt groutinjectie paallengte: 21,5 meter palen gevuld met C30/37		- 34 stuks geschroefde stalen buispalen S235 diameter Ø324/450 mm vaste punt groutinjectie paallengte: 21,5 meter palen gevuld met C30/37 (75% palen schoor ca. 8:1)		N.v.t. Verticaal draagvermogen van damwand getoetst aan verticale component ankerkracht. Extra verticale belastingen nog niet in berekening opgenomen			
	Ontlastconstructie - vloer en keerwand	Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,5 meter wanddikte: 0,4 meter Betonsterkte C28/35 wapening 230 kg/m³ volume 128 m³		Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,7 meter wanddikte: 0,4 meter Betonsterkte C30/37 wapening 165 kg/m³ volume 166 m³		Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,8 meter wanddikte: 0,4 meter Betonsterkte C30/37 wapening 145 kg/m³ volume 185 m³		Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,5 meter wanddikte: 0,4 meter Betonsterkte C30/37 wapening 140 kg/m³ volume 128 m³		Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,6 meter wanddikte: 0,4 meter Betonsterkte C30/37 wapening 140 kg/m³ volume 147 m³		Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,5 meter wanddikte: 0,4 meter Betonsterkte C30/37 wapening 140 kg/m³ volume 128 m³ (paalkopwapening 8Ø25)		N.v.t. Licht ophoogmateriaal levert lagere grondbelasting op damwand			
	Horizontale kering - damwand	- Damwand AZ 26, lengte 17 m - SI-ankers, ca. NAP +0,85 m, 45 graden, h.o.h. 2.52 m, type gording HEA260B		- Damwand AZ 24-700 S355, lengte 18,5 m - SI-ankers Ø82,5x17,5 / Ø250, L = 39 m, Lgrout = 12 m, NAP +1 m, 45 graden, h.o.h. 2,8 m, type gording n.t.b. (inschatting o.b.v. berekeningen Dekker: HEB260, S355) - Ankers h.o.h. 1,4 m (zonder gording) ook mogelijk, te weten: SI-ankers Ø60,3x16,0 / Ø250, L = 33 m, Lgrout = 6 m, NAP +1 m, 45 graden, h.o.h. 1,4 m		Zie variant 1A		Zie variant 1A		Zie variant 1A		- Damwand AZ18-700 S355, lengte 14,5 m (damwand praktisch gekozen o.b.v. inbrengbaarheid door drukken. M.b.t. sterkte is een AZ12-700 afdoende)		- Onverankerde damwand is geen optie i.v.m. stabiliteit/vervormingen - Damwand AZ 24-700 S355, lengte 17,5 m - SI-ankers Ø76,1x14,2 / Ø200, L = 39 m, Lgrout = 12 m, NAP +1 m, 45 graden, h.o.h. 2,8 m, type gording n.t.b. (inschatting o.b.v. berekeningen Dekker: HEB260, S355) - Ankers h.o.h. 1,4 m (zonder gording) ook mogelijk, te weten: SI-ankers Ø60,3x12,5 / Ø180, L = 33 m, Lgrout = 6 m, NAP +1 m, 45 graden, h.o.h. 1,4 m			
	Aandachtspunten / onzekerheden / risico's	- gebaseerd op niet vigerende norm en regelgeving - gewijzigde paalpunctoren (lager draagvermogen palen) - toegenomen ontwerpbelasting		- aangescherpte norm - hoeveelheden gebaseerd op berekening Dekker (inhoudelijk niet gecontroleerd)		Zie variant 1A - onderzoek naar bestaande constructie benodigd (kosten en doorlooptijd) - onzekerheid m.b.t. staat - onzekerheid m.b.t. restlevensduur		Zie variant 1A		Zie variant 1A - onderzoek naar bestaande constructie benodigd (kosten en doorlooptijd) - onzekerheid m.b.t. staat - onzekerheid m.b.t. restlevensduur		Zie variant 1A - ruimtegebruik door maken van ontlastsleuf achter de damwand - raakvlak tussen damwand en de achterste rij schoorpalen (juk)		- Zetting op ankers verhoogt ankerkrachten; afhankelijke van fasering			
Variant technisch haalbaar? Ja / Nee		Nee		Ja		Ja		Ja		Ja		Ja		Ja			
								Mogelijke optimalisatie: Voor variant 2A,B,C is er mogelijk nog een optimalisatie door de ontlastvloer minder breed te maken (bijvoorbeeld 6 m i.p.v. 8 m). Hiermee worden ook wat palen uitgespaard. Deze optie is nog niet nader beschouwd i.v.m. de beschikbare tijd. Dit leidt wel tot aandachtspunten m.b.t. opneembaarheid van de horizontale belasting (voor 2C) m.b.t. inpassing van de schoorpalen (is daarvoor nog genoeg ruimte?) en voor de aansluiting op de naastliggende kade. Tevens wordt de damwand (die dan lager in het talud komt) zwaarder belast.									
Kritische eisen																	
Bron	Type/soort	Eis-ID	Eis / criterium														
VSE	Levensduur	SYS-0835	Levensduur ten minste 100 jaar	✓	Gehele constructie nieuw	✓	Gehele constructie nieuw	⚠	Aantoonbaarheid levensduur hergebruik stalen delen	✓	Zie Variant 1A	⚠	Aantoonbaarheid levensduur hergebruik stalen delen	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A
VSE	Belasting	SYS-0293	Aanvaarbelasting (ca. 40 kN loodrecht, ca. 20 kN evenwijdig)	⚠	Niet beschouwd	✓	Belasting relatief beperkt	✓	Belasting relatief beperkt	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A
VSE	Zetting	SYS-0389 SYS-2086	Brug 285: Zettingsverschil tussen constructie en maaiveld na 15 jr. ≤ 30 mm (over 3 m)	✓	Vanwege ontlastvloer nagenoeg geen zettingen	✓	Vanwege ontlastvloer nagenoeg geen zettingen	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	⚠	Zeer grote zettingen en restzettingen. Maatregelen in de vorm van licht ophoogmateriaal i.c.m. verticale drainage kunnen mogelijk uitkomst bieden. -> N.t.b.
VSE	Vervorming - horizontaal	SYS-0621	Horizontale vervorming kades (door veranderlijke belasting) ≤ 30 mm	✓	Horizontale vervorming kade voldoet door toepassing verankerde damwand	✓	Horizontale vervorming kade voldoet door toepassing verankerde damwand	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A
VSE	Aldragen belasting	SYS-0620	Kademuren dienen zelfstandig (boven)belasting af te dragen (20 kPa / BM1)	✗	Niet voldoende	✓	Constructie ontwerpen op genoemde bovenbelasting	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A
VSE	Onderloopsheid	SYS-0285	Nieuwe constructies dienen grond- en water-dicht aan te sluiten. Onder- en/of achterloopsheid mag niet optreden	✓	Damwand vormt kering tegen onder- en achterloopsheid. Aansluiting direct op constructie Dekker	✓	Damwand vormt kering tegen onder- en achterloopsheid. Aansluiting direct op constructie Dekker	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Damwand dient ook haaks op kade aangebracht te worden tegen de constructie van Dekker aan
VSE	Bereikbaarheid K&L	SYS-01367	Tracés van K&L dienen goed bereikbaar te zijn voor regulier en calamiteitenonderhoud	✓	K&L kunnen boven ontlastvloer gelegd worden	✓	K&L kunnen boven ontlastvloer gelegd worden	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A. Tevens geen conflict met lage damwand	✓	Geen obstakels voor inpassing K&L
Criteria																	
Aantoonbare stabiliteit bestaande kade / talud				✓	Stabiliteit talud gewaarborgd door verankerde damwand	✓	Stabiliteit talud gewaarborgd door verankerde damwand	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Stabiliteit gewaarborgd door onverankerde damwand	✓	Zie Variant 1A
Inpassing K&L				⚠	Niet beschouwd	✓	Inpassen mogelijk	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A
Integratie combimasten (tram/OV)				⚠	Niet beschouwd	⚠	Nader beschouwen	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A
Bouwtijd / Zettingstijd / Fasering				✓	Vanwege ontlastvloer geen zettingsperiode	✓	Vanwege ontlastvloer geen zettingsperiode. Door plaatsing verankerde damwand is maaiveld stabiel	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A	✓	Vanwege ontlastvloer geen zettingsperiode. Door onverankerde damwand is het maaiveld stabiel	⚠	Lange zettingstijd. Versnelling door toepassing van verticale drainage kan mogelijk uitkomst bieden. -> N.t.b.
Uitvoeringsmethodiek				⚠	Trillingsvrij installeren van verticale elementen	⚠	Trillingsvrij installeren van verticale elementen	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A	⚠	Zie Variant 1A
Planning Ontwerp / voorbereiding				✓	n.v.t.	✓	Ontwerp kan direct starten	⚠	Onderzoek naar bestaande staalconstructie	✓	Zie Variant 1A	⚠	Onderzoek naar bestaande staalconstructie	✓	Zie Variant 1A	✓	Zie Variant 1A
Score																	
Kwalitatieve ranking (1=beste):						4	Scoort overal goed (iets meer beton / wapening dan 2A)	5	Haalbaar, maar onderzoek benodigd	1	Scoort overal goed	3	Haalbaar, maar onderzoek benodigd	2	Aandachtspunt m.b.t. fasering en ontlastsleuf	2	Aantal aandachtspunten m.b.t. zetting / aansluiting
Ranking kosten (1=laagst):							n.v.t. (duur t.o.v. 2A)		n.v.t. (duur t.o.v. 2B)	4		3		2		1	

TRADE-OFF MATRIX									
Project: De Entree Amsterdam		Opsteller(s): Martijn Roverts / Dennis Wondergem / Harm-Jan van der Giessen				Gekozen variant			
Hoofdongderdeel: Kades		Fase: DO				<div>↓</div>			
Object: Kade t.p.v. brug 326		Datum - Versie: 08-09-2017 - 2.0 (definitief)							
Varianten		variant 1A	variant 1B	variant 1C	variant 2A	variant 2B	variant 3A	variant 3B	
		Hergebruik bestaande constructie als ontlastvloer (doorzagen constructie) + eventueel bijplaatsen palen + voorhangschort	Hergebruik deel van bestaande funderings + nieuwe vloer als ontlastvloer + eventueel bijplaatsen palen en voorhangschort	Conform variant 1A/1B met een losstaande aanvaarvoorziening om horizontale belasting niet op de bestaande constructie af te dragen	Verticale wand (verankerde damwand) aangevuld met lichte ophoogmaterialen incl. sloop gehele bestaande constructie	Als variant 2A maar met behoud van het bestaande dek. Onder het dek volspuiten met schuimbeton o.i.d. (zodat dek gedragen wordt en grotere belastbaarheid heeft)	Hoge ontlastvloer op palen (geheel nieuw) + verankerde damwand als horizontale kering	Hoge ontlastvloer op palen (geheel nieuw) + (deels) behouden (en eventueel stabiliseren) van de oude kadeconstructie	
Visualisatie ontwerp - doorsnede						[geen visualisatie van de oplossing beschikbaar]			
Ontwerp	Verticale draagkracht - paalfundering	Bestaande palen vk 420 hergebruiken. De staat en het draagvermogen is onbekend; de duurzaamheid is onzeker.	Bestaande palen vk 420 hergebruiken. De staat en het draagvermogen is onbekend; de duurzaamheid is onzeker.	Zie variant 1A/B	N.v.t. Verticaal draagvermogen van damwand getoetst aan verticale component ankerkracht. Extra verticale belastingen nog niet in berekening opgenomen	Zie variant 2A	11 palen Ø406/500 mm en 11 palen Ø360/450, allen geschroefde stalen buispalen S235 vaste punt groutinjectie paallengte: 26,75 meter palen gevuld met C30/37	28 palen Ø406/500 mm geschroefde stalen buispalen S235 vaste punt groutinjectie paallengte: 26,75 meter palen gevuld met C30/37	
	Ontlastconstructie - vloer en keerwand	De onderslagbalken beschikken over te weinig draagvermogen; de rijdekken waarschijnlijk ook. De staat van de onderslagbalken en rijdekken is onbekend; de duurzaamheid is onzeker.	De onderslagbalken beschikken over te weinig draagvermogen. De staat ervan is onbekend; de duurzaamheid is onzeker.	Zie variant 1A/B	N.v.t. Licht ophoogmateriaal levert lagere grondbelasting op damwand	Ruimte onder het bestaande brugdek wordt 'volgeschuimd', zodat het bestaande brugdek de optredende belasting nara de ondergrond af kan dragen.	Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,5 meter Betonsterkte C30/37 wapening 120 kg/m³ volume 87 m³	Gewapend betonconstructie vloerdikte: 0,65 meter Betonsterkte C30/37 wapening 120 kg/m³ volume 113 m³	
	Horizontale kering - damwand	Bestaande kade / talud	Bestaande kade / talud	Bestaande kade / talud	- Damwand AZ 24-700 S355, lengte 25,2 m - Sl-ankers Ø42,4x11,0 / Ø150, L = 32 m, Lgrout = 5 m, NAP +1 m, 45 graden, h.o.h. 2,8 m, type gording n.t.b. - Ankers h.o.h. 1,4 m (zonder gording) ook mogelijk, te weten: Sl-ankers Ø60,3x16,0 / Ø250, L = 34 m, Lgrout = 7 m, NAP +1 m, 45 graden, h.o.h. 1,4 m	Zie variant 2A (mogelijk kan de damwand nog iets lichter uitgevoerd worden i.v.m. horizontale ontlasing door het schuimbeton)	Zie variant 2 (wellicht iets lichter uit te voeren --> n.t.b.)	Bestaande kade / talud	
	Aandachtspunten / onzekerheden / risico's	- Bestaand talud op basis van rekenwaarden niet stabiel - onzekerheid m.b.t. staat van huidige kademuur (en daarmee de restlevensduur) - beschikbare hoogte boven dek zeer beperkt ca. 20-30 cm	Zie variant 1A	Zie variant 1A	- Verticaal draagvermogen van damwand getoetst aan verticale component ankerkracht. Extra verticale belastingen nog niet in berekening opgenomen	Zie variant 2A - beschikbare hoogte boven dek zeer beperkt ca. 20-30 cm - inpassing K&L (moet boven het brugdek) niet mogelijk	Zie variant 2	- Onzekerheid m.b.t. staat van de huidige kademuur (en daarmee de restlevensduur) - Bestaand talud op basis van rekenwaarden niet stabiel Hoe breng je de ankerkracht over op de bestaande kade?	
	Variant technisch haalbaar? Ja / Nee		Nee	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja
Kritische eisen									
Bron	Type/soort	Eis-ID	Eis / criterium						
VSE	Levensduur	SYS-0835	Levensduur ten minste 100 jaar	⚠ Hergebruik bestaande constructie	⚠ Zie variant 1A	⚠ Zie variant 1A	✅ Gehele nieuwe constructie	✅ Grotendeels nieuw, hergebruik bestaand dek	⚠ Zie variant 1A
VSE	Belasting	SYS-0293	Aanvaarbelasting (ca. 40 kN loodrecht, ca. 20 kN evenwijdig)	⚠ Bestaande constructie kwetsbaar	⚠ Zie variant 1A	✅ Aanvaarconstructie aanwezig	✅ Belasting relatief beperkt	✅ Belasting relatief beperkt	✅ Zie variant 2A
VSE	Zetting	SYS-2086	Zettingsverschil tussen constructie en maaiveld 6 mm. na oplevering ≤ 10 mm	✅ Vanwege ontlastvloer nagenoeg geen zettingen	✅ Zie variant 1A	✅ Zie variant 1A	⚠ Zeer grote zettingen en restzettingen. Maatregelen in de vorm van licht ophoogmateriaal i.c.m. verticale drainage kunnen mogelijk uitkomst bieden. --> N.t.b.	⚠ Aandachtspunt met 'verzakken' van het schuimbeton (waardoor dek niet meer draagt)	✅ Zie variant 1A
VSE	Vervorming - horizontaal	SYS-0621	Horizontale vervorming kades (door veranderlijke belasting) ≤ 30 mm	✅ Horizontale belasting beperkt, toepassen schoorpalen	✅ Zie variant 1A	✅ Zie variant 1A	✅ Horizontale vervorming kade voldoet door toepassing verankerde damwand	✅ Horizontale vervorming kade voldoet door toepassing verankerde damwand	⚠ Horizontale vervorming wordt tegengegaan door bestaande kademuur, ankers nodig. Krachten op oude kademuur opneembaar? --> N.t.b.
VSE	Aldragen belasting	SYS-0620	Kademuren dienen zelfstandig (boven)belasting af te dragen (20 kPa / BM1)	❌ Sterkte dek onvoldoende. Draagvermogen bestaande paalfundering twijfelachtig --> n.t.b.	⚠ Draagvermogen bestaande paalfundering twijfelachtig --> n.t.b.	⚠ Zie variant 1B	✅ Constructie ontwerpen op genoemde bovenbelasting	✅ Verticaal draagvermogen wordt overgedragen via huidige dek, palen en schuimbeton naar ondergrond	✅ Zie variant 2A
VSE	Onderloopsheid	SYS-0285	Nieuwe constructies dienen grond- en water-dicht aan te sluiten. Onder- en/of achterloopsheid mag niet optreden	⚠ - Onder bestaande vloer dient aangesloten te worden op naastliggende kade. - Aantoonbaarheid werking aanwezige (houten) scherm lastig	⚠ - Aantoonbaarheid werking aanwezige (houten) scherm lastig	⚠ Zie variant 1B	✅ Damwand vormt kering tegen onder- en achterloopsheid. Damwand moet deels haaks aangebracht worden voor aansluiting op kade westzijde	✅ Damwand vormt kering tegen onder- en achterloopsheid. Damwand moet deels haaks aangebracht worden voor aansluiting op kade westzijde	⚠ Zie variant 2A
VSE	Bereikbaarheid K&L	SYS-01367	Tracés van K&L dienen goed bereikbaar te zijn voor regulier en calamiteitenonderhoud	⚠ Onderzoek m.b.t. hoogteligging dek i.r.t. plaatsing K&L	✅ Hoogteligging dek aanpassen op inpassing K&L	⚠ Zie variant 1A	✅ Geen obstakels voor inpassing K&L	⚠ Ofwel boven het dek, ofwel in het schuimbeton ruimte voor K&L opnemen	✅ K&L kunnen boven ontlastvloer gelegd worden
Criteria									
Aantoonbare stabiliteit bestaande kade / talud				❌ Bestaand talud op basis van rekenwaarden niet stabiel	❌ Zie variant 1A	❌ Zie variant 1A	✅ Stabiliteit talud gewaarborgd door toepassing verankerde damwand	✅ Stabiliteit talud gewaarborgd door toepassing verankerde damwand	❌ Zie variant 1A
Borging primaire waterkering (kade bij brug 326)				❌ Bestaand kering (talud) op basis van rekenwaarden niet stabiel	❌ Zie variant 1A	❌ Zie variant 1A	✅ Stabiliteit kering gewaarborgd door toepassing verankerde damwand	✅ Stabiliteit kering gewaarborgd door toepassing verankerde damwand	❌ Zie variant 1A
Inpassing K&L				⚠ Nader beschouwen	✅ Inpassing mogelijk	⚠ Zie variant 1A	✅ Zie variant 1B	⚠ Ofwel boven het dek, ofwel in het schuimbeton ruimte voor K&L opnemen	✅ Zie variant 1B
Integratie combimasten (tram/OV)				⚠ Nader beschouwen i.r.t. bestaande constructie	⚠ Zie variant 1A	⚠ Zie variant 1A	⚠ Nader beschouwen	⚠ Nader beschouwen	⚠ Zie variant 2A
Bouwtijd / Zettingstijd / Fasering				✅ Vanwege ontlastvloer geen zettingsperiode	✅ Zie variant 1A	✅ Zie variant 1A	⚠ Lange zettingstijd. Versnelling door toepassing van verticale drainage kan mogelijk uitkomst bieden. --> N.t.b.	✅ Zie variant 1A	⚠ Fasering tram i.r.t. sloop en nieuwbouw verdient bijzondere aandacht --> is dit inpasbaar? N.t.b.
Uitvoeringsmethodiek				⚠ Trillingsvrij installeren van verticale elementen	⚠ Zie variant 1A	⚠ Zie variant 1A	⚠ Zie variant 1A	⚠ Zie variant 1A	⚠ Zie variant 1A
Planning Ontwerp / voorbereiding				⚠ Onderzoek naar bestaande constructie	⚠ Zie variant 1A	⚠ Zie variant 1A	✅ Ontwerp kan direct starten	✅ Zie variant 2A	⚠ Zie variant 2A
Score									
Kwalitatieve ranking (1=beste):		5	Technische haalbaarheid zeer twijfelachtig	5	Technische haalbaarheid zeer twijfelachtig	5	Technische haalbaarheid zeer twijfelachtig	2	Aantal aandachtspunt m.b.t. zetting + sloop brugdek
Ranking kosten (1=laagst):		N.v.t (valt af)	N.v.t (valt af)	N.v.t (valt af)	N.v.t (valt af)	N.v.t (valt af)	1	4	2
									3

Bijlage 2 Toetsing betonconstructies



Dwarskrachtweerstand rechthoekige doorsnede

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016 art. 6.2

Invoergegevens

Rekenwaarde optredende dwarskracht $V_{Ed} = 68$ kN
Maximale dwarskracht t.b.v. controle drukdiagonaal $V_{Ed,max} = 120$ kN

beton klasse	f_{ck} N/mm ²	γ_c -	$C_{Rd,c}$ -	b_w mm	h mm	c mm	θ °	$\cot(\theta)$ -	σ_{cN} N/mm ²
C30/37	30	1,5	0,12	1000	250	50	45,0 (21,8° - 45,0°)	1,00 (druk positief)	0,0

beton- staal	f_{yk} N/mm ²	γ_s -	f_{yd} N/mm ²	$n_{bgl,sn}$ -	\emptyset_{bgl} mm	s_{bgl} mm	\emptyset_{lw} mm	$n_{lw,trek}$ -	A_{sl} mm ²
B500B	500	1,15	435	0,00	0,0	0	12,0	6,67	754

Berekening

Nuttige hoogte $d = h - c - \emptyset_{bgl} - \emptyset_{lw} / 2 = 194$ mm
Spanning door normaalkracht $\sigma_{cp} = \min\{\sigma_{cN}; 0,2 f_{cd}\} = 0,00$ N/mm²
Percentage langswapening (trek) $\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02 = 0,0039$ -

Dwarskrachtcapaciteit zonder wapening

Factor minimaal opneembare dwarskracht beton $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2,0 = 2,000$ -
Minimaal opneembare schuifspanning $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,542$ N/mm²
Min. dwarskrachtweerstand $V_{Rd,c,B} = (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) = 0,542$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand beton $V_{Rd,c,A} = [C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] = 0,544$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand zonder wap. $V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,A}; V_{Rd,c,B}\} b_w \cdot d = 106$ kN
Capaciteit drukdiagonaal $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w v_1 f_{cd} d(\cot(\theta) + \cot(90)) / (1 + \cot^2 \theta) = 1024$ kN
Controle drukdiagonaal u.c. = 0,12 voldoet
Controle dwarskrachtcapaciteit zonder wapening u.c. = 0,64 voldoet

De doorsnede voldoet op dwarskracht. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.



Dwarskrachtweerstand rechthoekige doorsnede

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016 art. 6.2

Invoergegevens

Rekenwaarde optredende dwarskracht $V_{Ed} = 66$ kN
Maximale dwarskracht t.b.v. controle drukdiagonaal $V_{Ed,max} = 100$ kN

beton klasse	f_{ck} N/mm ²	γ_c -	$C_{Rd,c}$ -	b_w mm	h mm	c mm	θ °	$\cot(\theta)$ -	σ_{cN} N/mm ²
C30/37	30	1,2	0,15	1000	250	62	45,0 (21,8° - 45,0°)	1,00 (druk positief)	0,0

beton- staal	f_{yk} N/mm ²	γ_s -	f_{yd} N/mm ²	$n_{bgl,sn}$ -	\emptyset_{bgl} mm	s_{bgl} mm	\emptyset_{lw} mm	$n_{lw,trek}$ -	A_{sl} mm ²
B500B	500	1	500	0,00	0,0	0	12,0	6,67	754

Berekening

Nuttige hoogte $d = h - c - \emptyset_{bgl} - \emptyset_{lw} / 2 = 182$ mm
Spanning door normaalkracht $\sigma_{cp} = \min\{\sigma_{cN}; 0,2 f_{cd}\} = 0,00$ N/mm²
Percentage langswapening (trek) $\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02 = 0,0041$ -

Dwarskrachtcapaciteit zonder wapening

Factor minimaal opneembare dwarskracht beton $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2,0 = 2,000$ -
Minimaal opneembare schuifspanning $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,542$ N/mm²
Min. dwarskrachtweerstand $v_{Rd,c,B} = (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) = 0,542$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand beton $v_{Rd,c,A} = [C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] = 0,695$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand zonder wap. $V_{Rd,c} = \max\{v_{Rd,c,A}; v_{Rd,c,B}\} b_w \cdot d = 126$ kN
Capaciteit drukdiagonaal $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w v_1 f_{cd} d(\cot(\theta) + \cot(90)) / (1 + \cot^2 \theta) = 1201$ kN
Controle drukdiagonaal u.c. = 0,08 voldoet
Controle dwarskrachtcapaciteit zonder wapening u.c. = 0,52 voldoet

De doorsnede voldoet op dwarskracht. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.



Dwarskrachtweerstand rechthoekige doorsnede

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016 art. 6.2

Invoergegevens

Rekenwaarde optredende dwarskracht $V_{Ed} = 68$ kN
Maximale dwarskracht t.b.v. controle drukdiagonaal $V_{Ed,max} = 100$ kN

beton klasse	f_{ck} N/mm ²	γ_c -	$C_{Rd,c}$ -	b_w mm	h mm	c mm	θ °	$\cot(\theta)$ -	σ_{cN} N/mm ²
C30/37	30	1,5	0,12	1000	450	50	45,0 (21,8° - 45,0°)	1,00	0,0 (druk positief)

beton- staal	f_{yk} N/mm ²	γ_s -	f_{yd} N/mm ²	$n_{bgl,sn}$ -	\emptyset_{bgl} mm	s_{bgl} mm	\emptyset_{lw} mm	$n_{lw,trek}$ -	A_{sl} mm ²
B500B	500	1,15	435	0,00	0,0	0	16,0	6,67	1340

Berekening

Nuttige hoogte $d = h - c - \emptyset_{bgl} - \emptyset_{lw} / 2 = 392$ mm
Spanning door normaalkracht $\sigma_{cp} = \min\{\sigma_{cN}; 0,2 f_{cd}\} = 0,00$ N/mm²
Percentage langswapening (trek) $\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02 = 0,0034$ -

Dwarskrachtcapaciteit zonder wapening

Factor minimaal opneembare dwarskracht beton $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2,0 = 1,714$ -
Minimaal opneembare schuifspanning $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,430$ N/mm²
Min. dwarskrachtweerstand $v_{Rd,c,B} = (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) = 0,430$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand beton $v_{Rd,c,A} = [C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] = 0,447$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand zonder wap. $V_{Rd,c} = \max\{v_{Rd,c,A}; v_{Rd,c,B}\} b_w \cdot d = 175$ kN
Capaciteit drukdiagonaal $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w v_1 f_{cd} d (\cot(\theta) + \cot(90)) / (1 + \cot^2 \theta) = 2070$ kN
Controle drukdiagonaal u.c. = 0,05 voldoet
Controle dwarskrachtcapaciteit zonder wapening u.c. = 0,39 voldoet

De doorsnede voldoet op dwarskracht. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.



Dwarskrachtweerstand rechthoekige doorsnede

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016 art. 6.2

Invoergegevens

Rekenwaarde optredende dwarskracht $V_{Ed} = 28$ kN
Maximale dwarskracht t.b.v. controle drukdiagonaal $V_{Ed,max} = 150$ kN

beton klasse	f_{ck} N/mm ²	γ_c -	$C_{Rd,c}$ -	b_w mm	h mm	c mm	θ °	$\cot(\theta)$ -	σ_{cN} N/mm ²
C30/37	30	1,5	0,12	1000	750	50	45,0 (21,8° - 45,0°)	1,00	0,0 (druk positief)

beton- staal	f_{yk} N/mm ²	γ_s -	f_{yd} N/mm ²	$n_{bgl,sn}$ -	\emptyset_{bgl} mm	s_{bgl} mm	\emptyset_{lw} mm	$n_{lw,trek}$ -	A_{sl} mm ²
B500B	500	1,15	435	0,00	0,0	0	16,0	8,00	1608

Berekening

Nuttige hoogte $d = h - c - \emptyset_{bgl} - \emptyset_{lw} / 2 = 692$ mm
Spanning door normaalkracht $\sigma_{cp} = \min\{\sigma_{cN}; 0,2 f_{cd}\} = 0,00$ N/mm²
Percentage langswapening (trek) $\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02 = 0,0023$ -

Dwarskrachtcapaciteit zonder wapening

Factor minimaal opneembare dwarskracht beton $k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0 = 1,538$ -
Minimaal opneembare schuifspanning $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,366$ N/mm²
Min. dwarskrachtweerstand $V_{Rd,c,B} = (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) = 0,366$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand beton $V_{Rd,c,A} = [C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] = 0,353$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand zonder wap. $V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,A}; V_{Rd,c,B}\} b_w \cdot d = 253$ kN
Capaciteit drukdiagonaal $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w v_1 f_{cd} d(\cot(\theta) + \cot(90)) / (1 + \cot^2 \theta) = 3654$ kN
Controle drukdiagonaal u.c. = 0,04 voldoet
Controle dwarskrachtcapaciteit zonder wapening u.c. = 0,11 voldoet

De doorsnede voldoet op dwarskracht. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.



Dwarskrachtweerstand rechthoekige doorsnede

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016 art. 6.2

Invoergegevens

Rekenwaarde optredende dwarskracht $V_{Ed} = 68$ kN
Maximale dwarskracht t.b.v. controle drukdiagonaal $V_{Ed,max} = 120$ kN

beton klasse	f_{ck} N/mm ²	γ_c -	$C_{Rd,c}$ -	b_w mm	h mm	c mm	θ °	$\cot(\theta)$ -	σ_{cN} N/mm ²
C30/37	30	1,5	0,12	1000	180	50	45,0 (21,8° - 45,0°)	1,00 (druk positief)	0,0

beton- staal	f_{yk} N/mm ²	γ_s -	f_{yd} N/mm ²	$n_{bgl,sn}$ -	\emptyset_{bgl} mm	s_{bgl} mm	\emptyset_{lw} mm	$n_{lw,trek}$ -	A_{sl} mm ²
B500B	500	1,15	435	0,00	0,0	0	12,0	10,00	1131

Berekening

Nuttige hoogte $d = h - c - \emptyset_{bgl} - \emptyset_{lw} / 2 = 124$ mm
Spanning door normaalkracht $\sigma_{cp} = \min\{\sigma_{cN}; 0,2 f_{cd}\} = 0,00$ N/mm²
Percentage langswapening (trek) $\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02 = 0,0091$ -

Dwarskrachtcapaciteit zonder wapening

Factor minimaal opneembare dwarskracht beton $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2,0 = 2,000$ -
Minimaal opneembare schuifspanning $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,542$ N/mm²
Min. dwarskrachtweerstand $V_{Rd,c,B} = (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) = 0,542$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand beton $V_{Rd,c,A} = [C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] = 0,723$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand zonder wap. $V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,A}; V_{Rd,c,B}\} b_w \cdot d = 90$ kN
Capaciteit drukdiagonaal $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w v_1 f_{cd} d(\cot(\theta) + \cot(90)) / (1 + \cot^2 \theta) = 655$ kN
Controle drukdiagonaal u.c. = 0,18 voldoet
Controle dwarskrachtcapaciteit zonder wapening u.c. = 0,76 voldoet

De doorsnede voldoet op dwarskracht. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.



Dwarskrachtweerstand rechthoekige doorsnede

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016 art. 6.2

Invoergegevens

Rekenwaarde optredende dwarskracht $V_{Ed} = 66$ kN
Maximale dwarskracht t.b.v. controle drukdiagonaal $V_{Ed,max} = 100$ kN

beton klasse	f_{ck} N/mm ²	γ_c -	$C_{Rd,c}$ -	b_w mm	h mm	c mm	θ °	$\cot(\theta)$ -	σ_{cN} N/mm ²
C30/37	30	1,2	0,15	1000	180	62	45,0 (21,8° - 45,0°)	1,00 (druk positief)	0,0

beton- staal	f_{yk} N/mm ²	γ_s -	f_{yd} N/mm ²	$n_{bgl,sn}$ -	\emptyset_{bgl} mm	s_{bgl} mm	\emptyset_{lw} mm	$n_{lw,trek}$ -	A_{sl} mm ²
B500B	500	1	500	0,00	0,0	0	12,0	10,00	1131

Berekening

Nuttige hoogte $d = h - c - \emptyset_{bgl} - \emptyset_{lw} / 2 = 112$ mm
Spanning door normaalkracht $\sigma_{cp} = \min\{\sigma_{cN}; 0,2 f_{cd}\} = 0,00$ N/mm²
Percentage langswapening (trek) $\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02 = 0,0101$ -

Dwarskrachtcapaciteit zonder wapening

Factor minimaal opneembare dwarskracht beton $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2,0 = 2,000$ -
Minimaal opneembare schuifspanning $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,542$ N/mm²
Min. dwarskrachtweerstand $V_{Rd,c,B} = (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) = 0,542$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand beton $V_{Rd,c,A} = [C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] = 0,935$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand zonder wap. $V_{Rd,c} = \max\{V_{Rd,c,A}; V_{Rd,c,B}\} b_w \cdot d = 105$ kN
Capaciteit drukdiagonaal $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w v_1 f_{cd} d(\cot(\theta) + \cot(90)) / (1 + \cot^2 \theta) = 739$ kN
Controle drukdiagonaal u.c. = 0,14 voldoet
Controle dwarskrachtcapaciteit zonder wapening u.c. = 0,63 voldoet

De doorsnede voldoet op dwarskracht. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.



Wapeningsberekening rechthoekige betondoorsnede voor buiging met normaalkracht
Conform NEN-EN1992-1-1:2011+NB

INVOER VOOR PLAAT

Ø1	=	12	-	125			
Ø2	=	0	-	150	Wapening in zelfde laag		
beton	=	C30/37					
h	=	300	mm		As1	=	905 mm ²
B	=	1000	mm		As2	=	0 mm ² +
c	=	50	mm	(op dwarsstaaf)	As	=	905 mm ²
Φdwars	=	0	mm				
Mrep	=	29	kNm		Ontwerpsituatie:	Blijvend	
Nrep	=	0	kN		γ _s	=	1,15 -
NEd	=	0	kN		γ _c	=	1,50 -

Berekening

Algemeen

Φ _{eq}	=	12,0	mm	f _s	=	435	N/mm ²
d	=	244	mm	f _{cd}	=	20,0	N/mm ²
E _{cm}	=	32.837	N/mm ² bij kortdurende bel.	f _{ct,eff}	=	2,9	N/mm ²
E' _c	=	11.400	N/mm ² bij langdurende bel.	α _{l,angs}	=	50	-
E _s	=	200.000	N/mm ²				

BGT

σ _{s,1}	=	146	N/mm ²	k ₁	=	0,8	-
σ _{s,2}	=	146	N/mm ²	k ₂	=	0,5	-
ε _{s,1}	=	0,730	‰	k ₃	=	3,4	-
x	=	74	mm	k ₄	=	0,425	-
σ _c	=	3,59	N/mm ²	h _{eff}	=	75	mm
ε _c	=	0,315	‰	A _{eff}	=	75480	mm ²
α _e	=	6,091	[-]	ρ _{eff}	=	0,0120	-
ε _{sm} -ε _{cm}	=	0,00044	-	k _t	=	0,4	[-]
s _{r,max}	=	312	mm				

UGT

x _u	=	26	mm
----------------	---	----	----

Scheurwijdte conform art. 7.3.4

w _{optr.}	=	0,137	mm
--------------------	---	-------	----

Bezwijkmoment art. 6.1

M _{Rd}	=	92	kNm/m
-----------------	---	----	-------

Overige

x _u / d = 26 / 244 = 0,107 ≤ 0,535	Voldoet	Rotatiecapaciteit art. 6.1(9)
A _{s,min} = 428 mm ² < 905 mm ²	Voldoet	Minimale wapening art. 9.2.1.1
A _{s,max} = 12000 mm ² > 905 mm ²	Voldoet	Maximale wapening art. 9.2.1.1



Dwarskrachtweerstand rechthoekige doorsnede

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016 art. 6.2

Invoergegevens

Rekenwaarde optredende dwarskracht $V_{Ed} = 83$ kN
Maximale dwarskracht t.b.v. controle drukdiagonaal $V_{Ed,max} = 150$ kN

beton	f_{ck}	γ_c	$C_{Rd,c}$	b_w	h	c	θ	$\cot(\theta)$	σ_{cN}
klasse	N/mm ²	-	-	mm	mm	mm	°	-	N/mm ²
C30/37	30	1,5	0,12	1000	300	50	45,0	1,00	0,0
							(21,8° - 45,0°)		(druk positief)
beton- staal	f_{yk}	γ_s	f_{yd}	$n_{bgl,sn}$	\emptyset_{bgl}	s_{bgl}	\emptyset_{lw}	$n_{lw,trek}$	A_{sl}
	N/mm ²	-	N/mm ²	-	mm	mm	mm	-	mm ²
B500B	500	1,15	435	0,00	0,0	0	12,0	8,00	905

Berekening

Nuttige hoogte $d = h - c - \emptyset_{bgl} - \emptyset_{lw} / 2 = 244$ mm
Spanning door normaalkracht $\sigma_{cp} = \min\{ \sigma_{cN} ; 0,2 f_{cd} \} = 0,00$ N/mm²
Percentage langswapening (trek) $\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02 = 0,0037$ -

Dwarskrachtcapaciteit zonder wapening

Factor minimaal opneembare dwarskracht beton $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2,0 = 1,905$ -
Minimaal opneembare schuifspanning $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,504$ N/mm²
Min. dwarskrachtweerstand $v_{Rd,c,B} = (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) = 0,504$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand beton $v_{Rd,c,A} = [C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] = 0,510$ N/mm²
Dwarskrachtweerstand zonder wap. $V_{Rd,c} = \max\{ v_{Rd,c,A} ; v_{Rd,c,B} \} b_w \cdot d = 125$ kN
Capaciteit drukdiagonaal $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w v_1 f_{cd} \quad d(\cot(\theta) + \cot(90)) / (1 + \cot^2 \theta) = 1288$ kN
Controle drukdiagonaal u.c. = 0,12 voldoet
Controle dwarskrachtcapaciteit zonder wapening u.c. = 0,67 voldoet

De doorsnede voldoet op dwarskracht. Er is geen dwarskrachtwapening benodigd.

Bijlage 3 Toetsing verankering masten

Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

Productspecifieke waarden:

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



DEMU 1980 FV

Afmeting		M30-140
Effectieve ankerlengte	h_{ef}	127.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	335.00 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	167.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschruifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M30, Kwaliteit 8.8

Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C30/37
Betondekking	c_{nom}	50.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	γ_c	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Rechte randwapening

Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	-9.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	30.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	298.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

Bijlegwapening voor de opname van trekbelasting

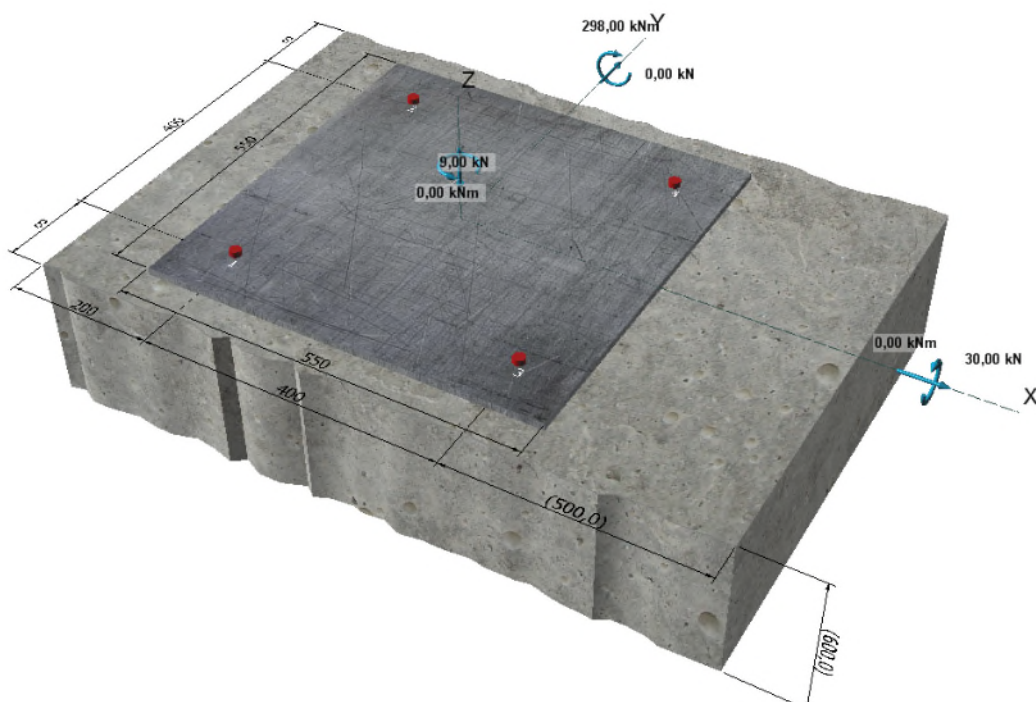
Diameter van de bijlegwapening	Ø	10.0 [mm]
Aanhechtingscondities		Goed
Beugel met haken		Nee
Aantal beugelpoten per anker	n	4
Karakteristieke vloeigrens van de bijlegwapening	f_{yk}	500.0 [N/mm ²]

Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.

Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ (elasticiteitsmodulus beton), $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ (elasticiteitsmodulus staal)



Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edrix} \text{ [kN]}$	$V_{Edriy} \text{ [kN]}$
1	335.404	7.500	7.500	0.000
2	335.404	7.500	7.500	0.000
3	0.000	7.500	7.500	0.000
4	0.000	7.500	7.500	0.000

Max. Betondeformatie: $\epsilon_c = 0.808 \text{ [‰]}$
 Max. Betondrukspanning: $\sigma_c = 24.240 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 Resulterende drukkracht ($x=241.0, y=0.0$): $C_{Ed} = -679.81 \text{ [kN]}$
 Resulterende normaaltrekkkracht ($x=-200.0, y=0.0$): $N_{Ed} = 670.81 \text{ [kN]}$
 Resulterende afschuifkracht ($x=0.0, y=0.0$): $V_{Ed} = 30.00 \text{ [kN]}$

Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rd/s} = N_{Rk/s} / \gamma_{Ms} = 335.00 / 1.58 = 212.03 \text{ kN}$$

2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rd/p} = N_{Rk/p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 957.20 * 1.48 / 1.50 = 944.44 \text{ kN}$$

3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

n/a (Berekening gebaseerd op de opname van belasting bij de bijlegwapening)

4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede A_s van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms/re}) = 0.5 * 670808 / (500 / 1.15) = 771 \text{ mm}^2$$

5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium $c_i > 0.5 * h_{ef}$:

Rand rechts	$c_1 = 500.0 \text{ mm}$	$> 63.5 \text{ mm}$	Voldoende
Rand links	$c_3 = 200.0 \text{ mm}$	$> 63.5 \text{ mm}$	Voldoende

In deze situatie zal zijdelingsuitbreken niet optreden omdat alle randen voldoen aan het gestelde criterium.

6. Staalbreuk bijlegwapening (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.8)

$$N_{Rd/re} = N_{Rk/re} / \gamma_{Ms/re} = 157.08 / 1.15 = 136.59 \text{ kN}$$

$$N_{Rk/re} = n * A_s * f_{yk} = 4 * 78.54 * 500.0 / 1000.0 = 157.08 \text{ kN}$$

7. Aanhechtingbezijken van de bijlegwapening binnen de betonkegel (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.9)

$$N_{Rd/a} = n * (l_1 * \pi * d_s * f_{bd} / \alpha) = 4 * (47.00 * \pi * 10.0 * 3.00 / 0.7) = 25.31 \text{ kN}$$

$$l_1 = \max [h_{ef} - r / 1.5 - c_{nom}; 4.0 * d_s] = \max [127.0 - 45.0 / 1.5 - 50.0; 4.0 * 10.0] = 47.0 \text{ mm}$$

$$r = \text{max. afstand tussen beugelpoten en anker} = 45.0 \text{ mm}$$

8. Verankeringslengte van de bijlegwapening, beuten de betonkegel (EN 1992-1-1)

$$l_{bd} = \max [\alpha_1 * l_{b/rqd}; l_{b/min}] = \max [1.0 * 889.7; 266.9] = 889.7 \text{ mm}$$

$$l_{b/min} = \max [0.3 * \alpha_1 * l_{b/rqd}; 10 * d_s; 100.0] = \max [0.3 * 1.0 * 889.7; 10.0 * 10.0; 100.0] = 266.9 \text{ mm}$$

$$l_{b/rqd} = d_s / 4.0 * f_{yk} / (1.15 * f_{bd}) * A_{s/re/erf} / A_{s/re/vorh} = 10.0 / 4.0 * 500.0 / (1.15 * 3.00) * 771.4 / 314.2 = 889.7 \text{ mm}$$

B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rk/s} / \gamma_{Ms} = 167.50 / 1.32 = 126.89 \text{ kN}$$

1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned}
 c_1 &= 500.0 \text{ mm} \\
 V_{Rdc} &= V_{Rk/c}^o * A_{c,V} / A_{c,V}^o * \psi_{s,V} * \psi_{h,V} * \psi_{ec,V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 156.73 \text{ kN} \\
 V_{Rk/c}^o &= 1.6 * d_{nom}^a * l_f^{\beta} * f_{ck/cube}^{0.5} * c_1^{1.5} = 1.6 * 40.0^{0.048} * 115.0^{0.060} * 37^{0.5} * 500.0^{1.5} = 172.92 \text{ kN} \\
 \alpha &= 0.1 * (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 * (115.0 / 500.0)^{0.5} = 0.048 \\
 \beta &= 0.1 * (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 * (40.0 / 500.0)^{0.2} = 0.060 \\
 A_{c,V} / A_{c,V}^o &= 1140000.00 / 1125000.00 = 1.01 \\
 \psi_{s,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c_2 / (1.5 * c_1)] = 1.00 \\
 \psi_{h,V} &= \max [1.0; (1.5 * c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 * 500.0 / 600.0)^{0.5}] = 1.12 \\
 \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 * e_v / (3 * c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 * 0.0 / (3 * 500.0)))] = 1.00 \\
 \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 * \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\
 \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Rechte randwapening)} = 1.20
 \end{aligned}$$

3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned}
 V_{Rdcp} &= k_3 * N_{Rk/c} / \gamma_{Mc} = 2.0 * 296.00 / 1.50 = 394.66 \text{ kN} \\
 N_{Rk/c} &= N_{Rk/c}^o * A_{c,N} / A_{c,N}^o * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} = 296.00 \text{ kN} \\
 N_{Rk/c}^o &= k_{cr} * f_{ck/cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 37.0^{0.5} * 127.0^{1.5} = 74.00 \text{ kN} \\
 h_{ef} &= 127.0 \text{ mm} \\
 s_{cr,N} &= 381.0 \text{ mm} \\
 c_{cr,N} &= 190.5 \text{ mm} \\
 A_{c,N} / A_{c,N}^o &= 580644.00 / 145161.00 = 4.00 \\
 \psi_{s,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N}] = 1.0 (c > c_{cr,N}=190.50) = 1.00 \\
 \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\
 \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_v / s_{cr,N})] = 1.00
 \end{aligned}$$

C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

Maatgevende combinatie volgens CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4.1.2 (andere bezwijkmechanismen maatgevend)

$$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} = (N_{Ed}/N_{Rd})^{2/3} + (V_{Ed}/V_{Rd})^{2/3} = 13.251^{2/3} + 0.191^{2/3} = 5.932$$

D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkracht - bezuikmechanisme	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	Benutting
Staalbreuk	335.404	212.025	158.19 %
Uittrekken	335.404	944.437	35.51 %
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Staalbreuk bijlegwapening	335.404	136.591	245.55 %
Aanchechtingbezuiken van de bijlegwapeing	335.404	25.312	1,325.07 %

Afschruifkracht - bezuikmechanisme	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Benutting
Staalbreuk	7.500	126.894	5.91 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	30.000	156.730	19.14 %
Betonachteruitbreken	30.000	394.661	7.60 %

Gecombineerde trek- and dwarskracht	β_N	β_V	Benutting
$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} \leq 1$	13.251	0.191	593.18 %

* n/a = niet van toepassing

De vereiste verankeringslengte van de bijlegwapening is te groot.

Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.

Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van ≤ 150 en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Bijlegwapening voor de opname van trekbelasting:

De bijlegwapening moet direct naast het anker worden geplaatst. De beugels dienen dezelfde diameter te hebben en met een verankeringslengte van l_{bd} , buiten de betonkegel, volgens EN 1992-1-1 te worden verankerd. Als bijlegwapening mogen alleen beugels en haarspelden toegepast worden, met een afstand $\leq 0,75 h_{ef}$ van het anker. Voor de bijlegwapening moet de buig diameter volgens EN 1992-1-1 worden aangehouden.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST_DEMU-FIX" (te vinden onder www.halfen.nl).

Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

Productspecifieke waarden:

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



DEMU 1980 FV

Afmeting		M30-140
Effectieve ankerlengte	h_{ef}	127.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	335.00 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	167.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschruifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M30, Kwaliteit 8.8

Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C30/37
Betondekking	c_{nom}	50.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	γ_c	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Rechte randwapening

Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	-30.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	9.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	333.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

Bijlegwapening voor de opname van trekbelasting

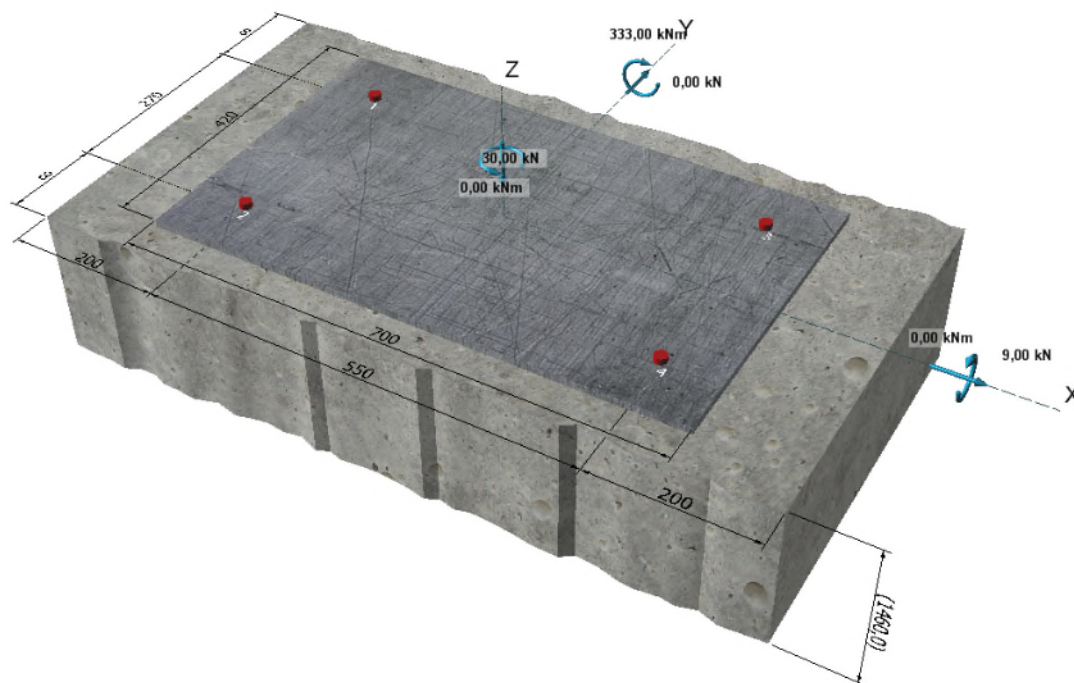
Diameter van de bijlegwapening	Ø	10.0 [mm]
Aanhechtingscondities		Goed
Beugel met haken		Nee
Aantal beugelpoten per anker	n	4
Karakteristieke vloeigrens van de bijlegwapening	f_{yk}	500.0 [N/mm ²]

Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.

Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ (elasticiteitsmodulus beton), $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ (elasticiteitsmodulus staal)



Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edrix} \text{ [kN]}$	$V_{Edriy} \text{ [kN]}$
1	279.387	2.250	2.250	0.000
2	279.387	2.250	2.250	0.000
3	0.000	2.250	2.250	0.000
4	0.000	2.250	2.250	0.000

Max. Betondeformatie: $\epsilon_c = 0.686 \text{ [‰]}$
 Max. Betondrukspanning: $\sigma_c = 20.583 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 Resulterende drukkracht ($x=304.6, y=0.0$): $C_{Ed} = -588.77 \text{ [kN]}$
 Resulterende normaaltrekkraft ($x=-275.0, y=0.0$): $N_{Ed} = 558.77 \text{ [kN]}$
 Resulterende afschuifkracht ($x=0.0, y=0.0$): $V_{Ed} = 9.00 \text{ [kN]}$

Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rd/s} = N_{Rk/s} / \gamma_{Ms} = 335.00 / 1.58 = 212.03 \text{ kN}$$

2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rd/p} = N_{Rk/p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 957.20 * 1.48 / 1.50 = 944.44 \text{ kN}$$

3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

n/a (Berekening gebaseerd op de opname van belasting bij de bijlegwapening)

4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede A_s van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms/re}) = 0.5 * 558773 / (500 / 1.15) = 643 \text{ mm}^2$$

5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium $c_i > 0.5 * h_{ef}$:

Rand rechts	$c_1 = 200.0 \text{ mm}$	$> 63.5 \text{ mm}$	Voldoende
Rand links	$c_3 = 200.0 \text{ mm}$	$> 63.5 \text{ mm}$	Voldoende

In deze situatie zal zijdelingsuitbreken niet optreden omdat alle randen voldoen aan het gestelde criterium.

6. Staalbreuk bijlegwapening (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.8)

$$N_{Rd/re} = N_{Rk/re} / \gamma_{Ms/re} = 157.08 / 1.15 = 136.59 \text{ kN}$$

$$N_{Rk/re} = n * A_s * f_{yk} = 4 * 78.54 * 500.0 / 1000.0 = 157.08 \text{ kN}$$

7. Aanhechtingbezijken van de bijlegwapening binnen de betonkegel (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.9)

$$N_{Rd/a} = n * (l_1 * \pi * d_s * f_{bd} / \alpha) = 4 * (47.00 * \pi * 10.0 * 3.00 / 0.7) = 25.31 \text{ kN}$$

$$l_1 = \max [h_{ef} - r / 1.5 - c_{nom}; 4.0 * d_s] = \max [127.0 - 45.0 / 1.5 - 50.0; 4.0 * 10.0] = 47.0 \text{ mm}$$

$$r = \text{max. afstand tussen beugelpoten en anker} = 45.0 \text{ mm}$$

8. Verankeringslengte van de bijlegwapening, beuten de betonkegel (EN 1992-1-1)

$$l_{bd} = \max [\alpha_1 * l_{b/rqd}; l_{b/min}] = \max [1.0 * 741.1; 222.3] = 741.1 \text{ mm}$$

$$l_{b/min} = \max [0.3 * \alpha_1 * l_{b/rqd}; 10 * d_s; 100.0] = \max [0.3 * 1.0 * 741.1; 10.0 * 10.0; 100.0] = 222.3 \text{ mm}$$

$$l_{b/rqd} = d_s / 4.0 * f_{yk} / (1.15 * f_{bd}) * A_{s/re/erf} / A_{s/re/vorh} = 10.0 / 4.0 * 500.0 / (1.15 * 3.00) * 642.6 / 314.2 = 741.1 \text{ mm}$$

B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rk/s} / \gamma_{Ms} = 167.50 / 1.32 = 126.89 \text{ kN}$$

1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$c_1 = 200.0 \text{ mm}$$

$$V_{Rdc} = V_{Rk/c}^o * A_{c/V} / A_{c/V}^o * \psi_{s/V} * \psi_{h/V} * \psi_{ec/V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 59.57 \text{ kN}$$

$$V_{Rk/c}^o = 1.6 * d_{nom}^a * l_f^{\beta} * f_{ck/cube}^{0.5} * c_1^{1.5} = 1.6 * 40.0^{0.076} * 115.0^{0.072} * 37^{0.5} * 200.0^{1.5} = 51.36 \text{ kN}$$

$$\alpha = 0.1 * (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 * (115.0 / 200.0)^{0.5} = 0.076$$

$$\beta = 0.1 * (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 * (40.0 / 200.0)^{0.2} = 0.072$$

$$A_{c/V} / A_{c/V}^o = 261000.00 / 180000.00 = 1.45$$

$$\psi_{s/V} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c_2 / (1.5 * c_1)] = 1.00$$

$$\psi_{h/V} = \max [1.0; (1.5 * c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 * 200.0 / 300.0)^{0.5}] = 1.00$$

$$\psi_{ec/V} = \min [1.0; (1 / (1 + 2 * e_v / (3 * c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 * 0.0 / (3 * 200.0)))] = 1.00$$

$$\psi_{\alpha,V} = \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 * \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00$$

$$\psi_{re,V} \text{ (Gescheurd beton, Rechte randwapening)} = 1.20$$

3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$V_{Rdrcp} = k_3 * N_{Rk/c} / \gamma_{Mc} = 2.0 * 252.88 / 1.50 = 337.17 \text{ kN}$$

$$N_{Rk/c} = N_{Rk/c}^o * A_{c/N} / A_{c/N}^o * \psi_{s/N} * \psi_{re/N} * \psi_{ec/N} = 252.88 \text{ kN}$$

$$N_{Rk/c}^o = k_{cr} * f_{ck/cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 37.0^{0.5} * 127.0^{1.5} = 74.00 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 127.0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 381.0 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 190.5 \text{ mm}$$

$$A_{c/N} / A_{c/N}^o = 496061.99 / 145161.00 = 3.42$$

$$\psi_{s/N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N}] = 1.0 \text{ (} c > c_{cr,N} = 190.50 \text{)}$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_v / s_{cr,N})] = 1.00$$

C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

Maatgevende combinatie volgens CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4.1.2 (andere bezwijkmechanismen maatgevend)

$$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} = (N_{Ed}/N_{Rd})^{2/3} + (V_{Ed}/V_{Rd})^{2/3} = 11.038^{2/3} + 0.151^{2/3} = 5.241$$

D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	Benutting
Staalbreuk	279.387	212.025	131.77 %
Uittrekken	279.387	944.437	29.58 %
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Staalbreuk bijlegwapening	279.387	136.591	204.54 %
Aanchechtingbezijken van de bijlegwapeing	279.387	25.312	1,103.76 %

Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Benutting
Staalbreuk	2.250	126.894	1.77 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	9.000	59.575	15.11 %
Betonachteruitbreken	9.000	337.171	2.67 %

Gecombineerde trek- and dwarskracht	β_N	β_V	Benutting
$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} \leq 1$	11.038	0.151	524.10 %

* n/a = niet van toepassing

Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.

Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van ≤ 150 en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Bijlegwapening voor de opname van trekbelasting:

De bijlegwapening moet direct naast het anker worden geplaatst. De beugels dienen dezelfde diameter te hebben en met een verankeringslengte van l_{bd} , buiten de betonkegel, volgens EN 1992-1-1 te worden verankerd. Als bijlegwapening mogen alleen beugels en haarspelden toegepast worden, met een afstand $\leq 0,75 h_{ef}$ van het anker. Voor de bijlegwapening moet de buig diameter volgens EN 1992-1-1 worden aangehouden.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST_DEMU-FIX" (te vinden onder www.halfen.nl).

Bijlage 4A Krachtswerking gording kade 285



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. Rekenmodel	3
3.1. 3-D model	3
3.2. Materialen	3
3.3. Doorsneden	3
3.4. UCS	4
3.5. Knoopnummers	4
3.6. Doorsneden	4
3.7. Materialen	6
3.8. Afschuif connectoren	6
3.9. Knopen	6
3.10. Staafnummers	7
3.11. Staven	7
3.12. Scharnieren	8
3.13. Knoopondersteuningen	8
4. Belastingen en combinaties	10
4.1. Belastingsgevallen	10
4.2. Belastingsgevallen	10
4.2.1. Belastingsgevallen - BG1	10
4.2.2. Belastingsgevallen - BG2	11
4.2.2.1. Lijnlast	11
5. BG2 / Totale waarde / Naam	12
6. Interne krachten in staaf; My	13
7. Interne krachten in staaf; Vz	13



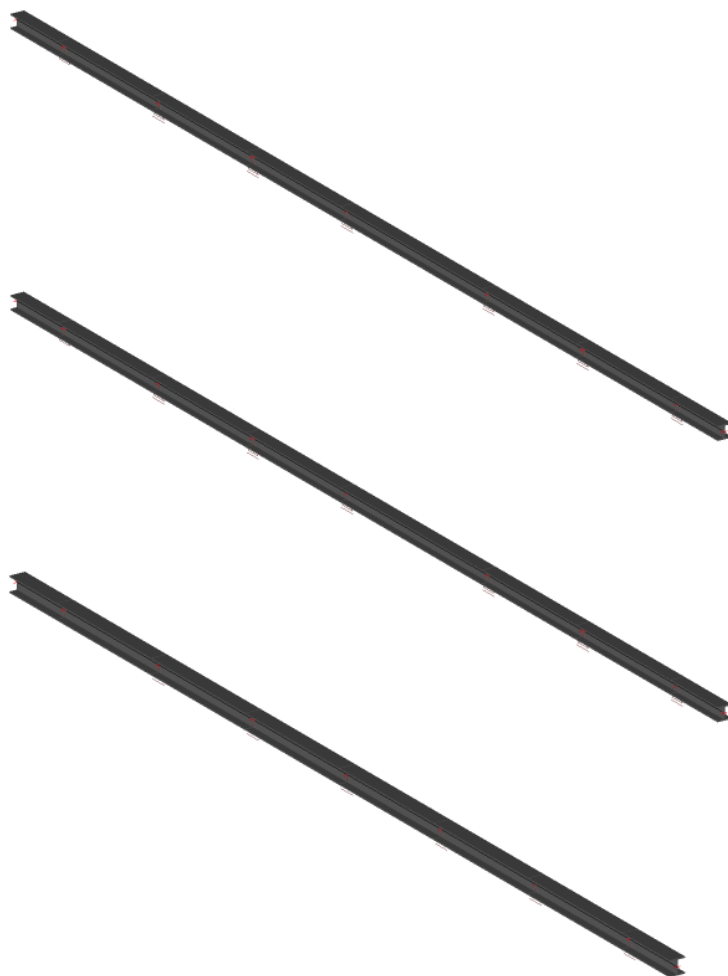
2. Project

Licentienaam	Iv-Groep
Project	De Entree Amsterdam
Onderdeel	Kade 285
Omschrijving	Krachtenwerking gording verankerde damwand
Auteur	A.M.A. Rovers
Datum	09. 10. 2017
Nationale norm	EC - EN
Nationale Bijlage	Standaard EN
Constructie	Raamwerk XZ
Functionaliteit	Staal
Aantal knopen :	27
Aantal staven :	24
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	2
Aantal belastingsgevallen :	2
Aantal gebruikte materialen :	1
Projectbestandsnaam	Gording verankerde damwand kade 285.esa
Project bestandspad	N:\INFR170296 Max Bögl, De Entree Amsterdam\05 Werkmap\MRV\Geotechniek\Kade 285\
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810



3. Rekenmodel

3.1. 3-D model



3.2. Materialen

Staal EC3

Staal EC3

Naam	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Fy [MPa]	Fu [MPa]	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	Fu (bereik) [MPa]	Fy (bereik) [MPa]
		G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]						
S 355	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	355,0	490,0	0 40	40 80	490,0 470,0	355,0 335,0

3.3. Doorsneden

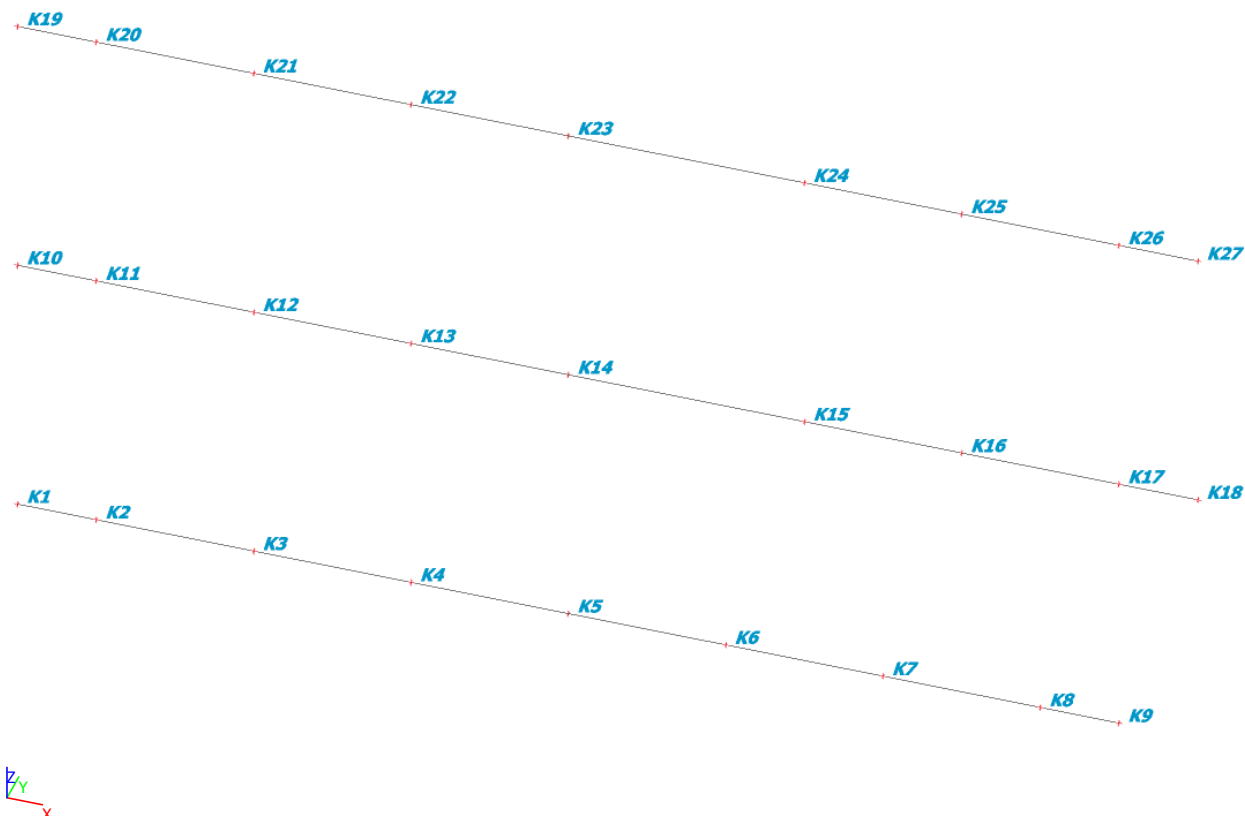
Naam	Type	Onderdeelmateriaal	A [m²]	Iy [m⁴]	Iz [m⁴]	Wely [m³]	Welz [m³]	Wply [m³]	Wplz [m³]
CS2	HEB260	S 355	1,1840e-02	1,4920e-04	5,1350e-05	1,1480e-03	3,9500e-04	1,2830e-03	6,0220e-04
CS1	HEB300	S 355	1,4910e-02	2,5170e-04	8,5630e-05	1,6780e-03	5,7090e-04	1,8690e-03	8,7010e-04



3.4. UCS

Naam	X [m]	Z [m]	Type	X-X	X-Z	Z-X	Z-Z
Huidig UCS	0,000	0,000	vector	1	0	0	1

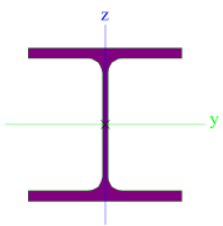

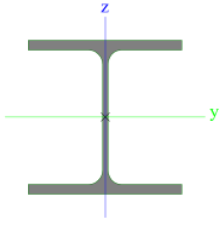
3.5. Knooppunten



3.6. Doorsneden

CS2		
Type	HEB260	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	1,1840e-02	
A _y [m²], A _z [m²]	8,7661e-03	2,7927e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,5000e+00	1,4986e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	130	130
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	1,4920e-04	5,1350e-05
i _y [mm], i _z [mm]	112	66
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	1,1480e-03	3,9500e-04
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	1,2830e-03	6,0220e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,56e+05	4,56e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,14e+05	2,14e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	1,2380e-06	7,5365e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0



Afbeelding		
CS1		
Type	HEB300	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m ²]	1,4910e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0963e-02	3,5436e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7300e+00	1,7314e+00
C _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	150	150
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5170e-04	8,5630e-05
i _y [mm], i _z [mm]	130	76
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,6780e-03	5,7090e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8690e-03	8,7010e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,64e+05	6,64e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,09e+05	3,09e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8500e-06	1,6878e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		


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

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



3.7. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 355	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 40	40 80	355,0 335,0	490,0 470,0	

3.8. Afschuif connectoren

Naam	Type	Diameter/breedte [mm]	Nominale hoogte [mm]	In-situ hoogte [mm]	Materiaal
SC1	Stud	25	100	95	S 355

