

RAPPORT

DO berekening Dieftil

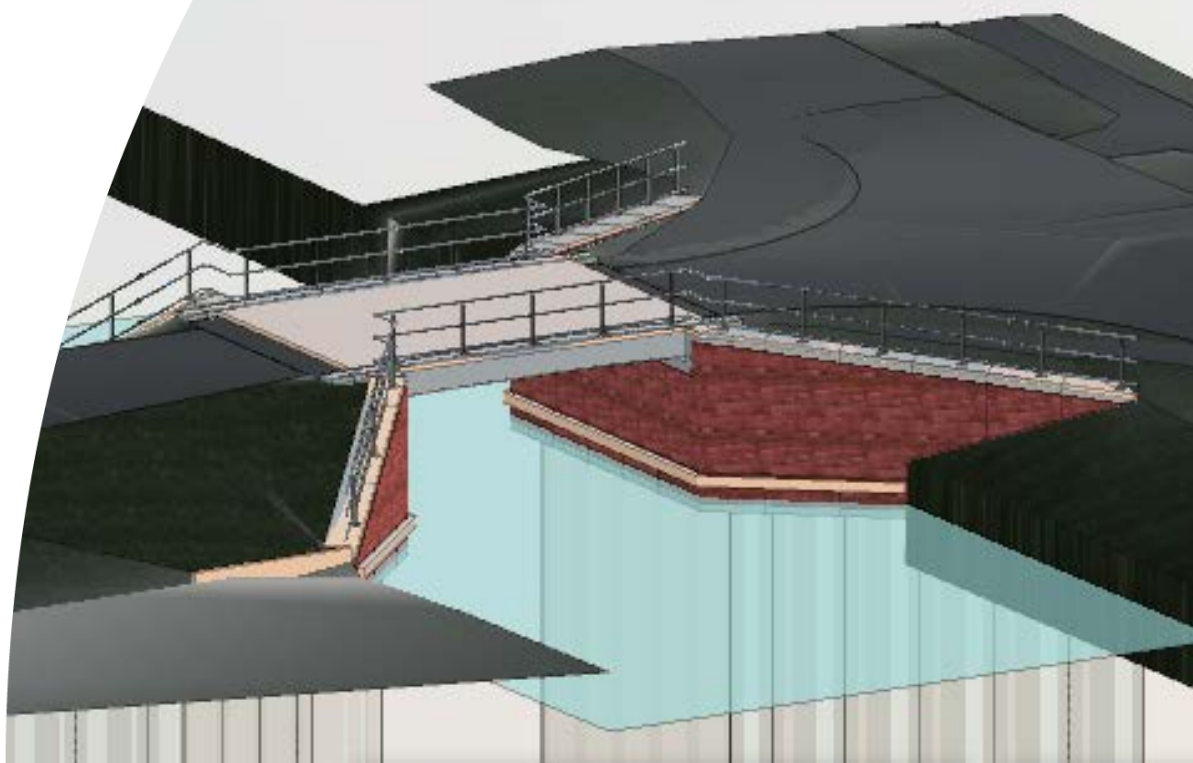
Constructieve berekening

Klant: Waterschap Noorderzijlvest

Referentie: BG5349-RHD-KBR177-RP-0029

Status: 02/A1

Datum: 25 februari 2020





HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Chopinlaan 12
9722 KE GRONINGEN
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 53 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: DO berekening Dieftil

Ondertitel: DO Dieftil
Referentie: BG5349-RHD-KBR177-RP-0029
Status: 02/A1
Datum: 25 februari 2020
Projectnaam: Bruggen NZV
Projectnummer: BG5349
Auteur(s): Peter Knoppert

Opgesteld door: Peter Knoppert

Gecontroleerd door: Dennis van Kan / Stijn Schoen

Datum/paraaf: DKA / SSCH

Goedgekeurd door: Sietze Bijker

Datum/paraaf: SB

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.



Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Projectomschrijving	5
1.2	Doel en reikwijdte van het document	5
1.3	Leeswijzer	6
2	Ontwerpproces	7
2.1	Ontwerpbasis	7
2.2	Wijzigingen t.o.v. voorgaande fase	7
2.3	Ontwerpkeuzes	7
2.4	Vervolgfase	7
3	Beschikbare documenten, normen en richtlijnen	8
3.1	Inleiding	8
3.2	Beschikbare documenten	8
3.3	Rapporten en notities	8
3.4	Tekeningen	8
3.5	Normen en richtlijnen	8
4	Randvoorwaarden en uitgangspunten	11
4.1	Ontwerplevensduur en betrouwbaarheid	11
4.2	Omgeving	11
5	Geometrie	14
5.1	Beschrijving van het kunstwerk	14
5.2	Profiel van vrije ruimte	17
5.3	Wegontwerp	17
5.4	Toleranties en zeeg	17
5.5	Voegconstructies	18
5.6	Opleggingen	18
5.7	Funderingen	18
5.8	Overgangsconstructies	18
5.9	Prefab schorten	18
5.10	In te storten voorzieningen	19
5.11	Wegmeubilair	19



6	Materiaalgegevens	21
6.1	Beton	21
6.2	Betonstaal	23
6.3	Damwandstaal	24
6.4	Constructiestaal en ankers	26
6.5	Grond	26
7	Belastingen	27
7.1	Belastinggevallen	27
7.2	Permanente belastingen	28
7.3	Veranderlijke belasting door wegverkeer	29
7.4	Belastingen op voet- en fietspaden	34
7.5	Buitengewone belastingen	35
7.6	Algemene veranderlijke belastingen	37
7.7	Belastingcombinaties	41
8	Vervormingen	46
9	Modellering en berekeningsaanpak	47
9.1	Statisch hoofdsysteem	47
9.2	Langskrachtenanalyse	47
9.3	Dekconstructie	47
9.4	Landhoofden	48
9.5	Fundering	48
9.6	Vleugelwanden	50
9.7	Validatie rekenmodellen	51
9.8	Programmatuur	52
10	Resultaten	53
10.1	Landhoofd	53
10.2	Damwand	54
10.3	Verbinding damwand – landhoofd	57
10.4	Vleugelwanden	58
10.5	Stootplaten	59
10.6	Prefab schort	60
10.7	Leuningen	61
11	Validatie van berekeningsresultaten	62
11.1	Controle reacties	62



11.2	Conclusie	62
12	Risico's	63
12.1	Risico's gerelateerd aan het constructief ontwerp	63
12.2	Risico's gerelateerd aan V&G	63

Bijlage 1	DO-tekening brug
Bijlage 2	Sonderingen
Bijlage 3	Corrosie en doorsnedetoets damwand
Bijlage 4	Belastingen
Bijlage 5	Belastingcombinaties
Bijlage 6	Berekening SCIA
Bijlage 7	Doorsnede toetsingen
Bijlage 8	Damwandberekening vleugelwand



Versiebeheer

Versie	Omschrijving	Auteur	Datum
01/SO	Interne toetsing	P. Knoppert	11-02-2020
02/A1	Opmerkingen interne toetsing verwerkt	P. Knoppert	25-02-2020



1 Inleiding

1.1 Projectomschrijving

In het kader van de opgave programmering bruggen 2019-2023 van het Waterschap Noorderzijlvest dienen in totaal 17 bruggen vervangen te worden. Voor een 4-tal bruggen is door Royal HaskoningDHV een voorontwerp opgesteld, 2 van deze bruggen worden uitgewerkt tot definitief ontwerp.

In deze rapportage wordt ingegaan op het constructieve ontwerp van de Dieftil. Het ontwerp wordt uitgewerkt tot een definitief ontwerp, waarbij ook de benodigde hoofdwapening bepaald wordt.

In Figuur 1-1 is de locatie van het kunstwerk weergegeven.



Figuur 1-1 Projectlocatie

1.2 Doel en reikwijdte van het document

Dit rapport beschrijft de uitgangspunten voor en het constructief ontwerp van de Dieftil. Hierbij is gekeken naar het constructief ontwerp van de brug. De benodigde damwanden worden getoetst en de afmetingen en wapening van de betonnen onderdelen is bepaald.

Er wordt gebruik gemaakt van de geprefabriceerde getoogde brugliggers van het type volstortliggers. De wapening van deze liggers en de bijbehorende druklaag worden niet in dit document beschouwd. Dit dient door de leverancier van de liggers te worden uitgevoerd.



1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt aangegeven hoe het ontwerpproces wordt doorlopen. Hierbij wordt aangegeven welke voorgaande fase(s) zijn doorlopen, welke keuzes in onderhavige fase dienen te worden gemaakt en welke zaken in een volgende fase worden uitgewerkt.

In hoofdstuk 3 worden de van toepassing zijnde documenten en relevante normen en richtlijnen benoemd.

Hoofdstuk 4 beschrijft de randvoorwaarden en uitgangspunten die van belang zijn bij het ontwerp van het kunstwerk.

In hoofdstuk 5 worden de benodigde geometrische gegevens beschreven. Hieronder vallen behalve de geometrische uitgangspunten van de constructie o.a. ook het Profiel van Vrije Ruimte en de typen en afmetingen van voegen, opleggingen, in te storten voorzieningen e.d., die van invloed zijn op de geometrie van de constructie.

Hoofdstuk 6 beschrijft de eigenschappen van de verschillende materialen en bijbehorende partiële materiaalfactoren.

Hoofdstuk 7 beschrijft de in rekening te brengen belastingen en bijbehorende partiële belastingfactoren en belastingcombinaties.

In hoofdstuk 8 worden de eisen aan vervormingen benoemd.

Hoofdstuk 9 geeft een beschrijving van de modellering en de berekeningsaanpak. Hierbij wordt aangegeven hoe de constructie, incl. de onderbouw en fundering, wordt geschematiseerd.

Vervolgens worden de berekeningsresultaten gepresenteerd in hoofdstuk 10.

De berekeningsresultaten worden in hoofdstuk 10.5 gevalideerd door deze te vergelijken met de resultaten van handberekeningen.

In hoofdstuk 12 worden eventuele risico's benoemd, en worden zaken (risico's) die te maken hebben met V&G specifiek uitgelicht.



2 Ontwerpproces

2.1 Ontwerpbasis

Als basis voor het ontwerp geldt het voorontwerp zoals opgesteld door Royal HaskoningDHV.

2.2 Wijzigingen t.o.v. voorgaande fase

Ten opzichte van het voorontwerp zijn de volgende wijzigingen opgetreden:

- Gekozen voor toepassen getoogde prefab volstortliggers. Hiervoor is een multicriteria analyse uitgevoerd, waarbij een Milieukostenindex (MKI) en life cycle cost (LCC) berekening als onderbouwing van de keuze zijn uitgevoerd.

De uitwerking van het ontwerp in onderhavige fase zal gebaseerd zijn op de ontwerpbasis, inclusief deze wijzigingen.

2.3 Ontwerpkeuzes

In de voorgaande fase zijn de voornaamste keuzes gemaakt t.a.v. doorvaartbreedte, wegbreedte en uitstraling. In onderhavige fase zijn nog de volgende ontwerpkeuzes te maken:

- Type damwanden;
- Constructieopbouw brugdek;
- Statisch systeem (bepaald / onbepaald);
- Afmetingen betonconstructie.

Bij het maken van ontwerpkeuzes kan gebruik worden gemaakt van een Trade Off Matrix (TOM). Hiermee worden alternatieven op een overzichtelijke wijze met elkaar vergeleken en wordt een onderbouwde keuze vastgelegd. Een TOM wordt m.n. gebruikt indien de keuze significante invloed heeft op tijd, geld, kwaliteit en/of risico's. Voor ontwerpkeuzes die bijvoorbeeld een logisch gevolg zijn van rekenresultaten wordt geen TOM opgesteld.

2.4 Vervolgfase

De afronding van deze fase (constructief ontwerp) levert input voor de volgende fase, waarin o.a. de volgende documenten worden opgesteld:

- Tekeningen Definitief Ontwerp;
- Vormtekeningen Uitvoeringsontwerp;
- Wapeningstekeningen Uitvoeringsontwerp (voor zover het constructief ontwerp in onderhavige fase wordt uitgewerkt t/m bepaling van de wapening incl. wapeningsschetsen).



3 Beschikbare documenten, normen en richtlijnen

3.1 Inleiding

In de volgende paragraaf zijn de relevante documenten voor het ontwerpproces van de kunstwerken opgenomen. Daarnaast zijn informatieve documenten door de opdrachtgever ter beschikking gesteld.

3.2 Beschikbare documenten

3.3 Rapporten en notities

- [1] Geotechnisch onderzoek t.b.v. 5 bruggen te Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen, projectnummer 2019-0680 d.d. 9 juli 2019, Koops & Romeijn grondmechanica;
- [2] Programma van Eisen vervanging Dieftil, projectnummer 727 d.d. 11 oktober 2019 versie 1, waterschap Noorderzijlvest;
- [3] Voorontwerp brug Dieftil, kenmerk BG5349TPNT1910251333 d.d. 25 oktober 2019, Royal HaskoningDHV;
- [4] Beslisdocument aanpak bruggen cluster 2019, referentie BG5349TPRP1911191223 d.d. 19 november 2019, Royal HaskoningDHV.

3.4 Tekeningen

- [5] DO-tekening KBR177 Dieftil – Bovenaaanzicht en doorsnede, tekeningnummer BG5349-RHD-XX-B4-DR-C-4001 versie 1 d.d. 05 februari 2020, Royal HaskoningDHV;

3.5 Normen en richtlijnen

Alle kunstwerken in Nederland dienen te voldoen aan het Bouwbesluit 2012. In het Bouwbesluit wordt voor het ontwerpen van kunstwerken verwezen naar normen en richtlijnen. De normen en richtlijnen conform Bouwbesluit 2012 met beschikbare nationale bijlagen geldend op 15 maart 2019 zijn van toepassing op dit project en zijn derhalve toegepast bij het opstellen van deze berekening.

In onderhavige rapportage wordt geen volledig overzicht gegeven van alle normen en richtlijnen die van toepassing zijn. Er wordt hieronder slechts een opsomming gegeven van de normen en richtlijnen die het meest relevant zijn voor het constructief ontwerp van dit kunstwerk.

3.5.1 Normen

Eurocode	Versie	Titel
NEN-EN 1990	+A1+A1/C2:2011 (nl)	Eurocode – Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1990	+A1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011
NEN-EN 1991-1-1	+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
NEN-EN 1991-1-1	+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1:2011
NEN-EN 1991-1-5	+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting
NEN-EN 1991-1-5	+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-5+C1:2011
NEN-EN 1991-2	+C1:2015 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2:



Eurocode	Versie	Titel
		Verkeersbelasting op bruggen
NEN-EN 1991-2	+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-2+C1:2011
NEN-EN 1992-1-1	+C2:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1992-1-1	+C2:2011/NB:2016 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-1+C2:2011
NEN-EN 1992-2	+C1:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Bruggen
NEN-EN 1992-2	+C1/NB:2016 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-2+C1:2011
NEN-EN 1993-1-1	+C2+A1:2016 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1993-1-1	+C2+A1:2016/NB:2016 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-1+C2:2011
NEN 9997-1	+C2:2017 (nl)	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels. Samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/C1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1
NEN-EN 1997-2	+C1+A1:2016 (nl)	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving (inclusief correctieblad C1:2010)
NEN-EN 1997-2	+C1+A1:2016/NB+C1:2018 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1997-2:2007 en C1:2010

Tabel 3-1 Overzicht van relevante normen - Eurocode

Nationale norm	Versie	Titel
NEN 6008	:2008 (nl)	Betonstaal
NEN 8005	+C1:2017 (nl)	Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1: Beton – Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
NEN-EN 1337-1	:2000 (en)	Opleggingen voor bouwkundige en civieltechnische toepassingen - Deel 1: Algemene ontwerpregels
NEN-EN 1337-3	:2005 (en)	Opleggingen voor bouwkundige en civieltechnische toepassingen - Deel 3: Opleggingen van elastomeren
NEN-EN 13670	:2009 (nl)	Het vervaardigen van betonconstructies
NEN-EN 15050	:2007+A1:2012 (en)	Vooraf vervaardigde betonproducten – Brugelementen

Tabel 3-2 Overzicht van relevante normen - NEN

3.5.2 Richtlijnen

CUR	Versie	Titel
CUR-publicatie 166	(2012) 6e herziene druk	Damwandconstructies (deel 1 en 2)
CUR Aanbeveling 89	(2006) 2e herziene uitgave	Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silicareactie

Tabel 3-3 Overzicht van relevante richtlijnen - CUR



CROW	Versie	Titel
CROW Publicaties 328, 329, 330, 331	5 november 2013	Handboek Wegontwerp
CROW Publicatie 202	1 november 2004	Handboek veilige inrichting van bermen, niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom,

Tabel 3-4 Overzicht van relevante richtlijnen – CROW

Stufib	Versie	Titel
Rapport 25	16 oktober 2015	Ontwerpen van Integraalbruggen met prefab liggers

Tabel 3-5 Overzicht van relevante richtlijnen – Stufib



4 Randvoorwaarden en uitgangspunten

4.1 Ontwerplevensduur en betrouwbaarheid

4.1.1 Gevolgklasse

Conform NEN-EN 1990 tabel NB.21 dienen bruggen in of over hoofdwegen, hoofdvaarwegen en de landelijke spoorwegen te worden ingedeeld in CC3.

Voor het constructief ontwerp van het kunstwerk wordt uitgegaan van gevolgklasse CC2, conform het Programma van Eisen van het waterschap Noorderzijlvest, omdat de brug niet in of over de hoofdinfrastructuur of over een hoofdvaarweg is gesitueerd.

4.1.2 Vereiste ontwerplevensduur

Conform NEN-EN 1990 tabel NB.8 – 2.1 dient voor bruggen in CC2 een ontwerplevensduur van 50 jaar aangehouden te worden. Vanuit het Programma van Eisen van waterschap Noorderzijlvest wordt er een ontwerplevensduur van 100 jaar geëist. De levensduur heeft betrekking op de constructieve en dragende onderdelen.

Gevolgklasse	Klasse	Ontwerplevensduur
CC3	4	100
CC2	3	50
CC1	3	50

Tabel 4-1 Overzicht ontwerplevensduur per gevolgklasse.

4.1.3 Geotechnische categorie

De geotechnische constructieonderdelen zijn ingedeeld in geotechnische categorie 2, conform NEN 9997-1 art. 2.1.

4.2 Omgeving

4.2.1 Grondonderzoek

Het grondonderzoek heeft ter plaatse van de Dieftil bestaan uit 2 sonderingen en 1 voorboring. De resultaten van het grondonderzoek zijn gerapporteerd in [1].

Het maaiveldniveau ter plaatse van de onderzoekslocaties bevindt zich op NAP +0,13 à +1,05 m. De globale bodembeschrijving is als volgt:

Diepte [m t.o.v. NAP]	Bodembeschrijving	Typering
Maaiveld tot -9,5	Slappe klei / veen	Deklaag
-9,5 tot -14,5	Zand, matig vast	Tussenzandlaag
-14,5 tot -18,0	Potklei	Glaciale afzetting
-18,0 tot -24,0	Zand, vast	Glaciale afzetting

Tabel 4-2 Bodemopbouw



4.2.2 Grondwaterstand

Voor het ontwerp zijn geen grondwaterstanden bekend. Daarom is de grondwaterstand gelijkgesteld aan het streefpeil van de watergang.

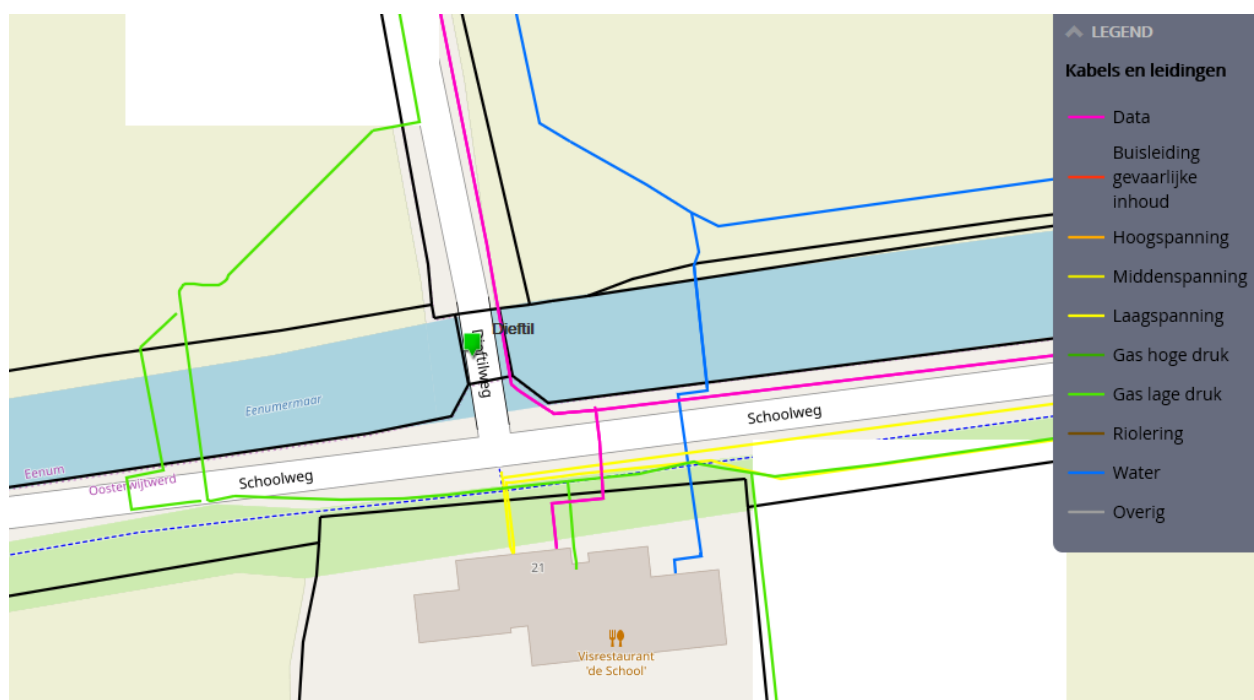
- GLG (gemiddelde lage grondwaterstand, winterpeil): NAP -1,33 m tot maximaal NAP -0,50 m
- GHG (gemiddelde hoge grondwaterstand, zomerpeil): NAP -1,22 m

4.2.3 Obstakels

De bestaande Dieftil is gebouwd in 1951 en is de vervanging van een houten brug, welke rond 1907 is gebouwd. Om plaats te maken voor de nieuwe brug wordt de bestaande constructie verwijderd. Er is niets bekend over obstakels in de ondergrond, maar het is goed mogelijk dat er restanten van één van de bruggen achter zijn gebleven.

4.2.4 Kabels en leidingen

Uit de KLIC-melding blijkt dat er rondom het kunstwerk diverse kabels en leidingen aanwezig zijn. In Figuur 4-1 zijn deze aangegeven. In het dek worden mantelbuizen opgenomen voor kabels en leidingen die niet verlegd of verwijderd kunnen worden.



Figuur 4-1 Overzicht KLIC-melding

4.2.5 Archeologie

Er is geen archeologische informatie bekend. In het ontwerp is hier geen rekening mee gehouden

4.2.6 Niet-gesprongen explosieven

Aangezien de brug in WW2 vermoedelijk beschoten is bestaat de kans op aanwezigheid van niet gesprongen explosieven. Conform onderzoeksrapport ECG361-019-VO-01 d.d. 27-11-2020 is de



omgeving van de Dieftil een verdachte locatie ten aanzien van verschoten munitie. In het ontwerp is hier verder geen rekening mee gehouden.

4.2.7 Ecologie

Uit een ecologische inventarisatie is gebleken dat er geen bijzondere soorten in het werkgebied aanwezig zijn. In het ontwerp is hier dan ook geen rekening mee gehouden. Conform [2] hoeft er geen faunapassage aangebracht te worden.

4.2.8 Geluidsaspecten

In de directe omgeving is bebouwing aanwezig. Het slopen van de bestaande brug en het aanbrengen van de nieuwe brug zal geluidshinder met zich meebrengen. Voor de fundatie is gekozen voor stalen damwand welke door middel van hoogfrequent trillen of drukken aangebracht kan worden om de geluidshinder zo veel mogelijk te beperken. Het dek bestaat uit prefab liggers om zodoende de bouwtijd te kunnen beperken.

4.2.9 Trillingen

In de directe omgeving is bebouwing aanwezig. Door het slopen van de bestaande brug en het aanbrengen van de nieuwe brug kan trillingshinder ontstaan. Voor de fundatie is gekozen voor stalen damwand welke door middel van hoogfrequent trillen of drukken aangebracht kan worden om de trillingshinder zo veel mogelijk te beperken.

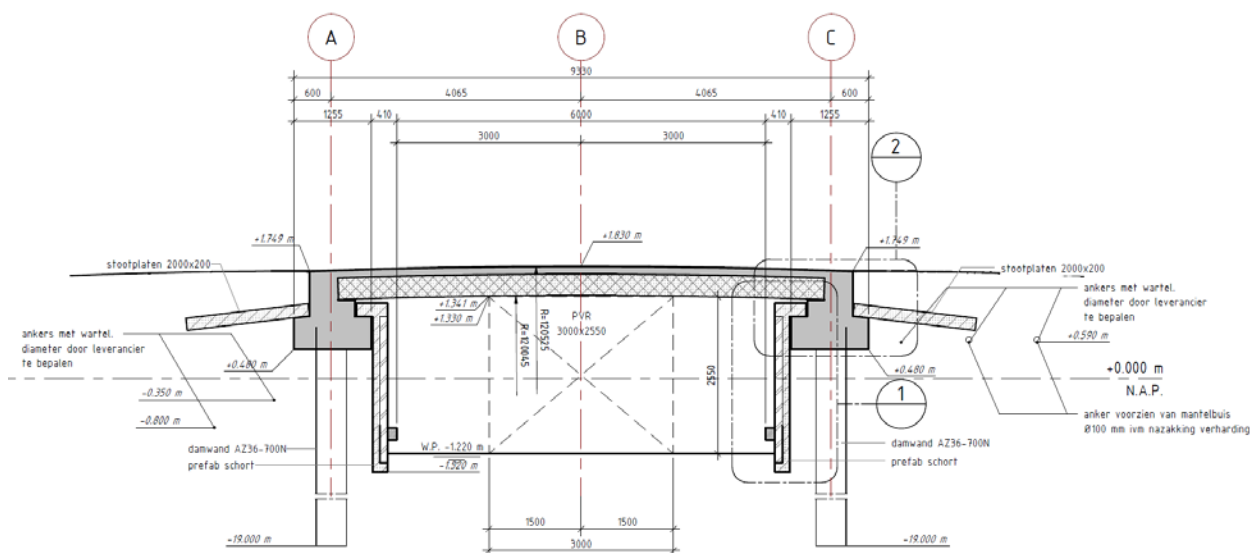
5 Geometrie

5.1 Beschrijving van het kunstwerk

5.1.1 Hoofdgeometrie

Het kunstwerk Dieftil is een betonnen brug in de Dieftilweg bij de aansluiting op de Schoolweg en gaat over de Eenumermaar. Het kunstwerk heeft één overspanning. De totale lengte is ca. 8,8 m en de totale breedte ca. 5,85 m. Het kunstwerk betreft een rechte kruising.

Verder wordt verwezen naar Figuur 5-1 en Bijlage 1.



Figuur 5-1 Doorsnede van het kunstwerk

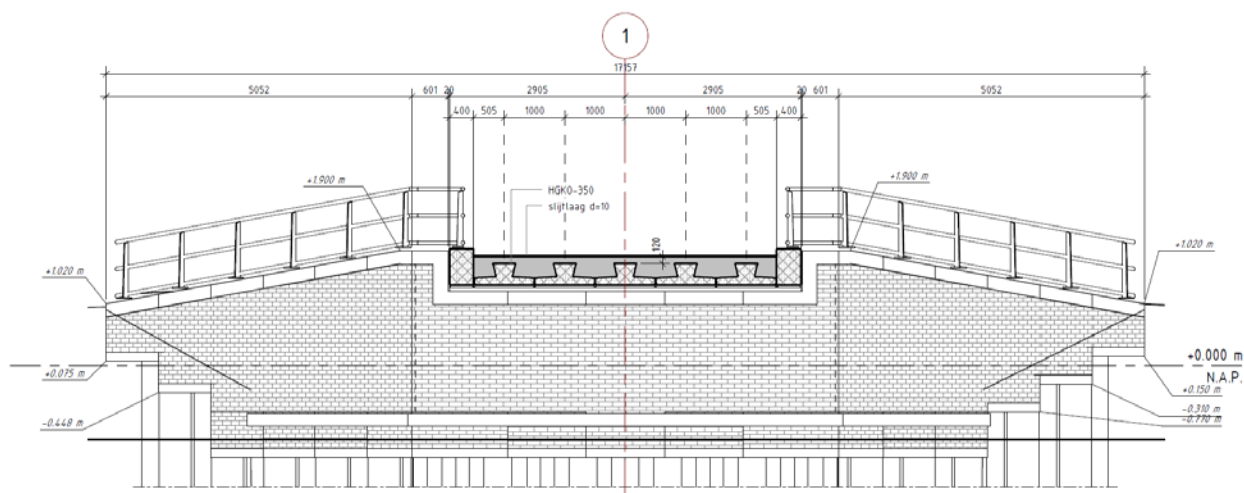
5.1.2 Bovenbouw - dek

Het dek bestaat uit getoogde prefab volstortliggers en wordt in de bouwfase op ongewapende rubber oplegstroken opgelegd. Na plaatsen van de liggers wordt de druklaag gestort en wordt het dek constructief gekoppeld met het landhoofd waardoor een statisch onbepaalde constructie ontstaat.

Kenmerken:

- Theoretische overspanning: 8,13 m
- Kruisingshoek 90°
- Dikte 470 mm
- 5 HGKO volstortliggers van 350 mm hoog
- Druklaag 120 mm
- 2 rechthoekige randliggers met een breedte van 400 mm en 600 mm hoog
- Beperkt voertuigkerende leuningen

Verder wordt verwezen naar Figuur 5-2 Doorsnede van het dek en Bijlage 1.



Figuur 5-2 Doorsnede van het dek

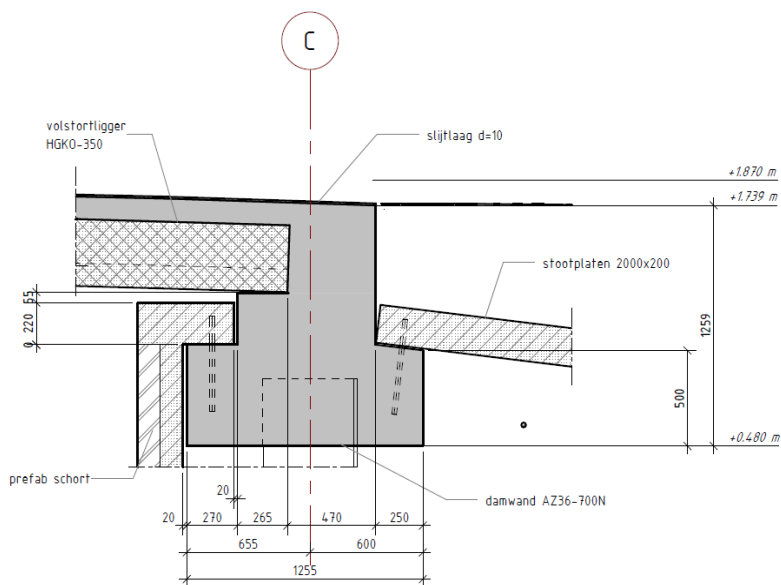
5.1.3 Onderbouw - landhoofden

De landhoofden worden uitgevoerd in ter plaatse gestort beton en gefundeerd op stalen damwanden. De landhoofden worden voorzien van stootplaten. Er worden vleugelwanden toegepast, waarmee de stootplaten worden opgesloten. De landhoofden en vleugelwanden worden voorzien van prefab betonschorten voorzien van metselwerk. Voor de vleugelwanden dient een verankering toegepast te worden.

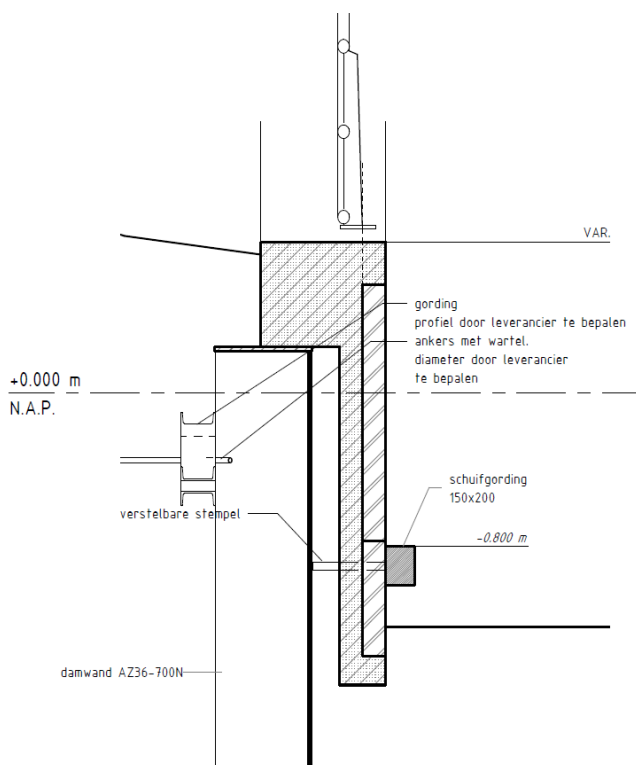
Kenmerken:

- Lengte landhoofdbalk circa 7,0 m
- Vleugelwanden variabel, 3,9 tot 8,2 m
- Verankering vleugelwanden toepassen
- Damwand als fundatie landhoofd en vleugels
- Voor de breedte van de landhoofdbalk is uitgegaan van 1,255 m

Verder wordt verwezen naar Figuur 5-3 Doorsnede van het landhoofd en Bijlage 1.



Figuur 5-3 Doorsnede van het landhoofd



Figuur 5-4 Doorsnede vleugelwand



5.2 Profiel van vrije ruimte

Voor de vrije doorvaartbreedte onder de brug geldt een minimale maat van 3,00m. Er geldt een minimale vrije doorvaarthoogte van 2,55m bij een waterstand van -1,22m t.o.v. N.A.P. Er wordt geen uitvoeringstolerantie op de doorvaarthoogte in rekening gebracht.

5.3 Wegontwerp

Voor het wegontwerp geldt dat de nieuwe brug minimaal dezelfde breedte moet hebben als de bestaande constructie. In langsrichting moet rekening gehouden worden met de aansluiting op de Schoolweg.

5.3.1 Dwarsprofiel

De bestaande brug heeft een rijstrookbreedte van 4,10m, met aan weerszijden een schampstrook met een breedte van 0,50m. Hierdoor bedraagt de totale breedte tussen de leuning 5,10m. In de nieuwe situatie worden er 5 liggers toegepast, waardoor er een totale breedte van het dek (tussen de randelementen) van 5,00m beschikbaar is. Er wordt géén afschot in dwarsrichting aangebracht.

5.3.2 Lengteprofiel

De getoogde volstortliggers hebben een topboog van 120m (onderzijde ligger).

5.3.3 Bochtstralen

De brug wordt niet aangebracht in een bochtstraal.

5.3.4 Afwatering

De afwatering van het kunstwerk is als volgt geregeld:

- In dwarsrichting wordt er geen afschot aangebracht, de afvoer in langsrichting voldoet om hemelwater af te voeren en plasvorming te voorkomen.
- De afwatering vanaf het dek richting de landhoofden kan plaatsvinden door afstroming in lengterichting, gezien de toepassing van getoogde liggers.
- Op de brug worden geen voorzieningen getroffen voor de waterafvoer. Het dek watert af naar met grasbeton beklede molgoten met kolken in de bermen achter de vleugelwanden. Achter de vleugelwanden wordt een drain in een grindkoffer aangebracht die afwatert op de Eenumermaar.

5.3.5 Uitvulling

Er is géén verkanting / afschot in dwarsrichting aanwezig. Het dek wordt enkel voorzien van een slijtlaag, er wordt geen uitvullaag toegepast.

5.4 Toleranties en zeeg

5.4.1 Toleranties

Voor de doorvaarthoogte en -breedte wordt geen uitvoeringstolerantie in rekening gebracht

5.4.2 Zeeg

Volgens de ROK paragraaf 6.1 art. 7.4.1 dienen brugdekken een blijvende zeeg te hebben. Voor dit kunstwerk is de ROK niet van toepassing. Aangezien er getoogde liggers toegepast worden is er een blijvende zeeg aanwezig.



5.5 Voegconstructies

De constructie wordt statisch onbepaald uitgevoerd. Doordat het dek vastgestort wordt aan de landhoofden zijn er geen voegconstructies benodigd.

5.6 Opleggingen

De liggers wordt opgelegd op ongewapende rubber oplegstroken. Deze stroken hebben tot doel in de bouwfase de verticale belastingen uit de bovenbouw over te dragen op de onderbouw. De oplegstroken bezitten voldoende flexibiliteit om de hoekverdraaiingen van de liggers door voorspanning en doorbuiging tijdens het storten van het beton op het dek op te kunnen nemen. Nadat de druklaag is verhard en deze gekoppeld is aan de onderbouw, verliezen de oplegstroken hun functie.

In de eindfase worden verticale en horizontale belastingen en vervormingen direct afgedragen naar de onderbouw.

5.7 Funderingen

De brug inclusief vleugelwanden wordt gefundeerd op stalen damwanden. In de eindfase is het dek momentvast verbonden aan de damwanden, waardoor een stabiele constructie ontstaat.

5.8 Overgangsconstructies

Voor de berekening van de landhoofden zullen, tenzij anders aangegeven, stootplaten worden aangehouden met een lengte van 2,0m conform bestaande constructie. In de bestaande situatie is bewezen dat de stootplaatlengte voldoende is om overgangsverschillen te voorkomen. De verticale belasting vanuit de stootplaat direct achter het landhoofd wordt via de stootplaatoplegging afgedragen.

Uitgegaan wordt van prefab stootplaten met een deuvelfverbinding. Onder de stootplaten wordt een zandcementstabilisatie aangebracht.

5.9 Prefab schorten

De landhoofden en vleugelwanden worden voorzien van prefab betonschorten, waarop metselwerk aangebracht wordt.

De schorten worden aan het landhoofd en aan de vleugelwanden bevestigd door middel van een doekverbinding. Achter de wrijfgording wordt een stempel aangebracht, welke dient als afstandhouder tot de damwand en waarmee het element gesteld kan worden.

Verder wordt verwezen naar Figuur 5-3 Doorsnede van het landhoofd en Bijlage 1.



19


Tabel 13. Prestatieklassen geleideconstructies perwegcategorie op kunstwerken

Onderliggende infrastructuur	Maximum snelheid	Kruisende, bovenliggende infrastructuur			
		Nationale stroomweg	Regionale stroomweg	Gebiedsontsluitingsweg	Erftoegangsweg
Nationale stroomweg (autosnelweg)	130 km/h	H2	H2	H2	N1
Regionale stroomweg (autoweg)	100 km/h	H2	H2	H2	N1
Gebiedsontsluitingsweg	80 km/h	H2	H1	N1	N1
Erftoegangsweg	60 km/h	H2	H1	N1	T1
Spoorlijn		H2	H2	H2	N1
Rivier/kanaal		H2	H1	N1	N1
Beek/sloot		H2	H1	N1	T1

Figuur 5-6 Prestatieklassen geleideconstructies conform CROW

De brug bevindt zich in een 60 km/h zone. Daarom wordt uitgegaan van een erftoegangsweg (maximum snelheid 60 km/h) over een beek / sloot. Op basis van prestatieklasse T1 met een maximale zijdelingse verplaatsing van 0,10m geldt er een gemiddelde loodrechte botsbelasting van 16,8 kN.

Tabel 11. Gemiddelde botskrachten loodrecht op constructie

Prestatieklasse	Kinetische energie (Kj)	Zijdelingse verplaatsing (m) ten gevolge van botsing					
		≤0,10	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00
		Gemiddelde loodrechte botsbelasting (kN)					
T1	6,2	16,8	9,3	5,8	4,2	3,3	2,7
T2	21,5	36,5	24,2	16,7	12,7	10,3	8,6
T3	36,6	46,7	33,8	24,7	19,4	16,0	13,6
N1	43,3	59,2	42,0	30,3	23,7	19,4	16,5
N2	81,9	112,0	79,4	57,2	44,7	36,7	31,1
H1	126,6	93,6	76,6	61,7	51,6	44,4	38,9
H2	287,5	133,0	116,8	100,4	88,1	78,5	70,5
H3	462,1	266,4	227,1	189,8	163,0	142,9	127,1
H4a	572,0	311,3	267,6	225,4	194,7	171,4	153,1
H4b	724,6	269,1	242,1	213,6	191,1	172,8	157,8

Figuur 5-7 Gemiddelde botskrachten conform CROW

Overige eisen aan de leuning:

- Noodzaak en hoogte leuning volgt uit Bouwbesluit 2012 artikel 2.17 en 2.18.

Veiligheid leuning Bouwbesluit 2012

Openingen in de leuning zie art 2.19:

- Geen openingen waardoor een bol Ø0,5 m kan passeren;
- Geen onderbrekening van de bovenregel groter dan 100 mm;

5.11.2 Randelementen

De brug wordt voorzien van prefab randelementen. Deze worden voorzien van een toog gelijk aan de liggers. De randelementen worden door middel van stekken / haarspelden verbonden aan de druklaag van het dek. De ankers voor de leuning worden achteraf ingeboord.



6 Materiaalgegevens

6.1 Beton

6.1.1 Toegepaste kwaliteiten

Hieronder is per onderdeel van de constructie aangegeven welke betonkwaliteit wordt toegepast.

Onderdeel	betonkwaliteit
Betonaanvulling, werkvloer:	C12/15 in situ ongewapend beton
Landhoofden, overgangsplaten, druklaag inclusief schampkant:	C30/37 in situ gewapend beton
Dekliggers en randelementen:	C50/60 prefab voorgespannen liggers
Prefab schorten:	C30/37 prefab gewapend beton

Tabel 6-1 Toegepaste betonkwaliteiten

6.1.2 Materiaaleigenschappen

De materiaaleigenschappen van beton zijn samengevat in de onderstaande tabel. In deze tabel zijn tevens de rekenwaarden van de grootheden aangegeven.

Sterkteklasse	f_{ck} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	E_{cm} [N/mm ²]
C12/15	12	8,0	0,73	1,57	27000
C30/37	30	20,0	1,35	2,90	33000
C50/60	50	33,3	1,90	4,07	37000

Tabel 6-2 Materiaaleigenschappen beton

De thermische uitzettingscoëfficiënt voor beton bedraagt $\alpha = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

6.1.3 Partiële factoren voor materiaaleigenschappen

De te hanteren materiaalfactoren voor het bepalen van de rekenwaarde van de materiaalgrootheden staan in onderstaande tabel vermeld.

Grootheid		Symbool	γ_m [-]
Druksterkte	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_m$	f_{cd}	1,5*
Treksterkte	$f_{ctd} = f_{ctk,0,05} / \gamma_m$	f_{ctd}	1,5*

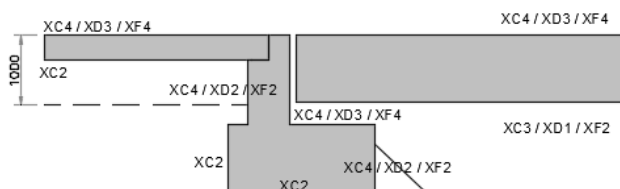
*) Bij bijzondere belastingcombinaties, waarbij de bijzondere belasting een gasexplosie, een botsing of een stootbelasting betreft, mag γ_m aan 1,2 worden gelijkgesteld.

Tabel 6-3 Partiële materiaalfactoren beton



6.1.4 Milieuklasse

De milieuklasse en betondekking dienen per onderdeel specifiek te worden bepaald. In het algemeen kunnen voor bruggen de onderstaande milieuklassen worden aangehouden. Zie NEN-EN 1992-1 Tabel 4.1 en ROK tabel 6-8.



Figuur 6-1 Milieuklassen

6.1.5 Cement

Beton met hoogovencement wordt door RWS aanbevolen (hogere weerstand tegen chloride-indringing). Tevens wordt hoogovencement CEM III/B aanbevolen ter voorkoming alkali-toeslag-reactie (ASR) en is de CO₂ emissie een factor 1,6 lager dan bij Portlandcement. Hiermee kan worden voldaan aan de vereiste levensduur van 100 jaar.

In situ beton: Hoogovencement CEM III ($\geq 50\%$ gegranuleerde hoogovenslak);
Zie ook CUR Aanbeveling 89, art 5.3.

Prefab beton: Hoogovencement CEM III ($> 50\%$ gegranuleerde hoogovenslak) of
Portlandvliegascement CEM II/B-V ($\geq 25\%$ poederkoolvliegascement)

6.1.6 Dekking

De minimum dekking c_{nom} moet worden bepaald conform NEN-EN 1992-1-1 art. 4.4.1. In onderstaande tabel is een overzicht hiervan weergegeven.