3.9. Knopen

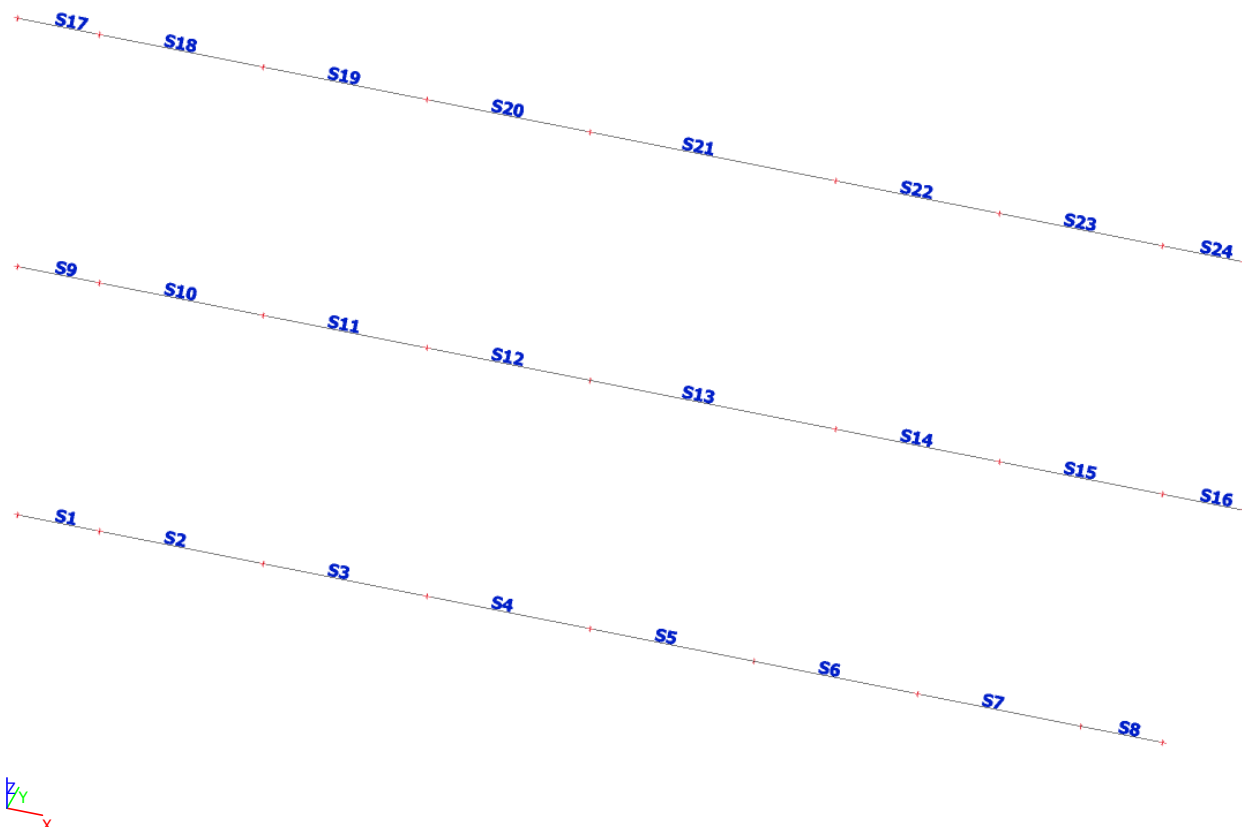
Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000
K2	1,400	0,000
K3	4,200	0,000
K4	7,000	0,000
K5	9,800	0,000
K6	12,600	0,000
K7	15,400	0,000
K8	18,200	0,000
K9	19,600	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K10	0,000	5,000
K11	1,400	5,000
K12	4,200	5,000
K13	7,000	5,000
K14	9,800	5,000
K15	14,000	5,000
K16	16,800	5,000
K17	19,600	5,000
K18	21,000	5,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K19	0,000	10,000
K20	1,400	10,000
K21	4,200	10,000
K22	7,000	10,000
K23	9,800	10,000
K24	14,000	10,000
K25	16,800	10,000
K26	19,600	10,000
K27	21,000	10,000



3.10. Staafnummers



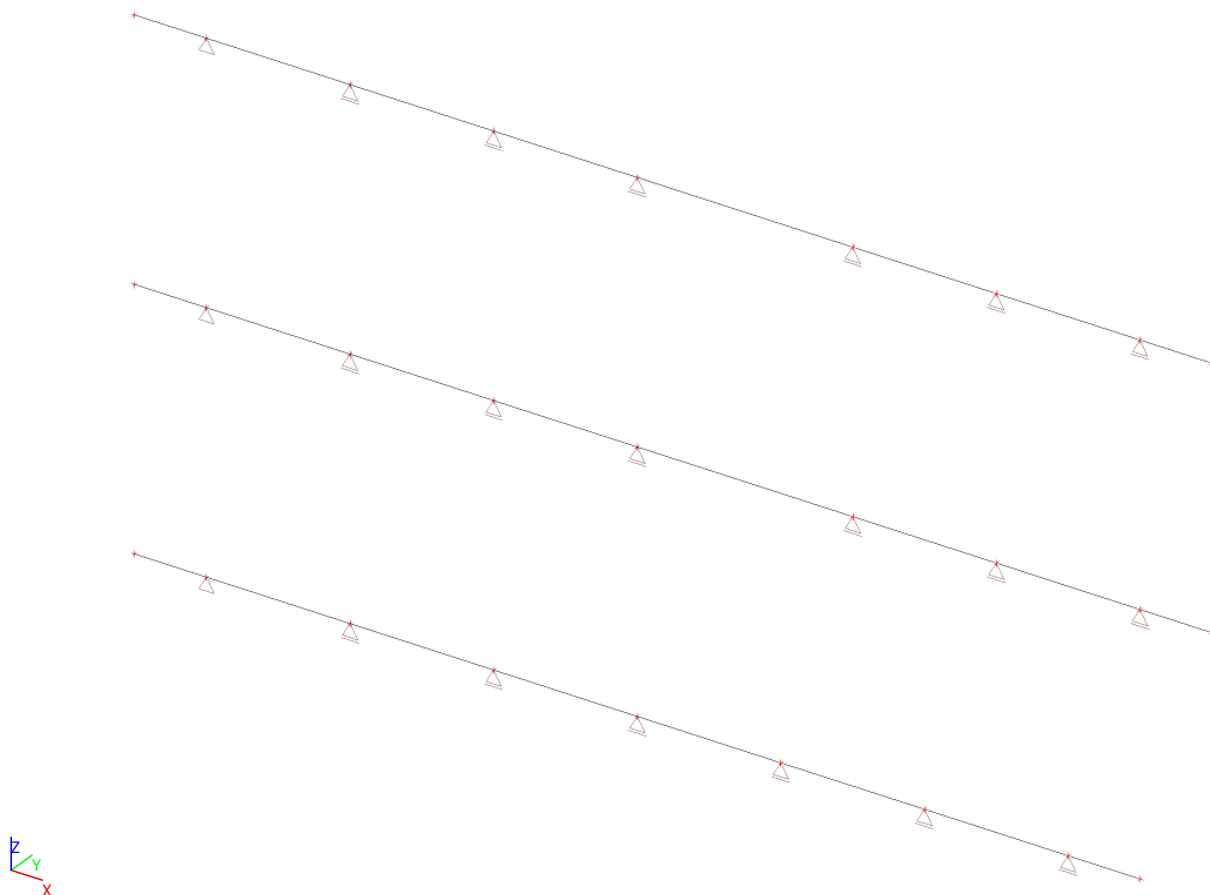
3.11. Staven

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type	Laag
S1	CS1 - HEB300	1,400	K1	K2	Algemeen (0)	Laag1
S2	CS1 - HEB300	2,800	K2	K3	Algemeen (0)	Laag1
S3	CS1 - HEB300	2,800	K3	K4	Algemeen (0)	Laag1
S4	CS1 - HEB300	2,800	K4	K5	Algemeen (0)	Laag1
S5	CS1 - HEB300	2,800	K5	K6	Algemeen (0)	Laag1
S6	CS1 - HEB300	2,800	K6	K7	Algemeen (0)	Laag1
S7	CS1 - HEB300	2,800	K7	K8	Algemeen (0)	Laag1
S8	CS1 - HEB300	1,400	K8	K9	Algemeen (0)	Laag1
S9	CS2 - HEB260	1,400	K10	K11	Algemeen (0)	Laag1
S10	CS2 - HEB260	2,800	K11	K12	Algemeen (0)	Laag1
S11	CS2 - HEB260	2,800	K12	K13	Algemeen (0)	Laag1
S12	CS2 - HEB260	2,800	K13	K14	Algemeen (0)	Laag1
S13	CS2 - HEB260	4,200	K14	K15	Algemeen (0)	Laag1
S14	CS2 - HEB260	2,800	K15	K16	Algemeen (0)	Laag1
S15	CS2 - HEB260	2,800	K16	K17	Algemeen (0)	Laag1
S16	CS2 - HEB260	1,400	K17	K18	Algemeen (0)	Laag1
S17	CS2 - HEB260	1,400	K19	K20	Algemeen (0)	Laag1
S18	CS2 - HEB260	2,800	K20	K21	Algemeen (0)	Laag1
S19	CS2 - HEB260	2,800	K21	K22	Algemeen (0)	Laag1
S20	CS2 - HEB260	2,800	K22	K23	Algemeen (0)	Laag1
S21	CS2 - HEB260	4,200	K23	K24	Algemeen (0)	Laag1
S22	CS2 - HEB260	2,800	K24	K25	Algemeen (0)	Laag1



Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type	Laag
S23	CS2 - HEB260	2,800	K25	K26	Algemeen (0)	Laag1
S24	CS2 - HEB260	1,400	K26	K27	Algemeen (0)	Laag1

3.12. Scharnieren



3.13. Knoopondersteuning

Naam	Restrictie	Type	X	Z	Ry	Standaard afm. [m]	Knoop	Systeem
Sn1	Scharnierend	Standaard	Vast	Vast	Vrij	0,200	K2	GCS
Sn2	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K3	GCS
Sn3	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K4	GCS
Sn4	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K5	GCS
Sn5	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K6	GCS
Sn6	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K7	GCS
Sn7	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K8	GCS
Sn8	Scharnierend	Standaard	Vast	Vast	Vrij	0,200	K11	GCS
Sn9	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K12	GCS
Sn10	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K13	GCS
Sn15	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K15	GCS
Sn16	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K16	GCS
Sn17	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K17	GCS
Sn18	Scharnierend	Standaard	Vast	Vast	Vrij	0,200	K20	GCS
Sn19	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K21	GCS
Sn20	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K22	GCS
Sn21	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K23	GCS



Naam	Restrictie	Type	X	Z	Ry	Standaard afm. [m]	Knoop	Systeem
Sn22	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K24	GCS
Sn23	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K25	GCS
Sn24	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K26	GCS
Sn25	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K14	GCS



4. Belastingen en combinaties

4.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Lastgroep	Actie type	Belastingtype	Richting
BG1		LG1	Permanent	Eigen gewicht	-Z
BG2	belasting gording	LG1	Permanent	Standaard	

4.2. Belastingsgevallen

4.2.1. Belastingsgevallen - BG1

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



4.2.2. Belastingsgevallen - BG2

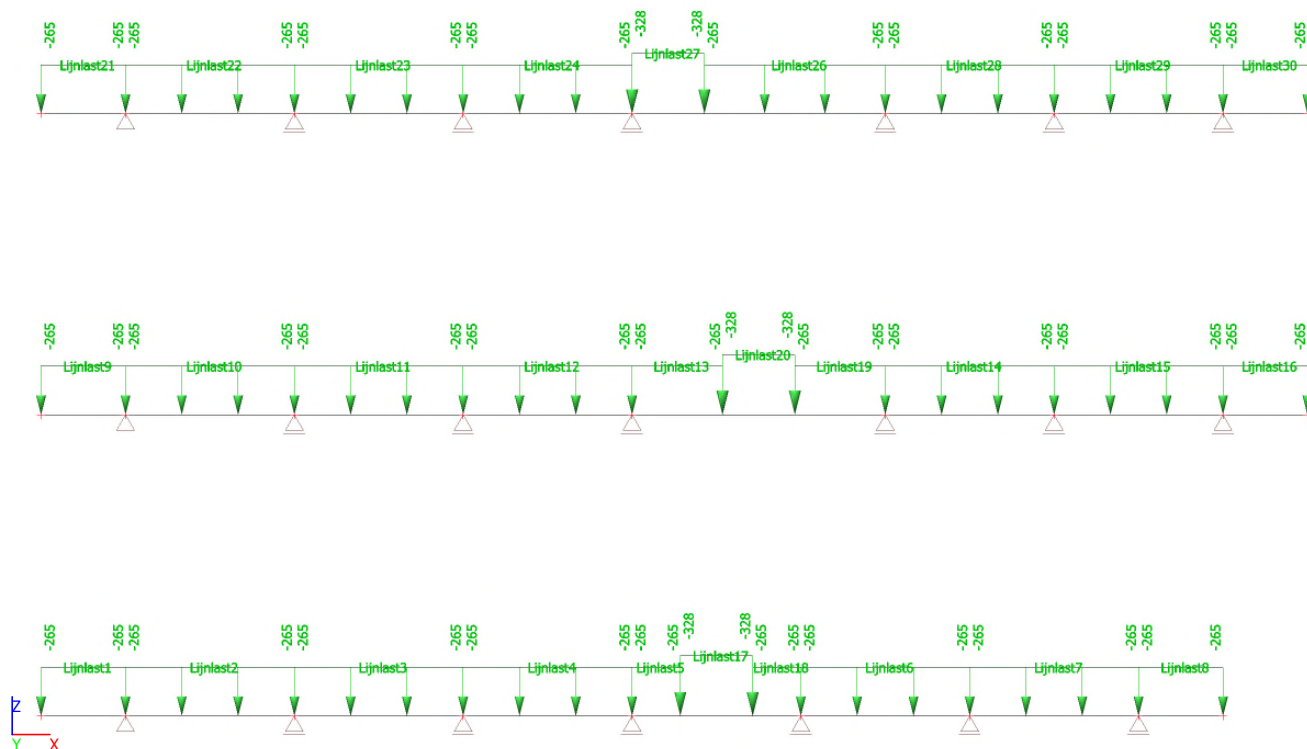
Naam	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Omschrijving
BG2	Permanent	LG1	Standaard	belasting gording

4.2.2.1. Lijnlast

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast1	S1 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast2	S2 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast3	S3 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast4	S4 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast5	S5 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 0.800	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast6	S6 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast7	S7 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast8	S8 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast9	S9 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast10	S10 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast11	S11 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast12	S12 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast13	S13 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.500	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast14	S14 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast15	S15 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast16	S16 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast17	S5 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-328	0.800 2.000	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast18	S5 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	2.000 2.800	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast19	S13 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	2.700 4.200	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast20	S13 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-328	1.500 2.700	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast21	S17 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast22	S18 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast23	S19 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast24	S20 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast26	S21 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	1.200 4.200	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast27	S21 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-328	0.000 1.200	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast28	S22 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast29	S23 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast30	S24 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-265	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000

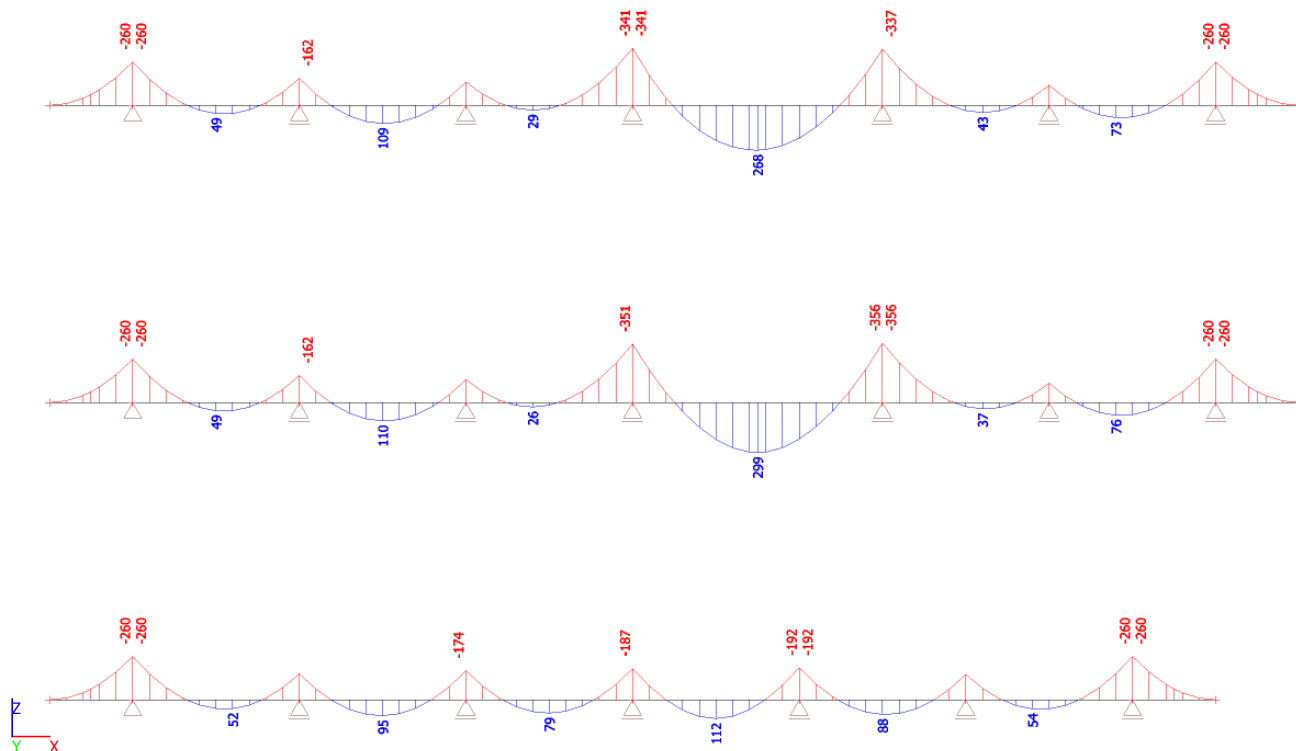


5. BG2 / Totale waarde / Naam

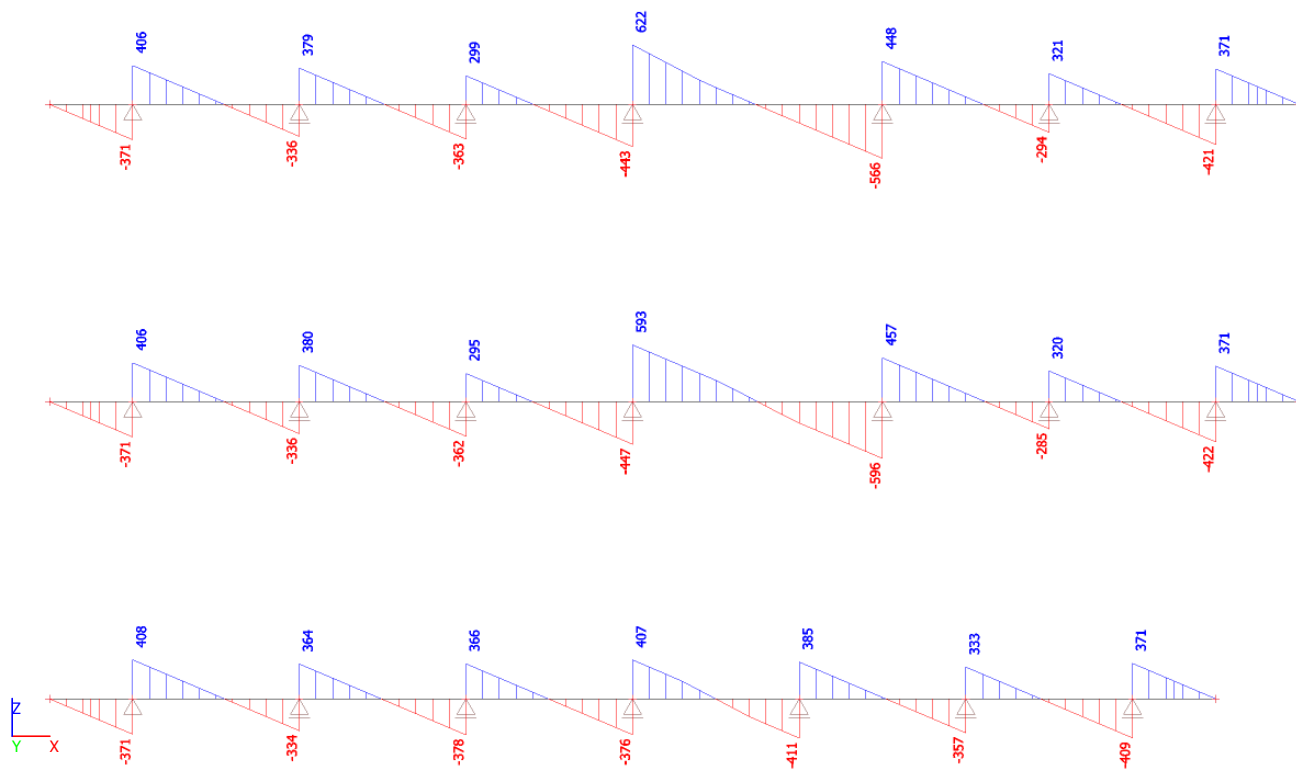




6. Interne krachten in staaf; My



7. Interne krachten in staaf; Vz



Bijlage 4B Krachtswerking gording kade 326



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. Rekenmodel	3
3.1. 3-D model	3
3.2. Materialen	3
3.3. Doorsneden	3
3.4. UCS	4
3.5. Knoopnummers	4
3.6. Doorsneden	4
3.7. Materialen	6
3.8. Afschuif connectoren	6
3.9. Knopen	6
3.10. Staafnummers	6
3.11. Staven	7
3.12. Scharnieren	7
3.13. Knoopondersteuningen	7
4. Belastingen en combinaties	9
4.1. Belastingsgevallen	9
4.2. Belastingsgevallen	9
4.2.1. Belastingsgevallen - BG1	9
4.2.2. Belastingsgevallen - BG2	10
4.2.2.1. Lijnlast	10
5. BG2 / Totale waarde / Naam	11
6. Interne krachten in staaf; My	12
7. Interne krachten in staaf; Vz	12



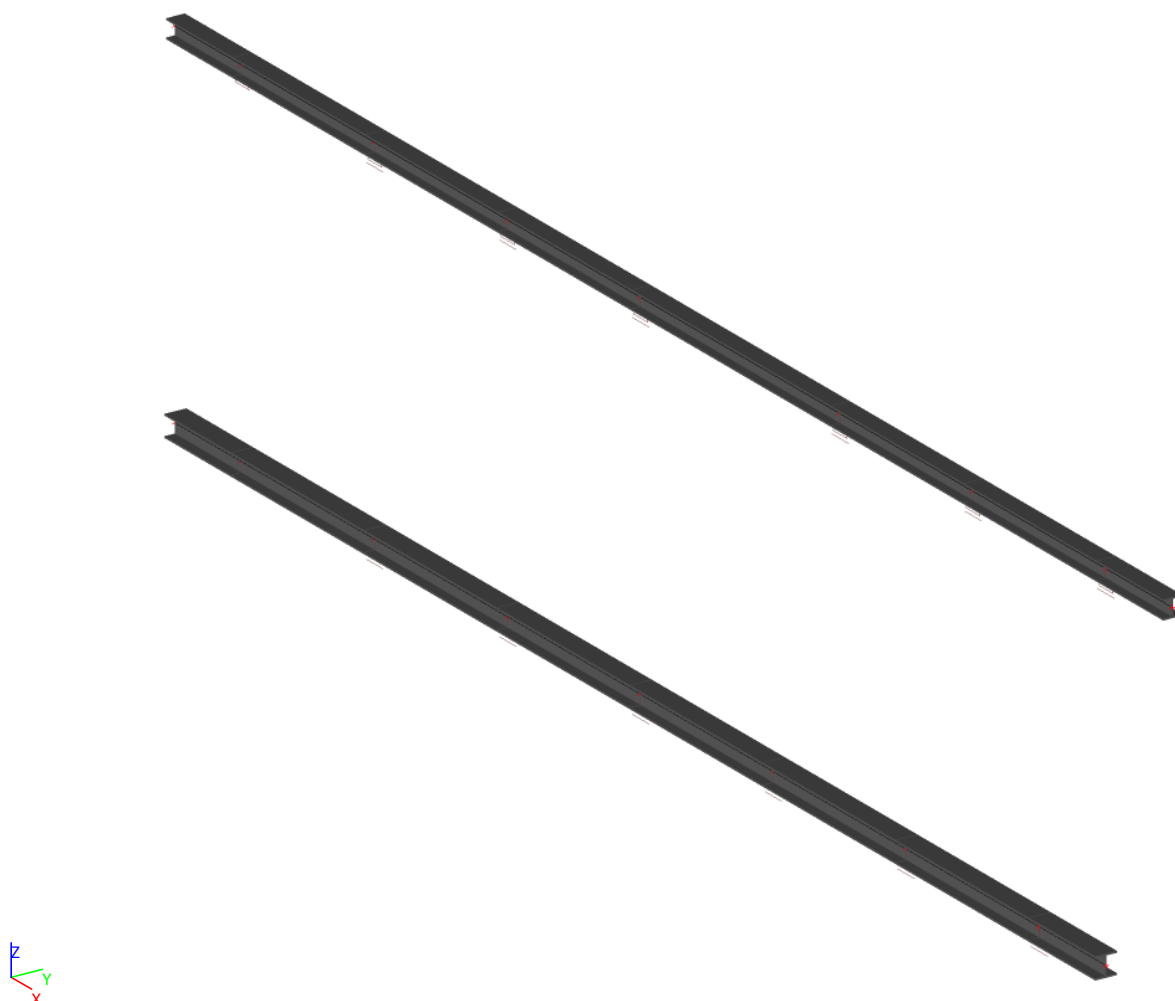
2. Project

Licentienaam	Iv-Groep
Project	De Entree Amsterdam
Onderdeel	Kade 285
Omschrijving	Krachtenwerking gording verankerde damwand
Auteur	A.M.A. Rovers
Datum	09. 10. 2017
Nationale norm	EC - EN
Nationale Bijlage	Standaard EN
Constructie	Raamwerk XZ
Functionaliteit	Staal
Aantal knopen :	18
Aantal staven :	16
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	2
Aantal belastingsgevallen :	2
Aantal gebruikte materialen :	1
Projectbestandsnaam	Gording verankerde damwand kade 326.esa
Project bestandspad	N:\INFR170296 Max Bögl, De Entree Amsterdam\05 Werkmap\MRV\Geotechniek\Kade 285\
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810



3. Rekenmodel

3.1. 3-D model



3.2. Materialen

Staal EC3

Staal EC3

Naam	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Fy [MPa]	Fu [MPa]	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	Fu (bereik) [MPa]	Fy (bereik) [MPa]
		G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]						
S 355	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	355,0	490,0	0 40	40 80	490,0 470,0	355,0 335,0

3.3. Doorsneden

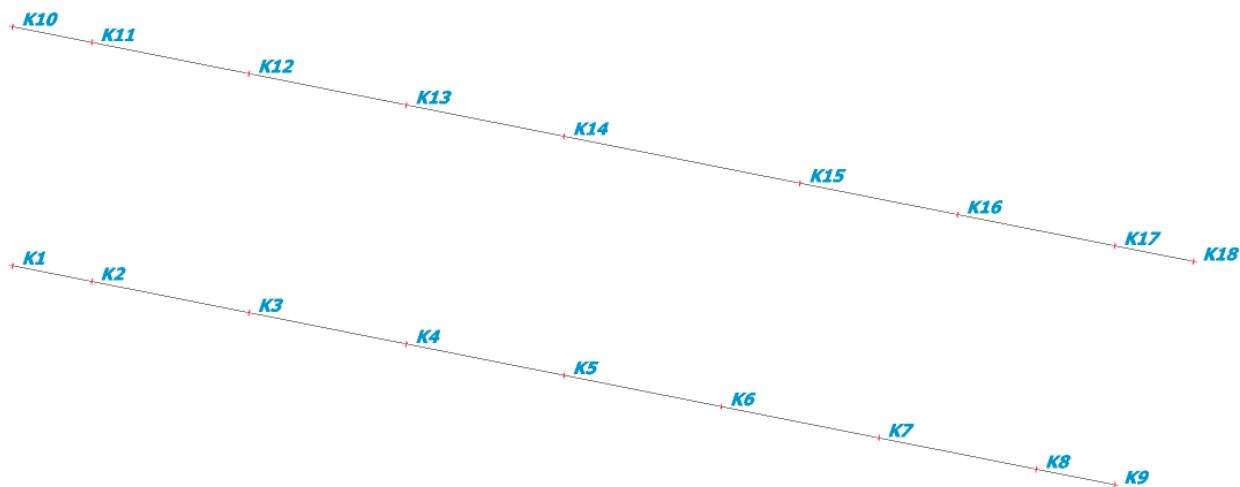
Naam	Type	Onderdeelmateriaal	A [m²]	Iy [m⁴]	Iz [m⁴]	Wely [m³]	Welz [m³]	Wply [m³]	Wplz [m³]
CS2	HEB260	S 355	1,1840e-02	1,4920e-04	5,1350e-05	1,1480e-03	3,9500e-04	1,2830e-03	6,0220e-04
CS1	HEB300	S 355	1,4910e-02	2,5170e-04	8,5630e-05	1,6780e-03	5,7090e-04	1,8690e-03	8,7010e-04



3.4. UCS

Naam	X [m]	Z [m]	Type	X-X	X-Z	Z-X	Z-Z
Huidig UCS	0,000	0,000	vector	1	0	0	1

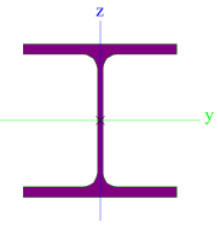

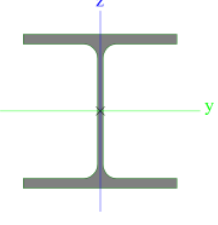
3.5. Knooppuntnummers



3.6. Doorsneden

CS2		
Type	HEB260	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m²]	1,1840e-02	
A _y [m²], A _z [m²]	8,7661e-03	2,7927e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,5000e+00	1,4986e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	130	130
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	1,4920e-04	5,1350e-05
I _y [mm], I _z [mm]	112	66
W _{ely} [m³], W _{elz} [m³]	1,1480e-03	3,9500e-04
W _{ply} [m³], W _{plz} [m³]	1,2830e-03	6,0220e-04
M _{ply,+} [Nm], M _{ply,-} [Nm]	4,56e+05	4,56e+05
M _{plz,+} [Nm], M _{plz,-} [Nm]	2,14e+05	2,14e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	1,2380e-06	7,5365e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0



Afbeelding		
CS1		
Type	HEB300	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	c
A [m ²]	1,4910e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0963e-02	3,5436e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7300e+00	1,7314e+00
C _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	150	150
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5170e-04	8,5630e-05
i _y [mm], i _z [mm]	130	76
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,6780e-03	5,7090e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8690e-03	8,7010e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,64e+05	6,64e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,09e+05	3,09e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8500e-06	1,6878e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen

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


Verklaring van symbolen

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



3.7. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 355	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 40	40 80	355,0 335,0	490,0 470,0	

3.8. Afschuif connectoren

Naam	Type	Diameter/breedte [mm]	Nominale hoogte [mm]	In-situ hoogte [mm]	Materiaal
SC1	Stud	25	100	95	S 355

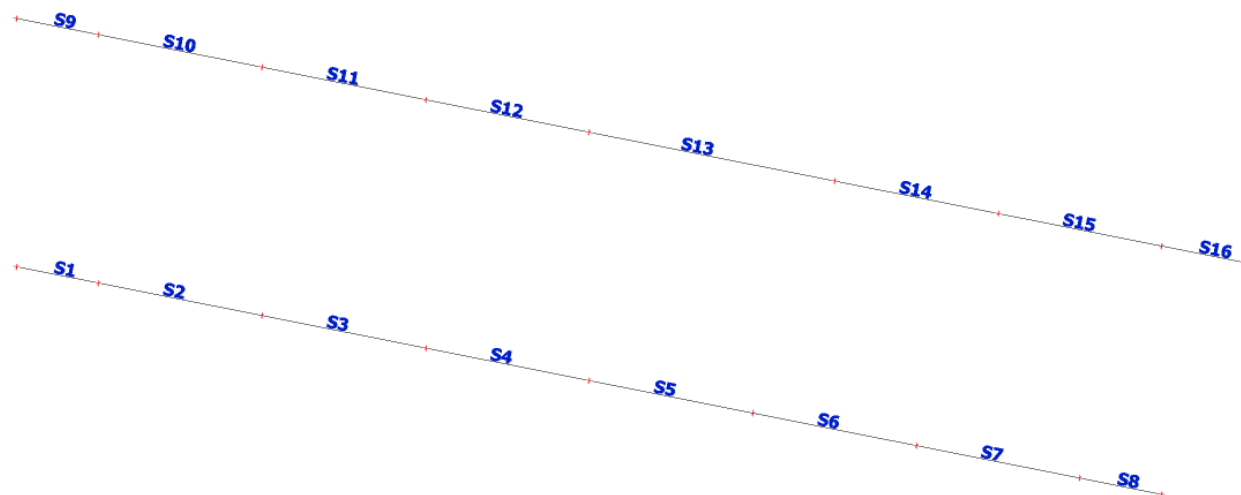
3.9. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000
K2	1,400	0,000
K3	4,200	0,000
K4	7,000	0,000
K5	9,800	0,000
K6	12,600	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K7	15,400	0,000
K8	18,200	0,000
K9	19,600	0,000
K10	0,000	5,000
K11	1,400	5,000
K12	4,200	5,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K13	7,000	5,000
K14	9,800	5,000
K15	14,000	5,000
K16	16,800	5,000
K17	19,600	5,000
K18	21,000	5,000

3.10. Staafnummers

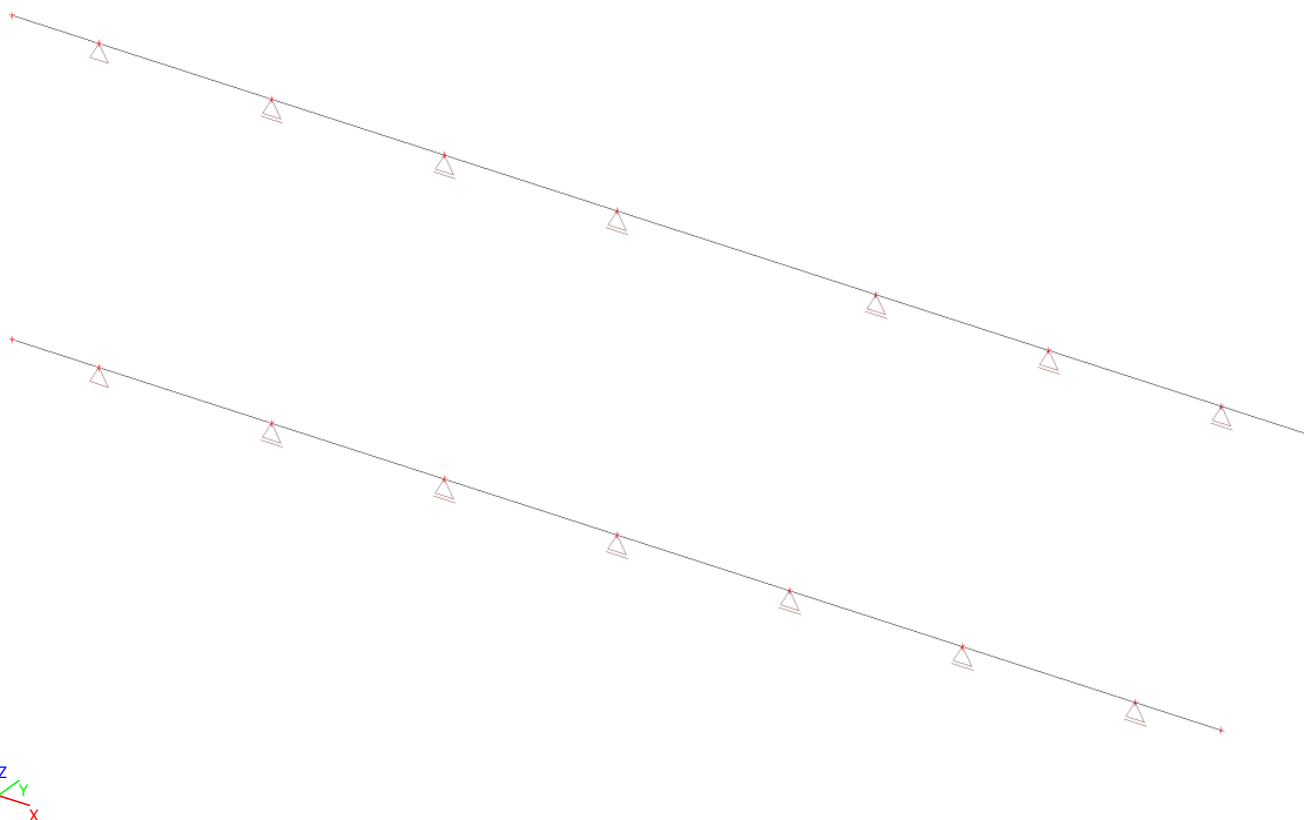




3.11. Staven

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type	Laag
S1	CS1 - HEB300	1,400	K1	K2	Algemeen (0)	Laag1
S2	CS1 - HEB300	2,800	K2	K3	Algemeen (0)	Laag1
S3	CS1 - HEB300	2,800	K3	K4	Algemeen (0)	Laag1
S4	CS1 - HEB300	2,800	K4	K5	Algemeen (0)	Laag1
S5	CS1 - HEB300	2,800	K5	K6	Algemeen (0)	Laag1
S6	CS1 - HEB300	2,800	K6	K7	Algemeen (0)	Laag1
S7	CS1 - HEB300	2,800	K7	K8	Algemeen (0)	Laag1
S8	CS1 - HEB300	1,400	K8	K9	Algemeen (0)	Laag1
S9	CS2 - HEB260	1,400	K10	K11	Algemeen (0)	Laag1
S10	CS2 - HEB260	2,800	K11	K12	Algemeen (0)	Laag1
S11	CS2 - HEB260	2,800	K12	K13	Algemeen (0)	Laag1
S12	CS2 - HEB260	2,800	K13	K14	Algemeen (0)	Laag1
S13	CS2 - HEB260	4,200	K14	K15	Algemeen (0)	Laag1
S14	CS2 - HEB260	2,800	K15	K16	Algemeen (0)	Laag1
S15	CS2 - HEB260	2,800	K16	K17	Algemeen (0)	Laag1
S16	CS2 - HEB260	1,400	K17	K18	Algemeen (0)	Laag1

3.12. Scharnieren



3.13. Knoopondersteuning

Naam	Restrictie	Type	X	Z	Ry	Standaard afm. [m]	Knoop	Systeem
Sn1	Scharnierend	Standaard	Vast	Vast	Vrij	0,200	K2	GCS
Sn2	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K3	GCS



Naam	Restrictie	Type	X	Z	Ry	Standaard afm. [m]	Knoop	Systeem
Sn3	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K4	GCS
Sn4	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K5	GCS
Sn5	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K6	GCS
Sn6	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K7	GCS
Sn7	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K8	GCS
Sn8	Scharnierend	Standaard	Vast	Vast	Vrij	0,200	K11	GCS
Sn9	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K12	GCS
Sn10	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K13	GCS
Sn15	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K15	GCS
Sn16	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K16	GCS
Sn17	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K17	GCS
Sn25	Glijdend	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	0,200	K14	GCS



4. Belastingen en combinaties

4.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Lastgroep	Actie type	Belastingtype	Richting
BG1		LG1	Permanent	Eigen gewicht	-Z
BG2	belasting gording	LG1	Permanent	Standaard	

4.2. Belastingsgevallen

4.2.1. Belastingsgevallen - BG1

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



4.2.2. Belastingsgevallen - BG2

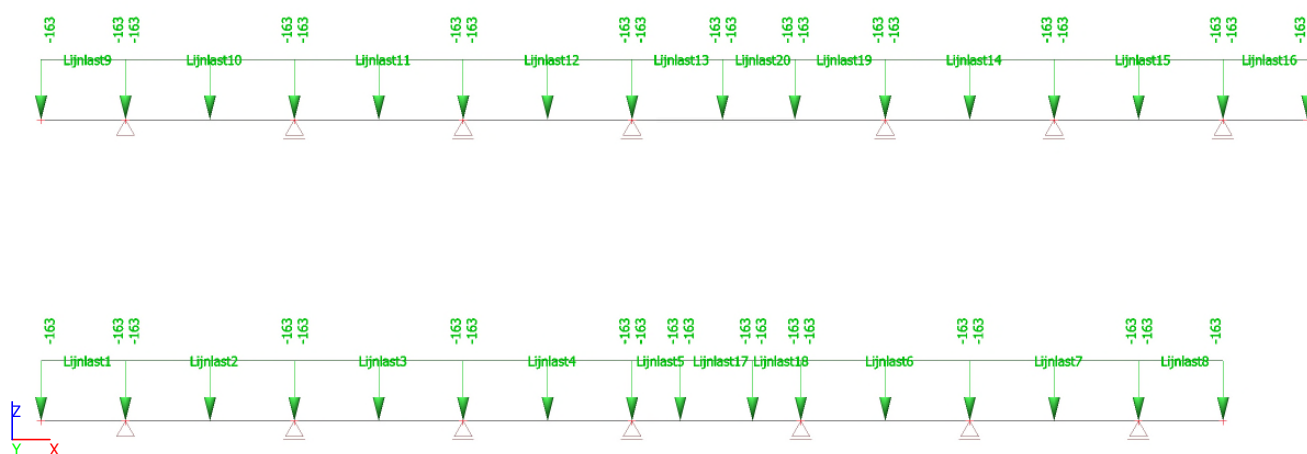
Naam	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Omschrijving
BG2	Permanent	LG1	Standaard	belasting gording

4.2.2.1. Lijnlast

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast1	S1 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast2	S2 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast3	S3 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast4	S4 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast5	S5 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 0.800	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast6	S6 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast7	S7 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast8	S8 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast9	S9 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast10	S10 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast11	S11 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast12	S12 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast13	S13 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.500	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast14	S14 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast15	S15 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast16	S16 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast17	S5 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	0.800 2.000	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast18	S5 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	2.000 2.800	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast19	S13 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	2.700 4.200	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast20	S13 BG2 - belasting gording	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-163	1.500 2.700	Abso Lengte	Vanaf begin	0,000

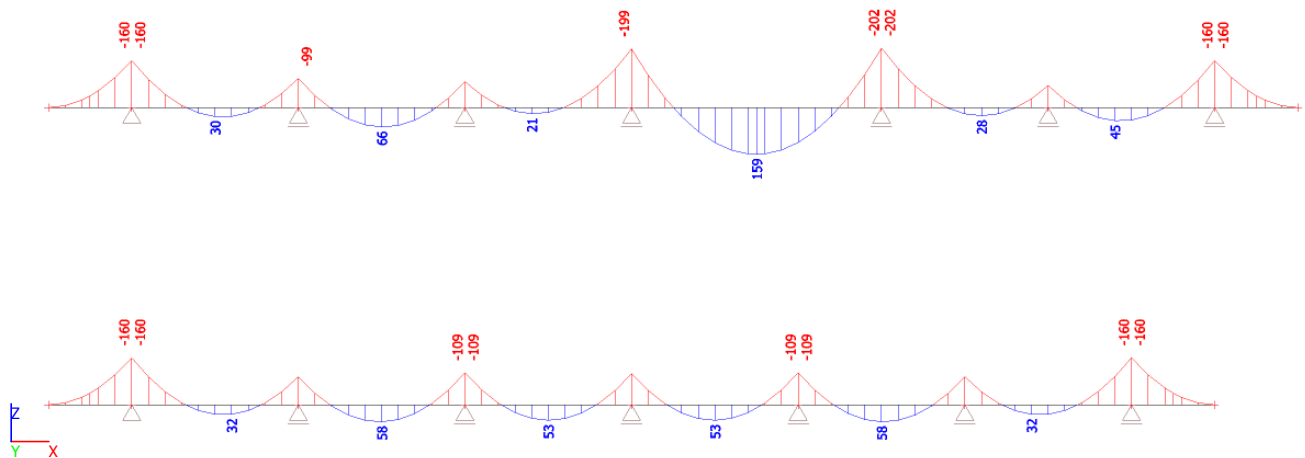


5. BG2 / Totale waarde / Naam

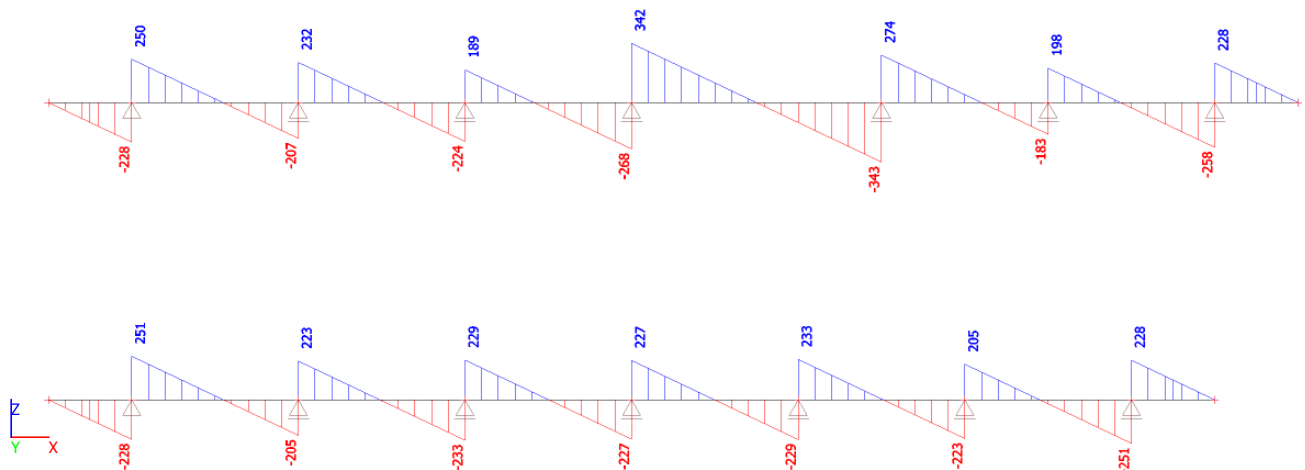




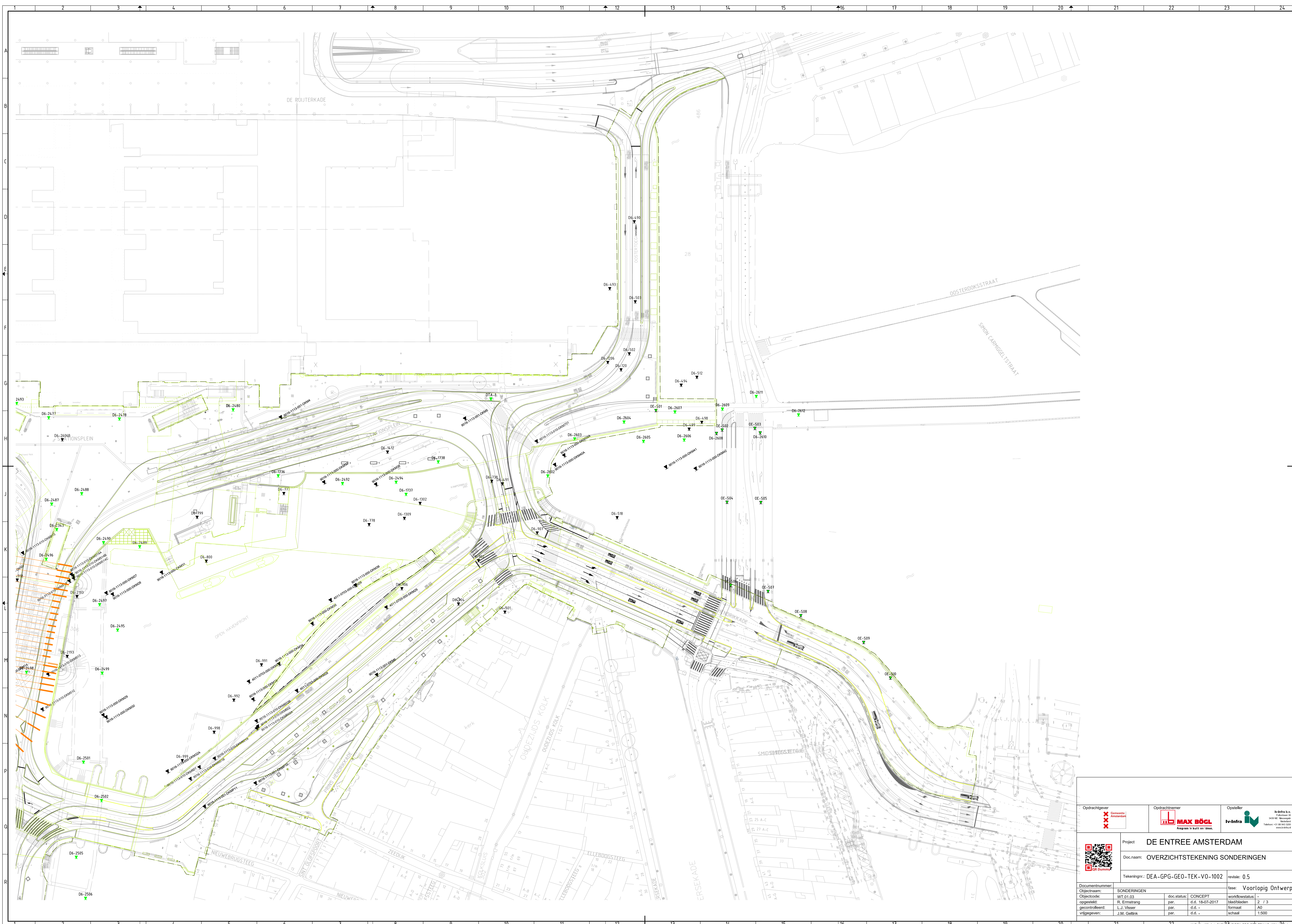
6. Interne krachten in staaf; My

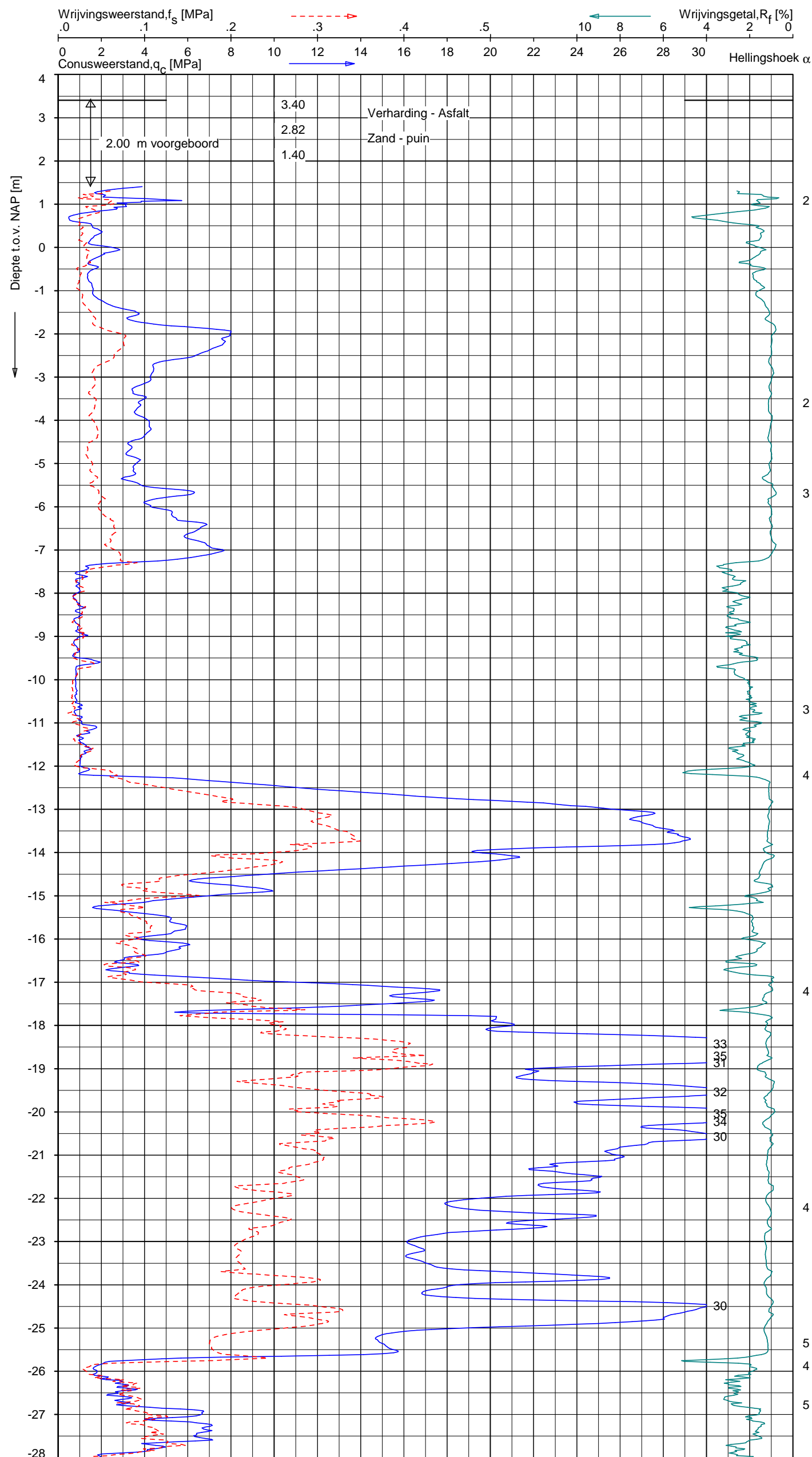


7. Interne krachten in staaf; Vz

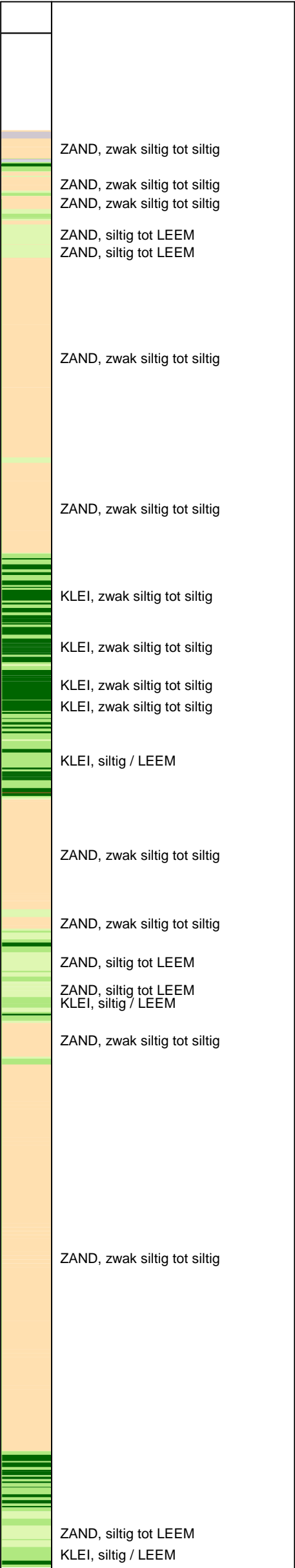


Bijlage 5 Grondonderzoek – Kade 285 en Kade 326





Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

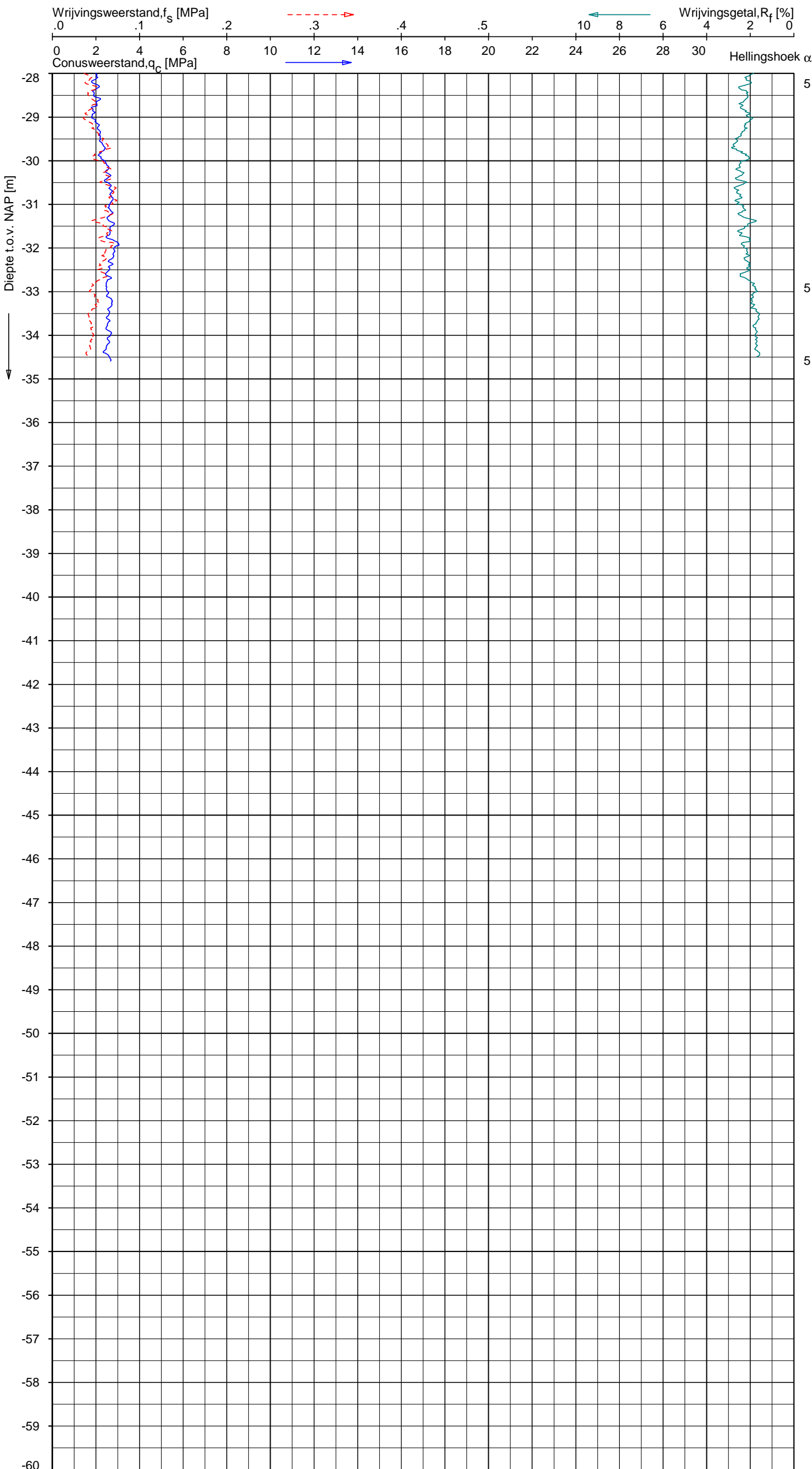


Opg.: VV/WD d.d. 04-jul-2017 Coord.: X=121992.8m Y=487819.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: J.NIKKELS d.d. 06-jul-2017 MV = NAP +3.41 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1770 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

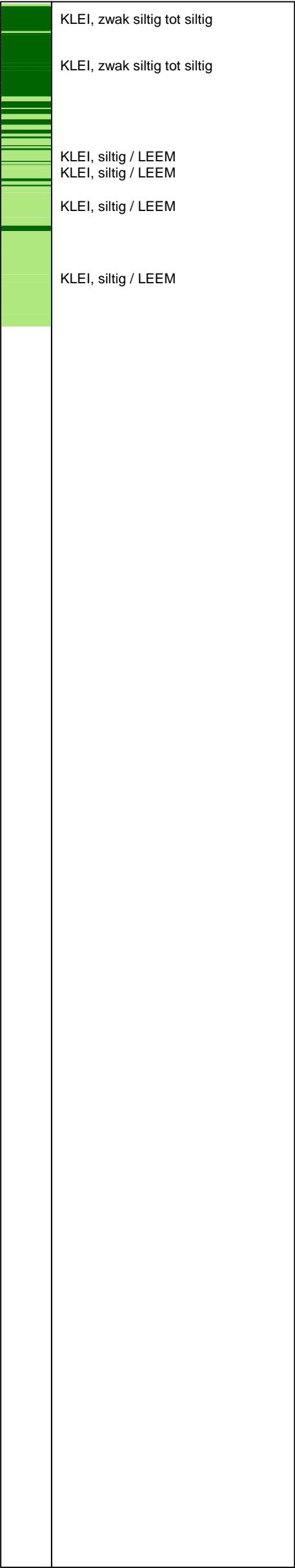
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

"DE ENTREE" (WESTERTOEGANG) TE AMSTERDAM

Opdr. 9016-1113-010
Sond. DKM701



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

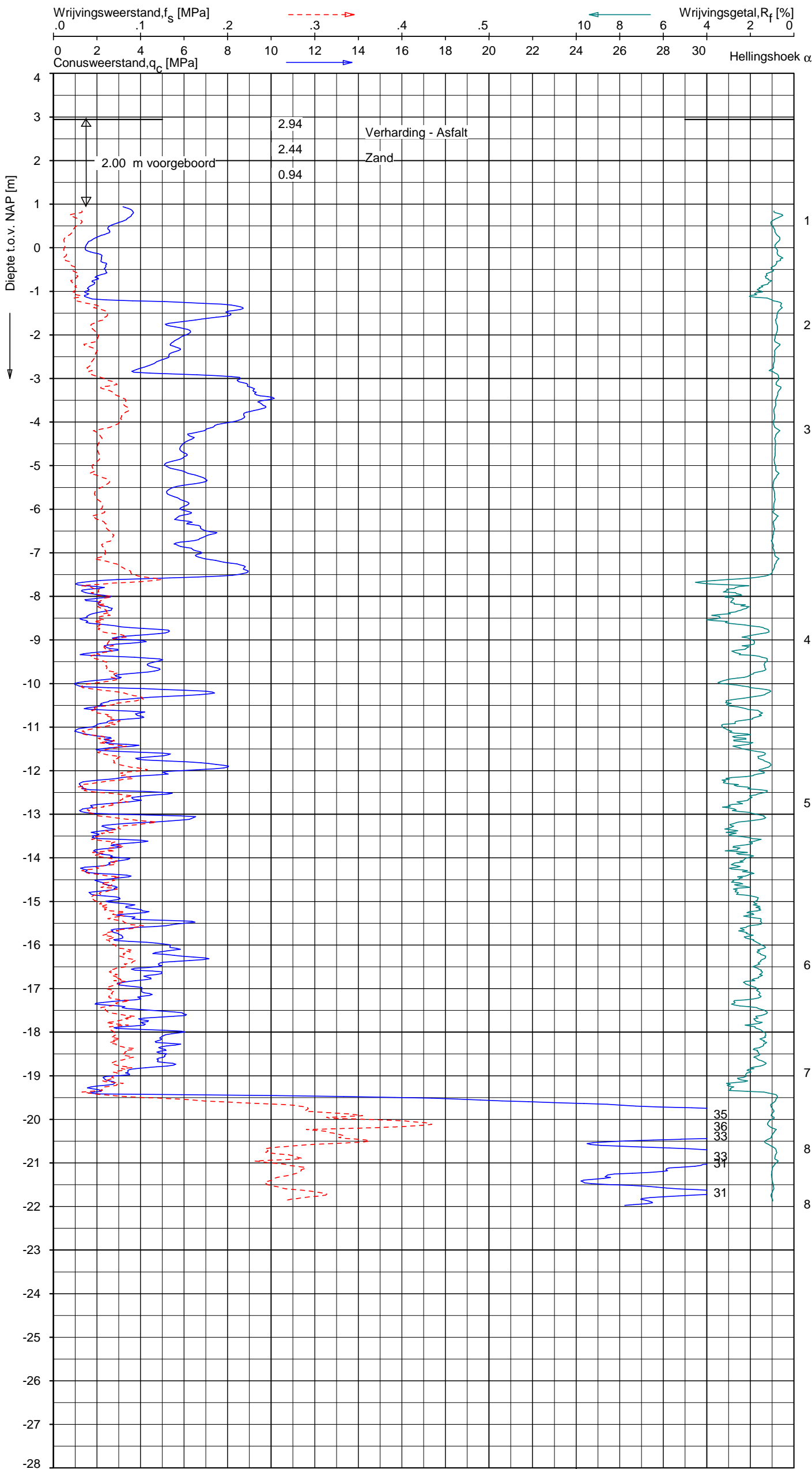


Opg. : VV/WD d.d. 04-jul-2017 Coord.: X=121992.8m Y= 487819.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : J.NIKKELS d.d. 06-jul-2017 MV = NAP +3.41 m Conus:CP15-CF75SN2 1701-1770 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

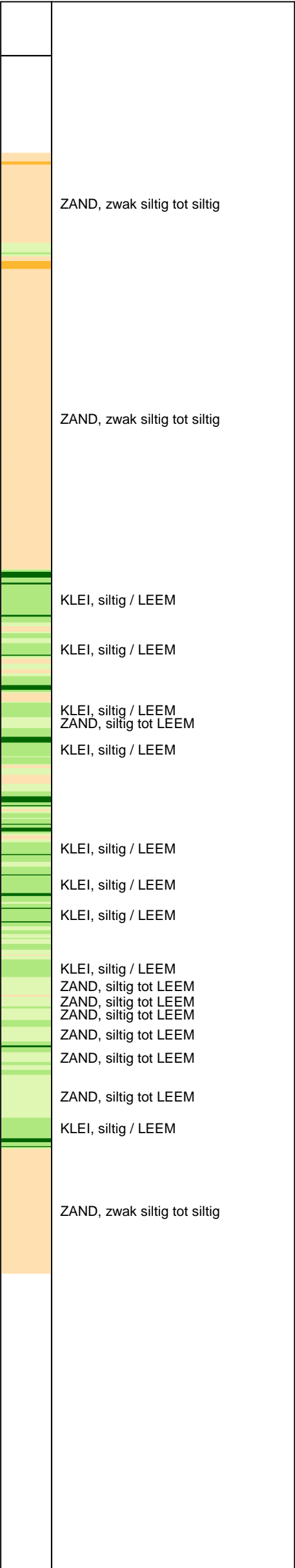
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

"DE ENTREE" (WESTERTOEGANG) TE AMSTERDAM

Opdr. 9016-1113-010
Sond. DKM701



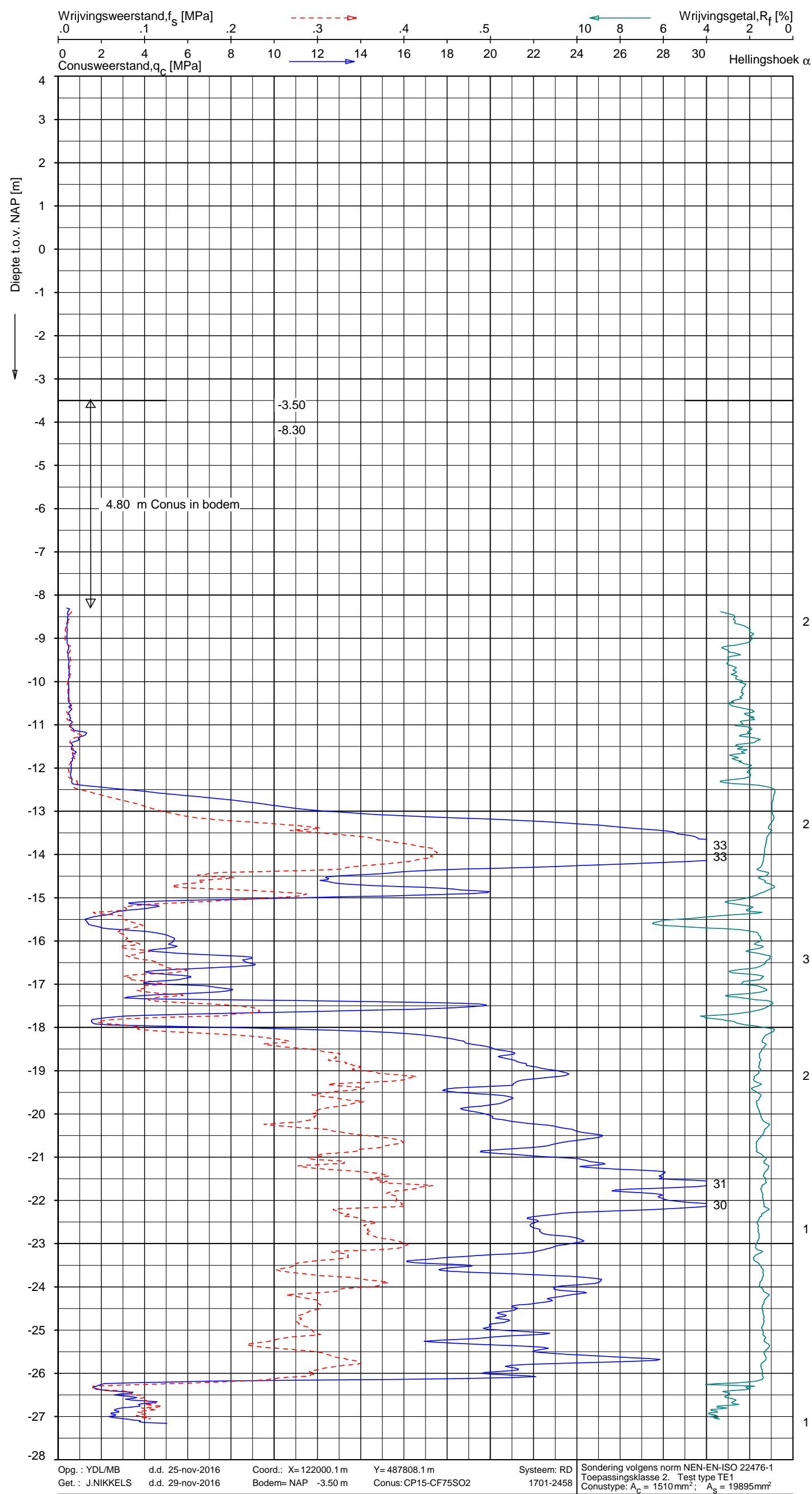
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



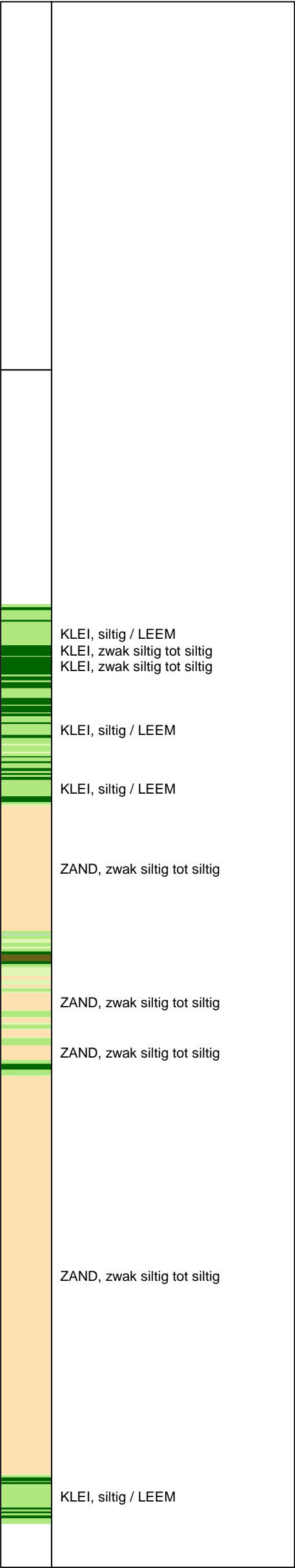
Opg.: VV/WD d.d. 22-nov-2016 Coord.: X=121970.5m Y=487845.4m Systeem: RD
Get.: J.NIKKELS d.d. 28-nov-2016 MV = NAP +2.94 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM

Opdr. 9016-1113-001
Sond. DKM5



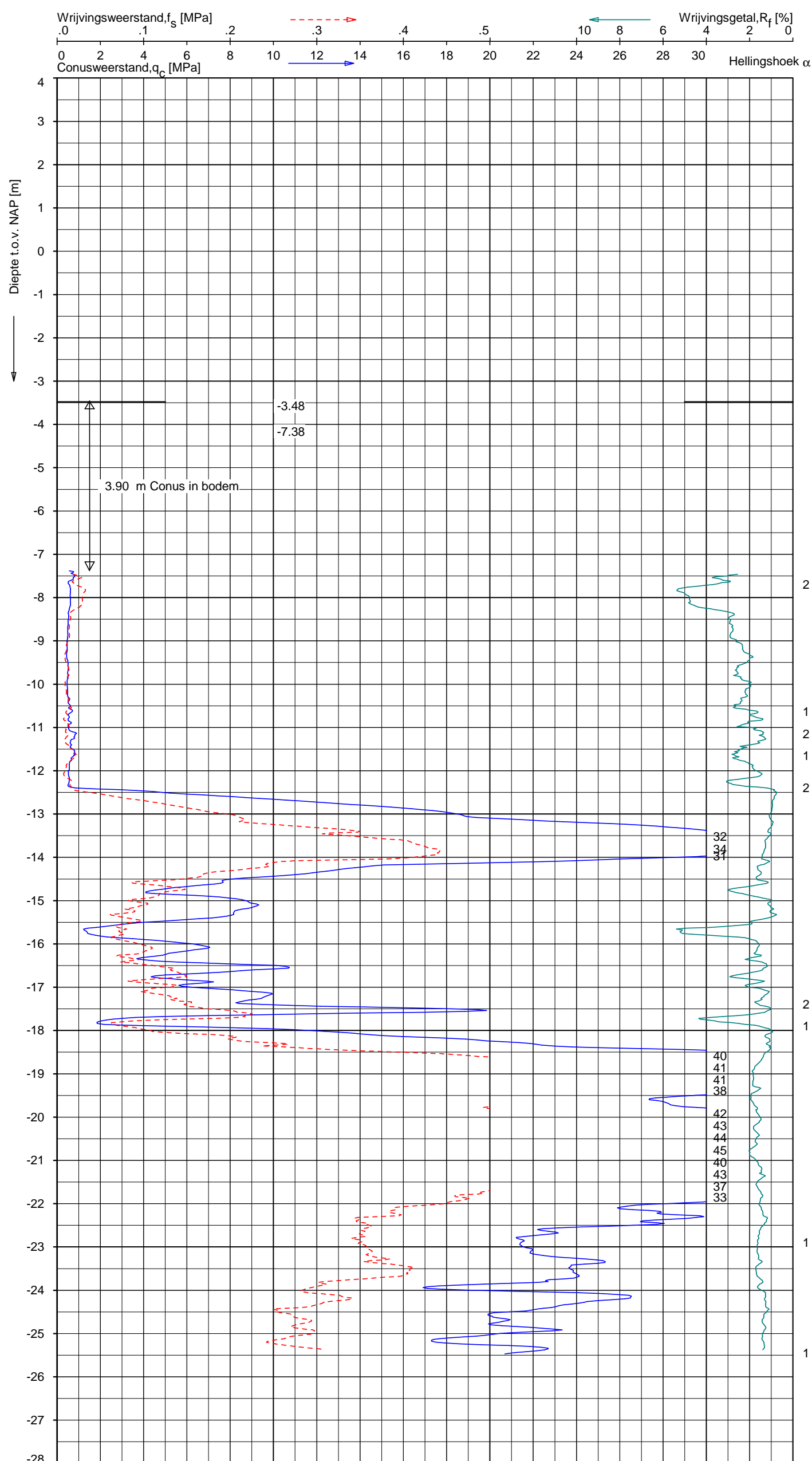
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



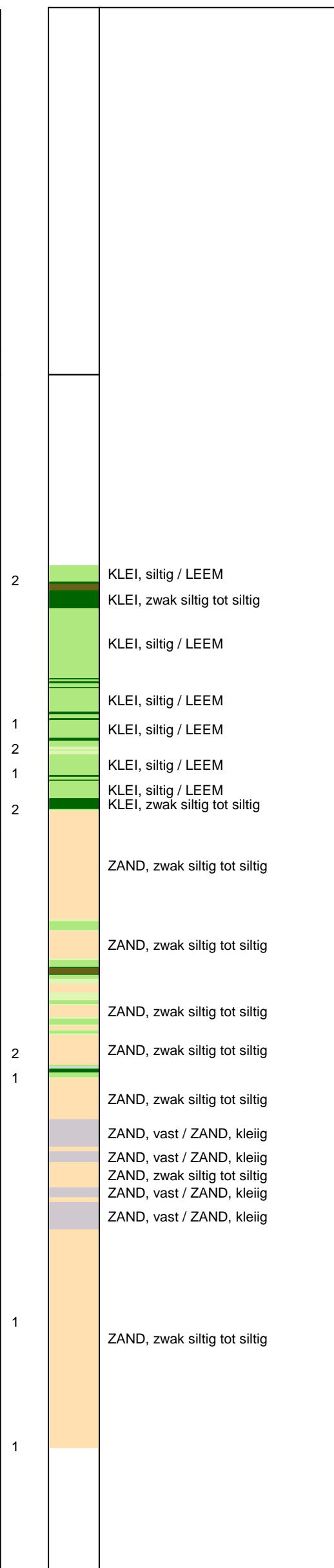
Opg.: YDL/MB d.d. 25-nov-2016 Coord.: X=122000.1 m Y=487808.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: J.NIKKELS d.d. 29-nov-2016 Bodem= NAP -3.50 m Conus: CP15-CF75SO2 1701-2458 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM
WATERPEIL d.d. 25-11-2016 = NAP -0,45 m

Opdr. 9016-1113-000
Sond. DKM39A

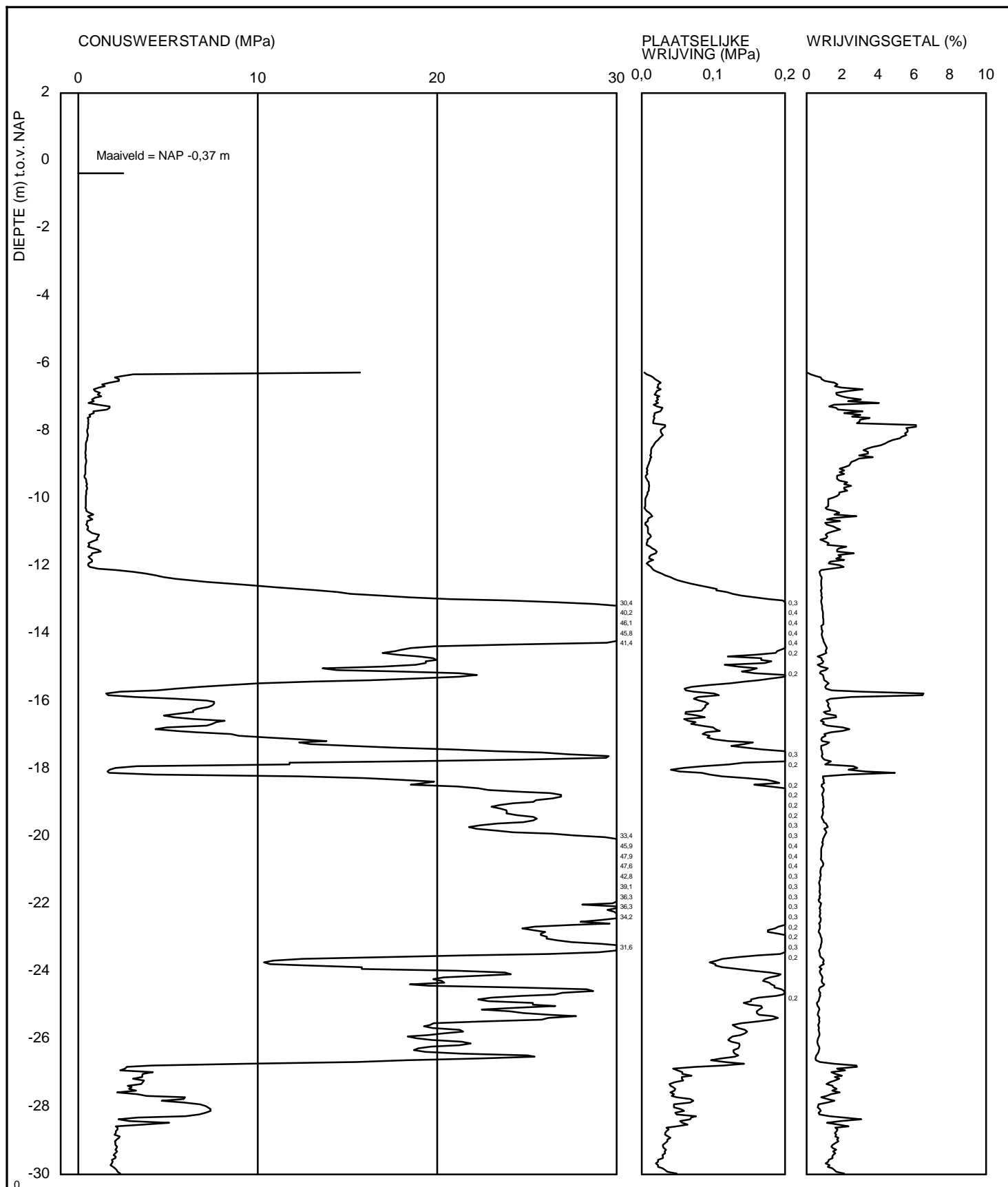


Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

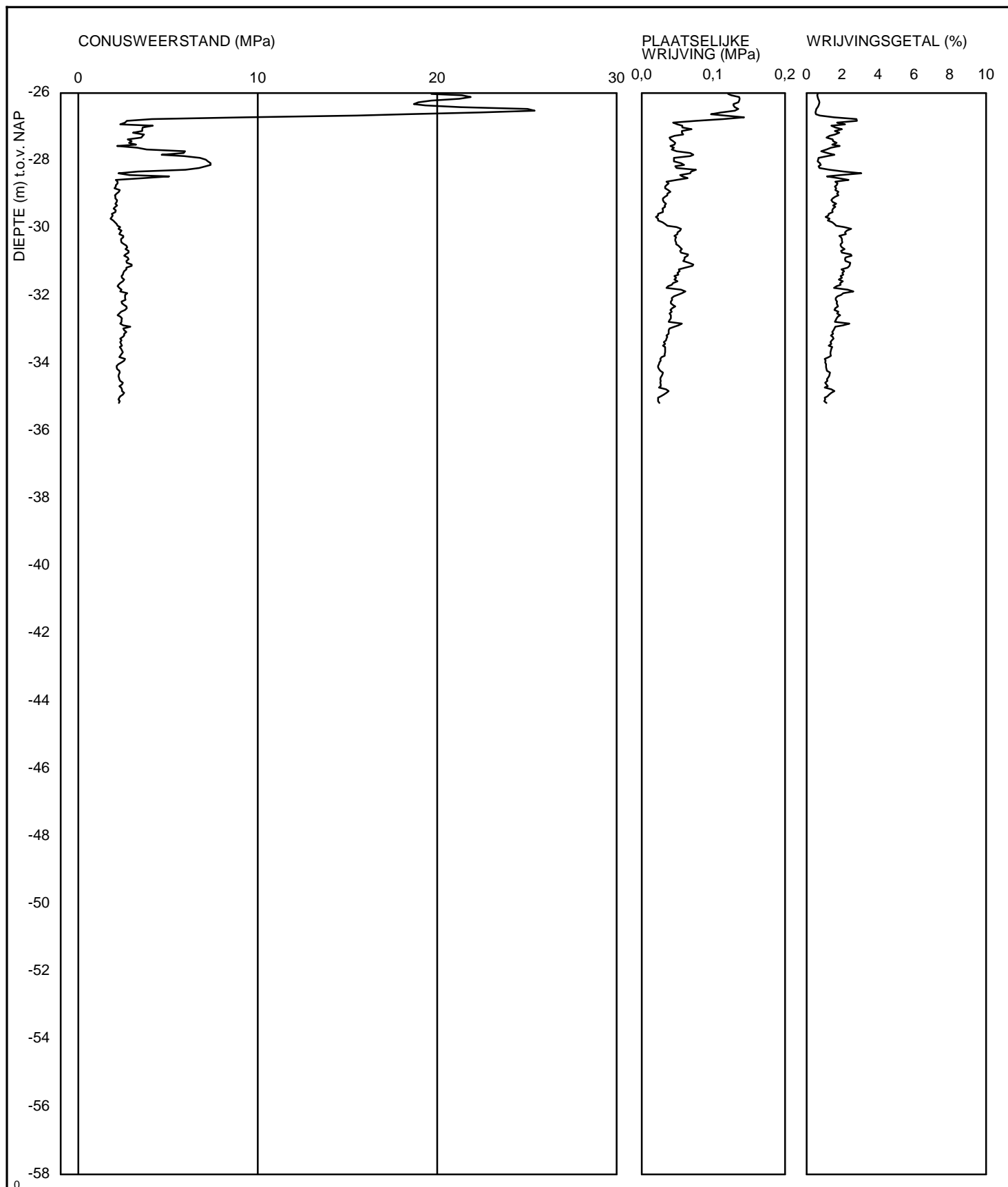


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM
WATERPEIL d.d. 25-11-2016 = NAP -0,43 m

Opdr. 9016-1113-000
Sond. DKM40A

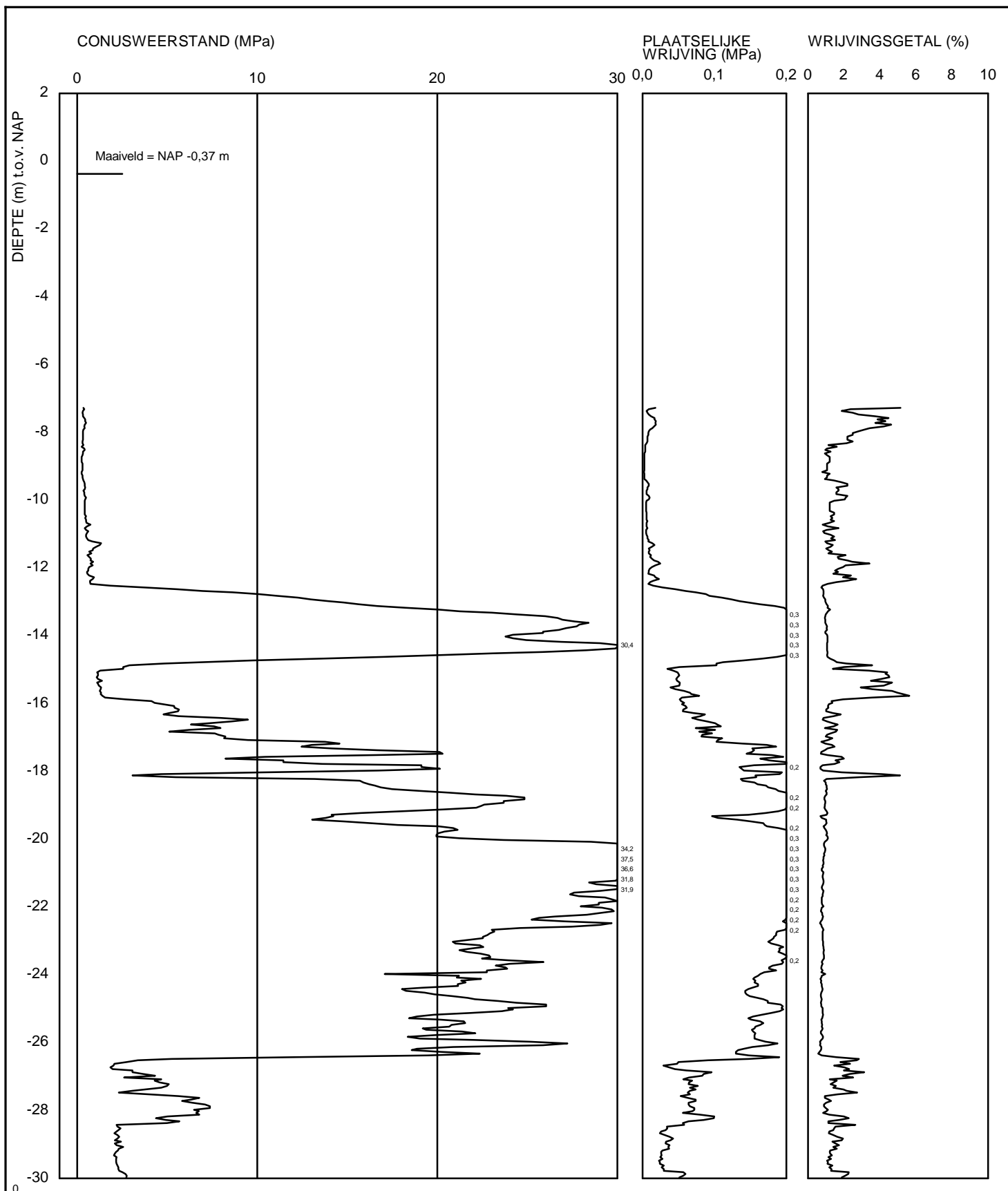


<Not Registered> <Not Registered>				datum 1999-09-06		get. -
<Not Registered> <Not Registered>				11.903-/		gez.
-				BIJL. -		form. A4
-						

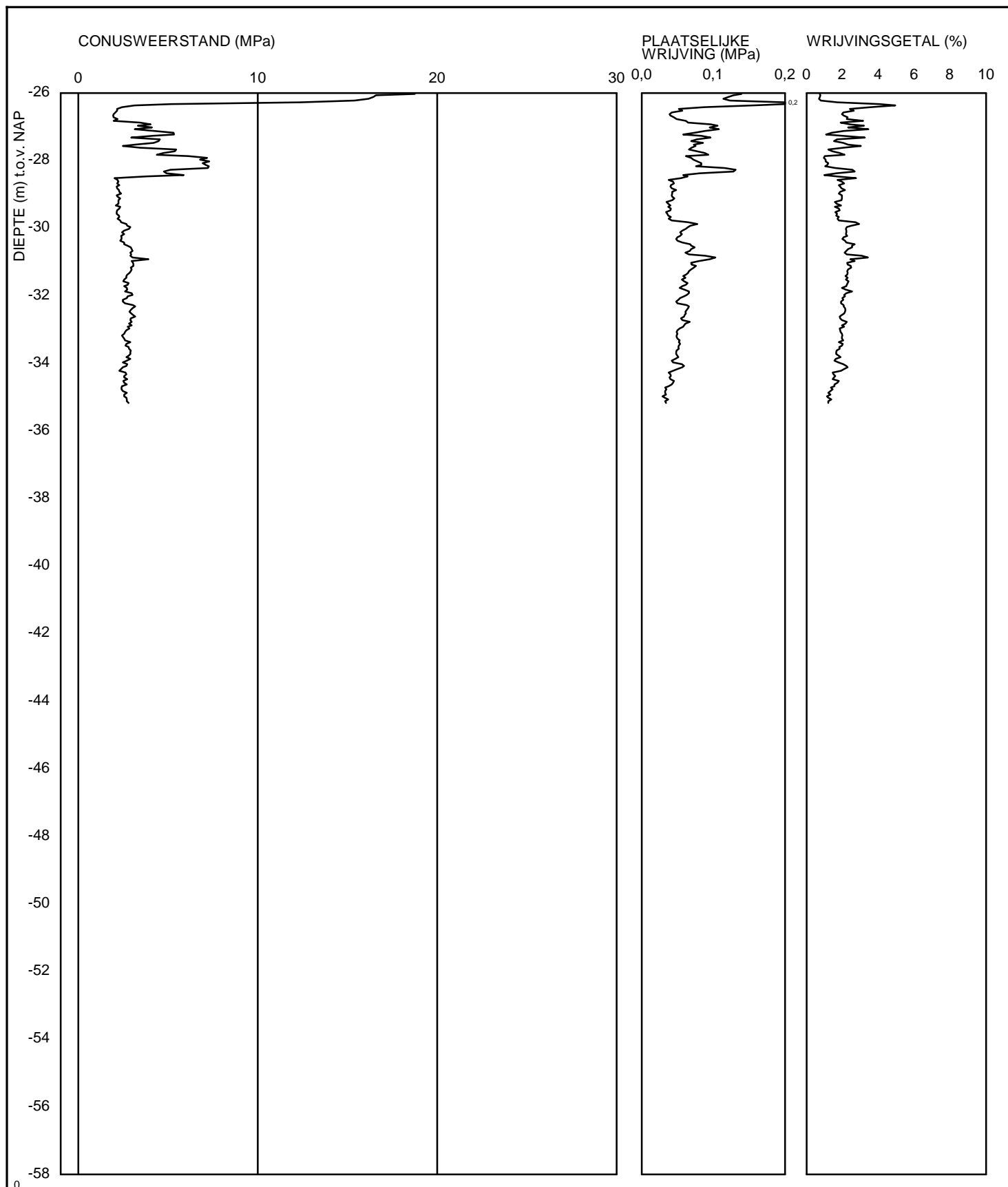


<Not Registered> <Not Registered>				datum 1999-09-06		get. -
<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>				11.903-/		gez.
-				BIJL. -		form. A4

Sondering D6-2602 [Blad 2 / 2]

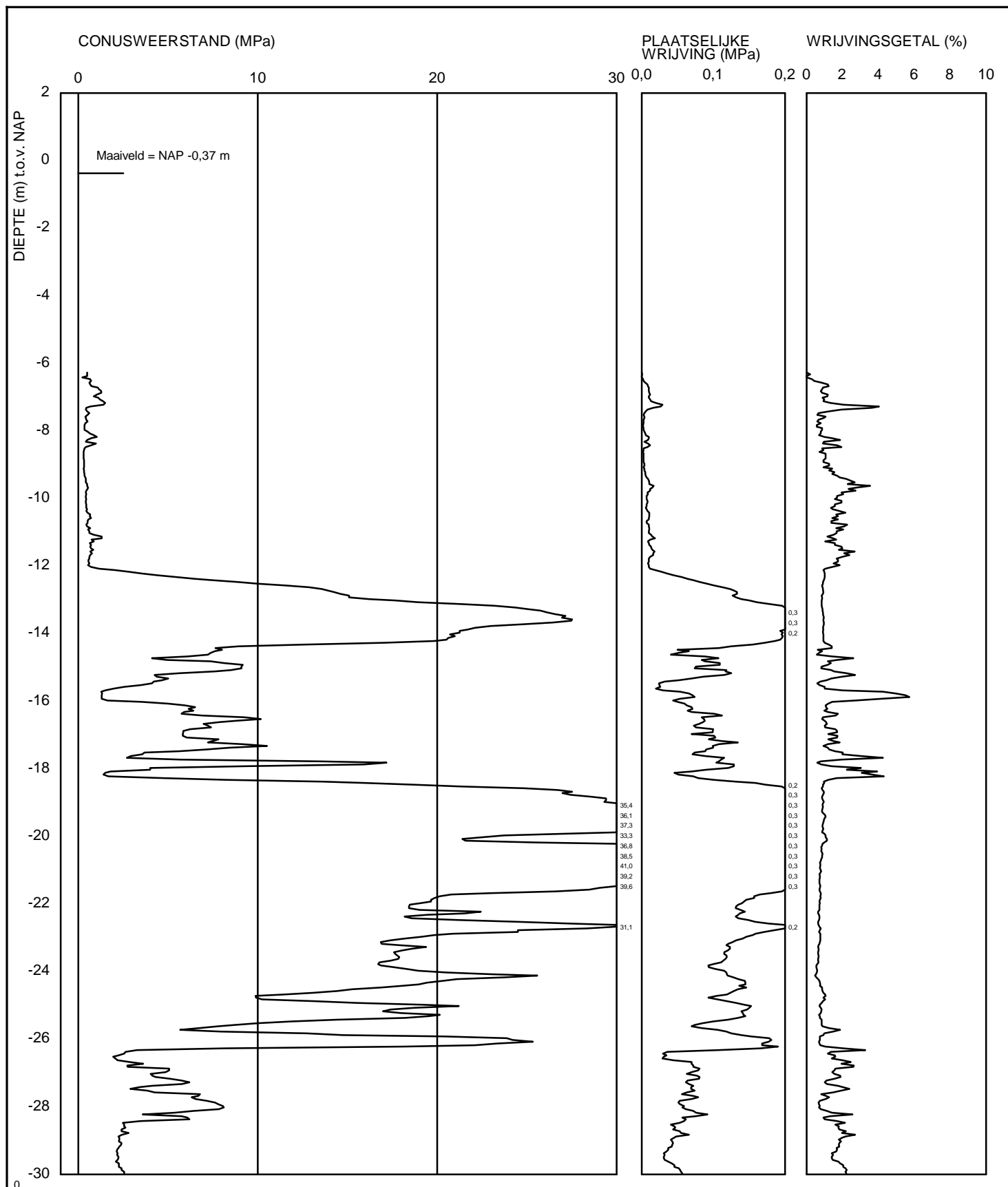


<div><Not Registered> <Not Registered></div>					<div><Not Registered> <Not Registered> <Not Registered></div>	<div>Telefoon Telefax</div>	<div><Not Registered> <Not Registered></div>	<div>datum 1999-09-06</div>	<div>get. -</div>
<div>- -</div>								<div>11.903-/ 11.903</div>	

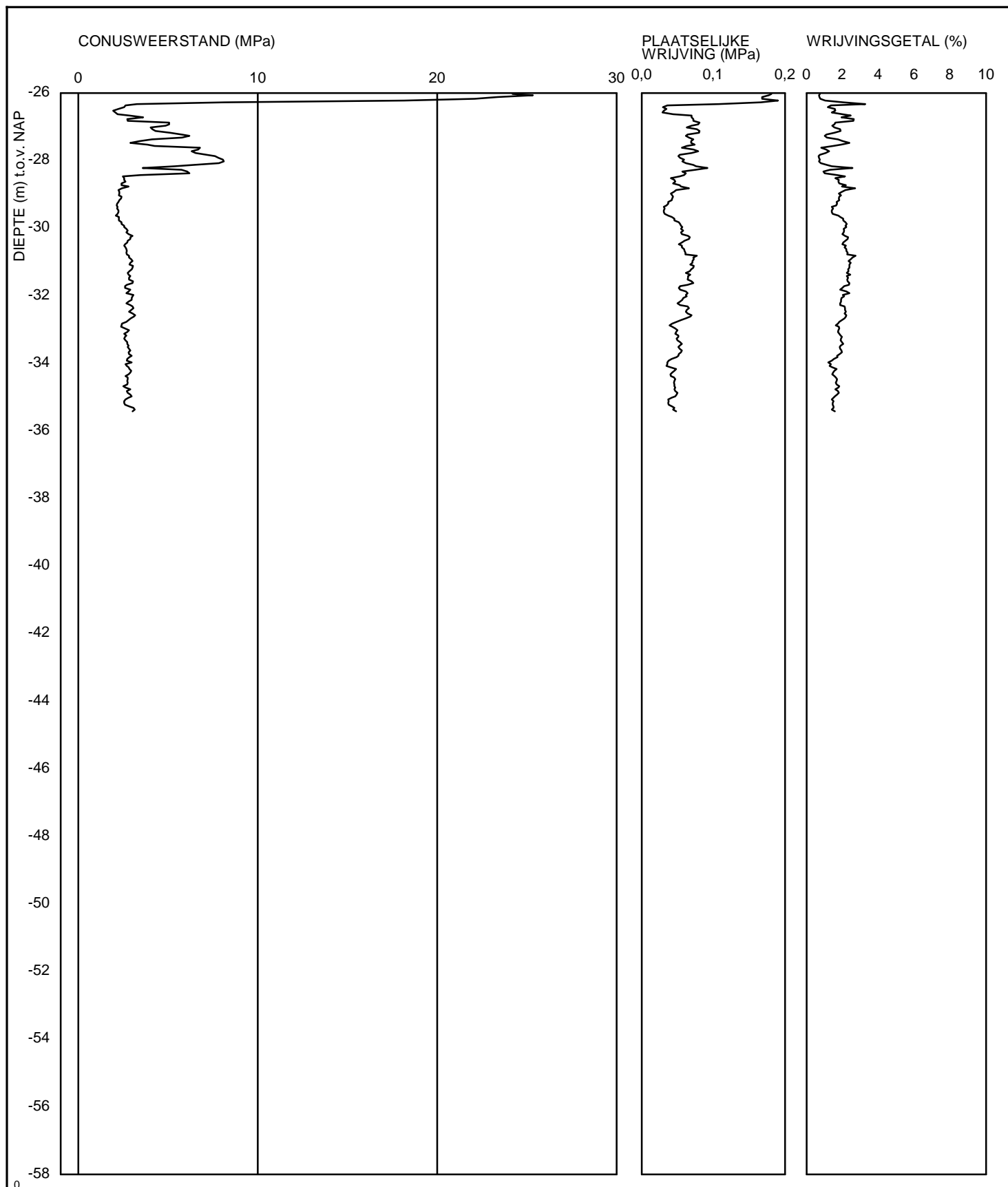


<Not Registered> <Not Registered>				datum 1999-09-06		get. -
<Not Registered> <Not Registered>				11.903-/		gez.
-				BIJL. -		form. A4

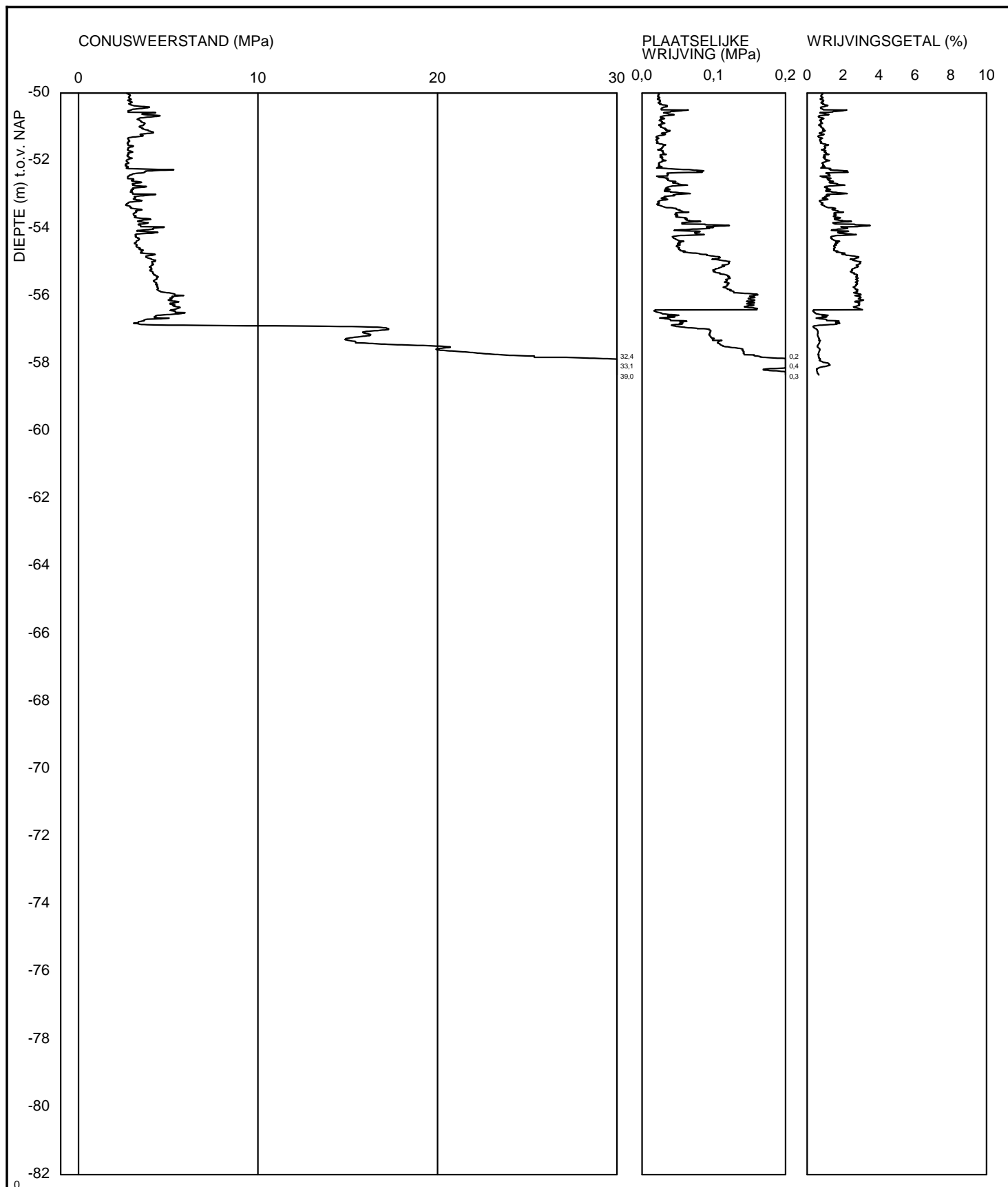
Sondering D6-2604 [Blad 2 / 2]



<Not Registered> <Not Registered>		Telefoon Telefax	<Not Registered> <Not Registered>	datum 1999-09-06	get. -
-				11.903-/	gez.
Sondering D6-2605 [Blad 1 / 2]				BIJL. -	form. A4

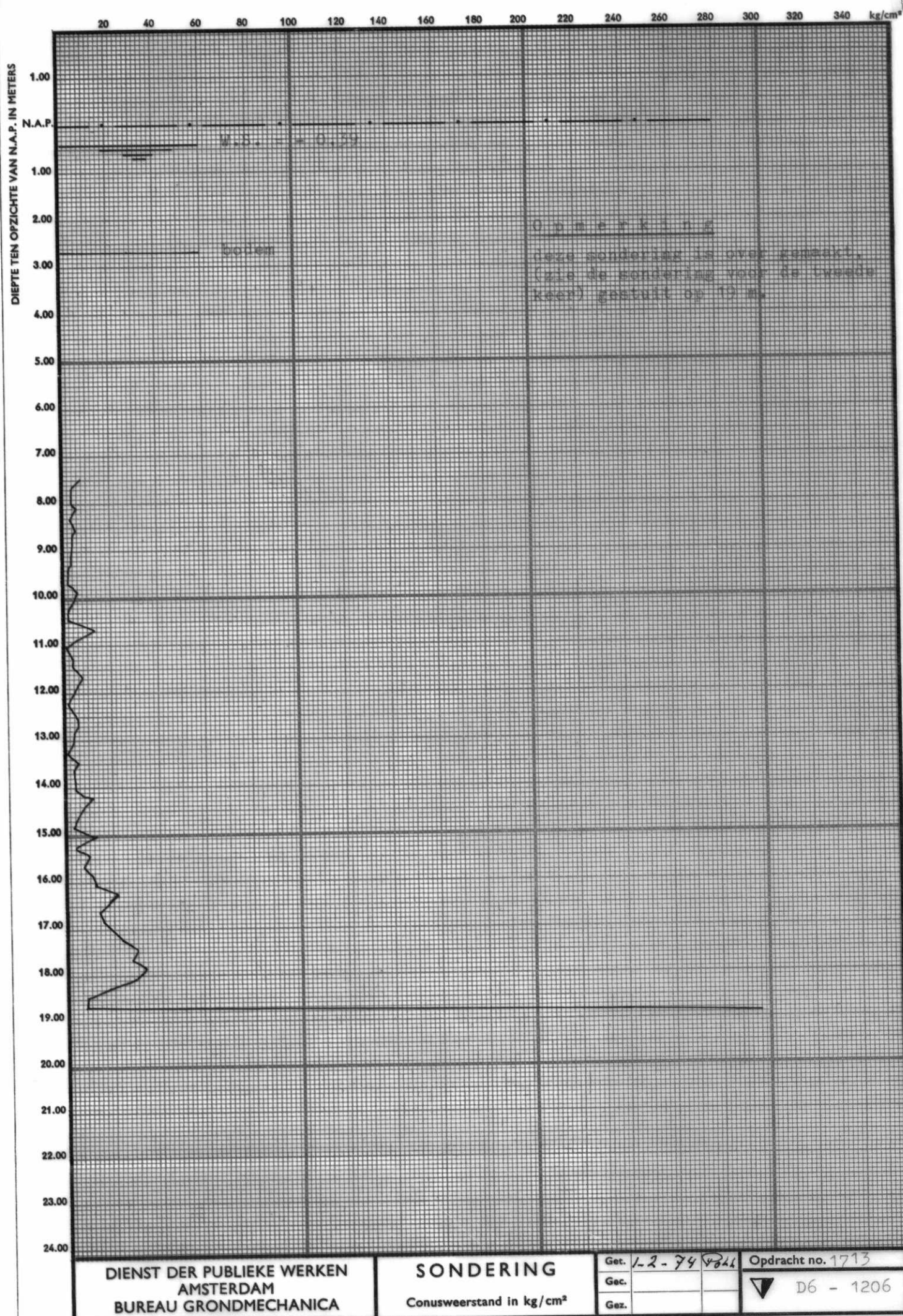


<Not Registered> <Not Registered>				datum 1999-09-06		get. -
<Not Registered> <Not Registered>				11.903-/ 11.903-06		gez.
Sondering D6-2605 [Blad 2 / 2]				BIJL. -		form. A4



<Not Registered>				datum		get.
<Not Registered>				2000-02-21		-
-				11.845-/		gez.
-				BIJL. -		form.
Sondering DTA-1 [Blad 3 / 3]						A4

Hierlangs afknippen



DIENT DER PUBLIEKE WERKEN
AMSTERDAM
BUREAU GRONDMECHANICA

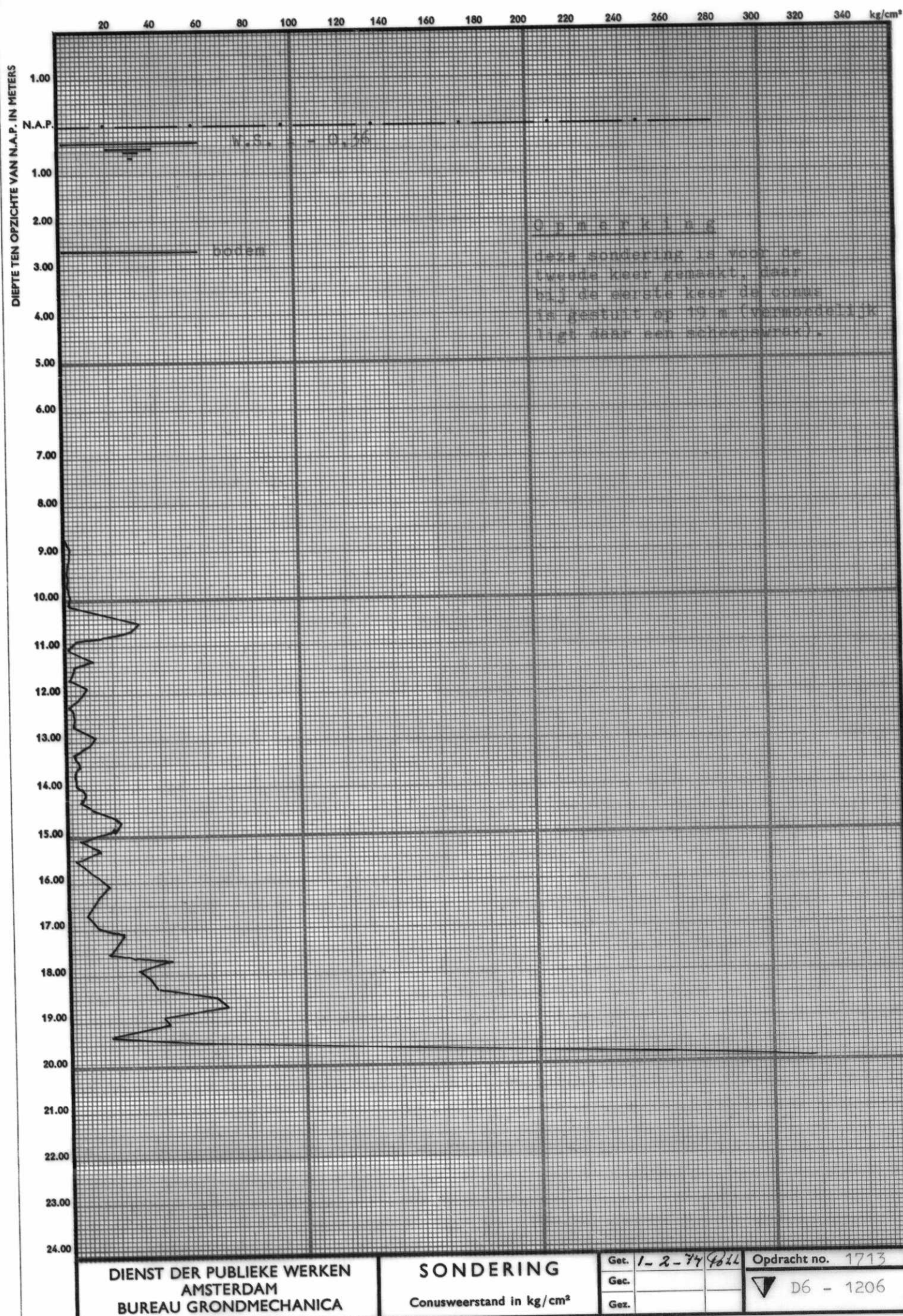
SONDERING

Conusweerstand in kg/cm²

Get. 1-2-74 8846
Gec.
Gez.

Opdracht no. 1713
D6 - 1206

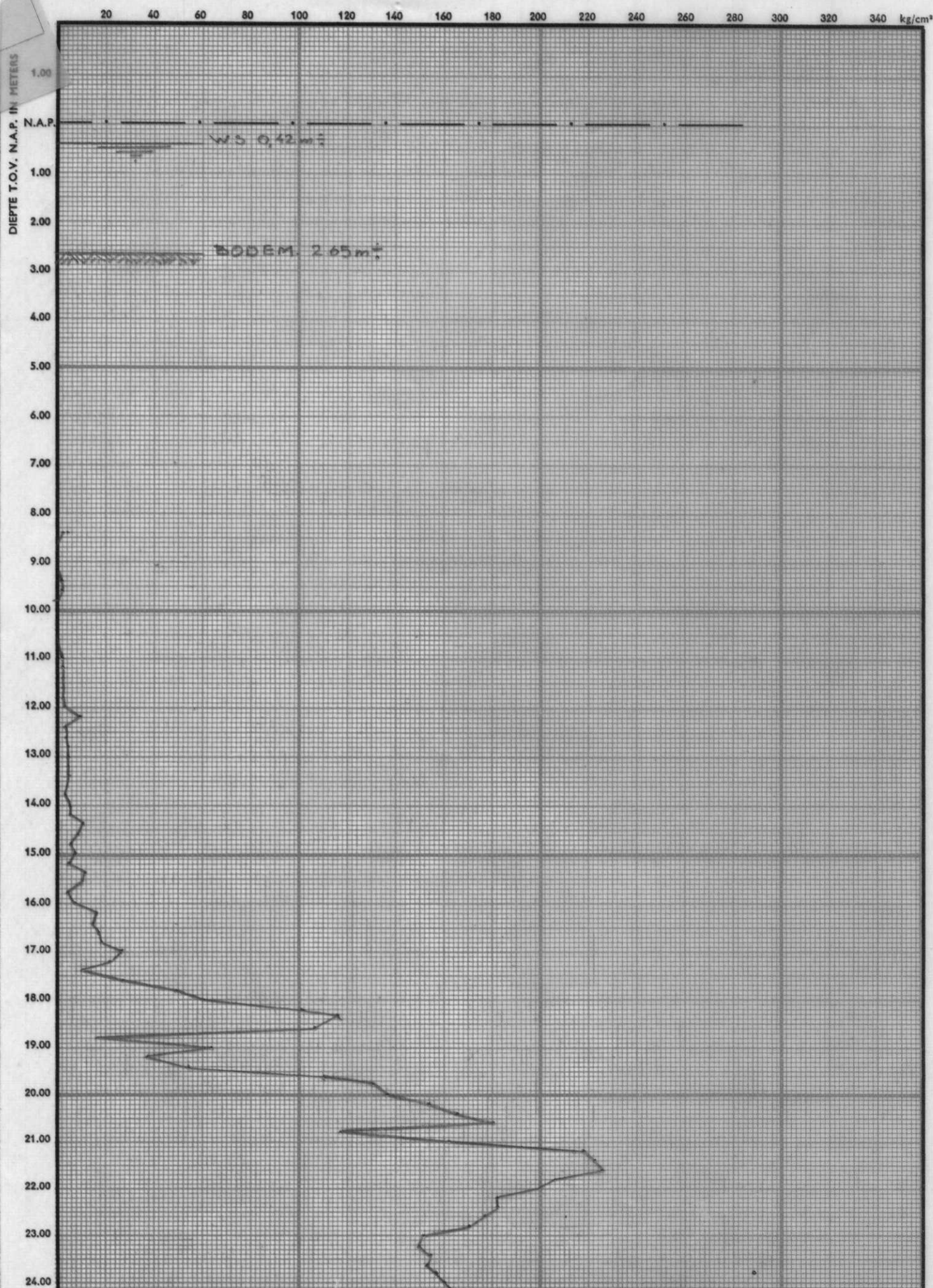
Hierlangs afknippen



PW 8396 A

Stadsspoorweg 11/51

Hierlangs afknippen



Hierlangs afknippen

DIENT DER PUBLIEKE WERKEN
AMSTERDAM
BUREAU GRONDMECHANICA

SONDERING

Conusweerstand in kg/cm²

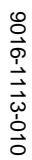
Get.: 9/2 '59
Gec.: 10/2 '59
Gez.: 12-2-59

Opdr.No. 791

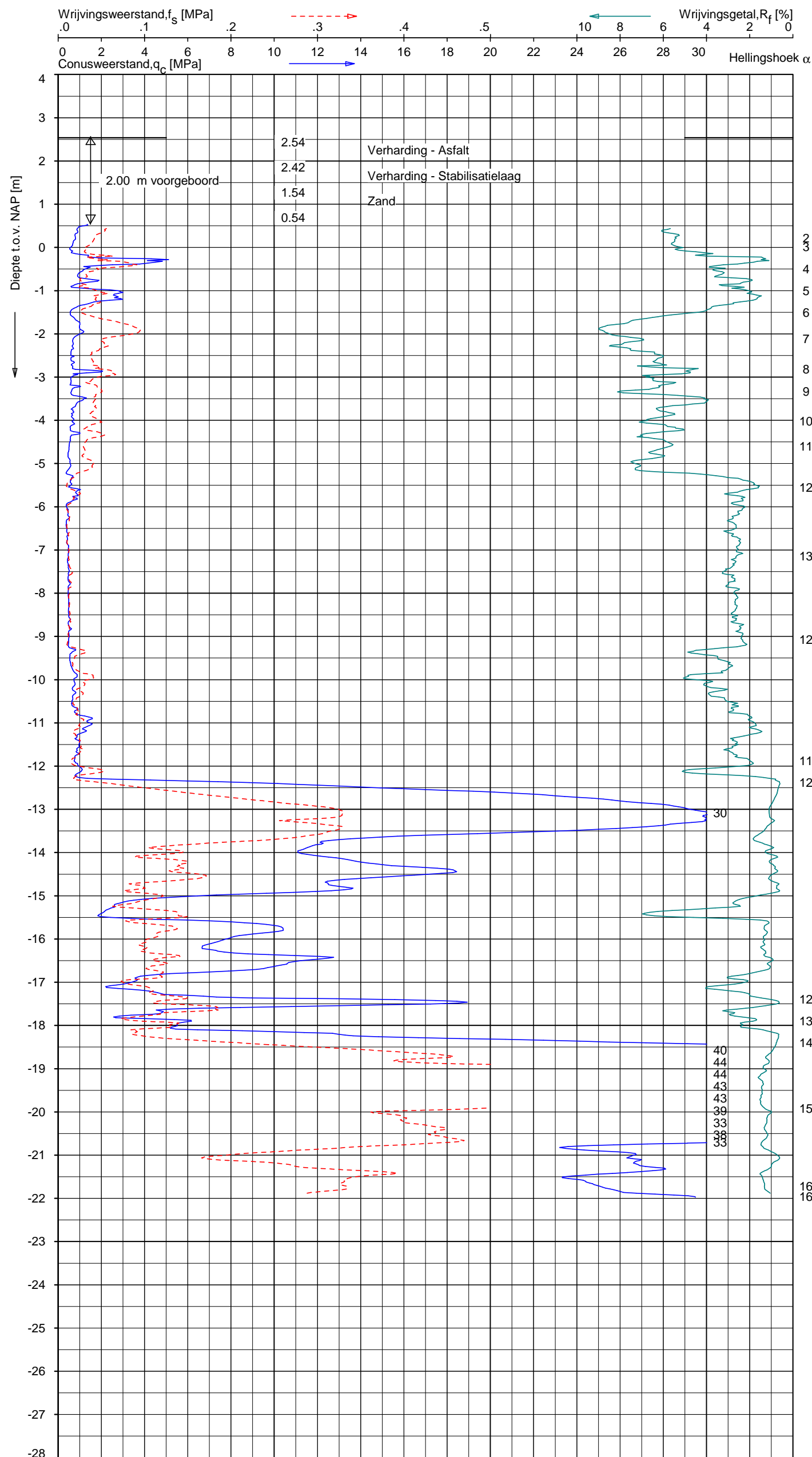
▼ D6-502

Hierlangs afknippen

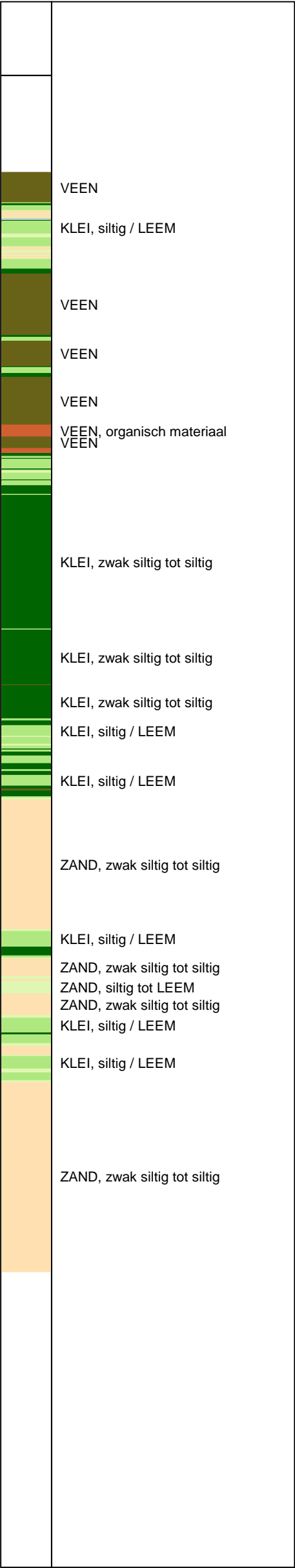
D6-502



	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND tot ZAND, grindig



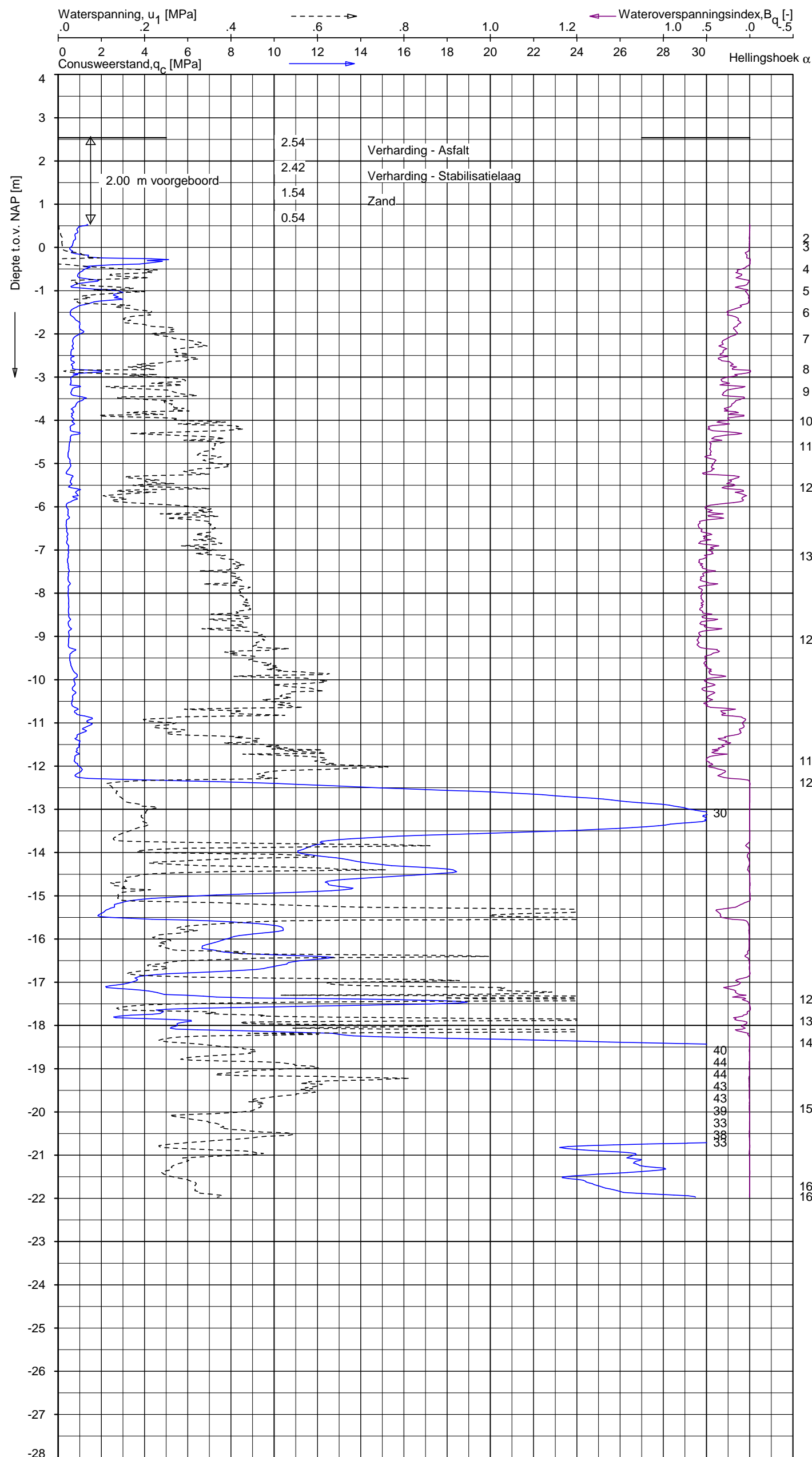
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



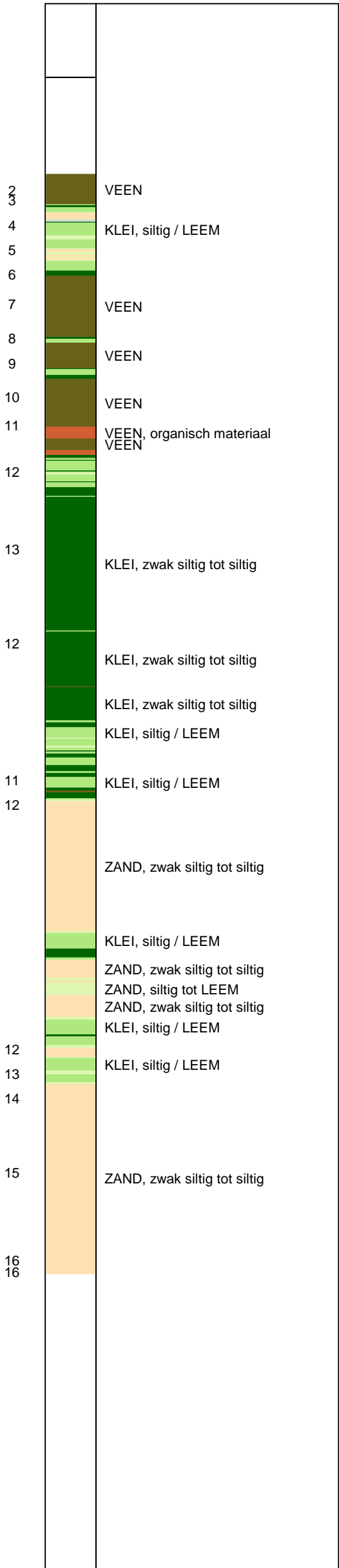
Opg.: VV/WD d.d. 23-nov-2016 Coord.: X=121804.5m Y=487753.6m Systeem: RD
Get.: J.NIKKELS d.d. 28-nov-2016 MV = NAP +2.54 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2567
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM

Opdr. 9016-1113-001
Sond. DKMP10



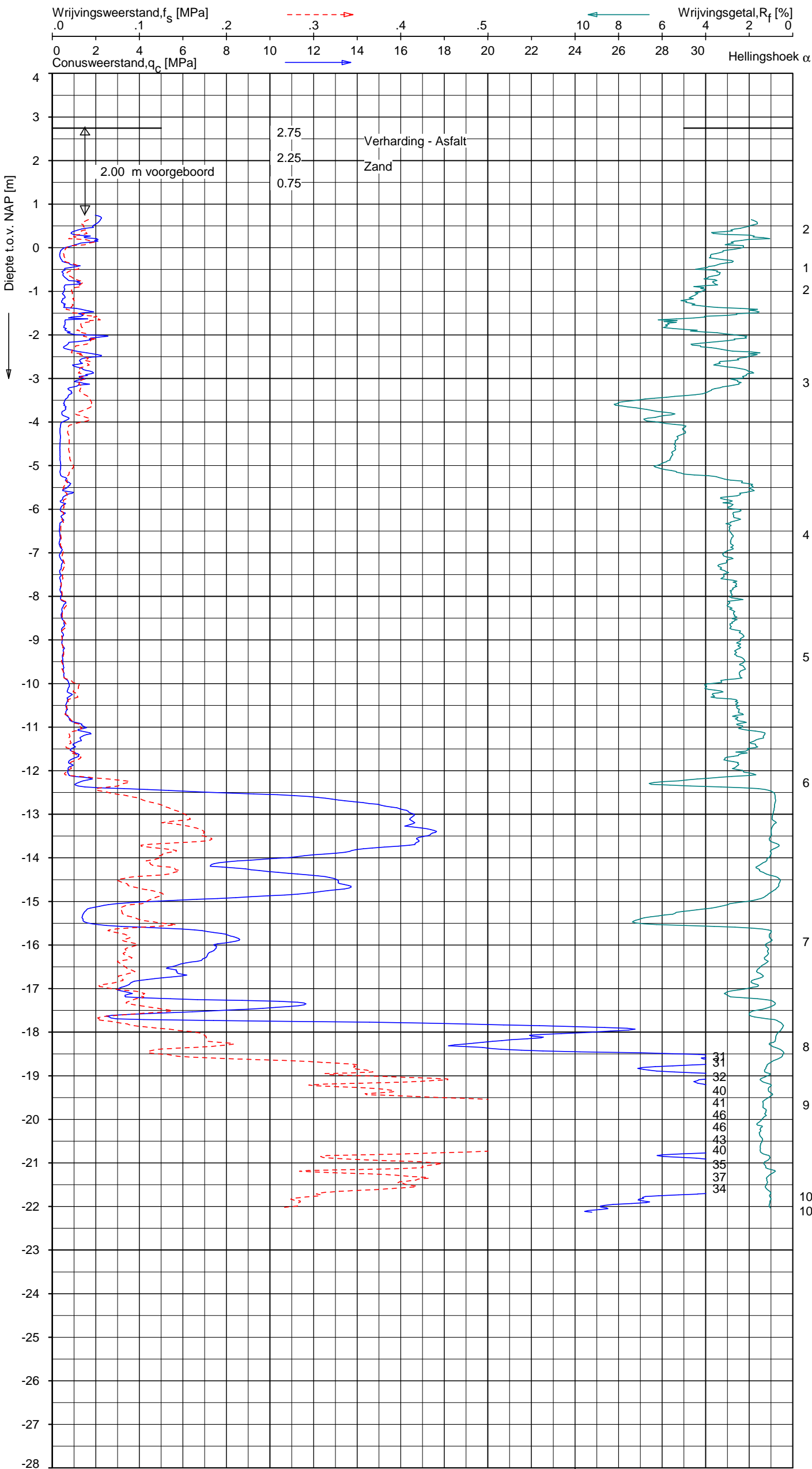
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: VV/WD d.d. 23-nov-2016 Coord.: X=121804.5m Y=487753.6m Systeem: RD
Get.: J.NIKKELS d.d. 28-nov-2016 MV = NAP +2.54 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2567
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM

Opdr. 9016-1113-001
Sond. DKMP10



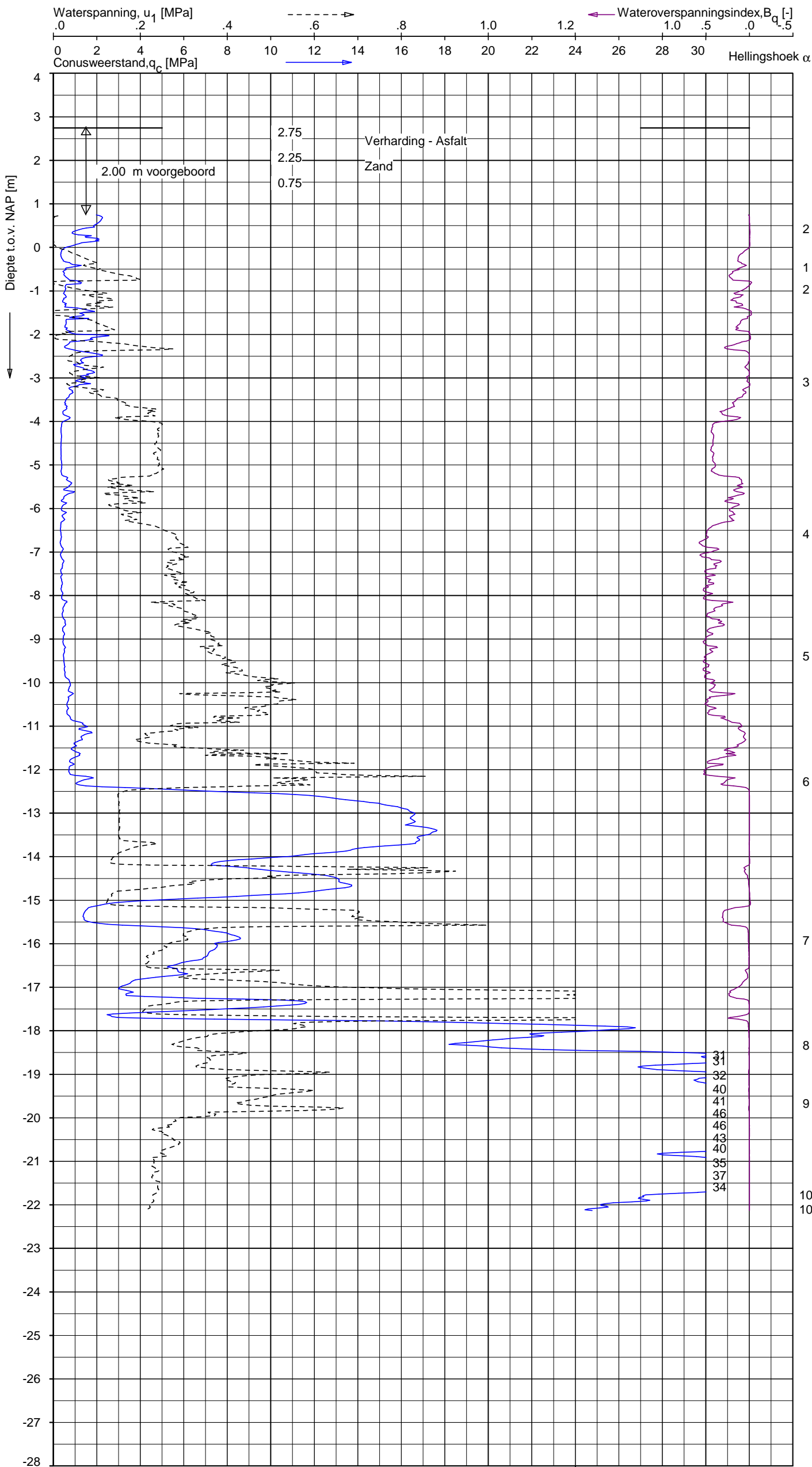
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: VV/WD d.d. 23-nov-2016 Coord.: X=121779.4m Y=487756.5m Systeem: RD
Get.: J.NIKKELS d.d. 28-nov-2016 MV = NAP +2.75 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2010
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM

Opdr. 9016-1113-001
Sond. DKMP11



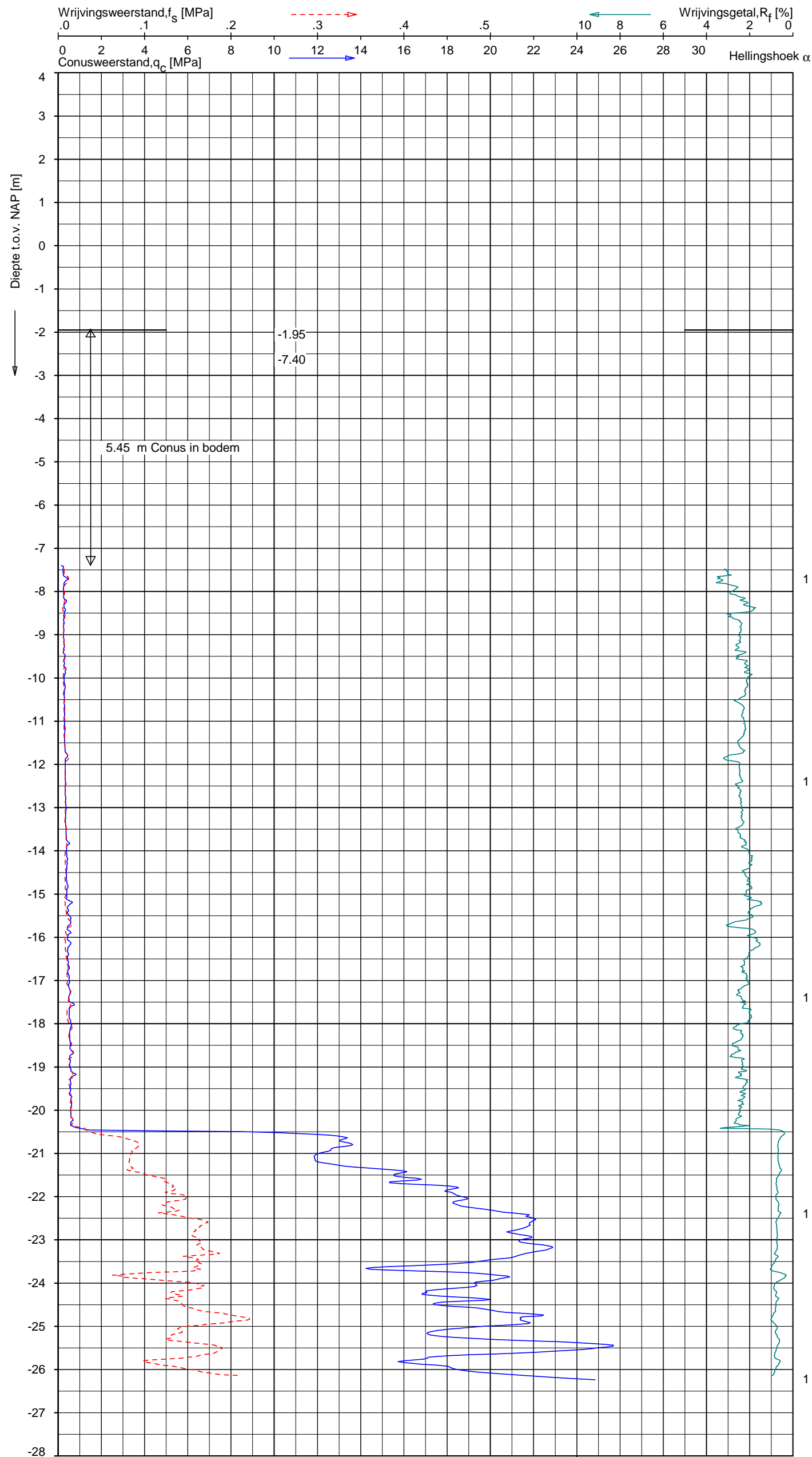
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



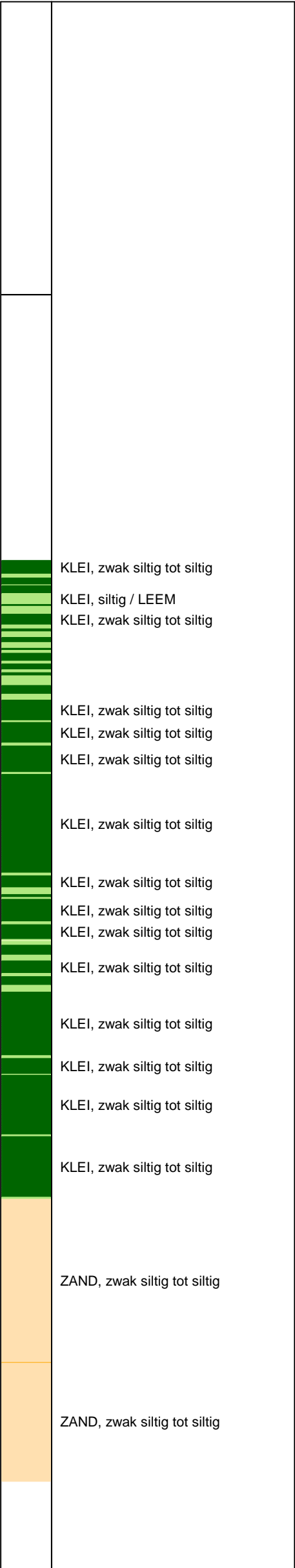
Opg.: VV/WD d.d. 23-nov-2016 Coord.: X=121779.4m Y=487756.5m Systeem: RD
Get.: J.NIKKELS d.d. 28-nov-2016 MV = NAP +2.75 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2010
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM

Opdr. 9016-1113-001
Sond. DKMP11



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

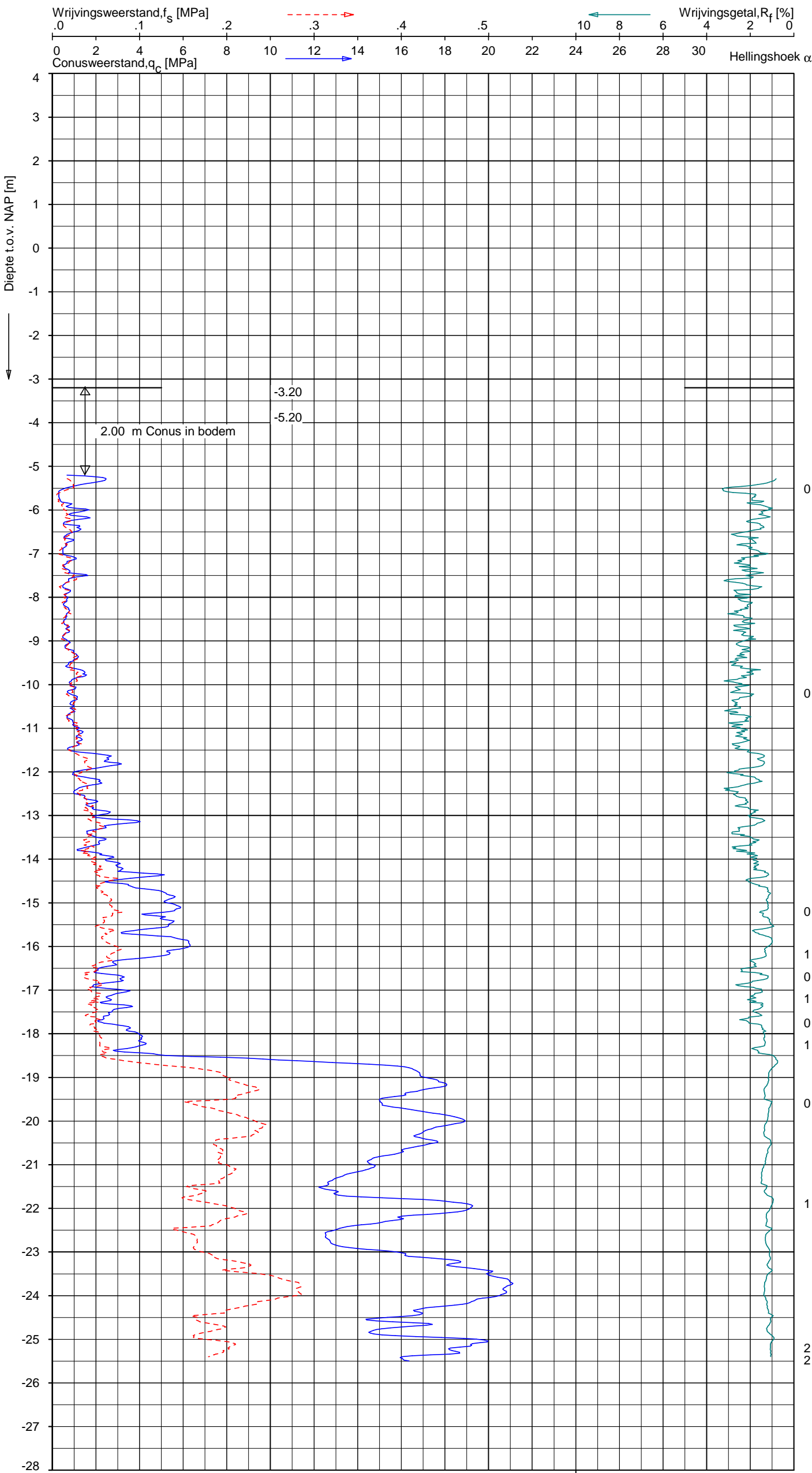
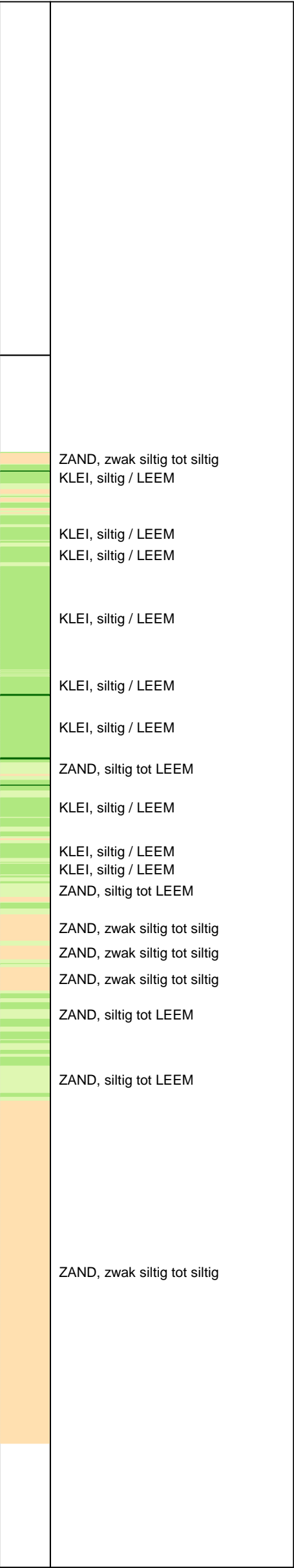


Opg.: YDL/MB d.d. 17-nov-2016 Coord.: X=121773.3m Y=487778.7m Systeem: RD
Get.: J.NIKKELS d.d. 28-nov-2016 Bodem= NAP -1.95 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2651
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM
WATERPEIL d.d. 17-11-2016 = NAP -0,40 m

Opdr. 9016-1113-000
Sond. DKM32A

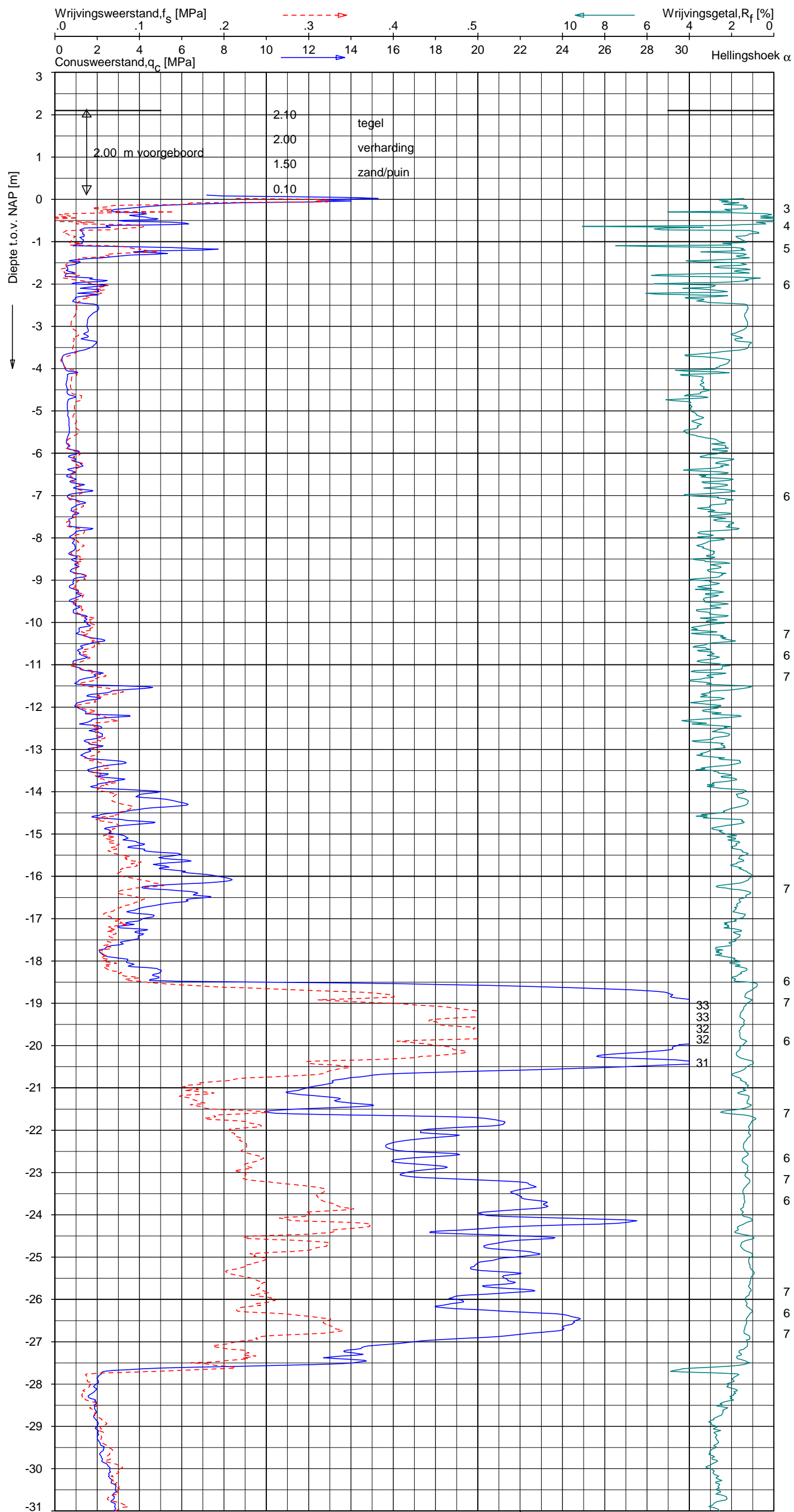
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



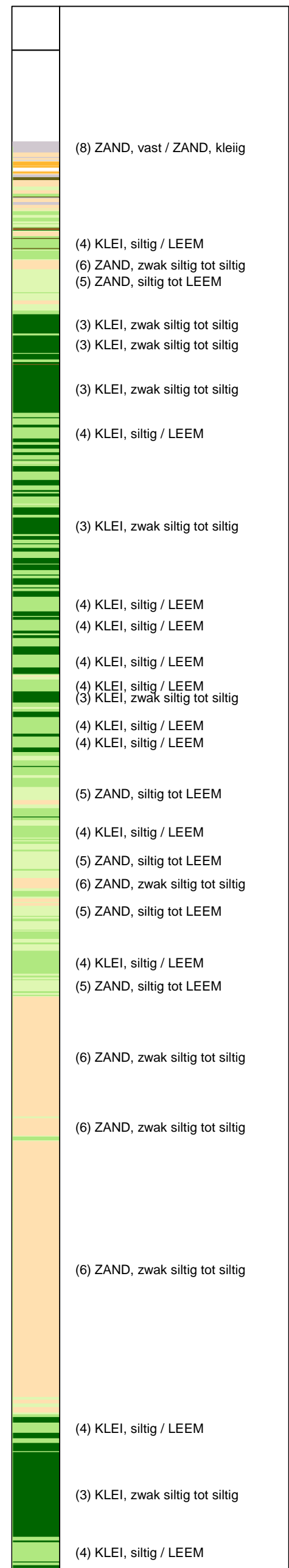
Opg.: YDL/MB d.d. 24-nov-2016 Coord.: X=121823.2m Y=487786.5m Systeem: RD
Get.: J.NIKKELS d.d. 28-nov-2016 Bodem= NAP -3.20 m Conus: CP15-CF75SO2 1701-2458
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
"DE ENTREE" TE AMSTERDAM
WATERPEIL d.d. 24-11-2016 = NAP -0,45 m

Opdr. 9016-1113-000
Sond. DKM33



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. :	AVS/DVB	d.d.	15-Nov-2012	conus :	F7.5CKE2HA/B	X = 121842.0	Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2. Conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmr. Specificaties conform bil. Elektrisch sonderen.
Get. :	FENSr	d.d.	2012-11-16	MV = NAP	+2.10 m	Y = 487779.7	

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

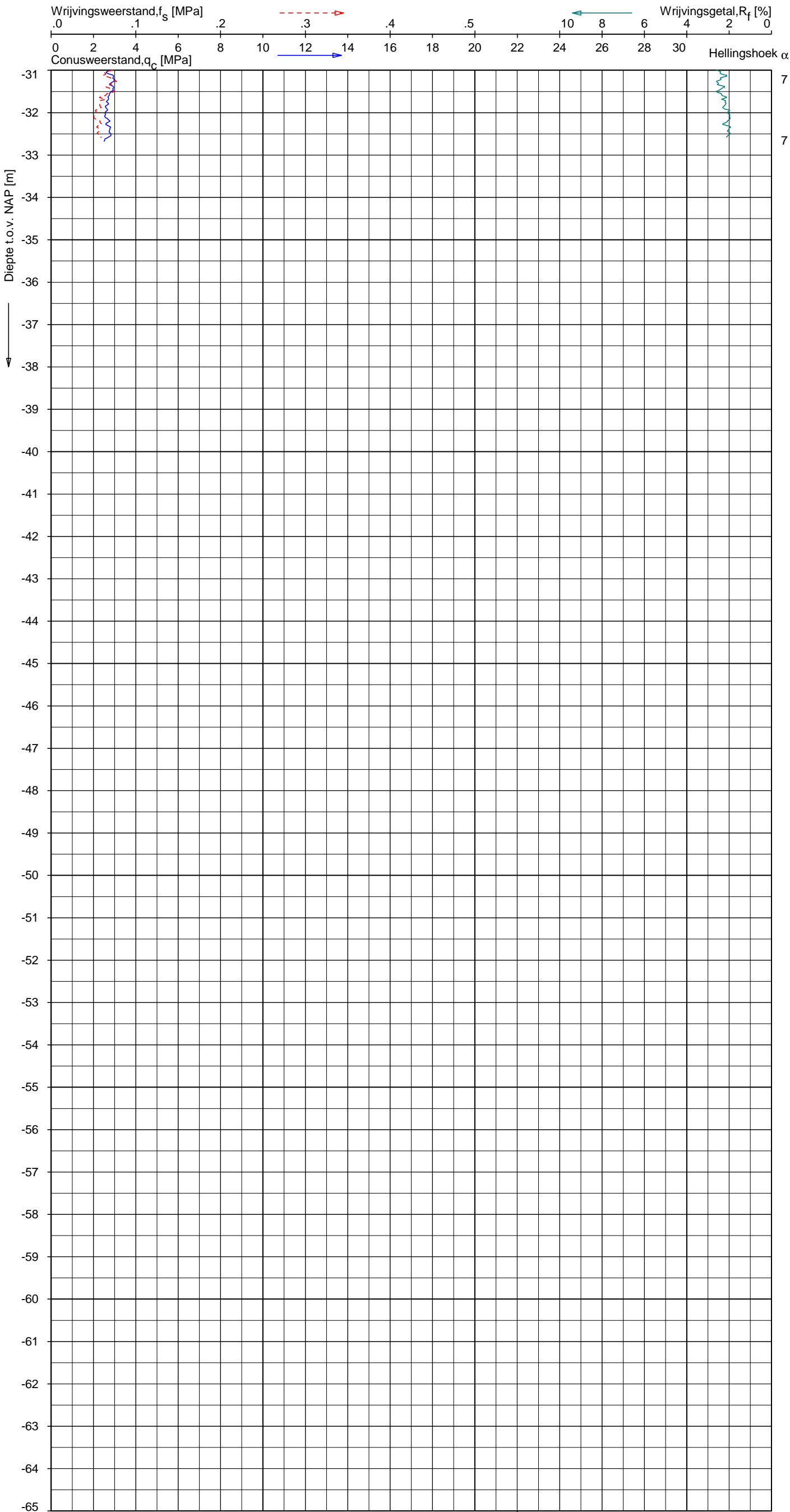
HERINRICHTING STATIONSEILAND EN PRINS HENDRIKKADE AMSTERDAM

Opdr. 4011-0703-000
Sond. DKM28

UNIPLOT 05.19.nl / QcfClass-N3.cmd / 2012-11-16 11:17:04

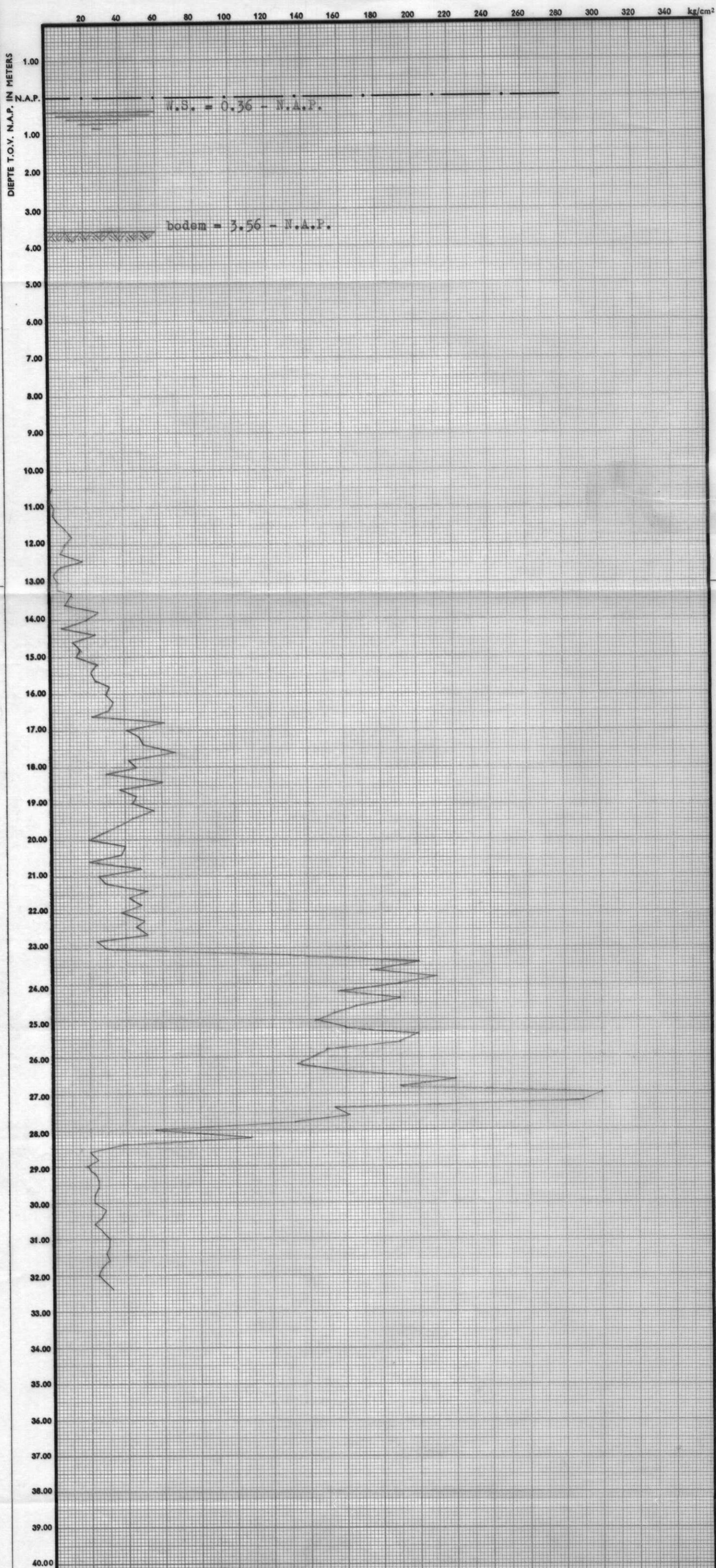
4011-0703-000

DKM28 - 2



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

(4) KLEI, siltig / LEEM



Hierlangs afknippen

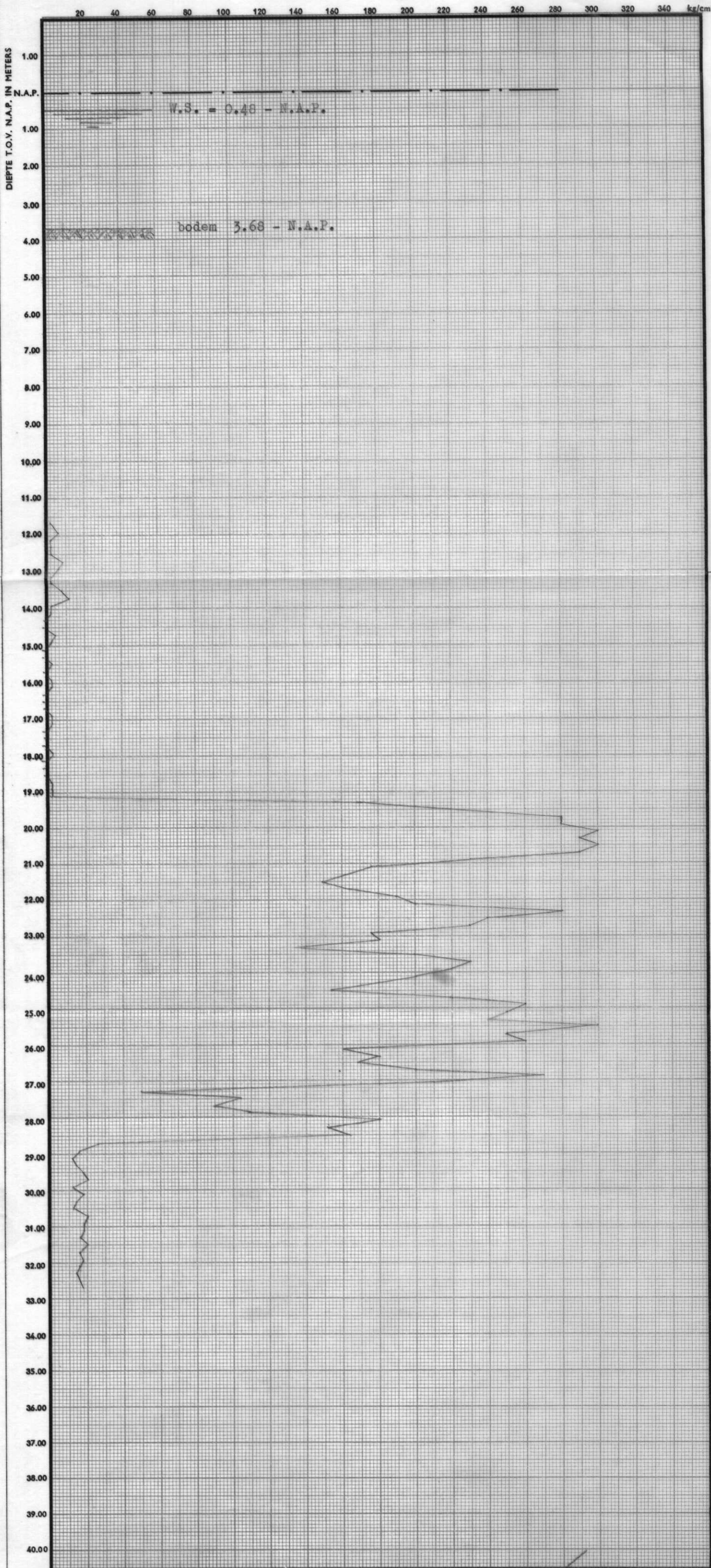
Hierlangs afknippen

DIENT DER PUBLIEKE WERKEN
AMSTERDAM
BUREAU GRONDMECHANICA

SONDERING
Conusweerstand in kg/cm²

Get.: 3-5-66
Gec.: 26-6-66
Gez.: 11-1

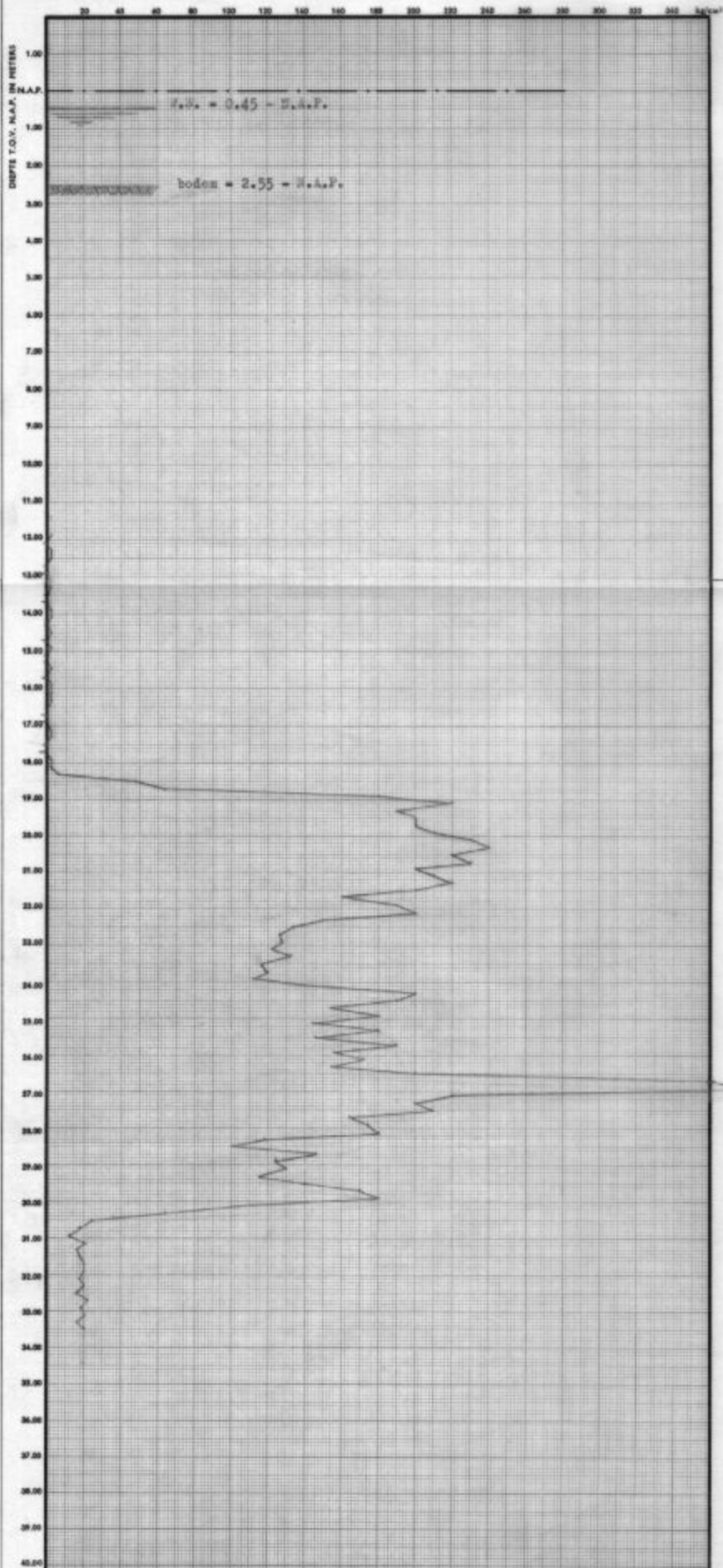
Opdr. No. 1768
D6- 991



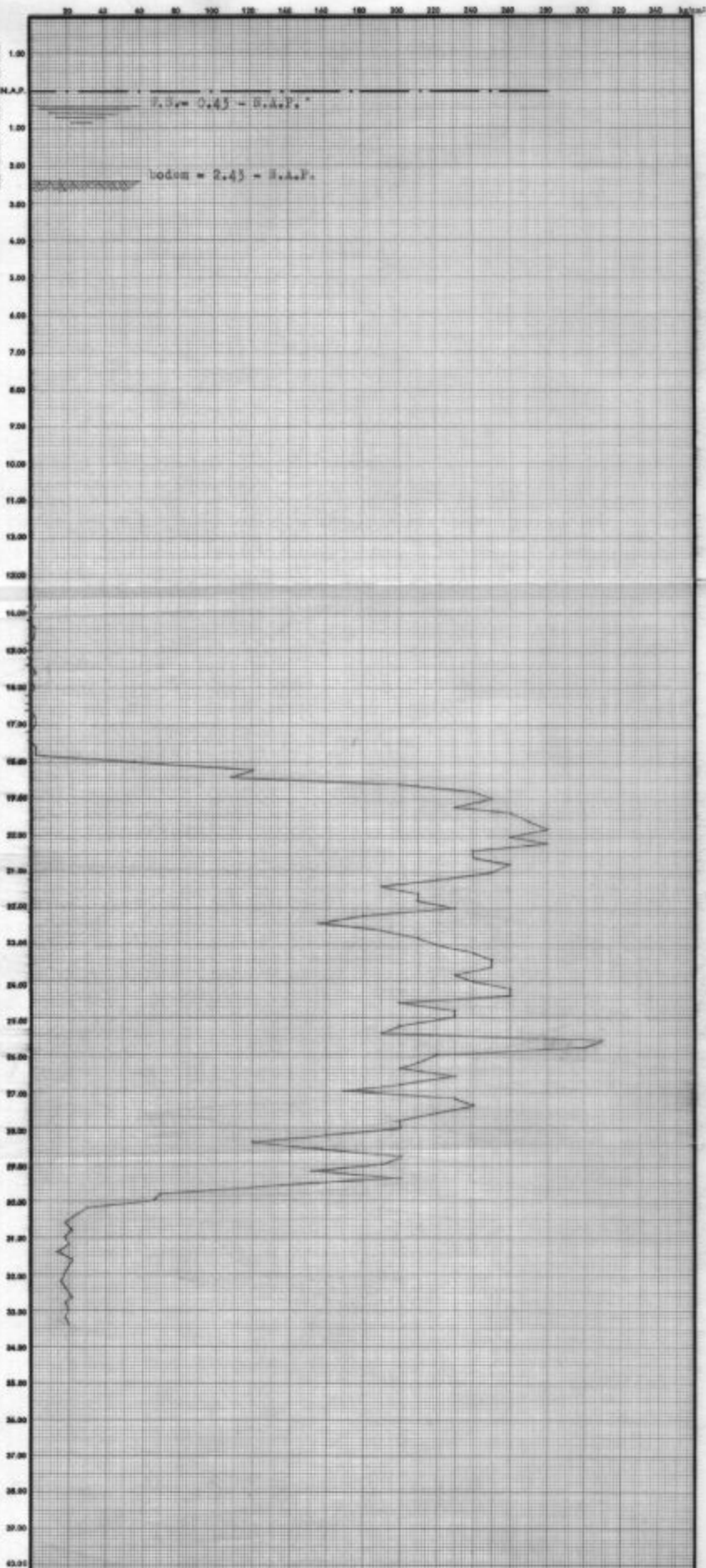
Hierlangs afknippen

Hierlangs afknippen

DIENST DER PUBLIEKE WERKEN AMSTERDAM BUREAU GRONDMECHANICA	SONDERING Conusweerstand in kg/cm²	Get.: 3-5-64	Opdr. No. 1768
		Gez.: 26-5-66	▼ D6 - 992
		Gez.: [signature]	



DEPTHS F.O.V. N.A.P. IN METERS



DIENT DER PUBLIEKE WERKEN
AMSTERDAM
BUREAU GRONDMECHANICA

SONDERING
Conclusie staat in kg/cm²

Ort: 3-5-66
Get.: 26-5-66
Get.: 11

Opdr. No. 1768
D6 - 999

Dwarsprofiel DWP-1
f.o.v. as Kademuur Stationsplein (f.p.v. brug 285)
bij metferring 1000
Schaal 1:100

-5.000m f.o.v. NAP

Ontwerp	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Breedte		2.352
Bestaand	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Hoogteverschil		

Dwarsprofiel DWP-2
f.o.v. as Kademuur Stationsplein (f.p.v. brug 285)
bij metferring 6.000
Schaal 1:100

-5.000m f.o.v. NAP

Ontwerp	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Breedte		9.956
Bestaand	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Hoogteverschil		

Dwarsprofiel DWP-3
f.o.v. as Kademuur Stationsplein (f.p.v. brug 285)
bij metferring 11.000
Schaal 1:100

-5.000m f.o.v. NAP

Ontwerp	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Breedte		2.928
Bestaand	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Hoogteverschil		

Dwarsprofiel DWP-4
f.o.v. as Kademuur Stationsplein (f.p.v. brug 285)
bij metferring 16.000
Schaal 1:100

-5.000m f.o.v. NAP

Ontwerp	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Breedte		5.000
Bestaand	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Hoogteverschil		

Dwarsprofiel DWP-5
f.o.v. as Kademuur Stationsplein (f.p.v. brug 285)
bij metferring 21.000
Schaal 1:100

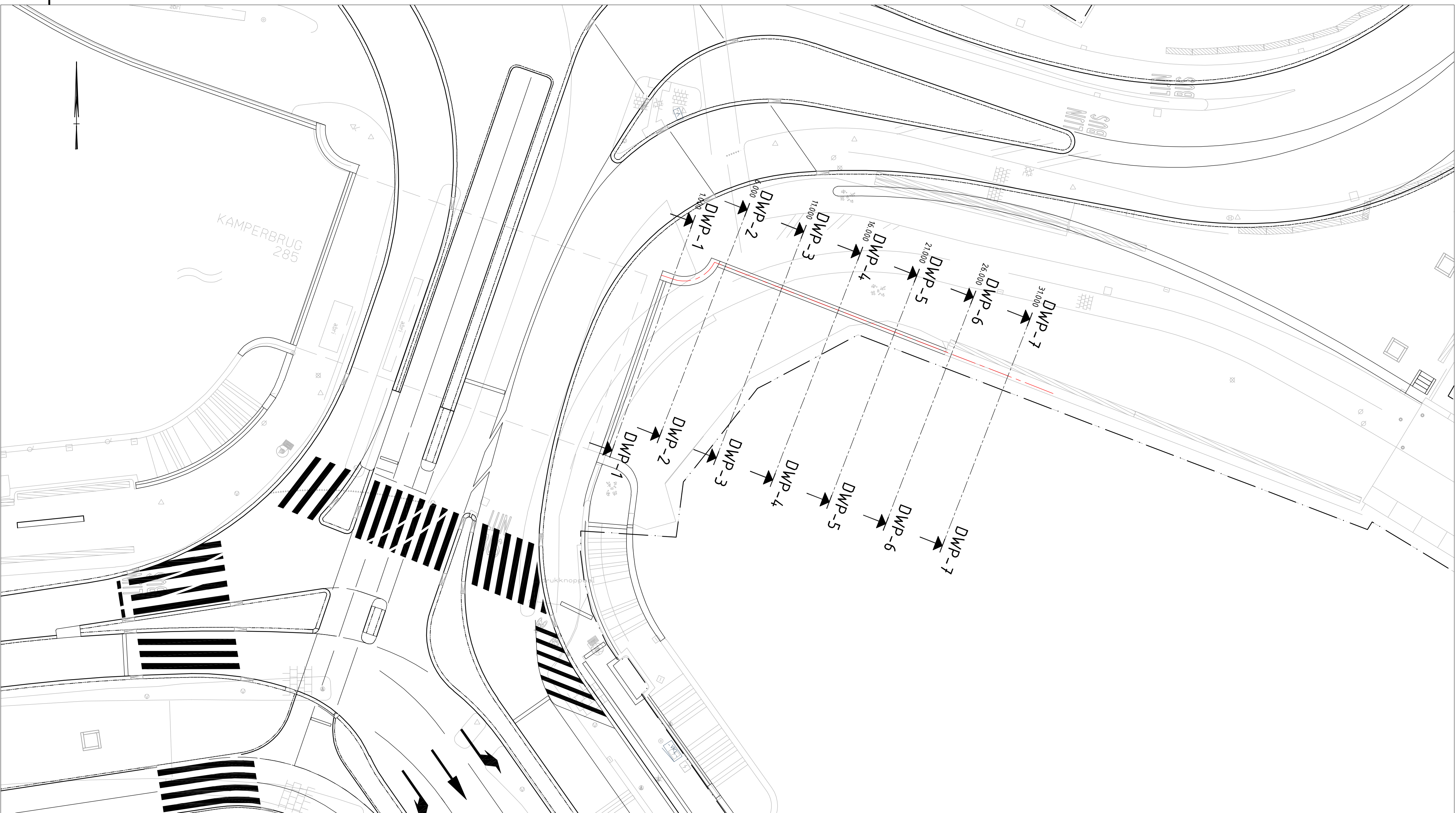
-5.000m f.o.v. NAP

Ontwerp	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Breedte		5.000
Bestaand	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Hoogteverschil		

Dwarsprofiel DWP-6
f.o.v. as Kademuur Stationsplein (f.p.v. brug 285)
bij metferring 26.000
Schaal 1:100

-5.000m f.o.v. NAP

Ontwerp	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Breedte		5.000
Bestaand	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Hoogteverschil		



Situatie locatie dwarsprofielen

SCHAAL 1 : 200

Dwarsprofiel DWP-7
f.o.v. as Kademuur Stationsplein (f.p.v. brug 285)
bij metferring 31.000
Schaal 1:100

-5.000m f.o.v. NAP

Ontwerp	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Breedte		5.000
Bestaand	Hoogte		
	Afstand	-5.000	
	Hoogteverschil		

Bijlage 6 Damwandberekening – Kade 285 en Kade 326

Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 10/24/2017
Time of report: 2:21:31 PM

Date of calculation: 10/24/2017
Time of calculation: 1:56:38 PM

Filename: C:\..\6. Kades\D-Sheet Piling\Definitief - 0.1\Kade 285 - Damwand

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		408,23	-90,05	54,3	56,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		371,29	-95,24	59,0	61,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-116,5	321,34	-72,16	37,4	39,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		385,61	-86,59			
2	EC7(NL)-Step 6.3		443,81	-101,70	57,6	60,4	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		419,16	-103,96	60,0	63,0	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	-116,0	330,06	78,68	38,7	41,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		396,07	94,42			
3	EC7(NL)-Step 6.3		685,83	-146,44	69,4	71,8	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		649,15	-151,44	74,3	76,8	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	-118,1	385,68	-94,90	45,2	48,0	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		462,81	-113,88			
4	EC7(NL)-Step 6.3		597,69	139,31	58,8	61,7	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		565,44	-140,40	62,1	65,2	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	-120,3	492,47	-120,08	50,6	53,7	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		590,96	-144,10			
5	EC7(NL)-Step 6.3		482,23	-118,96	62,4	65,5	---
5	EC7(NL)-Step 6.4		488,03	118,93	62,5	65,6	---
5	EC7(NL)-Step 6.5	-107,9	477,92	118,21	49,3	52,3	---
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		573,51	141,85			
6	EC7(NL)-Step 6.3		632,59	146,38	70,0	72,6	---
6	EC7(NL)-Step 6.4		616,15	-144,81	72,3	75,0	---
6	EC7(NL)-Step 6.5	-107,7	483,54	123,17	50,8	53,8	---
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		580,25	147,81			
7	EC7(NL)-Step 6.3		555,21	144,51	58,4	61,5	---
7	EC7(NL)-Step 6.4		541,31	142,59	59,6	62,7	---
7	EC7(NL)-Step 6.5	-106,6	484,07	128,97	51,1	54,1	---
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		580,88	154,76			
Max		-120,3	685,83	154,76	74,3	76,8	---

1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Buis - 82,5 x 20,0	
		Force [kN]	State
1	EC7(NL)-Step 6.3	100,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.4	100,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	120,00	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.3	122,48	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.4	117,71	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	133,53	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	201,82	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	194,64	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	146,44	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	197,02	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	190,42	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	198,69	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	185,70	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	188,42	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	222,66	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	227,24	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	224,21	Elastic

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Buis - 82,5 x 20,0	
		Force [kN]	State
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	231,09	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	222,75	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	220,04	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	240,93	Elastic
Max		240,93	

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

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen da...	1,40
Tijdelijke situati...	1,42
Tijdelijke situati...	1,32
Tijdelijke situati...	1,34
Nieuwe situatie ...	1,41
Nieuwe situatie ...	1,32
Nieuwe situatie ...	1,34

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	No
Number of construction stages	7
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	18,00 m
Level top side	3,50 m
Number of sections	1

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 -700	-14,50	3,50	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	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	923,00	1,00	1,00	1,00	923,00

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 verification according to Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Aanbrengen damwand + anker
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00

Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	2: Tijdelijke situatie (aanvullen)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	3: Tijdelijke situatie met bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30

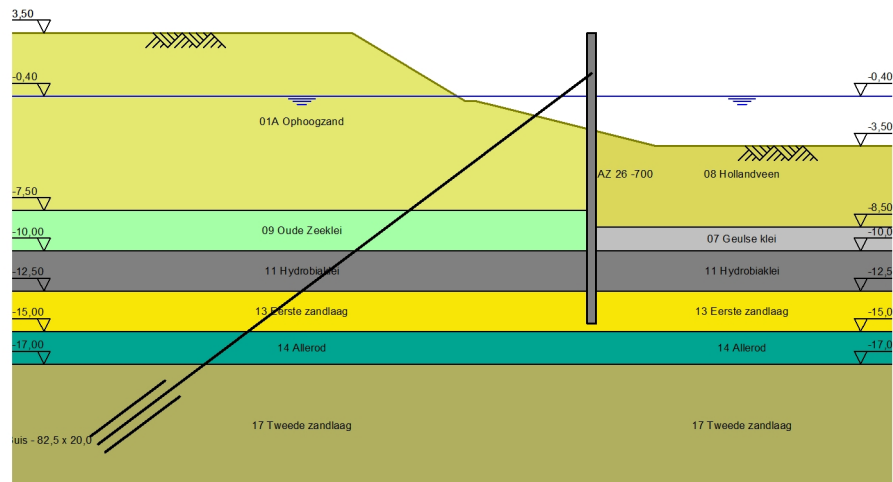
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	5: Nieuwe situatie met schort
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m

- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0
	RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	

- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00

3 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Outline - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker



4 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

4.1 Input Data Left

4.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.1.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50
5,40	-0,70
5,90	-0,70
11,15	3,50

4.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM701 (EPS)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
01A Ophoogzand	3,50	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
09 Oude Zeeklei	-7,50	16,20	16,20	7,00	25,00	16,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01A Ophoogzand	3,50	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-7,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	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]
01A Ophoogzand	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
14 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.1.5 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]
01A Ophoogzand	3,50	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01A Ophoogzand	3,50	1200,00	1200,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

4.1.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m']	Length [m]	Angle [degree]	Yield force [kN/m']	Pre-tension. force [kN/m']
Buis - 82,5 x 20,0	1,00	2,100E+08	1,390E-03	32,50	-45,00	1000,00	100,00

4.2 Input Data Right

4.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50
3,00	-3,50

4.2.4 Soil Material Properties in Profile: DKM39A

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
08 Hollandveen	-2,00	10,20	10,20	2,00	17,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
08 Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
07 Geulse klei	-8,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
08 Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
14 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.2.5 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]
08 Hollandveen	-2,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
07 Geulse klei	-8,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
08 Hollandveen	-2,00	250,00	250,00
07 Geulse klei	-8,50	500,00	500,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

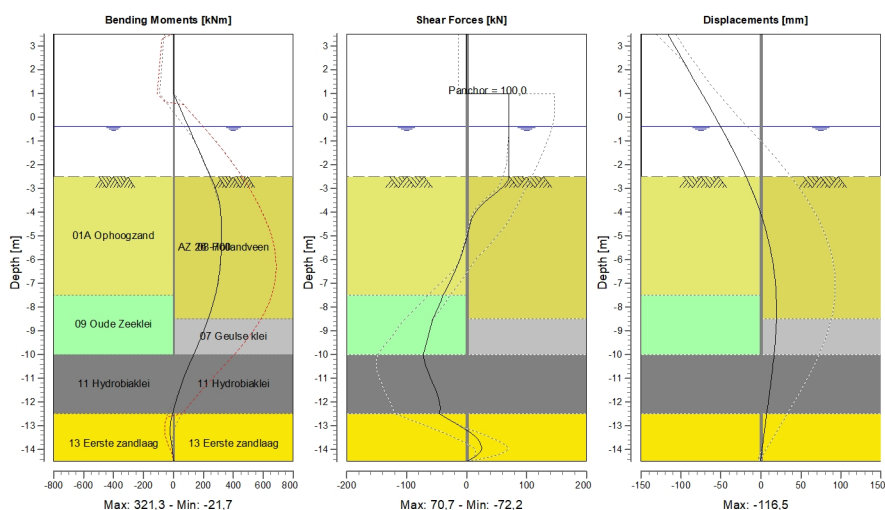
4.3 Calculation Results

Number of iterations: 4

4.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

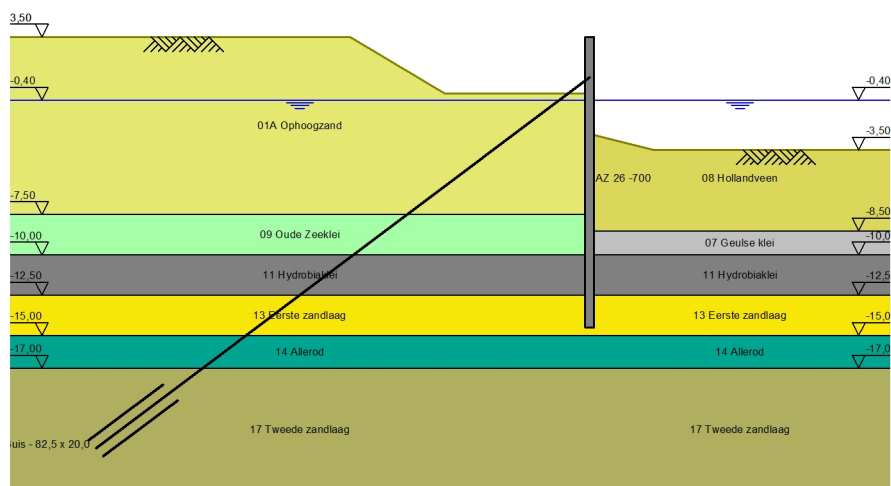
Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



5 Outline Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)

Outline - Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)



6 Step 6.5 Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)

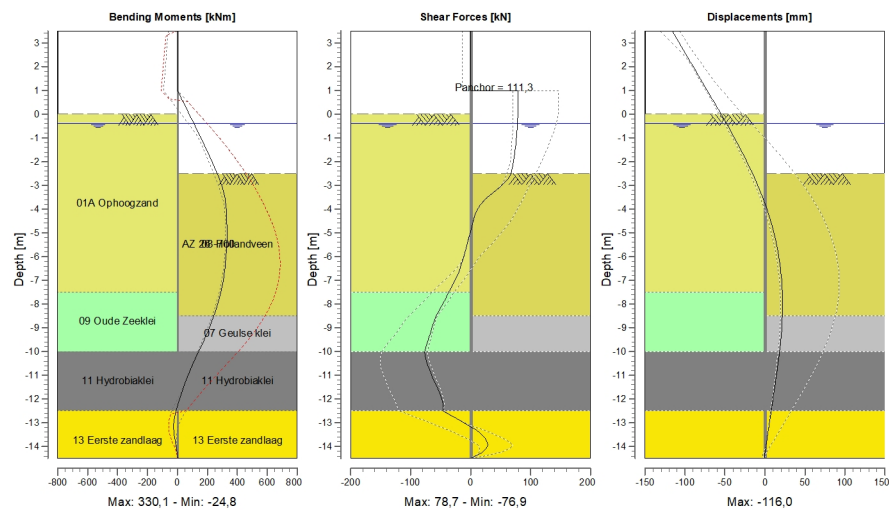
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

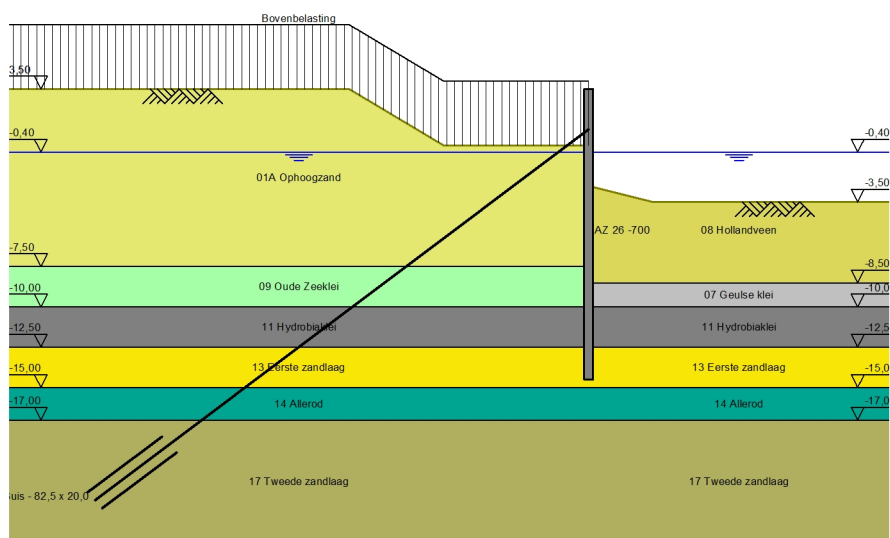
Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



7 Outline Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel.

Outline - Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel.



8 Step 6.5 Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel.

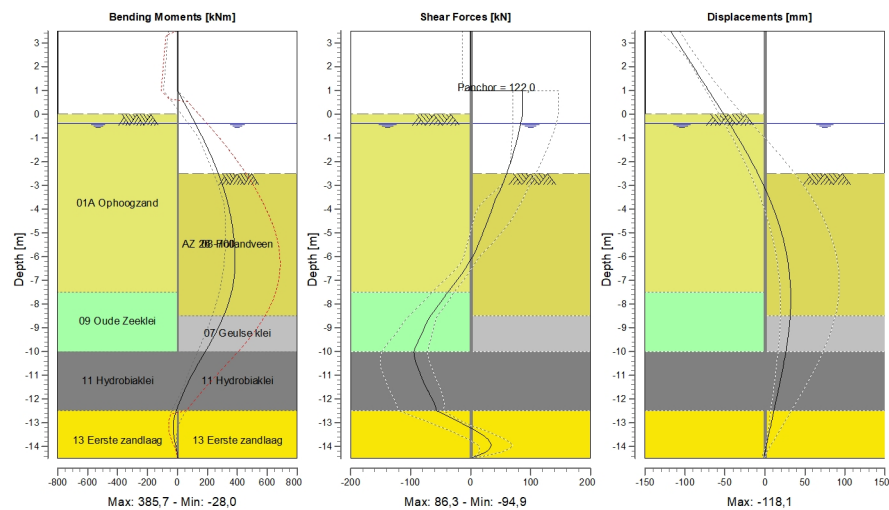
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

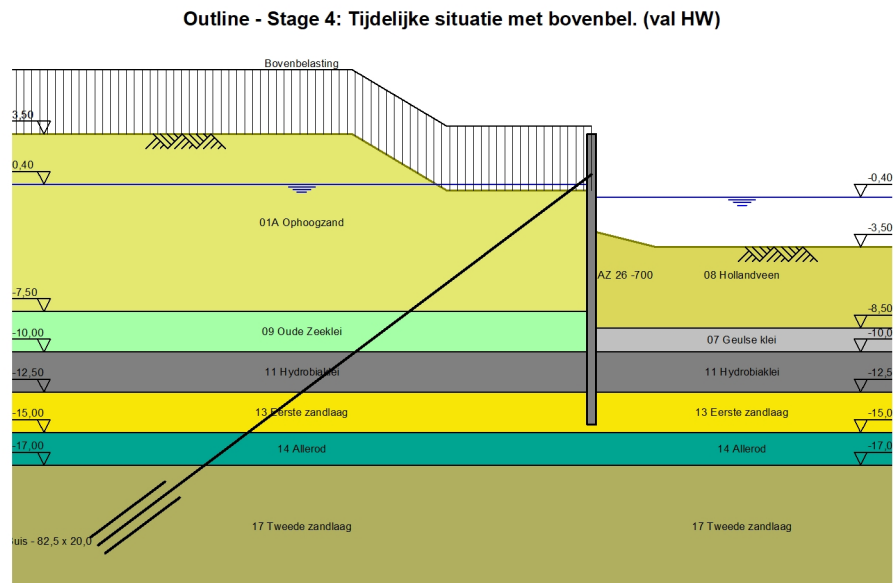
8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



9 Outline Stage 4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)



10 Step 6.5 Stage 4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

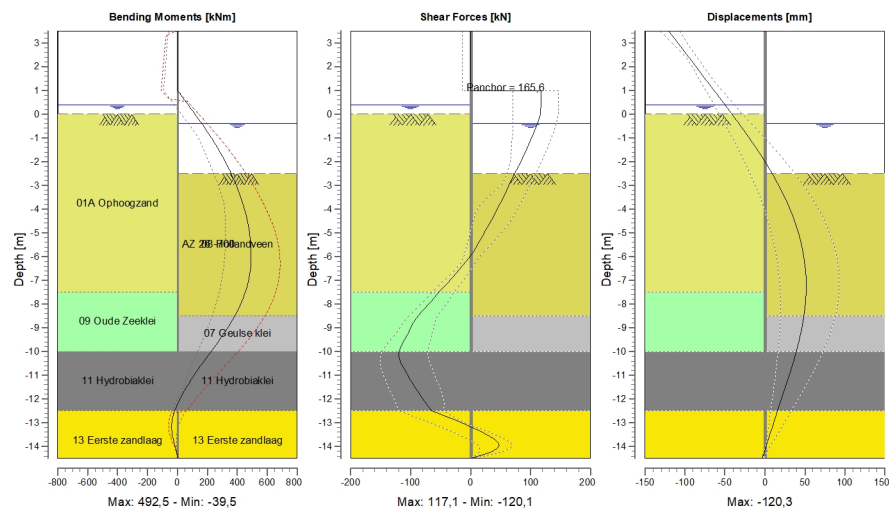
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

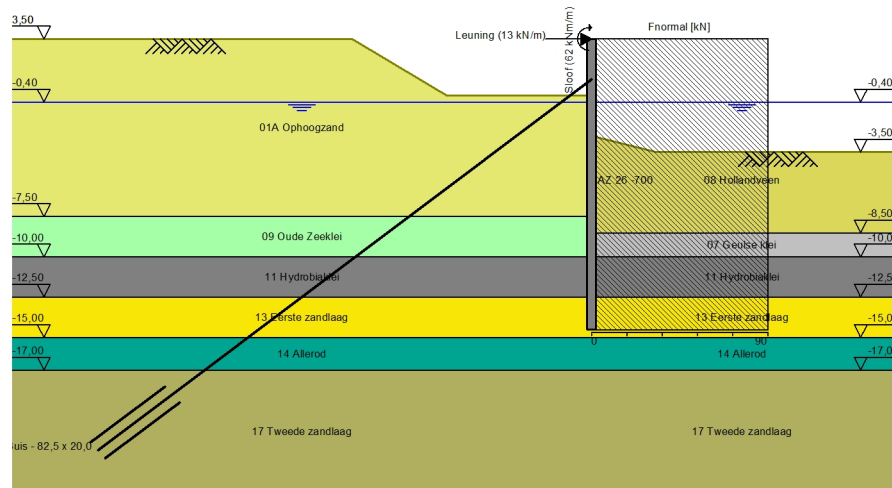
Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



11 Outline Stage 5: Nieuwe situatie met schort

Outline - Stage 5: Nieuwe situatie met schort



12 Step 6.5 Stage 5: Nieuwe situatie met schort

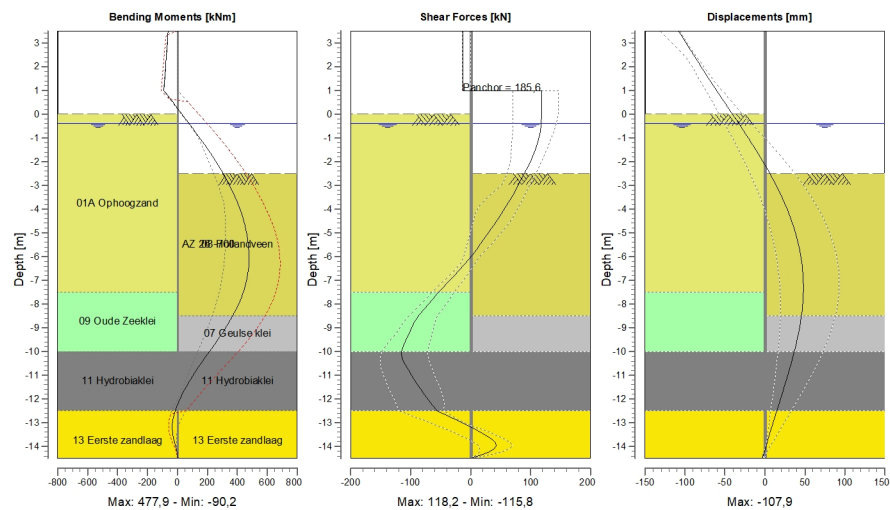
12.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

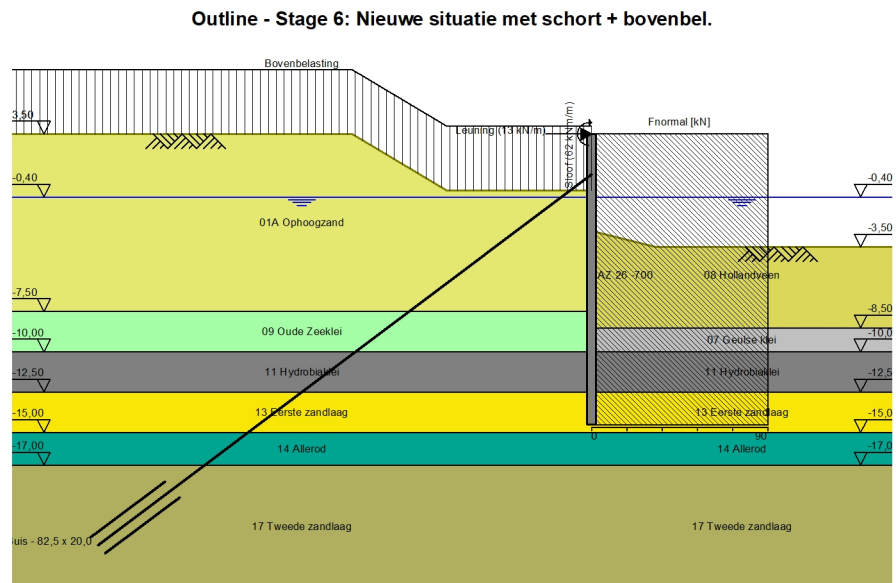
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 5: Nieuwe situatie met schort

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



13 Outline Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.



14 Step 6.5 Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

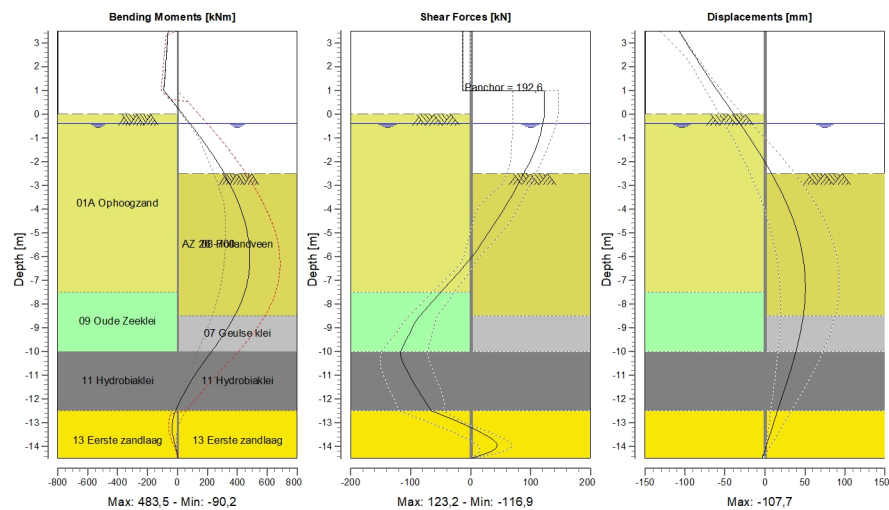
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

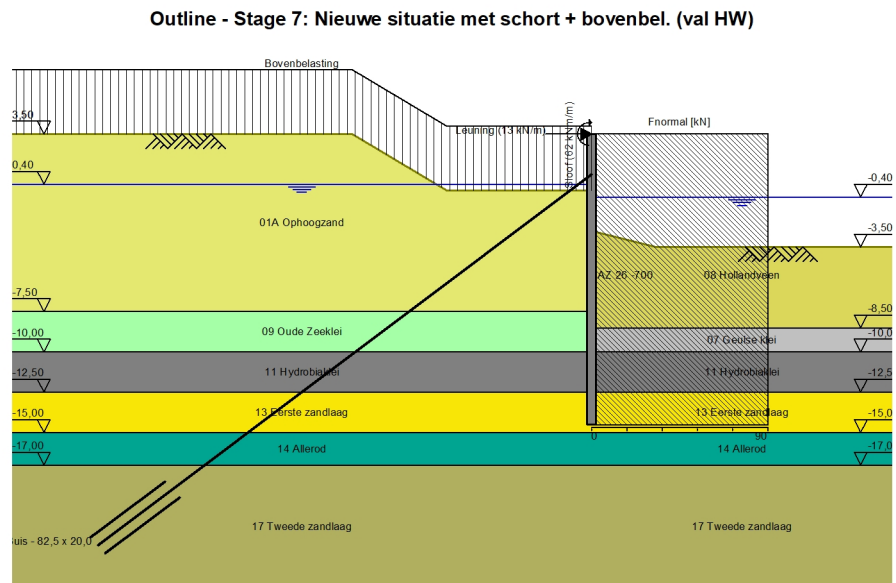
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



15 Outline Stage 7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)



16 Step 6.5 Stage 7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

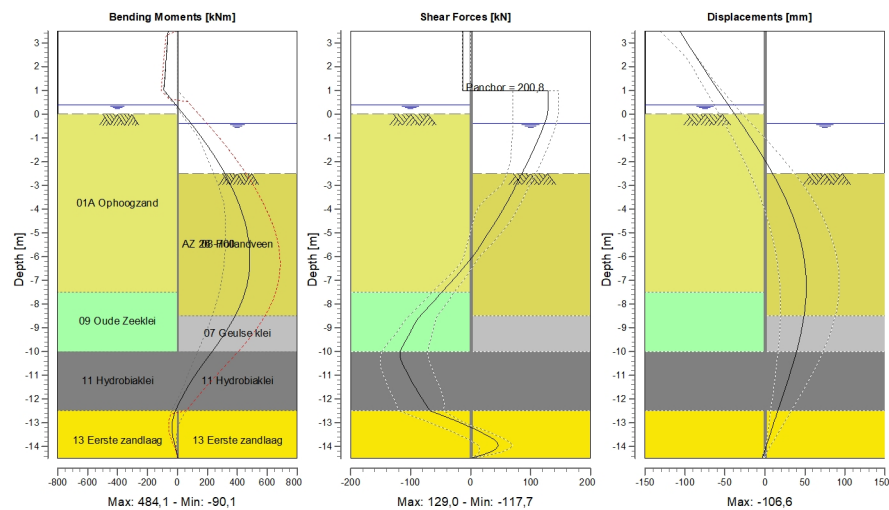
16.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

16.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



End of Report

Report for D-Sheet Piling 17.1
Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 10/26/2017
Time of report: 4:00:47 PM

Date of calculation: 10/26/2017
Time of calculation: 3:55:00 PM

Filename: C:\..\Definitief - 0.1\Aanpassing 2017-10-26\Kade 285 - Damwand (mast)

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		408,23	-90,05	54,3	56,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		371,29	-95,24	59,0	61,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-116,5	321,34	-72,16	37,4	39,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		385,61	-86,59			
2	EC7(NL)-Step 6.3		443,81	-101,70	57,6	60,4	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		419,16	-103,96	60,0	63,0	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	-116,0	330,06	78,68	38,7	41,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		396,07	94,42			
3	EC7(NL)-Step 6.3		685,83	-146,44	69,4	71,8	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		649,15	-151,44	74,3	76,8	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	-118,1	385,68	-94,90	45,2	48,0	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		462,81	-113,88			
4	EC7(NL)-Step 6.3		597,69	139,31	58,8	61,7	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		565,44	-140,40	62,1	65,2	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	-120,3	492,47	-120,08	50,6	53,7	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		590,96	-144,10			
5	EC7(NL)-Step 6.3		558,17	-127,30	63,8	66,9	---
5	EC7(NL)-Step 6.4		557,42	-128,83	65,0	68,1	---
5	EC7(NL)-Step 6.5	-156,2	508,13	-114,51	49,2	52,3	---
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		609,76	-137,41			
6	EC7(NL)-Step 6.3		820,62	-168,04	73,8	76,2	---
6	EC7(NL)-Step 6.4		800,60	-170,90	77,5	79,8	---
6	EC7(NL)-Step 6.5	-156,6	522,25	-116,55	50,7	53,8	---
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		626,70	-139,85			
7	EC7(NL)-Step 6.3		730,98	-157,57	62,5	65,5	---
7	EC7(NL)-Step 6.4		706,63	-161,26	65,7	68,8	---
7	EC7(NL)-Step 6.5	-161,7	622,01	-139,92	54,2	57,4	---
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		746,42	-167,91			
Max		-161,7	820,62	-170,90	77,5	79,8	---

1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Buis - 82,5 x 20,0	
		Force [kN]	State
1	EC7(NL)-Step 6.3	100,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.4	100,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	120,00	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.3	122,48	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.4	117,71	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	133,53	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	201,82	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	194,64	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	146,44	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	197,02	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	190,42	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	198,69	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	68,14	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	73,71	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	93,48	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	136,92	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	132,88	Elastic

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Buis - 82,5 x 20,0	
		Force [kN]	State
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	100,66	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	135,12	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	129,84	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	123,42	Elastic
Max		201,82	

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

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen da...	1,40
Tijdelijke situati...	1,42
Tijdelijke situati...	1,32
Tijdelijke situati...	1,34
Nieuwe situatie ...	1,42
Nieuwe situatie ...	1,32
Nieuwe situatie ...	1,35

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	No
Number of construction stages	7
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	18,00 m
Level top side	3,50 m
Number of sections	1

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 -700	-14,50	3,50	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	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	923,00	1,00	1,00	1,00	923,00

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 verification according to Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Aanbrengen damwand + anker
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00

Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	2: Tijdelijke situatie (aanvullen)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	3: Tijdelijke situatie met bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30

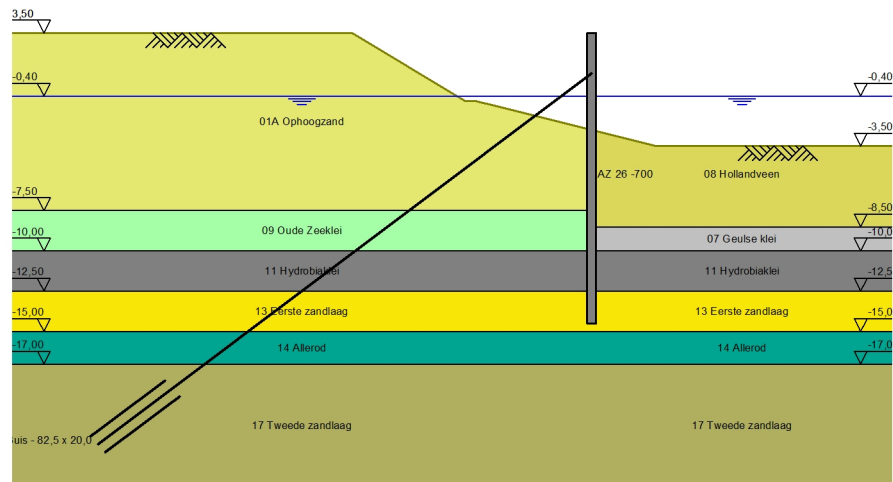
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	5: Nieuwe situatie met schort
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m

- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0
	RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	

- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00

3 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Outline - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker



4 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

4.1 Input Data Left

4.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.1.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50
5,40	-0,70
5,90	-0,70
11,15	3,50

4.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM701 (EPS)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
01A Ophoogzand	3,50	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
09 Oude Zeeklei	-7,50	16,20	16,20	7,00	25,00	16,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01A Ophoogzand	3,50	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-7,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	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]
01A Ophoogzand	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
14 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.1.5 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]
01A Ophoogzand	3,50	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01A Ophoogzand	3,50	1200,00	1200,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

4.1.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m']	Length [m]	Angle [degree]	Yield force [kN/m']	Pre-tension. force [kN/m']
Buis - 82,5 x 20,0	1,00	2,100E+08	1,390E-03	32,50	-45,00	1000,00	100,00

4.2 Input Data Right

4.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50
3,00	-3,50

4.2.4 Soil Material Properties in Profile: DKM39A

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
08 Hollandveen	-2,00	10,20	10,20	2,00	17,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
08 Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
07 Geulse klei	-8,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
08 Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
14 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.2.5 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]
08 Hollandveen	-2,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
07 Geulse klei	-8,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
08 Hollandveen	-2,00	250,00	250,00
07 Geulse klei	-8,50	500,00	500,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

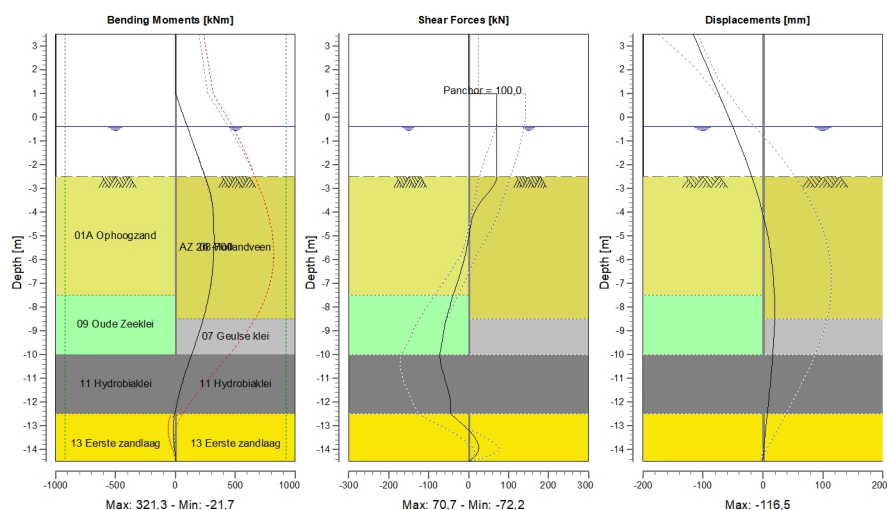
4.3 Calculation Results

Number of iterations: 4

4.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

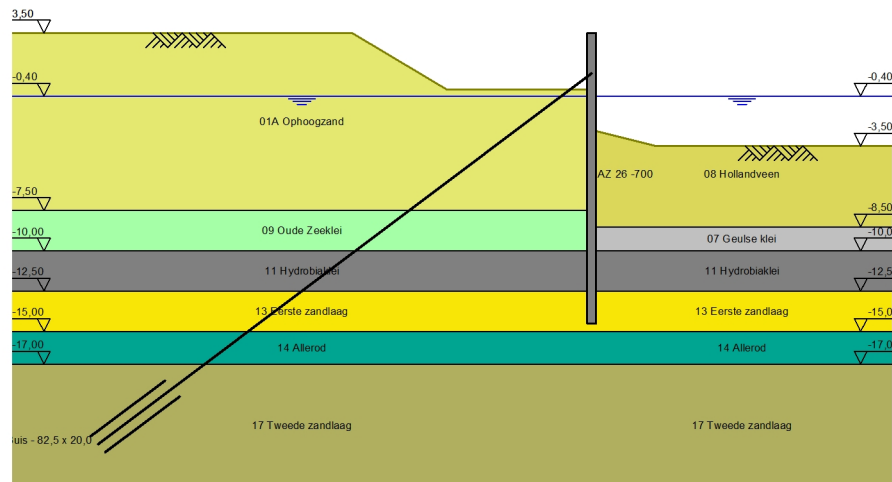
Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



5 Outline Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)

Outline - Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)