Uitgangspunten																				
- Van toepassing zijnde normen, voorschriften en richtlijnen																				
<div><input checked="" type="checkbox"/> Eurocode, NEN-EN 1992-1-1</div> <div><input type="checkbox"/> RWS, Richtlijn Ontwerp Kunstwerken (ROK 1.2)</div> <div><input type="checkbox"/> ProRail, Ontwerpschrift (OV500030-6)</div>																				
- Eurocode 2 geeft geen scheurwijdte eisen voor milieuklassen XA en XF. Voor deze milieuklassen is uitgegaan van de waarden in tabel 2 van NEN 6720																				
Default waarden																				
Constructieonderdeel	Onderdeel	Betonsterkteklasse	luchtsluiting > 4%	Milieuklassen	c_{nom}	c_{toe}	W_{max}	Uitgangspunt	Ontwerplevensduur	Sterkteklasse	Plaaggeometrie	Speciale kwaliteitsbeheersing	Constructieklasse	$c_{min,b}$	$c_{min,dur}$	$\Delta c_{dur,y}$	$\Delta c_{dur,st}$	$\Delta c_{dur,add}$	c_{min}	Aandev [1992-1-1 NB]
Dek	Bovenzijde	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD3 / XF4 / - / - / -	50 mm	60 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input checked="" type="checkbox"/> -1	S5	20 mm	45 mm	0 mm	0 mm	0 mm	45 mm	+5 mm
	Onderzijde	C50/60	<input type="checkbox"/>	XC3 / XD1 / XF2 / - / - / -	35 mm	40 mm	0,2 mm	S4	100	+2	-1	<input checked="" type="checkbox"/> -1	S3	20 mm	30 mm	0 mm	0 mm	0 mm	30 mm	+5 mm
	Schampranden	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD3 / XF4 / - / - / -	55 mm	60 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	20 mm	50 mm	0 mm	0 mm	0 mm	50 mm	+5 mm
Landhoofd	Voorzijde landhoofd	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD2 / XF2 / - / - / -	55 mm	60 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	16 mm	50 mm	0 mm	0 mm	0 mm	50 mm	+5 mm
	Oplegvlak	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD3 / XF4 / - / - / -	55 mm	60 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	16 mm	50 mm	0 mm	0 mm	0 mm	50 mm	+5 mm
	Achterzijde landhoofd	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC2 / - / - / - / - / -	40 mm	60 mm	0,3 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	16 mm	35 mm	0 mm	0 mm	0 mm	35 mm	+5 mm
	Onderzijde landhoofd	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC2 / - / - / - / - / -	40 mm	60 mm	0,3 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	16 mm	35 mm	0 mm	0 mm	0 mm	35 mm	+5 mm
	Bovenzijde deksloof	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD3 / XF4 / - / - / -	55 mm	60 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	16 mm	50 mm	0 mm	0 mm	0 mm	50 mm	+5 mm
	Voorzijde deksloof	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD2 / XF2 / - / - / -	55 mm	60 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	16 mm	50 mm	0 mm	0 mm	0 mm	50 mm	+5 mm
Deksloof	Achterzijde deksloof	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD2 / XF2 / - / - / -	55 mm	60 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input type="checkbox"/>	S6	16 mm	50 mm	0 mm	0 mm	0 mm	50 mm	+5 mm
Stootplaten	Bovenzijde stootplaat	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / XD3 / XF4 / - / - / -	50 mm	50 mm	0,2 mm	S4	100	+2	0	<input checked="" type="checkbox"/> -1	S5	12 mm	45 mm	0 mm	0 mm	0 mm	45 mm	+5 mm
	Onderzijde stootplaat	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC2 / - / - / - / - / -	35 mm	50 mm	0,3 mm	S4	100	+2	0	<input checked="" type="checkbox"/> -1	S5	12 mm	30 mm	0 mm	0 mm	0 mm	30 mm	+5 mm
Prefab schort	Voorzijde schort	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / - / - / XF1 / - / - / -	40 mm	40 mm	0,3 mm	S4	100	+2	0	<input checked="" type="checkbox"/> -1	S5	12 mm	35 mm	0 mm	0 mm	0 mm	35 mm	+5 mm
	Achterzijde schort	C30/37	<input type="checkbox"/>	XC4 / - / - / XF1 / - / - / -	40 mm	40 mm	0,3 mm	S4	100	+2	0	<input checked="" type="checkbox"/> -1	S5	12 mm	35 mm	0 mm	0 mm	0 mm	35 mm	+5 mm

* Voor de constructieonderdelen waar "speciale kwaliteitsbeheersing" van toepassing is gelden de volgende specificaties:

- de vervaardiging van de betonconstructie gebeurt onder uitvoeringsklasse 3 zoals beschreven in NEN-EN 13670 art. 4.3
- er moet een terzake deskundige en onafhankelijke keuring plaatsvinden volgens NEN-EN 13670 annex B, art. 4.3.3 (3) c
- de productcertificatie van de betonmortel moet volgens BRL 1801 gedaan worden

Tabel 6-4 Dekking en scheurwijdte-eisen

6.2 Betonstaal

6.2.1 Toegepaste kwaliteiten

De kwaliteit van het betonstaal is B500B.

6.2.2 Materiaaleigenschappen

Voor de materiaaleigenschappen van betonstaal wordt volgens ROK paragraaf 6.1 art. 3.2.2 verwezen naar NEN 6008 waarin prestatie-eisen zijn opgenomen die voldoen aan NEN-EN 10080. De waarden uit deze norm zijn samengevat in de onderstaande tabel. In deze tabel zijn tevens de rekenwaarden van de grootheden aangegeven.

Staalsoort		$f_{y,k}$ [N/mm ²]	$f_{y,d}$ [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]	$\epsilon_{u,k}$ [%]
Staven en gerichte draden	B 500 B	500	435	200.000	5,00
Gepuntlaste wapeningsnetten	B 500 B	500	435	200.000	5,00

Tabel 6-5 Eigenschappen betonstaal.

6.2.3 Partiële factoren voor materiaaleigenschappen

De te hanteren partiële factoren voor het bepalen van de rekenwaarde van de materiaalgrootheden zijn in onderstaande tabel vermeld. Voor de toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestanden moet de waarde γ_m aan 1,0 worden gelijkgesteld.

Grootheid	Symbool	γ_m [-]
Trek- en druksterkte	f_s	1,15*
*) Bij bijzondere belastingcombinaties, waarbij de bijzondere belasting een gasexplosie, een botsing of een stootbelasting betreft, mag γ_m aan 1,0 worden gelijkgesteld.		

Tabel 6-6 Partiële materiaalfactor betonstaal

6.3 Damwandstaal

6.3.1 Toegepaste kwaliteiten

Voor de damwanden is een staalkwaliteit van S270GP in de berekeningen gehanteerd, dit geldt zowel voor de damwanden onder de vleugelwanden als onder de landhoofden.

6.3.2 Materiaaleigenschappen

De materiaaleigenschappen van warmgewalste stalen damwanden zijn vermeld in de onderstaande tabel. In deze tabel zijn de rekenwaarden van de grootheden aangegeven.

Staalsoort	$f_{y,rep}$ [N/mm ²]	$f_{t,rep}$ [N/mm ²]	E_{rep} [N/mm ²]	$f_{y,d}$ [N/mm ²]	$f_{t,d}$ [N/mm ²]	E_d [N/mm ²]
S270GP	270	410	210000	270	410	210000

Tabel 6-7 Eigenschappen damwandstaal

6.3.3 Partiële factoren voor materiaaleigenschappen

De te hanteren partiële factoren voor het bepalen van de rekenwaarde van de materiaalgrootheden zijn in onderstaande tabel vermeld.

Grootheid	Symbool	γ_m [-]
Vloeigrens	$f_{y,d}$	1,0
Treksterkte	$f_{t,d}$	1,0
Elasticiteitsmodulus	E_d	1,0

Tabel 6-8 Partiële factoren materiaaleigenschappen damwandstaal

6.3.4 Corrosie

Bij permanente stalen damwanden dient rekening gehouden te worden met dikteverlies door corrosie. Dit kan een ontwerpaspect zijn (zoals toepassen van extra staaldikte) of een beheeraspect (zoals toepassen van kathodische bescherming). In Tabel 6-9 is de aantasting in mm conform CUR 166 tabel 9.2 en NEN-EN1993-5 tabel 4.1 weergegeven waarmee gerekend dient te worden.



Beoogde levensduur (jaar)	5 ***)	25 ***)	50	75	100
Ongeroerde, schone bodem	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Verontreinigde bodem, geroerde grond	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Zure bodem (veen, moeras)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Onverdichte aanvullingsgrond (klei, zand) **)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Onverdicht, agressief ophoogmateriaal (bodemas, slakken, sintels)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

*) Uit EC 3 deel 5. Genoemde waarden zijn ter oriëntatie. Werkelijke waarden zijn afhankelijk van lokale omstandigheden.

**) Corrosiesnelheden zijn in verdichte ophogingen lager dan in onverdichte. Voor verdichte ophogingen moeten de gegeven waarden door 2 gedeeld worden.

***) Getallen voor 5 en 25 jaar zijn gebaseerd op metingen. De overige waarden zijn geëxtrapoleerd.

Tabel 6-9 Aantasting (mm) van damwanden in bodem en ophogingen met of zonder grondwater (per blootgestelde zijde) conform CUR166 tabel 9.2

Beoogde levensduur (jaar)	5 ***)	25 ***)	50	75	100
Schoon, zoet water (rond de waterlijn)	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Sterk verontreinigd zoet water (rond de waterlijn)	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Zout water in gematigd klimaat (spatzone en laag waterzone)	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Zout water in gematigd klimaat (permanent onderwaterzone)	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50

*) Uit EC 3 deel 5. Genoemde waarden zijn ter oriëntatie. Werkelijke waarden zijn afhankelijk van lokale omstandigheden.

**) In water met getijdebeweging treden de hoogste corrosiesnelheden op ter hoogte van de spatzone en de laag waterzone, zie figuur 9.1.

***) Getallen voor 5 en 25 jaar zijn gebaseerd op metingen. De overige waarden zijn geëxtrapoleerd.

Tabel 6-10 Aantasting (mm) van damwanden in zoet en zout water (per blootgestelde zijde) conform CUR166 tabel 9.3

In Bijlage 3 zijn de corrosietoeslagen voor de berekening bepaald. Rekening is gehouden met 1,2mm corrosie aan de grondzijde en 1,4mm corrosie aan de waterzijde. De gecorrodeerde eigenschappen van de damwand zijn in onderstaande tabel weergegeven.

	I_z [cm ⁴ /m ¹]	W [cm ³ /m ¹]	A [cm ² /m ¹]	$F_{y,d}$ [N/mm ²]	Breedte profiel [mm]	Hoogte profiel [mm]	Dikte flens [mm]
AZ 36-700N ongecorrodeerd	89.610	3590	216,0	270	700	499	15,0
AZ 36-700N gecorrodeerd	77.890	3120	181,4	270	700	499	12,4
AZ 36-700N gemiddeld	83.750	3355	198,7	270	700	499	13,7

Tabel 6-11 Eigenschappen damwand met en zonder corrosie

Uit een gevoeligheidsanalyse is gebleken dat de stijfheid van de damwand een geringe invloed heeft op de berekeningsresultaten. Daarom is gekozen voor het schematiseren van de damwand met gemiddelde waarden.

6.4 Constructiestaal en ankers

Constructiestaal

Staalsoort S235J2, tenzij anders aangegeven.

Ankers en draadeinden

Klasse 8.8, thermisch verzinkt, tenzij anders aangegeven.

Thermisch verzinken conform NEN-EN-ISO-1461.

6.5 Grond

6.5.1 Grondparameters

De representatieve grondparameters van de aanwezige ondergrond zijn vastgesteld op basis van het beschikbare grondonderzoek en tabel 2.b van NEN 9997-1.

Onderstaande tabel geeft de grondparameters aangehouden voor de berekening:

Diepte grondlaag		Grondsoort	Volumegewicht		ϕ'_{rep}	δ'_{rep}	C'_{rep}	K_{h1}	K_{h2}	K_{h3}
Bovenkant NAP .. m	Onderkant NAP .. m		γ_{droog} [kN/m ³]	γ_{nat} [kN/m ³]	[°]	[°]	[kPa]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]
1,75	-3,0	Ophoging, zand	18,0	20,0	32,5	21,7	0	20000	10000	5000
-3,0	-9,5	Slappe klei / veen	12,0	12,0	15,0	0,0	2,5	2000	800	500
-9,5	-14,5	Zand, matig vast	18,0	20,0	32,5	21,7	0	20000	10000	5000
-14,5	-18,0	Potklei	18,0	18,0	25,0	8,3	15,0	6000	4000	2000
-18,0	-24,0	Zand, vast	19,0	21,0	35,0	23,3	0	40000	20000	10000

Tabel 6-12 Grondparameters

- γ_{droog} = droog volumegewicht (natuurlijk watergehalte) [kN/m³]
 γ_{nat} = nat volumegewicht [kN/m³]
 ϕ'_{rep} = representatieve waarde van de effectieve hoek van inwendige wrijving [°]
 C'_{rep} = representatieve waarde van de effectieve cohesie [kPa]
 K_{hi} = Beddingconstante Secant conform CUR166 [kN/m³]



7 Belastingen

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de aangehouden belastinggevallen en belastingcombinaties. Een uitwerking van de belasting is opgenomen in Bijlage 4, de belastingcombinaties zijn uitgewerkt in Bijlage 5.

7.1 Belastinggevallen

De volgende belastinggevallen conform NEN-EN 1991-2 dienen te worden toegepast:

Belastinggeval (LM= Belastingsmodel)	Te bepalen in overeenstemming met:
Permanente belastingen (G ¹):	
G: Eigen gewicht	NEN-EN 1991-1-1
G: Grond- en waterdruk	NEN 9997-1
G: Zettingsverschillen	NEN 9997-1
Veranderlijke belastingen (Q ¹):	
Algemeen	
Q: Belasting op brugleuningen	NEN-EN 1991-2, art. 4.8
Q: Sneeuw	NEN-EN 1991-1-3
Q: Wind	NEN-EN 1991-1-4
Q: Temperatuur	NEN-EN 1991-1-5
Verkeersbruggen	
Q: LM1: Primair belastingssysteem (TS en UDL)	NEN-EN 1991-2, art. 4.3.2
Q: LM2: Enkele as	NEN-EN 1991-2, art. 4.3.3
Q: LM3: Bijzondere voertuigen	NEN-EN 1991-2, art. 4.3.4
Q: LM4: Mensenmenigte	NEN-EN 1991-2, art. 4.3.5
Q: Rem- en versnellingskrachten	NEN-EN 1991-2, art. 4.4.1
Q: Centrifugaal krachten	NEN-EN 1991-2, art. 4.4.2
Bijzondere belastingen (A ¹):	
A: Aanrijdingsbelastingen door wegverkeer tegen de onder of bovenbouw	NEN-EN 1991-1-7

¹ G is de permanente belasting, Q is de veranderlijke belasting, en A is de bijzondere belasting

Tabel 7-1 Belastinggevallen



7.2 Permanente belastingen

7.2.1 Volumieke massa's van de rustende belasting

Materiaal	volumieke massa γ [kN/m ³]
Gewapend beton insitu / prefab	25,0
Asfalt	23,0
Ongewapende betonuitleg	24,0
Aanvulling zand nat	20,0
Aanvulling zand droog	18,0

Tabel 7-2 Volumieke massa's

7.2.2 Rustende belasting

Liggerdek

Het liggerdek bestaat uit getoogde volstortliggers van 350 mm dikte met een druklaag van 120 mm. De totale dekdikte bedraagt hierdoor 470mm. Bij een volumieke massa van 25,0 kN/m³ geeft dit een belasting van 11,75 kN/m².

Randbalk

De randafwerking bestaat uit getoogde prefab (voorgespannen) balken met een breedte van 400 mm en een hoogte van 600 mm. Er wordt een snedeberekening over de rijbaan uitgevoerd, belasting uit de randbalk wordt niet in rekening gebracht.

Slijtlaag

Het dek wordt voorzien van een slijtlaag. Hiervoor wordt een gelijkmatig verdeelde belasting van 0,50 kN/m² aangehouden.

Leuning

Op het dek is aan beide zijden een leuning. Er wordt een snedeberekening over de rijbaan uitgevoerd, belasting uit de leuning wordt niet in rekening gebracht.

Prefab schort

Het prefab schort levert een verticale belasting op de oplegging en een horizontale belasting tegen de damwand. In Bijlage 4 zijn de belastingen door het eigen gewicht bepaald.

- Verticale belasting: $F_v = 17,8 \text{ kN/m}^1$;
- Horizontale belasting: $F_h = 2,3 \text{ kN/m}^1$.

7.2.3 Gronddruk op landhoofden

Op de landhoofden werkt een permanente belasting door grond. De omrekening naar een horizontale belasting gebeurt door het toepassen van de neutrale gronddrukcoëfficiënt ($\lambda_n = 0,5$). De gronddruk tegen de achterzijde van het landhoofd en tegen de vleugelwanden is bepaald a.d.h.v. droge grond (18 kN/m³) en de neutrale gronddrukcoëfficiënt (0,5). Voor de bepaling van de dikte van het grondpakket is bovenkant verharding als bovenzijde aangehouden.

7.2.4 Opspanning van grond

Door jaarlijkse temperatuurwisselingen wil het dek periodiek uitzetten en verkorten, het landhoofd beweegt hierbij mee met het dek. Bij verkorten bewegen de landhoofden van het grondlichaam af,



waardoor de horizontale gronddruk terug kan lopen tot actief. Op het moment dat het dek in de zomer verlengt wordt het landhoofd tegen de grond in gedrukt en zal de horizontale gronddruk oplopen. Door het veelvuldig herhalen van deze beweging loopt de gronddruk daarbij per cyclus steeds iets verder op, doordat in de winter een holle ruimte ontstaat welke zich direct weer opvult met grond.

De aangepaste gronddrukcoëfficiënt is bepaald conform de Britse aanbeveling "BA 42-96, The design of integral bridges". Het verschil tussen de gronddruk in de opgespannen situatie en de neutrale gronddruk is als variabele belasting ingevoerd.

7.2.5 Zettingen

Ter plaatse van de oplegging wordt het dek vastgestort aan de landhoofden. Het statisch systeem is in langsrichting statisch onbepaald. Eventuele zettingen hebben daardoor direct invloed op de krachtwerving. Gerekend wordt (conform ROK) met een verschilzetting tussen de steunpunten van 30mm, wat ingevoerd wordt als opgelegde vervorming.

7.3 Veranderlijke belasting door wegverkeer

Voor de belastingen door wegverkeer worden de belastingen volgens de NEN-EN 1991-2 aangehouden.

7.3.1 Rijstrookindeling

Het aantal theoretische rijstroken, de breedte van een theoretische rijstrook en de breedte van het resterend oppervlak worden bepaald conform NEN-EN 1991-2 art. 4.2.

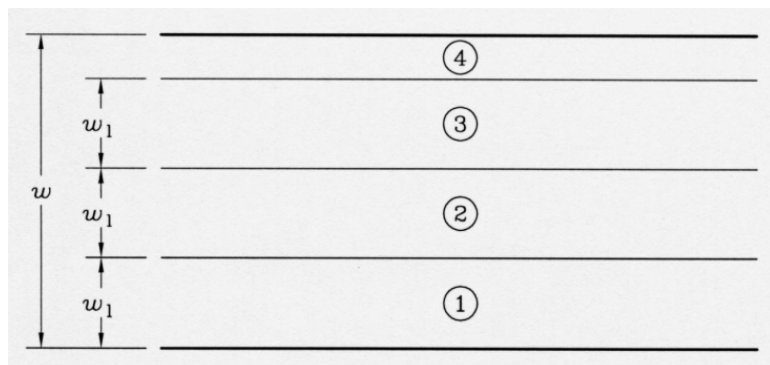
De breedte van de rijweg (w) is gelijk aan de haakse afstand tussen de binnenzijden van de stootranden (als $h_{\text{stootrand}} \geq 200\text{mm}$) of de haakse afstand tussen de binnenzijden van de vaste voertuigkeringen.

Conform ROK paragraaf 5.8 art. 4.2.3 mag voor de afstand van de rand van de verkeersbrug tot de rijweg geen grotere afstand dan 1,40 m worden aangehouden, tenzij door de opdrachtgever een andere waarde is voorgeschreven. Tussengelegen bermconstructies dienen als rijweg te worden beschouwd, tenzij anders voorgeschreven door de opdrachtgever. Fiets/voetpaden die verder dan 1,40 m vanaf de rand van de verkeersbrug zijn gelegen worden dus als rijweg met autoverkeer beschouwd.

Het brugdek wordt opgedeeld gedacht in theoretische rijstroken met elk een breedte van $w_r = 3,0$ m. De breedte van de rijweg tussen de voertuigkeringen is kleiner dan 5,4 m waardoor er gerekend mag worden met 1 theoretische rijstrook.

De rijstrookindeling met bijbehorende lastenstelsels wordt zodanig gekozen dat de constructie zo ongunstig mogelijk wordt belast voor de beschouwde berekening.

Op de hierboven gedefinieerde fictieve rijstroken dient een viertal belastingmodellen voor het verkeer aangebracht te worden. De belastingmodellen 1, 2 en 3 behoren daar waar relevant, in rekening te zijn gebracht voor iedere ontwerpsituatie. Belastingmodel 4 behoort alleen voor sommige tijdelijke ontwerpsituaties te zijn gebruikt.



Verklaring

- w breedte van de rijweg
 w_1 breedte van de theoretische rijstrook
 1 theoretische rijstrook nr. 1
 2 theoretische rijstrook nr. 2
 3 theoretische rijstrook nr. 3
 4 resterende oppervlakte

Figuur 7-1 Indeling van de rijweg in theoretische rijstroken conform NEN-EN 1991-2 art.4.2.3 en 4.2.4.

7.3.2 Belastingmodel 1 (LM1)

Dit belastingmodel is bedoeld voor de toetsing van globale en lokale belastingeffecten. Het bestaat uit twee deelsystemen:

- Tandemstelsel (TS): twee geconcentreerde as-lasten, elk met een karakteristieke waarde van:
 $\alpha_Q \cdot Q_k$
- Gelijkmatig verdeelde belasting (UDL):
 $\alpha_Q \cdot q_k$

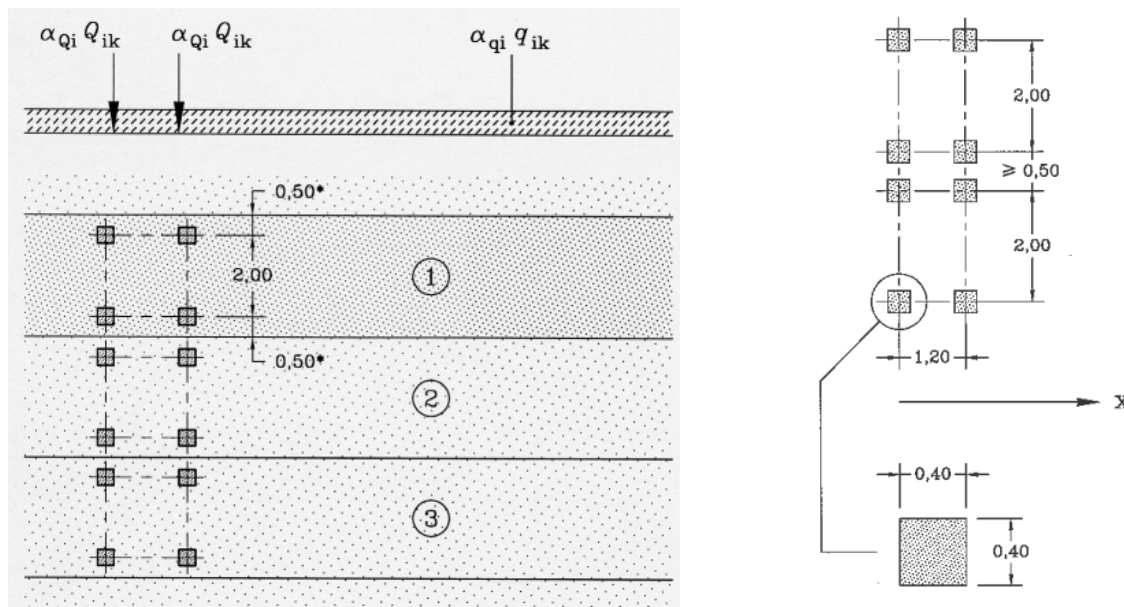
Belastingmodel 1 moet zijn toegepast op iedere theoretische rijstrook en op de resterende oppervlakken. Voor elke theoretische rijstrook i wordt de belasting als volgt aangegeven: $(\alpha_{Q,i} \cdot Q_{i,k})$ en $(\alpha_{q,i} \cdot q_{i,k})$. Voor het resterend oppervlak geldt: $(\alpha_{q,r} \cdot q_{r,k})$.

Het aantal verwachte vrachtwagens per jaar is niet voorgeschreven maar dient conform PvE bepaald te worden. De brug ligt binnen de bebouwde kom en betreft geen N-weg of A-weg, voor de waarde van α wordt 0,95 aangehouden (20.000 vrachtwagens per jaar per rijstrook).

In onderstaande tabel zijn de in rekening te brengen belastingen per rijstrook volgens LM1 samengevat.

Rijstrook	Belastingssysteem met tandemstelsel (TS)	Gelijkmatig verdeelde belasting per oppervlakte (UDL)	
		$q_{i,k}$ (kN/m ²)	$q_{r,k}$ (kN/m ²)
Rijstrook $i=1$	300	9,0	-
Resterend oppervlak	0	-	2,5

Tabel 7-3 Belastingen volgens LM1, NEN-EN 1991-2 Tabel 4.2

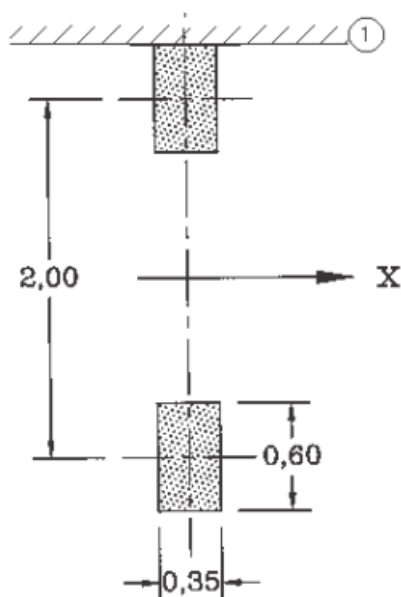


Figuur 7-2 Belastingmodel LM1 NEN-EN 1991-2 Figuur 4.2a (links) en Figuur 4.2b (rechts)

7.3.3 Belastingmodel 2 (LM2)

Dit belastingmodel dient afzonderlijk te worden beschouwd en is alleen bedoeld voor de toetsing van lokale belastingeffecten. Het model bestaat uit een enkele as-last die op iedere willekeurige positie op de rijweg moet zijn toegepast. De grootte van de as-last is $(\beta_Q \cdot Q_{a,k})$ met $\beta_Q = \alpha_{Q;1} = 1$ en $Q_{a,k} = 400$ kN.

LM2 kan maatgevend zijn voor belaste lengten in de orde van grootte tot 3m á 7m. Voor het betreffende project is de lengte > 7 m en is LM2 dus niet maatgevend. Dit model is daarom buiten beschouwing gelaten.



Verklaring

X Lengterichting van de brug
1 Stootrand

Figuur 7-3 Belastingsmodel LM2



7.3.4 Belastingmodel 3 (LM3)

Daar waar relevant, behoren belastingmodellen voor bijzondere voertuigen te zijn vastgesteld en in rekening te zijn gebracht.

LM3 is voor het betreffende project niet voorgeschreven en dus niet van toepassing.

7.3.5 Belastingmodel 4 (LM4)

Een mensenmenigte behoort, indien relevant, te zijn weergegeven door een belastingmodel bestaande uit een gelijkmatig verdeelde belasting gelijk aan 5,0 kN/m². Hierin is een vergrotingsfactor voor dynamische effecten bij inbegrepen.

Belastingmodel 4 behoort te zijn toegepast op de relevante delen van de lengte en de breedte van het brugdek, de middenberm inbegrepen daar waar die aanwezig is. Dit belastingsysteem, bedoeld voor algemene toetsingen, behoort alleen te zijn gecombineerd met een tijdelijke ontwerpsituatie.

LM4 is voor het betreffende project niet maatgevend en derhalve niet uitgewerkt.

7.3.6 Mobiele belasting nabij landhoofden en grondkerende constructies

Conform NEN-EN art. 1991-2 4.9 dient er bij het ontwerp van landhoofden en muren aangrenzend aan bruggen rekening te worden gehouden met mobiele belastingen.

Hierbij dient conform NEN-EN 1991-2 art. 4.9.1, LM1 als geschikt model aangehouden te worden.

Grondkerende constructies

Tegen de damwand onder het landhoofd zijn gronddrukken als gevolg van verkeer onvermijdelijk. Conform NEN-EN 1991-2 art. 4.9.1 dient LM1 als geschikt model te worden aangehouden.

Omwille van de eenvoud mag LM1 worden vervangen door een even grote, equivalente belasting die gelijkmatig is verdeeld over een rechthoekig oppervlak met een grootte die afhankelijk is van de spreiding van de belasting in de grond.

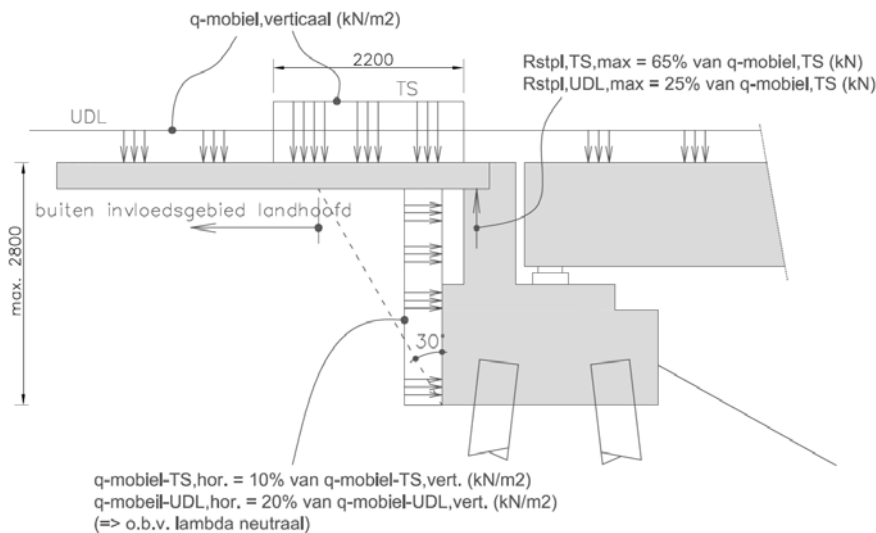
Om de spreiding van de belasting in de grond te bepalen wordt verwezen naar EN 1997. Bij afwezigheid van nadere gegevens, mag voor de spreidingshoek, indien de grond goed is geconsolideerd, een waarde worden aangehouden van 30°. Met deze waarde mag worden aangenomen dat het rechthoekige oppervlak waarover de equivalente belasting wordt aangebracht een breedte heeft van 3 m en een lengte van 2,2 m.

De volgende equivalente belastingen dienen te worden aangehouden:

- Voor rijstrook 1: $(2 \times 300 / (3 \times 2,2)) + 9 = 100 \text{ kN/m}^2$
- Voor reststrook: $= 2,5 \text{ kN/m}^2$

Naast deze equivalente belasting achter de stootplaten van landhoofd grijpt ook een gedeelte van de mobiele belasting aan via de stootplaatoplegging. De verhouding van deze belastingen hangt samen met de afmetingen van de stootplaat en de stijfheid van het grondlichaam.

Voor de berekeningen van de hoog gefundeerde landhoofden wordt dus gerekend met de onderstaande belastingen.



Figuur 7-4 Belastingeffecten op landhoofd t.g.v. mobiele belasting op stootplaat

Indien onzekerheid bestaat in de grootte van de verkeersbelasting dient tenminste een mobiele bovenbelasting van 10 kN/m² met een momentane waarde van $\psi=0$ gehanteerd te worden (bijvoorbeeld in de berm naast de hoofdrijbanen).

Voor de berekening wordt conservatief uitgegaan van een bovenbelasting van 20 kN/m².

7.3.7 Belasting door rem- of aanzetbelasting op dek

De rembelasting is beschreven in NEN-EN 1991-2 art. 4.4.1. De remkracht is afhankelijk van de totale lengte van de brug en wordt berekend met de onderstaande formule:

$$F_{l;b;k} = 0,6 \cdot \alpha_{Q;1} \cdot (2 \cdot Q_{1;k}) + 0,10 \cdot \alpha_{Q;1} \cdot q_{1;k} \cdot w_1 \cdot L \leq 800 \text{ kN}$$

$$F_{l;b;k} = 0,6 \cdot 0,95 \cdot (2 \cdot 300) + 0,10 \cdot 0,95 \cdot 9,0 \cdot 3,0 \cdot 8,83 = 365 \text{ kN}$$

De remkracht grijpt aan in de lengte-as van de meest maatgevende rijstrook en mag in de lengterichting als gelijkmatig verdeeld in rekening zijn gebracht. De belasting wordt gespreid over de dekbreedte:

$$F_{l;b;k} = 365 / 5,85 = 62,4 \text{ kN/m}$$

7.3.8 Centrifugale belasting (horizontaal)

Indien het kunstwerk in een bochtstraal ligt, ontstaat als gevolg van wegverkeer een centrifugaal kracht Q_{tk} , radiaal ten opzichte van de weg-as, welke aangrijpt ter hoogte van de bovenzijde van het wegdek.

De karakteristieke waarde van Q_{tk} bedraagt:

$$\text{Voor } r < 200 \text{ m: } Q_{tk} = 0,2 \cdot Q_v + 0,2 \cdot (\sum q_{lk} \cdot 3 \cdot L)$$

$$\text{Voor } 200 \leq r \leq 1500 \text{ m: } Q_{tk} = 40 \cdot Q_v / r + 40 \cdot (\sum q_{lk} \cdot 3 \cdot L) / r$$

$$\text{Voor } r > 1500 \text{ m: } Q_{tk} = 0$$

Hierin is Q_v de totale maximale som van de geconcentreerde verticale belastingen van de tandemstelsels van belastingmodel 1.

De brug ligt niet in een bocht, centrifugale belasting wordt niet in rekening gebracht.

7.3.9 Vermoeiing

Verkeer op bruggen veroorzaakt een spanningsspectrum dat vermoeiing kan veroorzaken. In NEN-EN 1991-2 hoofdstuk 4.6 zijn 5 belastingmodellen voor vermoeiing door verticale belasting gedefinieerd.

Voor de toetsing op vermoeiing behoort een verkeerscategorie voor een brug te zijn vastgesteld volgens Tabel 7-4. Voor dit kunstwerk geldt verkeerscategorie 3 “wegen met weinig vrachtverkeer”.

Tabel NB.5 – 4.5(n) — Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer

Verkeerscategorie		$N_{obs,a,ai}$ per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer
1	Autosnelwegen (A-wegen) en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer	$2,0 \times 10^6$
2	(Auto)wegen met gemiddeld vrachtverkeer (zoals N-wegen)	$0,5 \times 10^6$
3	Wegen met weinig vrachtverkeer	$0,125 \times 10^6$
4	Wegen met weinig vrachtverkeer en bovendien uitsluitend bestemmingsverkeer	$0,05 \times 10^6$
OPMERKING De aantallen zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer $N_{obs,a,ai}$ zijn inclusief trend.		

Tabel 7-4 Indicatief aantal van verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer

Belastingmodel 1 voor vermoeiing

FLM1 voor vermoeiing heeft dezelfde schikking als het karakteristieke LM1, vastgesteld in paragraaf 7.3.2, met de waarden voor de as-lasten gelijk aan $0,7 \cdot Q_{ik}$ en voor de gelijkmatige verdeelde belasting gelijk aan $0,3 \cdot q_{ik}$ en (tenzij anders voorgeschreven) $0,3 \cdot q_{rk}$.

Rijstrook	Belastingssysteem met tandemstelsel (TS)	Gelijkmatig verdeelde belasting per oppervlakte (UDL)	
	Q_{ik} (belasting per as) [kN]	q_{ik} [kN/m ²]	q_{rk} [kN/m ²]
Rijstrook i=1	210	2,7	-
Resterend oppervlak	0	-	0,75

Tabel 7-5 Belastingen volgens FLM1 vermoeiing

Voor bruggen gelegen in gebieden binnen de bebouwde kom met primair een woonfunctie mogen de vermoeiingsbelastingen voor verkeerscategorie 3 en 4 zijn vermenigvuldigd met een factor 0,85, zie NEN-EN 1991-2 art. 4.2.6.

In het DO wordt er geen toets op vermoeiing uitgevoerd. Er wordt in de doorsnedetoetsen een maximale U.C. van 0,90 aangehouden, waardoor vermoeiing niet maatgevend wordt geacht. Een nadere beschouwing dient uitgevoerd te worden in het UO.

7.4 Belastingen op voet- en fietspaden

Op het dek is geen voetpad aanwezig. Belasting uit fiets- en voetpaden is niet maatgevend en wordt daarom niet in rekening gebracht.



7.5 Buitengewone belastingen

Daar waar relevant moeten buitengewone ontwerpsituaties voor belastingen ten gevolge van wegverkeersvoertuigen in rekening zijn gebracht. Deze worden veroorzaakt door:

- Aanrijding van de onderbouw van een brug door een voertuig
- Aanrijding van de bovenbouw van een brug door een voertuig
- Aanrijding van stootranden, geleiderails en constructieve elementen door voertuigen

7.5.1 Aanrijding van de onderbouw

Omdat er sprake is van een brug over water is er geen risico op aanrijding van de onderbouw.

7.5.2 Aanrijding van de bovenbouw

Omdat er sprake is van een brug over water is er geen risico op aanrijding van de bovenbouw.

7.5.3 Aanrijdingskrachten op voertuigkeringen

Conform NEN-EN 1991-2 art. 4.7.3.3 behoren bij het constructief ontwerp de horizontale en verticale krachten die door voertuigkeringen op het brugdek worden overgedragen, in rekening te zijn gebracht.

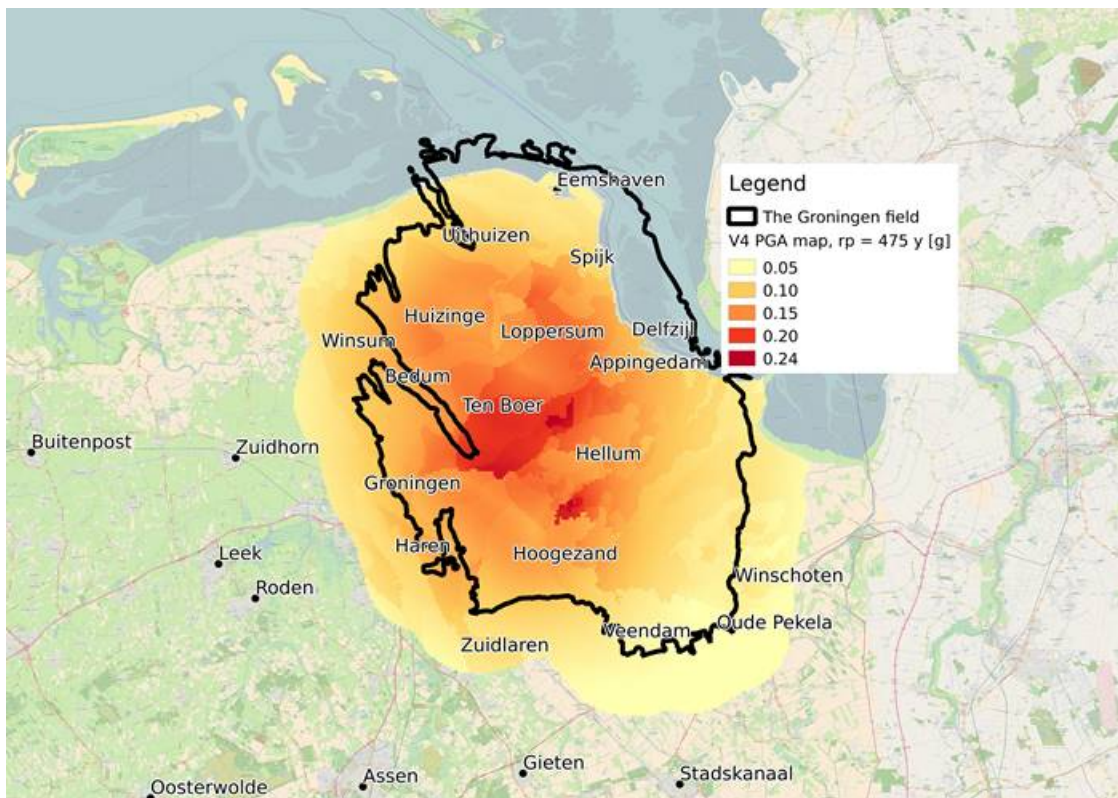
De ondersteuningsconstructie van de vangrail moet zo zijn ontworpen dat lokaal een buitengewone belasting overeenkomend met ten minste 1,75 maal de karakteristieke lokale weerstand van de vangrail kan worden weerstaan. Deze buitengewone belasting hoeft niet te zijn gecombineerd met een willekeurige andere veranderlijke belasting.

7.5.4 Aanvaarbelastingen

Conform NEN-EN 1991-1-7 art. 4.6.2 dienen buitengewone belastingen door aanvaringen door schepen daar waar relevant in rekening te worden gebracht. Omdat er alleen pleziervaart wordt verwacht, wordt de belasting door aanvaring niet beschouwd.

7.5.5 Aardbeving

In Noord Nederland komen aardbevingen voor die ontstaan ten gevolge van het inklinken van de grond op relatief geringe diepte onder het aardoppervlak, met als oorzaak de winning van gas uit het Groninger gasveld. Deze zogenoemde "geïnduceerde" aardbevingen onderscheiden zich van de in de wereld veel voorkomende en algemeen bekende "tektonische" aardbevingen, die optreden ten gevolge van groundbewegingen in de diepe aardkorst. Het beheergebied van Waterschap Noorderzijlvest bevindt zich voor een deel binnen het Groninger Gasveld.



Figuur 7-5 Seismische hazardkaart Groningen 2017

Conform de nationale bijlage van NEN-EN 1990 (Grondslagen van het constructief ontwerp) hoeft in Nederland normaal gesproken niet op aardbevingsbelasting te zijn gerekend. Indien het gewenst is of nodig is hiermee wel rekening te houden, bijvoorbeeld in het kader van een risicoanalyse als vereist voor CC3, dan mogen ontwerpbelastingen zijn ontleend aan NEN-EN 1991-1-7+C1; de belastingscombinaties zijn gelijk aan die van de andere buitengewone belastingen.

De ROK 1.4 (Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken) van Rijkswaterstaat geeft aan dat alleen bruggen in gevolgklasse 3 op aardbevingen ontworpen dienen te worden.

Aangezien de bruggen ingedeeld worden in gevolgklasse 2 wordt er in het ontwerp geen toetsing op aardbevingen uitgevoerd.

7.5.6 Explosie

Bij het ontwerp van de kunstwerken wordt geen rekening gehouden met belastingen ten gevolge van een explosie.

7.5.7 Brand

Bij het ontwerp van de kunstwerken wordt geen rekening gehouden met belastingen ten gevolge van een brand.



7.6 Algemene veranderlijke belastingen

7.6.1 Belastingen op brugleuningen

Conform het Bouwbesluit 2012 bedraagt de hoogte van de vloerafscheiding 1,0 m bij een hoogteverschil \leq 13 m. Conform NEN-EN 1991-2 art. 4.8, moeten de volgende waarden worden aangehouden:

- Belastingen door personen:
Volgens NEN-EN 1991-2 art. 4.8 dient een lijnbelasting van 3 kN/m, die zowel een keer horizontaal als verticaal moet zijn beschouwd, als veranderlijke belasting op de bovenzijde van de leuning in geval van een voor het publiek toegankelijke brug. Bij een niet voor publiek toegankelijk inspectiepad mag gerekend worden met 0,8 kN/m.
- De genoemde belastingen gelden niet voor voertuigerende leuningen. Voor dergelijke leuningen wordt verwezen naar CROW publicatie 202 Handboek veilige inrichting van bermen (zie o.a. par. 9.4 en 11.4 t/m 11.6). In 5.11.1 is bepaald dat prestatieklasse T1 van toepassing is, hierbij geldt een gemiddelde representatieve kracht van 16,8 kN uitgaande van een stijve kering met een zijdelingse verplaatsing t.g.v. botsing \leq 0,10m.

Tabel 11. Gemiddelde botskrachten loodrecht op constructie

Prestatieklasse	Kinetische energie (KJ)	Zijdelingse verplaatsing (m) ten gevolge van botsing					
		≤0,10	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00
		Gemiddelde loodrechte botsbelasting (kN)					
T1	6,2	16,8	9,3	5,8	4,2	3,3	2,7
T2	21,5	36,5	24,2	16,7	12,7	10,3	8,6
T3	36,6	46,7	33,8	24,7	19,4	16,0	13,6
N1	43,3	59,2	42,0	30,3	23,7	19,4	16,5
N2	81,9	112,0	79,4	57,2	44,7	36,7	31,1
H1	126,6	93,6	76,6	61,7	51,6	44,4	38,9
H2	287,5	133,0	116,8	100,4	88,1	78,5	70,5
H3	462,1	266,4	227,1	189,8	163,0	142,9	127,1
H4a	572,0	311,3	267,6	225,4	194,7	171,4	153,1
H4b	724,6	269,1	242,1	213,6	191,1	172,8	157,8

Tabel 7-6 Gemiddelde botskrachten loodrecht op constructie.

Voor de ondersteunende constructie geldt conform NEN-EN 1991-2 art. 4.8 dat deze ontworpen moet zijn om een buitengewoon belastingeffect overeenkomend met 1,75 maal de karakteristieke weerstand van de leuning te dragen, met uitsluitel van welke andere veranderlijke belasting dan ook, zie ook paragraaf 7.5.3.

7.6.2 Sneeuw

Sneeuwbelasting is voor het kunstwerk niet maatgevend en wordt derhalve niet verder gespecificeerd.

7.6.3 Wind

De windbelasting is beschreven in de NEN-EN 1991-1-4 hoofdstukken 4 en 8. Windbelastingen resulteren in krachten in de x-, y-, en z-richting.

- x-richting: in breedterichting van het brugdek, loodrecht op de overspanning;
- y-richting: in overspanningsrichting;
- z-richting: de richting loodrecht op het dek.

Voor de terreincategorie dient uitgegaan te worden van gebied II – onbebouwd.

Het windgebied dient gekozen te worden volgens NEN-EN 1991-1-4 figuur NB.1, van toepassing is windgebied II.



Belasting in x-richting

Conform NEN-EN 1991-1-4 art. 8.2 is een dynamische responsieberekening niet benodigd aangezien de overspanning kleiner is dan 40 m. Volgens NEN-EN 1991-1-4 art. 8.3.2 mag de windbelasting in de x-richting in dat geval als volgt zijn bepaald:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} \quad (8.2)$$

waarin:

- v_b is de basiswindsnelheid (zie 4.2 (2));
- C is de windbelastingsfactor $C = c_e \cdot c_{f,x}$, waarin c_e is de blootstellingsfactor, gegeven in 4.5, en $c_{f,x}$ is gegeven in 8.3.1 (1);
- $A_{ref,x}$ is de referentieoppervlakte gegeven in 8.3.1;
- ρ is de luchtdichtheid (zie 4.5).

Figuur 7-6 Bepaling windbelasting

Voor windbelasting gecombineerd met verkeer, waarbij verkeer de dominante belasting is, moet volgens NEN-EN 1991-1-4 art. 8.1 voor wind de hoogste waarde van $\psi_0 \cdot F_{wk}$ en F_w (met $\psi_0 = 1,0$) zijn beschouwd. F_w dient te worden bepaald door de fundamentele waarde van de basiswindsnelheid $v_{b,0}$ te vervangen door $v_{b,0}^*$. Voor $v_{b,0}^*$ is de minimale waarde van 23 m/s aangehouden.

Het blijkt dat de waarde van F_w voor alle windgebieden maatgevend is boven $\psi_0 \cdot F_{wk}$. Er is uitgegaan van een $v_{b,0}^*$ van 23 m/s met een ψ_0 van 1,0.

De basiswindsnelheid v_b is gelijk aan de fundamentele waarde van de basiswindsnelheid $v_{b,0}$ omdat de waarden c_{dir} en c_{season} in de NEN-EN 1991-1-4 art. 4.2 op 1,0 zijn gesteld.

De windbelastingsfactor wordt bepaald volgens onderstaande tabel.

- $z_e \leq 20$ m
- $b/d_{tot} = 4,84$
- $C = 1,30$

Het referentieoppervlak $A_{ref,x}$ wordt bepaald volgens NEN-EN 1991-1-4 art. 8.3.1 en bestaat uit de lengte van de brug en de maatgevende constructiehoogte d_{tot} . De maatgevende waarde van d_{tot} volgt in dit geval uit art. 8.3.1 (5a) en loopt van onderkant constructie tot 2,0 m boven bovenkant asfalt.

$d_{tot} = 2,6$ m (met verkeer)

b/d_{tot}	$(c_{f,0})$	$z_e \leq 20$ m		$z_e = 50$ m	
		Kust of open zee ($c_e = 3,32$)	Onbebouwd gebied ($c_e = 2,34$)	Kust of open zee ($c_e = 3,90$)	Onbebouwd gebied ($c_e = 3,03$)
$\leq 0,5$	(2,4)	8,0	5,6	9,4	7,3
$\geq 4,0$	(1,3)	4,3	3,0	5,1	4,0

Tabel 7-7 Aanbevolen waarden voor de windbelastingsfactor C voor bruggen NEN-EN 1991-1-4 NB.18

De windbelasting $q_{w,rep,x}$ wordt hiermee:

$$q_{w,rep,x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot}$$

$$q_{w,rep,x} = 0,8 \text{ kN/m}^2$$



Belasting in y-richting

Voor de windbelasting in y-richting dient volgens NEN-EN 1991-1-4 bij plaatliggerbruggen 40% van de windbelasting in x-richting in rekening te worden gebracht. De windkracht in de y-richting treedt gelijktijdig op met een even grote windkracht in de x-richting.

De windbelasting $q_{w,rep,y}$ wordt hiermee:

$$q_{w,rep,y} = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

Belasting in z-richting

Windbelasting in de z-richting, loodrecht op het dek, wordt vanwege de geringe dekbreedte en het grote eigen gewicht van het dek verwaarloosd.

7.6.4 Temperatuurbelasting op dekconstructie

De temperatuurbelasting is bepaald conform NEN-EN 1991-1-5, uitgaande van een betondek. Conform NEN-EN 1991-1-5 hoofdstuk 6 moet voor een betonnen dek (type 3) worden gerekend met de volgende temperatuurcomponenten:

- Gelijkmatige temperatuurcomponent
- Verticale temperatuurcomponenten met niet-lineaire effecten

Gelijkmatige temperatuurcomponent

De gelijkmatige temperatuurcomponent is afhankelijk van de minimale en maximale luchttemperatuur.

Op basis van NEN-EN 1991-1-5 art. 6.1.3.2 geldt:

Minimum luchttemperatuur in de schaduw (T_{min}) = -25 °C

Maximum luchttemperatuur in de schaduw (T_{max}) = 30 °C

Omdat de thermische belasting volgens NEN-EN 1991-1-5 hoofdstuk 2 zijn gegeven bij een overschrijdingskans van 0,02 (herhalingsjijd van 50 jaar), dient de belasting bijlage A.2 te worden gecorrigeerd naar de ontwerplevensduur van 100 jaar op basis van de volgende formules:

$$T_{max,p} = T_{max} \{k_1 - k_2 \ln [-\ln (1 - p)]\}$$

$$T_{min,p} = T_{min} \{k_3 + k_4 \ln [-\ln (1 - p)]\}$$

Op basis van $k_1 = 0,781$; $k_2 = 0,056$; $k_3 = 0,393$; $k_4 = -0,156$ en $p=0,01$ geldt:

$$T_{min,p} = 1,11 \cdot T_{min} = 1,11 \times -25 \text{ °C} = -28 \text{ °C}$$

$$T_{max,p} = 1,04 \cdot T_{max} = 1,04 \times 30 \text{ °C} = 31 \text{ °C}$$

Hieruit volgen, conform NEN-EN 1991-1-5 figuur NB.1 – 6.1, voor een betonnen brugdek (type 3) de volgende gelijkmatige temperatuurcomponenten:

Minimale gelijkmatige temperatuurcomponent $T_{e,min} = -20 \text{ °C}$

Maximale gelijkmatige temperatuurcomponent $T_{e,max} = 33 \text{ °C}$

Volgens NEN-EN 1991-1-5 bijlage A dient uitgegaan te worden van een aanvangstemperatuur (T_0) van 10°C

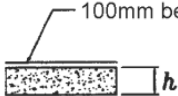
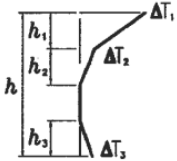
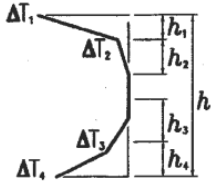
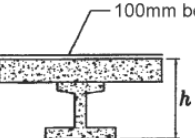
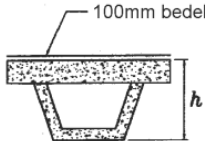
Het maximum bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponenten van de brug bij een verkorting ($\Delta T_{N;con}$) en een verlenging ($\Delta T_{N;exp}$) is:

$$\Delta T_{N;con} = T_0 - T_{e,min} = 30 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N;exp} = T_{e,max} - T_{e,min} = 53 \text{ °C}$$

Verticale temperatuurcomponenten met niet-lineaire effecten

De verticale temperatuurverschilcomponent is bepaald volgens benadering 2 conform NEN-EN 1991-1-5 art. 6.1.4.2. De aan te houden temperatuurverschillen ΔT_1 , ΔT_2 , ΔT_3 en ΔT_4 volgen uit tabel NEN-EN1991-NB.7 – B.3 van deze norm. Hierbij wordt uitgegaan van een dekdikte van 470 mm en een slijtlaagdikte van 0 mm.

Constructietype	Temperatuurverschil (ΔT)																																																								
	(a) Opwarming	(b) Afkoeling																																																							
<div></div> <p>3a. Betonnen plaat</p>	<div></div> <p>$h_1 = 0,3 h$ maar $\leq 0,15$ m; $h_2 = 0,3 h$ maar $\geq 0,10$ m, maar $\leq 0,25$ m; $h_3 = 0,3 h$ maar $\leq 0,10$ m + slijtlaagdikte in m (voor deze platen wordt h_3 begrensd door $h - h_1 - h_2$)</p> <table><tr><th>h m</th><th>ΔT_1 °C</th><th>ΔT_2 °C</th><th>ΔT_3 °C</th></tr><tr><td>$\leq 0,2$</td><td>8,5</td><td>3,5</td><td>0,5</td></tr><tr><td>0,4</td><td>12,0</td><td>3,0</td><td>1,5</td></tr><tr><td>0,6</td><td>13,0</td><td>3,0</td><td>2,0</td></tr><tr><td>$\geq 0,8$</td><td>13,0</td><td>3,0</td><td>2,5</td></tr></table>	h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C	$\leq 0,2$	8,5	3,5	0,5	0,4	12,0	3,0	1,5	0,6	13,0	3,0	2,0	$\geq 0,8$	13,0	3,0	2,5	<div></div> <p>$h_1 = h_4 = 0,20 h$ maar $\leq 0,25$ m $h_2 = h_3 = 0,25 h$ maar $\leq 0,20$ m</p> <table><tr><th>h m</th><th>ΔT_1 °C</th><th>ΔT_2 °C</th><th>ΔT_3 °C</th><th>ΔT_4 °C</th></tr><tr><td>$\leq 0,2$</td><td>-2,0</td><td>-0,5</td><td>-0,5</td><td>-1,5</td></tr><tr><td>0,4</td><td>-4,5</td><td>-1,4</td><td>-1,0</td><td>-3,5</td></tr><tr><td>0,6</td><td>-6,5</td><td>-1,8</td><td>-1,5</td><td>-5,0</td></tr><tr><td>0,8</td><td>-7,6</td><td>-1,7</td><td>-1,5</td><td>-6,0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>-8,0</td><td>-1,5</td><td>-1,5</td><td>-6,3</td></tr><tr><td>$\geq 1,5$</td><td>-8,4</td><td>-0,5</td><td>-1,0</td><td>-6,5</td></tr></table>	h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C	ΔT_4 °C	$\leq 0,2$	-2,0	-0,5	-0,5	-1,5	0,4	-4,5	-1,4	-1,0	-3,5	0,6	-6,5	-1,8	-1,5	-5,0	0,8	-7,6	-1,7	-1,5	-6,0	1,0	-8,0	-1,5	-1,5	-6,3	$\geq 1,5$	-8,4	-0,5	-1,0	-6,5
h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C																																																						
$\leq 0,2$	8,5	3,5	0,5																																																						
0,4	12,0	3,0	1,5																																																						
0,6	13,0	3,0	2,0																																																						
$\geq 0,8$	13,0	3,0	2,5																																																						
h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C	ΔT_4 °C																																																					
$\leq 0,2$	-2,0	-0,5	-0,5	-1,5																																																					
0,4	-4,5	-1,4	-1,0	-3,5																																																					
0,6	-6,5	-1,8	-1,5	-5,0																																																					
0,8	-7,6	-1,7	-1,5	-6,0																																																					
1,0	-8,0	-1,5	-1,5	-6,3																																																					
$\geq 1,5$	-8,4	-0,5	-1,0	-6,5																																																					
<div></div> <p>3b. Betonnen liggers</p>																																																									
<div></div> <p>3c. Betonnen kokerligger</p>																																																									

Figuur 7-7 Temperatuurverschillen voor dektype 3: betonnen dekken

In Tabel 7-8 staan de aan te houden temperatuurverschillen.

Hoogte	eenheid	opwarming	afkoeling
h_1	[mm]	141	94
h_2	[mm]	141	118
h_3	[mm]	100	118
h_4	[mm]	-	94
ΔT_1	[°]	20,0	-8,0
ΔT_2	[°]	11,8	-3,5
ΔT_3	[°]	0	0
ΔT_4	[°]	-	0

Tabel 7-8 Aan te houden temperatuurverschillen

7.7 Belastingcombinaties

In Bijlage 5 is een overzicht opgenomen van de aan te houden belastingcombinaties, partiële belastingfactoren, combinatiewaarden en referentieperiodefactoren voor verkeersbruggen. Dit overzicht wordt als uitgangspunt gehanteerd bij de berekeningen in dit rapport.

7.7.1 Grenstoestanden

Er moet onderscheid zijn gemaakt tussen uiterste grenstoestanden en bruikbaarheidsgrenstoestanden.

Uiterste grenstoestanden

Bij de toetsing is uitgegaan van de volgende grenstoestanden:

STR Intern bezwijken of buitensporige vervorming van de constructie of constructieve elementen.

Hierbij moet de volgende toets worden uitgevoerd: $E_d \leq R_d$

GEO Bezwijken of buitensporige vervorming van de grond, waarbij de sterktes van grond bepalend zijn voor de te leveren weerstand. Hierbij moet de volgende toets worden uitgevoerd: $E_d \leq R_d$

Bruikbaarheidsgrenstoestanden

Deze grenstoestanden hebben betrekking op het functioneren van de constructie onder normaal gebruik, het comfort van mensen en het uiterlijk van de bouwwerken.

De toetsing behoort te zijn gebaseerd op maatstaven die betrekking hebben op:

- Vervormingen
- Trillingen:
- Schade die waarschijnlijk nadelig uitwerkt op uiterlijk, duurzaamheid of het functioneren van de constructie.

7.7.2 Belastingcombinaties uiterste grenstoestanden

Blijvende of tijdelijke ontwerpsituaties (fundamentele combinaties)

Voor STR en GEO grenstoestanden geldt als combinatie de minst gunstige van de twee volgende combinaties:

$$(6.10a) \quad E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

$$(6.10b) \quad E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

$\gamma_{G,j}$ Belastingfactor voor permanente belastingen;

ξ_j Reductiefactor voor ongunstige blijvende belastingen G met $\xi_j = 0,80$

$G_{k,j}$ Belastinggeval van de som van de karakteristieke waarden van de permanente belastingen.

$\gamma_{Q,i}$ Belastingfactor voor veranderlijke belastingen;

$Q_{1,rep}$ Belastinggeval voor een karakteristieke waarde van de overheersende veranderlijke belasting (ranggetal 1).

$Q_{i,rep}$ Belastinggeval voor een karakteristieke waarde van de andere veranderlijke belasting met ranggetal i .

7.7.3 Belastingcombinaties bruikbaarheidsgrenstoestanden

Frequente combinatie

De frequente combinatie wordt normaliter gebruikt voor omkeerbare grenstoestanden, zoals trillingen en vervormingen. Daarnaast wordt de frequente combinatie ook gebruikt voor de toetsing van scheurvorming voor gewapende en voorgespannen elementen met voorspanning met en zonder aanhechting (NEN-EN 1992-1-1 tabel 7.1N) en als basiscombinatie van de niet-wisselende belastingen benodigd voor het berekenen van de spanningsbereiken voor de toets op vermoeiing (NEN-EN 1992-1-1 art 6.83).

Hiervoor geldt de volgende combinatie:

$$(6.15) E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

$G_{k,j}$ Belastinggeval van de som van de representatieve waarden van de permanente belastingen.

$Q_{1,rep}$ Belastinggeval voor een representatieve waarde van de overheersende veranderlijke belasting (ranggetal 1).

$Q_{i,rep}$ Belastinggeval voor een representatieve waarde van de andere veranderlijke belasting met ranggetal i .

De partiële factoren in bovenstaande combinatie zijn gelijk aan 1,0.

7.7.4 Belastinggroepen

De gelijktijdigheid van de belastingssystemen vastgesteld in paragraaf 7.3.2 tot en met paragraaf 7.3.8 behoort in rekening te zijn gebracht door de belastinggroepen vastgesteld in NEN-EN 1991-2 tabel NB.3 - 4.4a en tabel NB.4 - 4.4b.

Belastings- type	Rijweg						Voet- en fietspaden
	Verticale krachten				Horizontale krachten		
Verwijzing	4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2.1
Belastings- systeem	BM1 (TS en UDL)	BM2 (enkele as)	BM3 (bijzondere voertuigen)	BM4 (mensen- menigte)	Rem- en versnellings- krachten	Centrifugaal- krachten en krachten in dwarsrichting	Gelijkmatig verdeelde belastingen
Groepen van belastingen	gr1a	Karakteristieke waarde			0,8× Karakteristieke waarde	0,8× Karakteristieke waarde	0,4× Karakteristieke waarde
	gr1b		Karakteristieke waarde				
	gr2	0,8× Karakteristieke waarde			Karakteristieke waarde	Karakteristieke waarde	0,4× Karakteristieke waarde
	gr3						Karakteristieke waarde ^a
	gr4			Karakteristieke waarde ^a			
	gr5	0,8× Karakteristieke waarde ^a		Karakteristieke waarde		0,8× Karakteristieke waarde ^a	0,8× Karakteristieke waarde ^a
De gearceerde vakken zijn de overheersende belastingscomponent (aangeduid als component behorend bij de groep)							

^a Zie 5.3.2.1. Er behoort slechts één voetpad als belast te zijn beschouwd, indien het effect hiervan ongunstiger is op belasting op twee voetpaden.

^b Inclusief de belasting op voet- en fietspaden.

^c Vast te stellen voor afzonderlijke projecten.

^a Zie 5.3.2.1. Er behoort slechts één voetpad als belast te zijn beschouwd, indien het effect hiervan ongunstiger is dan bij belasting op twee voetpaden.

^b Inclusief de belasting op voet- en fietspaden.

^c Vast te stellen voor afzonderlijke projecten.

Belastings- type	Rijweg						Voet- en fietspaden
	Verticale krachten				Horizontale krachten		Alleen verticale krachten
Verwijzing	4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2 (1)
Belastings- systeem	BM1 (TS en UDL)	BM2 (enkele as)	BM3 (bijzondere voertuigen)	BM4 (mensen- menigte)	Rem- en versnellings- krachten	Centrifugaal- krachten en krachten in dwarsrichting	Gelijkmatig verdeelde belastingen
Groepen van belastingen	gr1a	Frequente waarde			Frequente waarde	Frequente waarde	Frequente waarde
	gr1b		Frequente waarde				
	gr2	Frequente waarde			Frequente waarde	Frequente waarde	Frequente waarde
	gr3 ^b						Frequente waarde ^a
	gr4			Frequente waarde ^b			
	gr5	Frequente waarde ^c		Karakteristieke waarde	Frequente waarde ^c	Frequente waarde ^c	
De gearceerde vakken zijn de overheersende belastingscomponent (aangeduid als component behorend bij de groep)							
^a Zie 5.3.2.1. Er behoort slechts één voetpad als belast te zijn beschouwd, indien het effect hiervan ongunstiger is dan bij belasting op twee voetpaden.							
^b Inclusief de belasting op voet- en fietspaden.							
^c Vast te stellen voor afzonderlijke projecten.							
OPMERKING de frequente waarde is verkregen door vermenigvuldiging van de karakteristieke waarde met de waarde van Ψ_1 uit tabel NB.9 – A2.1 van NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB.							

^a Zie 5.3.2.1. Er behoort slechts één voetpad als belast te zijn beschouwd, indien het effect hiervan ongunstiger is dan bij belasting op twee voetpaden.

^b Inclusief de belasting op voet- en fietspaden.

^c Vast te stellen voor afzonderlijke projecten.

OPMERKING de frequente waarde is verkregen door vermenigvuldiging van de karakteristieke waarde met de waarde van ψ_1 uit tabel NB.9 – A2.1 van NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB.

Figuur 7-8 NEN-EN 1991-2 tabel NB.3 – 4.4a (links) en tabel NB.4 - 4.4b (rechts)



7.7.5 Belastingcombinaties voor wegverkeersbruggen

De belastingcombinaties die in grenstoestand STR bij verkeersbruggen aangehouden moeten worden staan in NEN-EN 1990 bijlage A2 tabel NB.16. Dit is verwerkt in het overzicht van de belastingcombinaties in Bijlage 5.

7.7.6 Belastingfactoren voor wegverkeersbruggen

Een overzicht van de te hanteren partiële belastingfactoren is opgenomen in onderstaande tabel. Voor de overige partiële belastingfactoren voor wegverkeersbruggen wordt verwezen naar NEN-EN 1990 tabel NB.13, zie onderstaande tabel.

Gevolgklasse	β	G			Verkeer (met $\psi = 1$)	Overig veranderlijk (met $\psi = 1$)
		$\gamma_{G,j,sup}$		$\gamma_{G,j,inf}$		
		6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b		
CC1	3,3	1,20	1,10	0,9	1,20	1,35
CC2	3,8	1,30	1,20	0,9	1,35	1,5
CC3	4,3	1,40	1,25	0,9	1,5	1,65

$\gamma = 0$ voor gunstig werkende veranderlijke belastingen

Voor γ_F zie de aanbevelingen in de desbetreffende materiaalgebonden Eurocodes 1992 t.m. 1999.

Voor de berekening van het effect van ongelijkmatige zettingen geldt dat $\gamma_{G,set} = 1,20$ in het geval van een lineaire berekening en $\gamma_{G,set} = 1,35$ in het geval van een niet lineaire berekening. Gunstig werkende zettingsverschillen worden niet in rekening gebracht. De grootte van de zettingen is bepaald op basis van de karakteristieke belastingcombinatie en de karakteristieke waarden voor de grondeigenschappen.

OPMERKING De factor K_{FI} volgens B 3.3 is in de waarden van γ verwerkt; voor de zettingsberekening blijft de betrouwbaarheidsdifferentiatie achterwege.

Tabel 7-9 Belastingfactoren voor wegverkeerbruggen en bruggen voor langzaam verkeer en voetgangers- en fietsbruggen STR/GEO (groep B) conform NEN-EN 1990 tabel NB.13.

7.7.7 Combinatiefactoren voor wegverkeersbruggen

Indien er meerdere veranderlijke belastingen tegelijkertijd plaats vinden dient er gerekend te worden met combinatiefactoren ψ_0 , ψ_1 en ψ_2 . Deze waarden volgen uit NEN-EN 1990 tabel NB.9, zie onderstaande Tabel 7-10.

Belasting	Symbool	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkeersbelastingen (zie NEN-EN 1991-2+C1, tabel 4.4)	gr1a (LM1 + voetgangers- of fietspad-belastingen)	0,8	0,8	0,4
	TS		0,8	
	UDL		0,8	
	Horizontale belasting		0,8	
	voetgangers- + fietspad-belastingen		0,8 ^d	
	gr1b (enkele as)	0	0,8 ^b	0
	gr2 (horizontale krachten dominant)	0,8	0,8 ^c	0
	gr3 (voetgangersbelastingen)	0	0,8 ^b	0
	gr4 (LM4 – belasting door een menigte)	0	0,8 ^b	0
	gr5 (LM3 – speciale voertuigen) TS	0	0,8 ^b	0
	UDL		0,8 ^b	
	Horizontale belastingen		0,8 ^b	
	Speciaal voertuig		1,0 ^b	
Windkrachten	F_{Wk} blijvende ontwerpsituatie	0,3	0,6 ^b	0
	uitvoering	0,8	0	0
	F_W^*	1,0	0	–
Thermische belastingen	T_k	0,3	0,8 ^b	0,3 ^a
Sneeuwbelastingen	$Q_{Sn,k}$ blijvende ontwerpsituatie	0	0	0
	uitvoering	0,6	0	0
Belastingen tijdens de bouw	Q_c	1,0	0	1,0
^a In de uiterste grenstoestand mag voor ψ_2 voor thermische belasting de waarde 0 zijn aangehouden. ^b Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0$. ^c Voor scheurvormingsberekeningen van beton zijn de verschillende waarden van ψ_1 gelijk aan de waarden behorend bij gr1a. ^d Voor scheurvormingsberekeningen van beton moet $\psi_1 = 0,4$ zijn aangehouden. OPMERKING Groepen verkeersbelastingen hoeven niet met elkaar te zijn gecombineerd.				

Tabel 7-10 ψ -factoren voor bruggen voor weg- en langzaam verkeer conform NEN-EN 1990 tabel NB.9

7.7.8 Referentieperiodefactoren voor wegverkeersbruggen

De referentieperiodefactoren ($\psi_{t,toe}$) waarmee gerekend dient te worden staan in onderstaande tabel.

Belastinggeval	gehanteerde referentieperiode	$\psi_{t,toe}$	basis referentieperiode	$\psi_{t,ben}$	Norm
Verkeer	100 jaar	1,0	100 jaar	1,0	NEN-EN 1991-2 art. 2.2 (4)
Sneeuw		1,14	50 jaar	1,143	NEN-EN 1991-1-3 Bijlage D en NEN-EN 1991-1-3 tabel NB.2
Wind		1,04	50 jaar	1,042	NEN-EN 1991-1-4 art. 4.2
Temperatuur		$t_{max} = 1,04$ $t_{min} = 1,11$	50 jaar	$t_{max} = 1,039$ $t_{min} = 1,111$	NEN-EN 1991-1-5 Bijlage A.2 en NEN-EN 1991-1-5 Figuur A.1

Tabel 7-11 Referentieperiodefactoren



8 Vervormingen

Conform NEN-EN 1990 art. A2.4.2 dienen de volgende bruikbaarheidscriteria met betrekking tot vervormingen en trillinghinder in acht te worden genomen:

1. Waar van toepassing, behoren voor wegverkeersbruggen eisen en criteria te zijn vastgelegd met betrekking tot:
 - a. opwippen van het brugdek bij de opleggingen,
 - b. schade aan de opleggingen.
2. Bruikbaarheidsgrenstoestanden tijdens de uitvoering
3. Voor wegverkeersbruggen behoren, waar van toepassing, eisen en criteria te zijn vastgelegd voor de vervormingen en trillingen

Conform NEN-EN 1992-2 art. 7.4.1 gelden er geen eisen aan de doorbuiging van de constructie, toetsing van de doorbuiging is niet uitgevoerd.



9 Modelling en berekeningsaanpak

In het onderstaande hoofdstuk is een beschrijving gegeven van de wijze waarop de berekeningen zijn uitgevoerd en welke uitgangspunten en aannamen daarbij zijn aangehouden. De inhoudelijke berekeningen zijn ondergebracht in de bijlagen. De resultaten zijn samengevat in hoofdstuk 10.

9.1 Statisch hoofdsysteem

De constructie is in de bouwphase statisch bepaald; de prefab liggers worden opgelegd op een landhoofdbalk gefundeerd op stalen damwand. Door het storten van de druklaag inclusief de koppeling met het landhoofd ontstaat een (statisch onbepaalde) integraalconstructie.

In de onderstaande paragrafen wordt verder op het model ingegaan.

9.2 Langskrachtenanalyse

De brug wordt uitgevoerd als integraalconstructie waarbij de landhoofden identiek uitgevoerd worden, de langskrachten worden evenredig over de beide landhoofden verdeeld.

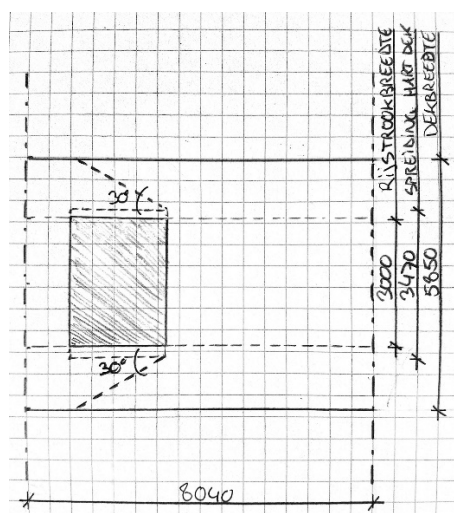
9.3 Dekconstructie

9.3.1 Statisch systeem

Tijdens de bouwphase worden de liggers opgelegd op rubber oplegstroken en is een statisch bepaald systeem aanwezig. De druklaag wordt aan het landhoofd gestort, waardoor een statisch onbepaald systeem ontstaat. De mate van inklemming op de damwand is van belang voor de krachtsafdracht.

9.3.2 Orthotropie

Het dek wordt samengesteld uit geprefabriceerde volstortliggers met een in het werk gestorte druklaag. Door de aanwezige voorspanning in langsrichting is de constructie orthotroop. De constructie heeft een gelijke dikte in langs- en dwarsrichting. In dwarsrichting mag alleen de dikte van de druklaag (tussen de liggerlijven) in rekening worden gebracht, waarbij gerekend moet worden met een gescheurde stijfheid. De dekconstructie wordt als staaf ingevoerd. Voor de spreiding van de veranderlijke belasting op het dek wordt een hoek van 30° aangehouden.

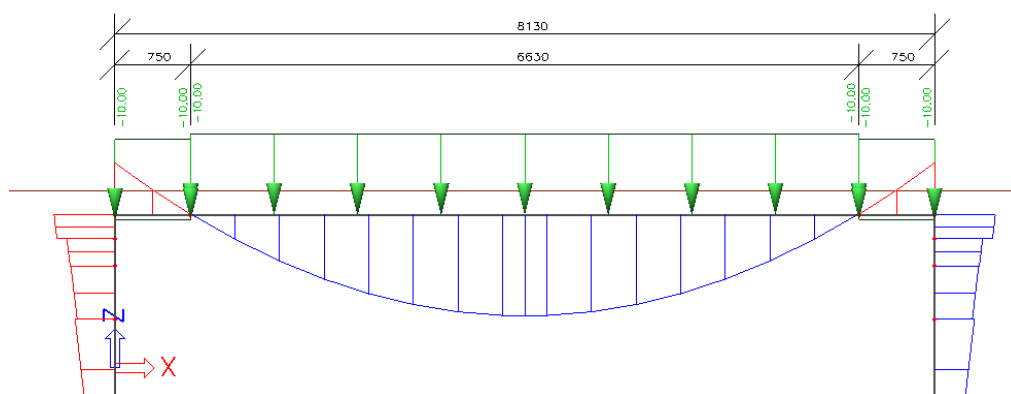


Figuur 9-1 Spreiding verkeersbelasting

9.3.3 Stijfheidsverdeling

In het veldmidden bevindt de druklaag zich in de drukzone en wordt de gehele doorsnede als ongescheurd beschouwd. Ter plaatse van de inklemming bevindt de druklaag zich in de trekzone en wordt deze als gescheurd beschouwd. De gereduceerde buigstijfheid is aanwezig tot het momenten-nulpunt. Op basis van een gelijkmatig verdeelde eenheidslast op het dek is het momentennulpunt bepaald.

Het momentennulpunt bevindt zich op circa 0,75m vanuit de inklemming. Het dek is ingevoerd als ligger met druklaag, waarbij het veld ingevoerd is met een ongescheurde druklaag en waarbij voor het dek ter plaatse van de inklemming de elasticiteitsmodulus van de druklaag gereduceerd is (gescheurd).



Figuur 9-2 Bepaling momentennulpunt

9.4 Landhoofden

De landhoofden worden in het werk gestort. Door middel van stekken gelast aan de damwand wordt een momentvaste verbinding gemaakt. Het landhoofd wordt ingevoerd als staven met een dikte gelijk aan de breedte van het landhoofd. Voor de bovenzijde van het landhoofd, de inklemming met het dek, wordt een staaf met een dikte van 470 mm (wat gelijk is aan de dekdikte) ingevoerd. De landhoofden worden ingevoerd met een gescheurde stijfheid.

9.5 Fundering

De constructie wordt gefundeerd op stalen damwanden, de damwanden hebben een directe invloed op de krachtsverdeling van de bovenbouw.

9.5.1 Schematisatie

Het modelleren van de werkelijke vorm van de damwand is complex. De damwand is ingevoerd als staafelement met een equivalente buigstijfheid. Het eigen gewicht van het materiaal van de staaf is hierbij gelijkgesteld aan 0 kN/m^3 , waarbij het eigen gewicht van de plank als lijnlast op de staaf aangebracht is.

- Damwand AZ36-700N: $I = 89610 \text{ cm}^4 / \text{m}$
- Equivalente dikte: $t = 220,7 \text{ mm}$
- Doorsnedeoppervlak: $A = 216,0 \text{ cm}^2 / \text{m}$

De corrosie is bepaald op basis van ongeroerde schone grond aan de grondzijde en zoet water aan de waterzijde. Berekening van de gecorrodeerde doorsnede is uitgevoerd in Bijlage 3.

- Damwand AZ36-700N gecorrodeerd: $I = 77890 \text{ cm}^4 / \text{m}$
- Equivalente dikte: $t = 210,6 \text{ mm}$
- Doorsnedeoppervlak: $A = 181,4 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Voor de berekening wordt uitgegaan van een gemiddelde stijfheid van de damwand.

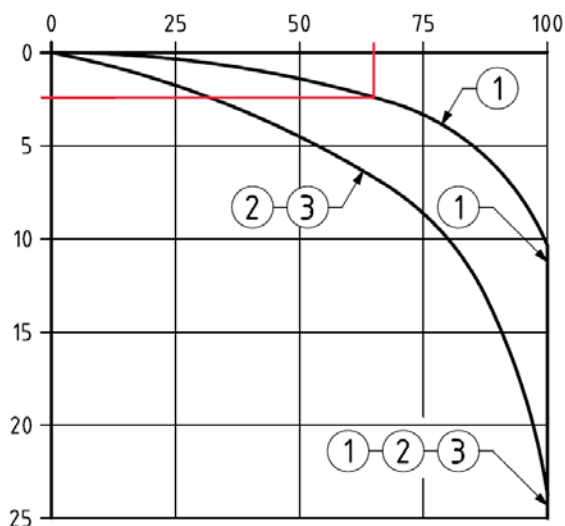
- Damwand AZ36-700N gemiddeld: $I = 83750 \text{ cm}^4 / \text{m}$
- Equivalente dikte: $t = 215,8 \text{ mm}$
- Doorsnedeoppervlak: $A = 198,7 \text{ cm}^2 / \text{m}$
- Eigen gewicht: $G = 156 \text{ kg/m}^2$

9.5.2 Veerstijfheden

Het draagvermogen in de uiterste grenstoestand bedraagt circa 565 kN/m wand. De belasting in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedraagt circa 365 kN/m wand, 65% van het draagvermogen.

Bij last-zakingslijn 1 bedraagt de zakking 2,4mm bij een belasting van 65%.

- $k_v = 365 / 2,4 = 150 \text{ MN/m}$



Figuur 9-3 Optredende puntzakking

Een variatie in puntveerstijfheid heeft een geringe invloed op de resultaten en wordt in de berekening niet meegenomen.

9.5.3 Horizontale beddingen

Op basis van het advies van de geotechnisch adviseur worden onderstaande horizontale beddingen tegen de damwand aangehouden.

Diepte [m t.o.v. NAP]	Bodembeschrijving	Beddingsconstante [kN/m ²]
Maaiveld tot -3,0	Ophoging, zand	10000
-3,0 tot -9,5	Slappe klei / veen	800
-9,5 tot -14,5	Zand, matig vast	10000
-14,5 tot -18,0	Potklei	4000
-18,0 tot -24,0	Zand, vast	20000

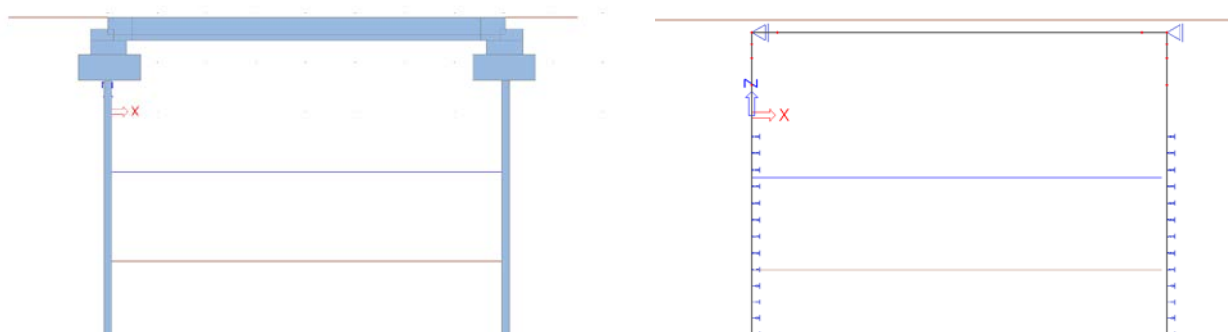
Tabel 9-1 Horizontale beddingsconstanten

Bovenstaande tabel betreft de gemiddelde waarde van de beddingsconstante. Een stijfheidsvariatie heeft geringe invloed op de resultaten waardoor gerekend wordt met de gemiddelde waarde.

In Scia Engineer is een lineair elastische berekening uitgevoerd. Hierbij bestaat de mogelijkheid dat op de bedding aangebracht op het gedeelte van de damwand boven bodempeil trek optreedt. In de omhullende BGT en UGT combinaties is dit beschouwd. Er treedt een verwaarloosbaar kleine trek op, de gekozen schematisatie is correct.

9.5.4 Modelbeschrijving

Voor het model van de constructie wordt verwezen naar Bijlage 6. Hieronder zijn de uitgangspunten benoemd die zijn genomen bij het opstellen van het model.



Figuur 9-4 Modelling landhoofd

In Scia Engineer is een snedeberekening uitgevoerd. Voor de berekening is gebruik gemaakt van de methode zoals beschreven in Stufib rapport 25 "Ontwerpen van integraalbruggen met prefab liggers". Hierbij wordt de berekening van zowel het dek als de damwand in één model uitgevoerd.

1. De damwand is ingevoerd als staaf met een equivalente stijfheid gelijk aan het toegepaste damwandprofiel. Hierbij is de gemiddelde stijfheid van het ongecorrodeerde damwandprofiel en het damwandprofiel na 100 jaar corrosie ingevoerd;
2. Het landhoofd is ingevoerd als staaf, met de breedte van het landhoofd als staafdikte. Voor de elasticiteitsmodulus is uitgegaan van gescheurd beton;
3. Het dek is ingevoerd als ligger met druklaag. Voor het veld zijn zowel de ligger als de druklaag ongescheurd, ter plaatse van de inklemming is uitgegaan van een gescheurde druklaag;
4. In de bouwphase is het dek afwezig en is de bovenzijde van het landhoofd translatievast gesteund;
5. In de eindfase is het steunpunt aan bovenzijde van het landhoofd afwezig en is er een momentvaste verbinding tussen dek en landhoofd.

9.6 Vleugelwanden

De vleugelwanden bestaan uit stalen damwand met een prefab voorhangschort voorzien van metselwerk. Voor de stabiliteit van de constructie is toepassing van verankering noodzakelijk.

De berekening van de damwand is uitgevoerd in D-Sheet Piling. Voor de verankering is uitgegaan van trekankers tussen de vleugelwanden, waarbij aannamen zijn gedaan voor de stijfheid. De definitieve verankering inclusief bevestiging / gording dient uitgevoerd te worden in het UO. In de berekening is enkel de eindfase beschouwd, waarbij is gerekend met een bovenbelasting van 20 kN/m².



9.6.1 Schematisatie

Voor de verankering zijn aannamen gedaan. De berekening wordt uitgevoerd met een h.o.h.-afstand van de ankers van 2,80m (2 dubbele damwandplanken). Bij deze ankerafstand is de ankerkracht te hoog om op te kunnen nemen met klapankers of groutankers, daarom worden trekstangen tussen de vleugels toegepast.

Onderstaande berekening betreft een indicatieve berekening, welke in het UO nader berekend dient te worden.

Aannamen m.b.t. trekstangen.

- Ankerhoogte: NAP +0,59m

Er wordt uitgegaan van GEWI ankers type 63,5T.

- Doorsnedeoppervlak: A = 3167 mm²
- Gecorrodeerde doorsnede: $A_{cor} = \frac{1}{4} \times \pi \times (63,5 - 2 \times 1,20)^2$ = 2932 mm²
- Per strekkende meter wand: $A = 2932 / 2,8$ = 1047 mm²/m

Conform documentatie bedraagt de rekenwaarde van de treksterkte $F_{a,max} = 617$ kN.

Breaksterkte per meter wand: $R_{a,d} = 2932 / 3167 \times 1267 / 2,8$ = 419 kN/m

De maximale ankerlengte bedraagt circa 10m.

- Stijfheid anker: $k = (210.000 \times 1047) / (10.000 / 2)$ = 43.974 kN/m/m

Het anker maakt een hoek van circa 45° met de damwand.

Stijfheid anker: $k = 43.974 / \sqrt{2}$ = 31.094 kN/m/m

Voor de damwand is er een reductiefactor van 0,87 op de stijfheid en op het toelaatbare moment toegepast, rekening houdend met een corrosie van 100 jaar conform Bijlage 3. Voor de verkeersbelasting is een veranderlijke gelijkmatig verdeelde belasting van 20 kN/m² ingevoerd. Het prefab schort is ingevoerd als normaalkracht en moment zoals bepaald in Bijlage 4.

9.7 Validatie rekenmodellen

De rekenmodellen worden door de constructeur gevalideerd. Deze validaties kunnen als volgt worden uitgevoerd.

Validatie invoer:

- De aangehouden geometrie en maatvoering in het model worden op basis van de tekeningen gevalideerd.
- In de hoofdberekening wordt per belastinggeval de totale belasting bepaald. Hiermee worden de ingevoerde belastingen in het model gevalideerd. De toetsing van de belastingen is uitgevoerd in Bijlage 4.



9.8 Programmatuur

De volgende computerprogrammatuur zal, indien nodig, worden gebruikt:

Benaming	Versie
Tekensoftware	
Revit	2020
Rekensoftware	
Scia Engineer	18.1.57
D-Sheet Piling	Versie 18.1 (Build 1.2)

Tabel 9-2 gebruikte programmatuur

10 Resultaten

In onderstaand hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen samengevat. De berekeningen zijn opgenomen in de bijlagen. Omdat in de bijlagen de nodige aandacht is besteed aan de leesbaarheid van o.a. de uitvoer wordt in dit hoofdstuk volstaan met een resumé van de resultaten.

De resultaten uit de berekening in Bijlage 7 zijn samengevat in onderstaande tabellen.

10.1 Landhoofd

De te toetsen waarden zijn bepaald m.b.v. de modelering in SCIA. De doorsneden zijn getoetst op de optredende momenten met bijbehorende normaalkrachten. In de onderstaande tabellen zijn de resultaten van de toetsingen weergegeven.

Inklemming dek		M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	w_k [mm]	w_{max} [mm]	UC	Toegepaste wapening
Bovenwapening	BGT	574,9	-259,0	637,0	0,21	0,24	0,90	Ø32-90
Bovenwapening	UGT	731,6	-330,7	1070,5	-	-	0,68	

Tabel 10-1 Resultaten wapeningstoets inklemming dek

Inklemming landhoofd		M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	w_k [mm]	w_{max} [mm]	UC	Toegepaste wapening
Verticale wapening grondzijde	BGT	607,3	-162,3	624,0	0,23	0,24	0,97	Ø32-90
Verticale wapening grondzijde	UGT	773,5	-211,8	1313,5	-	-	0,59	

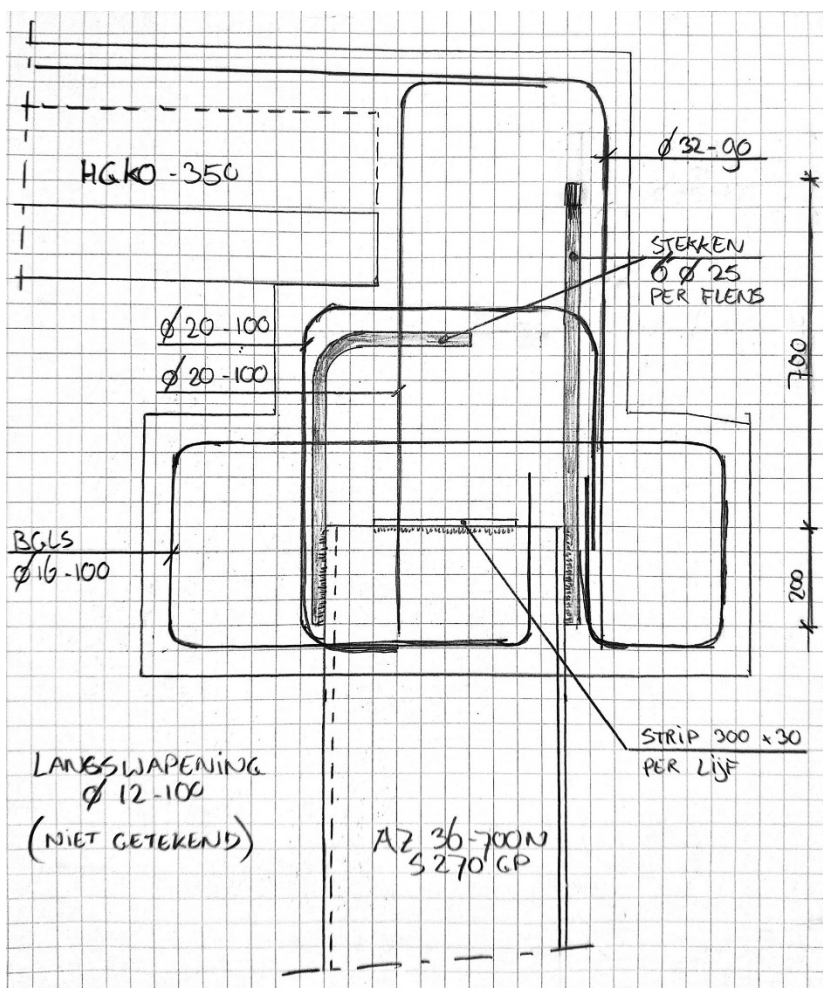
Tabel 10-2 Resultaten wapeningstoets inklemming landhoofd

Landhoofd bovenzijde		M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	w_k [mm]	w_{max} [mm]	UC	Toegepaste wapening
Verticale wapening grondzijde	BGT	515,0	-160,0	1006,2	0,10	0,24	0,51	Ø32-90
Verticale wapening grondzijde	UGT	654,7	-208,6	2347,8	-	-	0,28	
Verticale wapening voorzijde	BGT	242,7	-16,3	372,4	0,15	0,24	0,65	Ø20-100
Verticale wapening voorzijde	UGT	273,1	-1,1	858,4	-	-	0,32	

Tabel 10-3 Resultaten wapeningstoets landhoofd bovenzijde

Landhoofd onderzijde		M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	w_k [mm]	w_{max} [mm]	UC	Toegepaste wapening
Verticale wapening grondzijde	BGT	433,5	-197,0	536,3	0,18	0,24	0,81	Ø16-100
Verticale wapening grondzijde	UGT	550,4	-256,6	1164,8	-	-	0,47	
Verticale wapening voorzijde	BGT	264,3	-205,6	540,8	0,09	0,24	0,49	Ø16-100
Verticale wapening voorzijde	UGT	308,7	-263,7	1168,8	-	-	0,26	

Tabel 10-4 Resultaten wapeningstoets landhoofd onderzijde



Figuur 10-1 Wapeningschets landhoofd

10.2 Damwand

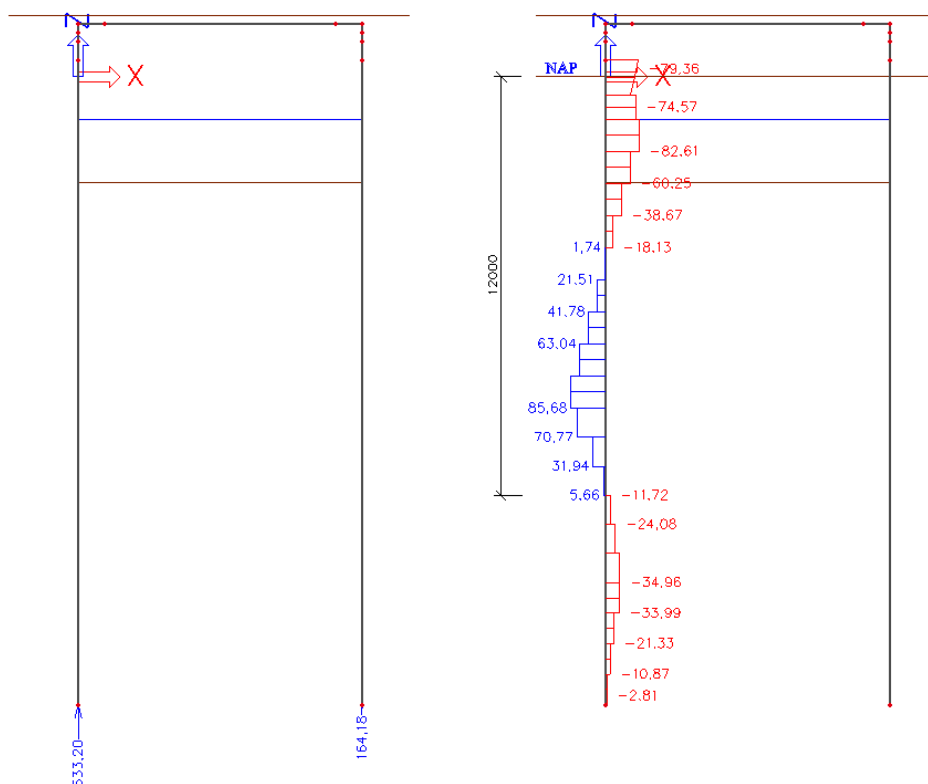
10.2.1 Verticaal draagvermogen

Bodem

Er zijn twee sonderingen uitgevoerd nabij de brug Dieftil. Uit de sonderingen komt een globaal overeenkomende bodemopbouw naar voren van slappe klei- en veenlagen tot een niveau van circa NAP - 9,5 m. Daaronder bevindt zich een matig vaste zandlaag. Van NAP -14,0 m tot NAP -18,0 m is potklei aanwezig, met daaronder tot de verkende diepte van circa NAP -25,0 m een vaste zandlaag.