6 Step 6.5 Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)

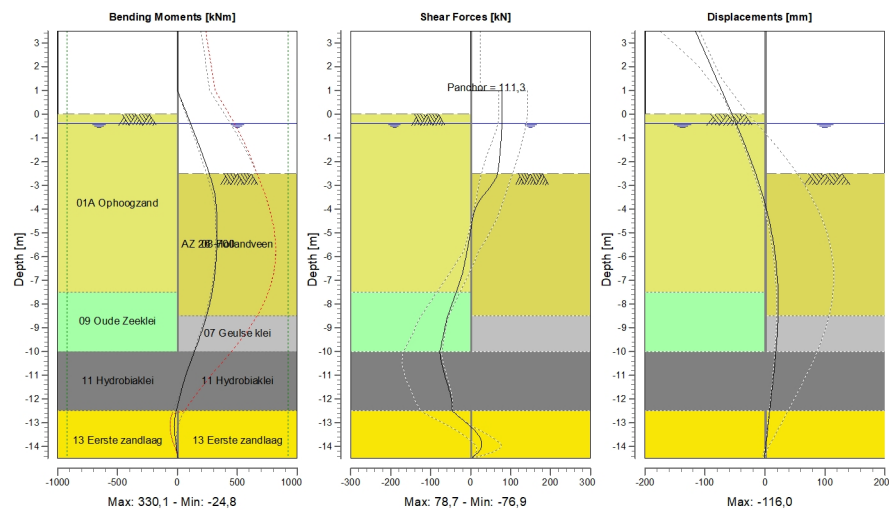
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

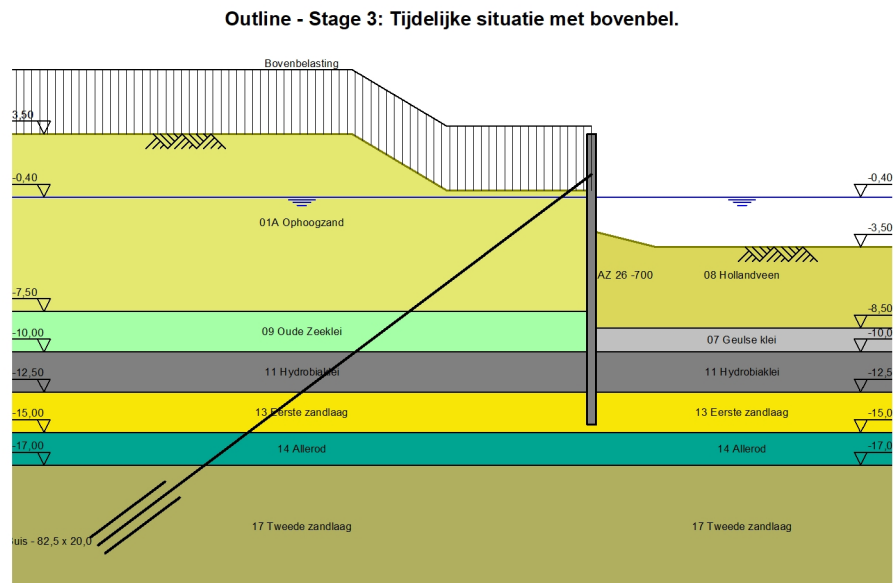
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Tijdelijke situatie (aanvullen)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



7 Outline Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel.



8 Step 6.5 Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel.

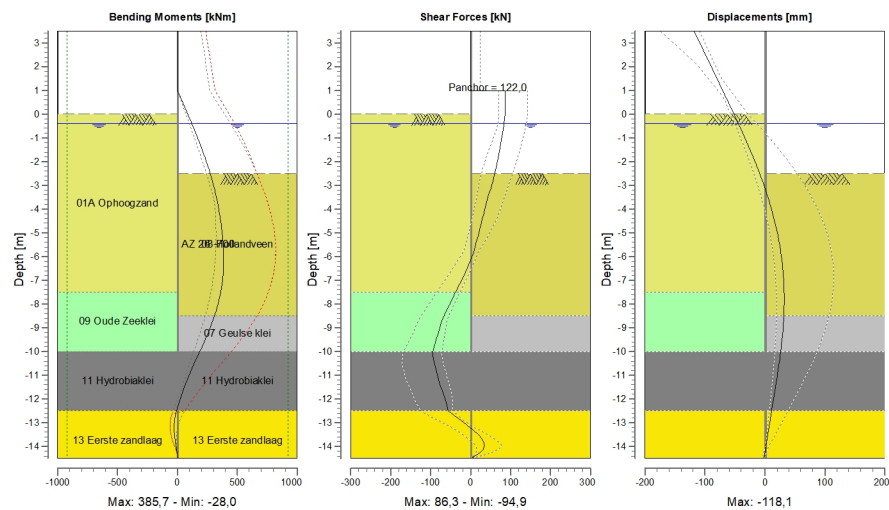
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

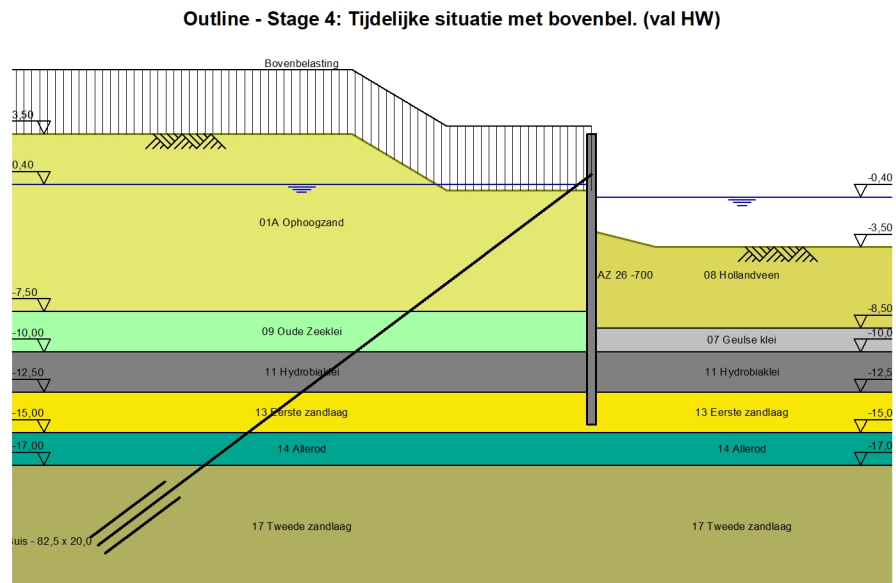
8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



9 Outline Stage 4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)



10 Step 6.5 Stage 4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

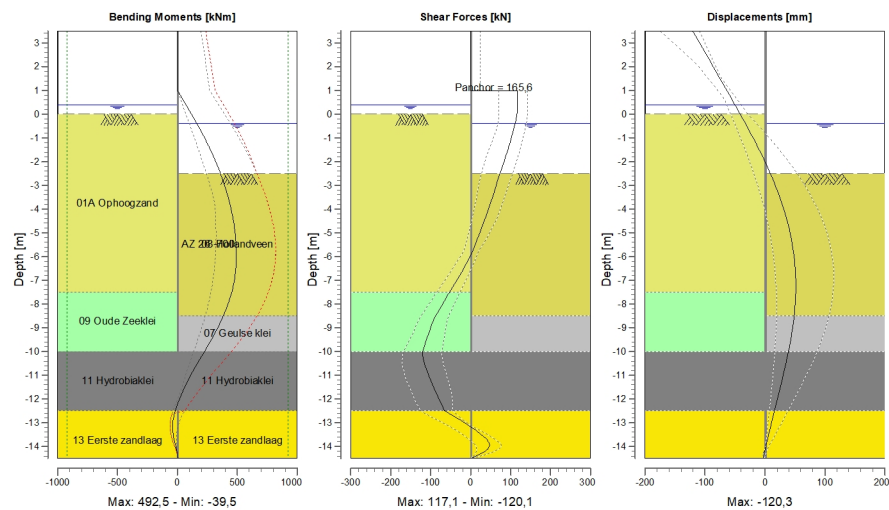
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

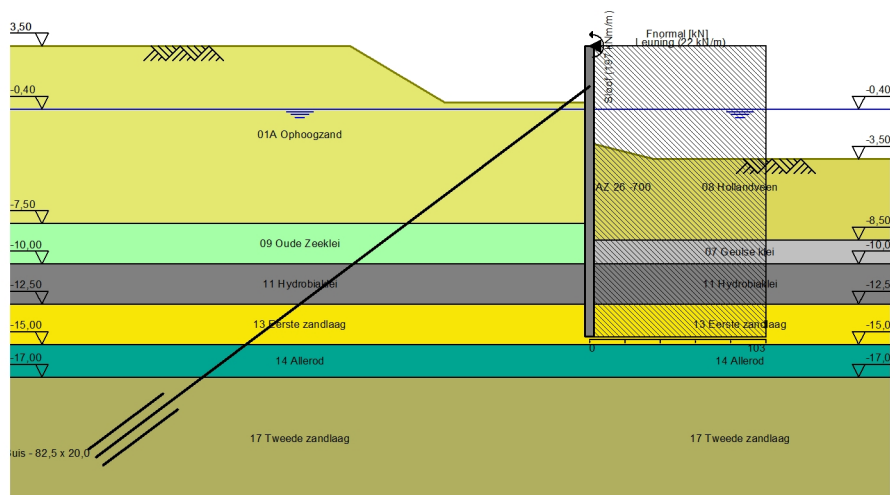
Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



11 Outline Stage 5: Nieuwe situatie met schort

Outline - Stage 5: Nieuwe situatie met schort



12 Step 6.5 Stage 5: Nieuwe situatie met schort

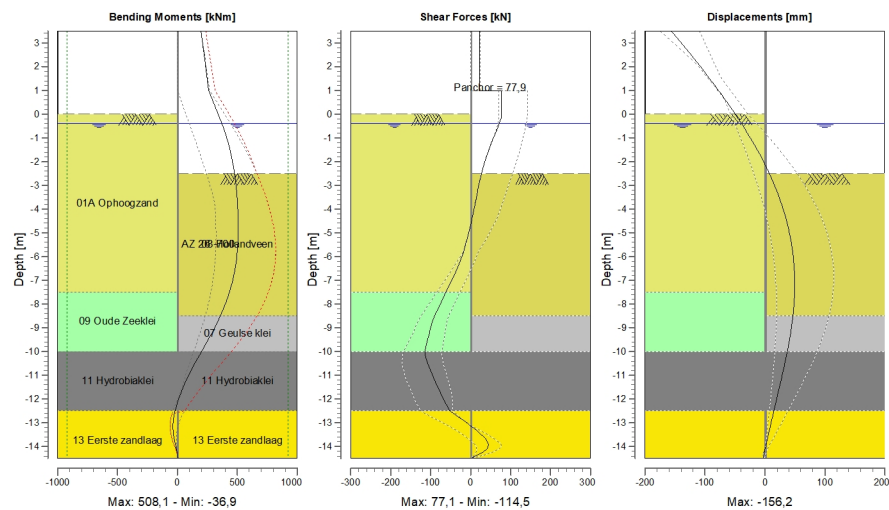
12.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

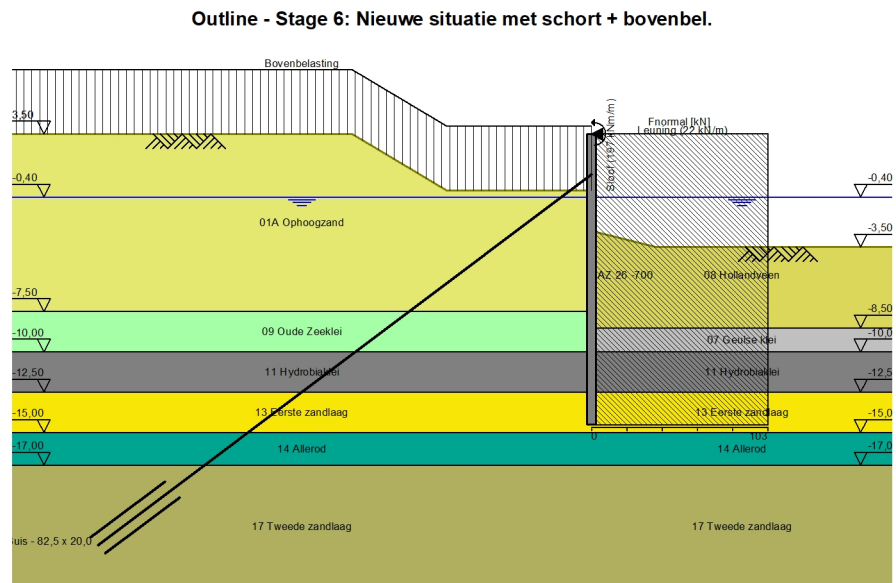
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 5: Nieuwe situatie met schort

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



13 Outline Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.



14 Step 6.5 Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

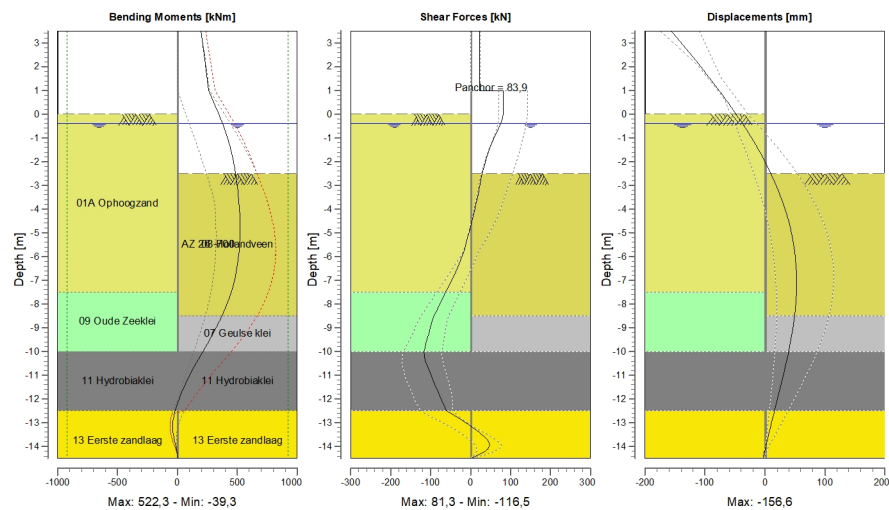
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

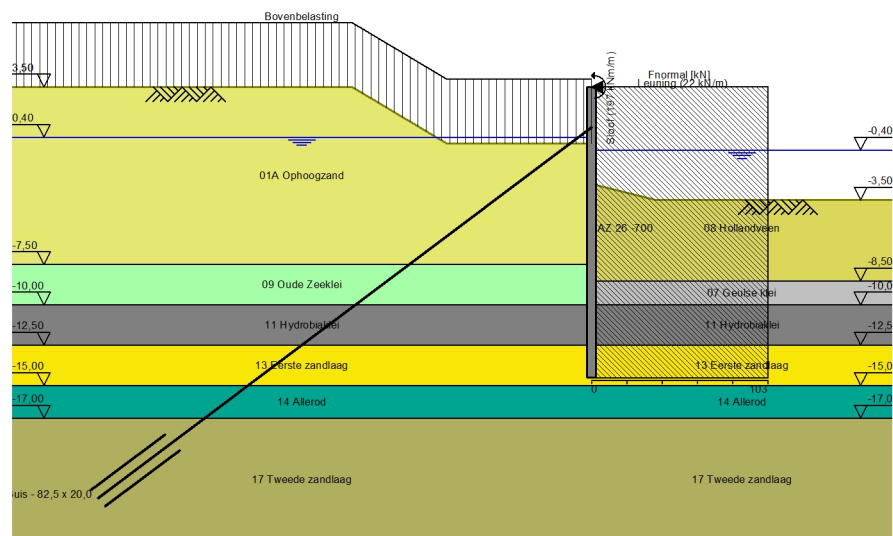
Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



15 Outline Stage 7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

Outline - Stage 7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)



16 Step 6.5 Stage 7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

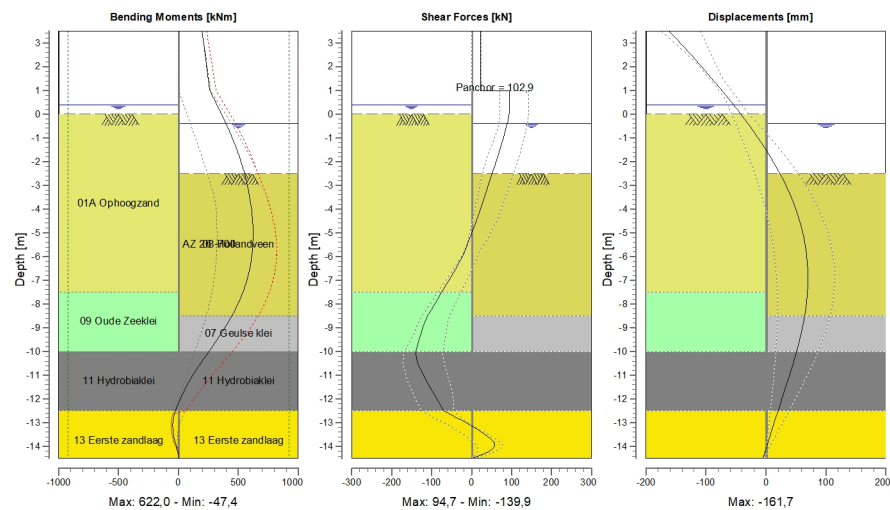
16.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

16.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 7: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



End of Report

Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 10/24/2017
Time of report: 1:27:49 PM

Date of calculation: 10/24/2017
Time of calculation: 1:27:27 PM

Filename: C:\..\D-Sheet Piling\Definitief - 0.1\Kade 285 - Damwand veld 3-4

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		9,07	5,43	15,1	16,4	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		5,92	4,10	15,2	16,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,00	0,00	8,5	8,7	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		0,00	0,00			
2	EC7(NL)-Step 6.3		55,70	22,56	22,1	25,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		39,74	20,29	22,8	26,3	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	5,9	17,20	-8,87	13,0	15,0	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		20,64	-10,65			
3	EC7(NL)-Step 6.3		205,54	67,41	38,6	42,6	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		176,29	70,34	44,4	48,7	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	25,3	89,39	-35,24	20,8	24,6	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		107,26	-42,29			
Max		25,3	205,54	70,34	44,4	48,7	---

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support	
		Veld 4	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.3	-5,43	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-25,58	-
3	EC7(NL)-Step 6.3	-78,25	-
1	EC7(NL)-Step 6.4	-4,10	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-21,88	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	-72,70	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-12,41	-
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-50,31	-
Max		-78,25	-

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen da...	10000,00
Nieuwe situatie	4,49
Nieuwe situatie ...	2,42

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	No
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	17,50 m
Level top side	3,50 m
Number of sections	1

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 24 -700	-14,00	3,50	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 24 -700	1,1722E+05	1,00	1,1722E+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 24 -700	583,00	1,00	1,00	1,00	583,00

2.3 Calculation Options

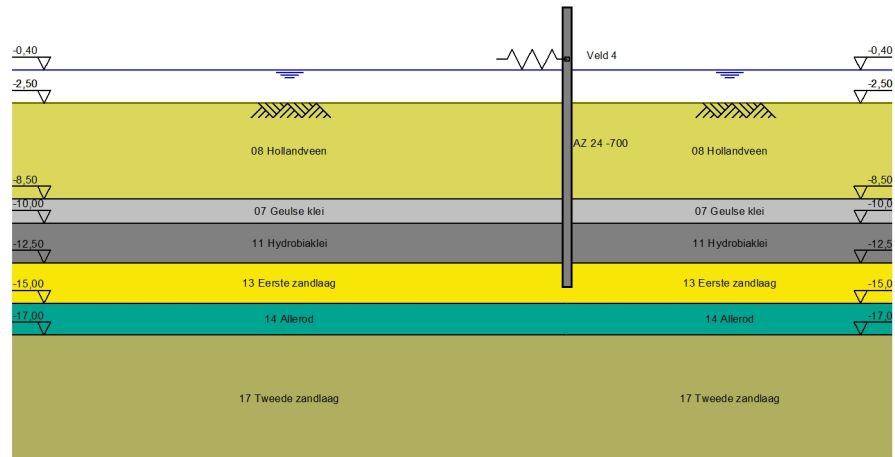
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verification of Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Aanbrengen damwand + stempel
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18

- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	2: Nieuwe situatie
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	3: Nieuwe situatie met bovenbelasting
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00

3 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel

Outline - Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel



4 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel

4.1 General Input Data

4.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Veld 4	0,25	0,00000E+00	1,80000E+03

4.2 Input Data Left

4.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

4.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50

4.2.4 Soil Material Properties in Profile: DKM39A (EPS)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
01A Ophoogzand	3,50	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
EPS	2,50	0,40	0,70	15,00	40,00	26,67
Bims	-1,00	10,40	11,30	0,00	40,00	26,67
08 Hollandveen	-2,50	10,20	10,20	2,00	17,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01A Ophoogzand	3,50	1,00	1,00	Fine
EPS	2,50	1,00	1,00	Fine
Bims	-1,00	1,00	1,00	Fine
08 Hollandveen	-2,50	1,00	1,00	Fine
07 Geulse klei	-8,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01A Ophoogzand	3,50	0,30	0,53	4,87	0,00	0,00
EPS	2,50	0,18	0,36	16,73	0,00	0,00
Bims	-1,00	0,18	0,36	16,73	0,00	0,00
08 Hollandveen	-2,50	0,55	0,71	1,83	0,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	0,41	0,64	2,99	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	0,32	0,55	4,52	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
14 Allerod	-15,00	0,30	0,53	4,87	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00

4.2.5 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]
01A Ophoogzand	3,50	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
EPS	2,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Bims	-1,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
08 Hollandveen	-2,50	1000,00	1000,00	500,00	500,00
07 Geulse klei	-8,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01A Ophoogzand	3,50	1200,00	1200,00
EPS	2,50	5000,00	5000,00
Bims	-1,00	3000,00	3000,00
08 Hollandveen	-2,50	250,00	250,00
07 Geulse klei	-8,50	500,00	500,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

4.3 Input Data Right

4.3.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

4.3.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50

4.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM39A

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
08 Hollandveen	-2,50	10,20	10,20	2,00	17,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
08 Hollandveen	-2,50	1,00	1,00	Fine
07 Geulse klei	-8,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	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]
08 Hollandveen	-2,50	0,55	0,71	1,83	0,00	0,00
07 Geulse klei	-8,50	0,41	0,64	2,99	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	0,32	0,55	4,52	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00
14 Allerod	-15,00	0,30	0,53	4,87	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00

4.3.5 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]
08 Hollandveen	-2,50	1000,00	1000,00	500,00	500,00
07 Geulse klei	-8,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
08 Hollandveen	-2,50	250,00	250,00
07 Geulse klei	-8,50	500,00	500,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

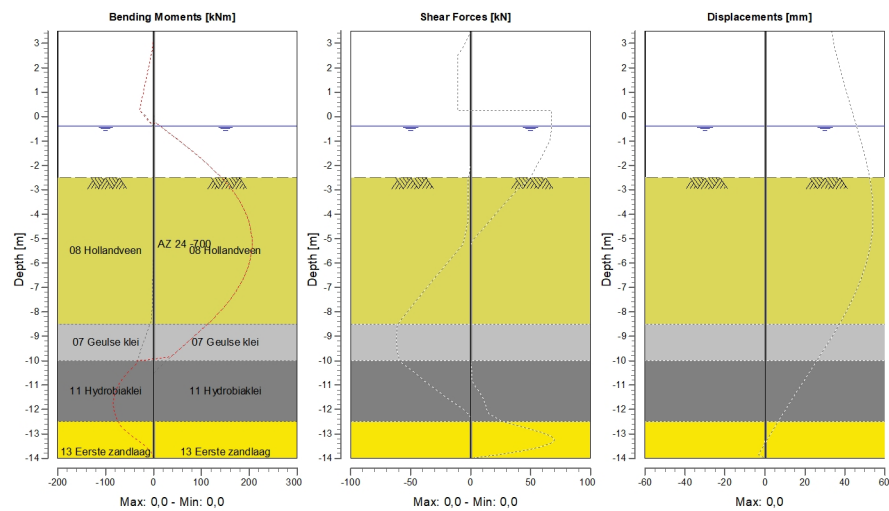
4.4 Calculation Results

Number of iterations: 2

4.4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

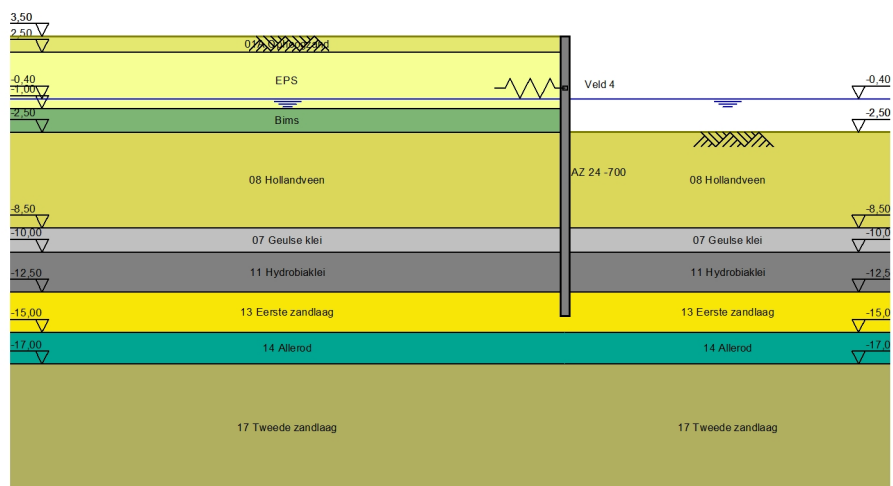
Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



5 Outline Stage 2: Nieuwe situatie

Outline - Stage 2: Nieuwe situatie



6 Step 6.5 Stage 2: Nieuwe situatie

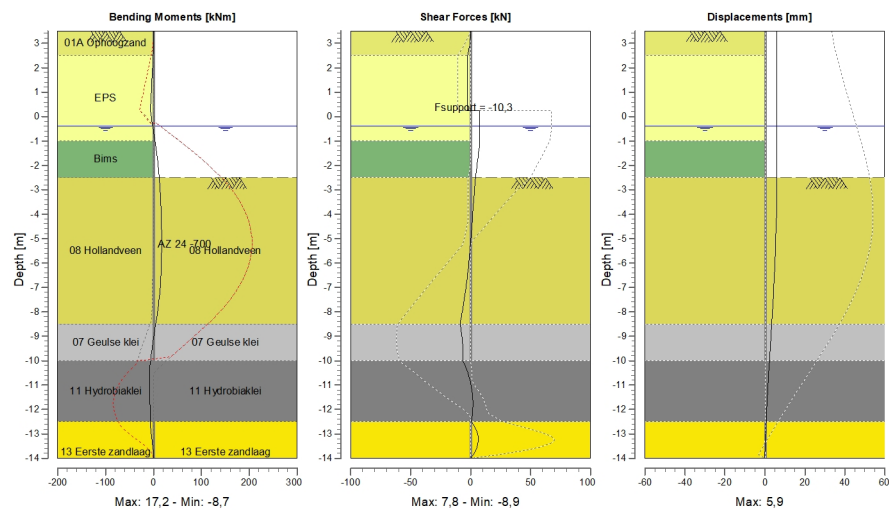
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Nieuwe situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



7 Step 6.5 Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting

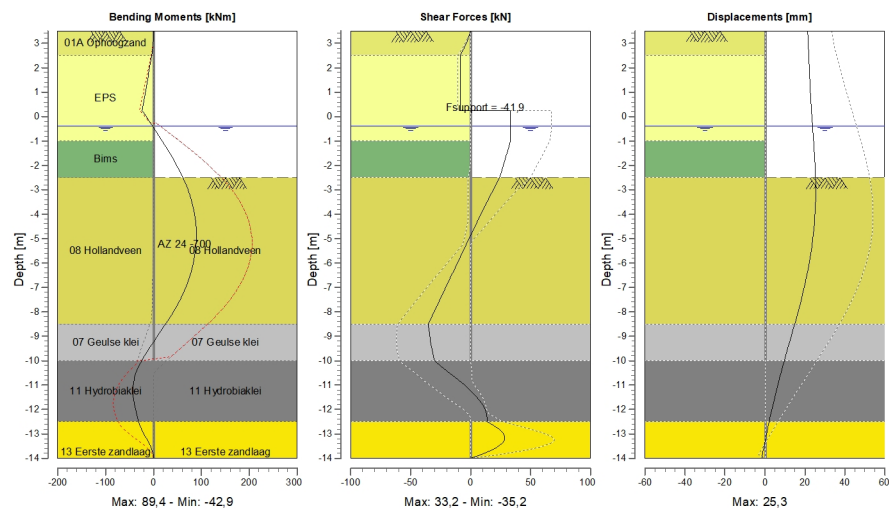
7.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



End of Report

date
10/24/2017

drw.

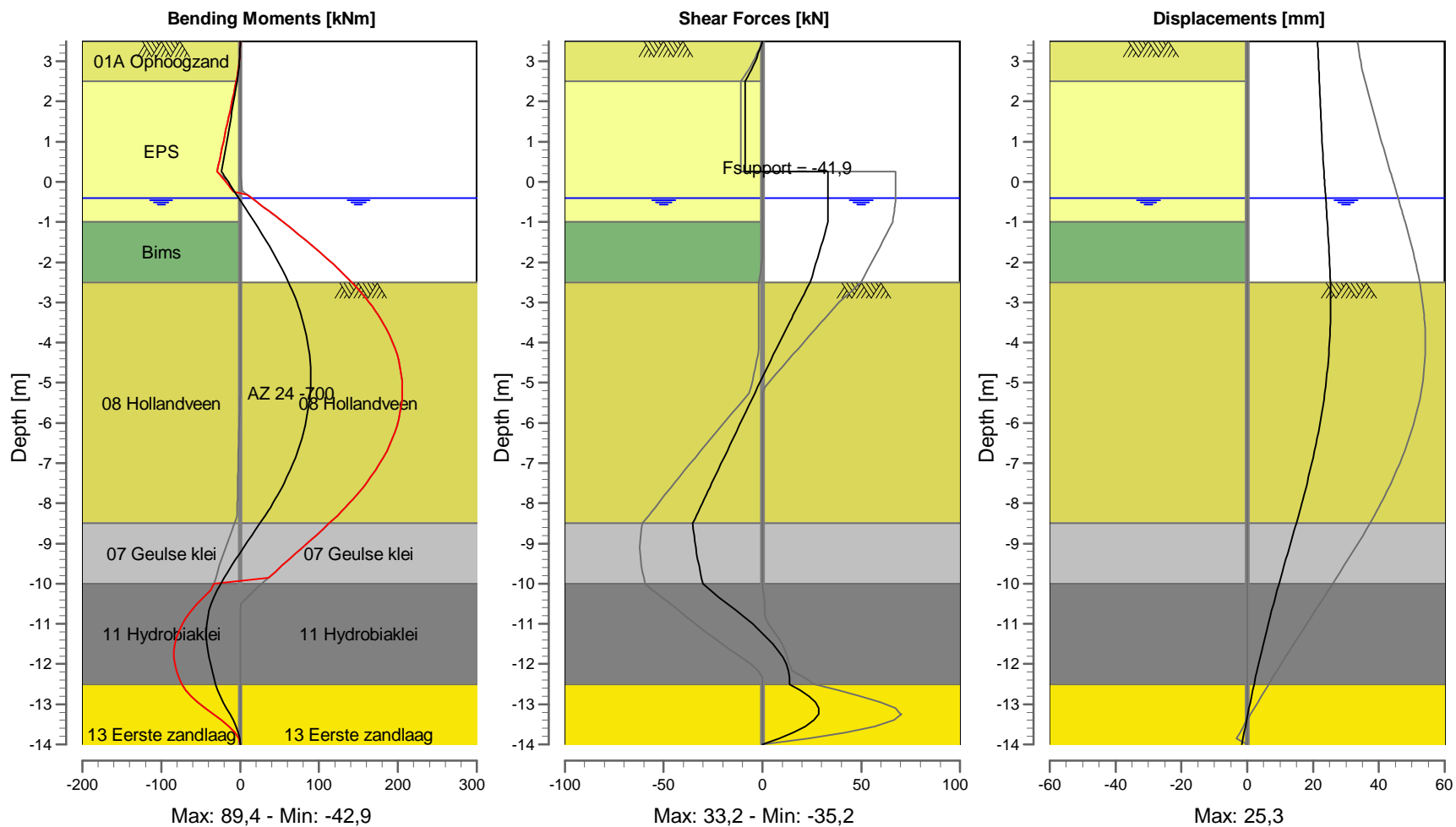
cit.

form.

A4

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 10/24/2017

Time of report: 1:33:08 PM

Date of calculation: 10/24/2017

Time of calculation: 1:32:13 PM

Filename: C:\..\Definitief - 0.1\Kade 285 - Damwand veld 3-4 bovenzijde talud

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-4,54	-3,78	15,2	15,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-5,86	-4,37	15,2	16,0	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,00	0,00	9,9	10,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		0,00	0,00			
2	EC7(NL)-Step 6.3		-15,02	-10,34	17,7	19,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		-21,97	-11,16	17,7	19,3	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	3,5	-8,29	-6,15	11,1	11,9	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-9,95	-7,38			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-35,59	-17,89	20,7	22,9	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		-49,02	20,46	20,8	23,2	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	11,9	-27,11	-14,28	12,8	14,1	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-32,53	-17,14			
Max		11,9	-49,02	20,46	20,8	23,2	---

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support Veld 4	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.3	-2,35	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-10,35	-
3	EC7(NL)-Step 6.3	-26,56	-
1	EC7(NL)-Step 6.4	-1,69	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-8,27	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	-22,93	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-4,60	-
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-15,06	-
Max		-26,56	-

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen da...	10000,00
Nieuwe situatie	10,68
Nieuwe situatie ...	5,20

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	No
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	17,50 m
Level top side	3,50 m
Number of sections	1

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 24 -700	-14,00	3,50	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 24 -700	1,1722E+05	1,00	1,1722E+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 24 -700	583,00	1,00	1,00	1,00	583,00

2.3 Calculation Options

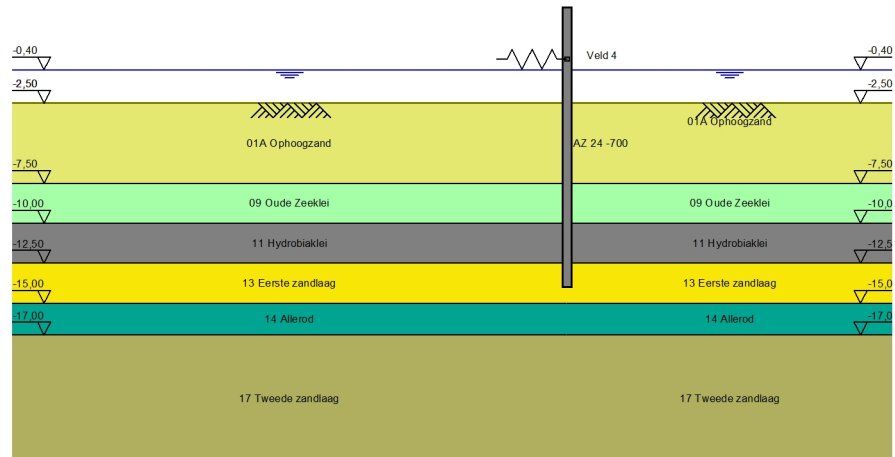
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verification of Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Aanbrengen damwand + stempel
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18

- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	2: Nieuwe situatie
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	3: Nieuwe situatie met bovenbelasting
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00

3 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel

Outline - Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel



4 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel

4.1 General Input Data

4.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Veld 4	0,25	0,00000E+00	1,80000E+03

4.2 Input Data Left

4.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

4.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50

4.2.4 Soil Material Properties in Profile: DKM701 (EPS)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
01A Ophoogzand	3,50	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
EPS	2,50	0,40	0,70	15,00	40,00	26,67
Bims	-1,00	10,40	11,30	0,00	40,00	26,67
01A Ophoogzand	-2,50	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
09 Oude Zeeklei	-7,50	16,20	16,20	7,00	25,00	16,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01A Ophoogzand	3,50	1,00	1,00	Fine
EPS	2,50	1,00	1,00	Fine
Bims	-1,00	1,00	1,00	Fine
01A Ophoogzand	-2,50	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-7,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01A Ophoogzand	3,50	0,30	0,53	4,87	0,00	0,00
EPS	2,50	0,18	0,36	16,73	0,00	0,00
Bims	-1,00	0,18	0,36	16,73	0,00	0,00
01A Ophoogzand	-2,50	0,30	0,53	4,87	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	0,35	0,58	3,83	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	0,32	0,55	4,52	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
14 Allerod	-15,00	0,30	0,53	4,87	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00

4.2.5 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]
01A Ophoogzand	3,50	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
EPS	2,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Bims	-1,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
01A Ophoogzand	-2,50	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01A Ophoogzand	3,50	1200,00	1200,00
EPS	2,50	5000,00	5000,00
Bims	-1,00	3000,00	3000,00
01A Ophoogzand	-2,50	1200,00	1200,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

4.3 Input Data Right

4.3.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

4.3.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,50

4.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM701

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
01A Ophoogzand	0,25	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
09 Oude Zeeklei	-7,50	16,20	16,20	7,00	25,00	16,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	15,20	15,20	4,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00
14 Allerod	-15,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-17,00	18,00	20,00	0,00	32,00	21,00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01A Ophoogzand	0,25	1,00	1,00	Fine
09 Oude Zeeklei	-7,50	1,00	1,00	Fine
11 Hydrobiaklei	-10,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01A Ophoogzand	0,25	0,30	0,53	4,87	0,00	0,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	0,35	0,58	3,83	0,00	0,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	0,32	0,55	4,52	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-12,50	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00
14 Allerod	-15,00	0,30	0,53	4,87	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-17,00	0,26	0,47	6,74	-11,00	-11,00

4.3.5 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]
01A Ophoogzand	0,25	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
13 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-15,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01A Ophoogzand	0,25	1200,00	1200,00
09 Oude Zeeklei	-7,50	800,00	800,00
11 Hydrobiaklei	-10,00	800,00	800,00
13 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
14 Allerod	-15,00	3700,00	3700,00
17 Tweede zan...	-17,00	10000,00	10000,00

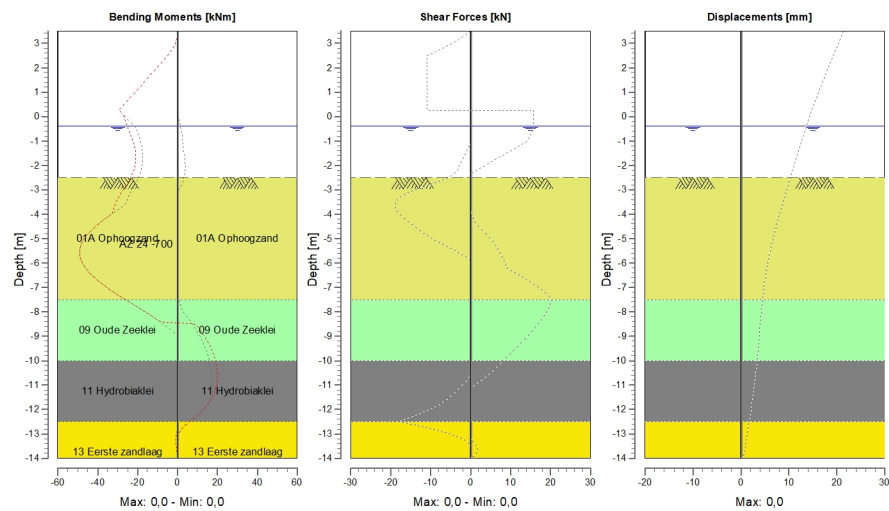
4.4 Calculation Results

Number of iterations: 2

4.4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

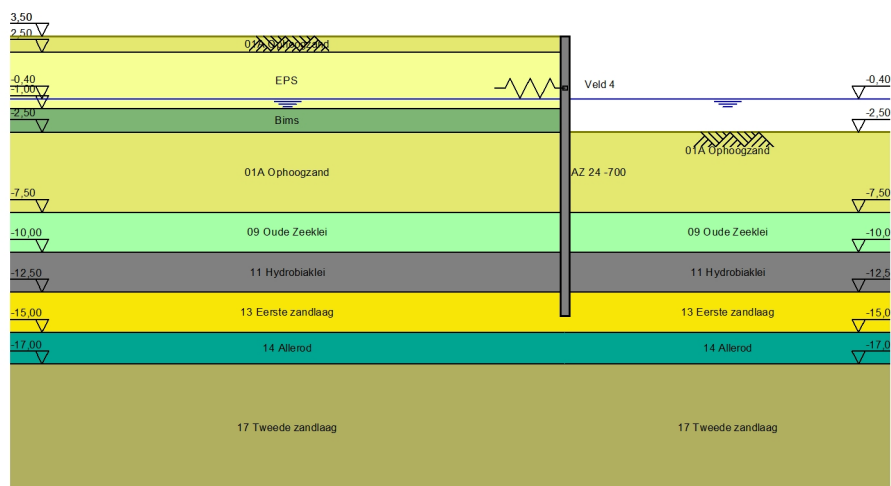
Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Aanbrengen damwand + stempel

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



5 Outline Stage 2: Nieuwe situatie

Outline - Stage 2: Nieuwe situatie



6 Step 6.5 Stage 2: Nieuwe situatie

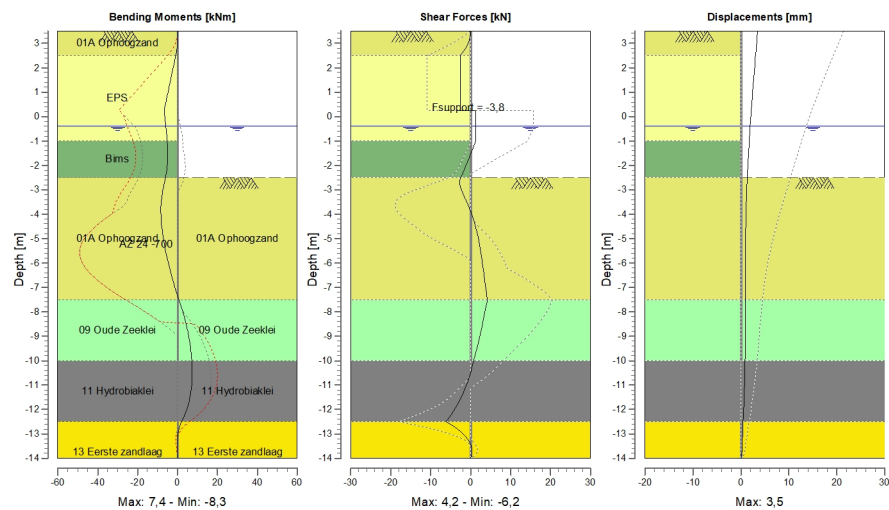
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

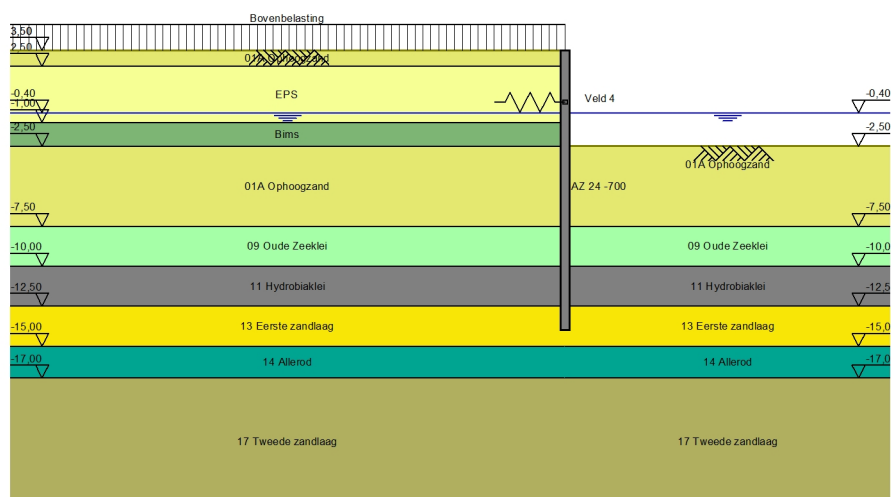
Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Nieuwe situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



7 Outline Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting

Outline - Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting



8 Step 6.5 Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting

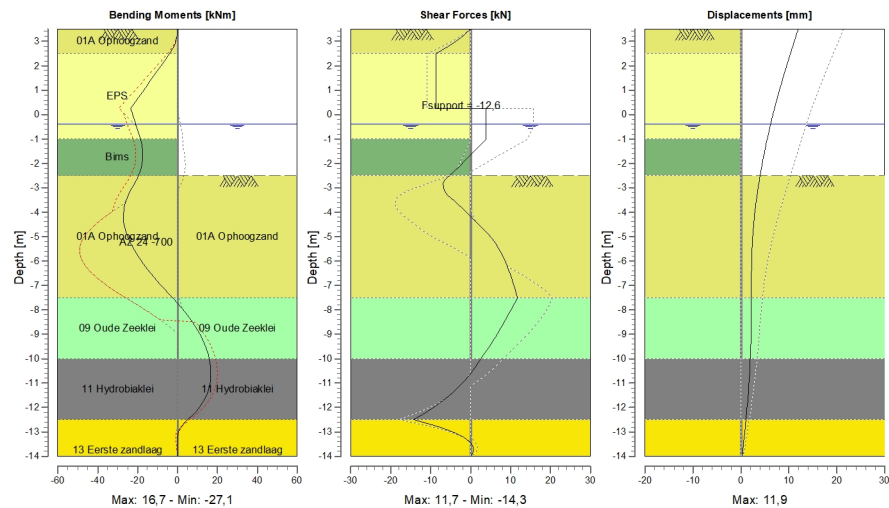
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



End of Report

date
10/24/2017

drw.

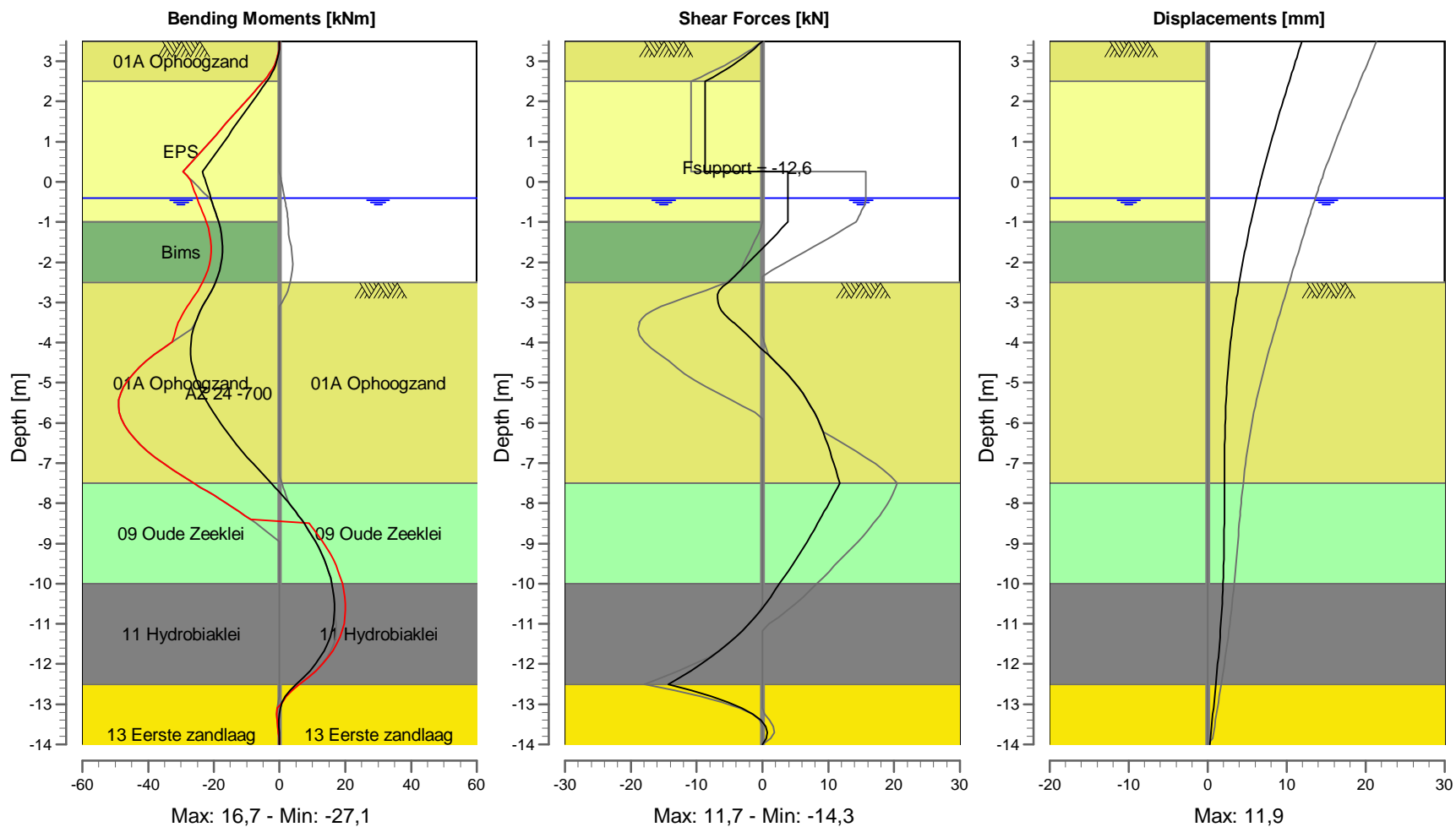
cit.

form.

A4

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Nieuwe situatie met bovenbelasting

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 10/25/2017
Time of report: 2:34:54 PM

Date of calculation: 10/25/2017
Time of calculation: 2:32:48 PM

Filename: C:\..\6. Kades\D-Sheet Piling\Definitief - 0.1\Kade 326 - Damwand

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-101,35	-35,36	26,3	28,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-88,46	-35,36	26,3	29,0	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	15,9	-80,26	-35,36	18,7	20,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-96,31	-42,43			
2	EC7(NL)-Step 6.3		-231,09	-72,55	30,6	34,7	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		-193,91	-64,44	30,5	34,9	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	16,0	-122,23	-45,72	20,5	23,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-146,67	-54,86			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-222,26	-76,66	25,4	29,2	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		-197,91	-71,04	25,3	29,4	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	-21,1	-173,47	-62,59	21,7	24,9	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-208,16	-75,11			
4	EC7(NL)-Step 6.3		-117,03	-61,08	27,7	31,6	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		-133,34	-63,55	27,7	31,6	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	-17,3	-110,63	-60,58	21,2	24,3	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-132,75	-72,69			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-142,26	-72,73	30,6	34,6	---
5	EC7(NL)-Step 6.4		-128,72	-69,04	30,6	34,6	---
5	EC7(NL)-Step 6.5	-19,5	-131,25	-67,51	21,9	25,1	---
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-157,51	-81,01			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-148,69	-78,96	25,3	28,8	---
6	EC7(NL)-Step 6.4		-141,36	-77,37	25,3	28,8	---
6	EC7(NL)-Step 6.5	-20,8	-138,39	-74,06	22,2	25,4	---
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-166,07	-88,88			
Max		-21,1	-231,09	-88,88	30,6	34,9	---

1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Buis - 82,5 x 17,5	
		Force [kN]	State
1	EC7(NL)-Step 6.3	50,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.4	50,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	60,00	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.3	102,60	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.4	91,13	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	77,59	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	108,41	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	100,47	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	106,22	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	106,60	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	110,10	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	124,86	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	123,07	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	117,85	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	136,63	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	130,05	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	127,80	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	147,75	Elastic
Max		147,75	

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

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen da...	3,10
Tijdelijke situati...	2,67
Tijdelijke situati...	2,68
Nieuwe situatie ...	3,10
Nieuwe situatie ...	2,64
Nieuwe situatie ...	2,65

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	No
Number of construction stages	6
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	25,60 m
Level top side	3,10 m
Number of sections	1

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 24 -700	-22,50	3,10	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 24 -700	1,1722E+05	1,00	1,1722E+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 24 -700	863,00	1,00	1,00	1,00	863,00

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 verification according to Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Aanbrengen damwand + anker
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00

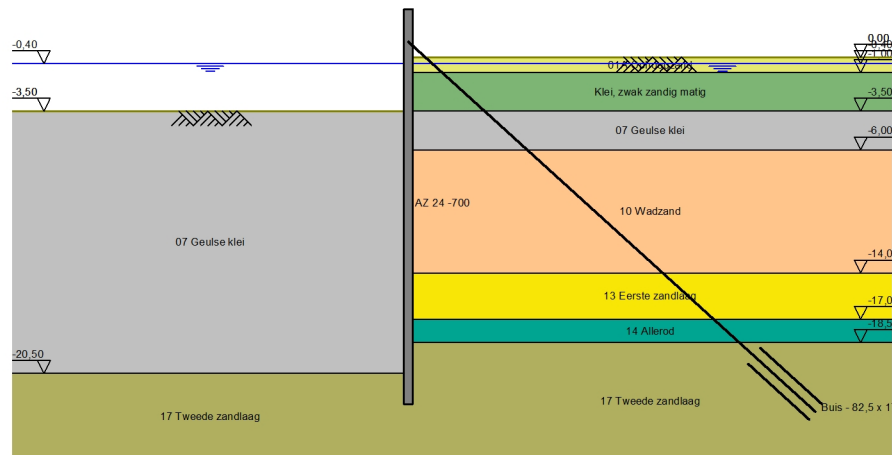
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	2: Tijdelijke situatie met bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0
	RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05

- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	4: Nieuwe situatie met schort
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m

- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00

3 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Outline - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker



4 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

4.1 Input Data Left

4.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.1.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

4.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM32A

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
07 Geulse klei	-3,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
17 Tweede zan...	-20,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 Geulse klei	-3,50	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-20,50	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]
07 Geulse klei	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
17 Tweede zan...	-20,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.1.5 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]
07 Geulse klei	-3,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
17 Tweede zan...	-20,50	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
07 Geulse klei	-3,50	500,00	500,00
17 Tweede zan...	-20,50	10000,00	10000,00

4.2 Input Data Right

4.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.2.3 Surface

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

4.2.4 Soil Material Properties in Profile: DKM28 (EPS)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
01A Ophoogzand	0,00	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
Klei, zwak zand...	-1,00	18,00	18,00	1,00	22,50	15,00
07 Geulse klei	-3,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
10 Wadzand	-6,00	15,80	17,80	2,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-14,00	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60
14 Allerod	-17,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-18,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01A Ophoogzand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zand...	-1,00	1,00	1,00	Fine
07 Geulse klei	-3,50	1,00	1,00	Fine
10 Wadzand	-6,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-14,00	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-17,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-18,50	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]
01A Ophoogzand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zand...	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Geulse klei	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
10 Wadzand	-6,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
14 Allerod	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-18,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.2.5 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]
01A Ophoogzand	0,00	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
Klei, zwak zand...	-1,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
07 Geulse klei	-3,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
10 Wadzand	-6,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
13 Eerste zandl...	-14,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-17,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-18,50	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01A Ophoogzand	0,00	1200,00	1200,00
Klei, zwak zand...	-1,00	800,00	800,00
07 Geulse klei	-3,50	500,00	500,00
10 Wadzand	-6,00	3000,00	3000,00
13 Eerste zandl...	-14,00	5000,00	5000,00
14 Allerod	-17,00	3700,00	3700,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
17 Tweede zan...	-18,50	10000,00	10000,00

4.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Cross section [m ² /m']	Length [m]	Angle [degree]	Yield force [kN/m']	Pre-tension. force [kN/m']
Buis - 82,5 x 17,5	1,00	2,100E+08	1,250E-03	33,90	-45,00	1000,00	50,00

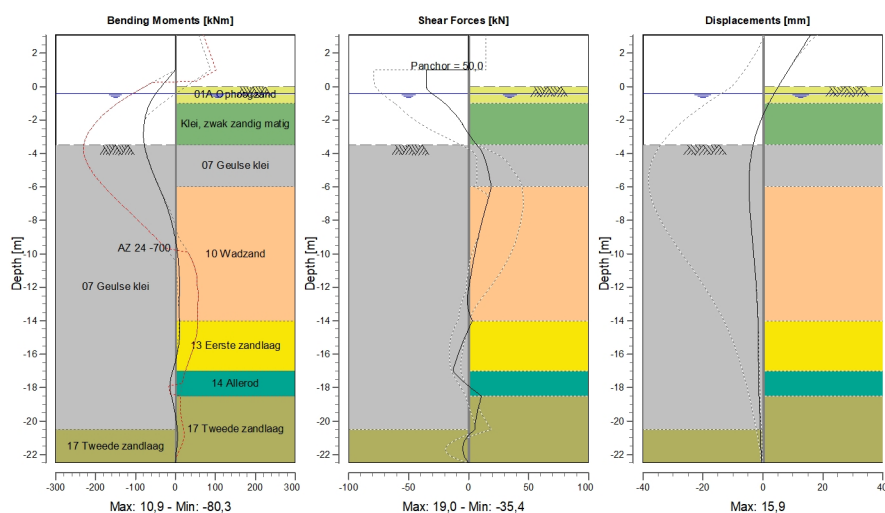
4.3 Calculation Results

Number of iterations: 4

4.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

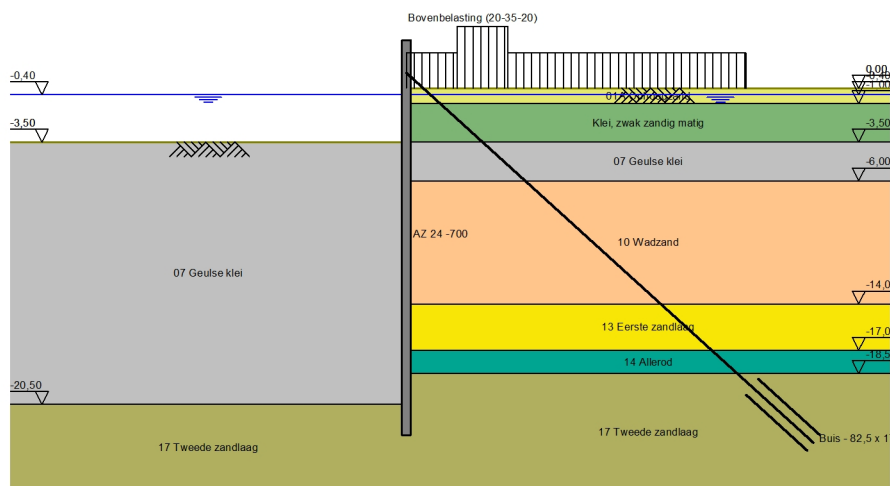
Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



5 Outline Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.

Outline - Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.



6 Step 6.5 Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.

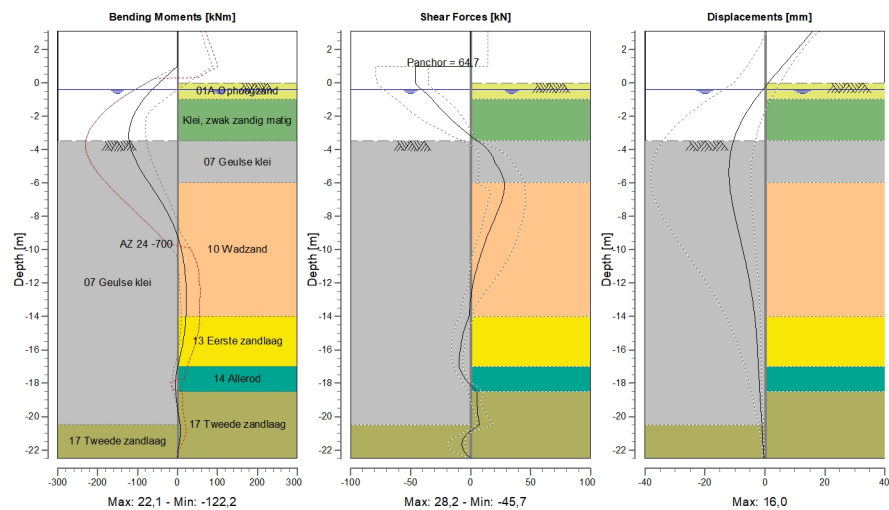
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

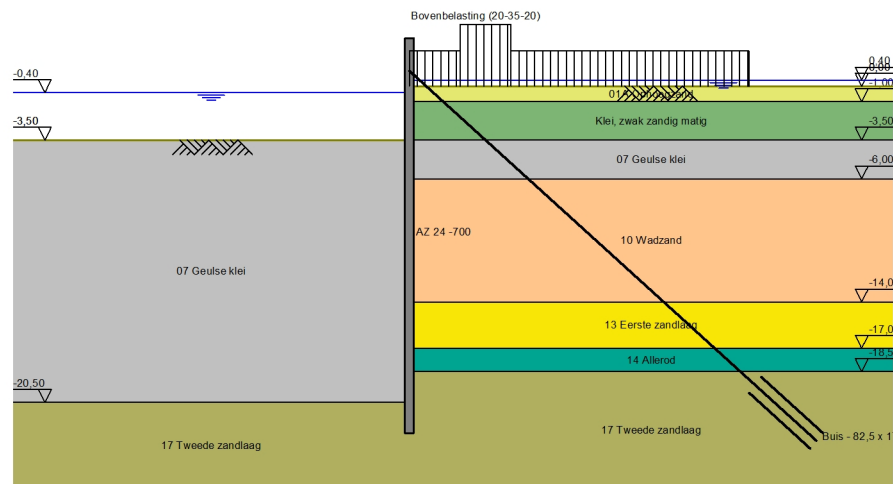
Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



7 Outline Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

Outline - Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)



8 Step 6.5 Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

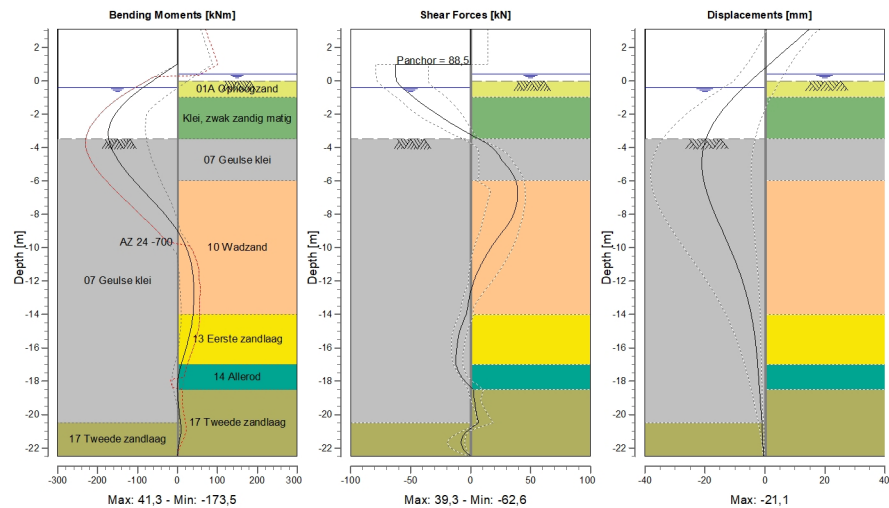
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

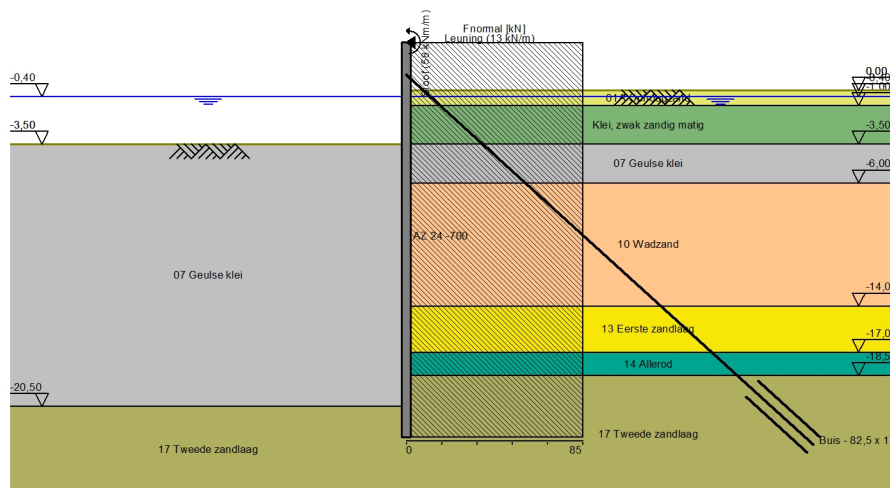
Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



9 Outline Stage 4: Nieuwe situatie met schort

Outline - Stage 4: Nieuwe situatie met schort



10 Step 6.5 Stage 4: Nieuwe situatie met schort

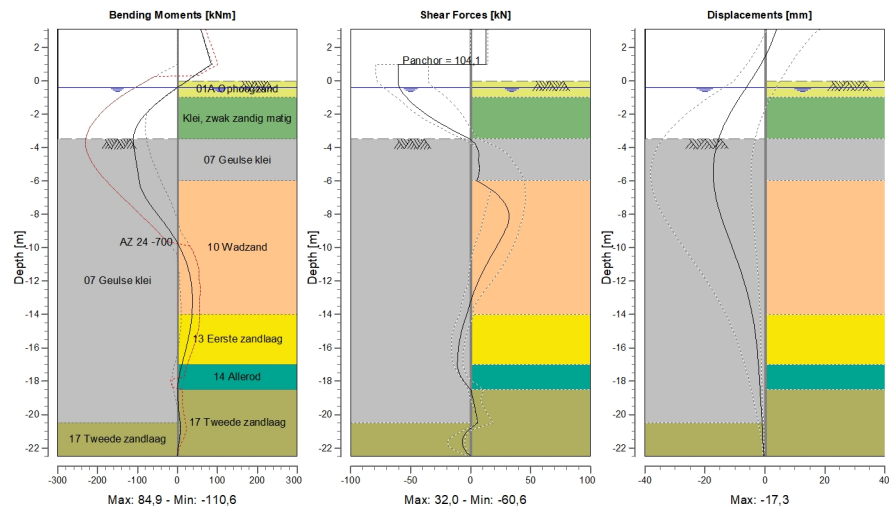
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

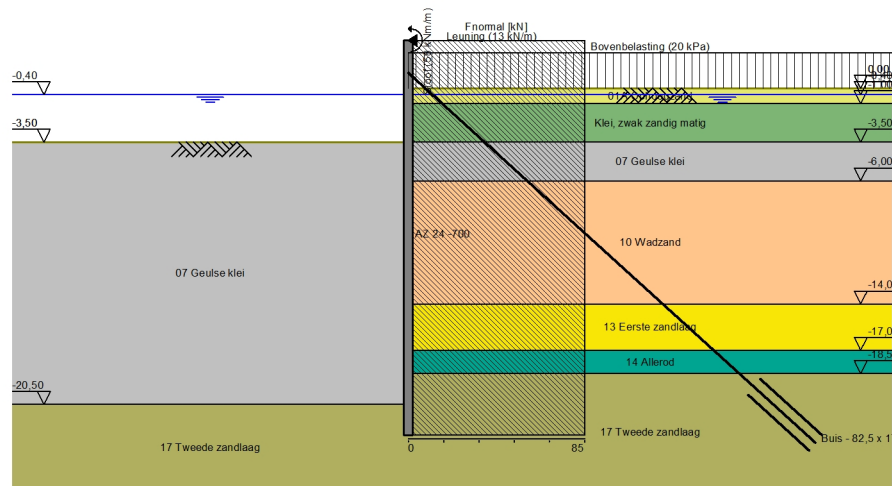
Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Nieuwe situatie met schort

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



11 Outline Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

Outline - Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.