Draagvermogen damwanden

Vanaf een conusweerstand van 2 MPa wordt draagvermogen ontleend aan de damwanden. Gerekend mag worden vanaf het dwarskrachtennulpunt. Bij de maximale verticale belasting ligt het dwarskrachtennulpunt op NAP -12,0m.



Figuur 10-2 Bepaling dwarkrachtenulpunt

De conusweerstand tot een diepte van -14,0 bedraagt circa 6 MPa. Per meter damwandlengte is de volgende belasting op te nemen:

Zand, matig vast

- $R_{s,max;1}$	= $L \times q_{c;s,max} \times a_s \times O$	= $2,0 \times 6000 \text{ kN/m}^2 \times 0,006 \times 2 \times 1,47$	= 211,7 kN/m
- $R_{s,rep;1}$	= $R_{s,max} / \text{ksi}$	= $211,7 / 1,26$	= 168,0 kN/m
- $R_{s;d;1}$	= $R_{s,rep} / y_b$	= $168,0 / 1,2$	= 140,0 kN/m

Vanaf -14,0 is potklei aanwezig met een gemiddelde conusweerstand van 2 MPa.

Potklei

- $R_{s,max;2}$	= $L \times q_{c;s,max} \times a_s \times O$	= $4,0 \times 2000 \text{ kN/m}^2 \times 0,02 \times 2 \times 1,47$	= 470,4 kN/m
- $R_{s,rep;2}$	= $R_{s,max} / \text{ksi}$	= $470,4 / 1,26$	= 373,3 kN/m
- $R_{s;d;2}$	= $R_{s,rep} / y_b$	= $373,3 / 1,2$	= 311,1 kN/m

Vanaf -18,0 is vast zand aanwezig met een gemiddelde conusweerstand van 10 MPa.

Zand, vast

- $R_{s,max;3}$	= $L \times q_{c;s,max} \times a_s \times O$	= $10,0 \times 10000 \text{ kN/m}^2 \times 0,006 \times 2 \times 1,47$	= 176,4 kN/m
- $R_{s,rep;3}$	= $R_{s,max} / \text{ksi}$	= $176,4 / 1,26$	= 140,0 kN/m
- $R_{s;d;3}$	= $R_{s,rep} / y_b$	= $140,0 / 1,2$	= 116,7 kN/m

Totaal

- $R_{s;d}$	= $R_{s;d;1} + R_{s;d;2} + R_{s;d;3}$	= $140,0 + 311,1 + 116,7$	= 567,8 kN/m
-------------	---------------------------------------	---------------------------	--------------

Met een belasting van 533 kN/m is een puntniveau van NAP -19,0 m voldoende voor afdracht van de verticale belastingen.

10.2.2 Doorsnedetoets

De interne krachten in de damwand volgen uit de berekening in Scia Engineer. In Bijlage 3 is de doorsnedetoets van de damwand uitgevoerd. Uitgangspunt is een gecorrodeerde doorsnede.

Damwand	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]	UC
AZ 36-700N – $M_{Ed,max}$	809,8	299,3	53,9	0,85
AZ 36-700N – $N_{Ed,max}$	0,0	532,3	2,9	0,17
AZ 36-700N – $V_{Ed,max}$	87,3	189,4	349,3	0,37

Tabel 10-5 Doorsnedetoets damwand

Bovenstaande tabel zijn de maatgevende combinaties. De weergegeven Unity Check betreft de waarde voor gecombineerde buiging, dwarskracht en normaalkracht. Onderstaand is de maatgevende snede, met het maximale moment, beschouwd.

Dwarskracht

De opneembare dwarskracht bedraagt: $V_{pl,Rd} = 932 \text{ kN/m}$ U.C. = 0,37

Omdat de optredende dwarskracht < 50% van de opneembare dwarskracht bedraagt hoeft er geen reductie op de momentcapaciteit in rekening gebracht te worden.

Normaalkracht

De opneembare normaalkracht bedraagt: $N_{CR} = 9648 \text{ kN/m}$ U.C. = 0,17

Omdat in de snede met de maximale normaalkracht de optredende normaalkracht > 4% van de opneembare normaalkracht bedraagt moet er reductie op de momentcapaciteit in rekening worden gebracht. In de snede met het maximale optredend moment is de optredende normaalkracht < 4% van de opneembare normaalkracht waardoor geen reductie op de momentcapaciteit in rekening gebracht hoeft te worden.

Moment

Het opneembare moment bedraagt: $M_{c,Rd} = 952 \text{ kNm/m}$ U.C. = 0,85

Het gekozen damwandprofiel voldoet op sterkte rekening houdend met 100 jaar corrosie.



10.3 Verbinding damwand – landhoofd

De damwand wordt 300mm in het landhoofd opgenomen. Om het optredende moment over te dragen worden er stekken aan de damwand gelast. De normaalkracht wordt via de kop van de plank overgedragen naar het beton. Omdat de damwand opgenomen is in het beton wordt er gerekend met de ongecorrodeerde doorsnede.

Normaalkracht

Optredende normaalkracht:	$N_{Ed} = 496 \text{ kN/m}$
Oppervlakte doorsnede plank:	$A_s = 215,9 \text{ cm}^2/\text{m}$
Optredende drukspanning:	$\sigma = 496 \times 10^3 / 215,9 \times 10^2 = 23,0 \text{ N/mm}^2$
Opneembare drukspanning:	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 30 / 1,5 = 20,0 \text{ N/mm}^2$

De doorsnede voldoet niet. Om de opneembare normaalkracht te vergroten worden er strippen 300 x 30 mm op het lijf van de damwand gelast.

Vergroting oppervlak:	$A = 300 \times (30 - 11,2) \times 2 / 1,4 = 6714 \text{ mm}^2/\text{m}$
Optredende drukspanning:	$\sigma = (496 \times 10^3) / (215,9 \times 10^2 + 6714) = 17,5 \text{ N/mm}^2$

De doorsnede voldoet bij het lassen van strippen 300 x 30 mm op de damwand.

Moment

Er worden stekken $\varnothing 25$ aan de damwand gelast om het optredende moment over te dragen naar het landhoofd.

Optredend moment:	$M_{Ed} = 368 \text{ kNm/m}$
Hefboomsarm:	$e = 499 + 2 \times 25 / 2 = 524 \text{ mm}$
Rekenwaarde trekbelasting:	$F_{Ed} = 368 / 0,524 = 702,3 \text{ kN/m}$
Benodigd aantal stekken:	$n = 702,3 \times 10^3 / (435 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2) = 3,29 \text{ st/m}$

De damwand heeft een breedte van 1,40m (dubbele plank), er dienen $3,29 \times 1,4 = 4,60 \rightarrow 6$ stekken per flens aangebracht te worden.

Belasting per stek:	$F_{Ed} = 4,60 / 6 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 \times 435 \times 10^{-3} = 163,9 \text{ kN}$
---------------------	--

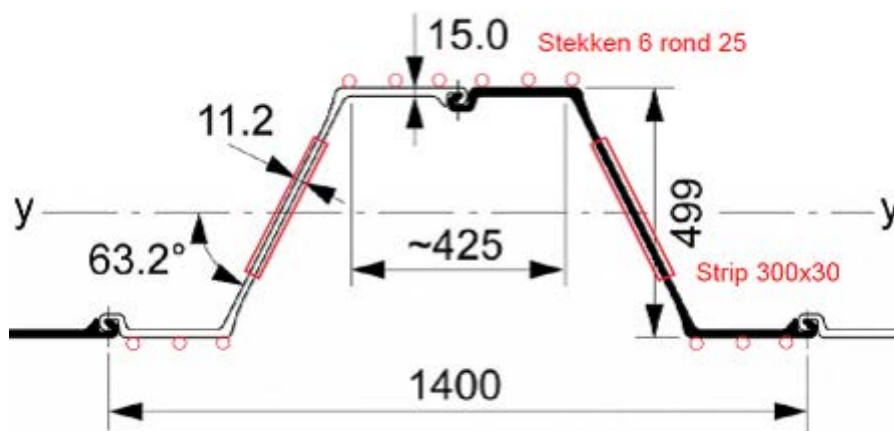
De stekken worden aan de damwand gelast over een lengte van 200 mm met een las $a = 3 \text{ mm}$.

Schuifspanning:	$\tau_{ } = (163,9 \times 10^3) / (2 \times 200 \times 3) = 136,6 \text{ N/mm}^2$
-----------------	--

De weerstand van de las is voldoende als wordt voldaan aan onderstaande formule:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2})$$

$$[3(136,6^2)]^{0,5} = 236,5 \leq 410 / (0,85 \times 1,25) = 385,9 \quad \text{Voldoet}$$



Figuur 10-3 Verbinding damwand met landhoofd

10.4 Vleugelwanden

De D-Sheet berekening van de damwand is toegevoegd als Bijlage 8. Onderstaand wordt de toets van de damwand uitgevoerd.

10.4.1 Verticaal draagvermogen

De verticale kracht (exclusief eigen gewicht van de damwand) conform berekening D-Sheet bedraagt 5,8 kN/m.

Damwandtype: AZ 36-700N
Planklengte: 13,86 m
Eigen gewicht: 169,5 kg/m

Totale verticale belasting: $5,8 + 1,3 \times 13,86 \times 1,695 = 36,3$ kN/m

In paragraaf 10.2.1 is het verticaal draagvermogen bepaald op $R_{s;d} = 291,7$ kN/m over de zandlaag met een dikte van 5,0m. De damwand wordt 2,5m in de zandlaag aangebracht.

Toets draagvermogen: U.C. = $36,3 / (291,7 \times 2,5 / 5,0) = 0,25$ Voldoet

10.4.2 Doorsnedetoets

De interne krachten in de damwand volgen uit de berekening in D-Sheet.

Damwand	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kN]	UC	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	UC
AZ 36-700N	675	931	0,73	218	932	0,23

Tabel 10-6 Doorsnedetoets damwand

Bovenstaande tabel zijn de maximaal optredende waarden, deze treden niet op in dezelfde snede. De opneembare dwarskracht en het opneembare moment zijn overgenomen uit de doorsnedetoets van de damwand onder het landhoofd.



10.4.3 Verankering

In paragraaf 9.6.1 is indicatief een opneembare ankerkracht bepaald op basis van trekankers. Onderstaande tabel is een beschouwing of de optredende ankerkracht overeenkomt met de aangenomen ankercapaciteit.

Verankering	F_{Ed} [kN/m]	$R_{a;d}$ [kN/m]	UC
Trekanker	312	419	0,74

Tabel 10-7 Doorsnedetoets verankering

In de berekening is géén rekening gehouden met ankeruitval. De definitieve ankerberekening dient uitgevoerd te worden in het UO.

10.5 Stootplaten

Er worden stootplaten met een lengte van 2,00m toegepast, conform de bestaande constructie.

- Lengte stootplaat: 2000 mm
- Dikte stootplaat: 200 mm
- Gronddekking: 590 mm

Permanente belasting: $0,20 \times 25,0 + 0,59 \times 18,0 = 15,62 \text{ kN/m}^2$

Tandemstelsel

De belasting uit het tandemstelsel wordt uitgerekend naar een gelijkmatig verdeelde belasting in het hart (systeemlijn) van de stootplaat.

Asafstand: 1200 mm
Wielprent: 400 x 400 mm

Spreiding in langsrichting:

$$L = 1200 + 400 + 2 \times 590 + 200 = 2980 \text{ mm}$$

Spreiding in dwarsrichting:

$$B = 400 + 2 \times 590 + 200 = 1780 \text{ mm}$$

Gelijkmatig verdeelde belasting

$$q_{TS} = 300 (2,98 \times 1,78) = 56,6 \text{ kN/m}^2$$

De tandemstelsel wordt gecombineerd met de gelijkmatig verdeelde belasting.

$$q_{VB} = q_{TS} + q_{UDL} = 56,6 + 9,0 = 65,6 \text{ kN/m}^2$$

Permanente belasting: $M_{PB} = 1/8 \times 15,62 \times 2,0^2 = 7,8 \text{ kNm}$
 $V_{PB} = 1/2 \times 15,62 \times 2,0 = 15,6 \text{ kN}$

Veranderlijke belasting: $M_{VB} = 1/8 \times 65,6 \times 2,0^2 = 32,8 \text{ kNm}$
 $V_{VB} = 1/2 \times 65,6 \times 2,0 = 65,6 \text{ kN}$

Maximaal moment BGT: $M_E = 1,0 \times 7,8 + 0,8 \times 32,8 = 34,0 \text{ kNm}$

Maximaal moment UGT: $M_{Ed} = 1,2 \times 7,8 + 1,35 \times 32,8 = 53,6 \text{ kNm}$

Maximale dwarskracht UGT: $V_{Ed} = 1,2 \times 15,6 + 1,35 \times 65,6 = 107,3 \text{ kN}$



Dwarskracht hoeft niet getoetst te worden binnen een afstand d vanaf de oplegging.

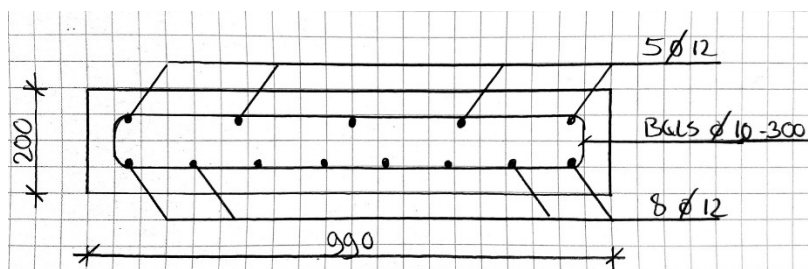
$$\text{Nuttige hoogte:} \quad d = 200 - 50 - 10 - 12 / 2 = 134 \text{ mm}$$

$$\text{Maximale dwarskracht:} \quad V_{Ed} = (2000 / 2 - 2 \times 134) / (2000 / 2) \times 107,3 = 78,5 \text{ kN}$$

Voor de bovenwapening is 1/3 van het veldmoment aangehouden (toevallig inklemmingsmoment).
Onderstaande tabel en schets geven een samenvatting van de berekeningsresultaten.

Stootplaat		M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	w_k [mm]	w_{max} [mm]	UC	Toegepaste wapening
Wapening bovenzijde	BGT	11,3	-	15,6	0,13	0,18	0,73	5 ϕ 12
Wapening bovenzijde	UGT	17,9	-	47,5	-	-	0,38	
Wapening onderzijde	BGT	34,0	-	36,0	0,35	0,38	0,96	8 ϕ 12
Wapening onderzijde	UGT	53,6	78,5	57,7	-	-	0,93	

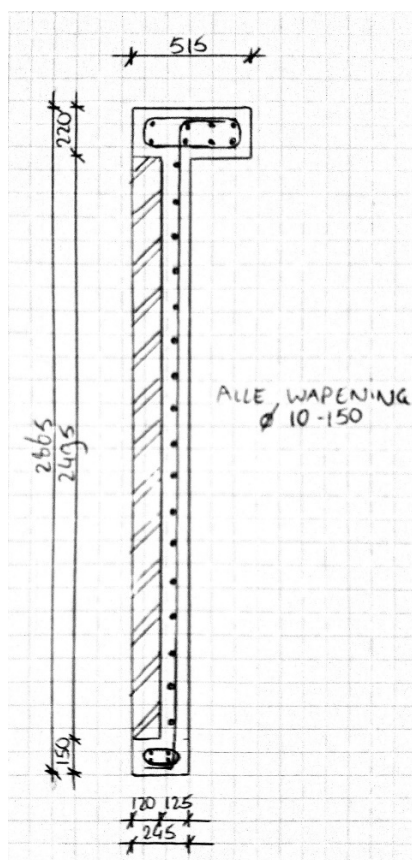
Tabel 10-8 Berekeningsresultaten stootplaat



Figuur 10-4 Wapeningschets stootplaat

10.6 Prefab schort

De belasting op het prefab schort bestaat voornamelijk uit eigen gewicht. Horizontale belasting tegen de wrijfgording wordt via de stempels direct overgedragen naar de damwand. Gekozen wordt voor het toepassen van praktische wapening.



Figuur 10-5 Wapeningschets prefab schort

10.7 Leuningen

Op de DO-tekening is een indicatief een leuning aangegeven welke esthetisch overeenkomt met de bestaande constructie. De berekening van de leuning dient, met inachtneming van paragraaf 5.11.1, uitgevoerd te worden in het UO.



11 Validatie van berekeningsresultaten

In dit hoofdstuk wordt een validatie van de berekeningsresultaten van het rekenmodel uitgevoerd.

11.1 Controle reacties

Als onderdeel van de validatie zijn de reacties en som van de belastingen gecontroleerd.

Met behulp van een handberekening is voor enkele belastinggevallen de som van de belastingen bepaald, en vergeleken met de som van de reacties uit het rekenmodel.

11.2 Conclusie

Uit de controle van de reacties is vastgesteld dat er geen afwijkingen groter dan 5% optreden, waardoor er gesteld kan worden dat het model de constructie voldoende betrouwbaar benaderd.



12 Risico's

In dit hoofdstuk worden de risico's benoemd die gesignaleerd zijn tijdens het constructief ontwerp. V&G-gerelateerde risico's worden specifiek benoemd. Algemene projectrisico's en risico's die gerelateerd zijn aan de uitvoering worden niet in dit rapport beschreven.

12.1 Risico's gerelateerd aan het constructief ontwerp

In verband met een vervanging van de brug in 1951 en de toekomstige vervanging van de huidige brug bestaat de kans dat er restanten achtergebleven zijn of achter zullen blijven, wat problemen met het aanbrengen van de damwand of de verankering kan veroorzaken.

Voor het aanbrengen van de damwand is rekening gehouden met een uitvoeringstolerantie van 70mm. Een grotere afwijking kan een conflict veroorzaken met de aan te lassen stekwapening en de inklemwapening van het dek en levert afwijkende reactiekrachten vanuit het dek.

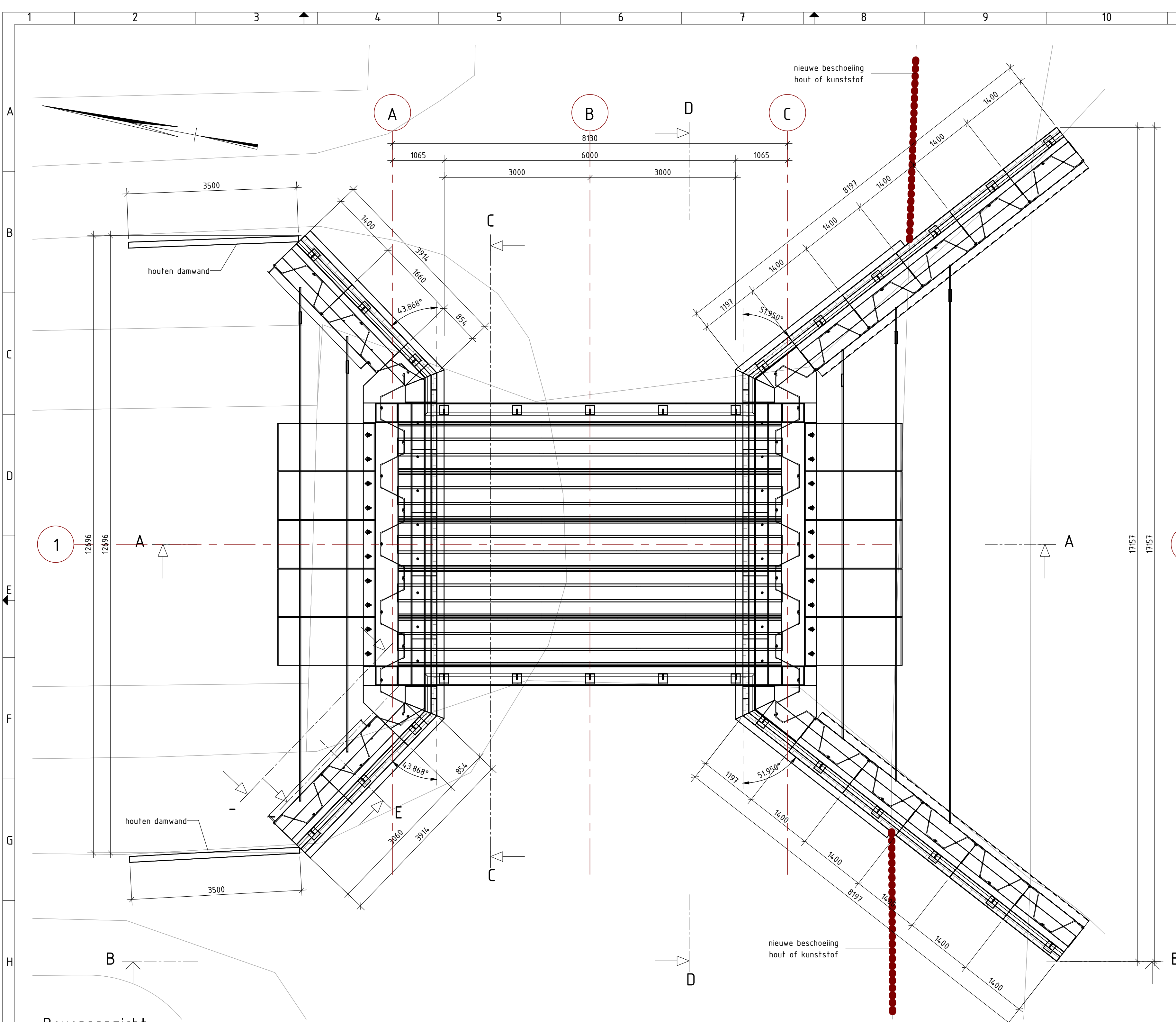
De berekening van de vleugelwanden is uitgevoerd met aannamen voor de verankering. De definitieve verankering dient berekend te worden in het UO, waarbij mogelijk afgeweken moet worden van de uitgevoerde berekening.

12.2 Risico's gerelateerd aan V&G

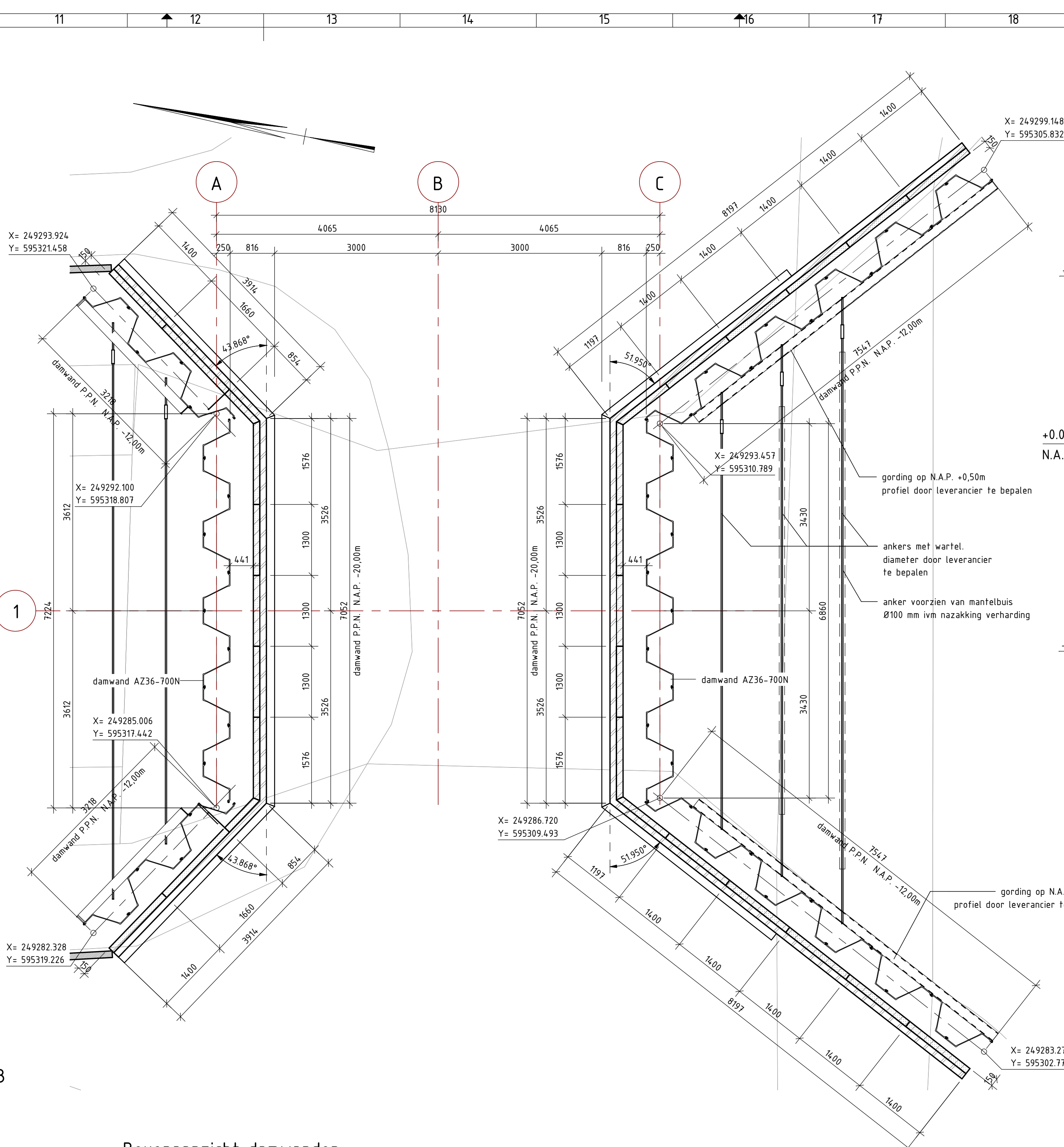
Er zijn geen project specifieke V&G gerelateerde risico's bekend.



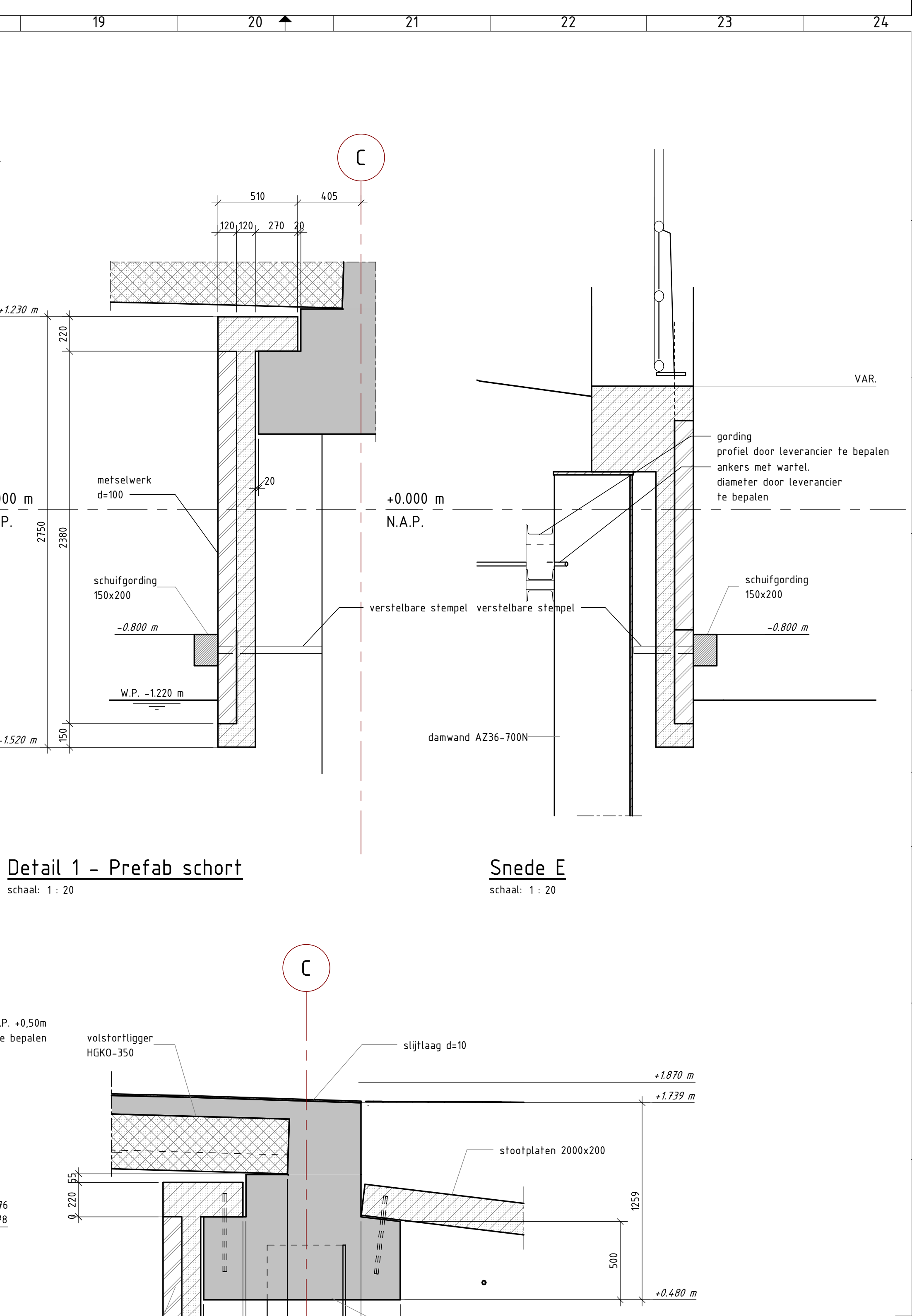
Bijlage 1 DO-tekening brug



Bovenaanzicht
schaal: 1 : 50

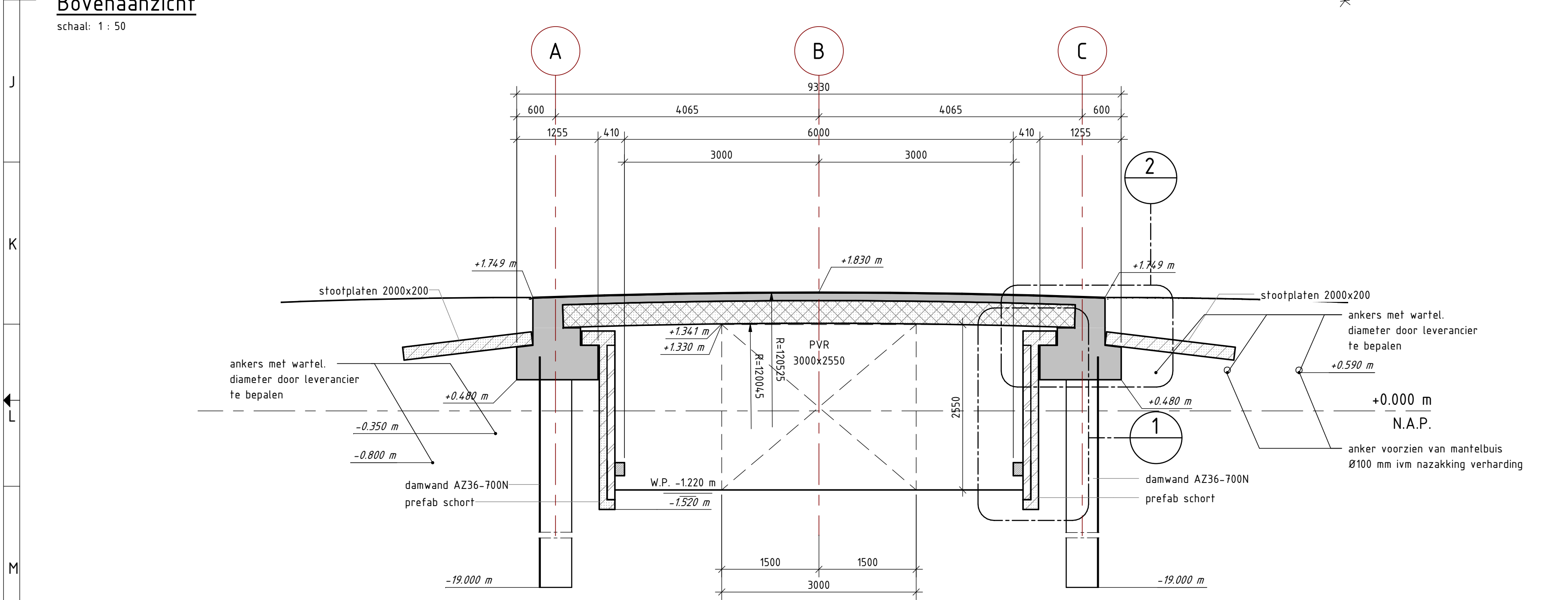


Bovenaanzicht damwanden
schaal: 1 : 50

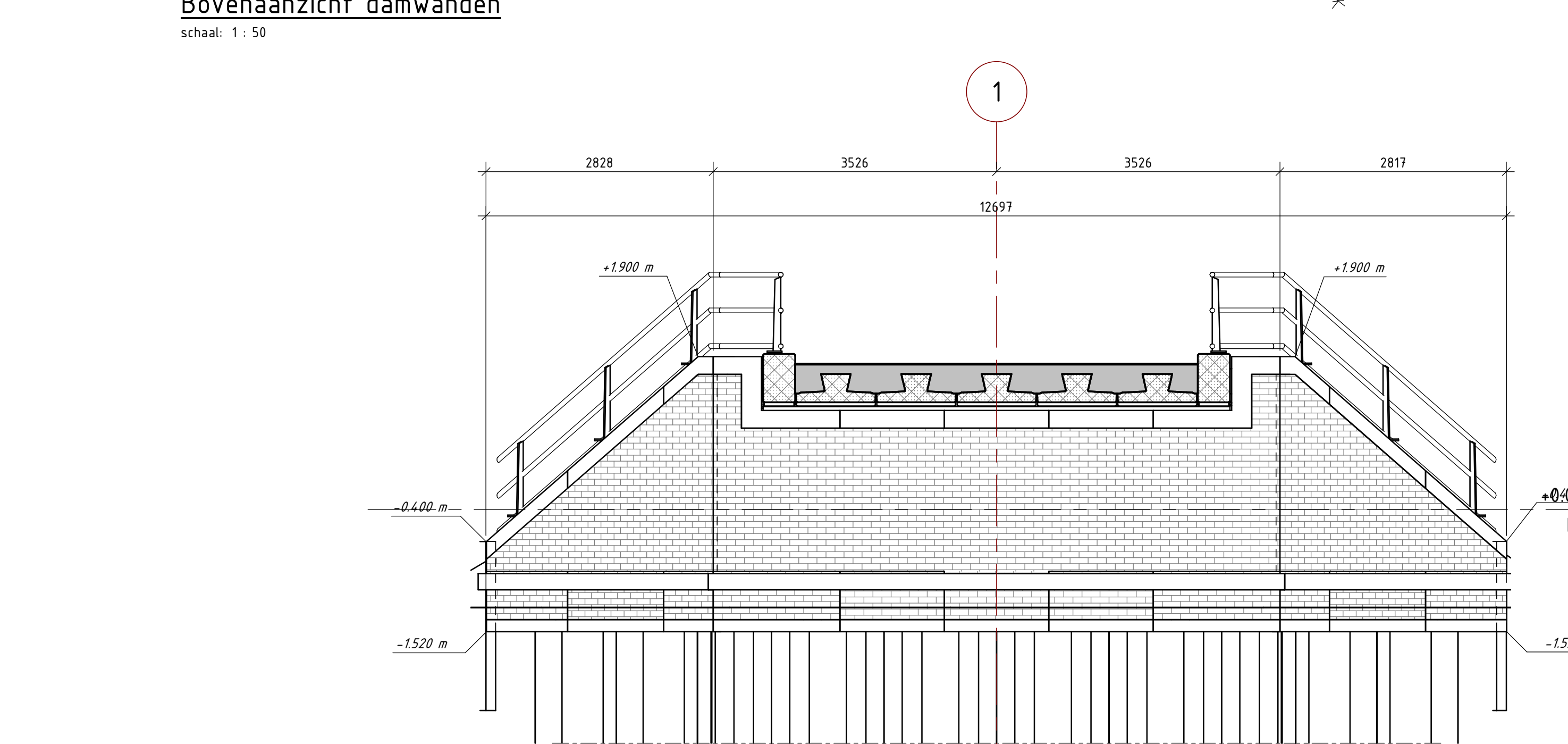


Detail 1 - Prefab schort
schaal: 1 : 20

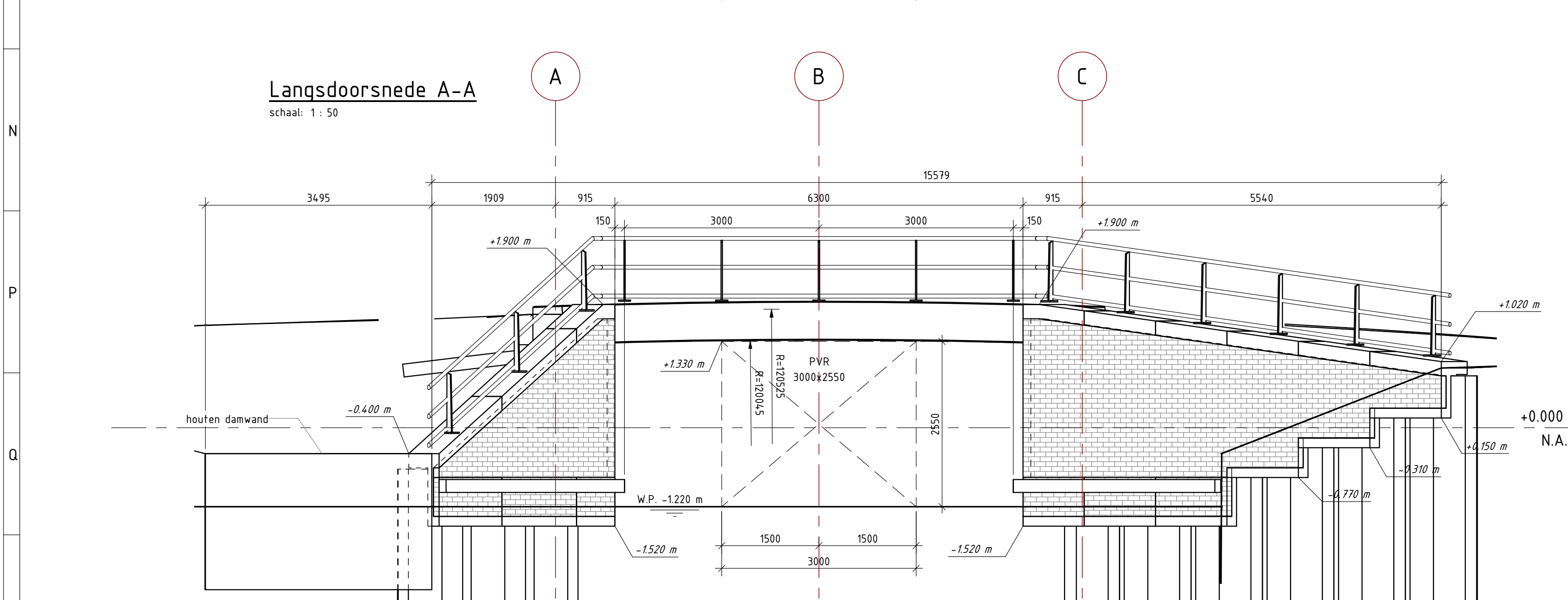
Snede E
schaal: 1 : 20



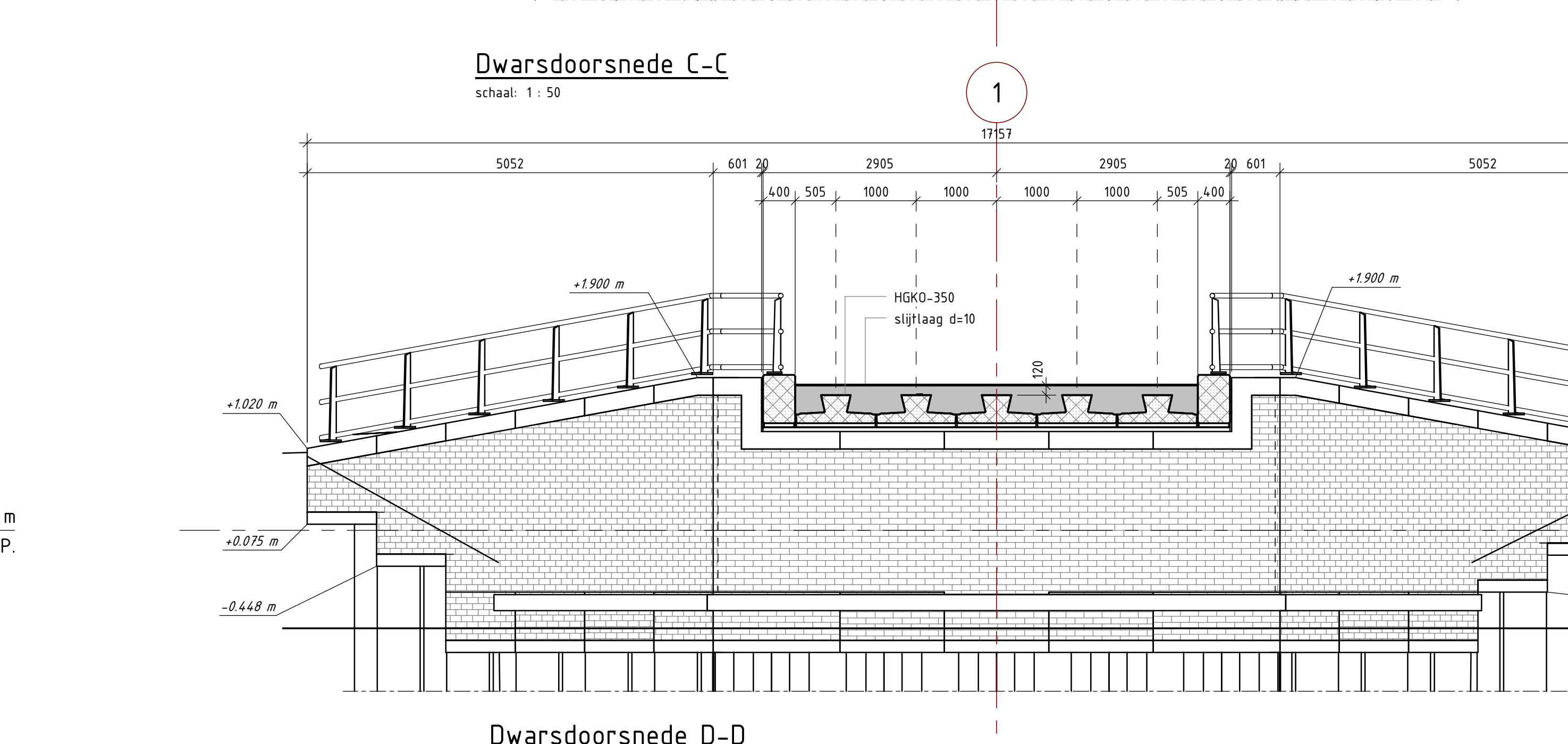
Langsdoorsnede A-A
schaal: 1 : 50



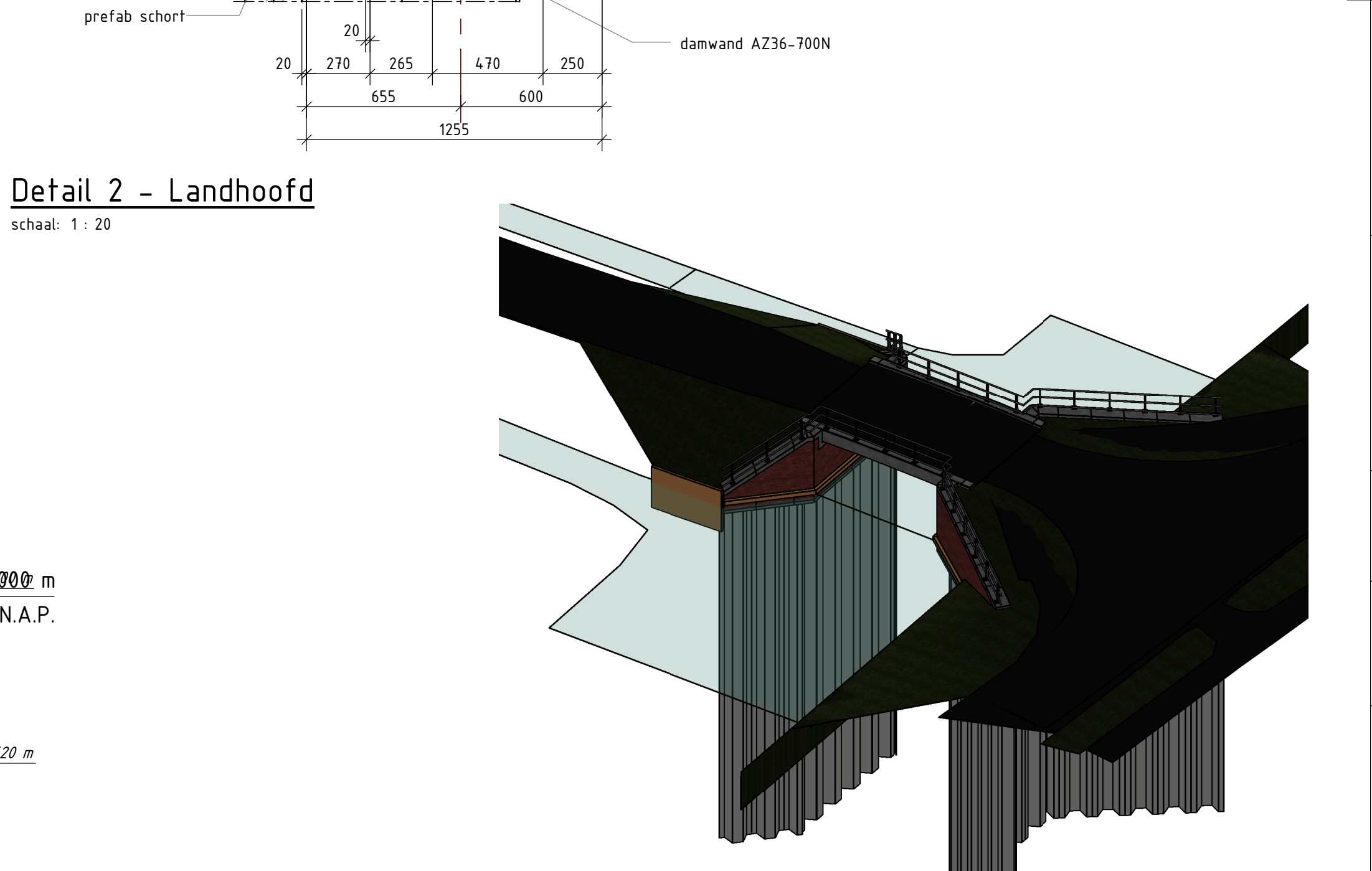
Dwarsdoorsnede C-C
schaal: 1 : 50



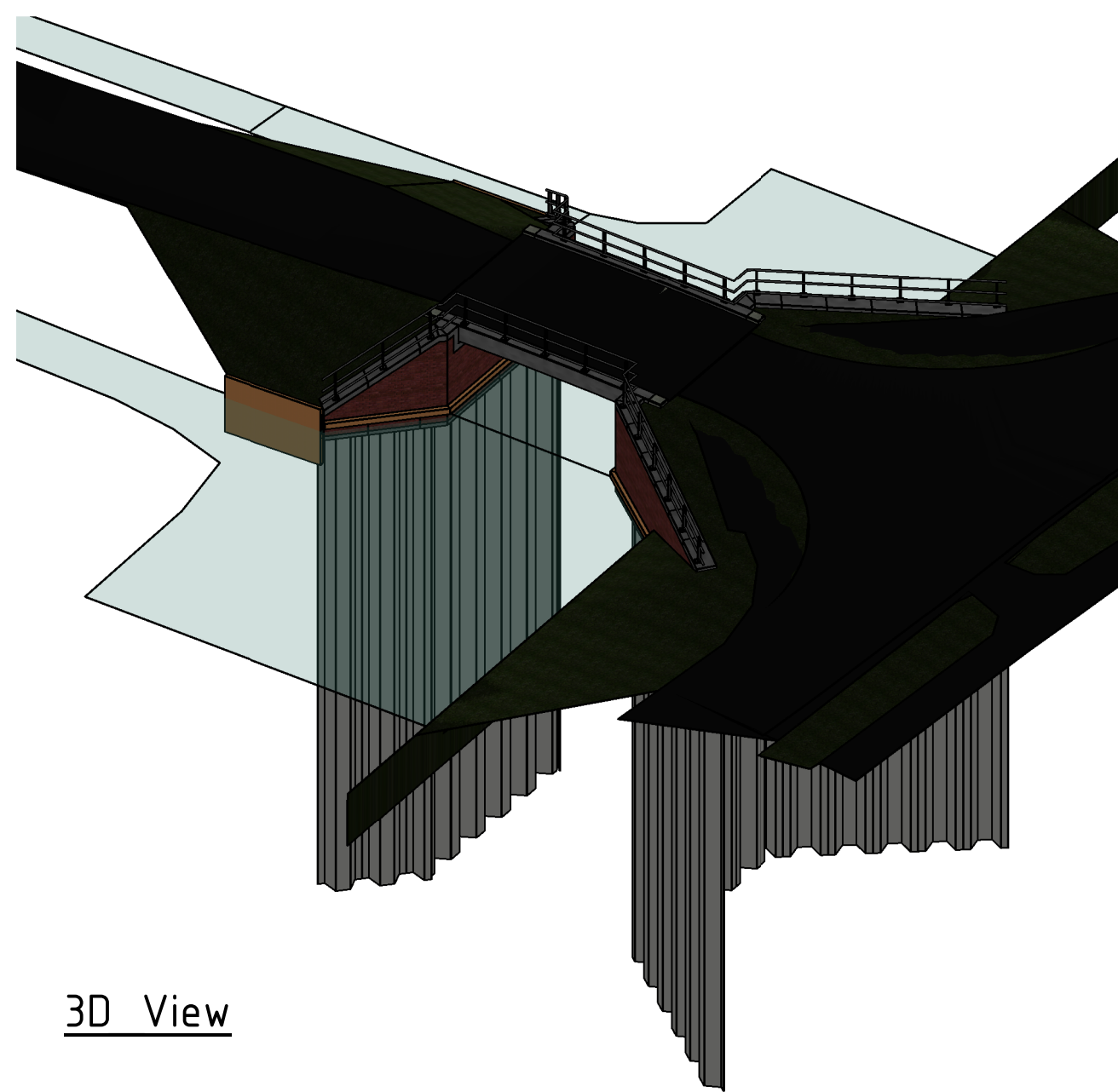
Aanzicht B-B
schaal: 1 : 50



Dwarsdoorsnede D-D
schaal: 1 : 50



Detail 2 - Landhoofd
schaal: 1 : 20



3D View

Legenda

	Beton_gewapend		Asfalt
	Prefab beton		Hout
	Werkvloerbeton		Staal
	Metselwerk		

Maten in meters, tenzij anders vermeld
Materiaalmaten in mm, tenzij anders vermeld
Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
Diameters in mm, tenzij anders vermeld

Erste uitgave	2020	2020	2020	2020	2020
Revisie					
Opdrachtgever	Waterschap Noorderzijlvest	Opdrachtgever	Waterschap Noorderzijlvest	Opdrachtgever	Waterschap Noorderzijlvest
Project	5 Bruggen	Project	5 Bruggen	Project	5 Bruggen
Omschrijving	KBR177 - Dieftil Bovenaanzicht en doorsnede	Omschrijving	KBR177 - Dieftil Bovenaanzicht en doorsnede	Omschrijving	KBR177 - Dieftil Bovenaanzicht en doorsnede
Documentstatus	Concept	Documentstatus	Concept	Documentstatus	Concept
Projectnummer / Tekstnummer	BGS349-RHD-XX-B4-DR-C-4001	Projectnummer / Tekstnummer	BGS349-RHD-XX-B4-DR-C-4001	Projectnummer / Tekstnummer	BGS349-RHD-XX-B4-DR-C-4001
Formaat	A0	Schaal	As indicated	Tekst	DO
Discipline	1	Tekst	1	Tekst	1





Bijlage 2 Sonderingen

Geotechnisch onderzoek t.b.v.

5 bruggen te Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

Projectnummer.:2019-0680



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Geotechnisch onderzoek t.b.v.

5 bruggen te Oosterwiltwerd, Winsum en Warfhuizen

Projectnummer: 2019-0680

Opdrachtgever: Royal HaskoningDHV
t.a.v. de heer A.J. van Ravenstein
Postbus 8064
9702 KB Groningen

Datum grondonderzoek: 2 juli 2019

Datum rapportage: 9 juli 2019

Bijlagen: Situatietekening
Sondeergrafieken DKP1 t/m DKP10
Sondeergrafieken DKP1A t/m DKP10A
Voorboorstaat VB1 t/m VB3



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

A. Palsma

E-mail: a.palsma@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 50 29 84 41

H.J.H. Westerhof

E-mail: h.westerhof@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 13 14 22 42

Koops grondmechanica

Postbus 428, 7940 AK Meppel
Telefoon: (0522) 26 00 84
E-mail: info@koopsggrondmechanica.nl
IBAN nr. NL35 RABO 0300 4695 35
KvK Meppel nr. 61574031
BTW nr. NL 8543.96.664.B01
www.koops-grondmechanica.nl

Royal HaskoningDHV
t.a.v. de heer A.J. van Ravenstein
Postbus 8064
9702 KB Groningen



KG-2019-0680 HW/hw Meppel, 9 juli 2019

Betreft: 5 bruggen te Oosterwijterd, Winsum en Warfhuizen

Uw projectnummer:

Geachte heer Ravenstein,

Op 5 juni 2019 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit rapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden.

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 20 sonderingen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken DKP1 t/m DKP10A.

De conus- en wrijvingsweerstand, uitgedrukt in mN/m^2 , is hierop uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

De sonderingen zijn uitgevoerd met onze standaard sondeerwagen.

Voor de uitvoering van de klasse 1 en 2 sonderingen is gebruik gemaakt van een gladde elektrische waterspanningsconus met hellingmeter, een en ander conform norm NEN-EN-ISO 22476-1 De 10 klasse 1 sonderingen zijn doorgezet tot een maximale toelaatbare puntbelasting van de conus van 3 MPa. Dit resulteerde in een behaalde sondeerdiepte variërend van 4,1 m- mv tot 10,80 m- mv. Teneinde de gevraagde sondeerdiepte van 25 m- mv te halen zijn de betreffende 10 sonderingen in hetzelfde sondeergat nogmaals uitgevoerd als een klasse 2 sondering.

Bij de sonderingen (DKP1 t/m DKP10A) is naast de conusweerstand eveneens de plaatselijke wrijvingsweerstand geregistreerd. Het op de betreffende sondeergrafieken weergegeven wrijvingsgetal, geeft de verhouding weer tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand in procenten en is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten.

Alle sonderingen zijn uitgevoerd met meting van de waterspanning (u_2). De sonderingen DKP5, DKP6 en DKP7 zijn voorgeboord tot net onder de grondwaterstand dit om luchtbel vorming in de waterspanningssensor te voorkomen. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd, samengesteld tot de voorboorstaten VB1 t/m VB3 en als bijlage aan dit rapport toegevoegd. De sonderingen DKP1 t/m DKP4 en DKP8 t/m DKP10 zijn met een oude conus voorgedrukt tot voorbij de laag waarin puinresten voor kwamen.



Koops & Romeijn grondmechanica is de naam waaronder een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie sinds 1996 samenwerkt. Deze samenwerking beperkt zich uitsluitend tot wederzijdse ondersteuning en kennisuitwisseling binnen de vaktechnische disciplines, zoals voorgaand genoemd. Van onderlinge juridische banden is geen sprake. De adviseurs zijn gevestigd te: **Bemmel - Oegstgeest - Ammerstol - Leek - Meppel - Velp - Wijchen.**

Op al onze werkzaamheden zijn de algemene leveringsvoorwaarden (ALV 2018) van de Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (V.O.T.B.), zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Nederland te Utrecht onder nr. 40476246 en de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieurs en adviseur DNR2011 van toepassing.



Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand de volgende percentages worden aangehouden;

<u>Wrijvingsgetal in %</u>			<u>Grondsoort</u>
0.3	-	1.2	Zand, grof tot fijn
1.5	-	2.0	Silt
2.5	-	5.0	Klei
> 5.0			Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als maatgevend zijn te beschouwen.

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in N.A.P. en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

De ligging van de sondeerlocaties is weergegeven op de bijgaande situatietekening.

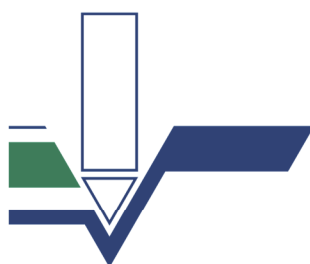
De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest, verblijven wij.

met vriendelijke groet,

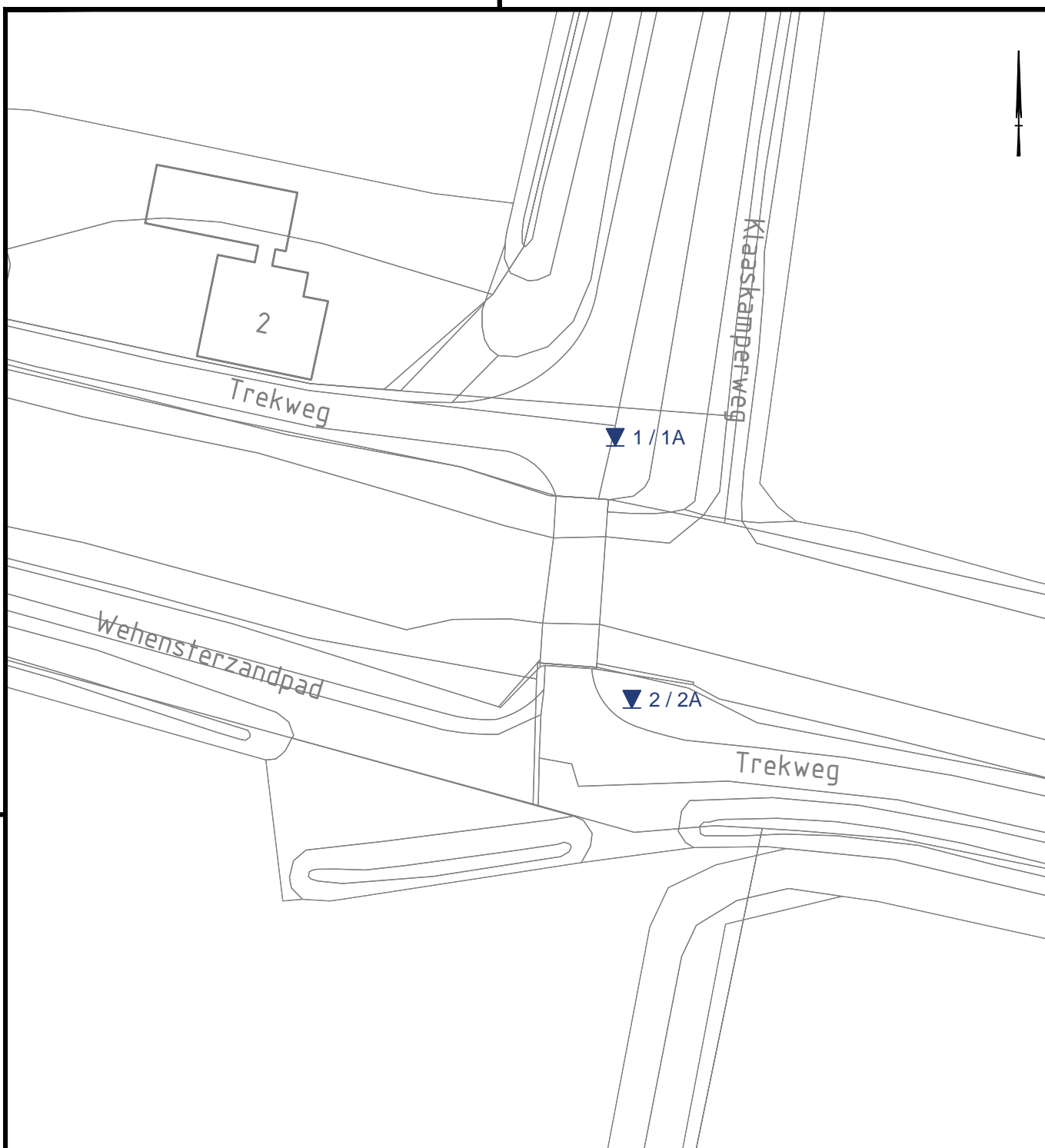
Harry Westerhof

Bijlage:
Situatietekening



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



LEGENDA

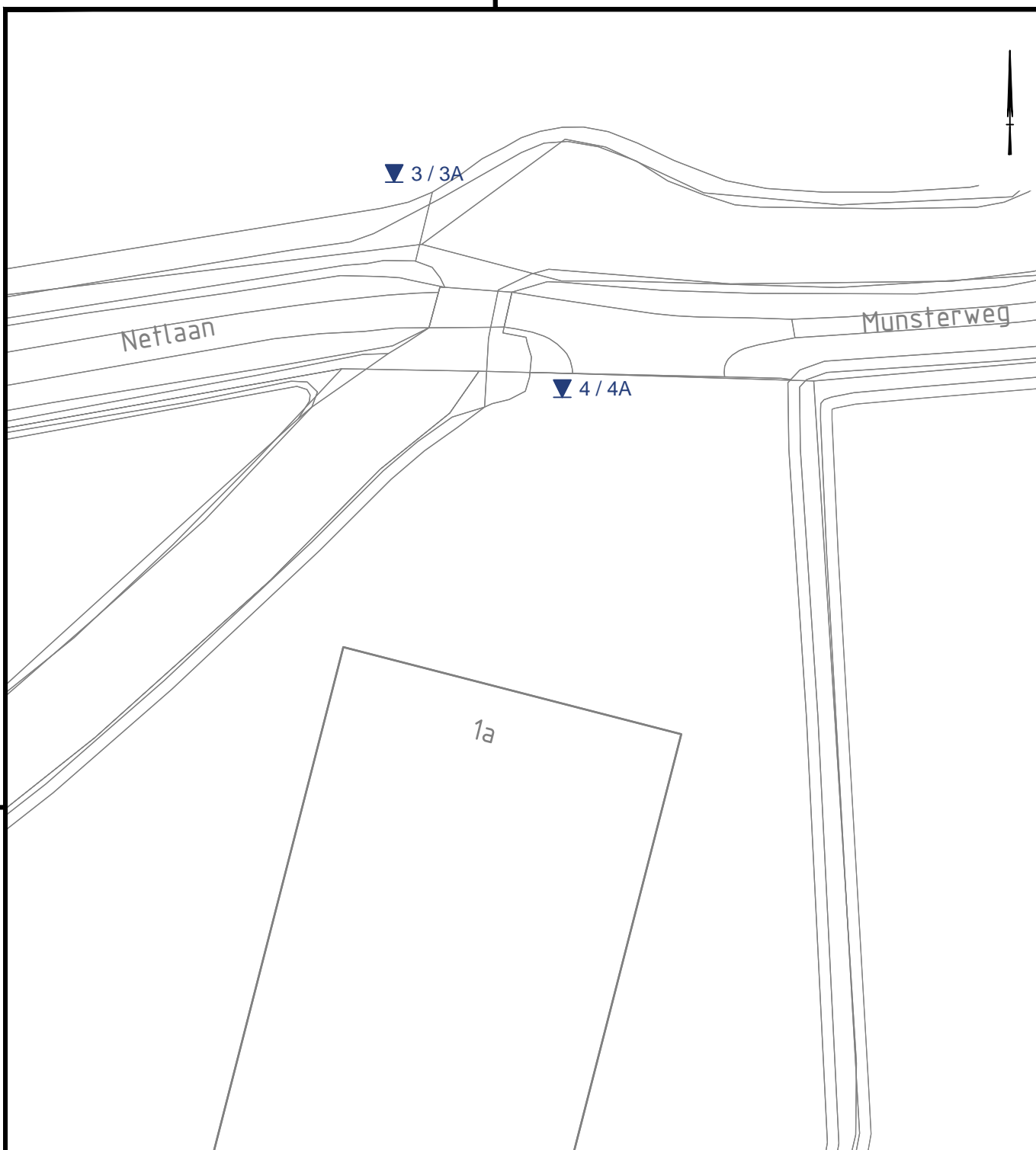
▼ DKP Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning

Getekend door EVDV	Schaal 1 : 500	Formaat A4	Blad 1	Aantal 5	Wijziging 27.06.19 MBK 03.07.19 MBK -
Projectnr. 2019-0680	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 27.06.19			

Project

5 bruggen te Oosterwiltwerd, Winsum en Warfhuizen

0 5 10 15 20m



LEGENDA

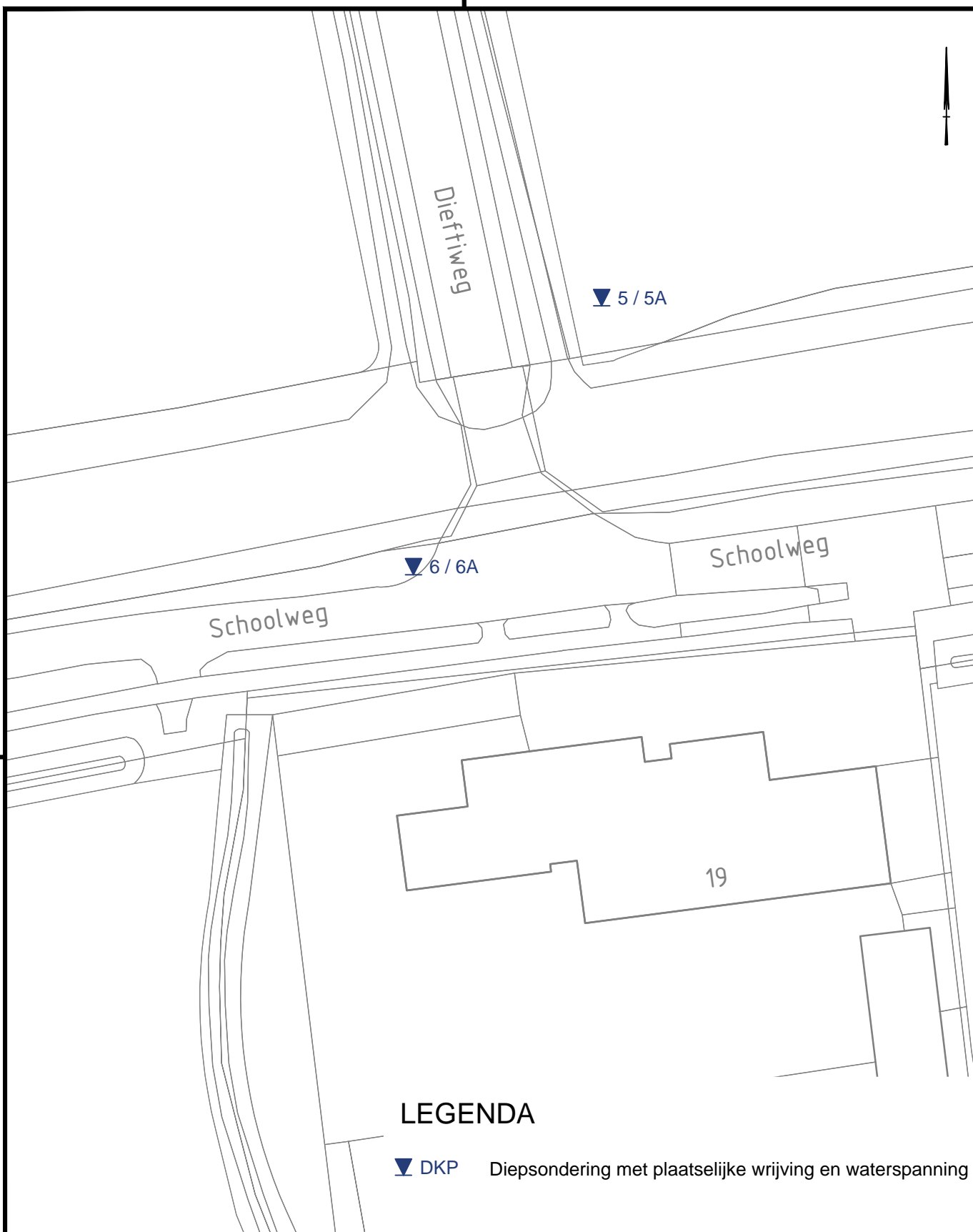
▼ DKP Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning

Getekend door EVDV	Schaal 1 : 500	Formaat A4	Blad 2	Aantal 5	Wijziging 27.06.19 MBK 03.07.19 MBK -
Projectnr. 2019-0680	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 27.06.19			

Project

5 bruggen te Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

0 5 10 15 20m



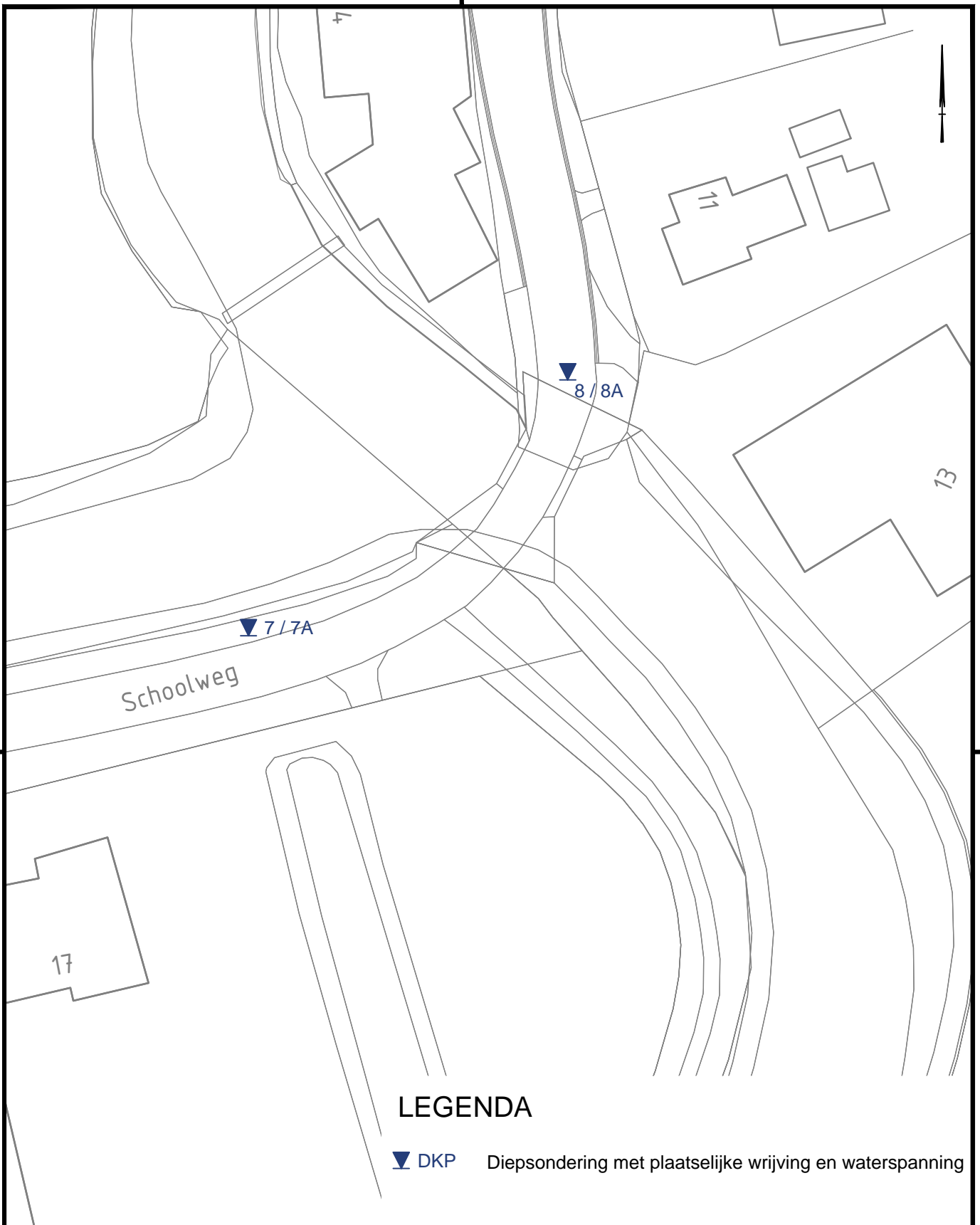
Getekend door EVDV	Schaal 1 : 500	Formaat A4	Blad 3	Aantal 5	Wijziging 27.06.19 MBK 03.07.19 MBK -
Projectnr. 2019-0680	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 27.06.19			

Project

5 bruggen te Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

0 5 10 15 20m





LEGENDA

▼ DKP Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning

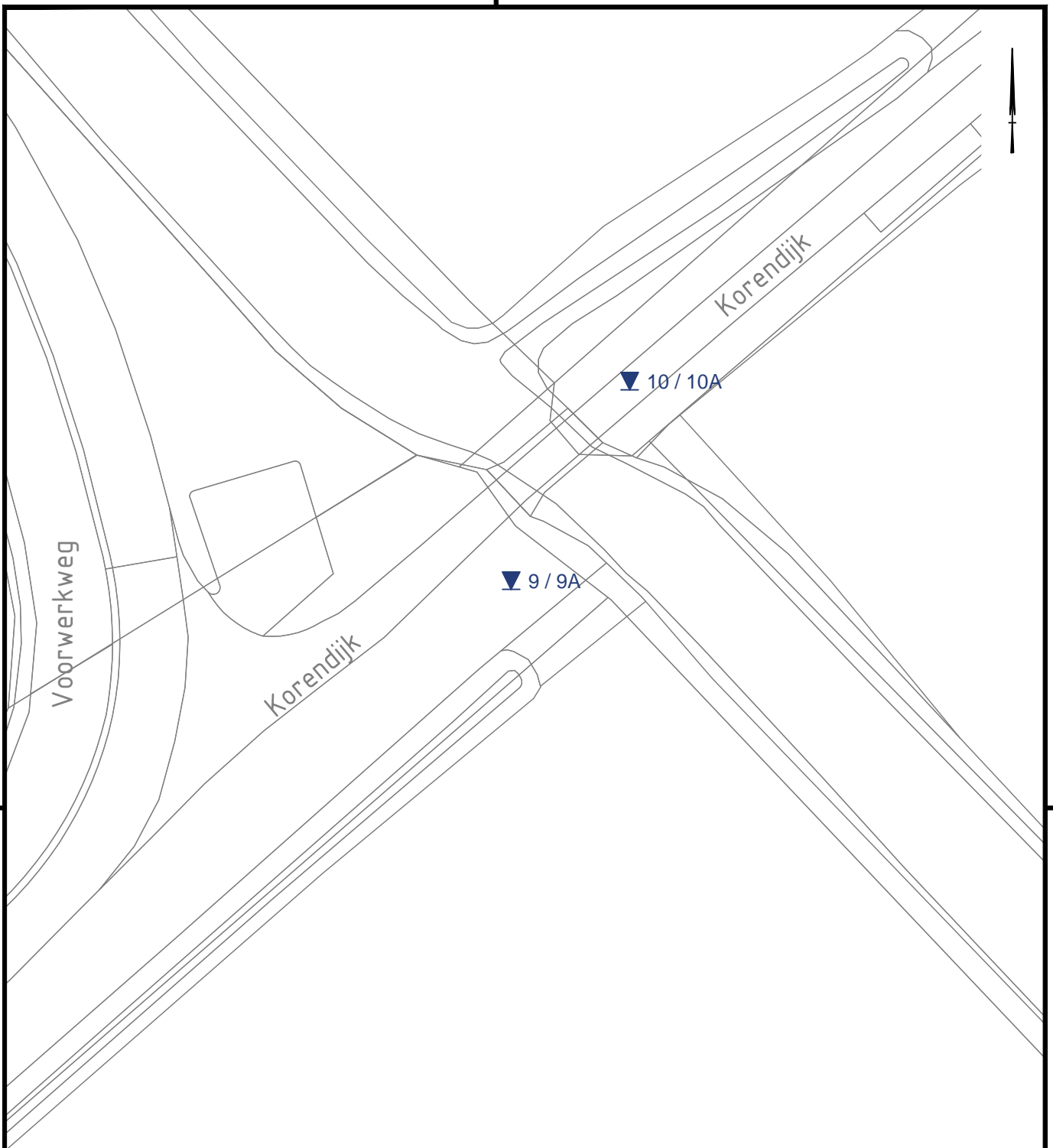
Getekend door EVDV	Schaal 1 : 500	Formaat A4	Blad 4	Aantal 5	Wijziging 27.06.19 MBK 03.07.19 MBK -
Projectnr. 2019-0680	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 27.06.19			

Project

5 bruggen te Oosterwiltwerd, Winsum en Warfhuizen

0 5 10 15 20m





LEGENDA

▼ DKP Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning

Getekend door EVDV	Schaal 1 : 500	Formaat A4	Blad 5	Aantal 5	Wijziging 27.06.19 MBK 03.07.19 MBK -
Projectnr. 2019-0680	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 27.06.19			

Project

5 bruggen te Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

0 5 10 15 20m



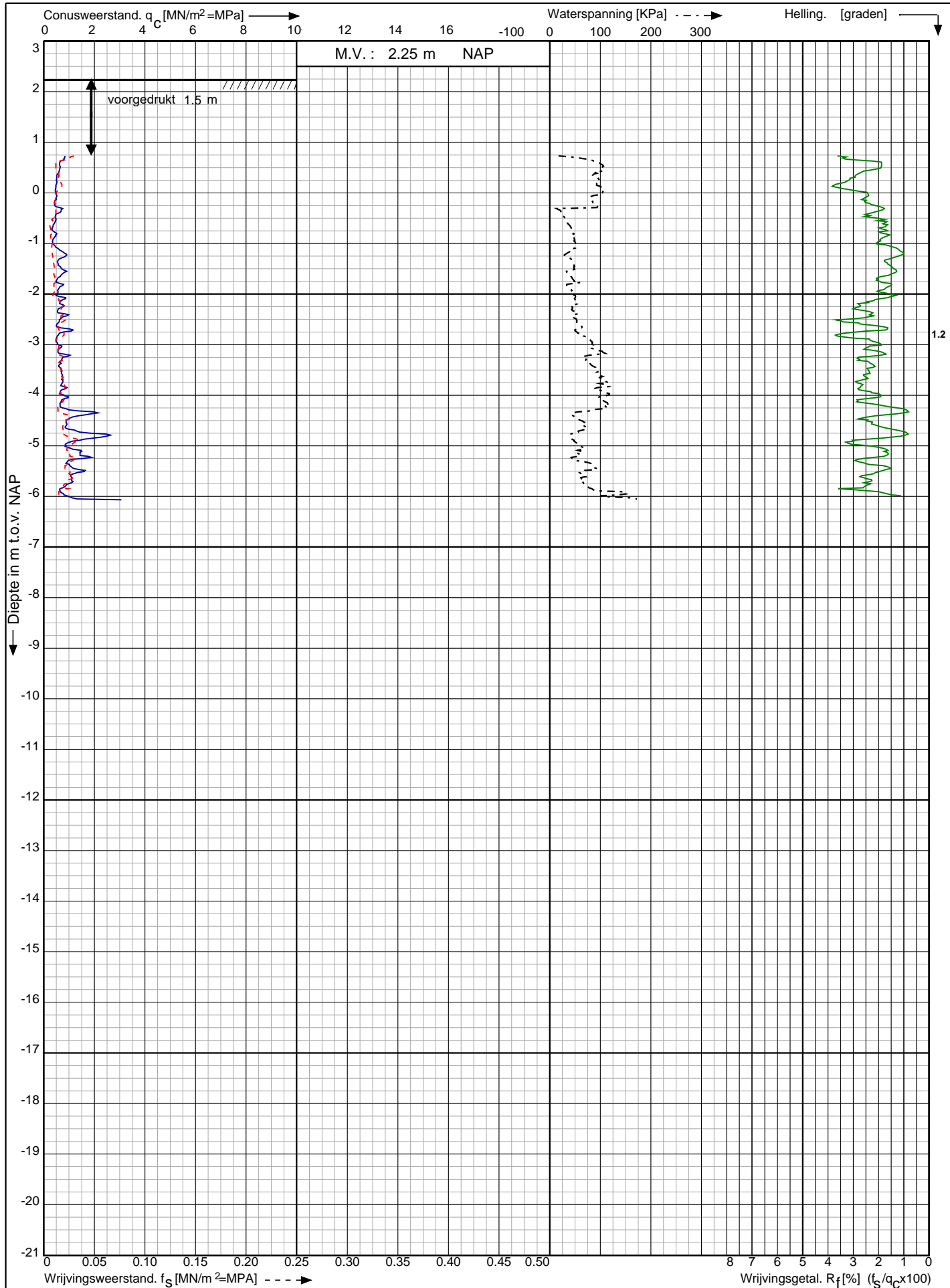
Bijlage:
Klasse 1 sondeergrafieken



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1 Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15 Conusserienummer: 070131



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 223174.63 Y = 596064.53

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

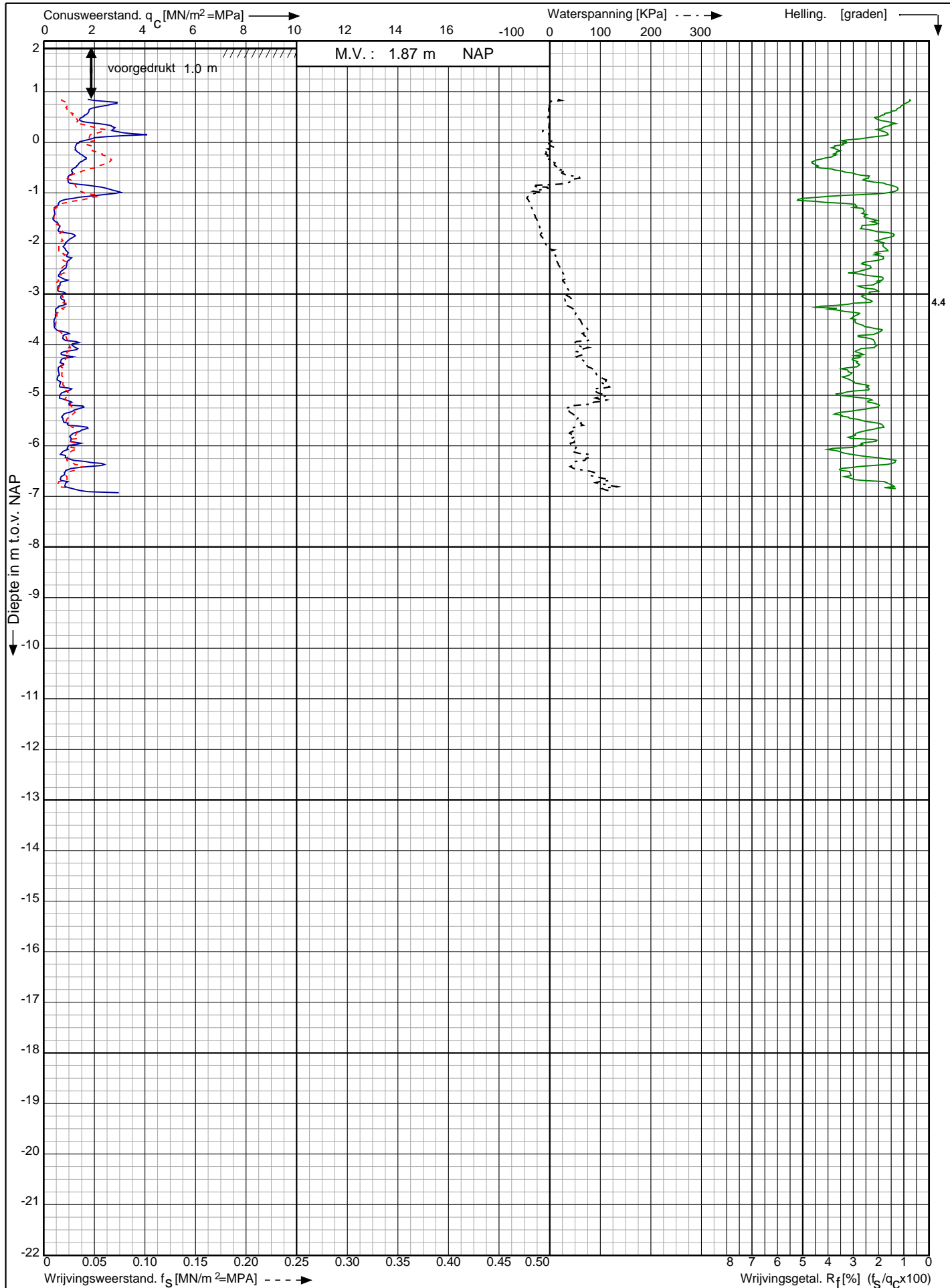
Sond. nr. : 1



Conusserienummer: 070131

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 223176.06 Y = 596042.00

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

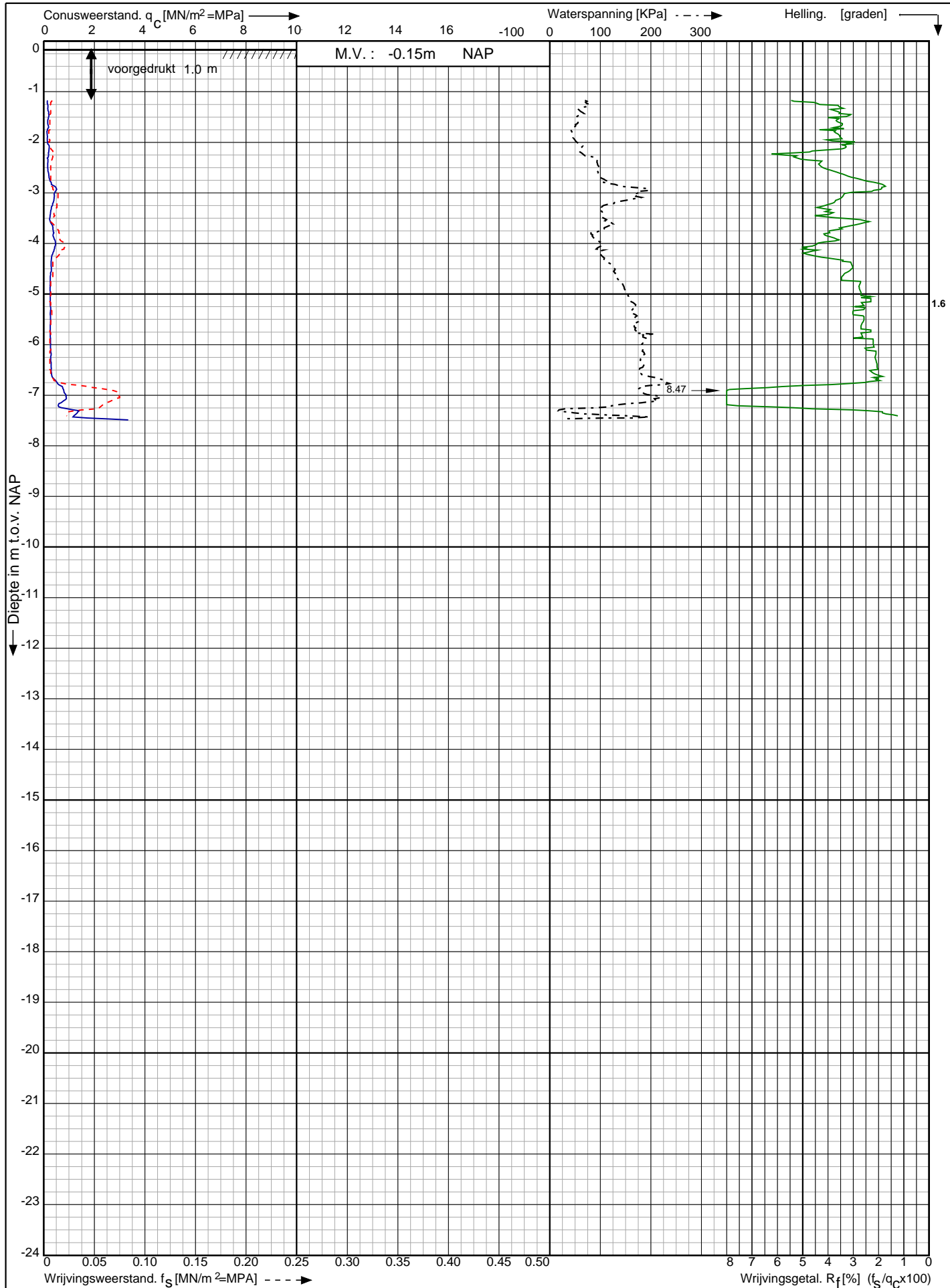
Sond. nr. : 2



Conusserienummer: 070131

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 231524.02 Y = 594547.15

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

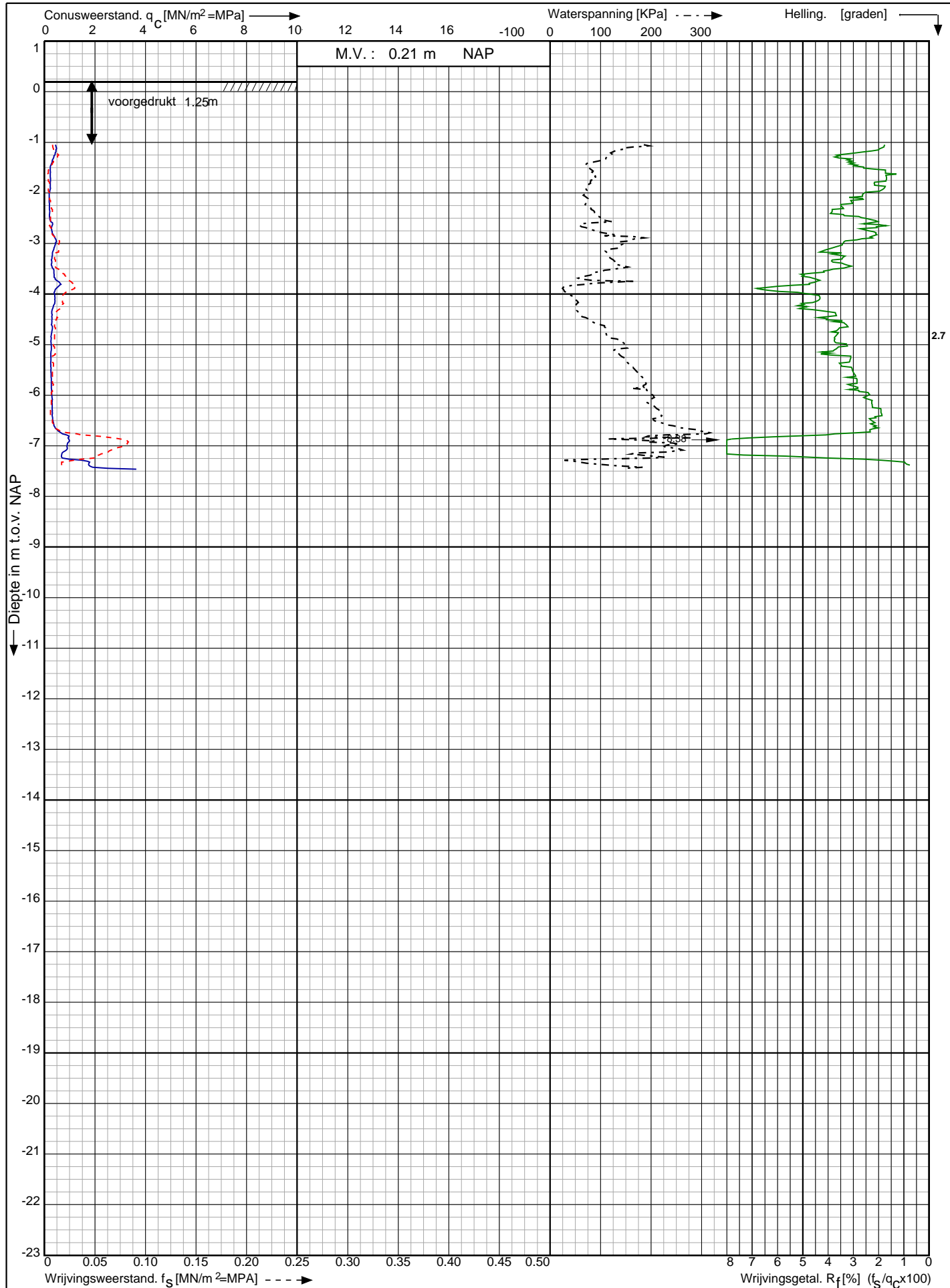
Sond. nr. : 3



Conusserienummer: 070131

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 231538.60 Y = 594528.47

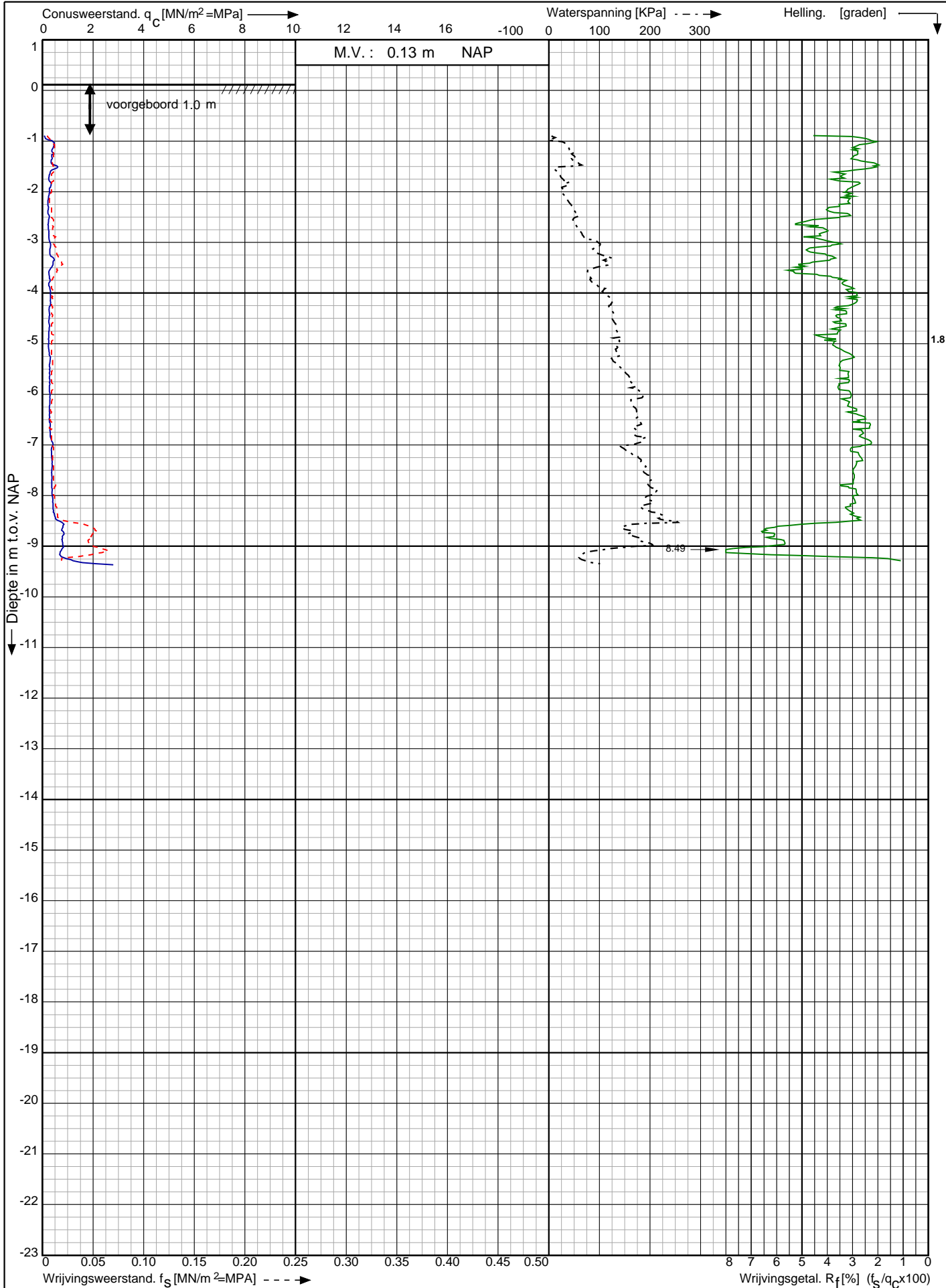
Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