12 Step 6.5 Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

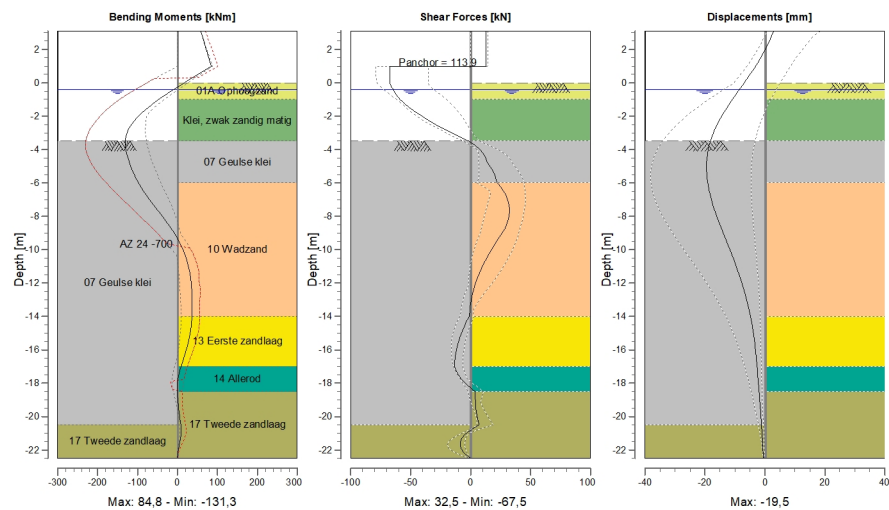
12.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

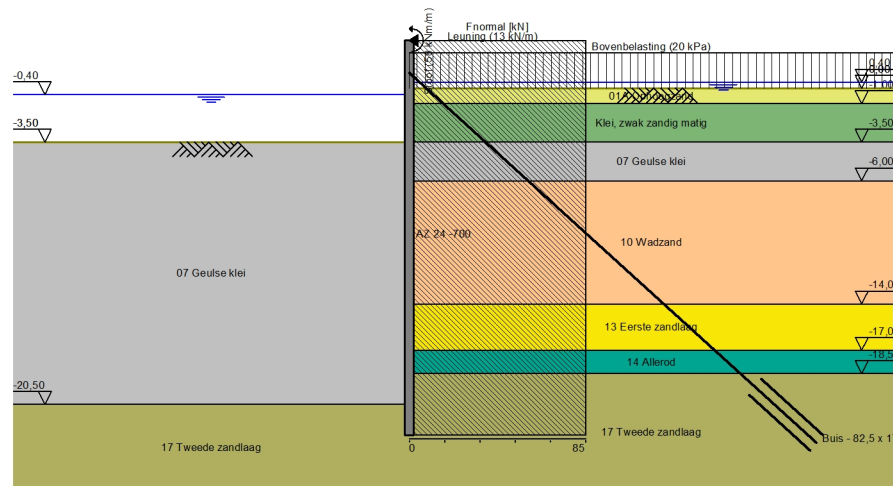
Moments/Forces/Displacements - Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



13 Outline Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

Outline - Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)



14 Step 6.5 Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

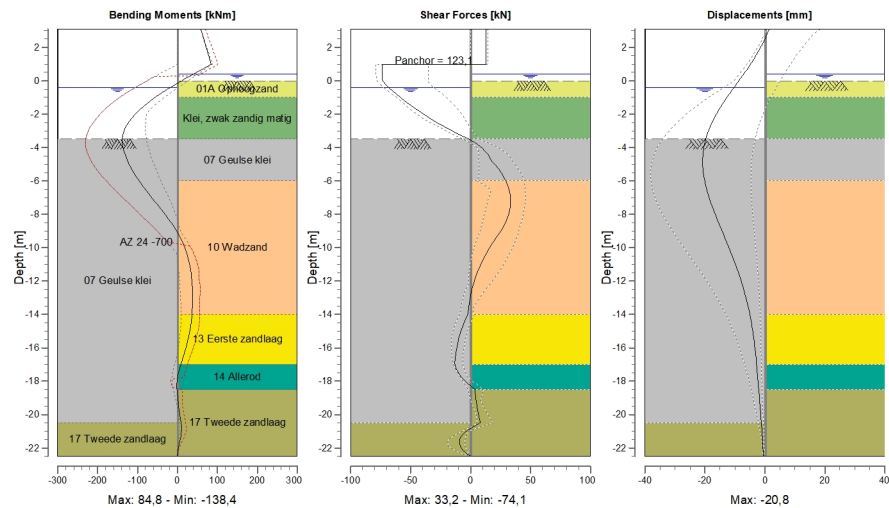
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



End of Report

Report for D-Sheet Piling 17.1
Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 10/26/2017
Time of report: 3:56:19 PM

Date of calculation: 10/26/2017
Time of calculation: 3:52:25 PM

Filename: C:\..\Definitief - 0.1\Aanpassing 2017-10-26\Kade 326 - Damwand (mast)

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-101,35	-35,36	26,3	28,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-88,46	-35,36	26,3	29,0	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	15,9	-80,26	-35,36	18,7	20,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-96,31	-42,43			
2	EC7(NL)-Step 6.3		-231,09	-72,55	30,6	34,7	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		-193,91	-64,44	30,5	34,9	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	16,0	-122,23	-45,72	20,5	23,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-146,67	-54,86			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-222,26	-76,66	25,4	29,2	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		-197,91	-71,04	25,3	29,4	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	-21,1	-173,47	-62,59	21,7	24,9	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-208,16	-75,11			
4	EC7(NL)-Step 6.3		-263,48	49,37	27,7	31,6	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		-274,17	52,23	27,7	31,6	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	42,2	-257,73	46,06	21,2	24,4	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-309,27	55,27			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-295,97	55,74	31,2	35,5	---
5	EC7(NL)-Step 6.4		-282,65	56,34	31,1	35,6	---
5	EC7(NL)-Step 6.5	41,4	-273,27	52,96	22,0	25,2	---
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-327,92	63,56			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-308,66	58,75	25,9	29,8	---
6	EC7(NL)-Step 6.4		-298,19	59,88	25,9	29,9	---
6	EC7(NL)-Step 6.5	41,6	-281,78	54,48	22,3	25,7	---
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-338,14	65,37			
Max		42,2	-338,14	-76,66	31,2	35,6	---

1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Buis - 82,5 x 17,5	
		Force [kN]	State
1	EC7(NL)-Step 6.3	50,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.4	50,00	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	60,00	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.3	102,60	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.4	91,13	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	77,59	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	108,41	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	100,47	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	106,22	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	14,57	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	23,10	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	21,76	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	28,08	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	19,58	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	32,56	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	40,48	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	36,13	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	38,02	Elastic
Max		108,41	

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

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen da...	3,10
Tijdelijke situati...	2,67
Tijdelijke situati...	2,68
Nieuwe situatie ...	3,09
Nieuwe situatie ...	2,64
Nieuwe situatie ...	2,65

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	No
Number of construction stages	6
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	25,60 m
Level top side	3,10 m
Number of sections	1

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 24 -700	-22,50	3,10	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 24 -700	1,1722E+05	1,00	1,1722E+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 24 -700	863,00	1,00	1,00	1,00	863,00

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 verification according to Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Aanbrengen damwand + anker
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00

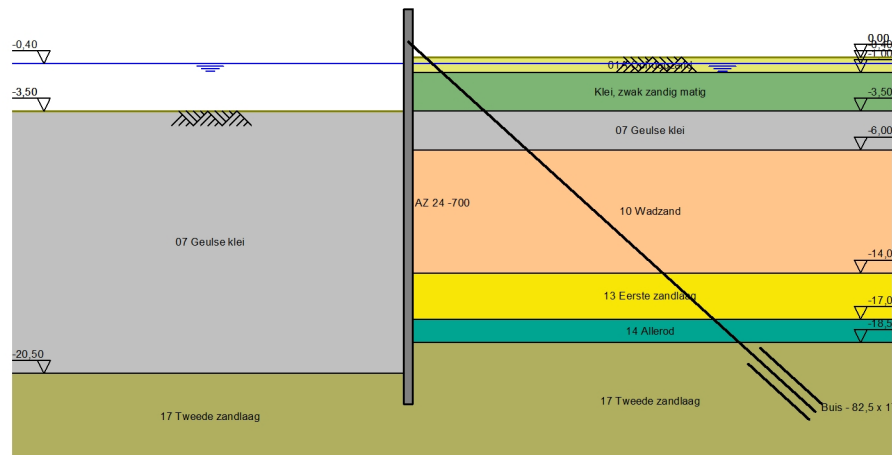
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	2: Tijdelijke situatie met bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0
	RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05

- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	4: Nieuwe situatie met schort
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m

- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Verification of stage	6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,05
- Delta (wall friction angle)	1,05
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00

3 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Outline - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker



4 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

4.1 Input Data Left

4.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.1.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

4.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM32A

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
07 Geulse klei	-3,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
17 Tweede zan...	-20,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 Geulse klei	-3,50	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-20,50	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]
07 Geulse klei	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
17 Tweede zan...	-20,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.1.5 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]
07 Geulse klei	-3,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
17 Tweede zan...	-20,50	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
07 Geulse klei	-3,50	500,00	500,00
17 Tweede zan...	-20,50	10000,00	10000,00

4.2 Input Data Right

4.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

4.2.3 Surface

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

4.2.4 Soil Material Properties in Profile: DKM28 (EPS)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [degree]	Delta friction angle [degree]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
01A Ophoogzand	0,00	17,00	19,00	0,00	28,00	18,60
Klei, zwak zand...	-1,00	18,00	18,00	1,00	22,50	15,00
07 Geulse klei	-3,50	13,60	13,60	3,00	21,00	14,00
10 Wadzand	-6,00	15,80	17,80	2,00	27,00	18,00
13 Eerste zandl...	-14,00	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60
14 Allerod	-17,00	18,50	18,50	3,00	28,00	18,60
17 Tweede zan...	-18,50	18,00	20,00	0,00	32,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01A Ophoogzand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zand...	-1,00	1,00	1,00	Fine
07 Geulse klei	-3,50	1,00	1,00	Fine
10 Wadzand	-6,00	1,00	1,00	Fine
13 Eerste zandl...	-14,00	1,00	1,00	Fine
14 Allerod	-17,00	1,00	1,00	Fine
17 Tweede zan...	-18,50	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]
01A Ophoogzand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zand...	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 Geulse klei	-3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
10 Wadzand	-6,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-11,00
13 Eerste zandl...	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
14 Allerod	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
17 Tweede zan...	-18,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

4.2.5 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]
01A Ophoogzand	0,00	4800,00	4800,00	2400,00	2400,00
Klei, zwak zand...	-1,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
07 Geulse klei	-3,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
10 Wadzand	-6,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
13 Eerste zandl...	-14,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
14 Allerod	-17,00	14800,00	14800,00	7400,00	7400,00
17 Tweede zan...	-18,50	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
01A Ophoogzand	0,00	1200,00	1200,00
Klei, zwak zand...	-1,00	800,00	800,00
07 Geulse klei	-3,50	500,00	500,00
10 Wadzand	-6,00	3000,00	3000,00
13 Eerste zandl...	-14,00	5000,00	5000,00
14 Allerod	-17,00	3700,00	3700,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
17 Tweede zan...	-18,50	10000,00	10000,00

4.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Cross section [m ² /m']	Length [m]	Angle [degree]	Yield force [kN/m']	Pre-tension. force [kN/m']
Buis - 82,5 x 17,5	1,00	2,100E+08	1,250E-03	33,90	-45,00	1000,00	50,00

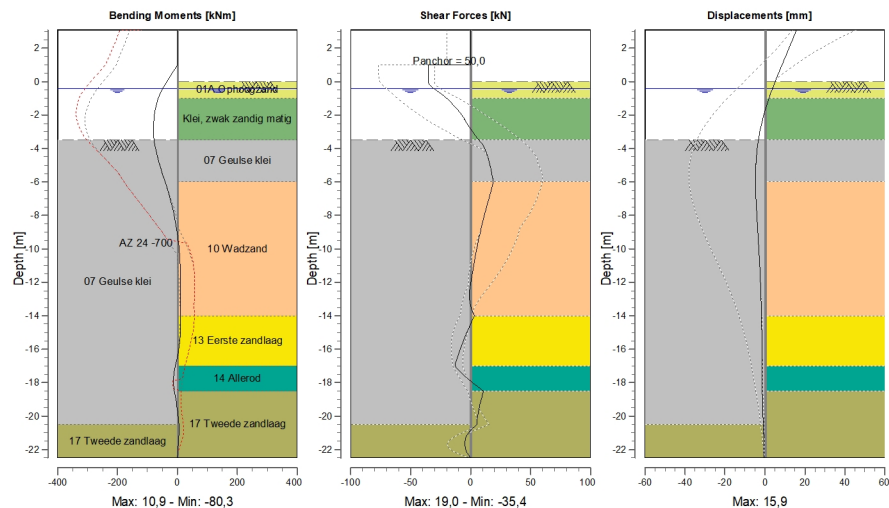
4.3 Calculation Results

Number of iterations: 4

4.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

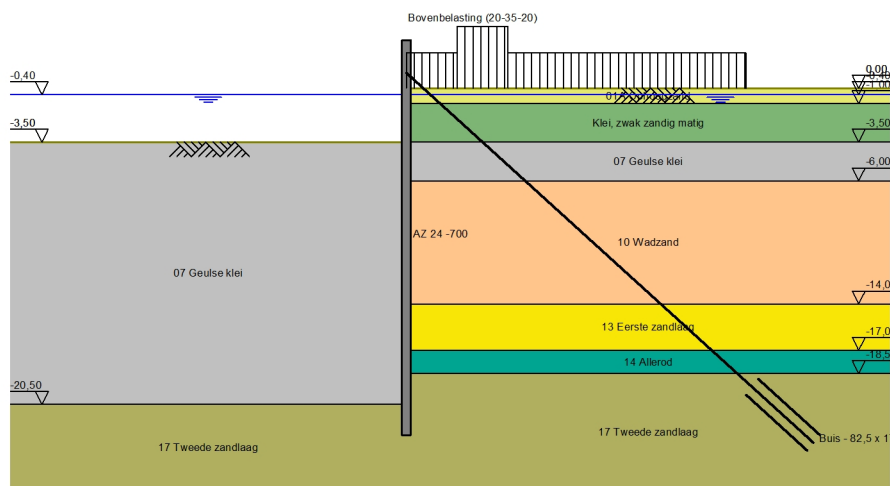
Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Aanbrengen damwand + anker

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



5 Outline Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.

Outline - Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.



6 Step 6.5 Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.

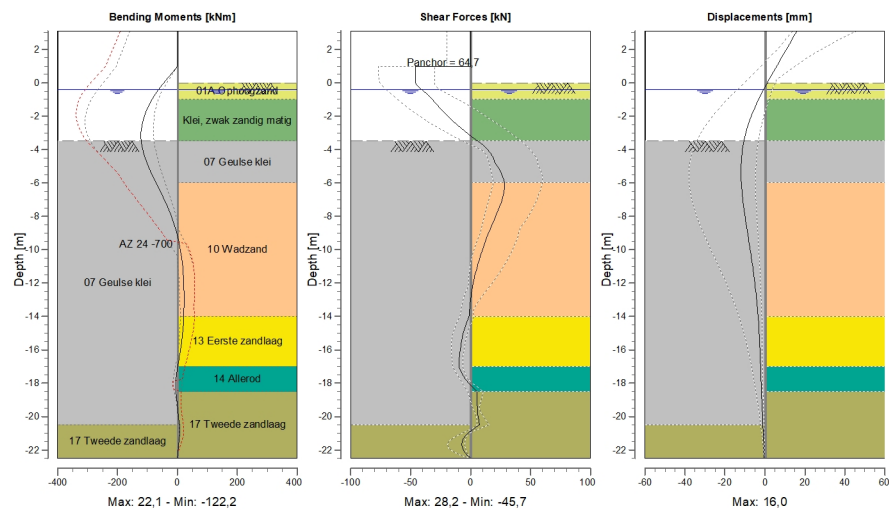
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

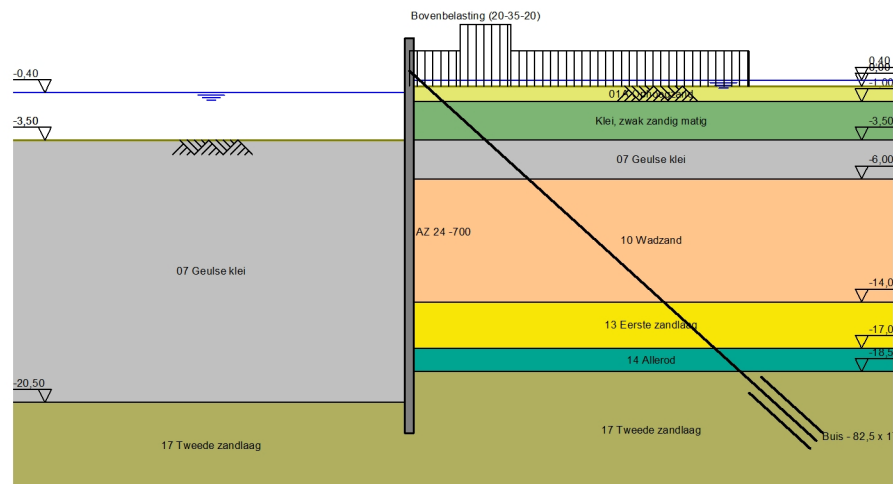
Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Tijdelijke situatie met bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



7 Outline Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

Outline - Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)



8 Step 6.5 Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

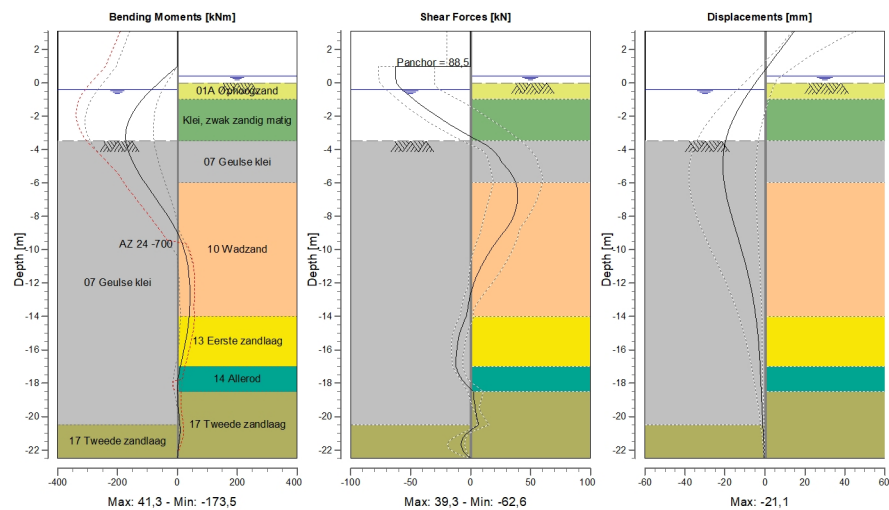
8.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

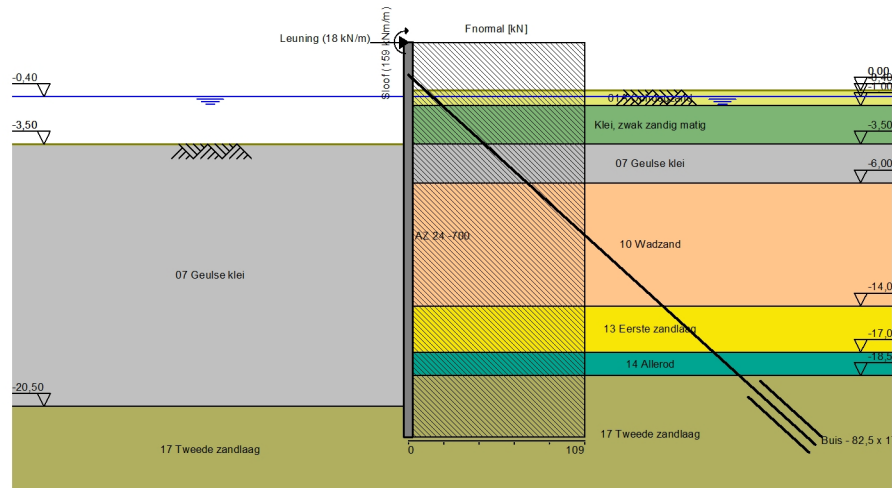
Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Tijdelijke situatie met bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



9 Outline Stage 4: Nieuwe situatie met schort

Outline - Stage 4: Nieuwe situatie met schort



10 Step 6.5 Stage 4: Nieuwe situatie met schort

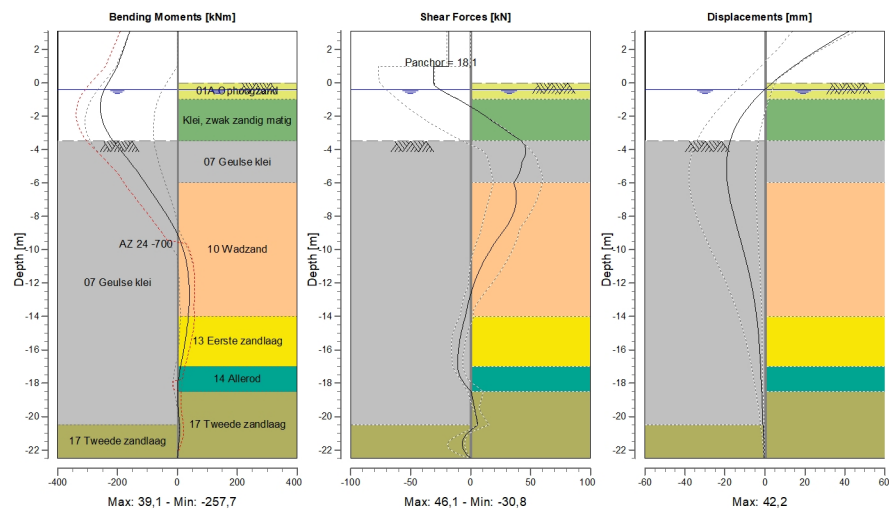
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

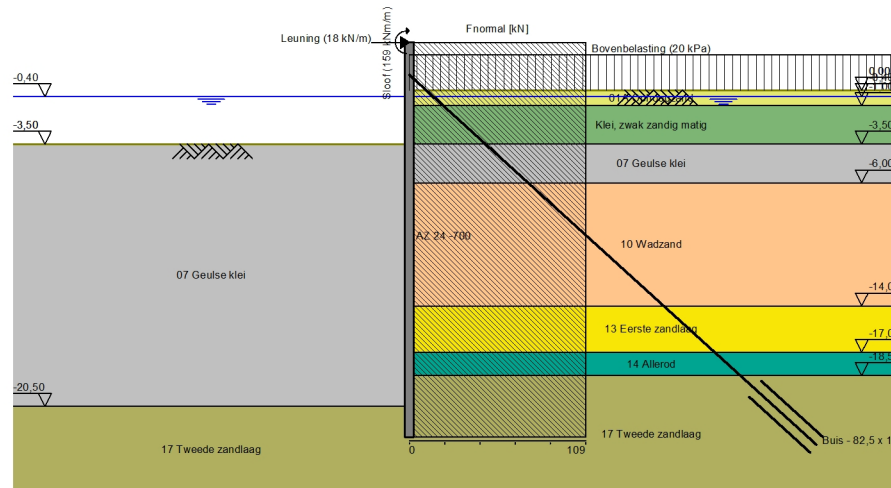
Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Nieuwe situatie met schort

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



11 Outline Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

Outline - Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.



12 Step 6.5 Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

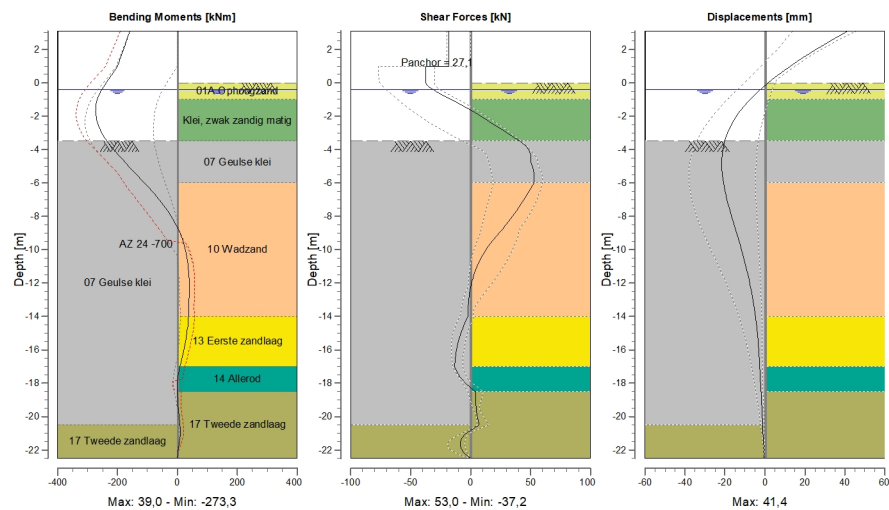
12.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

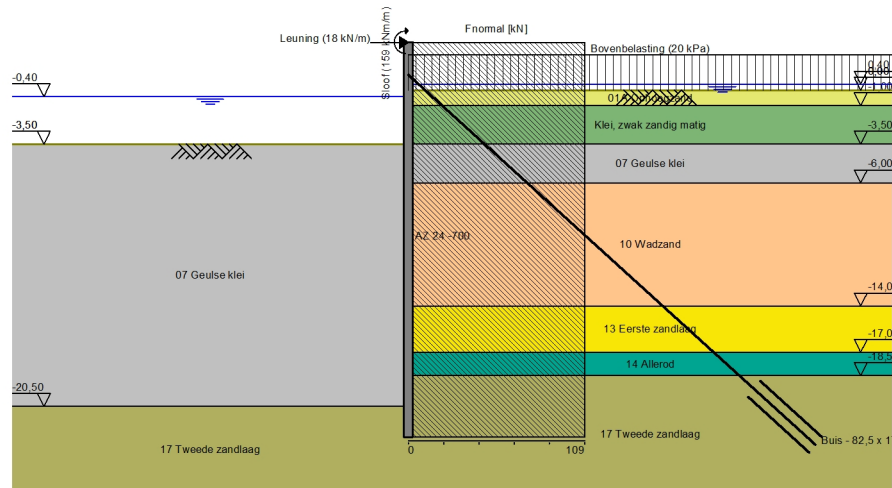
Moments/Forces/Displacements - Stage 5: Nieuwe situatie met schort + bovenbel.

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



13 Outline Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

Outline - Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)



14 Step 6.5 Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

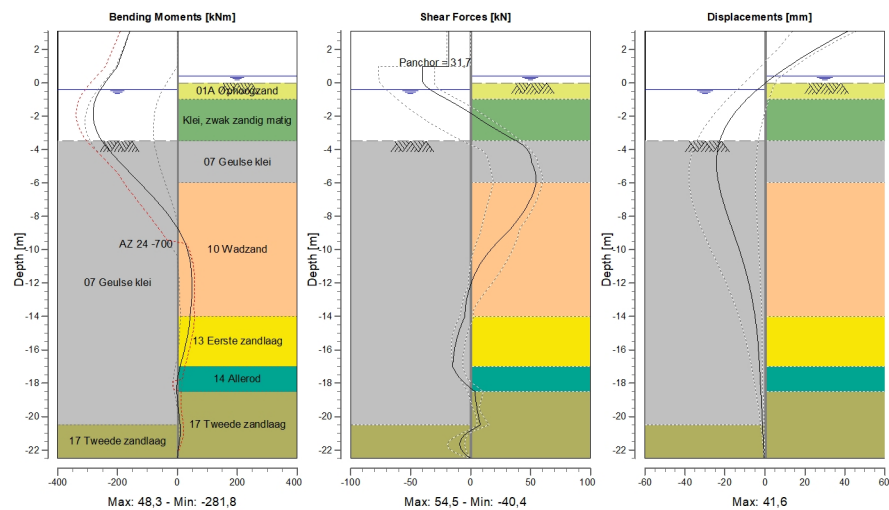
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Nieuwe situatie met schort + bovenbel. (val HW)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0



End of Report

Bijlage 7 Toetsing verticaal draagvermogen damwand – Kade 285 en Kade 326

Kade 285 - Toetsing verticaal draagvermogen damwand

Opgesteld	D. Wondergem				
Datum	24-10-2017				
Damwandtype	AZ26-700	[-]			
Dubbele plank (stramien)	1,4	[m]			
Oppervlak (punt)	0,02621	[m2/dubbele plank]	=	262,1	[cm2/dubbele plank]
Omtrek (1 zijde)	1,93	[m/dubbele plank]			
Omtrek (2 zijden)	3,86	[m/dubbele plank]			
Oppervlak (punt)	0,01872	[m2/m]	=	187,2	[cm2/m]
Omtrek (1 zijde)	1,38	[m/m]			
Omtrek (2 zijden)	2,76	[m/m]			
Niveau bovenzijde damplank	3,5	[m NAP]			
Lengte damplank	17,5	[m]			
Niveau onderzijde damplank	-14	[m NAP]			
Niveau bovenzijde positieve kleeft	-12,5	[m NAP]			
Schachthoogte	1,50	[m]			
Schachtoppervlak (2 zijden; niet pluggend)	4,14	[m2/m]			
Puntoppervlak (niet pluggend)	0,01872	[m2/m]			
Normaalkracht UGT	295	[kN/m]	(positief = neerwaarts)		
Belasting (F _{cd})	295	[kN/m]			
α _p	0,7	[-]			
β	1	[-]			
φ	32,5	[°]			
b	1,00	[m]	b>1,5a?	Ja	[-]
a	0,0122	[m]	deq	0,01	[m]
r	82	[-]	P.P.N.-0,7*deq	-14,0	[m NAP]
s	0,65	[-]	P.P.N.-4*deq	-14,0	[m NAP]
Sondering	DKM701	[-]	P.P.N.+8*deq	-13,9	[m NAP]
qc _I ;gem	15	[Mpa]			
qc _{II} ;gem	15	[Mpa]			
qc _{III} ;gem	15	[Mpa]			
qc;gem	15	[Mpa]			
qb;max	6875	[kPa]			
Rb;cal;max	129	[kN]			
Rb;d	92	[kN]			
α _s	0,006	[-]			
qc _I ;z;a	15	[Mpa]			
qs;max;z	90	[kPa]			
Rs;cal;max	372	[kN]			
Rs;d	265	[kN]			
Rc;cal	501	[kN]			
γ _t	1,2	[-]			
ξ ₃	1,17	[-]			
Rc;d	357	[kN]	(stijf bouwwerk; n=4)		
U.C.	0,83	[-]	->	Voldoet	

Kade 285 (mast) - Toetsing verticaal draagvermogen damwand

Opgesteld	D. Wondergem				
Datum	24-10-2017				
Damwandtype	AZ26-700	[-]			
Dubbele plank (stramien)	1,4	[m]			
Oppervlak (punt)	0,02621	[m2/dubbele plank]	=	262,1	[cm2/dubbele plank]
Omtrek (1 zijde)	1,93	[m/dubbele plank]			
Omtrek (2 zijden)	3,86	[m/dubbele plank]			
Oppervlak (punt)	0,01872	[m2/m]	=	187,2	[cm2/m]
Omtrek (1 zijde)	1,38	[m/m]			
Omtrek (2 zijden)	2,76	[m/m]			
Niveau bovenzijde damplank	3,5	[m NAP]			
Lengte damplank	17,5	[m]			
Niveau onderzijde damplank	-14	[m NAP]			
Niveau bovenzijde positieve kleeft	-12,5	[m NAP]			
Schachthoogte	1,50	[m]			
Schachtoppervlak (2 zijden; niet pluggend)	4,14	[m2/m]			
Puntoppervlak (niet pluggend)	0,01872	[m2/m]			
Normaalkracht UGT	283	[kN/m]	(positief = neerwaarts)		
Belasting (F _{cd})	283	[kN/m]			
α _p	0,7	[-]			
β	1	[-]			
φ	32,5	[°]			
b	1,00	[m]	b>1,5a?	Ja	[-]
a	0,0122	[m]	deq	0,01	[m]
r	82	[-]	P.P.N.-0,7*deq	-14,0	[m NAP]
s	0,65	[-]	P.P.N.-4*deq	-14,0	[m NAP]
Sondering	DKM701	[-]	P.P.N.+8*deq	-13,9	[m NAP]
qc _I ;gem	15	[Mpa]			
qc _{II} ;gem	15	[Mpa]			
qc _{III} ;gem	15	[Mpa]			
qc;gem	15	[Mpa]			
qb;max	6875	[kPa]			
R _b ;cal;max	129	[kN]			
R _b ;d	92	[kN]			
α _s	0,006	[-]			
qc _z ;a	15	[Mpa]			
q _s ;max;z	90	[kpa]			
R _s ;cal;max	372	[kN]			
R _s ;d	265	[kN]			
R _c ;cal	501	[kN]			
γ _t	1,2	[-]			
ξ ₃	1,17	[-]			
R _c ;d	357	[kN]	(stijf bouwwerk; n=4)		
U.C.	0,79	[-]	->	Voldoet	

Kade 326 - Toetsing verticaal draagvermogen damwand

Opgesteld	D. Wondergem				
Datum	25-10-2017				
Damwandtype	AZ24-700	[-]			
Dubbele plank (stramien)	1,4	[m]			
Oppervlak (punt)	0,02438	[m2/dubbele plank]	=	243,8	[cm2/dubbele plank]
Omtrek (1 zijde)	1,93	[m/dubbele plank]			
Omtrek (2 zijden)	3,86	[m/dubbele plank]			
Oppervlak (punt)	0,01741	[m2/m]	=	174,1	[cm2/m]
Omtrek (1 zijde)	1,38	[m/m]			
Omtrek (2 zijden)	2,76	[m/m]			
Niveau bovenzijde damplank	3	[m NAP]			
Lengte damplank	25,5	[m]			
Niveau onderzijde damplank	-22,5	[m NAP]			
Niveau bovenzijde positieve kleeft	-20,5	[m NAP]			
Schachthoogte	2,00	[m]			
Schachtoppervlak (2 zijden; niet pluggend)	5,51	[m2/m]			
Puntoppervlak (niet pluggend)	0,01741	[m2/m]			
Normaalkracht UGT	221	[kN/m]	(positief = neerwaarts)		
Belasting (F _{c,d})	221	[kN/m]			
α _p	0,7	[-]			
β	1	[-]			
φ	32,5	[°]			
b	1,00	[m]	b>1,5a?	Ja	[-]
a	0,0122	[m]	deq	0,01	[m]
r	82	[-]	P.P.N.-0,7*deq	-22,5	[m NAP]
s	0,65	[-]	P.P.N.-4*deq	-22,5	[m NAP]
Sondering	DKM32A	[-]	P.P.N.+8*deq	-22,4	[m NAP]
qc _I ;gem	15	[Mpa]			
qc _{II} ;gem	15	[Mpa]			
qc _{III} ;gem	15	[Mpa]			
qc _{gem}	15	[Mpa]			
qb _{max}	6875	[kPa]			
R _b ;cal;max	120	[kN]			
R _b ;d	85	[kN]			
α _s	0,006	[-]			
qc _z ;a	15	[Mpa]			
qs _{max} ;z	90	[kpa]			
Rs _{cal} ;max	496	[kN]			
Rs _d	353	[kN]			
R _c ;cal	616	[kN]			
γ _t	1,2	[-]			
ξ ₃	1,17	[-]			
R _c ;d	439	[kN]			
U.C.	0,50	[-]	->	Voldoet	
(stijf bouwwerk; n=5)					

(stijf bouwwerk; n=5)

Kade 326 (mast) - Toetsing verticaal draagvermogen damwand

Opgesteld	D. Wondergem				
Datum	25-10-2017				
Damwandtype	AZ24-700	[-]			
Dubbele plank (stramien)	1,4	[m]			
Oppervlak (punt)	0,02438	[m2/dubbele plank]	=	243,8	[cm2/dubbele plank]
Omtrek (1 zijde)	1,93	[m/dubbele plank]			
Omtrek (2 zijden)	3,86	[m/dubbele plank]			
Oppervlak (punt)	0,01741	[m2/m]	=	174,1	[cm2/m]
Omtrek (1 zijde)	1,38	[m/m]			
Omtrek (2 zijden)	2,76	[m/m]			
Niveau bovenzijde damplank	3	[m NAP]			
Lengte damplank	25,5	[m]			
Niveau onderzijde damplank	-22,5	[m NAP]			
Niveau bovenzijde positieve kleeft	-20,5	[m NAP]			
Schachthoogte	2,00	[m]			
Schachtoppervlak (2 zijden; niet pluggend)	5,51	[m2/m]			
Puntoppervlak (niet pluggend)	0,01741	[m2/m]			
Normaalkracht UGT	225	[kN/m]	(positief = neerwaarts)		
Belasting (F _{c,d})	225	[kN/m]			
α _p	0,7	[-]			
β	1	[-]			
φ	32,5	[°]			
b	1,00	[m]	b>1,5a?	Ja	[-]
a	0,0122	[m]	deq	0,01	[m]
r	82	[-]	P.P.N.-0,7*deq	-22,5	[m NAP]
s	0,65	[-]	P.P.N.-4*deq	-22,5	[m NAP]
Sondering	DKM32A	[-]	P.P.N.+8*deq	-22,4	[m NAP]
q _{c,I;gem}	15	[Mpa]			
q _{c,II;gem}	15	[Mpa]			
q _{c,III;gem}	15	[Mpa]			
q _{c;gem}	15	[Mpa]			
q _{b;max}	6875	[kPa]			
R _{b;cal;max}	120	[kN]			
R _{b;d}	85	[kN]			
α _s	0,006	[-]			
q _{c;z;a}	15	[Mpa]			
q _{s;max;z}	90	[kpa]			
R _{s;cal;max}	496	[kN]			
R _{s;d}	353	[kN]			
R _{c;cal}	616	[kN]			
γ _t	1,2	[-]			
ξ ₃	1,17	[-]			
R _{c;d}	439	[kN]			
U.C.	0,51	[-]	->	Voldoet	
(stijf bouwwerk; n=5)					

(stijf bouwwerk; n=5)

Bijlage 8 Berekening damwandverankering – Kade 285 en Kade 326

Invoergegevens

Deze berekening is volgens de CUR 166 en NEN 1997 (hoofdstuk 8)

Ankergegevens		
Toegepast anker:	Ø82,5x20,0 / Ø350	
H.o.h. afstand (a)	2,80	[m]
Aangrijpingspunt anker	1	[m] NAP
Totale lengte (L)	32,5	[m]
Buitendiameter (D _o)	82,5	[mm]
Wanddikte (t)	20,0	[mm]
Binnendiameter (D _i)	42,5	[mm]
Staaloppervlakte (A)	3888,0	[mm ²]
Staaloppervlakte / m (A)	1,39E-03	[m ² /m]
Vloeispanning (f _{y,d})	500	[N/mm ²]
Breukspanning (f _{t,d})	700	[N/mm ²]
Levensduur	100	[jaar]
Corrosie	0,012	[mm/ jr. /kant]

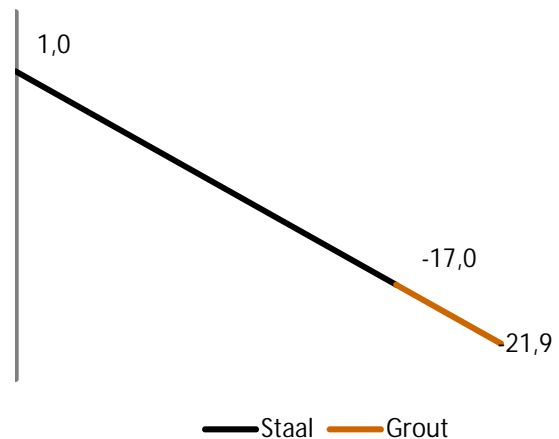
Groutgegevens		
Diameter boorkop	350	[mm]
Diameter groutlichaam	370	[mm]
Bovenzijde groutlichaam	-17,00	[m NAP]
Onderzijde groutlichaam	-21,95	[m NAP]
Hoek met horizontaal (α)	45	[°]
Lengte groutlichaam (L _a)	7	[m]
Schachtwrijvingsfactor (α _t)	1,50%	[-]
Sondering	DTA-1	[-]
Gem. conusweerstand (q _{c,gem})	15	[MPa]
Lengte staal (L _s)	25,0	[m]

Krachten in verschillende fases		
P _{max} bouwphase	201,82	[kN/m]
P _{max} gebruiksfase	240,93	[kN/m]
Zetting?	In beide fases meenemen	

Partiële factoren		
Belastingsfactor grout (γ _a)	1,10	[-]
Belastingsfactor staal (γ _a)	1,25	[-]
Materiaalfactor grout (γ _m)	1,10	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m,vloei})	1,00	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m,breuk})	1,40	[-]
Correlatiefactor (ξ _a)	1,00	[-]
Partiële factor wrijving (γ _a)	1,00	[-]

Ankerkrachten representatief		
Bouwphase	1179	[kN]
Gebruiksfase	1408	[kN]

Verticale component ankerkracht		
Bouwphase	834	[kN]
Gebruiksfase	996	[kN]



Toetsing ankerstaal

Zonder corrosie:

R _{t,d}	1944	[kN]
R _{a,d}	1760	[kN]
UC	0,91	Voldoet

Met corrosie:

R _{t,d}	1810	[kN]
R _{a,c}	1760	[kN]
UC	0,97	Voldoet

Toetsing groutlichaam

R _{a,d}	1831	[kN]
P _d	1549	[kN]
UC	0,85	Voldoet

Invloed zetting

Zettende grond										
Laag [#]	BK [m NAP]	OK [m NAP]	D [m]	Soort [-]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	k ₀ [-]	$\Delta\sigma'$ [kN/m ²]	c _u [kN/m ²]	q _z [kN/m]
1	3,5	-0,4	3,9	Zand	17	28	0,53	86,3		8,77
2	-0,4	-7,5	7,1	Zand	9	28	0,53	63,9		6,50
3	-7,5	0	7,5					0		0,00
4		0	0					0		0,00
5		0	0					0		0,00
6		0	0					0		0,00
7		0	0					0		0,00
8		0	0					0		0,00
9		0	0					0		0,00
10			0					0		0,00
Bovenbelasting		20	[kN/m ²]	Emperische factor (α)			9	[-]		
Lengte staal waarover zetting plaats vindt					15,8	[m]				

Staalgegevens			Belastingsgegevens			Grondgegevens		
E_{anker}	2,1E+08	[kPa]	q-last grond (q_z)	15,27	[kN/m]	$K_{0,\text{gem}}$	0,32	[-]
I_{anker}	1,9E-06	[m ⁴]	Eigen gewicht	0,28	[kN/m]	Wand wrijv. (δ)	11,1	[°]
EA_{anker}	7,6E+05	[kN]	q-last totaal (q_0)	14,00	[kN/m]	Beddingscons. (c)	2000	[kN/m ²]
A_{anker}	3,6E-03	[m ²]	Golflengte (λ)	#####	[m]	Zetting (Δz)	0,085	[m]
W_{anker}	4,6E-05	[m ³]	Buigstijfheid (k)	2,2E+08	[kN/m]	Max. buiging (γ_0)	0,16	[m]
I_{damwand}	6,0E+04	[cm ⁴]						
EI_{damwand}	1,3E+21	[kNm ²]						

Geval 1: Niet van toepassing		
$\alpha(1+\alpha)^2$	23,95	[-]
α	2,257	[-]

Geval 2: Van toepassing		
$\alpha_n^2(1+\alpha_n)$	2,467	[-]
α_n	1,09	[-]
β	0,42	[-]

Invoergegevens

Deze berekening is volgens de CUR 166 en NEN 1997 (hoofdstuk 8)

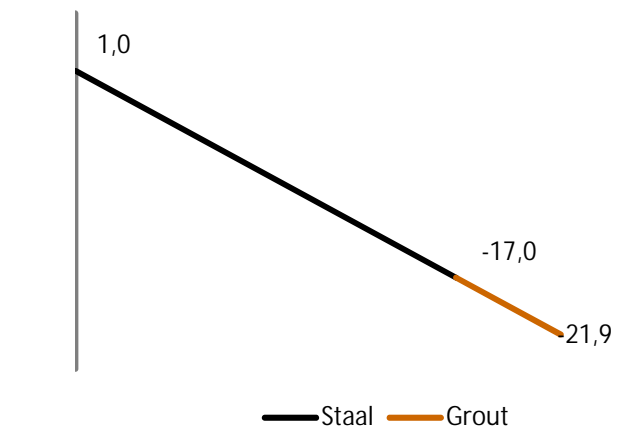
Ankergegevens		
Toegepast anker:	Ø82,5x20,0 / Ø350	
H.o.h. afstand (a)	2,80	[m]
Aangrijpingspunt anker	1	[m] NAP
Totale lengte (L)	32,5	[m]
Buitendiameter (D _o)	82,5	[mm]
Wanddikte (t)	20,0	[mm]
Binnendiameter (D _i)	42,5	[mm]
Staaloppervlakte (A)	3888,0	[mm ²]
Staaloppervlakte / m (A)	1,39E-03	[m ² /m]
Vloeispanning (f _{y,d})	500	[N/mm ²]
Breukspanning (f _{t,d})	700	[N/mm ²]
Levensduur	100	[jaar]
Corrosie	0,012	[mm/ jr. /kant]

Groutgegevens		
Diameter boorkop	350	[mm]
Diameter groutlichaam	370	[mm]
Bovenzijde groutlichaam	-17,00	[m NAP]
Onderzijde groutlichaam	-21,95	[m NAP]
Hoek met horizontaal (α)	45	[°]
Lengte groutlichaam (L _a)	7	[m]
Schachtwrijvingsfactor (α _t)	1,50%	[-]
Sondering	DTA-1	[-]
Gem. conusweerstand (q _{c, gem})	15	[MPa]
Lengte staal (L _s)	25,0	[m]

Krachten in verschillende fases		
P _{max} bouwfase	302,73	[kN/m]
P _{max} gebruiksfase	361,40	[kN/m]
Zetting?	In beide fases meenemen	

Partiële factoren		
Belastingsfactor grout (γ _a)	1,00	[-]
Belastingsfactor staal (γ _a)	1,00	[-]
Materiaalfactor grout (γ _m)	1,00	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m; vloei})	1,00	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m; breuk})	1,00	[-]
Correlatiefactor (ξ _a)	1,00	[-]
Partiële factor wrijving (γ _a)	1,00	[-]

Ankerkrachten representatief		
Bouwfase	1410	[kN]
Gebruiksfase	1683	[kN]



Verticale component ankerkracht		
Bouwfase	997	[kN]
Gebruiksfase	1190	[kN]

Toetsing ankerstaal

Zonder corrosie:

R _{t;d}	1944	[kN]
R _{a;d}	1683	[kN]
UC	0,87	Voldoet

Met corrosie:

R _{t;d}	1810	[kN]
R _{a;c}	1683	[kN]
UC	0,93	Voldoet

Toetsing groutlichaam

R _{a;d}	1831	[kN]
P _d	1683	[kN]
UC	0,92	Voldoet

Invloed zetting

Zettende grond										
Laag	BK	OK	D	Soort	γ'	ϕ'	k_0	$\Delta\sigma'$	c_u	q_z
[#]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[-]	[kN/m ³]	[°]	[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m]
1	3,5	-0,4	3,9	Zand	17	28	0,53	86,3		8,77
2	-0,4	-7,5	7,1	Zand	9	28	0,53	63,9		6,50
3	-7,5	0	7,5					0		0,00
4		0	0					0		0,00
5		0	0					0		0,00
6		0	0					0		0,00
7		0	0					0		0,00
8		0	0					0		0,00
9		0	0					0		0,00
10			0					0		0,00
Bovenbelasting		20	[kN/m ²]	Emperische factor (α)			9	[-]		
Lengte staal waarover zetting plaats vindt					15,8	[m]				

Staalgegevens			Belastingsgegevens			Grondgegevens		
E_{anker}	2,1E+08	[kPa]	q-last grond (q_z)	15,27	[kN/m]	$K_{0,\text{gem}}$	0,32	[-]
I_{anker}	1,9E-06	[m ⁴]	Eigen gewicht	0,28	[kN/m]	Wand wrijv. (δ)	11,1	[°]
EA_{anker}	7,6E+05	[kN]	q-last totaal (q_0)	14,00	[kN/m]	Beddingscons. (c)	2000	[kN/m ²]
A_{anker}	3,6E-03	[m ²]	Golflengte (λ)	#####	[m]	Zetting (Δz)	0,085	[m]
W_{anker}	4,6E-05	[m ³]	Buigstijfheid (k)	2,2E+08	[kN/m]	Max. buiging (γ_0)	0,15	[m]
I_{damwand}	6,0E+04	[cm ⁴]						
EI_{damwand}	1,3E+21	[kNm ²]						

Geval 1: Niet van toepassing		
$\alpha(1+\alpha)^2$	7,10	[-]
α	1,319	[-]

Geval 2: Van toepassing		
$\alpha_n^2(1+\alpha_n)$	0,731	[-]
α_n	0,66	[-]
β	0,36	[-]

Invoergegevens

Deze berekening is volgens de CUR 166 en NEN 1997 (hoofdstuk 8)

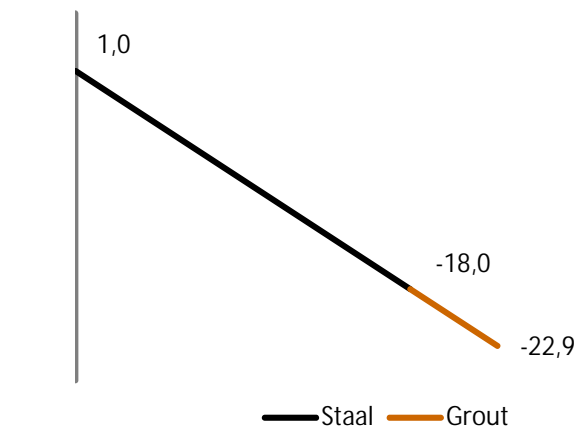
Ankergegevens		
Toegepast anker:	Ø82,5x17,5 / Ø350	
H.o.h. afstand (a)	2,80	[m]
Aangrijpingspunt anker	1	[m] NAP
Totale lengte (L)	33,9	[m]
Buitendiameter (D _o)	82,5	[mm]
Wanddikte (t)	17,5	[mm]
Binnendiameter (D _i)	47,5	[mm]
Staaloppervlakte (A)	3503,0	[mm ²]
Staaloppervlakte / m (A)	1,25E-03	[m ² /m]
Vloeispanning (f _{y,d})	500	[N/mm ²]
Breukspanning (f _{t,d})	700	[N/mm ²]
Levensduur	100	[jaar]
Corrosie	0,012	[mm/ jr. /kant]

Groutgegevens		
Diameter boorkop	350	[mm]
Diameter groutlichaam	370	[mm]
Bovenzijde groutlichaam	-18,00	[m NAP]
Onderzijde groutlichaam	-22,95	[m NAP]
Hoek met horizontaal (α)	45	[°]
Lengte groutlichaam (L _a)	7	[m]
Schachtwrijvingsfactor (α _t)	1,50%	[-]
Sondering	DKMP10	[-]
Gem. conusweerstand (q _{c, gem})	15	[MPa]
Lengte staal (L _s)	27,0	[m]

Krachten in verschillende fases		
P _{max} bouwfase	108,41	[kN/m]
P _{max} gebruiksfase	147,75	[kN/m]
Zetting?	In beide fases meenemen	

Partiële factoren		
Belastingsfactor grout (γ _a)	1,10	[-]
Belastingsfactor staal (γ _a)	1,25	[-]
Materiaalfactor grout (γ _m)	1,10	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m; vloei})	1,00	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m; breuk})	1,40	[-]
Correlatiefactor (ξ _a)	1,00	[-]
Partiële factor wrijving (γ _a)	1,00	[-]

Ankerkrachten representatief		
Bouwfase	833	[kN]
Gebruiksfase	1136	[kN]



Verticale component ankerkracht		
Bouwfase	589	[kN]
Gebruiksfase	803	[kN]

Toetsing ankerstaal

Zonder corrosie:

R _{t,d}	1752	[kN]
R _{a,d}	1419	[kN]
UC	0,81	Voldoet

Met corrosie:

R _{t,d}	1634	[kN]
R _{a,c}	1419	[kN]
UC	0,87	Voldoet

Toetsing groutlichaam

R _{a,d}	1831	[kN]
P _d	1249	[kN]
UC	0,68	Voldoet

Invloed zetting

Zettende grond										
Laag	BK	OK	D	Soort	γ'	ϕ'	k_0	$\Delta\sigma'$	c_u	q_z
[#]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[-]	[kN/m ³]	[°]	[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m]
1	3	-0,4	3,4	Zand	17	28	0,53	77,8		7,91
2	-0,4	-1	0,6	Zand	9	28	0,53	5,4		0,55
3	-1	-3,5	2,5	Zand	8	22,5	0,62	20		1,98
4	-3,5	-5	1,5	Klei	3,6	21	0,64	5,4	40	33,00
5	-5	0	5					0		0,00
6		0	0					0		0,00
7		0	0					0		0,00
8		0	0					0		0,00
9		0	0					0		0,00
10			0					0		0,00
Bovenbelasting		20	[kN/m ²]	Emperische factor (α)			9	[-]		
Lengte staal waarover zetting plaats vindt					5,66	[m]				

Staalgegevens			Belastingsgegevens			Grondgegevens		
E_{anker}	2,1E+08	[kPa]	q-last grond (q_z)	43,44	[kN/m]	$K_{0,\text{gem}}$	0,36	[-]
I_{anker}	1,8E-06	[m ⁴]	Eigen gewicht	0,25	[kN/m]	Wand wrijv. (δ)	10,2	[°]
EA_{anker}	6,9E+05	[kN]	q-last totaal (q_0)	39,33	[kN/m]	Beddingscons. (c)	2000	[kN/m ²]
A_{anker}	3,3E-03	[m ²]	Golflengte (λ)	#####	[m]	Zetting (Δz)	0,03	[m]
W_{anker}	4,4E-05	[m ³]	Buigstijfheid (k)	2,2E+08	[kN/m]	Max. buiging (γ_0)	0,06	[m]
I_{damwand}	5,6E+04	[cm ⁴]						
EI_{damwand}	1,2E+21	[kNm ²]						

Geval 1: Niet van toepassing		
$\alpha(1+\alpha)^2$	95,21	[-]
α	3,925	[-]

Geval 2: Van toepassing		
$\alpha_n^2(1+\alpha_n)$	8,356	[-]
α_n	1,74	[-]
β	0,48	[-]

Invoergegevens

Deze berekening is volgens de CUR 166 en NEN 1997 (hoofdstuk 8)

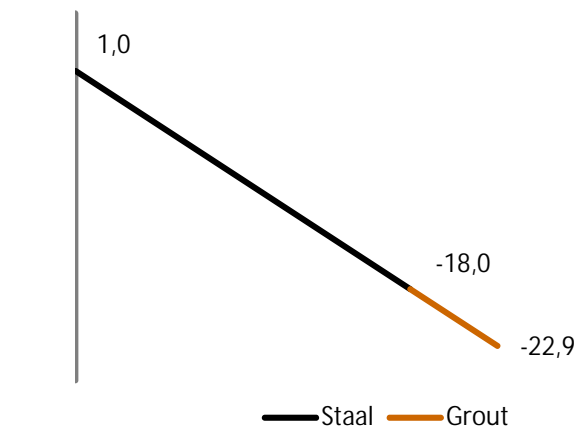
Ankergegevens		
Toegepast anker:	Ø82,5x17,5 / Ø350	
H.o.h. afstand (a)	2,80	[m]
Aangrijpingspunt anker	1	[m] NAP
Totale lengte (L)	33,9	[m]
Buitendiameter (D _o)	82,5	[mm]
Wanddikte (t)	17,5	[mm]
Binnendiameter (D _i)	47,5	[mm]
Staaloppervlakte (A)	3503,0	[mm ²]
Staaloppervlakte / m (A)	1,25E-03	[m ² /m]
Vloeispanning (f _{y,d})	500	[N/mm ²]
Breukspanning (f _{t,d})	700	[N/mm ²]
Levensduur	100	[jaar]
Corrosie	0,012	[mm/ jr. /kant]

Groutgegevens		
Diameter boorkop	350	[mm]
Diameter groutlichaam	370	[mm]
Bovenzijde groutlichaam	-18,00	[m NAP]
Onderzijde groutlichaam	-22,95	[m NAP]
Hoek met horizontaal (α)	45	[°]
Lengte groutlichaam (L _a)	7	[m]
Schachtwrijvingsfactor (α _t)	1,50%	[-]
Sondering	DKMP10	[-]
Gem. conusweerstand (q _{c, gem})	15	[MPa]
Lengte staal (L _s)	27,0	[m]

Krachten in verschillende fases		
P _{max} bouwfase	162,615	[kN/m]
P _{max} gebruiksfase	221,625	[kN/m]
Zetting?	In beide fases meenemen	

Partiële factoren		
Belastingsfactor grout (γ _a)	1,00	[-]
Belastingsfactor staal (γ _a)	1,00	[-]
Materiaalfactor grout (γ _m)	1,00	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m; vloei})	1,00	[-]
Materiaalfactor staal (γ _{m; breuk})	1,00	[-]
Correlatiefactor (ξ _a)	1,00	[-]
Partiële factor wrijving (γ _a)	1,00	[-]

Ankerkrachten representatief		
Bouwfase	951	[kN]
Gebruiksfase	1296	[kN]



Verticale component ankerkracht		
Bouwfase	672	[kN]
Gebruiksfase	917	[kN]

Toetsing ankerstaal

Zonder corrosie:

R _{t;d}	1752	[kN]
R _{a;d}	1296	[kN]
UC	0,74	Voldoet

Met corrosie:

R _{t;d}	1634	[kN]
R _{a;c}	1296	[kN]
UC	0,79	Voldoet

Toetsing groutlichaam

R _{a;d}	1831	[kN]
P _d	1296	[kN]
UC	0,71	Voldoet

Invloed zetting

Zettende grond										
Laag [#]	BK [m NAP]	OK [m NAP]	D [m]	Soort [-]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	k ₀ [-]	$\Delta\sigma'$ [kN/m ²]	c _u [kN/m ²]	q _z [kN/m]
1	3	-0,4	3,4	Zand	17	28	0,53	77,8		7,91
2	-0,4	-1	0,6	Zand	9	28	0,53	5,4		0,55
3	-1	-3,5	2,5	Zand	8	22,5	0,62	20		1,98
4	-3,5	-5	1,5	Klei	3,6	21	0,64	5,4	40	33,00
5	-5	0	5					0		0,00
6		0	0					0		0,00
7		0	0					0		0,00
8		0	0					0		0,00
9		0	0					0		0,00
10			0					0		0,00
Bovenbelasting		20	[kN/m ²]	Emperische factor (α)			9	[-]		
Lengte staal waarover zetting plaats vindt					5,66	[m]				

Staalgegevens			Belastingsgegevens			Grondgegevens		
E_{anker}	2,1E+08	[kPa]	q-last grond (q_z)	43,44	[kN/m]	$K_{0,\text{gem}}$	0,36	[-]
I_{anker}	1,8E-06	[m ⁴]	Eigen gewicht	0,25	[kN/m]	Wand wrijv. (δ)	10,2	[°]
EA_{anker}	6,9E+05	[kN]	q-last totaal (q_0)	39,33	[kN/m]	Beddingscons. (c)	2000	[kN/m ²]
A_{anker}	3,3E-03	[m ²]	Golflengte (λ)	#####	[m]	Zetting (Δz)	0,03	[m]
W_{anker}	4,4E-05	[m ³]	Buigstijfheid (k)	2,2E+08	[kN/m]	Max. buiging (γ_0)	0,06	[m]
I_{damwand}	5,6E+04	[cm ⁴]						
EI_{damwand}	1,2E+21	[kNm ²]						

Geval 1: Niet van toepassing		
$\alpha(1+\alpha)^2$	28,21	[-]
α	2,417	[-]

Geval 2: Van toepassing		
$\alpha_n^2(1+\alpha_n)$	2,476	[-]
α_n	1,09	[-]
β	0,45	[-]

Bijlage 9 Toetsing staalspanning damwand – Kade 285 en Kade 326

KADE 285 - BOUWFASE

Durability EC3-5 Beta version 3.2.1. Double check the results

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Actions: $M=686$ | $V=155$ | $N=295$ | $l=10$ | $w=0,80$

M_{Ed} 686 kNm/m
 V_{Ed} 155 kN/m
 N_{Ed} 295 kN/m
 buckling length 10 m
 water pressure w 0.80 m

☒ verify eq. 5.13 (buckling)

Sheet pile section: AZ 26-700

Steel grade: S 355 GP | $f_y = 355$ MPa

Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00

Partial safety factors: 1,00 | 1,10

Service life ...

Steel quantities ...

Notes

Results

Good choice.
 Optimization factor $O_f: 0,63 \leq 1,0$

AZ 26-700

Classification

ε 0,814
 $(b/t_f)/\varepsilon$ 37
 Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\varepsilon$...
 Class red. ...
 $f_{y(Class 3)}$...
 $\sigma_{y(Class 3)}$...

Section properties

	ini.
W _{ely}	2600 cm ³ /m
W _{ply}	3070 cm ³ /m
I _y	59720 cm ⁴ /m
A	187,2 cm ² /m
t _f	12,20 mm
t _w	12,20 mm
h	460,0 mm
alpha	55,2 °
b	370,5 mm
c	545,3 mm
Av	78,0 cm ² /m
S _y	1535 cm ³ /m
r ₀	15,0 mm
mass	146,9 kg/m ²

Loss of steel: 0,00 mm

Front: 0,00 mm

Back: 0,00 mm

Steel quantities

Total 0,0 t
 SSP pairs 0
 Wall length 0,0 m

Durability EC3-5 Beta version 3.2.1. Double check the results

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

(5.2.2) Bending

$M_{Ed} = 686 \leq M_{c,Rd} = 1090$ ✓
 $\beta_B = 1,00$ $W_{pl} = 3070$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ Ok!

Z-pile: $w = 0,80 \leq 5$ m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \varepsilon = \dots$ $f_{y,red} = \dots$
 $\rho_p = \dots$ $M_{c,Rd,red} = \dots$

(5.2.2) Bending & Shear

$V_{Ed} = 155 \leq V_{pl,Rd} = 1600$ ✓
 $M_{Ed} = \dots \leq M_{V,Rd} = \dots$ with $\rho = \dots$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ Ok!

(5.2.2) Web Shear Buckling

$(c/t_w)/\varepsilon = 54,9 \leq 72$ ✓ $f_{bv} = \dots$ $\lambda_w = \dots$
 $V_{Ed} = \dots \leq V_{b,Rd} = \dots$ No verification required. Ok!

(5.2.3) Buckling

$N_{Ed} = 295 \leq N_{pl,Rd} = 6646$ ✓
 $N_{cr} = 12378$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \dots$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = \dots$ ✓
 $\beta_D = 1,00$ $0,04 * N_{cr} = 495$ $\lambda = \dots$ $\Phi = \dots$ $\chi = \dots$ $N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}$ Ok!

(5.2.3) Bending & Axial

$N_{Ed} = 295 \leq k * N_{pl,Rd} = 665$ ✓ with $k = 0,10$
 $M_{Ed} = \dots \leq M_{N,Rd} = \dots$ N_{Ed} neglected. Ok!

(5.2.3) Bending & Axial & Shear

$M_{Ed} = 686$ $M_{N,Rd,red} = \dots$
 with $f_{y,red} = \dots$

Results

Good choice.
 Optimization factor $O_f: 0,63 \leq 1,0$

Section properties

Sheet pile AZ 26-700
 Steel grade S 355 GP
 f_y 355 MPa
 epsilon 0,814
 Class 2
 gamma_M0 1,00
 gamma_M1 1,10
 buckling length 10,0 m

Units

M kNm/m
 V kN/m
 N kN/m
 W_{el}, W_{pl} cm³/m
 f_y , f_{bv} MPa
 others non-dimensional

KADE 285 - GEBRUIKSFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. $M=633$ | $V=155$ | $N=295$ | $l=10$ | $w=0,80$
 M_{Ed} 633 kNm/m
 V_{Ed} 155 kN/m
 N_{Ed} 295 kN/m
buckling length 10 m
water pressure w 0.80 m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)
Sheet pile section: AZ 26-700
Steel grade: S 355 GP | $f_y = 355$ MPa
Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
Partial safety factors: 1,00 | 1,10
Service life: 100 years | Loss of steel: 2,60 mm
Steel quantities ...
Notes
Results

Good choice.
Optimization factor $O_f: 0,84 \leq 1,0$

AZ 26-700

Classification
 ϵ 0,814
 $(b/t_f)/\epsilon$ 37
Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\epsilon$ 47
Class red. 3
 $f_{y(Class 3)}$...
 $\sigma_{y(Class 3)}$...
Loss of steel: 2,60 mm
Front: 1,40 mm
Common fresh water (river, ship canal,...) in the zone of high attack (water line)
Back: 1,20 mm
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist,...)
Steel quantities
Total 0,0 t
SSP pairs 0
Wall length 0,0 m

Section properties

	ini.	red.	
W_{ely}	2600	2135	cm ³ /m
W_{ply}	3070	...	cm ³ /m
I_y	59720	48920	cm ⁴ /m
A	187,2	151,6	cm ² /m
t_f	12,20	9,60	mm
t_w	12,20	9,60	mm
h	460,0	457,4	mm
α	55,2	...	°
b	370,5	...	mm
c	545,3	...	mm
A_v	78,0	61,4	cm ² /m
S_y	1535	...	cm ³ /m
r_0	15,0	...	mm
mass	146,9	...	kg/m ²

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
 $M_{Ed} = 633 \leq M_{c,Rd} = 758$ ✓
 $\beta_B = 1,00$ $W_{el} = 2135$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ Ok!
Z-pile: $w = 0,80 \leq 5$ m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \epsilon = ...$ $f_{y,red} = ...$
 $\rho_p = ...$ $M_{c,Rd,red} = ...$
Results

Good choice.
Optimization factor $O_f: 0,84 \leq 1,0$

(5.2.2) Bending & Shear
 $V_{Ed} = 155 \leq V_{pl,Rd} = 1259$ ✓
 $M_{Ed} = ... \leq M_{V,Rd} = ...$ with $\rho = ...$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ Ok!
(5.2.2) Web Shear Buckling
 $(c/t_w)/\epsilon = 69,8 \leq 72$ ✓ $f_{bv} = ...$ $\lambda_w = ...$
 $V_{Ed} = ... \leq V_{b,Rd} = ...$ No verification required. Ok!
(5.2.3) Buckling
 $N_{Ed} = 295 \leq N_{pl,Rd} = 5383$ ✓
 $N_{cr} = 10139$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = ...$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = ...$ ✓
 $\beta_D = 1,00$ $0,04 * N_{cr} = 406$ $\lambda = ...$ $\Phi = ...$ $\chi = ...$ $N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}$ Ok!
(5.2.3) Bending & Axial
 $N_{Ed} = 295 \leq k * N_{pl,Rd} = 538$ ✓ with $k = 0,10$
 $M_{Ed} = ... \leq M_{N,Rd} = ...$ N_{Ed} neglected. Ok!
(5.2.3) Bending & Axial & Shear
 $M_{Ed} = 633$ $N_{Ed,red} = ...$
with $f_{y,red} = ...$

Section properties
Sheet pile AZ 26-700
Steel grade S 355 GP
 f_y 355 MPa
epsilon 0,814
Class ini. 2
Service life 100 years
Loss of steel 2,600 mm
Class red. 3
gamma_M0 1,00
gamma_M1 1,10
buckling length 10,0 m
Units
M kNm/m
V kN/m
N kN/m
W_{el}, W_{pl} cm³/m
 f_y , f_{bv} MPa
others non-dimensional

KADE 285 (MAST) - BOUWFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. M=686 | V=175 | N=285 | l=10 | w=0,80
M_{Ed} = 686 kNm/m
V_{Ed} = 175 kN/m
N_{Ed} = 285 kN/m
buckling length = 10 m
water pressure w = 0,80 m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)
Sheet pile section: AZ 26-700
Steel grade: S 390 GP | f_y = 390 MPa
Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
Partial safety factors: 1,00 | 1,10
Service life ...
Steel quantities ...
Notes
Results
Good choice.
Optimization factor Of: 0,57 ≤ 1,0

AZ 26-700

Classification
ε = 0,776
(b/t_f)/ε = 39
Class ini. = 2
(b/t_{f,red})/ε = ...
Class red. = ...
f_{y(Class 3)} = ...
ε_(Class 3) = ...
Loss of steel: 0,00 mm
Front: 0,00 mm
Back: 0,00 mm
Steel quantities
Total = 0,0 t
SSP pairs = 0
Wall length = 0,0 m

Section properties

	ini.
W _{ely}	2600 cm ³ /m
W _{ply}	3070 cm ³ /m
I _y	59720 cm ⁴ /m
A	187,2 cm ² /m
t _f	12,20 mm
t _w	12,20 mm
h	460,0 mm
alpha	55,2 °
b	370,5 mm
c	545,3 mm
Av	78,0 cm ² /m
Sy	1535 cm ³ /m
r0	15,0 mm
mass	146,9 kg/m ²

0 < Shear force ≤ 5000

Enter only values > 0. Wrong input:

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
M_{Ed} = 686 ≤ M_{c,Rd} = 1197 ✓
β_s = 1,00 W_{pl} = 3070
M_{Ed} ≤ M_{c,Rd}. Ok!
Z-pile: w = 0,80 ≤ 5 m. Ok.
(b/t_{min})^{*} ε = ... f_{y,red} = ...
ρ_p = ... M_{c,Rd,red} = ...
Results
Good choice.
Optimization factor Of: 0,57 ≤ 1,0

(5.2.2) Bending & Shear
V_{Ed} = 175 ≤ V_{pl,Rd} = 1757 ✓
M_{Ed} = ... ≤ M_{V,Rd} = ...
with ρ = ... V_{Ed} ≤ 0,5 * V_{pl,Rd}. Ok!

(5.2.2) Web Shear Buckling
(c/t_w)/ε = 57,6 ≤ 72 ✓
V_{Ed} = ... ≤ V_{b,Rd} = ...
No verification required. Ok!

(5.2.3) Buckling
N_{Ed} = 285 ≤ N_{pl,Rd} = 7301 ✓
N_{cr} = 12378
β_D = 1,00
0,04 * N_{cr} = 495
λ = ... Φ = ... γ = ...
N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}. Ok!

(5.2.3) Bending & Axial
N_{Ed} = 285 ≤ k * N_{pl,Rd} = 730 ✓
M_{Ed} = ... ≤ M_{N,Rd} = ...
with k = 0,10
N_{Ed} neglected. Ok!

(5.2.3) Bending & Axial & Shear
M_{Ed} = 686 ... M_{N,Rd,red} = ...
with f_{y,red} = ...

Section properties
Sheet pile AZ 26-700
Steel grade S 390 GP
f_y 390 MPa
epsilon 0,776
Class 2
gamma_M0 1,00
gamma_M1 1,10
buckling length 10,0 m

Units
M kNm/m
V kN/m
N kN/m
W_{el}, W_{pl} cm³/m
f_y, f_{bv} MPa
others non-dimensional

KADE 285 (MAST) - GEBRUIKSFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. $M=821$ | $V=175$ | $N=240$ | $l=10$ | $w=0,80$
 M_{Ed} kNm/m
 V_{Ed} kN/m
 N_{Ed} kN/m
buckling length m
water pressure w m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)

Sheet pile section: AZ 26-700
Steel grade: S 390 GP | $f_y = 390$ MPa
Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
Partial safety factors: 1,00 | 1,10
Service life: 100 years | Loss of steel: 2,60 mm
Steel quantities ...

Notes

Results

Good choice.

Optimization factor O_f : 0,99 \leq 1,0

AZ 26-700

Classification

ϵ 0,776
 $(b/t_f)/\epsilon$ 39
Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\epsilon$ 50
Class red. 3
 $f_{y(Class 3)}$...
 $\sigma_{y(Class 3)}$...

Section properties

	ini.	red.	
W_{ely}	2600	2135	cm ³ /m
W_{ply}	3070	...	cm ³ /m
I_y	59720	48920	cm ⁴ /m
A	187,2	151,6	cm ² /m
t_f	12,20	9,60	mm
t_w	12,20	9,60	mm
h	460,0	457,4	mm
α	55,2	...	°
b	370,5	...	mm
c	545,3	...	mm
A_v	78,0	61,4	cm ² /m
S_y	1535	...	cm ³ /m
r_0	15,0	...	mm
mass	146,9	...	kg/m ²

Loss of steel: 2,60 mm
Front: 1,40 mm
Common fresh water (river, ship canal,...) in the zone of high attack (water line)
Back: 1,20 mm
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist,...)

Steel quantities
Total 0,0 t
SSP pairs 0
Wall length 0,0 m

0 < Bending moment \leq 3000

Enter only values > 0. Wrong input:

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
 $M_{Ed} = 821 \leq M_{c,Rd} = 833$ ✓
 $\beta_B = 1,00$ $W_{el} = 2135$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ Ok!
Z-pile: $w = 0,80 \leq 5$ m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \epsilon = ...$ $f_{y,red} = ...$
 $\rho_p = ...$ $M_{c,Rd,red} = ...$

(5.2.2) Bending & Shear
 $V_{Ed} = 175 \leq V_{pl,Rd} = 1383$ ✓
 $M_{Ed} = ... \leq M_{V,Rd} = ...$ with $\rho = ...$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ Ok!

(5.2.2) Web Shear Buckling
 $(c/t_w)/\epsilon = 73,2 > 72$ $f_{bv} = 221,0$ $\lambda_w = 0,847$
 $V_{Ed} = 175 \leq V_{b,Rd} = 950$ ✓ $V_{Ed} \leq V_{b,Rd}$ Ok!

(5.2.3) Buckling
 $N_{Ed} = 240 \leq N_{pl,Rd} = 5914$ ✓
 $N_{cr} = 10139$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = ...$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = ...$ ✓
 $\beta_D = 1,00$ $0,04 * N_{cr} = 406$ $\lambda = ...$ $\Phi = ...$ $\chi = ...$ $N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}$ Ok!

(5.2.3) Bending & Axial
 $N_{Ed} = 240 \leq k * N_{pl,Rd} = 591$ ✓ with $k = 0,10$
 $M_{Ed} = ... \leq M_{N,Rd} = ...$ N_{Ed} neglected. Ok!

(5.2.3) Bending & Axial & Shear
 $M_{Ed} = 821$ $N_{Ed,red} = ...$
with $f_{y,red} = ...$

Results

Good choice.