Sond. nr. : 4



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1
Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15
Conusserienummer: 070131



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249299.36 Y = 595325.90

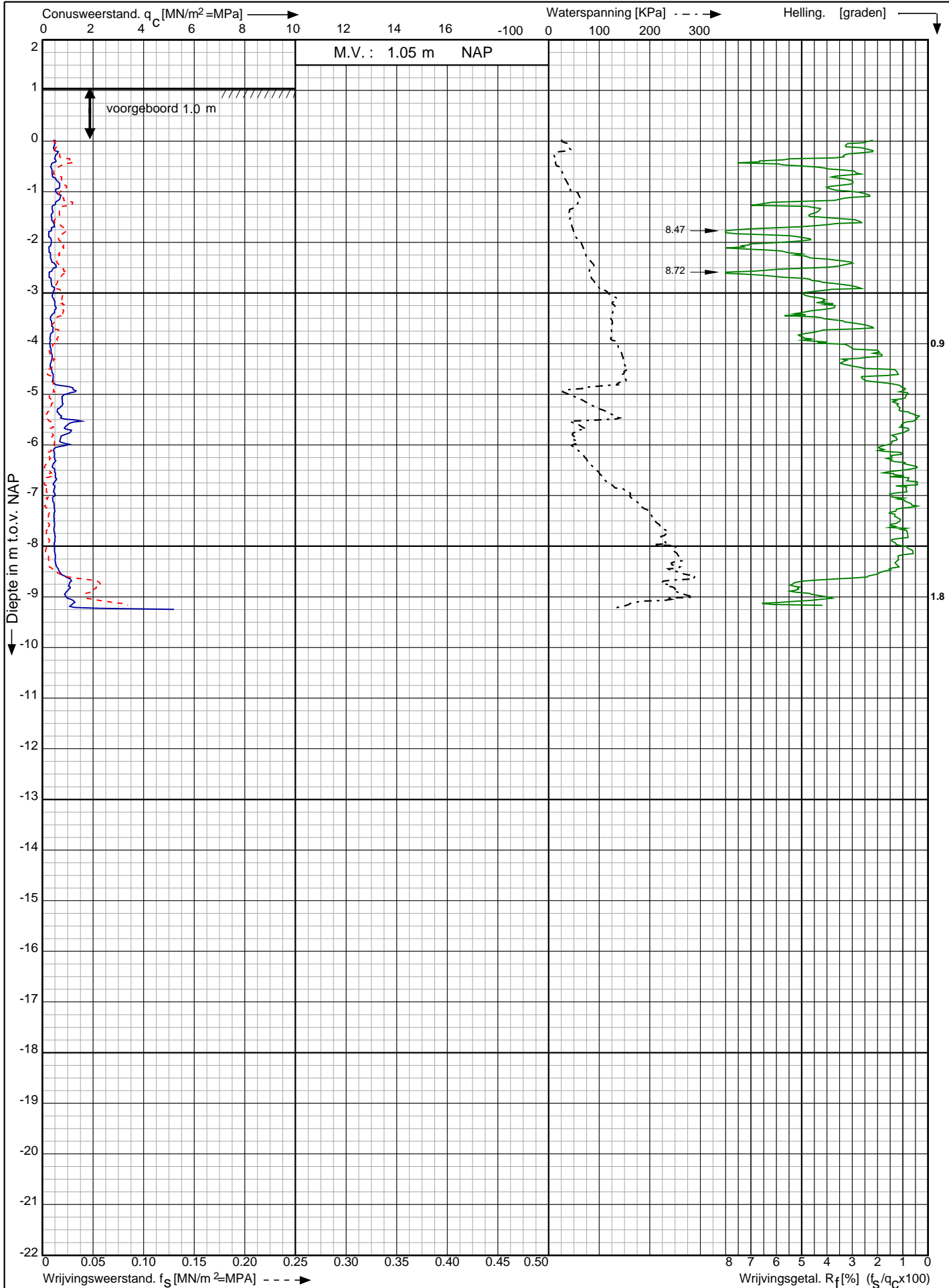
Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

Sond. nr. : 5



Sonatype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15 Conusseriennummer: 070131
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249281.93 Y = 595301.01

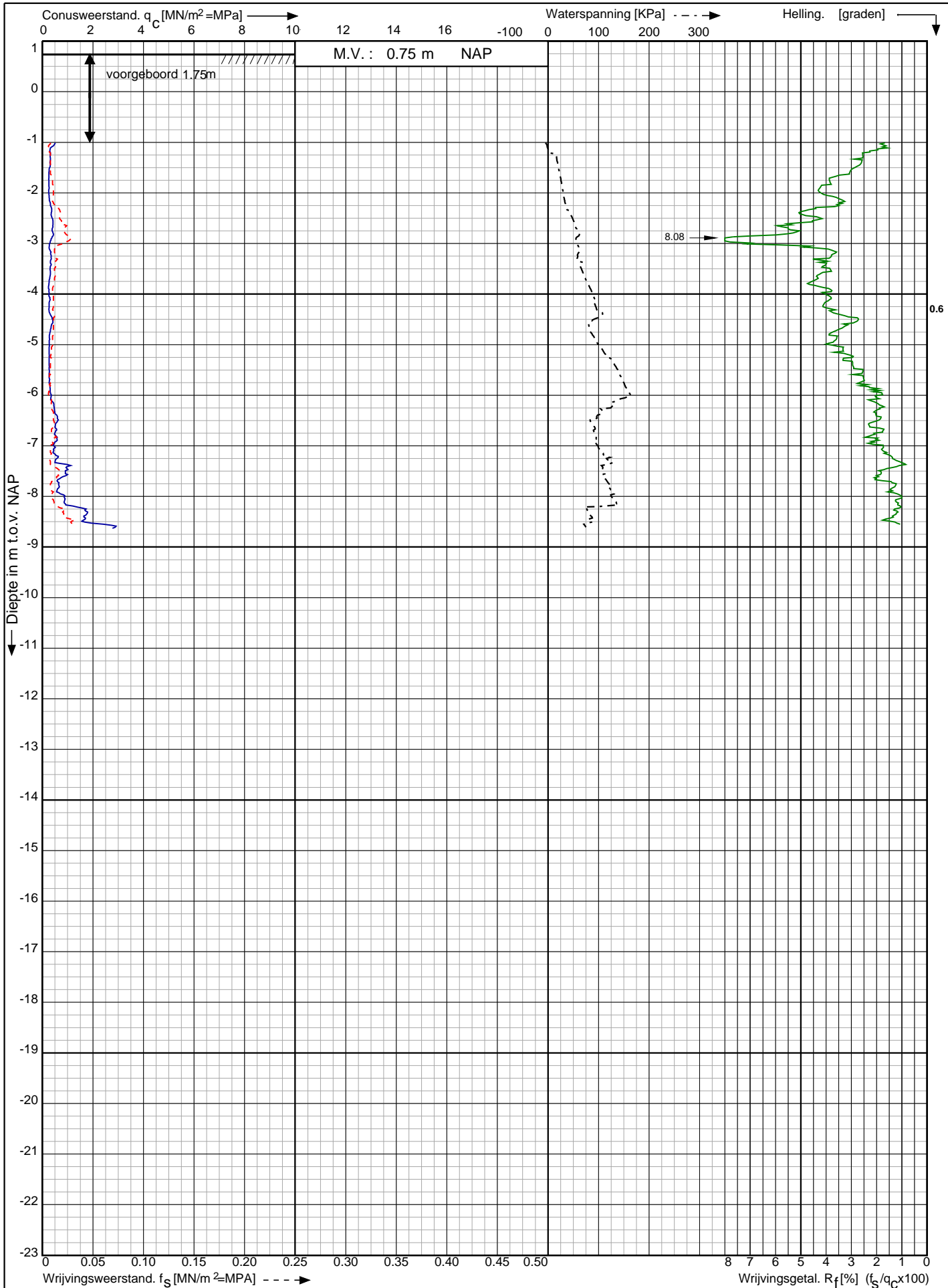
Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

Sond. nr. : 6



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1 Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15 Conusserienummer: 070131



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249653.27 Y = 595362.51

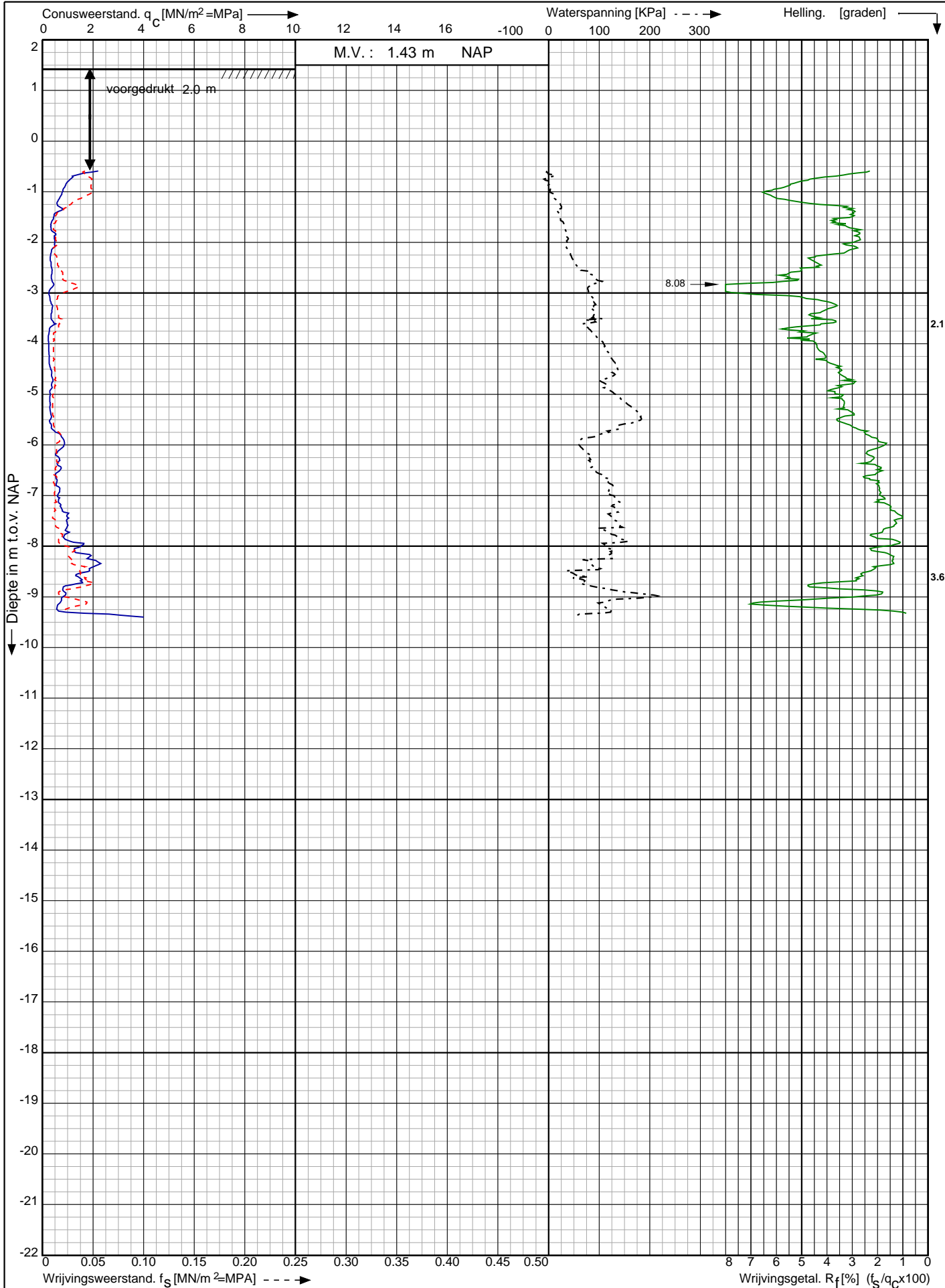
Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

Sond. nr. : 7



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1
Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15
Conusserienummer: 070131



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249682.93 Y = 595386.29

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

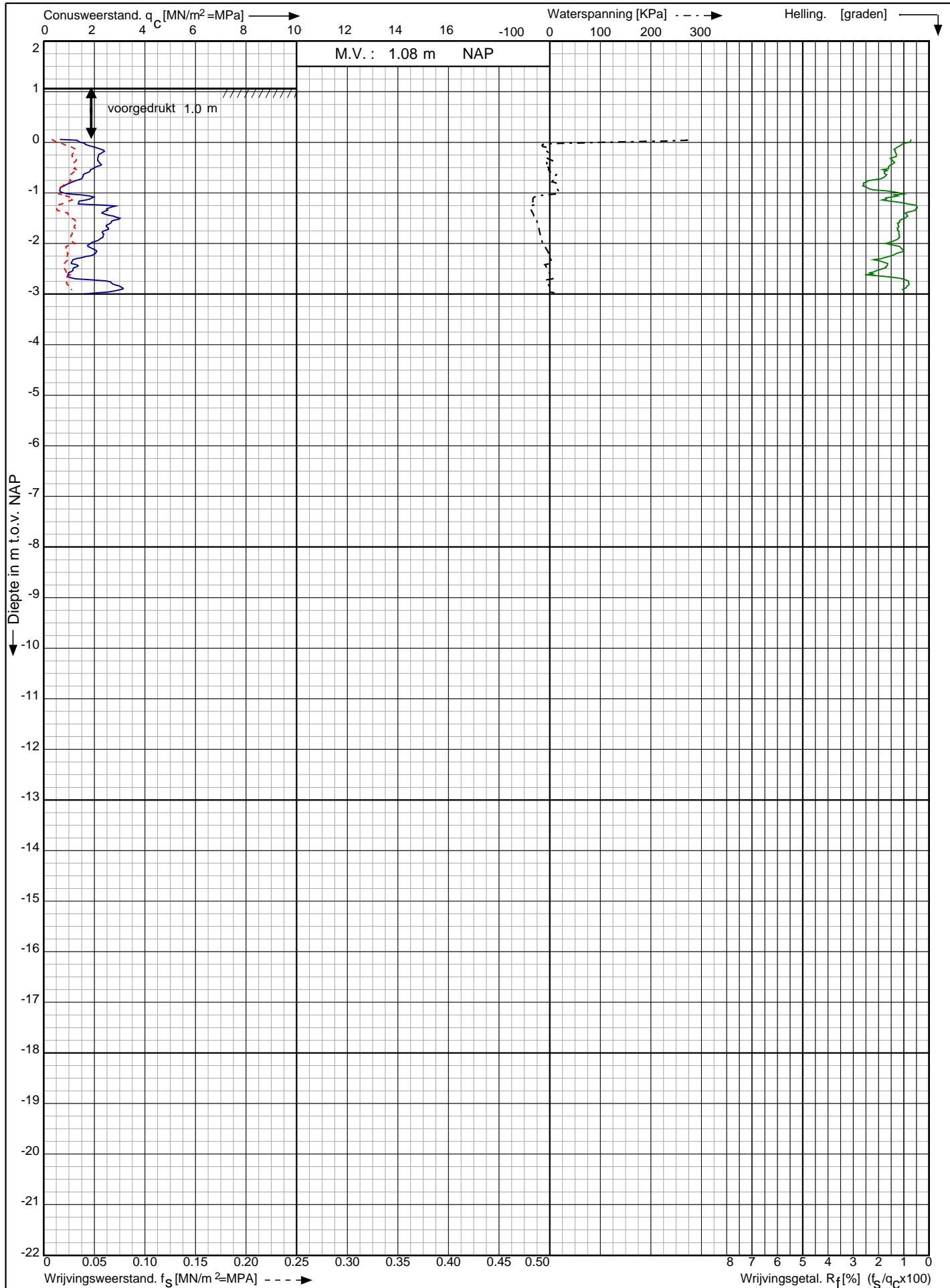
Sond. nr. : 8



Conusserienummer: 070131

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 246923.74 Y = 600477.02

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

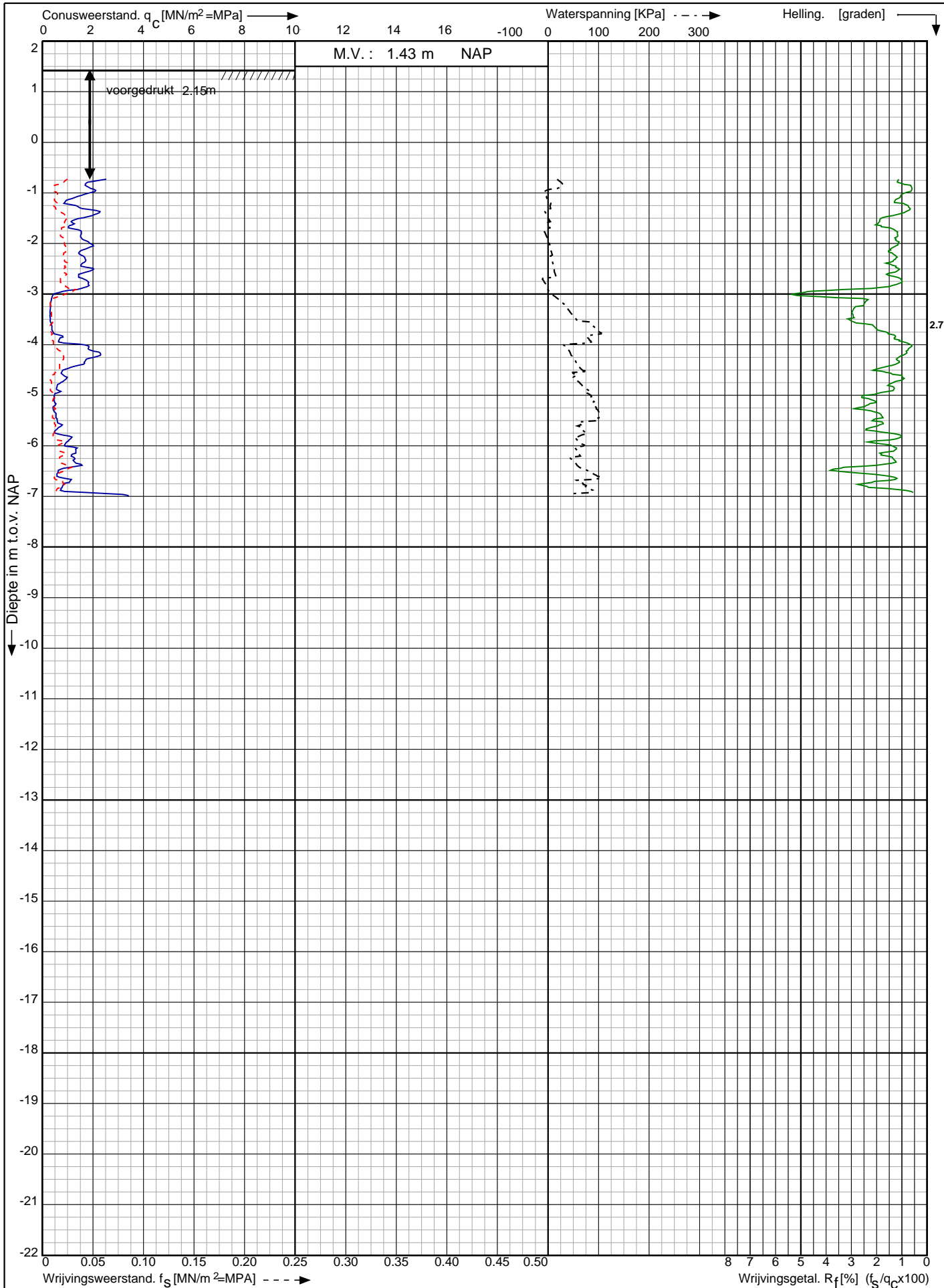
Sond. nr. : 9



Conusserienummer: 070131

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 1



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 246934.0 Y = 600494.29

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

Sond. nr. : 10



Bijlage:
Klasse 2 sondeergrafieken



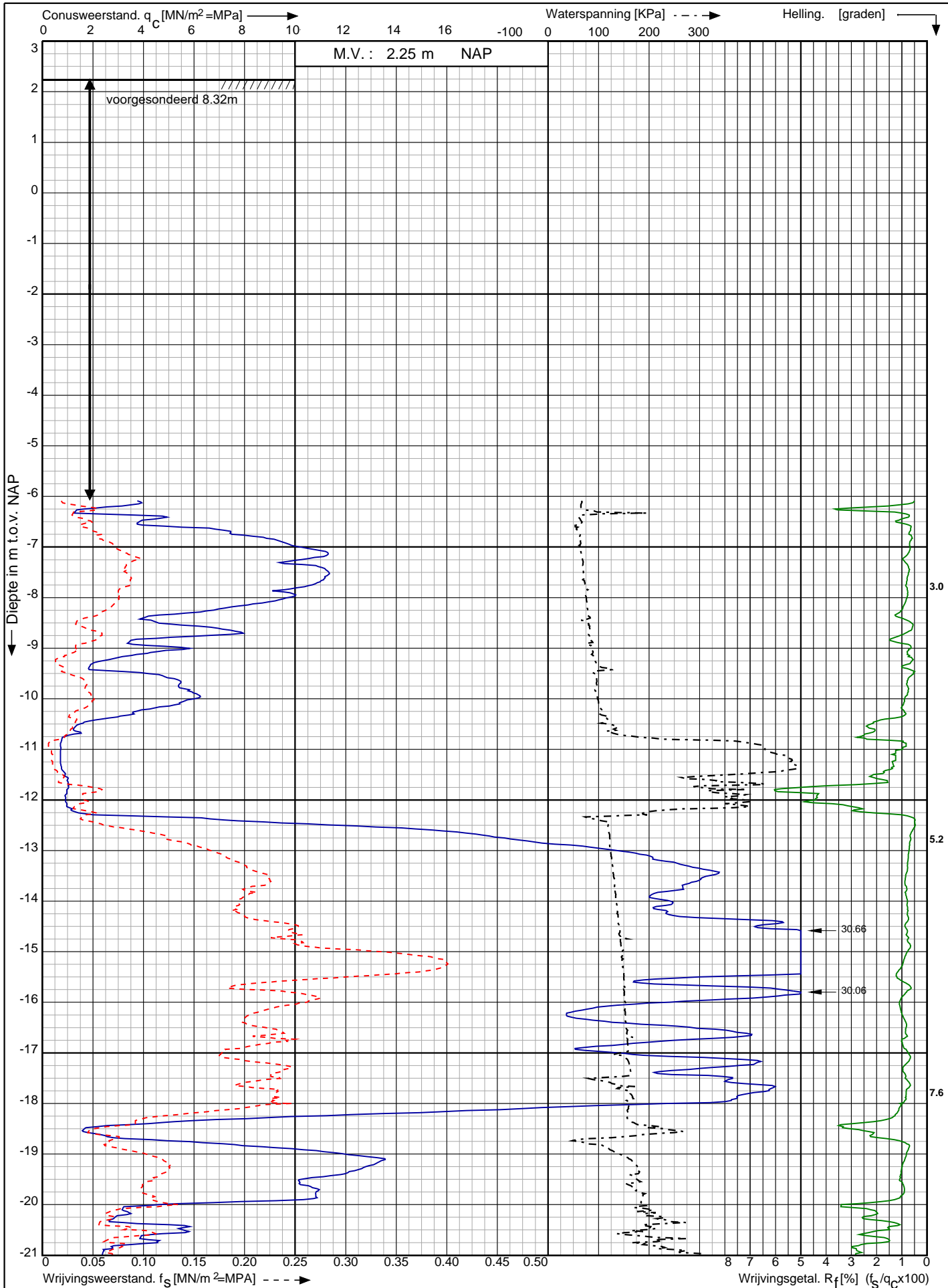
Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 223174.63 Y = 596064.53

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

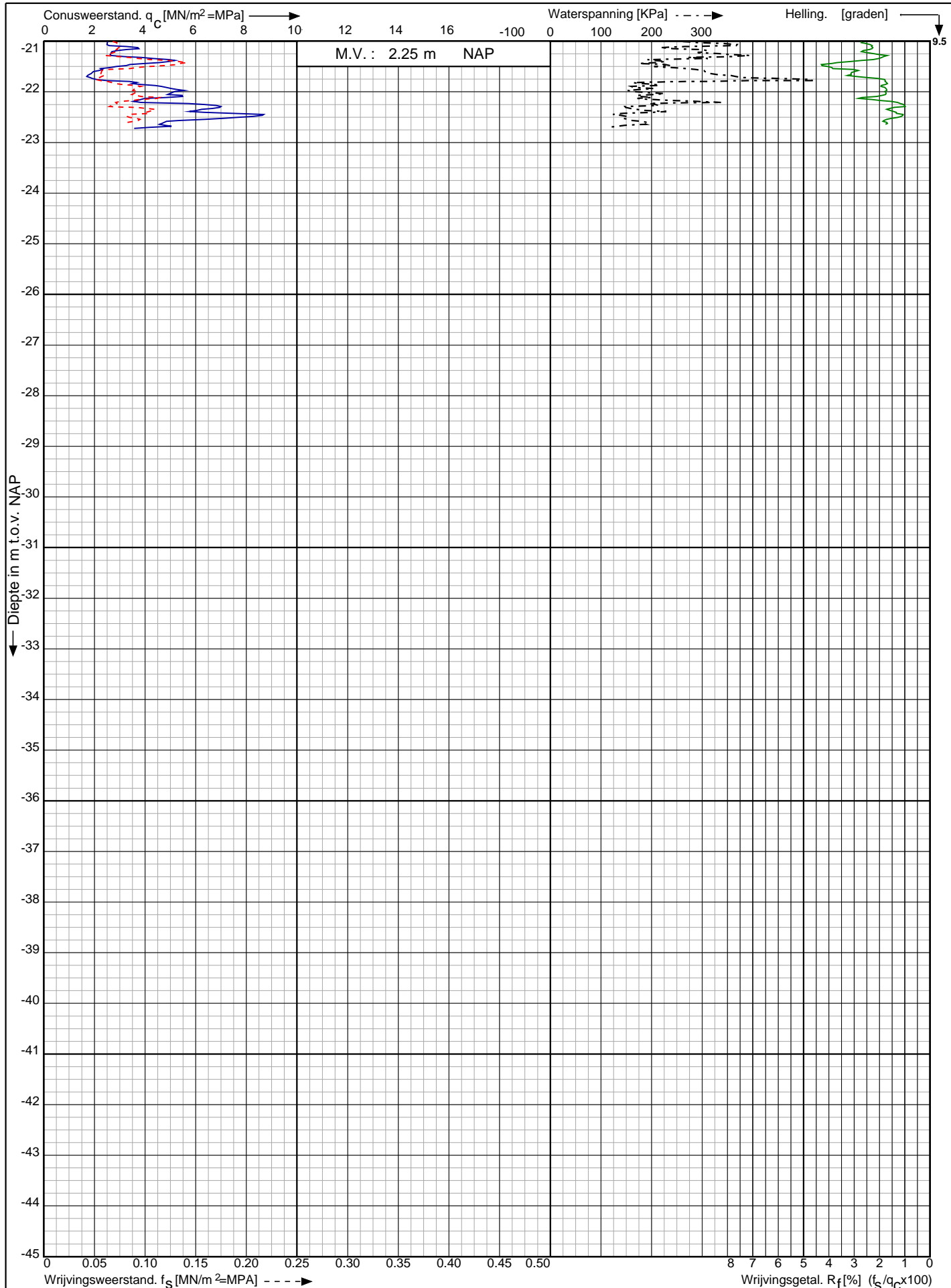
Sond. nr. : 1A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 223174.63 Y = 596064.53

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

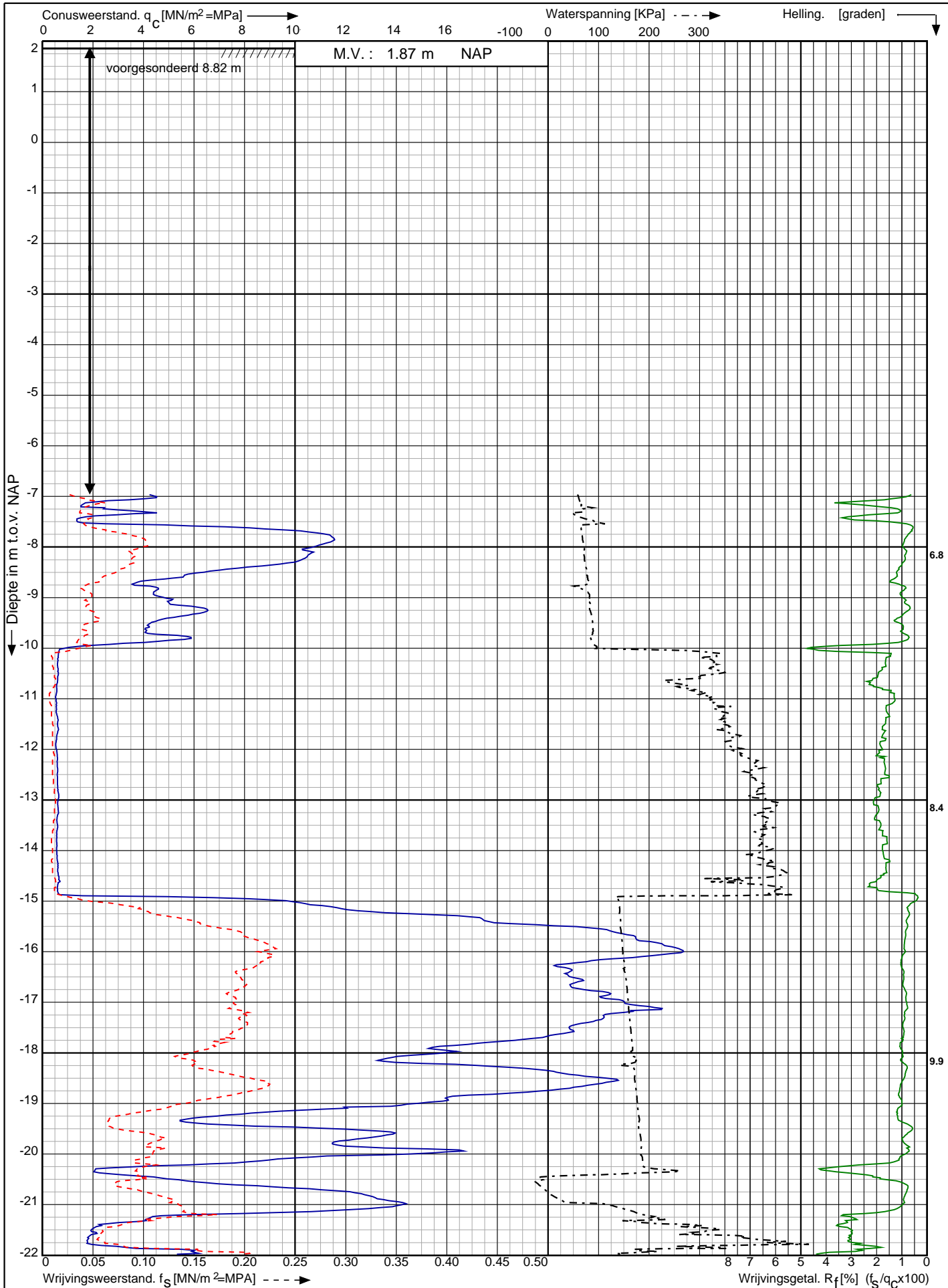
Sond. nr. : 1A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 223176.06 Y = 596042.00

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitg. : 1-7-2019

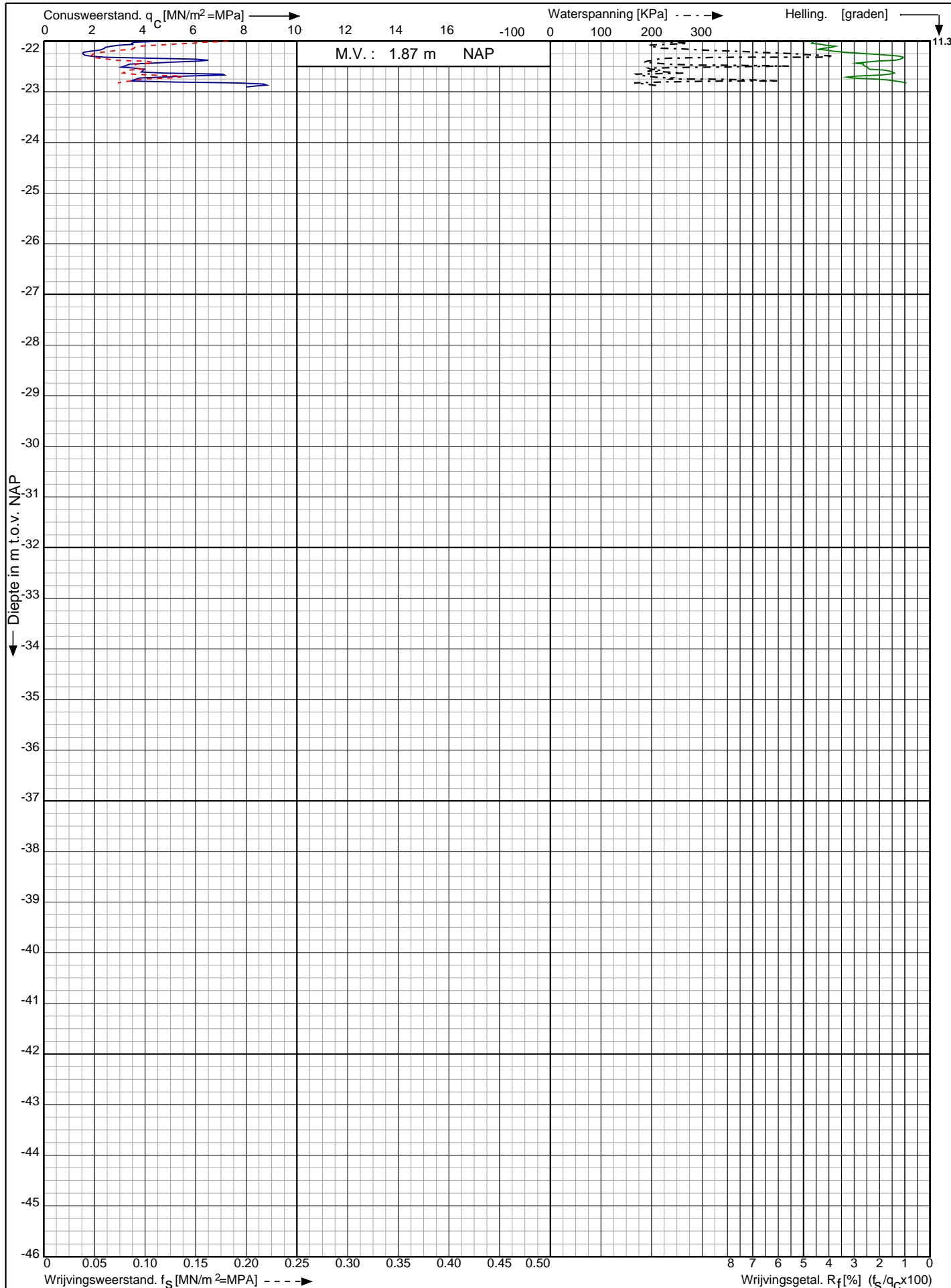
Sond. nr. : 2A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

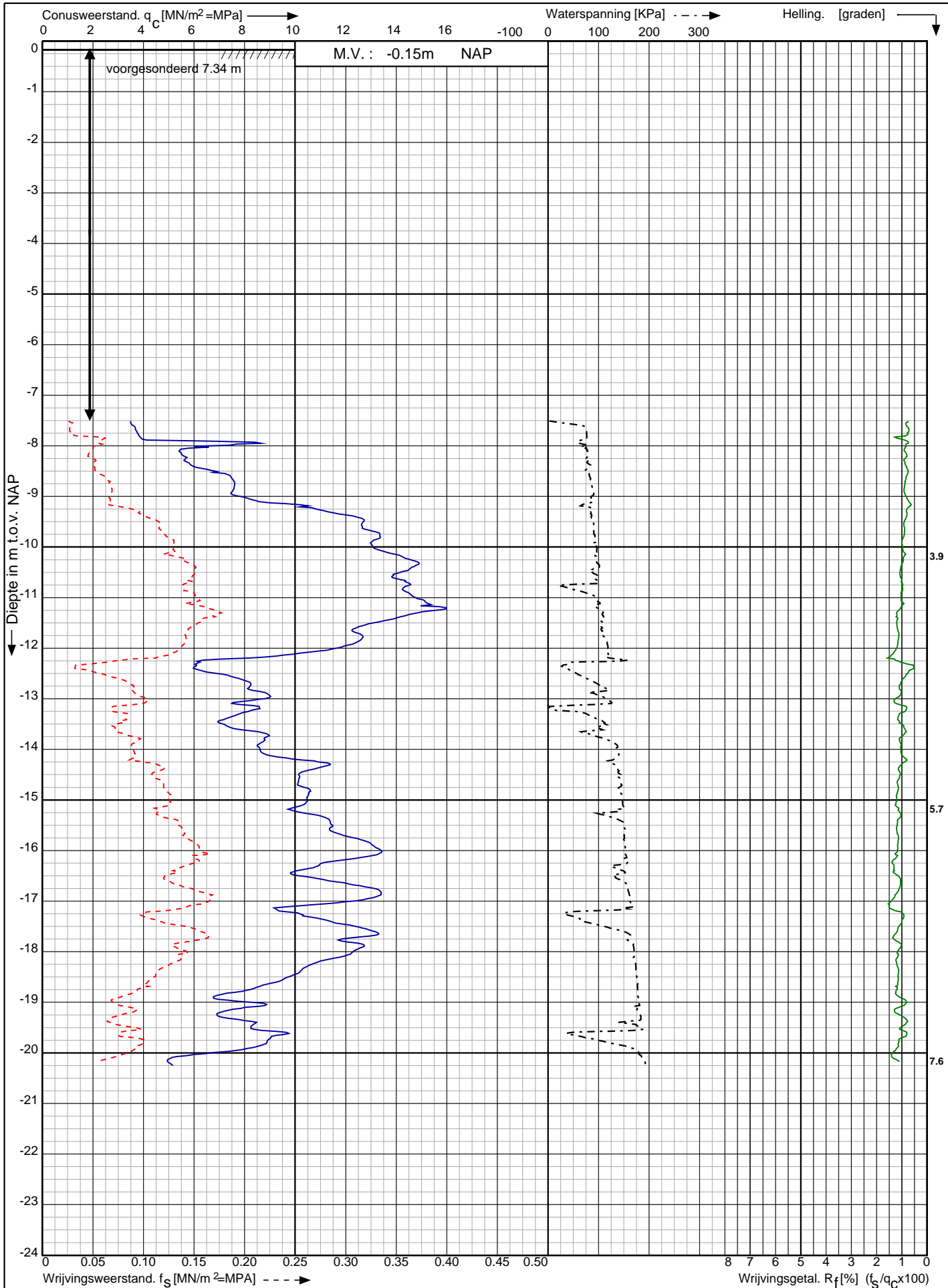
RD-coördinaten : X = 223176.06 Y = 596042.00

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

Sond. nr. : 2A





5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 231524.02 Y = 594547.15

Opdr. nr. : 2019-0680

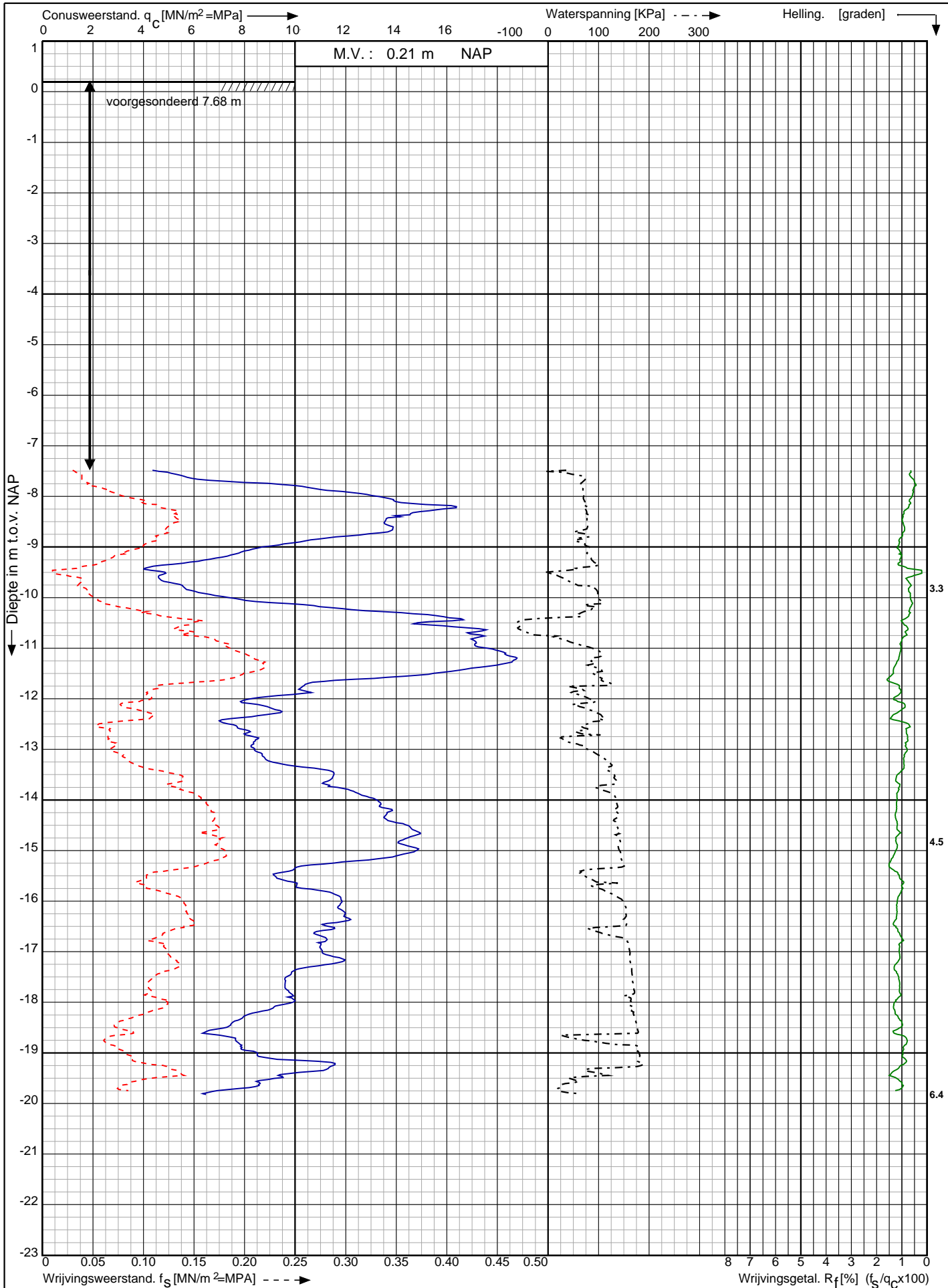
Datum uitv. : 2-7-2019

Sond. nr. : 3A

Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 231538.60 Y = 594528.47

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

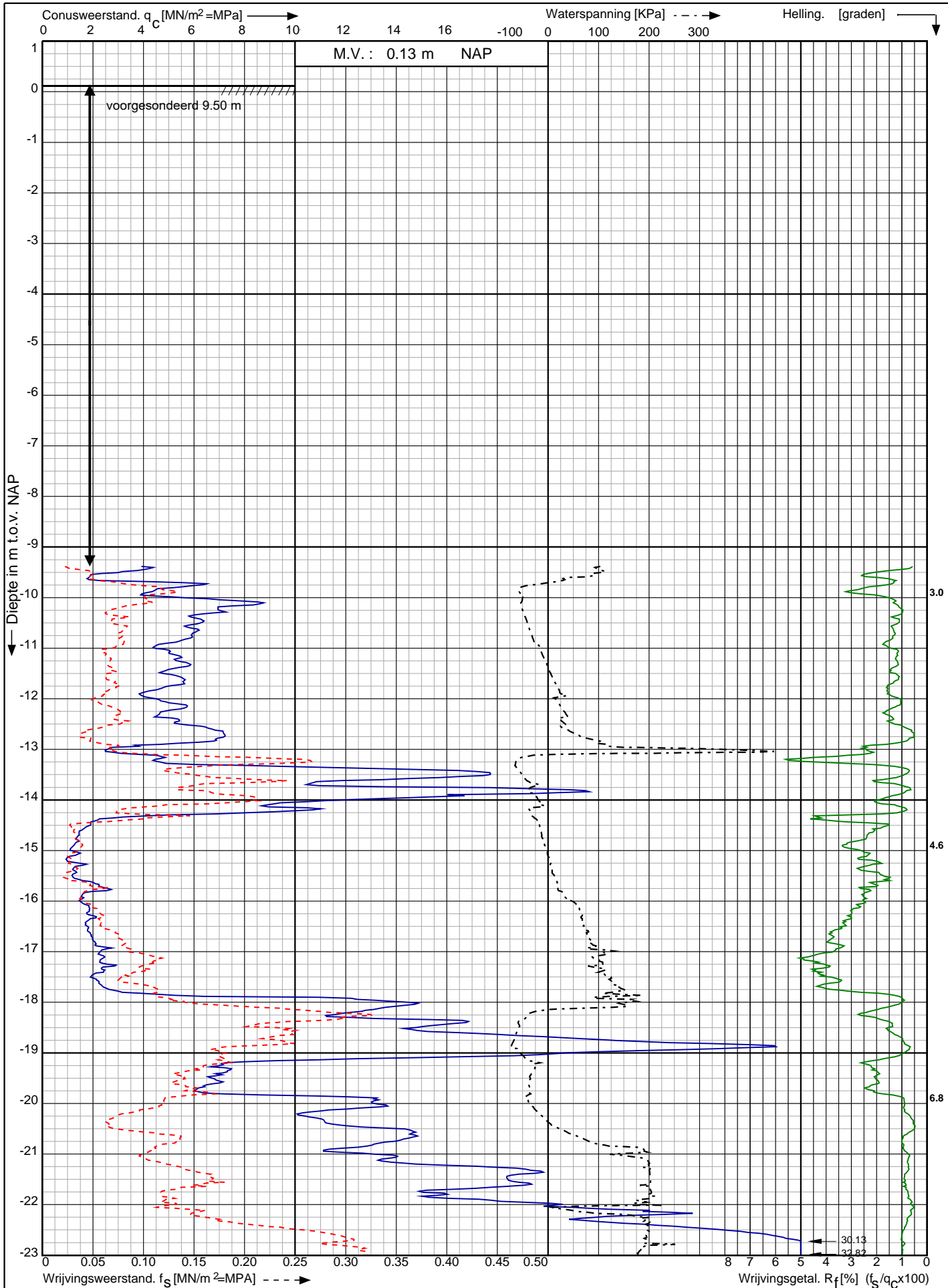
Sond. nr. : 4A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249299.36 Y = 595325.90