Optimization factor O_f : 0,99 \leq 1,0

Section properties
Sheet pile AZ 26-700
Steel grade S 390 GP
 f_y 390 MPa
epsilon 0,776
Class ini. 2
Service life 100 years
Loss of steel 2,600 mm
Class red. 3
gamma_M0 1,00
gamma_M1 1,10
buckling length 10,0 m

Units
M kNm/m
V kN/m
N kN/m
W_{el}, W_{pl} cm³/m
 f_y , f_{bv} MPa
others non-dimensional

= $\beta_B * W_{el} * f_{y,red} / \gamma_{M0}$

KADE 285 DAMWAND VELD 3-4 – BOUWFASE + GEBRUIKSFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. M=210 | V=70
 M_{Ed} 210 kNm/m
 V_{Ed} 70 kN/m
 N_{Ed} 0 kN/m
buckling length 10 m
water pressure w 0 m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)

^ Sheet pile section: AZ 24-700
^ Steel grade: S 240 GP | $f_y = 240$ MPa
^ Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
^ Partial safety factors: 1,00 | 1,10
^ Service life: 100 years | Loss of steel: 2,80 mm
^ Steel quantities ...

Notes

Results
Good choice.
Optimization factor Of: 0,39 \leq 1,0

AZ 24-700

Classification
 ϵ 0,990
 $(b/t_f)/\epsilon$ 33
Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\epsilon$ 45
Class red. 2
 $f_{y(Class 3)}$...
 $\sigma_{y(Class 3)}$...

Section properties

	ini.	red.	
W _{ely}	2430	1935	cm ³ /m
W _{pLy}	2867	2265	cm ³ /m
I _y	55820	44210	cm ⁴ /m
A	174,1	135,9	cm ² /m
t _f	11,20	8,40	mm
t _w	11,20	8,40	mm
h	459,0	456,2	mm
alpha	55,2	...	°
b	370,5	...	mm
c	545,3	...	mm
Av	71,6	53,7	cm ² /m
S _y	1435	...	cm ³ /m
r ₀	15,0	...	mm
mass	136,7	...	kg/m ²

Loss of steel: 2,80 mm
Front: 1,40 mm
Common fresh water (river, ship canal,...) in the zone of high attack (water line)
Back: 1,40 mm
Common fresh water (river, ship canal,...) in the zone of high attack (water line)

Steel quantities
Total 0,0 t
SSP pairs 0
Wall length 0,0 m

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
 $M_{Ed} = 210 \leq M_{c,Rd} = 544$ ✓
 $\beta_s = 1,00$ $W_{pl} = 2265$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ Ok!
Z-pile: w = 0 \leq 5 m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \epsilon = ...$ $f_{y,red} = ...$
 $\rho_p = ...$ $M_{c,Rd,red} = ...$

Results
Good choice.
Optimization factor Of: 0,39 \leq 1,0

(5.2.2) Bending & Shear
 $V_{Ed} = 70 \leq V_{pl,Rd} = 745$ ✓
 $M_{Ed} = ... \leq M_{V,Rd} = ...$ with $\rho = ...$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ Ok!

(5.2.2) Web Shear Buckling
 $(c/t_w)/\epsilon = 65,6 \leq 72$ ✓
 $V_{Ed} = ... \leq V_{b,Rd} = ...$ No verification required. Ok!

(5.2.3) Buckling
 $N_{Ed} = 0 \leq N_{pl,Rd} = ...$
 $N_{cr} = ...$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = ...$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = ...$
 $\beta_D = ...$ $\lambda_w = ...$ $\Phi = ...$ $\chi = ...$
 $0,04 * N_{cr} = ...$

(5.2.3) Bending & Axial
 $N_{Ed} = 0 \leq k * N_{pl,Rd} = ...$ with k = ...
 $M_{Ed} = ... \leq M_{N,Rd} = ...$

(5.2.3) Bending & Axial & Shear
 $M_{Ed} = 210$ $M_{N,Rd,red} = ...$
with $f_{y,red} = ...$

Section properties
Sheet pile AZ 24-700
Steel grade S 240 GP
 f_y 240 MPa
epsilon 0,990
Class ini. 2
Service life 100 years
Loss of steel 2,800 mm
Class red. 2
gamma_M0 1,00

Units
M kNm/m
V kN/m
N kN/m
W_{el}, W_{pL} cm³/m
 f_y , f_{bv} MPa
others non-dimensional

KADE 326 - BOUWFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. $M=231$ | $V=90$ | $N=225$ | $l=10$ | $w=0,80$
 M_{Ed} 231 kNm/m
 V_{Ed} 90 kN/m
 N_{Ed} 225 kN/m
buckling length 10 m
water pressure w 0,80 m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)
Sheet pile section: AZ 24-700
Steel grade: S 355 GP | $f_y = 355$ MPa
Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
Partial safety factors: 1,00 | 1,10
Service life ...
Steel quantities ...
Notes
Results
Good choice.
Optimization factor O_f : 0,23 \leq 1,0

AZ 24-700

Classification
 ϵ 0,814
 $(b/t_f)/\epsilon$ 41
Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\epsilon$...
Class red. ...
 $f_{y(Class 3)}$...
 $E_{(Class 3)}$...
Loss of steel: 0,00 mm
Front: 0,00 mm
Back: 0,00 mm
Steel quantities
Total 0,0 t
SSP pairs 0
Wall length 0,0 m

Section properties

	ini.
W_{ely}	2430 cm ³ /m
W_{ply}	2867 cm ³ /m
I_y	55820 cm ⁴ /m
A	174,1 cm ² /m
t_f	11,20 mm
t_w	11,20 mm
h	459,0 mm
α	55,2 °
b	370,5 mm
c	545,3 mm
A_v	71,6 cm ² /m
S_y	1435 cm ³ /m
r_0	15,0 mm
mass	136,7 kg/m ²

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
 $M_{Ed} = 231 \leq M_{c,Rd} = 1018$ ✓
 $\beta_B = 1,00$ $W_{pl} = 2867$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ Ok!
Z-pile: $w = 0,80 \leq 5$ m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \epsilon = \dots$ $f_{y,red} = \dots$
 $\rho_p = \dots$ $M_{c,Rd,red} = \dots$

Results
Good choice.
Optimization factor O_f : 0,23 \leq 1,0

(5.2.2) Bending & Shear
 $V_{Ed} = 90 \leq V_{pl,Rd} = 1468$ ✓
 $M_{Ed} = \dots \leq M_{V,Rd} = \dots$ with $\rho = \dots$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ Ok!
(5.2.2) Web Shear Buckling
 $(c/t_w)/\epsilon = 59,8 \leq 72$ ✓ $f_{bv} = \dots$ $\lambda_w = \dots$
 $V_{Ed} = \dots \leq V_{b,Rd} = \dots$ No verification required. Ok!

Section properties
Sheet pile AZ 24-700
Steel grade S 355 GP
 f_y 355 MPa
epsilon 0,814
Class 2
gamma_M0 1,00
gamma_M1 1,10
buckling length 10,0 m

(5.2.3) Buckling
 $N_{Ed} = 225 \leq N_{pl,Rd} = 6181$ ✓
 $N_{cr} = 11569$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \dots$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = \dots$ ✓
 $\beta_D = 1,00$ $0,04 * N_{cr} = 463$ $\lambda = \dots$ $\Phi = \dots$ $\chi = \dots$ $N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}$ Ok!

Units
M kNm/m
V kN/m
N kN/m
 W_{el}, W_{pl} cm³/m
 f_y, f_{bv} MPa
others non-dimensional

(5.2.3) Bending & Axial
 $N_{Ed} = 225 \leq k * N_{pl,Rd} = 618$ ✓ with $k = 0,10$
 $M_{Ed} = \dots \leq M_{N,Rd} = \dots$ N_{Ed} neglected. Ok!

(5.2.3) Bending & Axial & Shear
 $M_{Ed} = 231$ $N_{Ed} = 225$ $M_{N,Rd,red} = \dots$
with $f_{y,red} = \dots$

KADE 326 - GEBRUIKSFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. $M=167$ | $V=90$ | $N=225$ | $l=10$ | $w=0,80$
 M_{Ed} 167 kNm/m
 V_{Ed} 90 kN/m
 N_{Ed} 225 kN/m
buckling length 10 m
water pressure w 0,80 m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)

AZ 24-700

Classification
 ϵ 0,814
 $(b/t_f)/\epsilon$ 41
Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\epsilon$ 53
Class red. 3
 $f_{y(Class 3)}$...
 $\sigma_{y(Class 3)}$...

Sheet pile section: AZ 24-700
Steel grade: S 355 GP | $f_y = 355$ MPa
Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
Partial safety factors: 1,00 | 1,10
Service life: 100 years | Loss of steel: 2,60 mm
Steel quantities ...

Notes

Results
Good choice.
Optimization factor O_f : 0,24 \leq 1,0

Section properties

	ini.	red.	
W _{ely}	2430	1970	cm ³ /m
W _{ply}	2867	...	cm ³ /m
I _y	55820	45040	cm ⁴ /m
A	174,1	138,6	cm ² /m
t _f	11,20	8,60	mm
t _w	11,20	8,60	mm
h	459,0	456,4	mm
alpha	55,2	...	°
b	370,5	...	mm
c	545,3	...	mm
Av	71,6	55,0	cm ² /m
S _y	1435	...	cm ³ /m
r ₀	15,0	...	mm
mass	136,7	...	kg/m ²

Loss of steel: 2,60 mm
Front: 1,40 mm
Common fresh water (river, ship canal,...) in the zone of high attack (water line)
Back: 1,20 mm
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist,...)
Steel quantities
Total 0,0 t
SSP pairs 0
Wall length 0,0 m

0 < Bending moment \leq 3000 Enter only values > 0. Wrong input:

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
 $M_{Ed} = 167 \leq M_{c,Rd} = 699$ ✓
 $\beta_B = 1,00$ $W_{el} = 1970$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ Ok!
Z-pile: $w = 0,80 \leq 5$ m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \epsilon = ...$ $f_{y,red} = ...$
 $\rho_p = ...$ $M_{c,Rd,red} = ...$

Results
Good choice.
Optimization factor O_f : 0,24 \leq 1,0

(5.2.2) Bending & Shear
 $V_{Ed} = 90 \leq V_{pl,Rd} = 1128$ ✓
 $M_{Ed} = ... \leq M_{V,Rd} = ...$ with $\rho = ...$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ Ok!

(5.2.2) Web Shear Buckling
 $(c/t_w)/\epsilon = 77,9 > 72$ $f_{bv} = 188,9$ $\lambda_w = 0,902$
 $V_{Ed} = 90 \leq V_{b,Rd} = 727$ ✓ $V_{Ed} \leq V_{b,Rd}$ Ok!

(5.2.3) Buckling
 $N_{Ed} = 225 \leq N_{pl,Rd} = 4922$ ✓
 $N_{cr} = 9335$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = ...$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = ...$ ✓
 $\beta_D = 1,00$ $0,04 * N_{cr} = 373$ $\lambda = ...$ $\Phi = ...$ $\chi = ...$ $N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}$ Ok!

(5.2.3) Bending & Axial
 $N_{Ed} = 225 \leq k * N_{pl,Rd} = 492$ ✓ with $k = 0,10$
 $M_{Ed} = ... \leq M_{N,Rd} = ...$ N_{Ed} neglected. Ok!

(5.2.3) Bending & Axial & Shear
 $M_{Ed} = 167$ $N_{Ed,red} = ...$
with $f_{y,red} = ...$

Section properties
Sheet pile AZ 24-700
Steel grade S 355 GP
 f_y 355 MPa
epsilon 0,814
Class ini. 2
Service life 100 years
Loss of steel 2,600 mm
Class red. 3
gamma_M0 1,00
gamma_M1 1,10
buckling length 10,0 m

Units
M kNm/m
V kN/m
N kN/m
W_{el}, W_{pl} cm³/m
 f_y , f_{bv} MPa
others non-dimensional

KADE 326 (MAST) - BOUWFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. $M=231$ | $V=80$ | $N=225$ | $l=10$ | $w=0,80$
 M_{Ed} 231 kNm/m
 V_{Ed} 80 kN/m
 N_{Ed} 225 kN/m
buckling length 10 m
water pressure w 0,80 m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)
Sheet pile section: AZ 24-700
Steel grade: S 355 GP | $f_y = 355$ MPa
Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
Partial safety factors: 1,00 | 1,10
Service life ...
Steel quantities ...
Notes
Results
Good choice.
Optimization factor $Of: 0,23 \leq 1,0$

AZ 24-700

Classification
 ϵ 0,814
 $(b/t_f)/\epsilon$ 41
Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\epsilon$...
Class red. ...
 $f_{y(Class 3)}$...
 $\epsilon_{(Class 3)}$...
Loss of steel: 0,00 mm
Front: 0,00 mm
Back: 0,00 mm
Steel quantities
Total 0,0 t
SSP pairs 0
Wall length 0,0 m
Section properties
ini.

W _{ely}	2430 cm ³ /m
W _{ply}	2867 cm ³ /m
I _y	55820 cm ⁴ /m
A	174,1 cm ² /m
t _f	11,20 mm
t _w	11,20 mm
h	459,0 mm
alpha	55,2 °
b	370,5 mm
c	545,3 mm
Av	71,6 cm ² /m
S _y	1435 cm ³ /m
r ₀	15,0 mm
mass	136,7 kg/m ²

Compression load, design
0 < Shear force ≤ 5000
Enter only values > 0. Wrong input:

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
 $M_{Ed} = 231 \leq M_{c,Rd} = 1018$ ✓
 $\beta_B = 1,00$ $W_{pl} = 2867$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$. Ok!
Z-pile: $w = 0,80 \leq 5$ m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \epsilon = \dots$ $f_{y,red} = \dots$
 $\rho_p = \dots$ $M_{c,Rd,red} = \dots$
Results
Good choice.
Optimization factor $Of: 0,23 \leq 1,0$
(5.2.2) Bending & Shear
 $V_{Ed} = 80 \leq V_{pl,Rd} = 1468$ ✓
 $M_{Ed} = \dots \leq M_{V,Rd} = \dots$ with $\rho = \dots$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$. Ok!
(5.2.2) Web Shear Buckling
 $(c/t_w)/\epsilon = 59,8 \leq 72$ ✓ $f_{bv} = \dots$ $\lambda_w = \dots$
 $V_{Ed} = \dots \leq V_{b,Rd} = \dots$ No verification required. Ok!
(5.2.3) Buckling
 $N_{Ed} = 225 \leq N_{pl,Rd} = 6181$ ✓
 $N_{cr} = 11569$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \dots$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = \dots$ ✓
 $\beta_D = 1,00$ $0,04 * N_{cr} = 463$ $\lambda = \dots$ $\Phi = \dots$ $\chi = \dots$ $N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}$. Ok!
(5.2.3) Bending & Axial
 $N_{Ed} = 225 \leq k * N_{pl,Rd} = 618$ ✓ with $k = 0,10$
 $M_{Ed} = \dots \leq M_{N,Rd} = \dots$ N_{Ed} neglected. Ok!
(5.2.3) Bending & Axial & Shear
 $M_{Ed} = 231$ \dots $M_{N,Rd,red} = \dots$
with $f_{y,red} = \dots$
Section properties
Sheet pile AZ 24-700
Steel grade S 355 GP
 f_y 355 MPa
epsilon 0,814
Class 2
gamma_M0 1,00
gamma_M1 1,10
buckling length 10,0 m
Units

M	kNm/m
V	kN/m
N	kN/m
W _{el} , W _{pl}	cm ³ /m
f_y , f_{bv}	MPa
others	non-dimensional

KADE 326 (MAST) - GEBRUIKSFASE

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

^ Actions. $M=338$ | $V=80$ | $N=180$ | $l=10$ | $w=0,80$
 M_{Ed} 338 kNm/m
 V_{Ed} 80 kN/m
 N_{Ed} 180 kN/m
buckling length 10 m
water pressure w 0.80 m
☒ verify eq. 5.13 (buckling)
Sheet pile section: AZ 24-700
Steel grade: S 355 GP | $f_y = 355$ MPa
Reduction factors for U-type: 1,00 | 1,00
Partial safety factors: 1,00 | 1,10
Service life: 100 years | Loss of steel: 2,60 mm
Steel quantities ...
Notes
Results
Good choice.
Optimization factor O_f : 0,48 \leq 1,0

AZ 24-700

Classification
 ϵ 0,814
 $(b/t_f)/\epsilon$ 41
Class ini. 2
 $(b/t_{f,red})/\epsilon$ 53
Class red. 3
 $f_{y(Class 3)}$...
 $\sigma_{y(Class 3)}$...
Loss of steel: 2,60 mm
Front: 1,40 mm
Common fresh water (river, ship canal,...) in the zone of high attack (water line)
Back: 1,20 mm
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist,...)
Steel quantities
Total 0,0 t
SSP pairs 0
Wall length 0,0 m

Section properties

	ini.	red.	
W_{ely}	2430	1970	cm ³ /m
W_{ply}	2867	...	cm ³ /m
I_y	55820	45040	cm ⁴ /m
A	174,1	138,6	cm ² /m
t_f	11,20	8,60	mm
t_w	11,20	8,60	mm
h	459,0	456,4	mm
α	55,2	...	°
b	370,5	...	mm
c	545,3	...	mm
A_v	71,6	55,0	cm ² /m
S_y	1435	...	cm ³ /m
r_0	15,0	...	mm
mass	136,7	...	kg/m ²

Durability EC3-5

File Units About Language Styles

Charts Data input Corrosion rates Results Uf summary

Beta version 3.2.1. Double check the results

(5.2.2) Bending
 $M_{Ed} = 338 \leq M_{c,Rd} = 699$ ✓
 $\beta_s = 1,00$ $W_{el} = 1970$
 $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ Ok!
Z-pile: $w = 0,80 \leq 5$ m. Ok.
 $(b/t_{min})^* \epsilon = ...$ $f_{y,red} = ...$
 $\rho_p = ...$ $M_{c,Rd,red} = ...$
Results
Good choice.
Optimization factor O_f : 0,48 \leq 1,0

(5.2.2) Bending & Shear
 $V_{Ed} = 80 \leq V_{pl,Rd} = 1128$ ✓
 $M_{Ed} = ... \leq M_{V,Rd} = ...$ with $\rho = ...$ $V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl,Rd}$ Ok!
(5.2.2) Web Shear Buckling
 $(c/t_w)/\epsilon = 77,9 > 72$ $f_{bv} = 188,9$ $\lambda_w = 0,902$
 $V_{Ed} = 80 \leq V_{b,Rd} = 727$ ✓ $V_{Ed} \leq V_{b,Rd}$ Ok!

(5.2.3) Buckling
 $N_{Ed} = 180 \leq N_{pl,Rd} = 4922$ ✓
 $N_{cr} = 9335$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + 1,15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = ...$ $\frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = ...$ ✓
 $\beta_D = 1,00$ $0,04 * N_{cr} = 373$ $\lambda = ...$ $\Phi = ...$ $\chi = ...$ $N_{Ed} < 0,04 * N_{cr}$ Ok!

(5.2.3) Bending & Axial
 $N_{Ed} = 180 \leq k * N_{pl,Rd} = 492$ ✓ with $k = 0,10$
 $M_{Ed} = ... \leq M_{N,Rd} = ...$ N_{Ed} neglected. Ok!

(5.2.3) Bending & Axial & Shear
 $M_{Ed} = 338$ $N_{Ed,Rd,red} = ...$
with $f_{y,red} = ...$

Section properties
Sheet pile AZ 24-700
Steel grade S 355 GP
 f_y 355 MPa
epsilon 0,814
Class ini. 2
Service life 100 years
Loss of steel 2,600 mm
Class red. 3
gamma_M0 1,00
gamma_M1 1,10
buckling length 10,0 m

Units
M kNm/m
V kN/m
N kN/m
W_{el}, W_{pl} cm³/m
 f_y , f_{bv} MPa
others non-dimensional

Bijlage 10 Berekening verticaal evenwicht – Kade 285 en Kade 326

Kade 285 - Toets opdrijven EPS

Fase: **Bouwfase - Aanbrengen EPS**
 GWS -1 [m NAP]

Laag [-]	Bovenzijde [m NAP]	Onderzijde [m NAP]	Laagdikte [m]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
EPS	2,50	-1,00	3,50	0,39	1,37
			3,50		1,37

Neerwaarts 1,37 [kPa]

γ 0,9 [-]

Neerwaarts 1,24 [kPa]

Opwaarts 0,00 [m]

Opwaarts 0,00 [kPa]

γ 1 [-]

Opwaarts 0,00 [kPa]

U.C. 0,00 [-]

Kade 285 - Toets opdrijven EPS

Fase: **Bouwfase - Aanbrengen EPS + wegconstructie**
 GWS -0,4 [m NAP]

Laag [-]	Bovenzijde [m NAP]	Onderzijde [m NAP]	Laagdikte [m]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
Straatwerk	3,58	3,50	0,08	21	1,7
Zand	3,50	3,00	0,50	17	8,5
Menggranulaat	3,00	2,50	0,50	18	9,0
EPS	2,50	-1,00	3,50	0,39	1,4
			4,58		20,5

Neerwaarts 20,54 [kPa]

γ 0,9 [-]

Neerwaarts 18,49 [kPa]

Opwaarts 0,60 [m]

Opwaarts 6,00 [kPa]

γ 1 [-]

Opwaarts 6,00 [kPa]

U.C. 0,32 [-]

Kade 285 - Toets opdrijven EPS

Fase: **Gebruiksfase - Calamiteit**
 GWS 0,4 [m NAP]

Laag [-]	Bovenzijde [m NAP]	Onderzijde [m NAP]	Laagdikte [m]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
Klinkers	3,58	3,50	0,08	21	1,7
Zand	3,50	3,00	0,50	17	8,5
Menggranulaat	3,00	2,50	0,50	18	9,0
EPS	2,50	-1,00	3,50	0,39	1,4
			4,58		20,5

Neerwaarts 20,54 [kPa]

γ 0,9 [-]

Neerwaarts 18,49 [kPa]

Opwaarts 1,40 [m]

Opwaarts 14,00 [kPa]

γ 1 [-]

Opwaarts 14,00 [kPa]

U.C. 0,76 [-]

Kade 326 - Toets opdrijven EPS

Fase: **Bouwfase - Aanbrengen EPS**
 GWS -1 [m NAP]

Laag [-]	Bovenzijde [m NAP]	Onderzijde [m NAP]	Laagdikte [m]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
EPS	2,00	-1,00	3,00	0,39	1,18
3,00					1,18

Neerwaarts 1,18 [kPa]

γ 0,9 [-]

Neerwaarts 1,06 [kPa]

Opwaarts 0,00 [m]

Opwaarts 0,00 [kPa]

γ 1 [-]

Opwaarts 0,00 [kPa]

U.C. 0,00 [-]

Kade 326 - Toets opdrijven EPS

Fase: **Bouwfase - Aanbrengen EPS + wegconstructie**
 GWS -0,4 [m NAP]

Laag [-]	Bovenzijde [m NAP]	Onderzijde [m NAP]	Laagdikte [m]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
Straatwerk	3,08	3,00	0,08	21	1,7
Zand	3,00	2,50	0,50	17	8,5
Menggranulaat	2,50	2,00	0,50	18	9,0
EPS	2,00	-1,00	3,00	0,39	1,2
4,08					20,3

Neerwaarts 20,34 [kPa]

γ 0,9 [-]

Neerwaarts 18,31 [kPa]

Opwaarts 0,60 [m]

Opwaarts 6,00 [kPa]

γ 1 [-]

Opwaarts 6,00 [kPa]

U.C. 0,33 [-]

Kade 326 - Toets opdrijven EPS

Fase: **Gebruiksfase - Calamiteit**
 GWS 0,4 [m NAP]

Laag [-]	Bovenzijde [m NAP]	Onderzijde [m NAP]	Laagdikte [m]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
Klinkers	3,08	3,00	0,08	21	1,7
Zand	3,00	2,50	0,50	17	8,5
Menggranulaat	2,50	2,00	0,50	18	9,0
EPS	2,00	-1,00	3,00	0,39	1,2
4,08					20,3

Neerwaarts 20,34 [kPa]

γ 0,9 [-]

Neerwaarts 18,31 [kPa]

Opwaarts 1,40 [m]

Opwaarts 14,00 [kPa]

γ 1 [-]

Opwaarts 14,00 [kPa]

U.C. 0,76 [-]

Bijlage 11 Berekening zettingen – Kade 285 en Kade 326

Report for D-Settlement 16.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 25-10-2017

Time of report: 09:56:08

Date of calculation: 25-10-2017

Time of calculation: 09:55:57

Filename: C:\..\6. Kades\D-Settlement\Kade 285\Wegconstructie 1 m\Kade 285

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.2 Results for Vertical 2 (X = 35,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.3 Results for Vertical 3 (X = 40,75 m; Z = 0,00 m)	7
3.4 Results for Vertical 4 (X = 46,15 m; Z = 0,00 m)	8
3.5 Results for Vertical 5 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)	8
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10
5 Warnings and errors	11

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	0,000	35,000	40,250	40,750	49,150
6 - Y -	3,500	3,500	-0,700	-0,700	-3,500
6 - X -	100,000				
6 - Y -	-3,500				
5 - X -	0,000	40,250	40,750	49,150	100,000
5 - Y -	-0,700	-0,700	-0,700	-3,500	-3,500
4 - X -	0,000	49,150	100,000		
4 - Y -	-3,500	-3,500	-3,500		
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-7,500	-7,500			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-10,000	-10,000			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-12,500	-12,500			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-15,000	-15,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
6	01A Ophoogzand	1	1
5	01A Ophoogzand	1	1
4	07A Geul humeuse ...	1	1
3	09 Oude zeeklei	1	1
2	11 Hydrobiaklei	1	1
1	13 Eerste zandlaag	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	Yes	17,00	19,00
5	Yes	17,00	19,00
4	No	13,60	13,60
3	No	16,20	16,20
2	No	15,20	15,20
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	5,50E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	4,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
6	-	5,00	-
5	-	5,00	-
4	-	5,00	-
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	5,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
6	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+05	1,00E+05	8,00E+02	1,00E+05
5	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+05	1,00E+05	8,00E+02	1,00E+05
4	4,00E+01	1,00E+01	4,40E+02	1,10E+02	4,00E+01	1,10E+02
3	4,00E+01	1,00E+01	4,40E+02	1,10E+02	4,00E+01	1,10E+02
2	4,00E+01	1,00E+01	4,40E+02	1,10E+02	4,00E+01	1,10E+02
1	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+05	1,00E+05	2,40E+03	1,00E+05

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	10,40	11,30
2	0	0,40	0,70
3	0	17,70	17,70

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	41,65	46,15	46,15			
1 - Y -	-1,00	-1,00	-2,50			
2 - X -	36,25	46,15	46,15			
2 - Y -	2,50	2,50	-1,00			
3 - X -	35,00	46,15	46,15			
3 - Y -	3,50	3,50	2,50			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	35,000	40,750	46,150	100,000

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
3,500	0,001	3,500	0,000	0,000
3,400	1,700	3,400	0,000	0,000
3,300	3,400	3,300	0,000	0,000
3,200	5,100	3,200	0,000	0,000
3,100	6,800	3,100	0,000	0,000
3,000	8,500	3,000	0,000	0,000
2,900	10,200	2,900	0,000	0,000
2,800	11,900	2,800	0,000	0,000
2,700	13,600	2,700	0,000	0,000
2,600	15,300	2,600	0,000	0,000
2,500	17,000	2,500	0,000	0,000
2,000	25,500	2,000	0,000	0,000
1,400	35,700	1,400	0,000	0,000
0,500	51,000	0,500	0,000	0,000
-0,400	66,300	-0,400	0,000	0,000
-0,700	69,057	-0,400	0,000	0,000
-0,700	69,057	-0,400	0,000	0,000
-1,400	75,490	-0,400	0,000	0,000
-2,100	81,924	-0,400	0,001	0,000
-2,800	88,357	-0,400	0,001	0,000
-3,500	94,791	-0,400	0,002	0,000
-3,500	94,791	-0,400	0,002	0,000
-4,500	98,582	-0,400	0,003	0,000
-5,500	102,374	-0,400	0,005	0,000
-6,500	106,167	-0,400	0,008	0,000
-7,500	109,960	-0,400	0,011	0,000
-7,500	109,960	-0,400	0,011	0,000
-8,150	114,117	-0,400	0,014	0,000
-8,750	117,954	-0,400	0,017	0,000
-9,400	122,111	-0,400	0,021	0,000
-10,000	125,949	-0,400	0,025	0,000
-10,000	125,949	-0,400	0,025	0,000
-10,650	129,458	-0,400	0,030	0,000
-11,250	132,697	-0,400	0,035	0,000
-11,900	136,206	-0,400	0,041	0,000
-12,500	139,446	-0,400	0,047	0,000
-12,500	139,446	-0,400	0,047	0,000
-13,150	145,426	-0,400	0,054	0,000
-13,750	150,947	-0,400	0,061	0,000
-14,400	156,929	-0,400	0,069	0,000
-15,000	162,451	-0,400	0,077	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 35,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
3,500	0,001	3,500	0,000	0,033
3,400	2,585	3,400	0,885	0,033
3,300	5,170	3,300	1,770	0,033
3,200	7,755	3,200	2,655	0,033
3,100	10,340	3,100	3,540	0,033
3,000	12,040	3,000	3,540	0,033
2,900	13,738	2,900	3,538	0,033

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
2,800	15,431	2,800	3,531	0,033
2,700	17,113	2,700	3,513	0,033
2,600	18,783	2,600	3,483	0,033
2,500	20,437	2,500	3,437	0,033
2,000	28,718	2,000	3,218	0,033
1,400	39,439	1,400	3,739	0,033
0,500	56,064	0,500	5,064	0,032
-0,400	72,323	-0,400	6,023	0,032
-0,700	75,314	-0,400	6,257	0,032
-0,700	75,314	-0,400	6,257	0,032
-1,400	82,173	-0,400	6,683	0,032
-2,100	88,903	-0,400	6,980	0,032
-2,800	95,534	-0,400	7,178	0,032
-3,500	102,081	-0,400	7,292	0,032
-3,500	102,081	-0,400	7,292	0,032
-4,500	105,914	-0,400	7,335	0,027
-5,500	109,638	-0,400	7,269	0,022
-6,500	113,289	-0,400	7,130	0,018
-7,500	116,893	-0,400	6,944	0,014
-7,500	116,893	-0,400	6,944	0,014
-8,150	120,911	-0,400	6,808	0,012
-8,750	124,614	-0,400	6,678	0,010
-9,400	128,623	-0,400	6,533	0,008
-10,000	132,322	-0,400	6,398	0,006
-10,000	132,322	-0,400	6,398	0,006
-10,650	135,680	-0,400	6,252	0,004
-11,250	138,781	-0,400	6,119	0,003
-11,900	142,143	-0,400	5,978	0,001
-12,500	145,249	-0,400	5,850	0,000
-12,500	145,249	-0,400	5,850	0,000
-13,150	151,087	-0,400	5,715	0,000
-13,750	156,480	-0,400	5,593	0,000
-14,400	162,325	-0,400	5,465	0,000
-15,000	167,725	-0,400	5,351	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 40,75 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-0,700	13,637	-0,400	13,636	0,156
-0,800	14,443	-0,400	13,524	0,155
-0,900	15,290	-0,400	13,452	0,155
-1,000	16,189	-0,400	13,432	0,154
-1,100	17,112	-0,400	13,436	0,153
-1,200	18,055	-0,400	13,460	0,153
-1,300	19,008	-0,400	13,494	0,153
-1,400	19,959	-0,400	13,526	0,152
-1,500	20,901	-0,400	13,549	0,152
-1,600	21,831	-0,400	13,560	0,152
-1,700	22,746	-0,400	13,556	0,151
-2,100	26,283	-0,400	13,417	0,150
-2,800	32,227	-0,400	12,928	0,149
-3,500	38,090	-0,400	12,358	0,148
-3,500	38,090	-0,400	12,358	0,148
-4,500	41,070	-0,400	11,548	0,116
-5,500	44,105	-0,400	10,793	0,090
-6,500	47,204	-0,400	10,103	0,069
-7,500	50,367	-0,400	9,475	0,051
-7,500	50,367	-0,400	9,475	0,051
-8,150	54,143	-0,400	9,098	0,041

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-8,750	57,649	-0,400	8,770	0,033
-9,400	61,468	-0,400	8,436	0,025
-10,000	65,012	-0,400	8,145	0,019
-10,000	65,012	-0,400	8,145	0,019
-10,650	68,219	-0,400	7,848	0,013
-11,250	71,195	-0,400	7,590	0,009
-11,900	74,435	-0,400	7,327	0,004
-12,500	77,439	-0,400	7,097	0,000
-12,500	77,439	-0,400	7,097	0,000
-13,150	83,178	-0,400	6,862	0,000
-13,750	88,487	-0,400	6,657	0,000
-14,400	94,251	-0,400	6,448	0,000
-15,000	99,581	-0,400	6,264	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 46,15 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2,500	7,123	-0,400	7,122	0,115
-2,600	8,067	-0,400	7,148	0,114
-2,700	9,006	-0,400	7,168	0,114
-2,800	9,930	-0,400	7,173	0,114
-2,900	10,840	-0,400	7,164	0,113
-3,000	11,740	-0,400	7,145	0,113
-3,100	12,634	-0,400	7,120	0,113
-3,200	13,525	-0,400	7,092	0,113
-3,300	14,415	-0,400	7,063	0,113
-3,400	15,304	-0,400	7,033	0,113
-3,500	16,195	-0,400	7,005	0,112
-3,500	16,195	-0,400	7,005	0,112
-4,500	19,736	-0,400	6,756	0,085
-5,500	23,328	-0,400	6,558	0,065
-6,500	26,952	-0,400	6,392	0,048
-7,500	30,590	-0,400	6,240	0,035
-7,500	30,590	-0,400	6,240	0,035
-8,150	34,648	-0,400	6,145	0,028
-8,750	38,394	-0,400	6,057	0,023
-9,400	42,452	-0,400	5,961	0,017
-10,000	46,196	-0,400	5,871	0,013
-10,000	46,196	-0,400	5,871	0,013
-10,650	49,601	-0,400	5,773	0,009
-11,250	52,744	-0,400	5,681	0,006
-11,900	56,148	-0,400	5,582	0,003
-12,500	59,289	-0,400	5,489	0,000
-12,500	59,289	-0,400	5,489	0,000
-13,150	65,163	-0,400	5,389	0,000
-13,750	70,584	-0,400	5,297	0,000
-14,400	76,459	-0,400	5,198	0,000
-15,000	81,882	-0,400	5,107	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-3,500	0,001	-0,400	0,000	0,000
-3,600	0,379	-0,400	0,000	0,000
-3,700	0,758	-0,400	0,000	0,000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-3,800	1,137	-0,400	0,000	0,000
-3,900	1,516	-0,400	0,000	0,000
-4,000	1,895	-0,400	0,000	0,000
-4,100	2,274	-0,400	0,000	0,000
-4,200	2,653	-0,400	0,000	0,000
-4,300	3,032	-0,400	0,000	0,000
-4,400	3,411	-0,400	0,000	0,000
-4,500	3,790	-0,400	0,000	0,000
-5,500	7,581	-0,400	0,001	0,000
-6,500	11,371	-0,400	0,001	0,000
-7,500	15,162	-0,400	0,002	0,000
-7,500	15,162	-0,400	0,002	0,000
-8,150	19,316	-0,400	0,002	0,000
-8,750	23,150	-0,400	0,003	0,000
-9,400	27,305	-0,400	0,004	0,000
-10,000	31,139	-0,400	0,004	0,000
-10,000	31,139	-0,400	0,004	0,000
-10,650	34,644	-0,400	0,005	0,000
-11,250	37,878	-0,400	0,006	0,000
-11,900	41,383	-0,400	0,007	0,000
-12,500	44,618	-0,400	0,008	0,000
-12,500	44,618	-0,400	0,008	0,000
-13,150	50,593	-0,400	0,010	0,000
-13,750	56,108	-0,400	0,011	0,000
-14,400	62,084	-0,400	0,013	0,000
-15,000	67,599	-0,400	0,014	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	0,00	3,50	0,000
2	35,00	0,00	3,50	0,033
3	40,75	0,00	-0,70	0,156
4	46,15	0,00	-2,50	0,115
5	100,00	0,00	-3,50	0,000

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	700	0,000	77,470	0,000
2	700	0,019	56,038	0,015
3	700	0,099	63,504	0,057
4	700	0,067	58,549	0,048
5	700	0,000	78,022	0,000

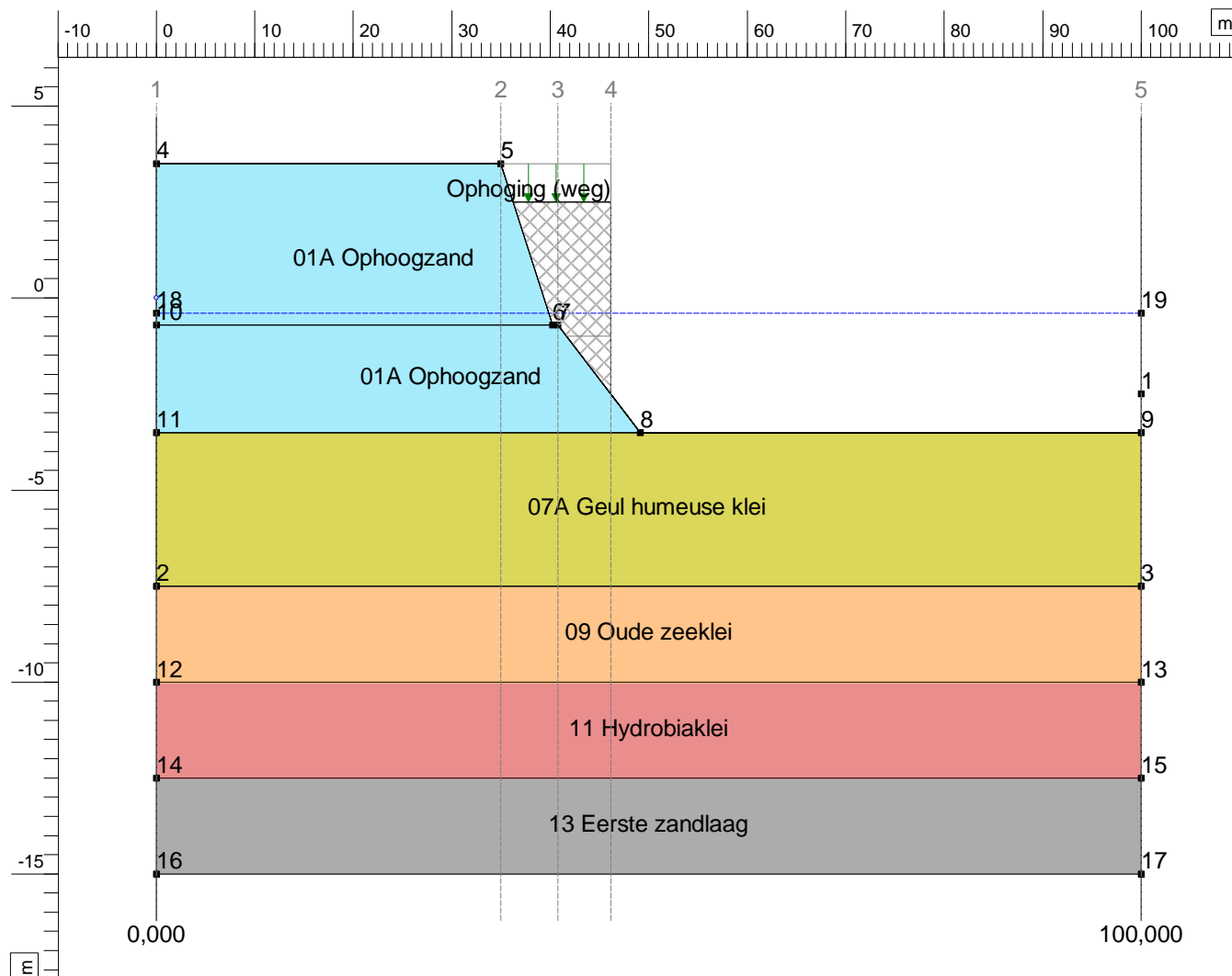
5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 Model Koppejan is not ideal for unloading (e.g. load removal, temporary dewatering, gradual submerging). If A_s is much larger than C_s' , unloading will yield almost no effect on creep. Switch to the NEN-Bjerrum or abc Isotache model for improved predictions.

End of Report

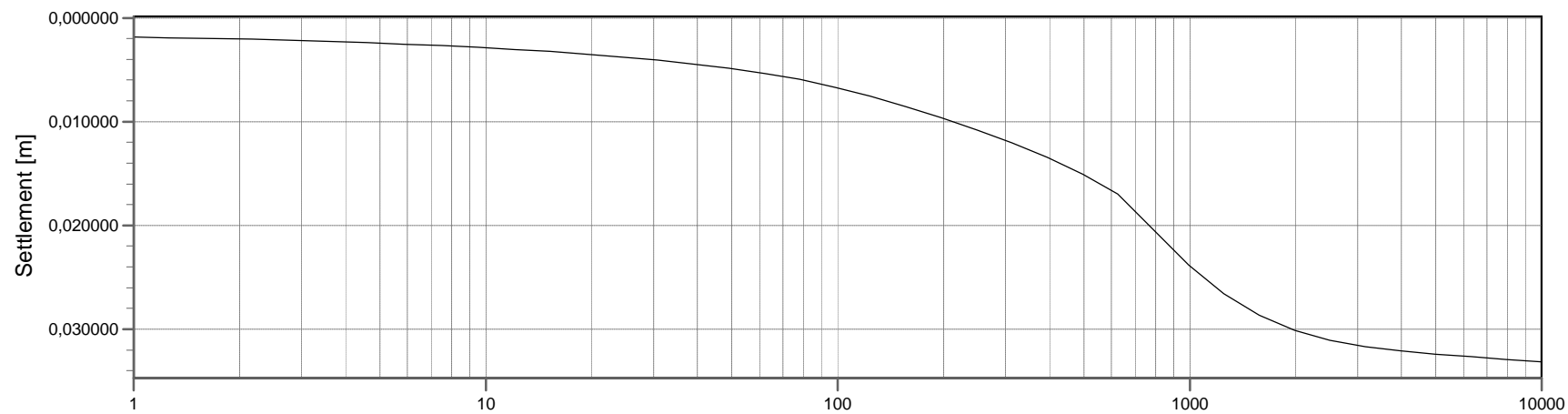
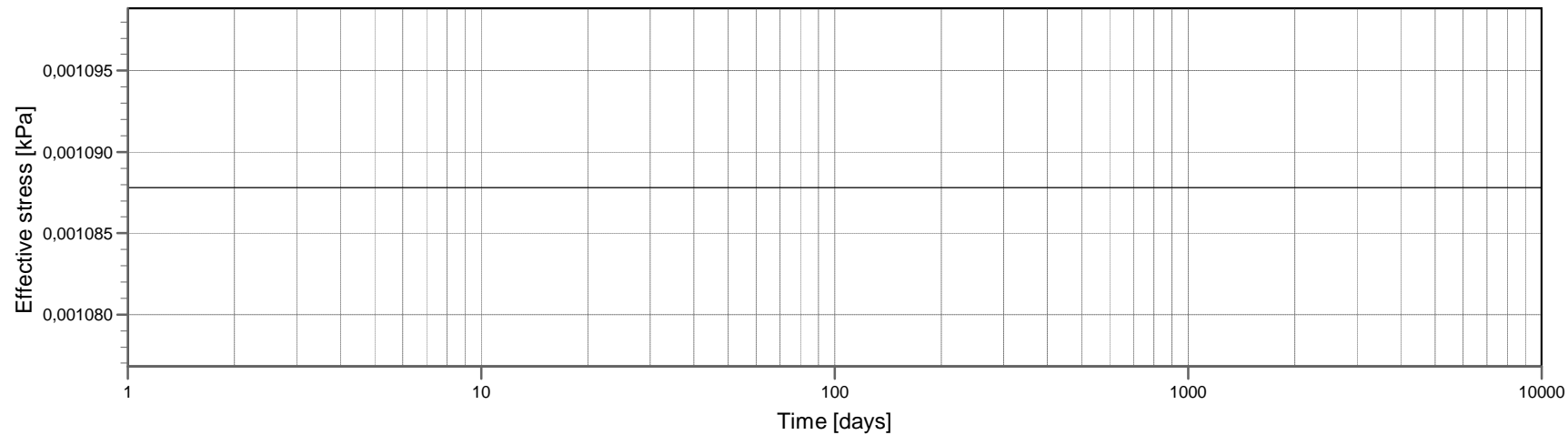
Input View



Materials

- 01A Ophoogzand
- 07A Geul humeuse klei
- 09 Oude zeeklei
- 11 Hydrobiaklei
- 13 Eerste zandlaag

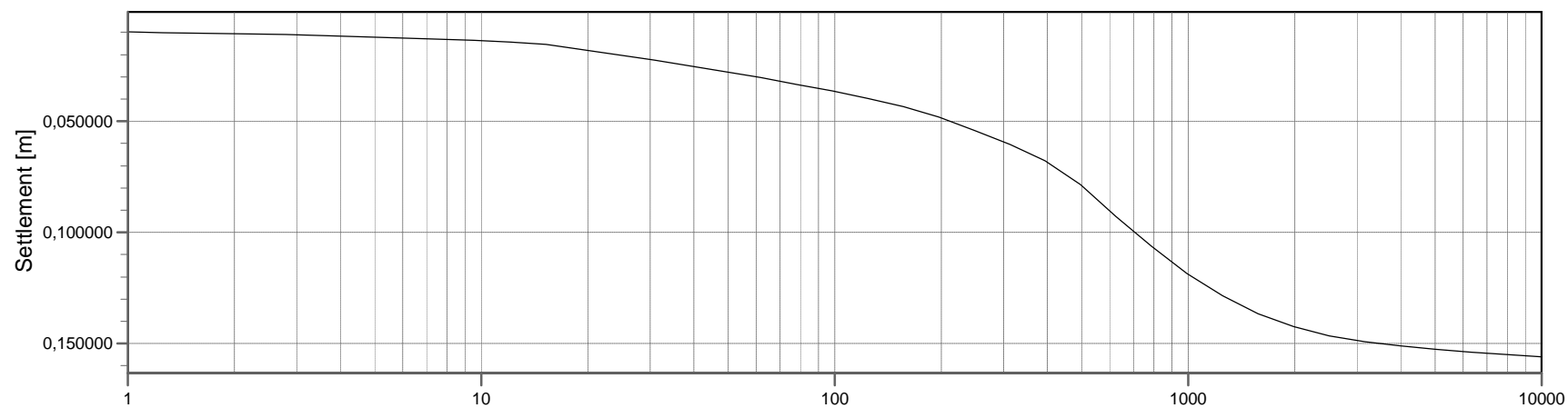
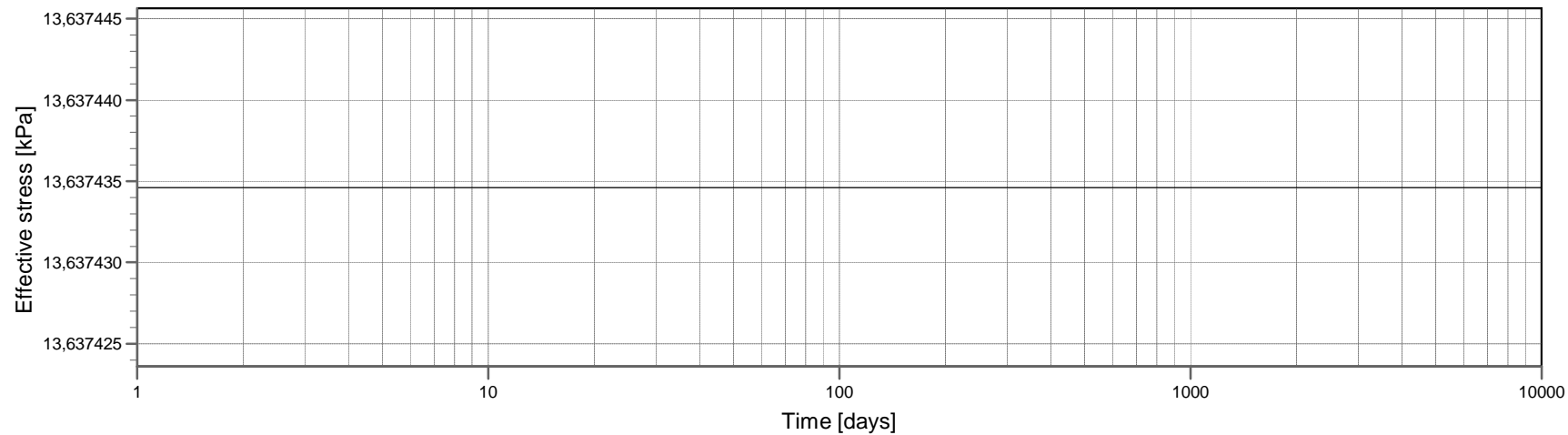
Time-History



Vertical 2 (X = 35,000 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Depth = 3,500 [m]
Settlement after 10000 days = 0,033 [m]

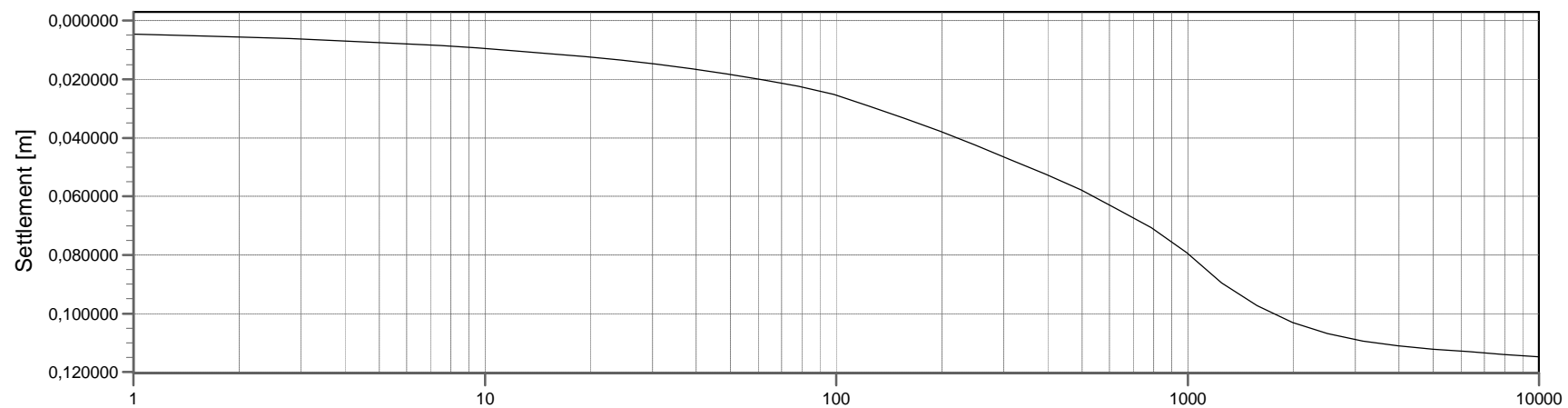
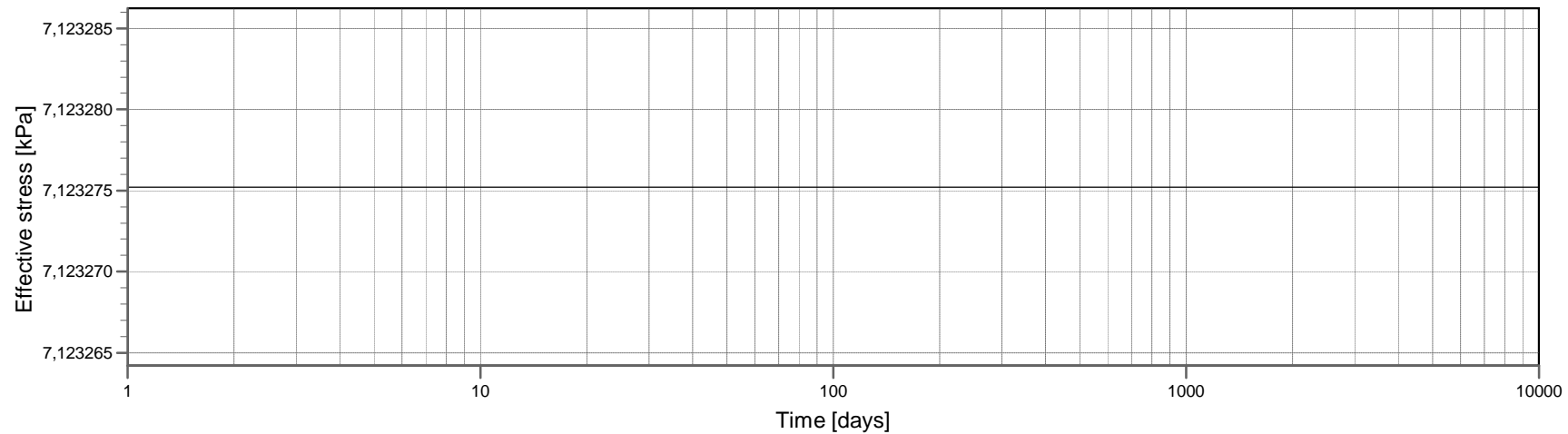
Time-History



Vertical 3 (X = 40,750 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Depth = 0,700 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 0,156 [m]

Time-History



Vertical 4 (X = 46,150 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Depth = 2,500 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 0,115 [m]

Report for D-Settlement 16.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 25-10-2017

Time of report: 10:02:11

Date of calculation: 25-10-2017

Time of calculation: 09:59:56

Filename: C:\..\6. Kades\D-Settlement\Kade 326\Wegconstructie 1 m\Kade 326

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = 35,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 37,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 39,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.5 Results for Vertical 5 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)	7
4 Settlements	9
4.1 Settlements	9
4.2 Residual Times	9
5 Warnings and errors	10

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - X -	0,000	35,000	35,000	41,000	100,000
5 - Y -	3,000	3,000	-0,500	-3,500	-3,500
4 - X -	0,000	35,000	41,000	100,000	
4 - Y -	-0,500	-0,500	-3,500	-3,500	
3 - X -	0,000	41,000	100,000		
3 - Y -	-3,500	-3,500	-3,500		
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-6,000	-6,000			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-14,000	-14,000			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-17,000	-17,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
5	01A Ophoogzand	1	1
4	Klei, zwak tot matig ...	1	1
3	07A Geul humeuse ...	1	1
2	10 Wadzand	1	1
1	13 Eerste zandlaag	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
5	Yes	17,00	19,00

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
4	Yes	16,50	16,50
3	No	13,60	13,60
2	Yes	15,80	17,80
1	Yes	17,00	19,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient C_v [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
5	-	5,00	-
4	-	5,00	-
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	5,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	C_p [-]	C_p' [-]	C_s [-]	C_s' [-]	A_p [-]	A_s [-]
5	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+05	1,00E+05	8,00E+02	1,00E+05
4	2,00E+02	5,00E+01	2,40E+03	6,00E+02	2,00E+02	6,00E+02
3	4,00E+01	1,00E+01	4,40E+02	1,10E+02	4,00E+01	1,10E+02
2	1,00E+02	2,50E+01	2,60E+03	6,50E+02	1,00E+02	6,50E+02
1	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+05	1,00E+05	2,40E+03	1,00E+05

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	10,40	11,30
2	0	0,40	0,70
3	0	17,70	17,70

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	36,00	39,00	39,00			
1 - Y -	-1,00	-1,00	-2,50			
2 - X -	35,00	39,00	39,00			
2 - Y -	2,00	2,00	-1,00			
3 - X -	35,00	39,00	39,00			
3 - Y -	3,00	3,00	2,00			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]					
1 - 5	0,000	35,000	37,000	39,000	100,000	

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
3,000	0,001	3,000	0,000	0,000
2,900	1,700	2,900	0,000	0,000
2,800	3,400	2,800	0,000	0,000
2,700	5,100	2,700	0,000	0,000
2,600	6,800	2,600	0,000	0,000
2,500	8,500	2,500	0,000	0,000
2,400	10,200	2,400	0,000	0,000
2,300	11,900	2,300	0,000	0,000
2,200	13,600	2,200	0,000	0,000
2,100	15,300	2,100	0,000	0,000
2,000	17,000	2,000	0,000	0,000
1,250	29,750	1,250	0,000	0,000
0,400	44,200	0,400	0,000	0,000
-0,400	57,800	-0,400	0,000	0,000
-0,500	58,719	-0,400	0,000	0,000
-0,500	58,719	-0,400	0,000	0,000
-1,300	64,071	-0,400	0,000	0,000
-2,000	68,754	-0,400	0,000	0,000
-2,700	73,437	-0,400	0,000	0,000
-3,500	78,790	-0,400	0,001	0,000
-3,500	78,790	-0,400	0,001	0,000
-4,150	81,254	-0,400	0,001	0,000
-4,750	83,528	-0,400	0,001	0,000
-5,400	85,992	-0,400	0,002	0,000
-6,000	88,267	-0,400	0,003	0,000
-6,000	88,267	-0,400	0,003	0,000
-7,000	96,258	-0,400	0,004	0,000
-8,000	104,250	-0,400	0,006	0,000
-9,000	112,243	-0,400	0,009	0,000
-10,000	120,236	-0,400	0,012	0,000
-11,000	128,229	-0,400	0,015	0,000
-12,000	136,223	-0,400	0,019	0,000
-13,000	144,218	-0,400	0,024	0,000
-14,000	152,214	-0,400	0,030	0,000
-14,000	152,214	-0,400	0,030	0,000
-14,800	159,570	-0,400	0,034	0,000
-15,500	166,008	-0,400	0,039	0,000
-16,200	172,446	-0,400	0,044	0,000
-17,000	179,803	-0,400	0,049	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 35,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-0,500	66,177	-0,400	7,458	0,010
-0,600	66,764	-0,400	7,376	0,010
-0,700	67,350	-0,400	7,293	0,010
-0,800	67,956	-0,400	7,230	0,010
-0,900	68,582	-0,400	7,187	0,010
-1,000	69,208	-0,400	7,144	0,010
-1,100	69,834	-0,400	7,101	0,009
-1,200	70,461	-0,400	7,059	0,009
-1,300	71,088	-0,400	7,017	0,009

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1,400	71,712	-0,400	6,972	0,009
-1,500	72,330	-0,400	6,921	0,009
-2,000	75,316	-0,400	6,562	0,008
-2,700	79,379	-0,400	5,942	0,008
-3,500	84,115	-0,400	5,326	0,007
-3,500	84,115	-0,400	5,326	0,007
-4,150	86,181	-0,400	4,929	0,006
-4,750	88,153	-0,400	4,627	0,005
-5,400	90,340	-0,400	4,350	0,003
-6,000	92,391	-0,400	4,127	0,003
-6,000	92,391	-0,400	4,127	0,003
-7,000	100,058	-0,400	3,804	0,002
-8,000	107,771	-0,400	3,527	0,002
-9,000	115,518	-0,400	3,284	0,001
-10,000	123,294	-0,400	3,070	0,001
-11,000	131,094	-0,400	2,880	0,001
-12,000	138,915	-0,400	2,711	0,000
-13,000	146,752	-0,400	2,558	0,000
-14,000	154,606	-0,400	2,422	0,000
-14,000	154,606	-0,400	2,422	0,000
-14,800	161,858	-0,400	2,322	0,000
-15,500	168,209	-0,400	2,240	0,000
-16,200	174,566	-0,400	2,164	0,000
-17,000	181,837	-0,400	2,083	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 37,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1,500	7,690	-0,400	7,689	0,048
-1,600	8,233	-0,400	7,564	0,046
-1,700	8,791	-0,400	7,453	0,043
-1,800	9,325	-0,400	7,318	0,042
-1,900	9,836	-0,400	7,160	0,040
-2,000	10,359	-0,400	7,014	0,039
-2,100	10,892	-0,400	6,878	0,038
-2,200	11,433	-0,400	6,750	0,037
-2,300	11,981	-0,400	6,629	0,036
-2,400	12,535	-0,400	6,514	0,035
-2,500	13,096	-0,400	6,406	0,035
-3,500	19,047	-0,400	5,667	0,030
-3,500	19,047	-0,400	5,667	0,030
-4,150	21,184	-0,400	5,340	0,021
-4,750	23,169	-0,400	5,052	0,015
-5,400	25,333	-0,400	4,752	0,010
-6,000	27,349	-0,400	4,494	0,007
-6,000	27,349	-0,400	4,494	0,007
-7,000	34,953	-0,400	4,108	0,005
-8,000	42,609	-0,400	3,774	0,004
-9,000	50,310	-0,400	3,485	0,003
-10,000	58,049	-0,400	3,234	0,002
-11,000	65,820	-0,400	3,015	0,001
-12,000	73,618	-0,400	2,823	0,001
-13,000	81,438	-0,400	2,653	0,000
-14,000	89,276	-0,400	2,501	0,000
-14,000	89,277	-0,400	2,501	0,000
-14,800	96,519	-0,400	2,392	0,000
-15,500	102,863	-0,400	2,303	0,000
-16,200	109,214	-0,400	2,221	0,000
-17,000	116,479	-0,400	2,134	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 39,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2,500	6,011	-0,400	6,010	0,050
-2,600	6,633	-0,400	5,964	0,047
-2,700	7,254	-0,400	5,916	0,046
-2,800	7,873	-0,400	5,866	0,045
-2,900	8,489	-0,400	5,813	0,044
-3,000	9,102	-0,400	5,757	0,043
-3,100	9,712	-0,400	5,698	0,042
-3,200	10,320	-0,400	5,637	0,041
-3,300	10,926	-0,400	5,574	0,041
-3,400	11,532	-0,400	5,511	0,040
-3,500	12,137	-0,400	5,447	0,040
-3,500	12,137	-0,400	5,447	0,040
-4,150	14,203	-0,400	5,050	0,027
-4,750	16,155	-0,400	4,728	0,019
-5,400	18,318	-0,400	4,427	0,013
-6,000	20,350	-0,400	4,185	0,007
-6,000	20,350	-0,400	4,185	0,007
-7,000	27,994	-0,400	3,839	0,005
-8,000	35,692	-0,400	3,547	0,004
-9,000	43,431	-0,400	3,296	0,003
-10,000	51,202	-0,400	3,077	0,002
-11,000	58,999	-0,400	2,884	0,001
-12,000	66,818	-0,400	2,713	0,001
-13,000	74,655	-0,400	2,560	0,000
-14,000	82,507	-0,400	2,422	0,000
-14,000	82,507	-0,400	2,422	0,000
-14,800	89,759	-0,400	2,322	0,000
-15,500	96,110	-0,400	2,240	0,000
-16,200	102,467	-0,400	2,164	0,000
-17,000	109,738	-0,400	2,083	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-3,500	0,001	-0,400	0,000	0,000
-3,600	0,379	-0,400	0,000	0,000
-3,700	0,758	-0,400	0,000	0,000
-3,800	1,137	-0,400	0,000	0,000
-3,900	1,516	-0,400	0,000	0,000
-4,000	1,895	-0,400	0,000	0,000
-4,100	2,274	-0,400	0,000	0,000
-4,200	2,653	-0,400	0,000	0,000
-4,300	3,032	-0,400	0,000	0,000
-4,400	3,411	-0,400	0,000	0,000
-4,500	3,790	-0,400	0,000	0,000
-4,750	4,738	-0,400	0,000	0,000
-5,400	7,201	-0,400	0,000	0,000
-6,000	9,475	-0,400	0,000	0,000
-6,000	9,475	-0,400	0,000	0,000
-7,000	17,465	-0,400	0,000	0,000
-8,000	25,455	-0,400	0,000	0,000
-9,000	33,446	-0,400	0,001	0,000
-10,000	41,436	-0,400	0,001	0,000
-11,000	49,426	-0,400	0,001	0,000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-12,000	57,417	-0,400	0,002	0,000
-13,000	65,407	-0,400	0,002	0,000
-14,000	73,398	-0,400	0,003	0,000
-14,000	73,398	-0,400	0,003	0,000
-14,800	80,750	-0,400	0,003	0,000
-15,500	87,184	-0,400	0,004	0,000
-16,200	93,617	-0,400	0,004	0,000
-17,000	100,970	-0,400	0,005	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	0,00	3,00	0,000
2	35,00	0,00	-0,50	0,010
3	37,00	0,00	-1,50	0,048
4	39,00	0,00	-2,50	0,050
5	100,00	0,00	-3,50	0,000

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	730	0,000	95,614	0,000
	910	0,000	96,136	0,000
2	730	0,010	93,315	0,001
	910	0,010	93,921	0,001
3	730	0,045	92,926	0,003
	910	0,045	93,580	0,003
4	730	0,046	92,914	0,004
	910	0,047	93,559	0,003
5	730	0,000	94,643	0,000
	910	0,000	94,643	0,000

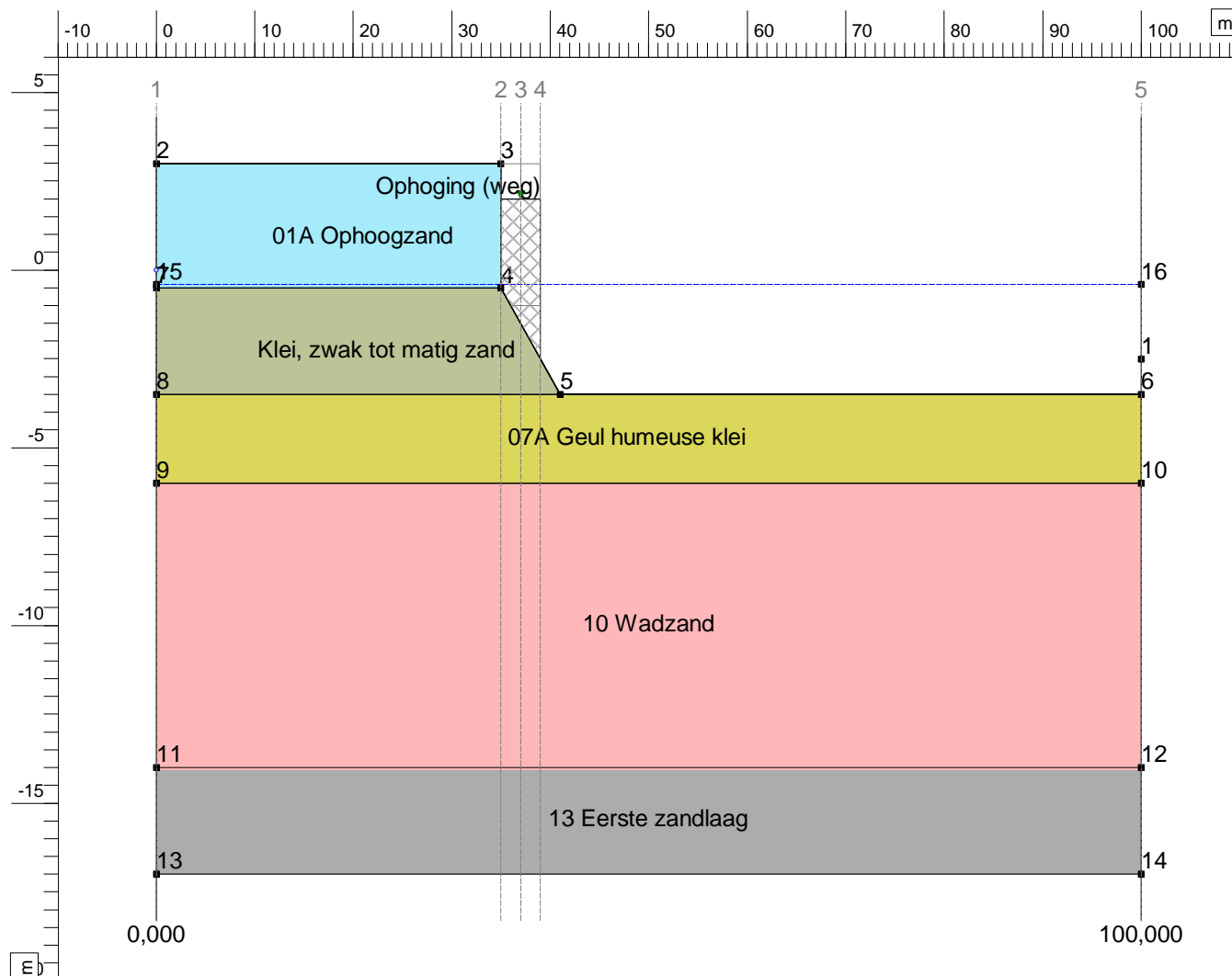
5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.






- 1 Model Koppejan is not ideal for unloading (e.g. load removal, temporary dewatering, gradual submerging). If A_s is much larger than C_s' , unloading will yield almost no effect on creep. Switch to the NEN-Bjerrum or abc Isotache model for improved predictions.
- 2 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (1)

End of Report

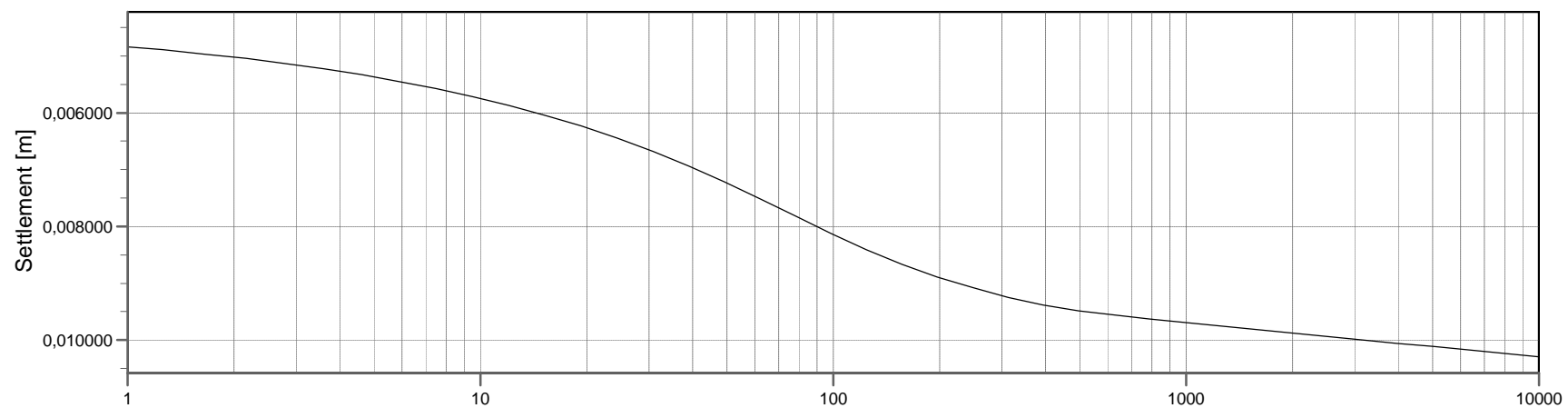
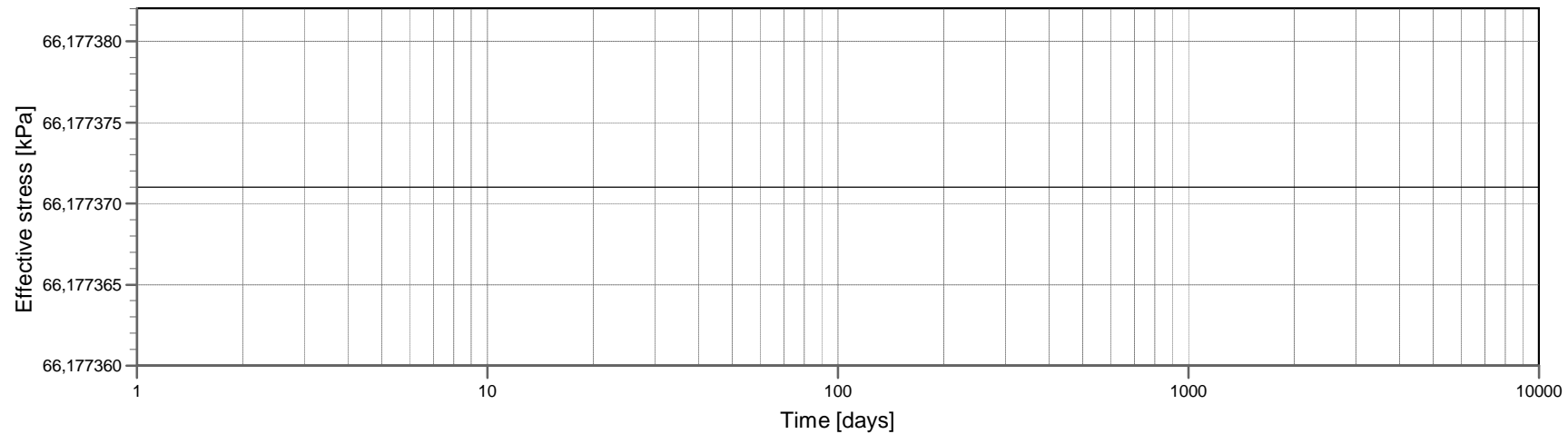
Input View



Materials

- | | |
|---|---------------------------|
|  | 01A Ophoogzand |
|  | Klei, zwak tot matig zand |
|  | 07A Geul humeuse klei |
|  | 10 Wadzand |
|  | 13 Eerste zandlaag |

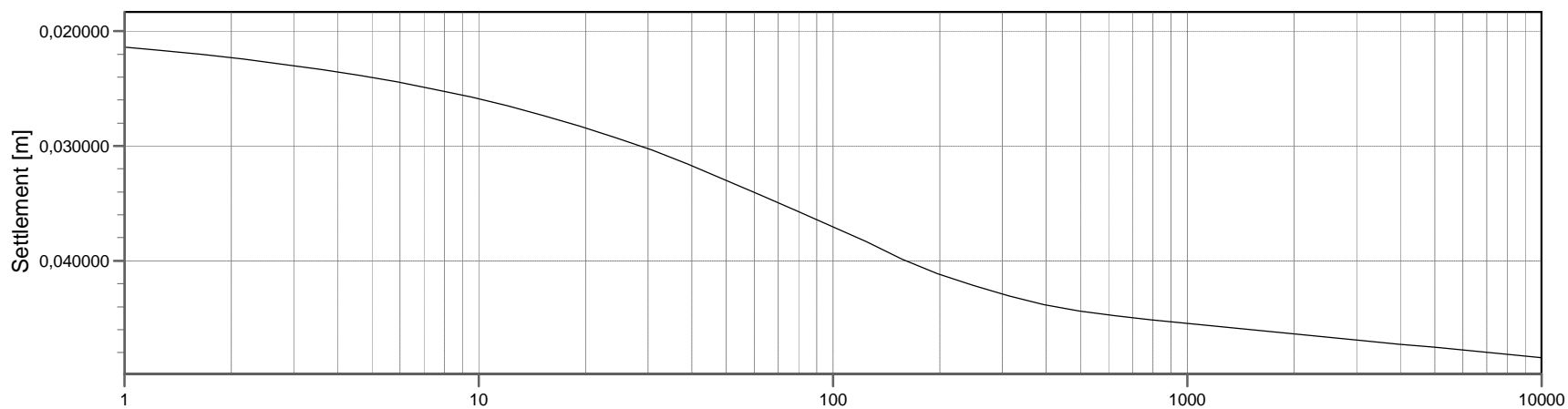
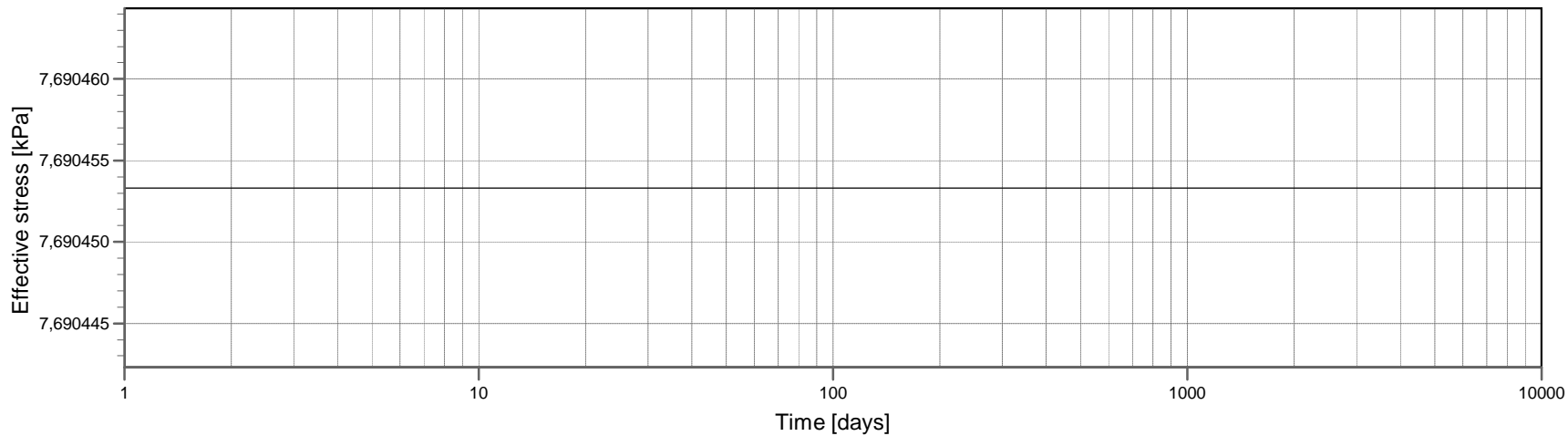
Time-History



Vertical 2 (X = 35,000 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Depth = 0,500 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 0,010 [m]

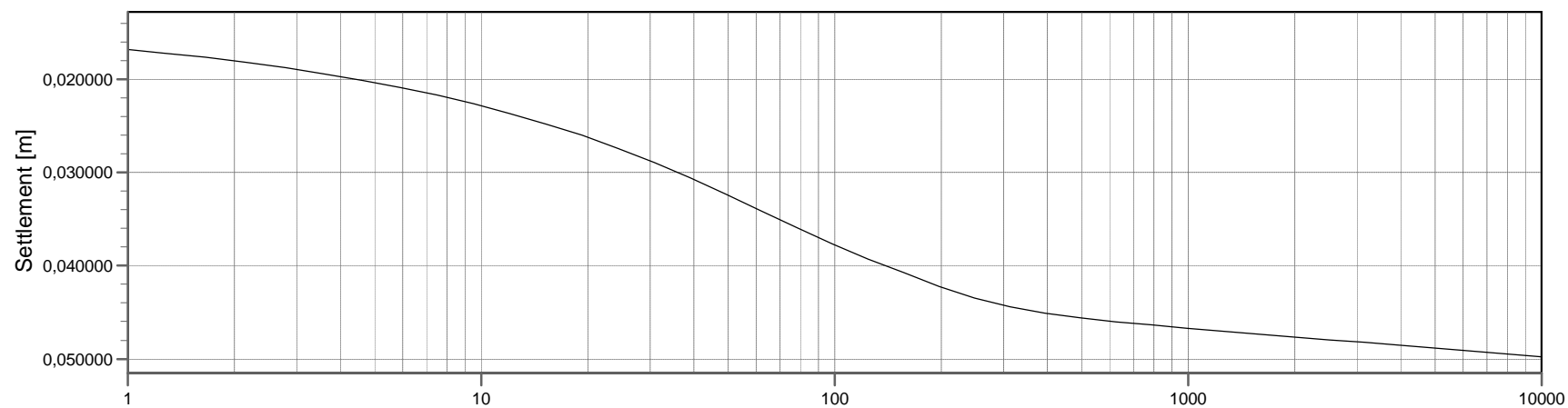
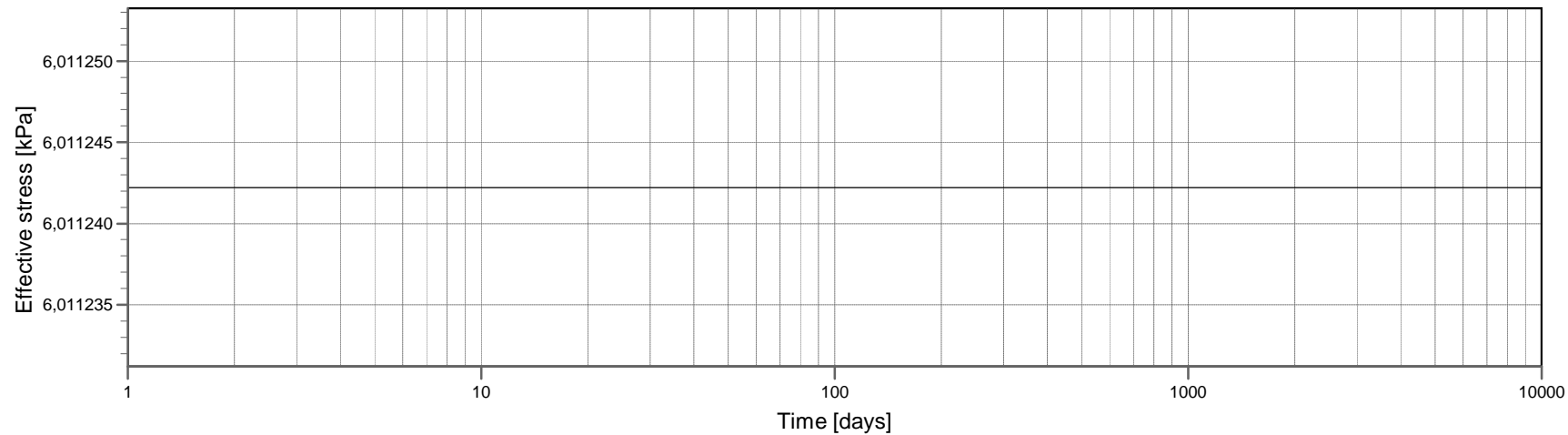
Time-History



Vertical 3 (X = 37,000 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Depth = 1,500 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 0,048 [m]

Time-History



Vertical 4 (X = 39,000 m; Z = 0,000 m)

Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Depth = 2,500 (-) [m]

Settlement after 10000 days = 0,050 [m]

Bijlage 12 Berekening draagvermogen ronding – Kade 285

Report for D-Foundations 17.1

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



Company: Geo2 Engineering B.V.

Date of report: 6-11-2017
Time of report: 08:29:14

Date of calculation: 6-11-2017
Time of calculation: 08:28:39

Filename: C:\..\6. Kades\D-Foundations\Kade 285 - Palen ronding

Project identification:
D-Foundations Kade 285 - Palen ronding

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 General Input Data	3
2.2 General Report Data	3
2.3 Application Area Model Bearing Piles	3
2.4 Superstructure	3
2.5 General CPT Data	3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan	3
2.6 Soil Data	4
2.6.1 Soil Profile D6-2602	4
2.6.2 Soil Profile D6-2603	5
2.6.3 Soil Profile DKM40A	6
2.6.4 Soil Profile DKM39A	7
2.6.5 Soil Profile DKM701	8
2.7 Pile Types	9
2.7.1 Pile type : OSB 324*14	9
2.8 Foundation Plan	9
2.8.1 View of Foundation Plan	10
2.9 Excavation Data	10
2.10 Overruled Parameters	11
2.11 Model Options	11
2.12 Model Options	11
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Capacity	12
3.1 Remarks	12
3.2 Calculation Parameters	12
3.2.1 Pile Factors	12
3.3 Results Bearing Forces for Pile type : OSB 324*14	12
3.4 Summary Net Bearing Capacity in kN	14

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :

Design engineer superstructure :

Principal :

Title 1 :

Title 2 :

Title 3 :

D-Foundations Kade 285 - Palen ronding

Number of project :

Location of project :

2.3 Application Area Model Bearing Piles

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

2.4 Superstructure

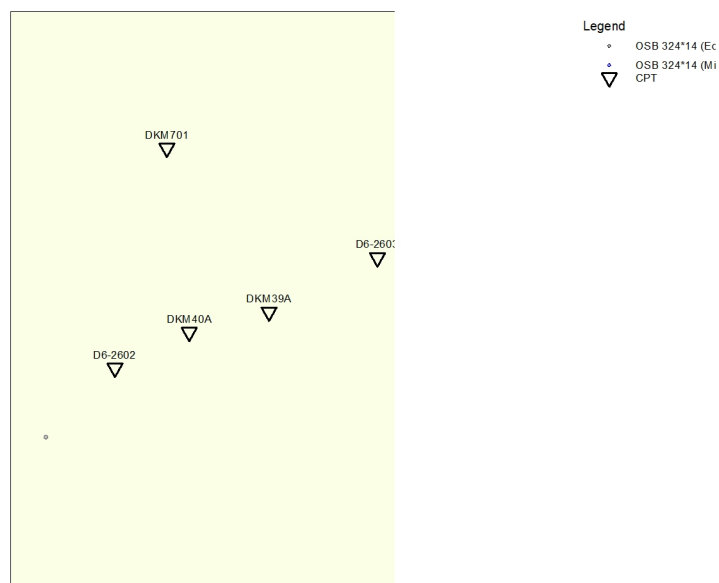
Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 5

Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



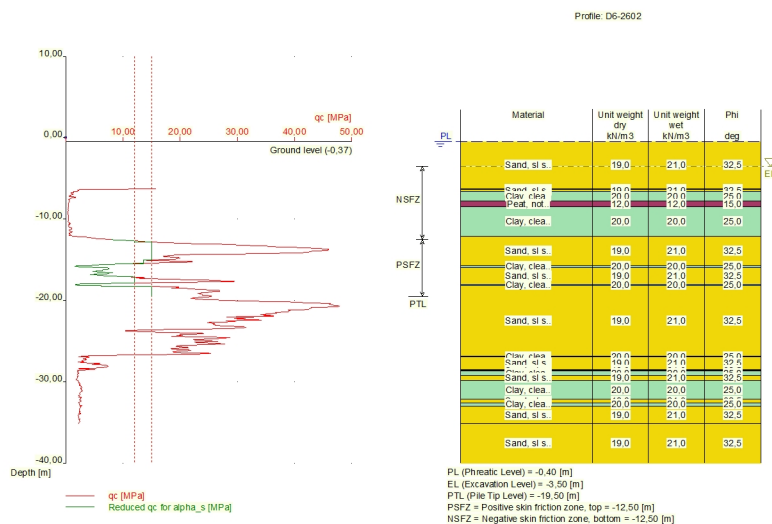
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
1: D6-2602	-19,50	-12,50	-12,50	121989,00	487804,00
2: D6-2603	-19,50	-12,50	-12,50	122008,00	487812,00
3: DKM40A	-19,50	-12,50	-12,50	121994,38	487806,59
4: DKM39A	-19,50	-12,50	-12,50	122000,15	487808,06
5: DKM701	-19,50	-12,50	-12,50	121992,75	487819,93

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 5

2.6.1 Soil Profile D6-2602

Belonging to CPT	D6-2602
Surface level in [m. reference level] :	-0,37
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-19,50
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12,50
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,50
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	22



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	-0,370	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	-6,270	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
3	-6,370	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	-6,570	20,00	20,00	25,00	Clay	--
5	-7,770	12,00	12,00	15,00	Peat	--
6	-8,470	20,00	20,00	25,00	Clay	--
7	-12,070	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
8	-15,670	20,00	20,00	25,00	Clay	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
9	-15,970	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
10	-17,970	20,00	20,00	25,00	Clay	--
11	-18,170	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
12	-26,870	20,00	20,00	25,00	Clay	--
13	-26,970	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
14	-28,470	20,00	20,00	25,00	Clay	--
15	-28,570	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
16	-28,670	20,00	20,00	25,00	Clay	--
17	-29,170	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
18	-29,870	20,00	20,00	25,00	Clay	--
19	-32,070	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
20	-32,570	20,00	20,00	25,00	Clay	--
21	-32,970	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
22	-35,119	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.2 Soil Profile D6-2603

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

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

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

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

D6-2603

-0,37

-0,40

-19,50

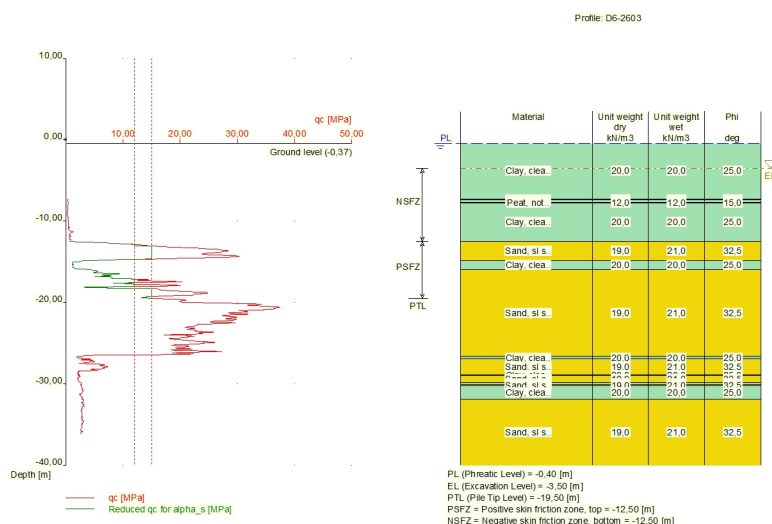
-12,50

-12,50

1,00

0,11

16



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	-0,370	20,00	20,00	25,00	Clay	--
2	-7,270	20,00	20,00	25,00	Clay	--
3	-7,370	20,00	20,00	25,00	Clay	--
4	-7,670	12,00	12,00	15,00	Peat	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
5	-7,770	20,00	20,00	25,00	Clay	--
6	-12,470	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
7	-14,870	20,00	20,00	25,00	Clay	--
8	-15,970	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
9	-26,570	20,00	20,00	25,00	Clay	--
10	-26,970	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
11	-28,870	20,00	20,00	25,00	Clay	--
12	-28,970	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
13	-29,870	20,00	20,00	25,00	Clay	--
14	-30,070	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
15	-30,270	20,00	20,00	25,00	Clay	--
16	-31,870	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.3 Soil Profile DKM40A

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

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

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

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

DKM40A

-3,48

-0,40

-19,50

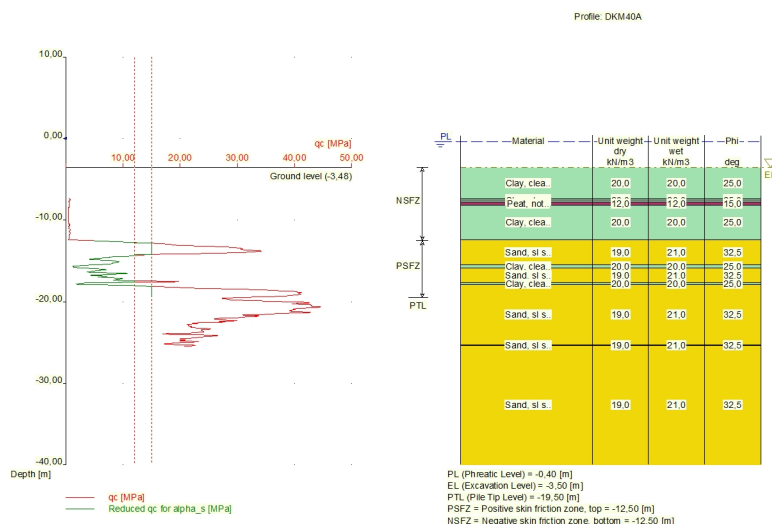
-12,50

-12,50

1,00

0,11

12



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	-3,480	20,00	20,00	25,00	Clay	--
2	-7,380	20,00	20,00	25,00	Clay	--
3	-7,480	20,00	20,00	25,00	Clay	--
4	-7,780	12,00	12,00	15,00	Peat	--
5	-8,180	20,00	20,00	25,00	Clay	--
6	-12,380	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
7	-15,490	20,00	20,00	25,00	Clay	--
8	-15,890	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
9	-17,690	20,00	20,00	25,00	Clay	--
10	-17,890	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
11	-25,290	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
12	-25,390	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.4 Soil Profile DKM39A

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

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

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

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

DKM39A

-3,50

-0,40

-19,50

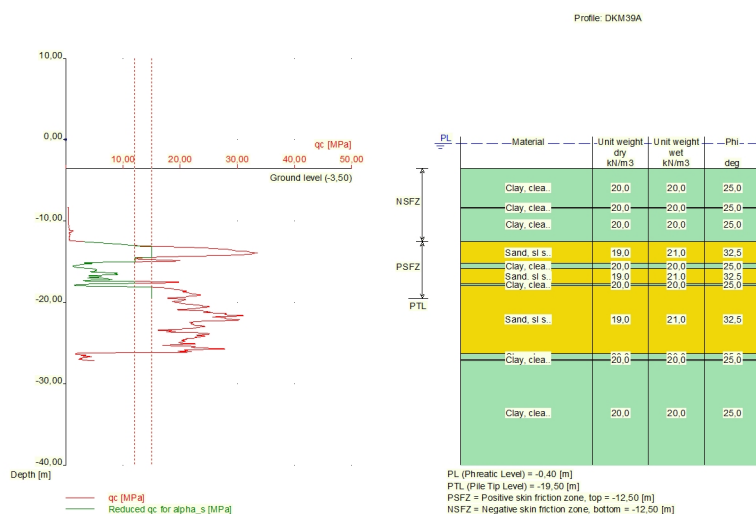
-12,50

-12,50

1,00

0,11

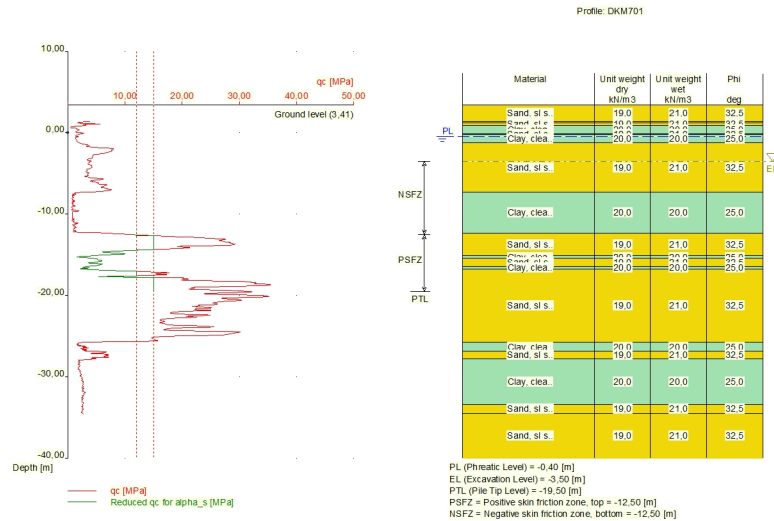
11



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	-3,500	20,00	20,00	25,00	Clay	--
2	-8,300	20,00	20,00	25,00	Clay	--
3	-8,400	20,00	20,00	25,00	Clay	--
4	-12,500	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
5	-15,210	20,00	20,00	25,00	Clay	--
6	-15,810	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
7	-17,710	20,00	20,00	25,00	Clay	--
8	-17,910	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
9	-26,320	20,00	20,00	25,00	Clay	--
10	-27,020	20,00	20,00	25,00	Clay	--
11	-27,120	20,00	20,00	25,00	Clay	--

2.6.5 Soil Profile DKM701

Belonging to CPT	DKM701
Surface level in [m. reference level] :	3,41
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-19,50
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12,50
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,50
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	18



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	3,410	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	1,410	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
3	1,210	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	0,910	20,00	20,00	25,00	Clay	--
5	-0,090	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
6	-0,190	20,00	20,00	25,00	Clay	--
7	-1,190	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
8	-7,300	20,00	20,00	25,00	Clay	--
9	-12,310	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
10	-15,120	20,00	20,00	25,00	Clay	--
11	-15,420	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
12	-16,420	20,00	20,00	25,00	Clay	--
13	-16,720	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
14	-25,750	20,00	20,00	25,00	Clay	--
15	-26,850	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
16	-27,760	20,00	20,00	25,00	Clay	--
17	-33,380	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
18	-34,490	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : OSB 324*14

Pile type : User defined (vibrating)

Note: This user defined pile type is considered to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $1.0 \cdot \phi$.

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

Open-ended steel pipe pile

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

α_s clay/loam/peat according to table 7.f, art. 7.6.2.3 (i)

NEN 9997-1:2016

Note : α_s depends on the soiltype and relative depth.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Open-ended steel pipe pile

Pile type for use in load/settlement curve :

1

Materialtype for pile :

Steel

Slip layer :

None

Pile shape :

Round open-ended hollow pile

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

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

Pile dimensions :

Diameter at tip [m] :

0,324

Wall thickness [mm] :

14,0

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1

Number of collaborating piles* : 1

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

2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	121984,00	487799,00	370,00	275,00	0,00	2,50

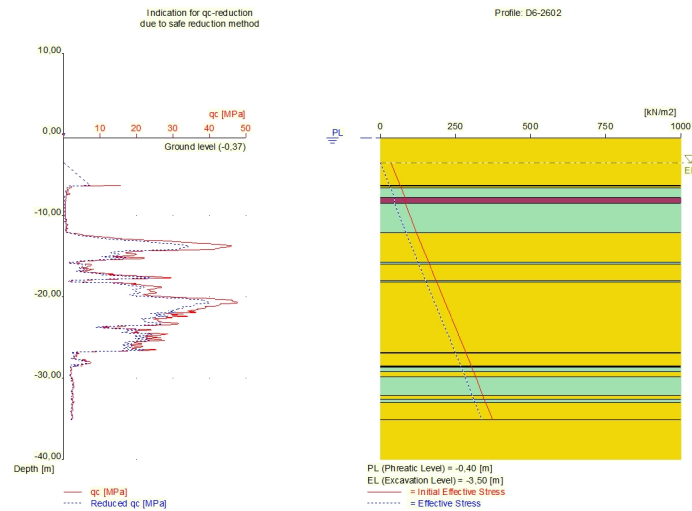
2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :

-3,50

Reduction model :

Safe (NEN)



2.10 Overruled Parameters

All parameters according to standard.

2.11 Model Options

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

2.12 Model Options

Selected pile types :

Selected profiles :

- D6-2602
- D6-2603
- DKM40A
- DKM39A
- DKM701

Trajectory

- begin [m] : -10,00
- end [m] : -20,00
- interval [m] : 0,50

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Ca

3.1 Remarks

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

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

3.2 Calculation Parameters

3.2.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
xi3 (NEN 9997-1:2016, table A.10a, for N = 5) :	1,28
xi4 (NEN 9997-1:2016, table A.10a, for N = 5) :	1,03

3.3 Results Bearing Forces for Pile type : OSB 324*14

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
D6-2602	-10.00	2	0	2	1	60	60	-59
D6-2602	-10.50	3	0	3	2	69	69	-67
D6-2602	-11.00	4	0	4	3	78	78	-75
D6-2602	-11.50	5	0	5	3	89	89	-86
D6-2602	-12.00	3	0	3	2	100	100	-98
D6-2602	-12.50	31	0	31	20	112	112	-92
D6-2602	-13.00	91	60	151	98	112	112	-14
D6-2602	-13.50	174	148	322	210	112	112	98
D6-2602	-14.00	184	235	419	273	112	112	161
D6-2602	-14.50	76	319	395	257	112	112	145
D6-2602	-15.00	196	206	402	262	112	112	150
D6-2602	-15.50	120	240	360	234	112	112	122
D6-2602	-16.00	172	277	449	292	112	112	180
D6-2602	-16.50	183	292	475	309	112	112	197
D6-2602	-17.00	238	309	547	356	112	112	244
D6-2602	-17.50	236	343	579	377	112	112	265
D6-2602	-18.00	183	370	553	360	112	112	248
D6-2602	-18.50	93	773	866	564	112	112	452
D6-2602	-19.00	114	861	975	635	112	112	523
D6-2602	-19.50	120	948	1068	695	112	112	583
D6-2602	-20.00	135	1036	1171	762	112	112	650
D6-2603	-10.00	2	0	2	1	57	57	-56
D6-2603	-10.50	3	0	3	2	66	66	-64
D6-2603	-11.00	3	0	3	2	76	76	-74
D6-2603	-11.50	4	0	4	3	87	87	-84
D6-2603	-12.00	4	0	4	3	98	98	-95
D6-2603	-12.50	6	0	6	4	110	110	-106
D6-2603	-13.00	61	38	99	64	110	110	-46
D6-2603	-13.50	117	120	237	154	110	110	44

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
D6-2603	-14.00	107	208	315	205	110	110	95
D6-2603	-14.50	100	154	254	165	110	110	55
D6-2603	-15.00	63	184	247	161	110	110	51
D6-2603	-15.50	69	193	262	171	110	110	61
D6-2603	-16.00	153	213	366	238	110	110	128
D6-2603	-16.50	195	228	423	275	110	110	165
D6-2603	-17.00	245	246	491	320	110	110	210
D6-2603	-17.50	244	278	522	340	110	110	230
D6-2603	-18.00	243	310	553	360	110	110	250
D6-2603	-18.50	82	649	731	476	110	110	366
D6-2603	-19.00	108	739	847	551	110	110	441
D6-2603	-19.50	73	789	862	561	110	110	451
D6-2603	-20.00	108	876	984	641	110	110	531
DKM40A	-10.00	3	0	3	2	56	56	-54
DKM40A	-10.50	3	0	3	2	65	65	-63
DKM40A	-11.00	3	0	3	2	74	74	-72
DKM40A	-11.50	4	0	4	3	84	84	-81
DKM40A	-12.00	3	0	3	2	95	95	-93
DKM40A	-12.50	22	0	22	14	107	107	-93
DKM40A	-13.00	105	68	173	113	107	107	6
DKM40A	-13.50	177	156	333	217	107	107	110
DKM40A	-14.00	150	243	393	256	107	107	149
DKM40A	-14.50	136	165	301	196	107	107	89
DKM40A	-15.00	133	185	318	207	107	107	100
DKM40A	-15.50	83	210	293	191	107	107	84
DKM40A	-16.00	174	233	407	265	107	107	158
DKM40A	-16.50	194	251	445	290	107	107	183
DKM40A	-17.00	200	272	472	307	107	107	200
DKM40A	-17.50	189	301	490	319	107	107	212
DKM40A	-18.00	59	638	697	454	107	107	347
DKM40A	-18.50	178	723	901	587	107	107	480
DKM40A	-19.00	205	811	1016	661	107	107	554
DKM40A	-19.50	162	898	1060	690	107	107	583
DKM40A	-20.00	205	986	1191	775	107	107	668
DKM39A	-10.00	3	0	3	2	58	58	-56
DKM39A	-10.50	3	0	3	2	67	67	-65
DKM39A	-11.00	3	0	3	2	77	77	-75
DKM39A	-11.50	4	0	4	3	88	88	-85
DKM39A	-12.00	3	0	3	2	99	99	-97
DKM39A	-12.50	15	0	15	10	111	111	-101
DKM39A	-13.00	69	46	115	75	111	111	-36
DKM39A	-13.50	164	132	296	193	111	111	82
DKM39A	-14.00	186	220	406	264	111	111	153
DKM39A	-14.50	166	159	325	212	111	111	101
DKM39A	-15.00	100	196	296	193	111	111	82
DKM39A	-15.50	83	226	309	201	111	111	90
DKM39A	-16.00	179	249	428	279	111	111	168
DKM39A	-16.50	183	269	452	294	111	111	183
DKM39A	-17.00	194	287	481	313	111	111	202
DKM39A	-17.50	171	312	483	314	111	111	203
DKM39A	-18.00	34	643	677	441	111	111	330
DKM39A	-18.50	116	726	842	548	111	111	437
DKM39A	-19.00	132	814	946	616	111	111	505
DKM39A	-19.50	106	902	1008	656	111	111	545
DKM39A	-20.00	113	989	1102	717	111	111	606
DKM701	-10.00	5	0	5	3	65	65	-62
DKM701	-10.50	5	0	5	3	75	75	-72
DKM701	-11.00	6	0	6	4	85	85	-81
DKM701	-11.50	7	0	7	5	96	96	-91
DKM701	-12.00	6	0	6	4	108	108	-104
DKM701	-12.50	29	0	29	19	121	121	-102
DKM701	-13.00	71	52	123	80	121	121	-41
DKM701	-13.50	81	122	203	132	121	121	11
DKM701	-14.00	144	99	243	158	121	121	37

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
DKM701	-14.50	119	126	245	160	121	121	39
DKM701	-15.00	108	139	247	161	121	121	40
DKM701	-15.50	106	167	273	178	121	121	57
DKM701	-16.00	106	176	282	184	121	121	63
DKM701	-16.50	105	190	295	192	121	121	71
DKM701	-17.00	210	216	426	277	121	121	156
DKM701	-17.50	189	244	433	282	121	121	161
DKM701	-18.00	69	518	587	382	121	121	261
DKM701	-18.50	113	600	713	464	121	121	343
DKM701	-19.00	76	658	734	478	121	121	357
DKM701	-19.50	111	768	879	572	121	121	451
DKM701	-20.00	119	856	975	635	121	121	514

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

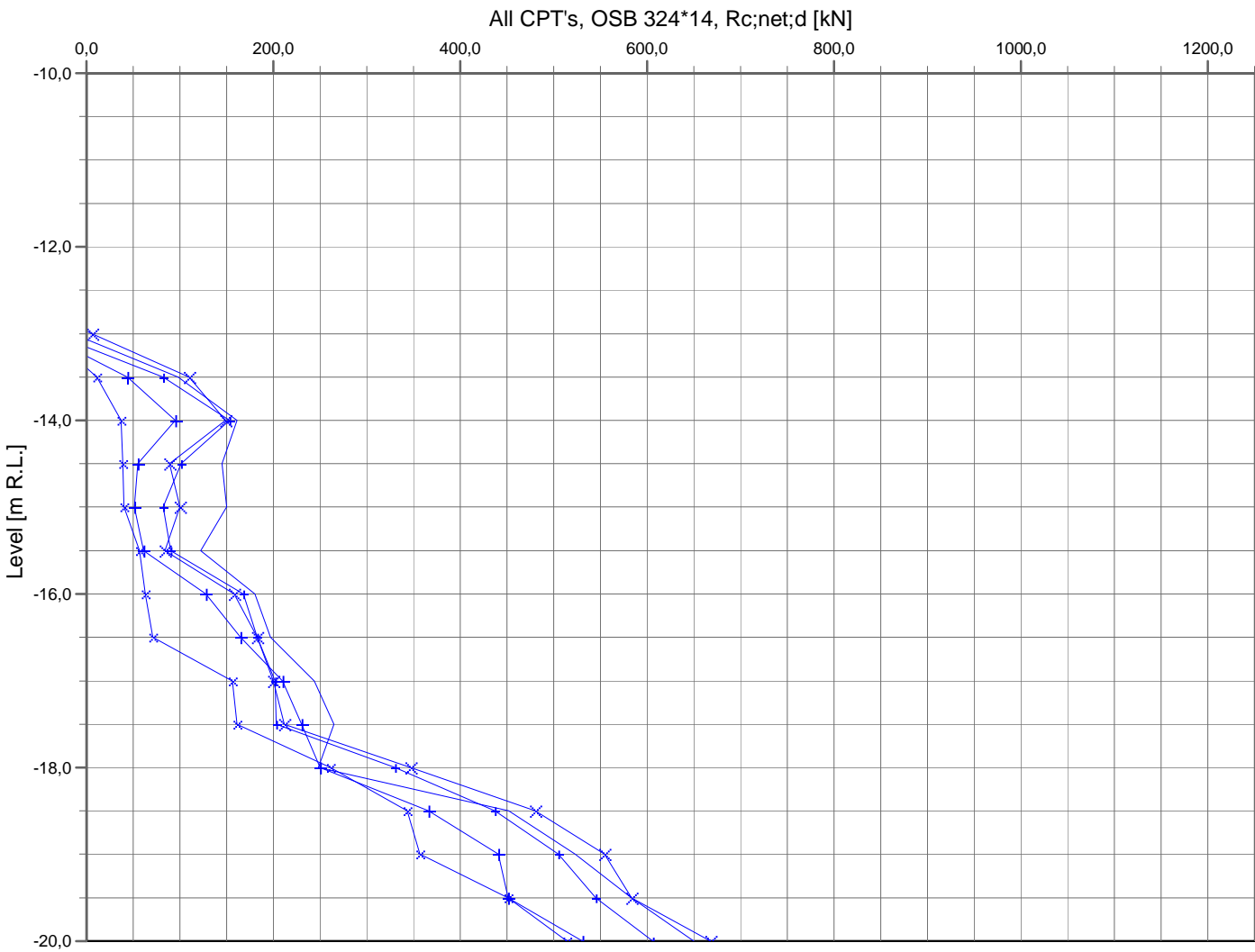
3.4 Summary Net Bearing Capacity in kN

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	OSB 324*14 Rc;net;d [kN]
D6-2602	-0,37	-10,00	-59,00
D6-2602	-0,37	-10,50	-67,00
D6-2602	-0,37	-11,00	-75,00
D6-2602	-0,37	-11,50	-86,00
D6-2602	-0,37	-12,00	-98,00
D6-2602	-0,37	-12,50	-92,00
D6-2602	-0,37	-13,00	-14,00
D6-2602	-0,37	-13,50	98,00
D6-2602	-0,37	-14,00	161,00
D6-2602	-0,37	-14,50	145,00
D6-2602	-0,37	-15,00	150,00
D6-2602	-0,37	-15,50	122,00
D6-2602	-0,37	-16,00	180,00
D6-2602	-0,37	-16,50	197,00
D6-2602	-0,37	-17,00	244,00
D6-2602	-0,37	-17,50	265,00
D6-2602	-0,37	-18,00	248,00
D6-2602	-0,37	-18,50	452,00
D6-2602	-0,37	-19,00	523,00
D6-2602	-0,37	-19,50	583,00
D6-2602	-0,37	-20,00	650,00
D6-2603	-0,37	-10,00	-56,00
D6-2603	-0,37	-10,50	-64,00
D6-2603	-0,37	-11,00	-74,00
D6-2603	-0,37	-11,50	-84,00
D6-2603	-0,37	-12,00	-95,00
D6-2603	-0,37	-12,50	-106,00
D6-2603	-0,37	-13,00	-46,00
D6-2603	-0,37	-13,50	44,00
D6-2603	-0,37	-14,00	95,00
D6-2603	-0,37	-14,50	55,00
D6-2603	-0,37	-15,00	51,00
D6-2603	-0,37	-15,50	61,00
D6-2603	-0,37	-16,00	128,00
D6-2603	-0,37	-16,50	165,00
D6-2603	-0,37	-17,00	210,00
D6-2603	-0,37	-17,50	230,00
D6-2603	-0,37	-18,00	250,00
D6-2603	-0,37	-18,50	366,00
D6-2603	-0,37	-19,00	441,00
D6-2603	-0,37	-19,50	451,00
D6-2603	-0,37	-20,00	531,00
DKM40A	-3,48	-10,00	-54,00
DKM40A	-3,48	-10,50	-63,00

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	OSB 324*14 Rc;net;d [kN]
DKM40A	-3,48	-11,00	-72,00
DKM40A	-3,48	-11,50	-81,00
DKM40A	-3,48	-12,00	-93,00
DKM40A	-3,48	-12,50	-93,00
DKM40A	-3,48	-13,00	6,00
DKM40A	-3,48	-13,50	110,00
DKM40A	-3,48	-14,00	149,00
DKM40A	-3,48	-14,50	89,00
DKM40A	-3,48	-15,00	100,00
DKM40A	-3,48	-15,50	84,00
DKM40A	-3,48	-16,00	158,00
DKM40A	-3,48	-16,50	183,00
DKM40A	-3,48	-17,00	200,00
DKM40A	-3,48	-17,50	212,00
DKM40A	-3,48	-18,00	347,00
DKM40A	-3,48	-18,50	480,00
DKM40A	-3,48	-19,00	554,00
DKM40A	-3,48	-19,50	583,00
DKM40A	-3,48	-20,00	668,00
DKM39A	-3,50	-10,00	-56,00
DKM39A	-3,50	-10,50	-65,00
DKM39A	-3,50	-11,00	-75,00
DKM39A	-3,50	-11,50	-85,00
DKM39A	-3,50	-12,00	-97,00
DKM39A	-3,50	-12,50	-101,00
DKM39A	-3,50	-13,00	-36,00
DKM39A	-3,50	-13,50	82,00
DKM39A	-3,50	-14,00	153,00
DKM39A	-3,50	-14,50	101,00
DKM39A	-3,50	-15,00	82,00
DKM39A	-3,50	-15,50	90,00
DKM39A	-3,50	-16,00	168,00
DKM39A	-3,50	-16,50	183,00
DKM39A	-3,50	-17,00	202,00
DKM39A	-3,50	-17,50	203,00
DKM39A	-3,50	-18,00	330,00
DKM39A	-3,50	-18,50	437,00
DKM39A	-3,50	-19,00	505,00
DKM39A	-3,50	-19,50	545,00
DKM39A	-3,50	-20,00	606,00
DKM701	3,41	-10,00	-62,00
DKM701	3,41	-10,50	-72,00
DKM701	3,41	-11,00	-81,00
DKM701	3,41	-11,50	-91,00
DKM701	3,41	-12,00	-104,00
DKM701	3,41	-12,50	-102,00
DKM701	3,41	-13,00	-41,00
DKM701	3,41	-13,50	11,00
DKM701	3,41	-14,00	37,00
DKM701	3,41	-14,50	39,00
DKM701	3,41	-15,00	40,00
DKM701	3,41	-15,50	57,00
DKM701	3,41	-16,00	63,00
DKM701	3,41	-16,50	71,00
DKM701	3,41	-17,00	156,00
DKM701	3,41	-17,50	161,00
DKM701	3,41	-18,00	261,00
DKM701	3,41	-18,50	343,00
DKM701	3,41	-19,00	357,00
DKM701	3,41	-19,50	451,00
DKM701	3,41	-20,00	514,00

* $R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nsf;d}$

End of Report



- Legend for CPT's**
- D6-2602
 - D6-2603
 - DKM40A
 - DKM39A
 - DKM701

Results of the Option Preliminary Design,
Indication Bearing Capacity

Bijlage 13 Berekening stabiliteit (Spencer) – Kade 326

D-Geo Stability 17.1

Program : D-Geo Stability
Version : 17.1.1.1
Company :
Date : 27-10-2017
Time : 8:07:43

Output file : \\v-xof001.external.intra\users\$\geo2engineering\documents\Kade 326 - Spencer\Kade
Input file : \\v-xof001.external.intra\users\$\geo2engineering\documents\Kade 326 - Spencer\Kade
===== BEGINNING OF DATA =====

ECHO OF THE INPUT
=====

Problem identification :
:

Calculation model : Spencer
Default shear strength : C phi

LAYER BOUNDARIES
=====

Boundary no.	Co-ordinates [m]					
10 - X -	0.00	35.00	39.00	39.00	39.00	39.00
10 - Y -	3.00	3.00	3.00	2.00	-1.00	-2.50
10 - X -	41.00	100.00				
10 - Y -	-3.50	-3.50				
9 - X -	0.00	35.00	35.00	39.00	39.00	
9 - Y -	-0.50	-0.50	2.00	3.00	3.00	2.00
9 - X -	39.00	39.00	41.00	100.00		
9 - Y -	-1.00	-2.50	-3.50	-3.50		
8 - X -	0.00	35.00	35.00	39.00	39.00	
8 - Y -	-0.50	-0.50	2.00	2.00	-1.00	-2.50
8 - X -	41.00	100.00				
8 - Y -	-3.50	-3.50				
7 - X -	0.00	35.00	36.00	39.00	39.00	41.00
7 - Y -	-0.50	-0.50	-1.00	-1.00	-2.50	-3.50
7 - X -	100.00					
7 - Y -	-3.50					
6 - X -	0.00	35.00	36.00	39.00	41.00	100.00
6 - Y -	-0.50	-0.50	-1.00	-2.50	-3.50	-3.50
5 - X -	0.00	41.00	100.00			
5 - Y -	-3.50	-3.50	-3.50			
4 - X -	0.00	100.00				
4 - Y -	-6.00	-6.00				
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	-14.00	-14.00				
2 - X -	0.00	100.00				
2 - Y -	-17.00	-17.00				
1 - X -	0.00	100.00				
1 - Y -	-18.50	-18.50				
0 - X -	0.00	100.00				
0 - Y -	-27.50	-27.50				

D-Geo Stability 17.1

PL-LINES
=====

Pl-line no.	Co-ordinates [m]	
1 - X -	0.00	100.00
1 - Y -	-0.40	-0.40

Unit weight of water used for calculation: 9.81 [kN/m3]
The groundwater level is determined by Pl-line number 1

FORBIDDEN LINES
=====

Line number	X-start [m]	Y-start [m]	X-end [m]	Y-end [m]
1	39.00	3.00	39.00	-22.50

SOIL PROPERTIES
=====

Layer no.	Material name
10	01A Ophoogzand
9	01A Ophoogzand
8	EPS
7	Bims
6	Klei, zwak tot matig zand
5	07A Geul humeuse klei
4	10 Wadzand
3	13 Eerste zandlaag
2	17 Tweede zandlaag
1	13 Eerste zandlaag

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	Pl-line top	Pl-line bottom
10	16.53	18.48	1	1
9	16.53	18.48	1	1
8	0.39	0.68	1	1
7	10.10	10.98	1	1
6	16.04	16.04	1	1
5	13.22	13.22	1	1
4	15.36	17.31	1	1
3	17.51	19.46	1	1
2	17.51	19.46	1	1
1	17.51	19.46	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
10	0.00	21.66	0.00	-	-	-
9	0.00	21.66	0.00	-	-	-
8	9.23	32.07	2.07	-	-	-
7	0.00	32.07	2.07	-	-	-
6	0.61	21.24	0.00	-	-	-
5	1.82	16.00	0.00	-	-	-
4	1.21	20.83	0.00	-	-	-
3	0.00	25.02	0.00	-	-	-
2	0.00	25.02	0.00	-	-	-
1	0.00	25.02	0.00	-	-	-

D-Geo Stability 17.1

Layer number	Su top [kN/m2]	Su bot. [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP top [kN/m2]	POP bot. [kN/m2]	Gamma LEM [~]
10	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

MEASURED YIELD STRESS
=====

No measured yield stress input.
LINE LOADS
=====

No line loads were input.

UNIFORM LOAD
=====

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	27.00	0.00	39.00	8.00	Temporary

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS
=====

Layer number	Degree of consolidation
10	100
9	100
8	100
7	100
6	100
5	100
4	100
3	100
2	100
1	100

EARTHQUAKE
=====

No earth quake factors were input.

***** The input has been tested, and is correct. *****

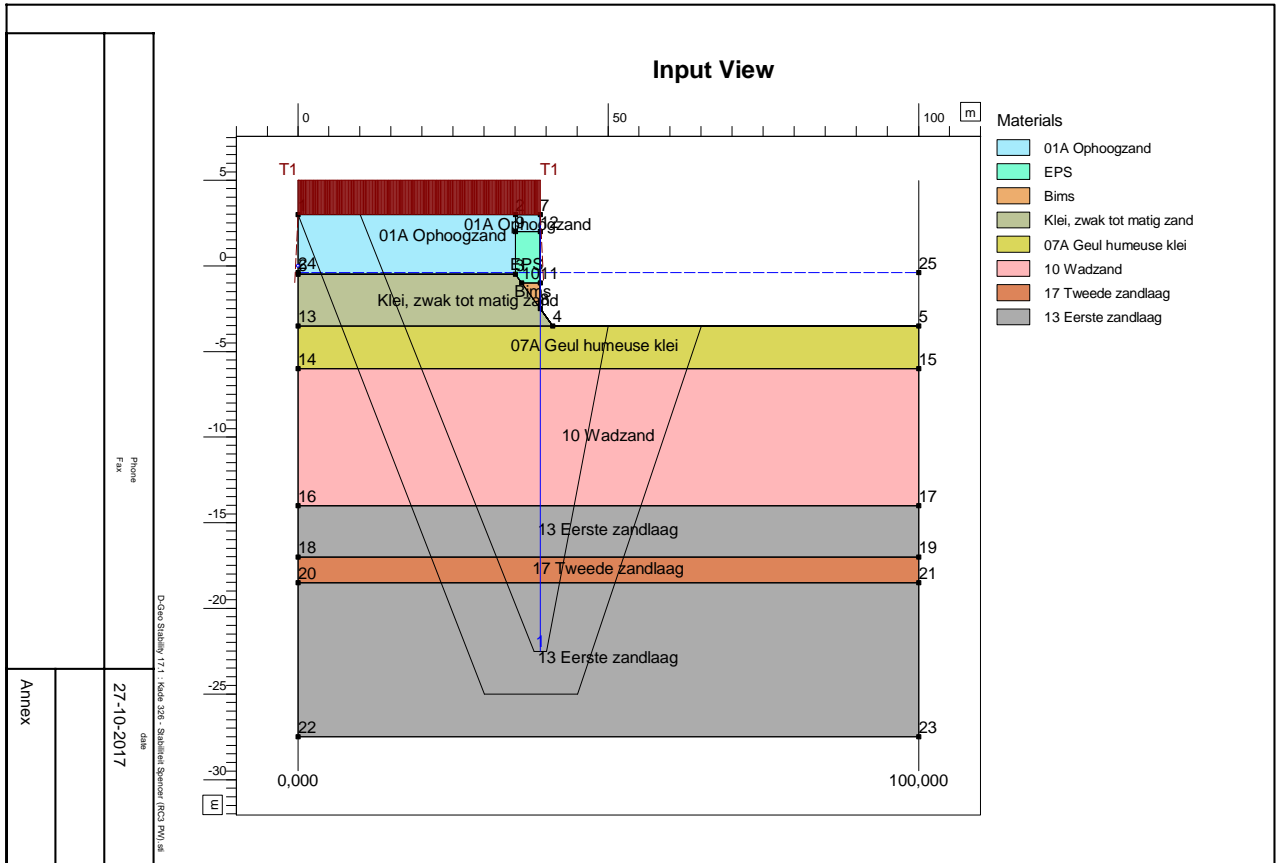
□

D-Geo Stability 17.1

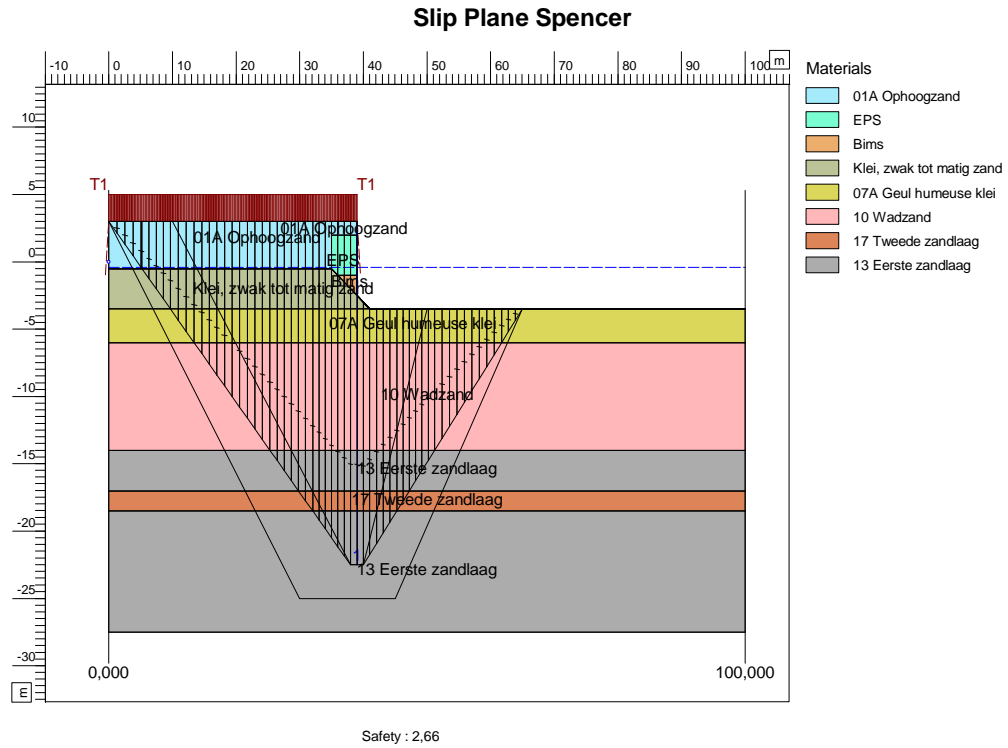
RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS
=====

Information on the slide plane : Fmin = 2.658
Calculation method used : Spencer - c phi
=====

END OF D-Geo Stability OUTPUT
=====



	Phone	
	Fax	
Annex	27-10-2017	
	D:\Geo Stability\1.1 - Kade 336 - Sluizen Spencer (RCD) PWS.mxd	



Bijlage 14 Verificatierapport (DEA-000526)

Verificatierapport DO Kades

Documentnummer: DEA-000526
Discipline: Ontwerp
Projectfase: Ontwerpen DO
Objectcode: SG.01.02
Objectnaam: Kademuren
Datum: 09.11.2017
Documentenstatus: Definitief
Revisie: A
Werkpakket: WP 4.1.3

	Opgesteld door:	Goedgekeurd door:	Vrijgegeven door:
Naam:	Harm van der Giessen	Hans Geltink	Paul den Engelsens
Handtekening:			
Datum:	09.11.2017	10.11.2017	10.11.2017

Eiscode	Eistitel	Eistekst	Boven- liggende Eis(en)	Onder- liggende Eis(en)	Verificatie methode	Toelichting methode	Resultaat	Toelichting verificatie	Datum verificatie	Detail document	Verificateur	Afwijking
SYS-0247	Drenkelingentrap; kaden	Nieuwe kademuren dienen elke 50 m te zijn voorzien van drenkelingentrappen conform vormgevingsdocument. Indien een nieuwe kademuur korter is dan 50 m en de afstand tussen reeds bestaande drenkelingentrappen ter plaatse groter is dan 50 m, dan dient de nieuwe kademuur te worden voorzien van een drenkelingen trap. Hierbij dient de afstand tussen drenkelingentrappen zoveel mogelijk gelijk te zijn.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINITIEF ONTWERP Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0249	Kademuren; voormetseling	De kademuren Prins Hendrikkade Oostkom en Stationsplein Oostertoegang dienen voorzien te zijn van een voormetseling van ten minste 150 mm dikte bij gebruik van basalt en 220 mm dikte bij gebruik van metselwerk, tot ten minste -0,60 m NAP conform vormgevingsdocument			Documentinspectie		Voldoet niet	Alleen ter plaatse van de drenkelingladder aan kade 326 wordt niet voldaan aan de eis. Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINITIEF ONTWERP Nieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DO Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0172 - Voorbemetseling van basalt dunner dan 150 mm t.p.v. drenkelingladder kade t.o.v. brug 326
SYS-0252	Levensduur drenkelingentrappen	De levensduur van drenkelingentrappen dient ten minste 50 jaar te zijn.			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Eis wordt aangetoond in UO.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0205 - Niet alle eisen uit het verificatieplan DO kades zijn aangetoond binnen het DO.
SYS-0285	Grond- en waterdichte constructies	De nieuwe constructies dienen grond- en waterdicht te zijn en dienen grond- en waterdicht aan te sluiten op de bestaande en/of nieuwe constructies. Hierbij dient geen onder- of achterloopsheid op te treden.			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0181 - Kademuren zijn niet waterdicht door toepassing drainagevoorziening AFW-0205 - Niet alle eisen uit het verificatieplan DO kades zijn aangetoond binnen het DO.
SYS-0290	Grijpsteen langs kade	De nieuwe kademuren dienen over de gehele lengte te zijn voorzien van grijpstenen conform vormgevingsdocument			Documentinspectie		Voldoet	Kade is over volledige lengte voorzien van grijpstenen, zie tekeningen.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINITIEF ONTWERP Nieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DO	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0292	Vervormingen kadeconstructies; verticaal	De verticale vervorming van de kademuren Prins Hendrikkade Oostkom en Stationsplein Oostertoegang en de daarbij behorende fundering dient te allen tijde van gevolge van veranderlijke belastingen en zettingen ten hoogste 30 mm te bedragen.			Berekening		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0293	Aanvaarbelasting; kademuren	Nieuwe kademuren dienen een aanvaarbelasting af te dragen van het maatgevende schip bij een snelheid van 15 km/u en een aanvaarhoek van 30 graden.	SYS-2302		Berekening		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	

RAPPORTAGE//

VERIFICATIERAPPORT

MAX BÖGL

Progress is built on ideas.

Eiscode	Eistitel	Eistekst	Boven- liggende Eis(en)	Onder- liggende Eis(en)	Verificatie methode	Toelichting methode	Resultaat	Toelichting verificatie	Datum verificatie	Detail document	Verificateur	Afwijking
SYS-0373	De Entree, handhaven bestaande constructies; sterkte en duurzaamheid	Aanpassingen aan de bestaande constructies dienen geen nadelige gevolgen te hebben voor de integriteit van de te handhaven constructies, bestaande constructies en maaiveld.		SYS-1635 SYS-1921 SYS-1922	Berekening		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0389	Overgangsconstructie; zetting	Het zettingsverschil tussen nieuwe constructies en weginfra t.g.v. andere dan autonome zettingen dient na 15 jaar over een lengte van 3,0 m maximaal 30 mm te bedragen.			Berekening		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0390	Vervangbaarheid onderdelen constructies	De onderdelen van de constructies waarvan de levensduur korter is dan de levensduur van het gehele object dienen vervangbaar te zijn			Documentinspectie	Bij afronding DO inventarisatie uitvoeren welke onderdelen op basis van een kortere levensduur vervangbaar dienen te zijn en toetsen vervangbaarheid van de betreffende onderdelen.	Voldoet niet	Alleen voor de grijpstenen wordt niet voldaan aan de eis. Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINITIEF ONTWERPNieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DOOntwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0206 - Grijpstenen van de nieuwe kades zijn niet vervangbaar.
SYS-0394	Reparabele conserveringssystemen	Conserveringssystemen dienen ter plaatse reparabel te zijn met gangbare middelen			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Eis wordt aangetoond in UO.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0205 - Niet alle eisen uit het verificatieplan DO kades zijn aangetoond binnen het DO.
SYS-0427	Belastingen; nieuwe constructies	De nieuwe constructies van De Entree dienen alle van toepassing zijnde belastingen te kunnen dragen. Hierbij dient te worden uitgegaan van vrije indeelbaarheid conform Eurocode en trambelasting volgens ONVS.			Documentinspectie		Voldoet niet	Alleen voor het voorgeschreven standaard leuningwerk van de gemeente Amsterdan wordt niet voldaan aan de eis. Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0138 - Standaard leuningwerk Amsterdam voldoet niet aan eisen contract (Eurocode) en ook niet aan het bouwbesluit
SYS-0500	Onderhoud, professioneel gereedschap	Vervangbare onderdelen van de constructies dienen met gangbaar professioneel gereedschap verwijderbaar te zijn, zonder de constructie te beschadigen			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Eis wordt aangetoond in UO.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0205 - Niet alle eisen uit het verificatieplan DO kades zijn aangetoond binnen het DO.
SYS-0514	Luchtdicht afsluiten kokervormige stalen delen	De koker/buisvormige delen in een staalconstructie dienen luchtdicht uitgevoerd te worden.			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0182 - Funderingselementen uitgevoerd als stalen buispalen worden niet luchtdicht uitgevoerd

Eiscode	Eistitel	Eistekst	Boven- liggende Eis(en)	Onder- liggende Eis(en)	Verificatie methode	Toelichting methode	Resultaat	Toelichting verificatie	Datum verificatie	Detail document	Verificateur	Afwijking
SYS-0620	Belasting kademuren	Nieuwe kademuren dienen zelfstandig alle van toepassing zijnde belastingen af te kunnen dragen. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten: - Gelijkmatig verdeelde bovenbelasting van 20 kN/m2 ter plaatse van voetpaden. - Eurocode belasting BM1 met 200.000 zware aslasten per rijstrook per jaar ter plaatse van traminfra of rijbanen - Onafhankelijk van de mogelijke constructieve waarde van nabije bestaande constructies			Berekening		Voldoet niet	Alleen aan de oostzijde van kade 285 wordt niet voldaan aan deze eis. Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0173 - Afdragen horizontale belasting van nieuw te realiseren kade ten noordoosten van brug 285 op de naastgelegen (oostelijke) kade.
SYS-0621	Vervormingen kademuren; horizontaal	De horizontale vervorming van de kademuren Prins Hendrikkade Oostkom en Stationsplein Oostertoegang dient ten gevolge van veranderlijke belastingen over de gehele hoogte ten hoogste 30 mm te bedragen.			Berekening		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0778	Tijdelijke voorzieningen: Sloop	De tijdelijke objecten dienen tot minimaal 1,0 m onder nieuw maaiveld en tot minimaal 1,0 m onder de onderhoudsdiepte van de gracht verwijderd te zijn.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0835	Levensduur constructies	De levensduur van de nieuwe constructies dienen ten minste 100 jaar te zijn.			Berekening		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-0839	Schoonbeton; beoordelingsklasse en grijsschaal	In het zicht komend beton dient te voldoen aan CUR Aanbeveling 100 beoordelingsklasse B1 en grijsschaal II			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1367	Kabel en leidingen tracés, (calamiteiten)onderhoud	Tracés van Kabels en Leidingen dienen goed bereikbaar te zijn voor regulier en calamiteitenonderhoud			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Eis wordt aangetoond in UO.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0205 - Niet alle eisen uit het verificatieplan DO kades zijn aangetoond binnen het DO.
SYS-1386	Vandalisme, geen losse onderdelen	De constructies van De Entree dienen geen losse onderdelen te bevatten of onderdelen die met eenvoudig handgereedschap wegneembaar zijn			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1388	Opnemen zettingen en vervormingen	De nieuwe constructies dienen alle opneembare zettingen en vervormingen op te kunnen nemen. Hierbij dienen er geen schadelijke effecten te ontstaan door vervormingen en zettingen op bestaande als nieuwe constructies waarbij de functionaliteit gewaarborgd blijft.			Berekening		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1459	De Entree, openbare ruimte ontwerp	De openbare ruimte van De Entree dient gerealiseerd te zijn conform het openbare ruimte ontwerp De Entree 7682-12. Dit ontwerp beschrijft het systeem in x,y-richting.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINITIEF ONTWERPNieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DOOntwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1525	De Entree, waterkering, intact laten	De Entree dient de waterkeringen te allen tijde functioneel in stand te houden.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1554	De Entree, tegen gaan vervuiling door ongedierte	De Entree dient zo te zijn uitgevoerd dat vervuiling door ongedierte wordt voorkomen.			Documentinspectie	Ontwerp controleren op randen en richels	Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINITIEF ONTWERPNieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DOOntwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	

Eiscode	Eistitel	Eistekst	Boven- liggende Eis(en)	Onder- liggende Eis(en)	Verificatie methode	Toelichting methode	Resultaat	Toelichting verificatie	Datum verificatie	Detail document	Verificateur	Afwijking
SYS-1559	De Entree, integrale Veiligheid	De integrale veiligheid van De Entree dient geborgd te zijn			Documentinspectie	V&G-aspecten vanuit V&G-pan ontwerp benoemen in ontwerpnota inzet coordinator Constructieve veiligheid (aantoonbaar vatleggen middels logboek)	Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1567	De Entree, EMC	De Entree als geheel en alle infrasystemen dienen EMC (Elektromagnetische Compatibiliteit) bestendig te zijn conform richtlijn NEN-EN 50121			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Invulling eis wordt nog nader uitgewerkt.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0204 - Onderzoek aarding en EMC nog niet uitgevoerd
SYS-1625	De Entree, veiligheid, aarding	De in aanmerking komende objecten van de Entree dienen te zijn geaard op basis van een integraal aardingsconcept en rekening houdend met de aarding van het tramsysteem.			Documentinspectie	Inventarisatie laten uitvoeren door deskundige partij, hierbij werkzaamheden gecombineerd laten uitvoeren met inventarisatie of er maatregelen noodzakelijk zijn i.v.m. zwerfstromen Uitgangspunten inventarisatie voorafgaand afstemmen met GVB, MET en gemeente amsterdam	Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Invulling eis wordt nog nader uitgewerkt.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0204 - Onderzoek aarding en EMC nog niet uitgevoerd
SYS-1628	De Entree, bestaande objecten, gedeeltelijk verwijderen	Indien objecten gedeeltelijk verwijderd worden dient de resterende constructie aangeheeld te worden, zodanig dat de integriteit, functionaliteit en vormgevingsbeeld daarvan gewaarborgd is.			Documentinspectie	aanpijlen op tekening waar aanhelingen plaatsvinden	Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Eis wordt aangetoond in het UO.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0205 - Niet alle eisen uit het verificatieplan DO kades zijn aangetoond binnen het DO.
SYS-1716	De Entree, minimale hoogte waterkering	De kerende hoogte van de waterkering dient te zijn gehandhaafd op het huidige niveau tenzij de Prins Hendrik Kade West wordt opgenomen in de project scope. In dat geval dient de waterkering ter plaatse van de Prins Hendrikkade West te worden verhoogd tot minimaal +2,0 m NAP.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINTIEF ONTWERP Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1812	De Entree, bestaande objecten, Amoveren	Alle bestaande objecten die geen onderdeel uit maken van of geen functie vervullen in de nieuwe Entree dienen te worden verwijderd tot minimaal 1,0 m onder maaiveld of tot minimaal 1,0 m onder de onderhoudsdiepte van de gracht.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINTIEF ONTWERP Nieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DO Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1813	De Entree, grondwaterstroming	De grondwaterstroming binnen De Entree dient geen schadelijke effecten te hebben binnen en buiten De Entree.		SYS-1814	Documentinspectie	Onderbouwing van een geohydroloog toevoegen	Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-1814	De Entree, grondwaterstand	De grondwaterstand binnen en buiten De Entree dient in de eindsituatie na de werkzaamheden binnen de gemeten seizoensvariatie van de afgelopen 10 jaar te liggen, met 0,20 m marge ten opzichte van het gemiddelde van de 5 laagste en 5 hoogste gemeten grondwaterstanden van de afgelopen 10 jaar. De seizoensvariatie valt af te leiden uit peilbuizen van Waternet/AGV (D06555A, D06575A, D06170A), zie https://maps.waternet.nl/kaarten/peilbuizen.html	SYS-1813		Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	

Eiscode	Eistitel	Eistekst	Boven- liggende Eis(en)	Onder- liggende Eis(en)	Verificatie methode	Toelichting methode	Resultaat	Toelichting verificatie	Datum verificatie	Detail document	Verificateur	Afwijking
SYS-2068	Kademuur Prins Hendrikkade Oostkom, verschilzetting	De verschilzetting tussen het maaiveld direct achter Kademuur Prins Hendrikkade Oostkom en de rest van het maaiveld dient 6 maanden na de oplevering niet meer dan 10 mm te bedragen.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-2233	Kademuur Stationsplein Oostertoegang: Vernieuwen	De Kademuur Stationsplein Oostertoegang ter plaatse van het te amoveren deel van brug 285 dient vernieuwd te zijn.			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Nieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DOOntwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-2256	De Entree, vormgeving	De Entree dient vormgegeven te zijn conform de vormgevingsprincipes in het vormgevingsdocument			Documentinspectie		Voldoet niet	Alleen ter plaatse van de combimast op kade 285 en ter plaatse van de drenkelingladder aan kade 326 wordt niet voldaan aan de eis. Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0174 - Dekzerk t.p.v. combimast op nieuwe kade ten noordoosten van brug 285 wordt afwijkend uitgevoerdAFW-0172 - Voorbemetseling van basalt dunner dan 150 mm t.p.v. drenkelingladder kade t.o.v. brug 326
SYS-2277	Onderhoudsdiepte OHF	De onderhoudsdiepte van het OHF met uitzondering van de onderhoudsdiepte in de Middenkom dient behouden te zijn op ten minste 0,50 m lager dan de leggerdiepte			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-2278	Veiligheidszone OHF	De veiligheidszone in het OHF met uitzondering van de veiligheidszone in de Middenkom dient behouden te blijven op ten minste 1,0 m lager dan de onderhoudsdiepte			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINTIEF ONTWERPNieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DOOntwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-2284	Levensduur kunststof wrijfgording en grijpsteen	De levensduur van kunststof wrijfgordingen en grijpstenen dient minimaal 50 jaar te zijn			Documentinspectie		Voldoet niet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1. Eis wordt aangetoond in UO.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	AFW-0205 - Niet alle eisen uit het verificatieplan DO kades zijn aangetoond binnen het DO.
SYS-2285	Kwaliteit kunststof wrijfgording en grijpsteen	De kwaliteit van kunststof wrijfgordingen en grijpstenen dient minimaal UHMW-PE te zijn			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINTIEF ONTWERPNieuwe kademuur noord oostzijde brug 285-DOOntwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	
SYS-2302	Maatgevend schip	De Entree dient het vaarverkeer af te wikkelen met volgende maatgevende schip: - lengte: 20 m, - breedte: 4,25 m, - diepgang: 1,5 m, - massa: 40 ton, - aangrijphoogte: 0,8 m.		SYS-0293 SYS-2009 SYS-2010 SYS-2055 SYS-2258 SYS-2288	Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	



Eiscode	Eistitel	Eistekst	Boven- liggende Eis(en)	Onder- liggende Eis(en)	Verificatie methode	Toelichting methode	Resultaat	Toelichting verificatie	Datum verificatie	Detail document	Verificateur	Afwijking
SYS-3163	Kademuur Prins Hendrikkade Oostkom: Vernieuwing	De Kademuur Prins Hendrikkade Oostkom ter plaatse van de te amoveren brug 326 dient vernieuwd te zijn en conform vormgevingsdocument afgewerkt te zijn met basalt			Documentinspectie		Voldoet	Zie ontwerpnota paragraaf 2.1.	2017-11-09	NIEUWE KADEMUUR NA SLOOP BRUG 326 - DEFINITIEF ONTWERP Ontwerpnota DO Kades	Harm Jan van der Giessen	