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

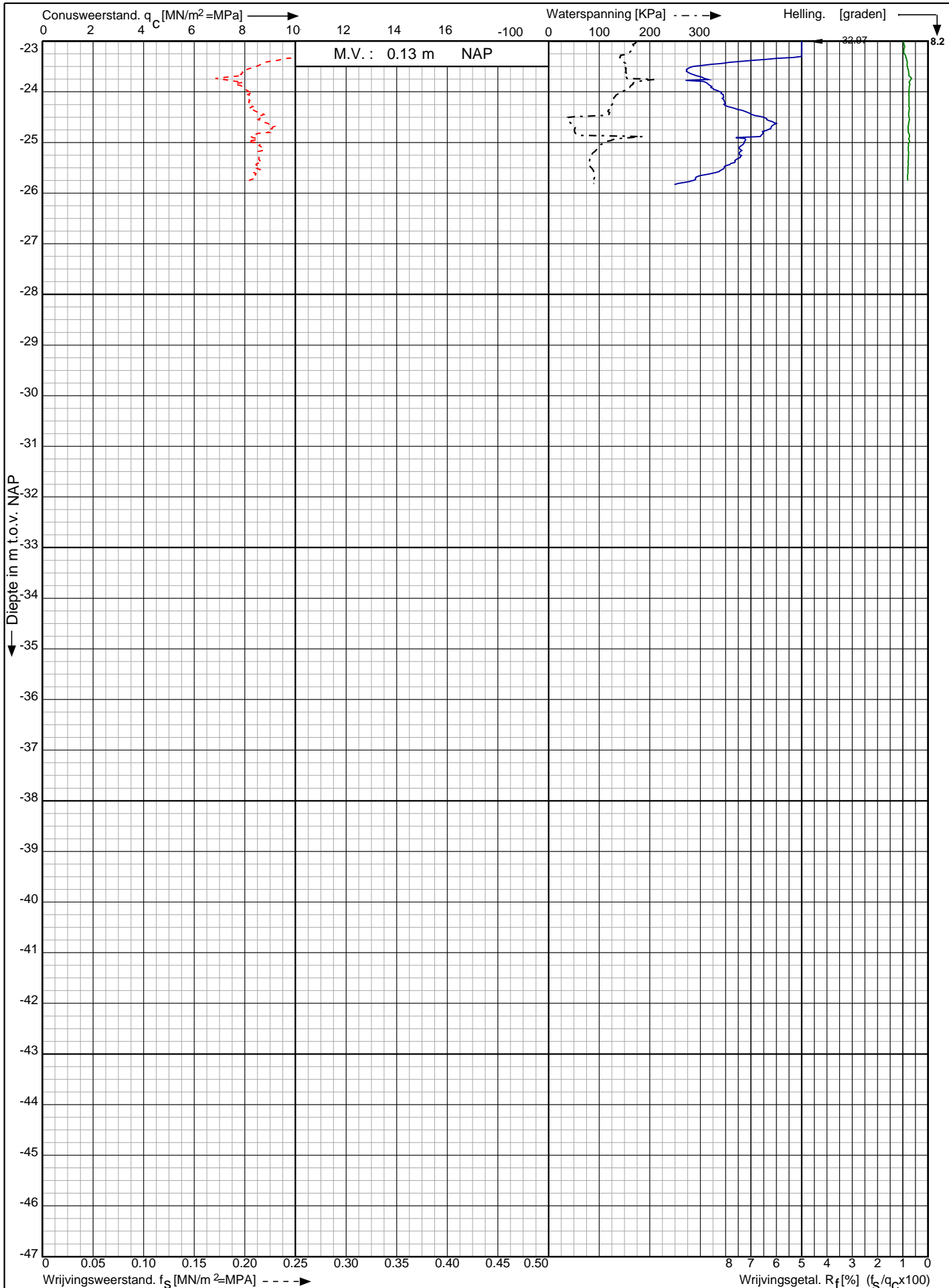
Sond. nr. : 5A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249299.36 Y = 595325.90

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

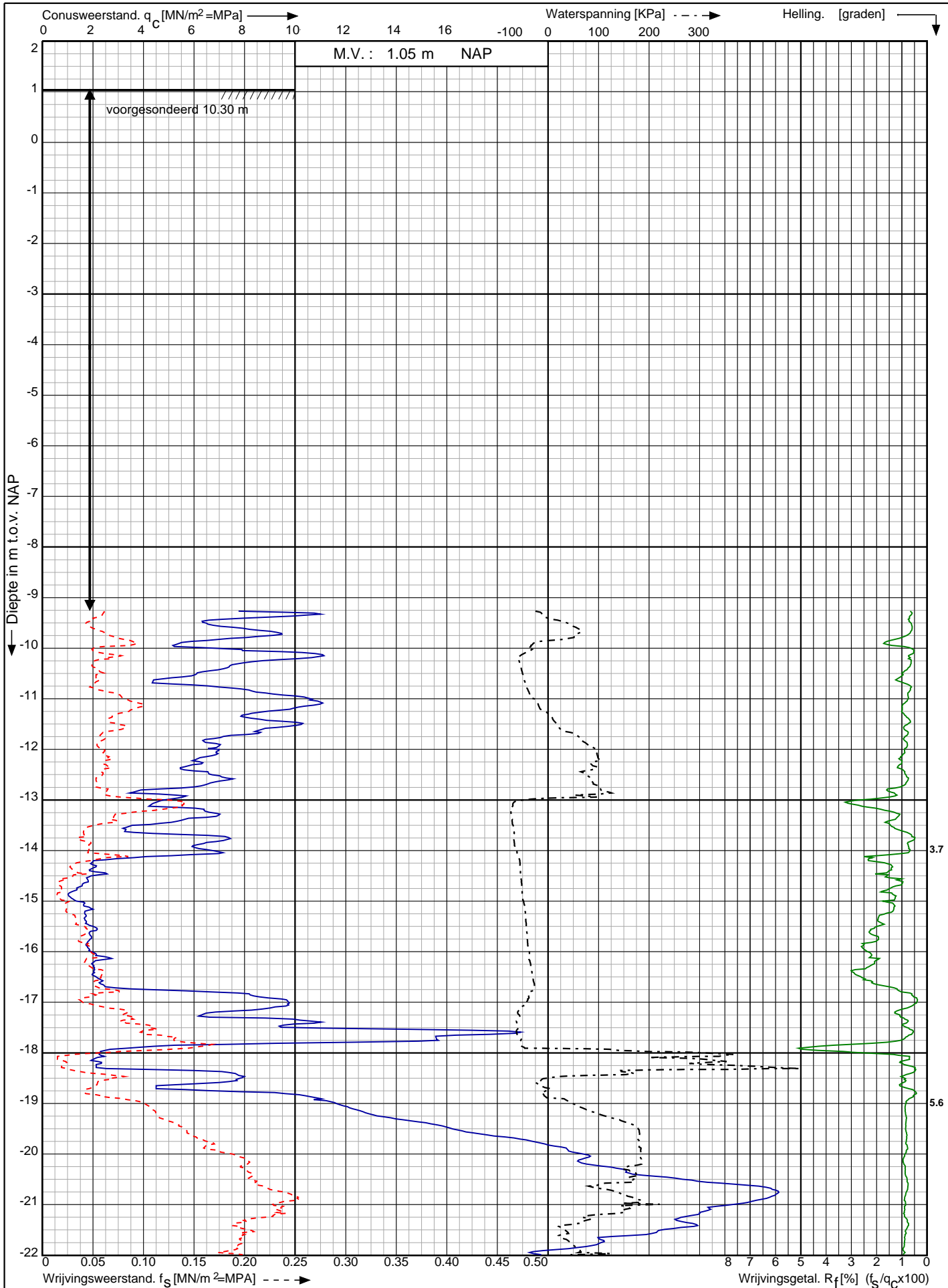
Sond. nr. : 5A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249281.93 Y = 595301.01

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

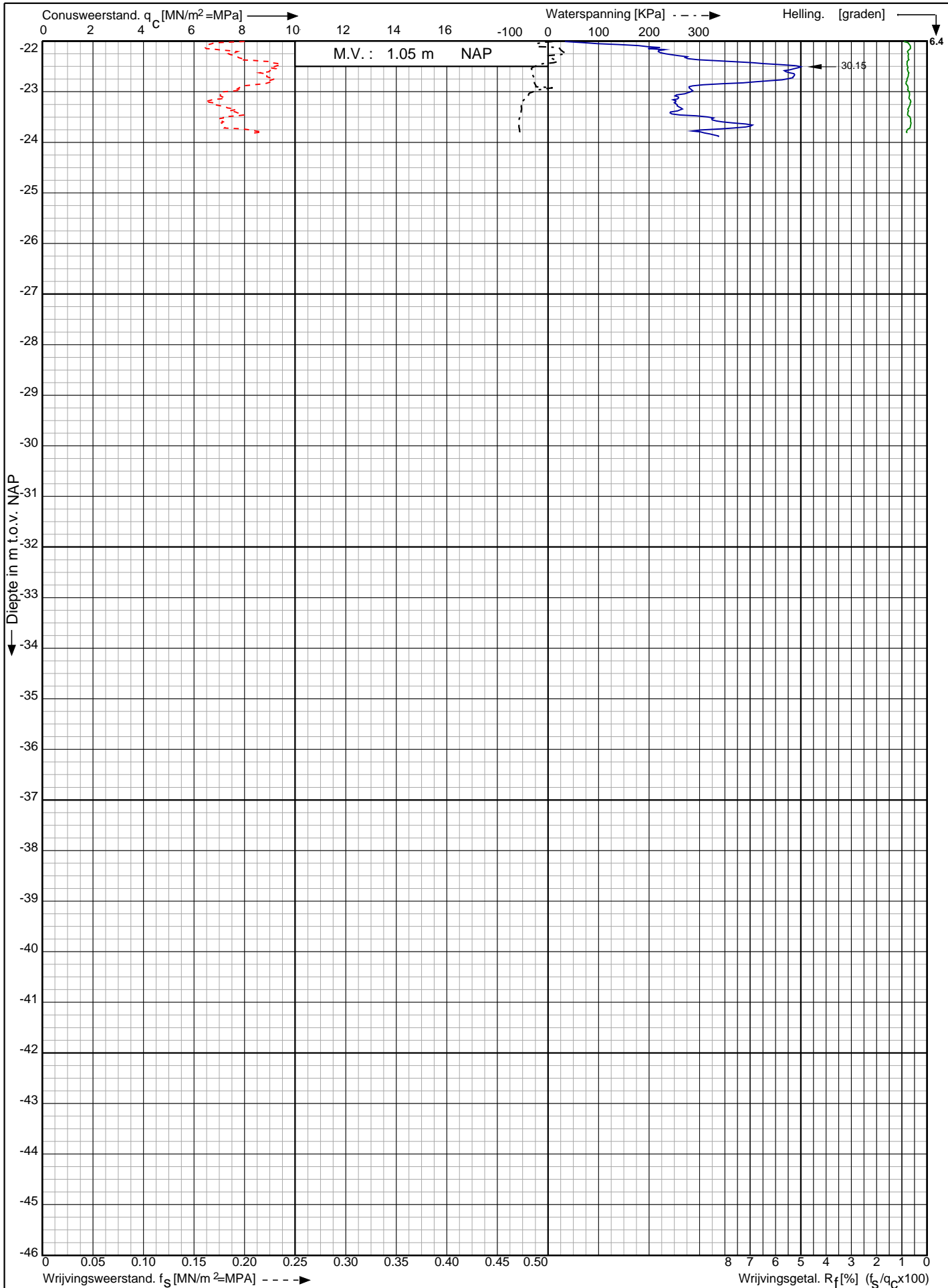
Sond. nr. : 6A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249281.93 Y = 595301.01

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

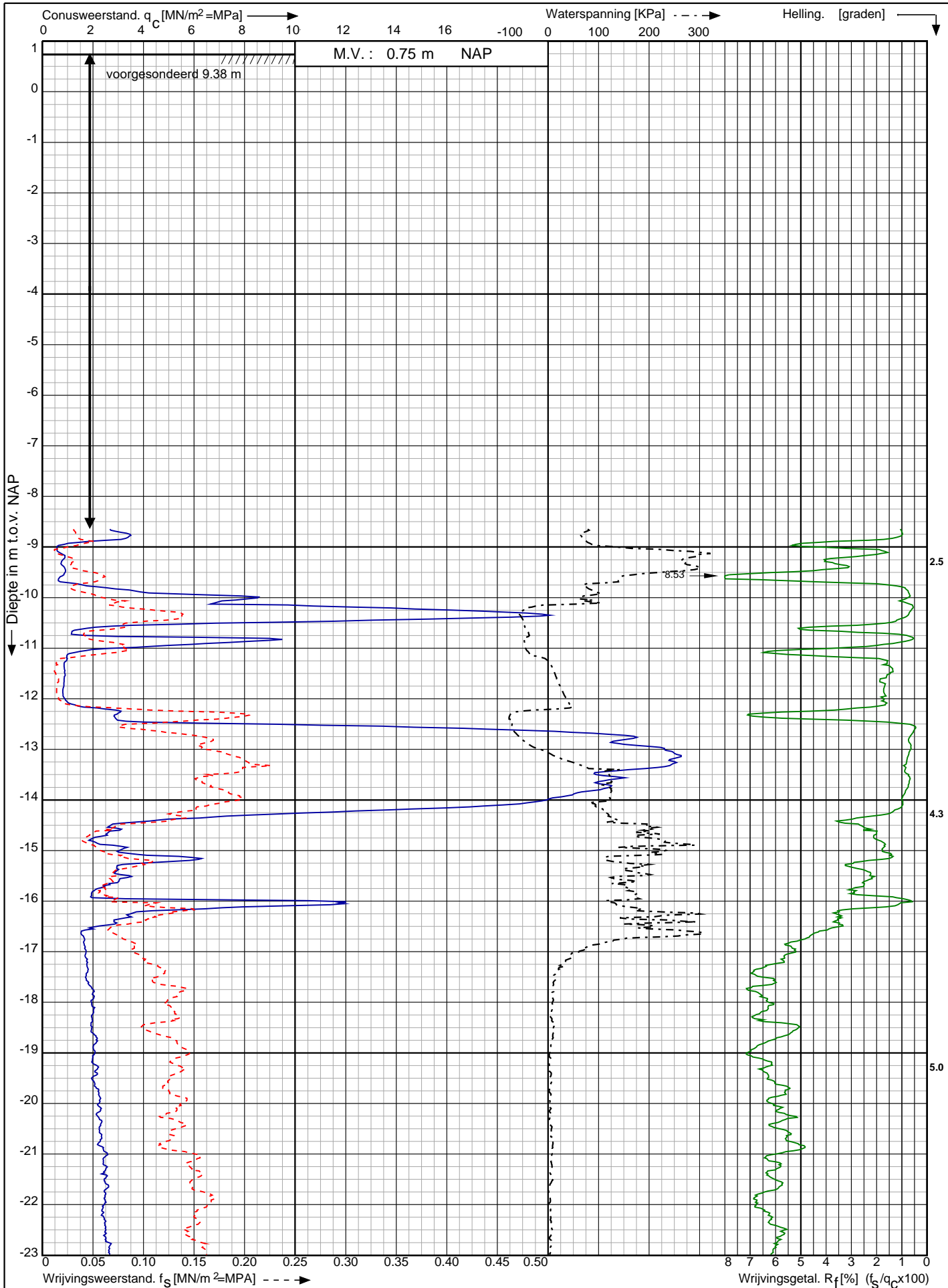
Sond. nr. : 6A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249653.27 Y = 595362.51

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

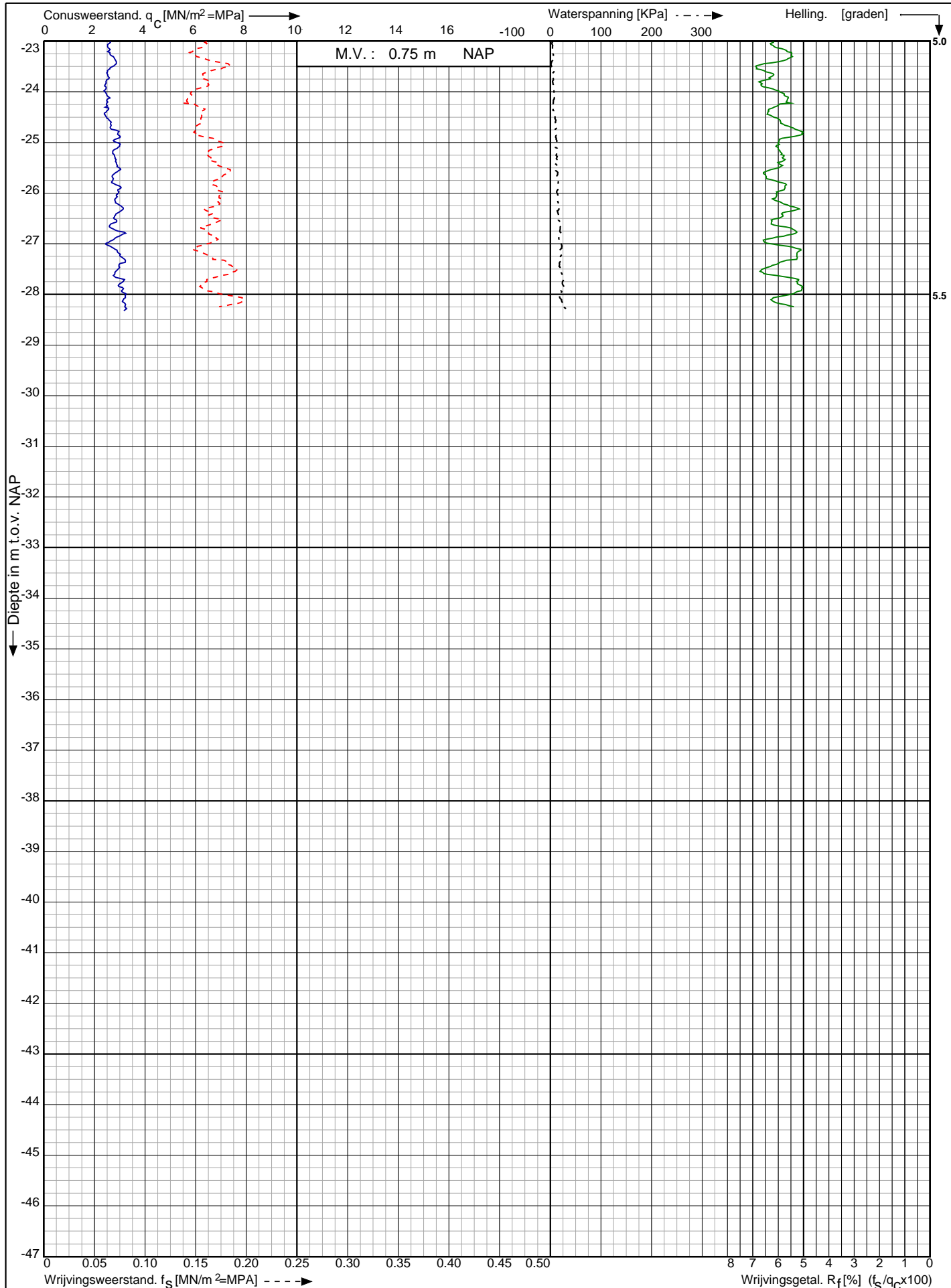
Sond. nr. : 7A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249653.27 Y = 595362.51

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

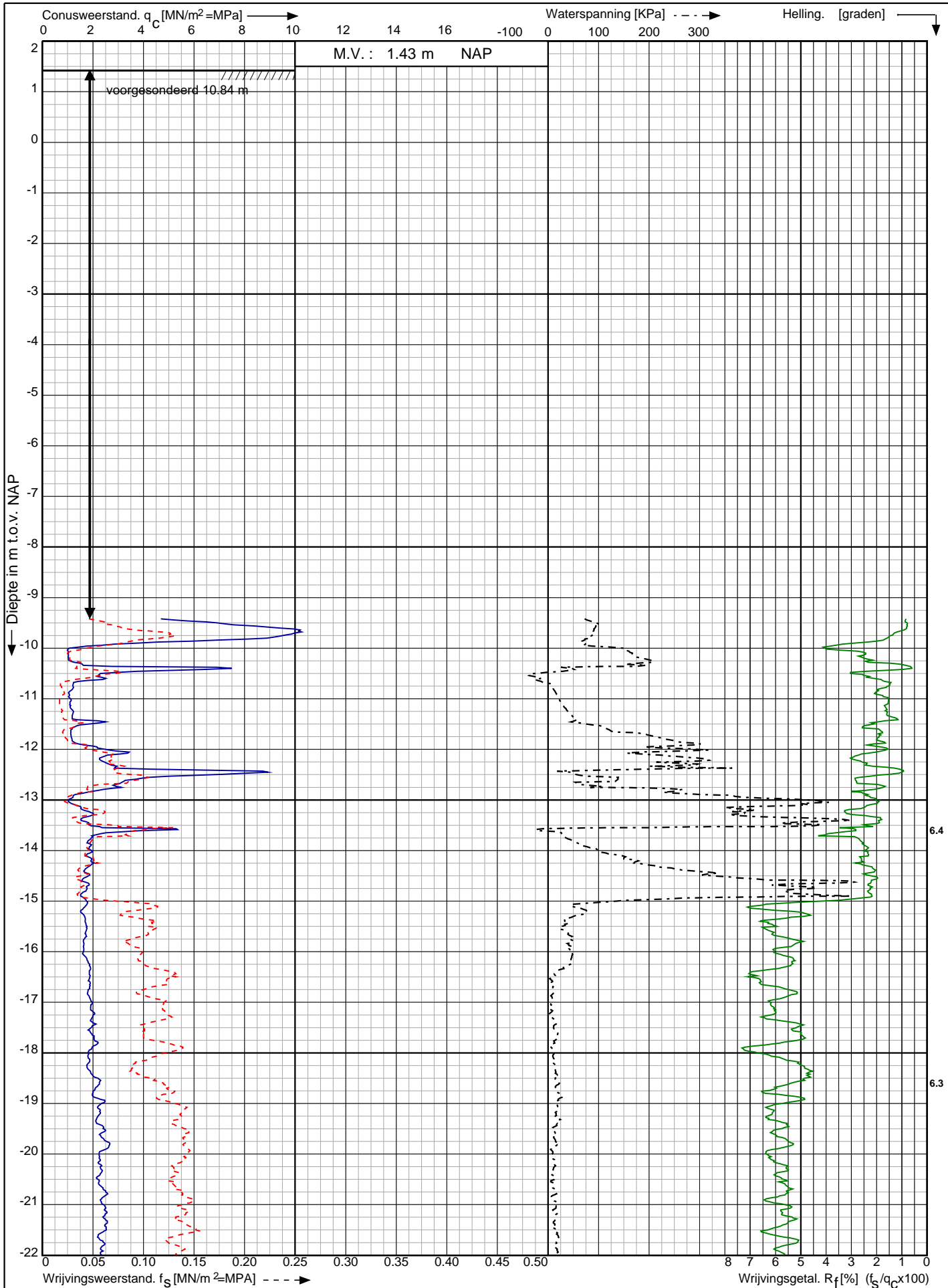
Sond. nr. : 7A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249682.93 Y = 595386.29

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitg. : 1-7-2019

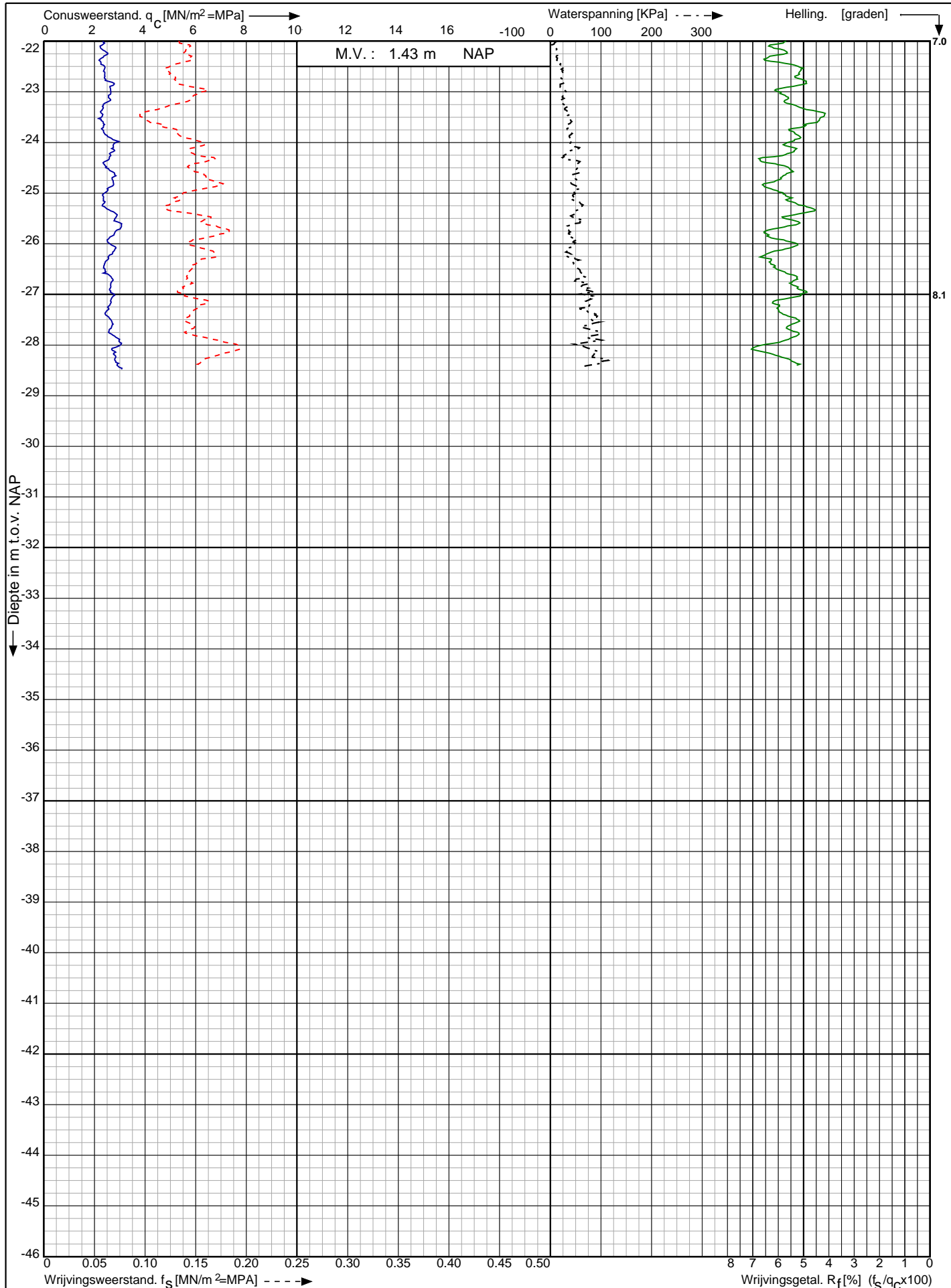
Sond. nr. : 8A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 249682.93 Y = 595386.29

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 1-7-2019

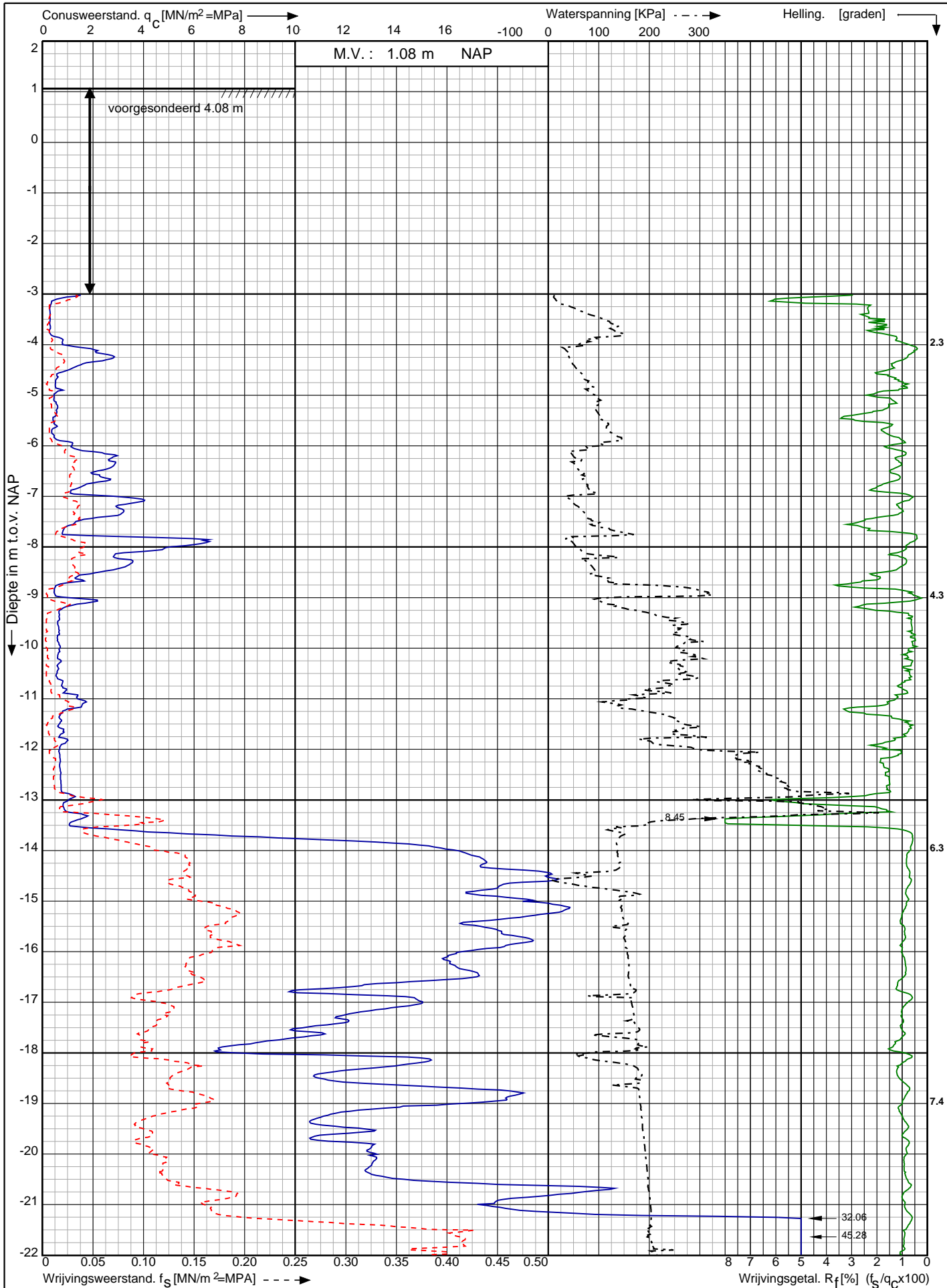
Sond. nr. : 8A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 246923.74 Y = 600477.02

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

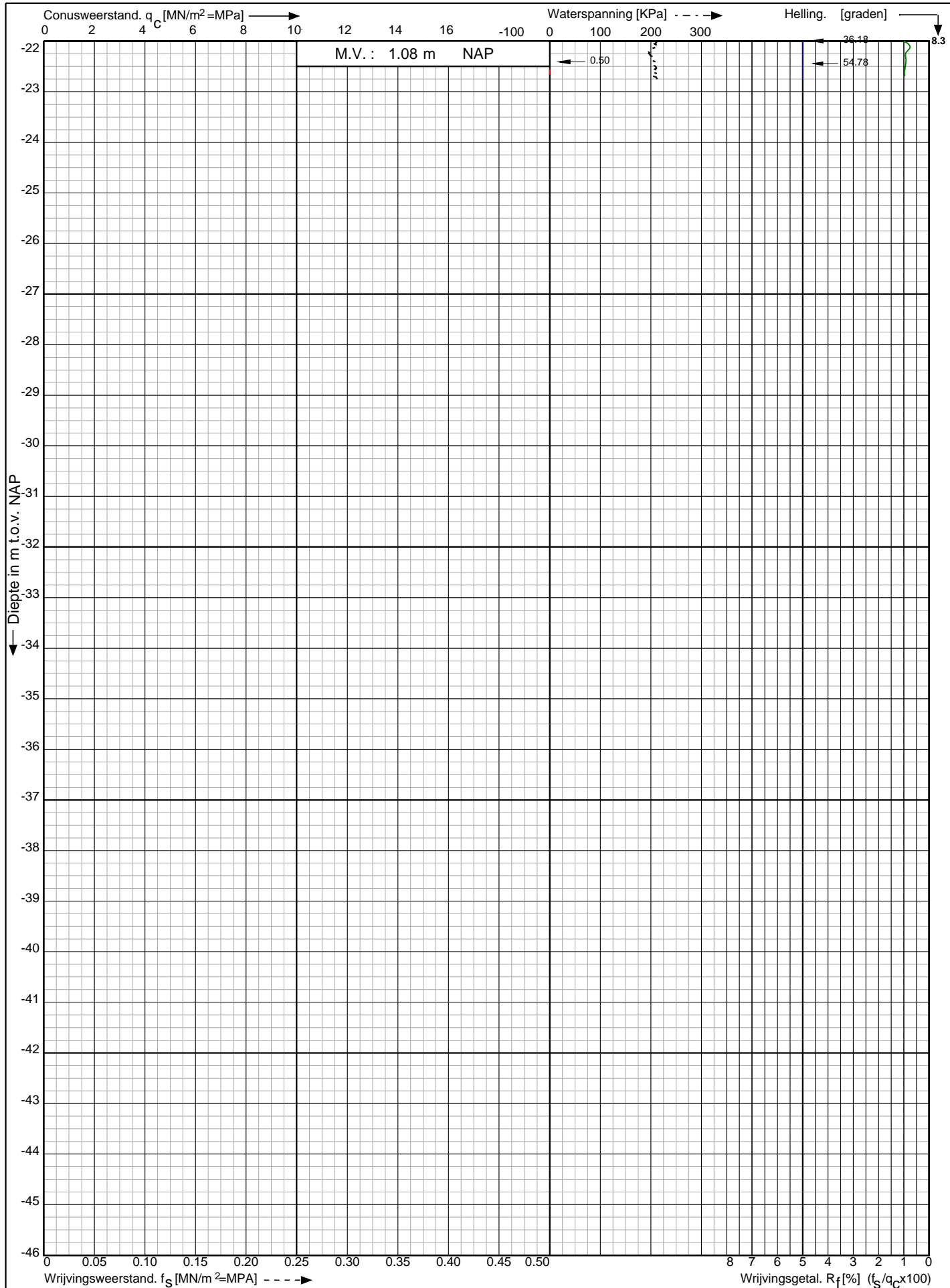
Sond. nr. : 9A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

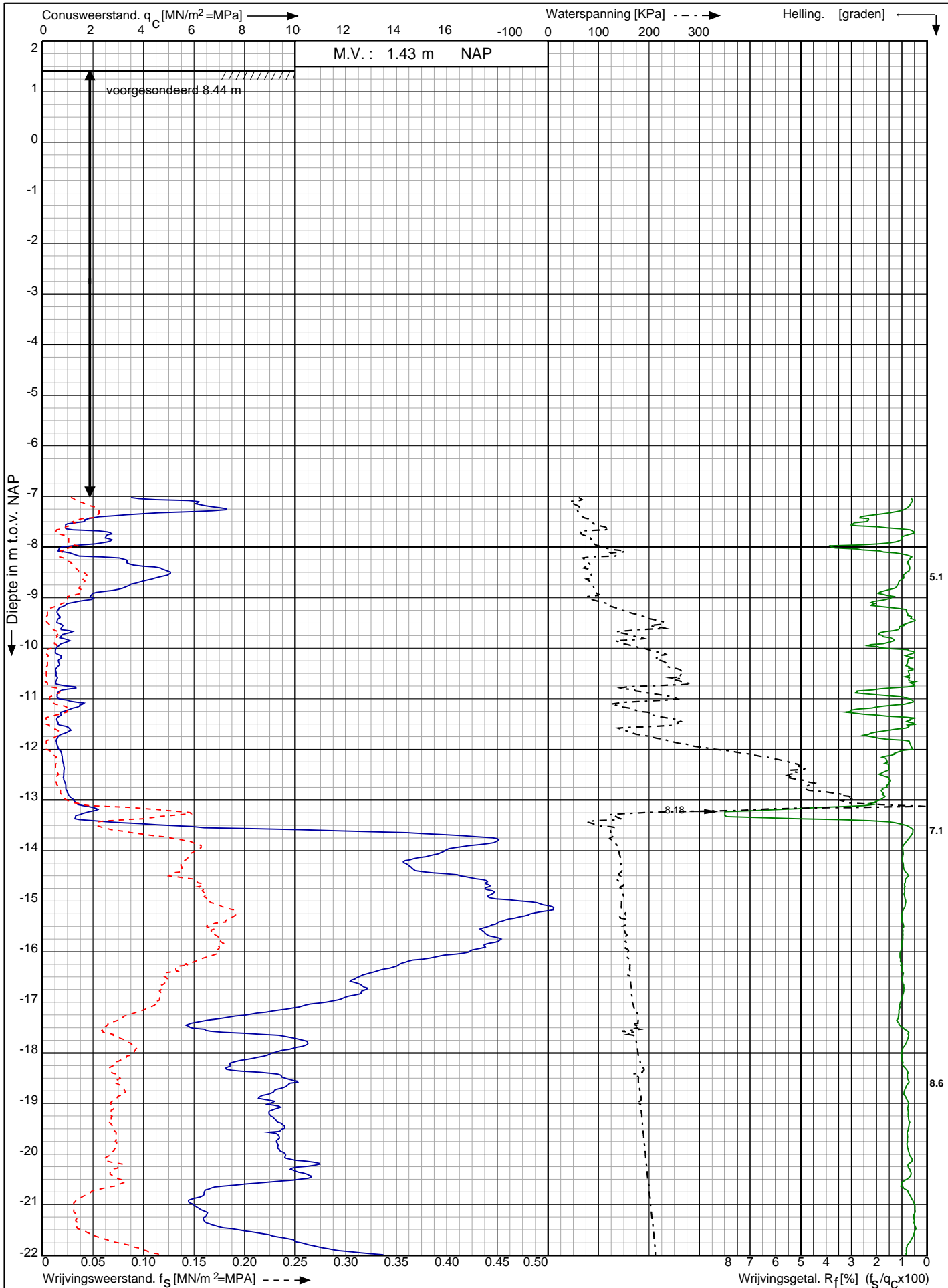
RD-coördinaten : X = 246923.74 Y = 600477.02

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

Sond. nr. : 9A





5 bruggen te
 Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 246934.0 Y = 600494.29

Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

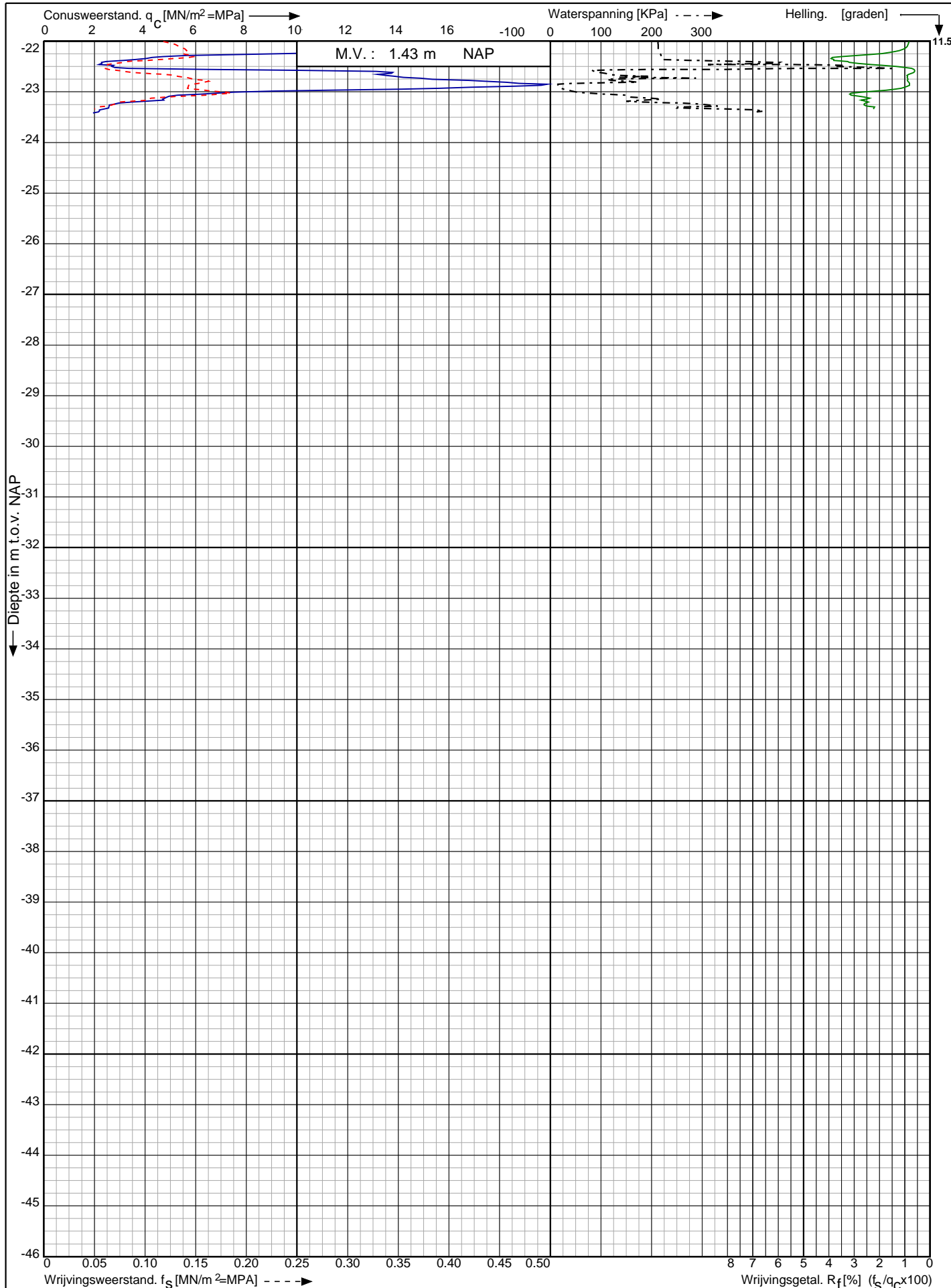
Sond. nr. : 10A



Conusserienummer: 070049

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



5 bruggen te
Oosterwijtwerd, Winsum en Warfhuizen

RD-coördinaten : X = 246934.0 Y = 600494.29

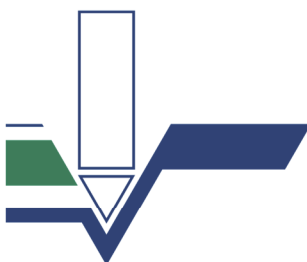
Opdr. nr. : 2019-0680

Datum uitv. : 2-7-2019

Sond. nr. : 10A

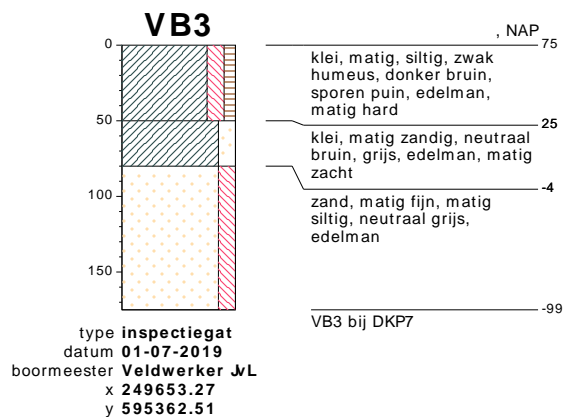
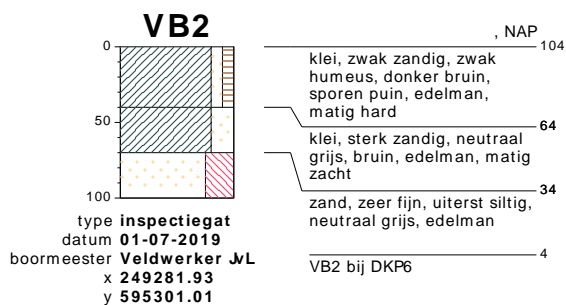
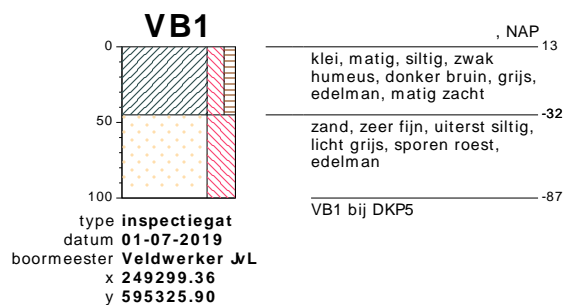


Bijlage:
Voorboorstaten



Koops & Romeijn grondmechanica

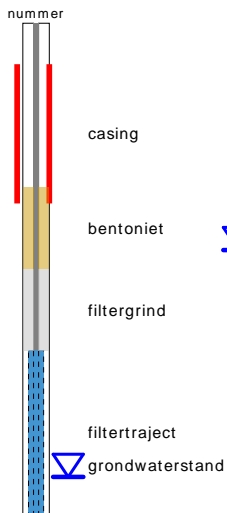
Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



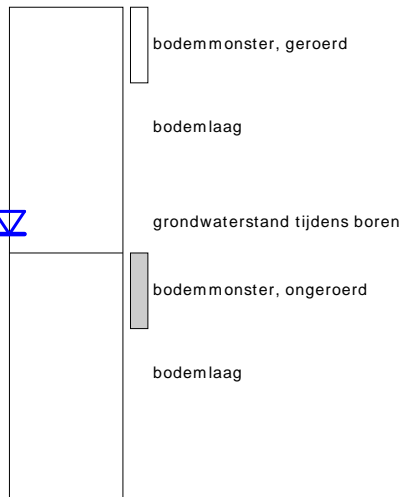
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek 5 bruggen 2019-0680
projectcode
datum 09-07-2019
getekend conform NEN 5104
pagina 1 van 2

PEILBUIS

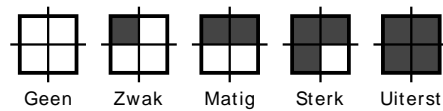


BORING

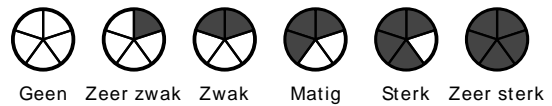


links= cm-maaiveld
rechts= cm + NAP

OLIE OP WATER REACTIE



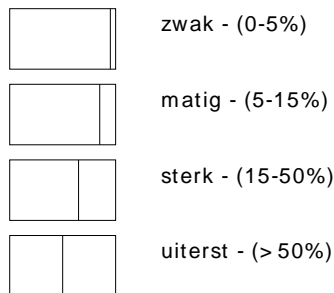
GEUR INTENISTEIT



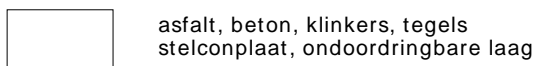
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



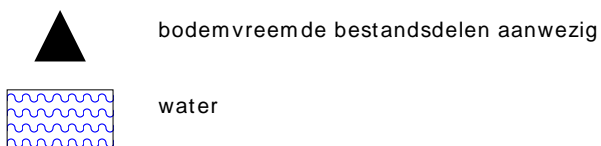
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = photo ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Koops grondmechanica bv
Postbus 428
7940 AK Meppel
tel.: (0522) 260 084
fax: (0522) 245 479
a.palsma@koopsggrondmechanica.nl

Teeuw Grondmechanica
Lekdijk 134
2865 LG Ammerstol
tel.: (0182) 672 708
fax: (0182) 670 176
j.teeuw@koopss-romeijn.nl

Ros grondmechanica advies
Lange Voorst 249
2343 CE Oegstgeest
tel.: 06 - 51 06 74 20
ros@bit.nl

Meurs grondmechanica advies
De Plak 23
6681 DN Bemmel
tel.: (0481) 451 179
fax: (0481) 450 880
j.meurs@koopss-romeijn.nl

Kranendonk Geohydrologie
Reinaldstraat 95
6883 HL Velp
tel.: (026) 369 00 30
fax: (026) 369 00 39
p.kranendonk@koopss-romeijn.nl

Fundatech
De Ververt 11-08
6605 AD Wijchen
tel.: (024) 645 44 01
fax: (024) 645 44 02
j.nicolasen@koopss-romeijn.nl

Koops Grondmechanica bv
De Schelp 8
9351 NV Leek
tel.: (0522) 260 084
a.palsma@koopsggrondmechanica.nl

Werkgebieden

Geotechnisch bodemonderzoek

- sonderingen
- grondboringen

Geotechnisch labonderzoek

Geotechnische adviezen

- funderingsadviezen
- zettinsanalyses
- schade en expertise
- damwandberekeningen
- bemalingsadviezen

Milieukundig Bodem- en grondwateronderzoek en advies



Bijlage 3 Corrosie en doorsnedetoets damwand

Bepaling corrosie op damwanden

Project: Vervanging 17 bruggen NZV
Projectnummer: BG5349
Omschrijving: Corrosie damwand Dieftil

Datum: 11-2-2020
Naam: P. Knoppert
Versie: 1.0

**Toepassingsgebied**

Spreadsheet is toepasbaar voor berekeningen van gereduceerde eigenschappen van damwandprofielen:
Z-profielen

Uitgangspunten**Corrosie snelheden**

Corrosieafname is bepaald conform NEN-EN 1993-5:2008/NB:2012 art. 4.4

Table 4-1: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schot, ...)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial sites	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schot, sand, silt, ...)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag, ...)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

Notes:

1) Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two.

2) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.

Table 4-2: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in fresh water or in sea water

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Common fresh water (river, ship canal, ...) in the zone of high attack (water line)	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Very polluted fresh water (sewage, industrial effluent, ...) in the zone of high attack (water line)	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Sea water in temperate climate in the zone of high attack (low water and splash zones)	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Sea water in temperate climate in the zone of permanent immersion or in the intertidal zone	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50

Notes:

1) The highest corrosion rate is usually found in the splash zone or at the low water level in tidal waters. However, in most cases, the highest bending stresses occur in the permanent immersion zone, see Figure 4-1.

2) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.

Levensduur

Zijde 1 Grondzijde
Zijde 2 Kanaalzijde
Totaal

100 jaar
1,2 mm / 100 jaar
1,4 mm + / 100 jaar
2,6 mm / 100 jaar

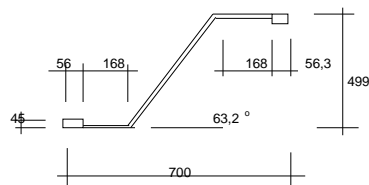
Traagheidsmoment on-aangetaste damwand

type :

AZ36-700N

lengte onder tot hoek
lengte boven tot hoek
lengte plank b
tot hoogte profiel h
dikte horizontale delen t
dikte schuine stuk s
hoek schuine stuk
halve lengte slot
dikte slot
Contact lengte /m¹

167,7 mm
167,7 mm
700,0 mm
499,0 mm
15,0 mm
11,2 mm
63,2 °
± 56,3 mm
± 44,8 mm
1,439 m²/m¹

**Per plank**

A = 16332,9 mm²
G = 128,2 kg/m¹
z = 249,5 mm
I_{xx} = 67150,8 cm⁴
W = 2691,4 cm³
Wp = 3143,3 cm³

Per m1

A = 233 cm²/m
G = 183 kg/m¹
I_{xx} = 95930 cm⁴/m
W = 3845 cm³/m
Wp = 4490 cm³/m

Per m1 (conform tabellen)

A = 216,0 cm²/m
G = 169 kg/m²
I_{xx} = 89610 cm⁴/m
W = 3590 cm³/m
Wp = 4110 cm³/m

afwijking
1,08 -
1,08 -
1,07 -
1,07 -
1,09

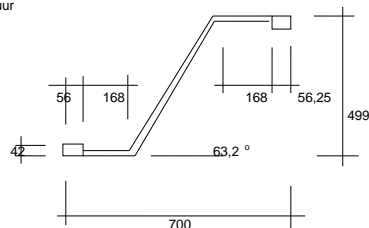
Traagheidsmoment aangetaste damwand

levensduur constructie
afname wanddikte

100 jaar
2,6 mm gedurende de levensduur

lengte onder tot hoek
lengte boven tot hoek
lengte plank b
tot hoogte profiel h
dikte horizontale delen t
dikte schuine stuk s
hoek schuine stuk
halve lengte slot
dikte slot

167,7 mm
167,7 mm
700,0 mm
499,0 mm
12,4 mm
8,6 mm
63,2 °
± 56,3 mm
± 42,2 mm

**Per plank**

A = 13714,7 mm²
G = 107,7 kg/m¹
z = 249,5 mm
I_{xx} = 58368,2 cm⁴
W = 2339,4 cm³
Wp = 2696,1 cm³

Per m1

A = 19592,5 mm²
G = 153,8 kg/m¹
I_{xx} = 83383,1 cm⁴
W = 3342,0 cm³
Wp = 3852 cm³

Reductiefactoren voor profielgrootheden

830,4891381

Onderstaand zijn de reductiefactoren weergegeven van een levensduur van:
100 jaar

γ_{cor}
A = 0,840 -
G = 0,840 -
I_{xx} = 0,869 -
W = 0,869 -
Wp = 0,858

Per m1 (conform tabellen)

A = 216,0 cm²/m
G = 169 kg/m²
I_{xx} = 89610 cm⁴/m
W = 3590 cm³/m
Wp = 4110 cm³/m

Per m1 (conform tabellen)

incl. corrosie afname

A = 181,38 cm²/m
G = 142 kg/m²
I_{xx} = 77890 cm⁴/m
W = 3120 cm³/m
Wp = 3525 cm³/m

Bepaling corrosie op damwanden

Project: Vervanging 17 bruggen NZV
Projectnummer: BG5349
Omschrijving: Corrosie damwand Dieftil

Datum: 11-2-2020
Naam: P. Knoppert
Versie: 1.0

Blad 1 van 2

**Bepaling opneembaar moment op damwanden**

IE = 163568,817 kNm2/m1

Uitgangspunten

Staalkwaliteit S270GP Mu 843 kNm/m
vloeispanning f_y
Treksterkte f_u

(sheet alleen geldig voor Z-profielen)

Profielklasse is bepaald aan de hand van tabel 5-1 van de NEN-EN 1993-5

epsilon ϵ 0,93
Type profiel Z

Met corrosie

Breedte van de flens b 448
Dikte van de flens t_f 12,4

$$\frac{b/t_f}{\epsilon} = 39$$

Profielklasse 2
Indien van toepassing, toelaatbare spanning om in profielklasse 3 te vallen

b/t_f 36
toelaatbare epsilon $e_{\text{toelaatbaar}}$ 0,55

Toelaatbare spanning 270
 e 0,9329

Classification	Z-profile	U-profile
Class 1	- the same boundaries as for class 2 apply - a rotation check has to be carried out	
Class 2	$\frac{b/t_f}{\epsilon} \leq 45$	$\frac{b/t_f}{\epsilon} \leq 37$
Class 3	$\frac{b/t_f}{\epsilon} \leq 66$	$\frac{b/t_f}{\epsilon} \leq 49$
$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	f_y [N/mm ²]	
	240 270 320 355 390 430	
	0,99 0,93 0,86 0,81 0,78 0,74	

Voor het bepalen van het moment is aangenomen dat voor profielklasse 4 de spanning wordt gereduceerd. Alternatieve methode is een plooi controle uitvoeren.

M_{Ed} 809,8 kNm/m
 V_{Ed} 53,9 kN/m
 N_{Ed} 299,3 kN/m

kniklente L 12,9 m (0,7 x L)

Factor voor scheve bui β_B 1 [-]
 β_D 1 [-]

Reductie voor meer dan 5 meter waterstands verschil
 ρ_B 1 [-]

$M_{c,Rd}$ 952 kNm/m (5.2) of (5.3)
 c 545 mm (figuur 5-1)
 A_v 4185 mm² (5.6)

$ct_w > 72 \epsilon$
63,4 67,2
geen dwarskracht plooi controle nodig

relatieve stijfheid λ 0,79 (5.8)
 f_{bv} 157 N/mm² (tabel 6-1 van de NEN-EN 1993-1-3)
 $V_{b,Rd}$ 936 kN/m (5.7)
 $V_{PL,Rd}$ 932 kN/m (5.5)

Dwarskracht meer dan 50% van $V_{PL,Rd}$ $V_{Ed}/V_{PL,Rd}$ 0,06 < 0,5

formules 5.10 en 5.9 niet van toepassing

p 0,78 [-] (5.10)
 $M_{v,Rd}$ 952 kNm/m (5.9)

N_{CR} 9648 kN/m (5.12)
Controle of stabiliteitscontrole nodig is N_{Ed}/N_{CR} 0,031 < 0,04 (5.11)

Geen stabiliteitscontrole nodig

λ 0,71 [-] (5.13 toelichting)
 N_{PL} 4897 kN/m (5.13 toelichting)
 α 0,76 [-] (Tabel 6.1 van de NEN-EN 1993-1-1 curve d)
 ϕ 0,95 [-] (6.49, toelichting NEN-EN 1993-1-1)
 χ 0,64 [-] (6.49 van de NEN-EN 1993-1-1)

Controle stabiliteit Buiging en Normaalkracht
Controle volgens 5.13 1,07 [-]

Check of Normaalkracht meegenomen moet worden in controle moment
 $N_{Ed}/N_{PL,Rd}$ 0,06 < 0,1

Normaalkracht hoeft NIET meegenomen worden in berekening

$M_{c,Rd}$ 952 (5.2) of (5.3)

UC stabiliteit 0,00
UC sterkte, moment 0,85
UC sterkte, dwarskracht 0,06
UC sterkte, normaalkracht 0,06
UC sterkte, gecombineerd 0,85
UC totaal 0,85

w	$(b/t_w) \leq 20,0$	$(b/t_w) \leq 30,0$	$(b/t_w) \leq 40,0$	$(b/t_w) \leq 50,0$
5,0	1,00	1,00	1,00	1,00
10,0	0,99	0,97	0,95	0,87
15,0	0,98	0,96	0,92	0,76
20,0	0,98	0,94	0,88	0,60

Key:
 b is the width of the flange, but b should not be taken as less than $c/\sqrt{2}$, where c is the slant height of the web
 t_w is the lesser of t_f or t_w
 t_f is the flange thickness
 t_w is the web thickness
 w is the differential head in m
 $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$; f_y is the yield strength in N/mm²

Notes:
1) $\rho_y = 1.0$ may be used if the interlocks of Z-piles are welded.
2) Intermediate values may be interpolated linearly.



Bijlage 4 Belastingen

Landhoofd

Project: Vervanging bruggen NZV
 Projectnummer: BG5349 - Dieftil
 Omschrijving: Belastinggevallen

Datum: 25-2-2020
 Naam: Peter Knoppert
 Versie: v1.0

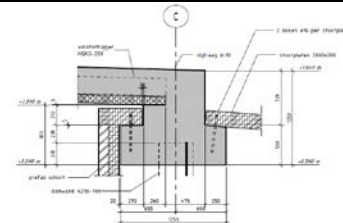


Dekconstructie

Stramienmaat	8130 mm	Liggertype	HGKO 350		
Deklengte	8830 mm	Aantal liggers	5 stuks	Randliggers	2 stuks
		Dekbreedte	5850 mm		
		Druklaag	120 mm		
		Constructiedikte	350 mm		
Hoogte oplegging	20 mm	Eigen gewicht	11,75 kN/m ¹		
Hart oplegging naar rand beton	100 mm	Liggerbreedte	990 mm		
		Hart op hart afstand	1000 mm		

Afmetingen landhoofd

Opstort landhoofd (deel A)		Opstort landhoofd (deel A)	
Hoogte opstort	470 mm	Breedte	420 mm
Breedte opstort	420 mm		
Opstort landhoofd (deel B)		Stootplaten	
Hoogte opstort	640 mm	Lengte	2000 mm
Breedte opstort	870 mm	Dikte	250 mm
		Breedte oplegging	250 mm
		Dook t.o.v. rand beton	125 mm
		Voorhang	
		Hoogte	mm
		Dikte	175 mm
Asfalt		Breedte oplegging	300 mm
Dikte	0 mm	Breedte voet	200 mm
80 mm + 40 mm voor toekomstige overlaging			



Permanente belastingen

BG1 Eigen gewicht landhoofd

Voor het bepalen van het eigen gewicht van het landhoofd wordt de constructie opgesplitst in 3 delen (zie bijgevoegd figuur).

	Lengte [mm]	Breedte [mm]	Hoogte [mm]	Eigen gewicht [kN/m ³]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ¹]	Gravitatiev. [m/s ²]	Gewicht [kN/m ¹]
Deel A	-	470	235	-	25	2,8	9,81	2,7
Deel B	-	735	270	-	25	5,0	9,81	4,9
Deel C	-	1255	530	-	25	16,6	9,81	16,3
						24,4 kN/m		23,9 kN/m

Totale last 47,8 kN
 SCIA 47,8 kN
 100% OK

BG2 Eigen gewicht dek

Door kruip in het beton zal na verloop van tijd de krachtsverdeling volgens het oorspronkelijke systeem deels overgaan in de krachtsverdeling in het nieuwe systeem, dit wordt ook wel het Kist-effect genoemd. Het Kist-effect is niet alleen van toepassing op het eigen gewicht van de constructie, maar geldt voor alle belastingen die al voor de wijziging van het systeem aanwezig waren, dus ook voor de voorspanning in de prefab liggers.

Omdat de krachtsverdeling in de tijd wijzigt moeten zowel de bouwfase, het begin van de gebruiksfase als het einde van de gebruiksfase beschouwd worden. Aangezien de prefab liggers berekend worden door de leverancier, wordt in deze berekening enkel de eindfase, welke het grootste inklemmingsmoment levert, beschouwd.

Kruipcoëfficiënt

De kruipcoëfficiënt in de liggers wordt bepaald met behulp van bijlage B van NEN-EN 1992-1-1.

Relatieve vochtigheid: $RH := 80$ (buitenlucht boven water)

Oppervlakte dwarsdoorsnede: $A_c := 195175 \text{ mm}^2$

Omtrek ligger: $u := 2702 \text{ mm}$

Theoretische dikte: $h_o := \frac{2 \cdot A_c}{u \cdot \text{mm}} = 144.467$

Gemiddelde druksterkte: $f_{cm} := 68$

Coëfficiënten invloed betonsterkte: $\alpha_1 := \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.7} = 0.628$

$$\alpha_2 := \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.2} = 0.876$$

$$\alpha_3 := \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.5} = 0.717$$

Invloed relatieve vochtigheid: $\varphi_{RH} := \left(1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_o}} \cdot \alpha_1 \right) \cdot \alpha_2 = 1.085$

Invloed betonsterkte: $\beta_{f,cm} := \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.037$

Coëfficiënt afhankelijk van RH: $\beta_H := 1.5 \cdot \left[1 + (0.012 \cdot RH)^{18} \right] \cdot h_o + 250 \cdot \alpha_3 = 499.988$

$$\beta_{H,max} := 1500 \cdot \alpha_3 = 1.076 \times 10^3$$

$$\beta_H := \min(\beta_H, \beta_{H,max}) = 499.988$$

Op het tijdstip $t = 0$, het tijdstip van belasten, wordt uitgegaan van liggers met een ouderdom van 7 dagen.

Ouderdom: $t_0 := 7$

Invloed ouderdom: $\beta_{t0} := \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}} = 0.635$

Theoretische kruipcoëfficiënt: $\varphi_0 := \varphi_{RH} \cdot \beta_{f,cm} \cdot \beta_{t0} = 1.403$

Bij plaatsing van de liggers wordt uitgegaan van een ouderdom van 28 dagen:

Ouderdom bij belasten: $t := 28$

Coëfficiënt kruip in de tijd: $\beta_{c,t,t0} := \left(\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_0} \right)^{0.3} = 0.382$

Kruipcoëfficiënt: $\varphi_{t,t0} := \varphi_0 \cdot \beta_{c,t,t0} = 0.535$

Voor het tijdstip $t = \infty$ geldt:

Coëfficiënt kruip in de tijd: $\beta_{c,t,\infty} := 1 - \beta_{c,t,t0} = 0.618$

Kruipcoëfficiënt: $\varphi_{t,\infty} := \varphi_0 \cdot \beta_{c,t,\infty} = 0.868$

Kist-effecten

Wijziging statisch systeem

De bouwvolgorde van het dek is van invloed op de krachtswerking in de constructie. De liggers zijn in eerste instantie vrij opgelegd op de landhoofden waarna de druklaag wordt gestort en het dek daarmee momentvast verbonden wordt met de landhoofden. Dit heeft tot gevolg dat de buigende momenten ter plaatse van het veld en de steunpunten zich herverdelen. De krachtsverdeling in de constructie wordt bepaald door de som van onderstaande 3 krachtsverdelingen, zie artikel 5.4(5) van NB behorend bij NEN-EN 1992-1-1:

1. de krachtsverdeling in het oorspronkelijke statisch systeem ten gevolge van de op dat moment aanwezige belastingen, vermenigvuldigd met een factor $e^{-\varphi(\infty, t_0)}$;
2. de krachtsverdeling in het nieuwe statisch systeem ten gevolge van de reeds op het oorspronkelijke statisch systeem aanwezige belasting, vermenigvuldigd met een factor $\left(1 - e^{-\varphi(\infty, t_0)}\right)$;
3. de krachtsverdeling in het nieuwe statisch systeem ten gevolge van de belasting die aangrijpt na het aanbrengen van de wijziging in het statisch systeem.

Kisteffect: t=0 jaar

Het eerste statisch systeem dat wordt beschouwd hoort bij de fase dat de liggers geplaatst zijn en dat de druklaag gestort is maar deze nog niet is uitgehard, het systeem is derhalve nog statisch bepaald. Op het systeem werken onderstaande belastingen:

- Eigen gewicht ligger;
- Eigen gewicht druklaag;
- Voorspanning op t=0.

Eigen gewicht ligger

Het eigen gewicht van de ligger met druklaag wordt overgenomen uit de documentatie van de leverancier. Uitgangspunt hierbij is een ligger HGK0350, een gekromde volstortligger van Haitsma beton.

$$q_{EG} := 11.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

In de statisch bepaalde situatie, waarbij de druklaag nog niet is uitgehard, wordt gerekend met een gelijkmatig verdeelde belasting van:

$$q_{EG.1} := q_{EG} \cdot e^{-\varphi_{t,t0}} = 6.879 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

De permanente belasting wordt in Scia Engineer ingevoerd als reactiekracht ter plaatse van de tijdelijke oplegging van de liggers.

$$l_{\text{ligger}} := 8.04\text{m}$$

$$R_{PB.1} := \frac{1}{2} \cdot q_{EG.1} \cdot l_{\text{ligger}} = 27.652 \cdot \text{kN}$$

Voor het nieuwe statisch systeem wordt de onderstaande permanente belasting ingevoerd:

$$q_{EG.2} := q_{EG} \cdot \left(1 - e^{-\varphi_{t,t0}}\right) = 4.871 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Totale last: } R_{MC} := R_{PB.1} \cdot 2 + q_{EG.2} \cdot l_{\text{ligger}} = 94.47 \text{ kN}$$

$$R_{SCIA} := 94.5 \text{ kN}$$

$$\text{Check} := \frac{R_{MC}}{R_{SCIA}} = 99.968 \%$$

BG3 Permanente belastingEigen gewicht stootplaten

De landhoofden worden met damwanden gefundeerd. Door de aanvulling tot op het maaiveld met aanvullend zijn de te verwachten restzettingen minimaal waardoor er stootplaten met een lengte van 2,0m toegepast worden. In de huidige situatie zijn ook stootplaten met een lengte van 2,0m aanwezig.

	Lengte* [mm]	Breedte [mm]	Dikte [mm]	Eigen gewicht [kN/m ³]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ³]
Stootplaat	1000	-	200	-	25	5,0
Aanvulling	1000	-	529	-	18	9,5
*lengten gebaseerd op opdracht naar landhoofd						14,5 kN/m

Eigen gewicht voorhang

	Breedte [mm]	Hoogte [mm]	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ³]	Excentriciteit* [mm]	Moment [kNm/m ³]
Oplegging	515	220	25	2,8	145,0	0,4
Voet	245	220	25	1,3	280,0	0,4
Wand	125	2310	25	7,2	220	1,6
Metselwerk	120	2310	23	6,4	342,5	2,2
*excentriciteit t.o.v. dook				17,8 kN/m		4,6 kNm/m

Dook: 112,5mm

Het prefab schort steunt af tegen de damwand. Door de excentriciteit levert dit een horizontale belasting op de damwand van:

$$4,6 \quad / \quad 2,02 \quad = \quad 2,3 \text{ kN/m}$$

Slijtlaag

Het dek wordt voorzien van een slijtlaag. Hiervoor wordt een gelijkmatig verdeelde belasting aangehouden van:

$$0,50 \text{ kN/m} \times 8,13 = 4,1 \text{ kN/m} \quad (\text{horizontaal})$$

Damwand

De damwand wordt ingevoerd als staaf met een equivalente stijfheid van de plank. Het eigen gewicht van de plank wordt als lijnlast op de staaf gezet.

$$1,69 \times 18,48 = 31,2 \text{ kN}$$

Totale last 131,1 kN
SCIA 131,1 kN
100% OK

BG 4 Voorspanning

De prefab liggers worden voorzien van voorspanning. Door kruip zal een deel van de voorspanning naar de onderbouw kruipen. Omdat de liggers berekend worden door de leverancier worden er voor de aanwezige voorspanning enkele aannames gedaan.

Karakteristieke treksterkte voorspanstaal	f_{pk}	=	1860 N/mm ²
Karakteristieke 0,1%-rekgrens van voorspanstaal	$f_{p0,1k}$	=	1600 N/mm ²
Diameter spanelement	\emptyset	=	15,7 mm
Oppervlak streng	A_p	=	150 mm ²
Aantal strengen	N	=	10 st
Aantal onthechte strengen	N_1	=	4 st
Onthechtinslengte	l_1	=	1000 mm

Voor de spanning na aflaten wordt 80% van de karakteristieke 0,1%-rekgrens aangenomen.

$$\text{Spanning na aflaten} \quad \sigma_{pm0} = 80\% \times 1600 = 1280 \text{ N/mm}^2$$

Als werkvoorspankracht wordt 90% van de spanning na aflaten aangenomen.

$$\text{Werkvoorspanning} \quad \sigma_{pmt} = 90\% \times 1280 = 1152 \text{ N/mm}^2$$

De onderstaande voorspankrachten werken op de ligger

Liggerkop	P_2	=	6	x	1152	x	150	x	10^{-3}	=	1037 kN
Ligger (bijkomend)	P_1	=	4	x	1152	x	150	x	10^{-3}	=	691,2 kN

De kruipfactor is bepaald bij het eigen gewicht en bedraagt

Kruipfactor	$\varphi_{t,t0}$	=	0,535		
Liggerkop	$P_{2,t,t0}$	=	$P_2 \times (1 - e^{-\varphi_{t,t0}})$	=	430 kN
Ligger (bijkomend)	$P_{1,t,t0}$	=	$P_1 \times (1 - e^{-\varphi_{t,t0}})$	=	286 kN

De voorspanbelasting wordt excentrisch op de staaf ingevoerd. Aangenomen wordt dat de voorspanning op 65mm ten opzicht van onderzijde ligger ligt (hart flens).

Totale last 0 kN
SCIA 0 kN
100% OK

BG5 Gronddruk - buitenzijde

De verticale gronddruk op het landhoofd bestaat uit de grond welke aanwezig is op de stootplaten (SP).

De horizontale gronddruk bestaat uit de gronddruk van onderzijde stootplaat tot onderzijde landhoofdbalk, met een hoek van inwendige wrijving

Laag	Bovenzijde laag [m t.o.v. N.A.P.]	Grondsoort [-]	γ_{dr} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	σ_v [kN/m ²]	u [kN/m ²]	σ'_h [kN/m ²]	σ_h [kN/m ²]
Bovenzijde dek	1,749	Zand, aanvulling	18	20	0,0	0,0	0,0	0,0
Hart dek	1,514	Zand, aanvulling	18	20	4,2	0,0	2,1	2,1
Onderzijde landhoofd	0,480	Zand, aanvulling	18	20	22,8	0,0	11,4	11,4
(Grond)waterstand	-1,220	Slappe klei / veen	12	12	53,4	0,0	26,7	26,7
Bodempeil	-3,020	Slappe klei / veen	12	12	75,0	18,0	28,5	46,5
Laagscheiding	-9,500	Zand, matig vast	18	20	152,8	82,8	35,0	117,8
Laagscheiding	-14,500	Potklei	18	18	252,8	132,8	60,0	192,8
Laagscheiding	-18,000	Zand, vast	19	21	315,8	167,8	74,0	241,8
Puntniveau	-18,000	Zand, vast	19	21	315,8	167,8	74,0	241,8

Totale last 0 kN
SCIA 0 kN
100% OK

BG6 Gronddruk - binnenzijde

De verticale gronddruk op het landhoofd bestaat uit de grond welke aanwezig is op de stootplaten (SP).

De horizontale gronddruk bestaat uit de gronddruk van onderzijde stootplaat tot onderzijde landhoofdbalk, met een hoek van inwendige wrijving

Laag	Bovenzijde laag [m t.o.v. N.A.P.]	Grondsoort [-]	γ_{dr} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	σ_v [kN/m ²]	u [kN/m ²]	σ'_h [kN/m ²]	σ_h [kN/m ²]
(Grond)waterstand	-1,220	Water	10	10	0,0	0,0	0,0	0,0
Bodempeil	-3,020	Slappe klei / veen	12	12	18,0	18,0	0,0	18,0
Laagscheiding	-9,500	Zand, matig vast	17	19	95,8	82,8	6,5	89,3
Laagscheiding	-14,500	Potklei	18	18	190,8	132,8	29,0	161,8
Puntniveau	-18,000	Zand, vast	19	21	253,8	167,8	43,0	210,8
Puntniveau	-20,000	Zand, vast	19	21	295,8	187,8	54,0	241,8

Totale last 0 kN
SCIA 0 kN
100% OK

BG7 Gronddruk - reactie

De belastinggevallen BG05 en BG06 zijn in Scia Engineer ingevoerd met afwezigheid van het dek, waarbij een star steunpunt ingevoerd is ter hoogte van hart dek. Dit is gedaan omdat er in de bouwfase geen momentvaste verbinding aanwezig is tussen dek en landhoofd, gronddruk levert daarom geen inklemmingsmoment. De horizontale reactie ter hoogte van hart dek is in de eindsituatie, waarbij het dek momentvast verbonden is, als puntlast ingevoerd.

-	BG5	Gronddruk - buitenzijde	R_x	=	29,10 kN
-	BG6	Gronddruk - binnenzijde	R_x	=	7,62 kN
-	BG7	Gronddruk - reactie	R_x	=	36,72 kN

Totale last 0 kN
SCIA 0 kN
100% OK

BG8 Gronddruk - Opspanning

In Stufib Rapport 25 "Ontwerpen van Integraalbruggen met prefab liggers" wordt een methode beschreven om het opspaneffect van grond door jaarlijkse temperatuurswisselingen van het brugdek in rekening te kunnen brengen als belasting. Dit is gebaseerd op de Britse aanbeveling "BA 42-96, The design of integral bridges". Conform BA 42-96 geldt voor een landhoofd gefundeerd op stalen damwand:

$$K^* = (d / 0,05 \text{ H})^{0,5} K_p$$

- K^* aangepaste gronddrukcoëfficiënt
- d verlenging van het dek t.p.v. landhoofd door temperatuursverhoging van 50°C
- H te keren hoogte
- K_p passieve gronddrukcoëfficiënt

Verlenging dek: Temperatuursverhoging: 50 °C
 Stramienmaat: 8130 mm
 Thermische uitzettingscoëfficiënt $1,0 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Totale verlenging: 4,065 mm

Te keren hoogte: Bovenzijde dek: 1,749 m. t.o.v. N.A.P.
 Bodempeil: -3,020 m. t.o.v. N.A.P.
 H: 4,769 m

Passieve gronddrukcoëfficiënt: K_p : 4,50 (conform figuur C.2.1 van NEN 9997-1, met $\phi' = 30^\circ$ en $\delta / \phi' = 0,50$)

Aangepaste gronddrukcoëfficiënt:

$$K^* = (0,002033 / 0,05 \times 4,769)^{0,5} \times 4,50 = 2,335$$

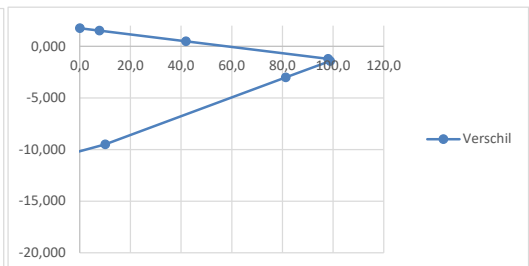
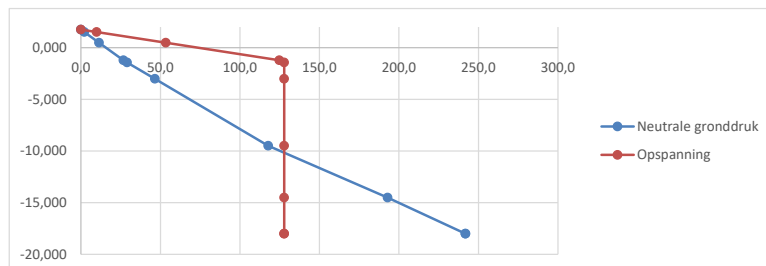
Laag	Bovenzijde laag [m t.o.v. N.A.P.]	Grondsoort [-]	γ_{dr} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	σ_v [kN/m ²]	u [kN/m ²]	σ'_h [kN/m ²]	σ_h [kN/m ²]
Bovenzijde dek	1,749	Zand, aanvulling	18	20	0,0	0,0	0,0	0,0
Hart dek	1,514	Zand, aanvulling	18	20	4,2	0,0	9,9	9,9
Onderzijde landhoofd	0,480	Zand, aanvulling	18	20	22,8	0,0	53,3	53,3
(Grond)waterstand	-1,220	Slappe klei / veen	12	12	53,4	0,0	124,8	124,8
2/3 H	-1,430	Slappe klei / veen	12	12	56,0	2,1	125,7	127,8
Bodempeil	-3,020	Slappe klei / veen	12	12	-	-	-	127,8
Laagscheiding	-9,500	Zand, matig vast	18	20	-	-	-	127,8
Laagscheiding	-14,500	Potklei	18	18	-	-	-	127,8
Puntniveau	-18,000	Zand, vast	19	21	-	-	-	127,8
Puntniveau	-18,000	Zand, vast	19	21	-	-	-	127,8

Laag	Bovenzijde laag [m t.o.v. N.A.P.]	Grondsoort [-]	Neutrale gronddruk σ_h [kN/m ²]	Opspanning σ_h [kN/m ²]	Verskil σ_h [kN/m ²]
Bovenzijde dek	1,749	Zand, aanvulling	0,0	0,0	0,0
Hart dek	1,514	Zand, aanvulling	2,1	9,9	7,8
Onderzijde landhoofd	0,480	Zand, aanvulling	11,4	53,3	41,9
(Grond)waterstand	-1,220	Slappe klei / veen	26,7	124,8	98,0
2/3 H	-1,430	Slappe klei / veen	29,0	127,8	98,8
Bodempeil	-3,020	Slappe klei / veen	46,5	127,8	81,3
Laagscheiding	-9,500	Zand, matig vast	117,8	127,8	10,0
Laagscheiding	-14,500	Potklei	192,8	127,8	-65,0
Puntniveau	-18,000	Zand, vast	241,8	127,8	-114,0
Puntniveau	-18,000	Zand, vast	241,8	127,8	-114,0

Het snijpunt van de neutrale gronddruk met de gronddruk bij opspanning ligt op:

-10,170

7,830



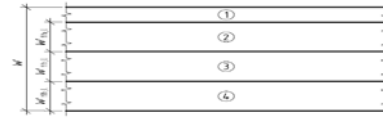
Totale last 0 kN
SCIA 0 kN
100% OK

Veranderlijke belasting - verkeer

De karakteristiek waarden van de verkeersbelasting zijn bedoeld om de effecten van wegverkeer te bepalen voor toetsing met betrekking tot zowel de uiterste grenstoestand als voor specifieke toetsingen van de bruikbaarheid. Belastingmodel 1 (BM1) zijn geconcentreerde en gelijkmatig verdeelde belastingen, die het merendeel van de effecten van vracht- en personenautoverkeer afdekken. Dit model behoort te zijn gebruikt voor de algemene en lokale toetsingen.

Belastingmodel 1: karakteristieke waarden		
Positie	Tandemstelsel (TS)	Gelijkmatig verdeelde belasting (UDL)
	Aslast Q_k (kN)	q_k (of q_d) (kN/m ²)
Rijstrook nummer 1	300	9
Rijstrook nummer 2	200	2,5
Rijstrook nummer 3	100	2,5
Overige rijstroken	0	2,5
Resterende oppervlakte (q_k)	0	2,5

Dekbreedte tussen voertuigkeringen: 5,00 m
 Theoretische rijstrookbreedte: 3,00 m
 Aantal theoretische rijstroken: 1 -
 Breedte reststrook: 2,00 m



Bij drie of meer theoretische rijstroken en Nobs ≥ 2.000 vrachtwagens per jaar per rijstrook gelden onderstaande correctiefactoren:

Correctiefactor TS rijstrook 1: $\alpha_{q1} = 0,95$ -
 Correctiefactor TS rijstrook $i > 1$: $\alpha_{qi} = 0,95$ -
 Correctiefactor UDL rijstrook 1: $\alpha_{q1} = 0,95$ -
 Correctiefactor UDL rijstrook $i > 1$: $\alpha_{qi} = 0,95$ -
 Correctiefactor UDL reststrook: $\alpha_{qr} = 0,95$ -

Legenda
 1 resterend oppervlak
 2 theoretische rijstrook nummer 3
 3 theoretische rijstrook nummer 2
 4 theoretische rijstrook nummer 1
 w breedte rijweg
 W_{th} breedte theoretische rijstrook

Belastingmodel 1: rekenwaarden		
Positie	Tandemstelsel (TS)	Gelijkmatig verdeelde belasting (UDL)
	Aslast Q_k (kN)	q_k (of q_d) (kN/m ²)
Rijstrook nummer 1	285	8,55
Rijstrook nummer 2	190	2,375
Rijstrook nummer 3	95	2,375
Overige rijstroken	0	2,375
Resterende oppervlakte (q_k)	0	2,375

De totale belasting voor een tandemstelsel (TS) met twee assen per rijstrook:

Rijstrook 1 2 x 285 570 kN
 Rijstrook 2 2 x 190 380 kN
 Rijstrook 3 2 x 95 190 kN

Belastingen omgerekend naar een rijstrookbreedte evenwijdig aan de as gemeten. Uit wordt gegaan van een volledige belastingafdracht naar 1 landhoofd.

Kruisingshoek 0°
 Rijstrookbreedte 3 m
 Rijstrook 1 190 kN/m²
 Rijstrook 2 126,7 kN/m²
 Rijstrook 3 63,3 kN/m²

BG10 UDL op stootplaten - Links

De gelijkmatig verdeelde belasting per theoretische rijstrook
 Theoretische rijstrook $i = 1$ 8,55 kN/m² x 1,0 m x L/2 = 8,55 kN

Totale last 8,55 kN
 SCIA 8,6 kN
 99% OK

BG11 UDL op brugdek

De gelijkmatig verdeelde belasting per theoretische rijstrook
 Theoretische rijstrook $i = 1$ 8,55 kN/m² x 1,0 m x L = 69,51 kN

Totale last 69,51 kN
 SCIA 69,5 kN
 100% OK

BG10 UDL op stootplaten - Rechts

Als belastinggeval BG10, maar op het andere landhoofd.

Totale last 8,55 kN
 SCIA 8,6 kN
 99% OK

BG20 TS - positie 1

Betreft tandemstelsel op de stootplaten. Gerekend wordt met een wiellast op een stootplaat, met een stootplaatbreedte van 1,0m.

	TS				
Wiellast theoretische rijstrook i = 1	142,5 kN				
Wielprent	400 mm				
Afdracht naar landhoofd voorste as:	142,5 kN	x 1,80 m	/ 1,90 m =	135,0 kN	
Afdracht naar landhoofd achterste as:	142,5 kN	x 0,60 m	/ 1,90 m =	45,0 kN	
				180,0 kN	

Totale last	180,0	kN
SCIA	180,0	kN
	100%	OK

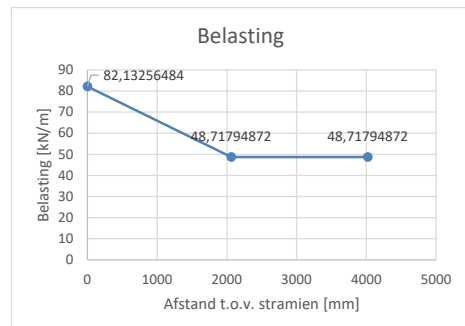
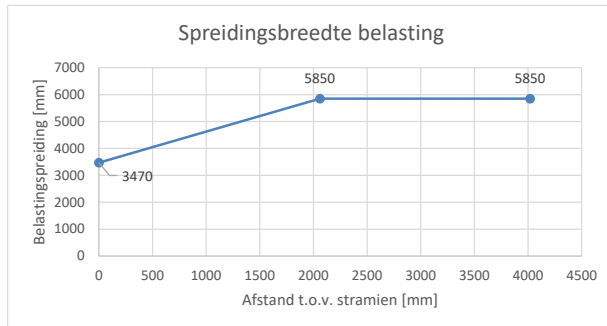
BG21 TS - positie 1

Betreft voorste as op het dek en achterste as op de stootplaten.

De aslasten op het dek spreiden in dwarsrichting. In onderstaande grafieken is de spreidingsbreedte en de bijbehorende puntlast t.b.v. de invoer in Scia Engineer bepaald.

Dekbreedte: 5850 mm
Overspanning: 8130 mm
Dekdikte: 470 mm
Breedte rijstrook: 3000 mm
Spreiding dwarsrichting: 3470 mm

Aslast: 285 kN
Spreidingshoek: 30 °



	TS				
Aslast theoretische rijstrook i = 1	285,0 kN	Asafstand	Spreiding	Last	
		200 mm	3701 mm	77,0 kN	
Op stootplaat, afdracht naar landhoofd:	142,5 kN	x 1,00 m	/ 1,90 m =	75,0 kN	

Totale last	152,0	kN
SCIA	152,0	kN
	100%	OK

BG22 TS - positie 1

Betreft voorste as op het dek en achterste as boven de oplegging van de stootplaten.

	TS				
Aslast theoretische rijstrook i = 1	285,0 kN	Asafstand	Spreiding	Last	
		1000 mm	4625 mm	61,6 kN	
Op stootplaat, afdracht naar landhoofd:	142,5 kN	x 1,80 m	/ 1,90 m =	135,0 kN	

Totale last	196,6	kN
SCIA	196,6	kN
	100%	OK

BG 23 t/m BG29 TS - positie 4 t/m 10

Betreft tandemstelsel op het dek, op verschillende posities

	TS
Aslast theoretische rijstrook i = 1	285,0 kN

BG	Asafstand	Spreiding	Last
23	200 mm	3701 mm	77,0 kN
	1400 mm	5087 mm	56,0 kN
24	700 mm	4278 mm	66,6 kN
	1900 mm	5664 mm	50,3 kN
25	1200 mm	4856 mm	58,7 kN
	2400 mm	5850 mm	48,7 kN
26	1700 mm	5433 mm	52,5 kN
	2900 mm	5850 mm	48,7 kN
27	2200 mm	5850 mm	48,7 kN
	3400 mm	5850 mm	48,7 kN
28	2700 mm	5850 mm	48,7 kN
	3900 mm	5850 mm	48,7 kN
29	3200 mm	5850 mm	48,7 kN
	4400 mm	5850 mm	48,7 kN

Totale last	SCIA		
77,0 kN	77,0 kN	100%	OK
66,6 kN	66,6 kN	100%	OK
58,7 kN	58,7 kN	100%	OK
52,5 kN	52,5 kN	100%	OK
48,7 kN	48,7 kN	100%	OK
48,7 kN	48,7 kN	100%	OK
48,7 kN	48,7 kN	100%	OK
48,7 kN	48,7 kN	100%	OK

BG40 Belasting door krimp en kruipvervorming van het brugdek

Door krimp en kruip van de liggers tussen het tijdstip van plaatsen en einde levensduur (permanente belasting) ontstaat een verkorting van het brugdek. De krimpvervorming van de liggers heeft het grootste aandeel van dit belastinggeval, de optredende kruip van de liggers is verwaarloosd.

Voor het bepalen van de krimp wordt uitgegaan dat de prefabliggers bij plaatsten een ouderdom hebben van 28 dagen.

Liggers

Sterkteklasse:	C60/ 75	f_{cm}	68	MPa	RH	80	%
Cementsoort:	N	α_{ds1}	4				
		α_{ds2}	0,12				

Relatieve vochtigheid

$$\epsilon_{cd,0} = 0,85 \times [(220 + 110 \times \alpha_{ds1}) \times \exp (-\alpha_{ds2} \times f_{cm} / f_{cm0})] \times 10^{-6} \times \beta_{RH}$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ MPa}$$

$$RH_0 = 100 \%$$

$$\beta_{RH} = 1,55 \times [1 - (RH/RH_0)^4]$$

$$\epsilon_{cd,0} = 0,76 \text{ [-]}$$

$$\epsilon_{cd,0} = 0,19 \text{ [-]}$$

Fictieve dikte

$$A_c = 2749500 \text{ [-]}$$

$$u = 12640 \text{ mm}^2$$

$$h_0 = 435 \text{ mm}$$

$$k_h = 0,7 \text{ mm}$$

$$2A_c/u$$

Ouderdom beton

Op beschouwde tijdstip:	t_2	100 jaar	(= 36500 dagen)
Bij plaatsen liggers:	t_1	28 dagen	
Bij begin uitdrogingskrimp:	t_s	0 dagen	

Optredende uitdrogingskrimp

Totaal:	$b_{ds}(t_2, t_s) =$	$(t_2 - t_s) / [(t_2 - t_s) + 0,04 \times \sqrt{h_0}^3]$	0,99 %
Plaatsen liggers:	$b_{ds}(t_1, t_s) =$	$(t_1 - t_s) / [(t_1 - t_s) + 0,04 \times \sqrt{h_0}^3]$	0,07 [-]
Resterend:	$b_{ds}(t, t_s) =$	$b_{ds}(t_2, t_s) - b_{ds}(t_1, t_s)$	0,92 [-]
Resterende uitdrogingskrimpverktorting:	$\epsilon_{cd}(t) =$	$b_{ds}(t, t_s) \times k_h \times \epsilon_{cd,0}$	0,121 [-]

Optredende autogene krimp

Totaal:	$b_{as}(t_2) =$	$1 - \exp (-0,2 \times t_2^{0,5})$	1,00 %
Plaatsen liggers:	$b_{as}(t_1) =$	$1 - \exp (-0,2 \times t_1^{0,5})$	0,65 %
Resterend:	$b_{as}(t) =$	$\beta_{as}(t_2) - \beta_{as}(t_1)$	0,35 [-]
Resterende autogene krimpverktorting:	$\epsilon_{ca}(\infty) =$	$2,5 \times (f_{ak} - 10) \times 10^{-6}$	0,125 %
	$\epsilon_{cd}(t) =$	$\beta_{as}(t) \times \epsilon_{ca}(\infty)$	0,043 [-]

Totale krimpverktorting

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = 0,164 \text{ mm/m}$$

Verktorting van de liggers

Per m ¹ ligger:	0,164	x	4065	0,67 mm
----------------------------	-------	---	------	---------

Ingevoerd in SCIA: een verkorting door temperatuur van -16,4°

Totale last
SCIA 0 kN
0 kN
100% OK

BG60 Rembelasting op het brugdek

De karakteristieke waarde van de rem- en versnellingskracht wordt berekend als een percentage van de totale verticale belasting overeenkomstig belastingmodel 1 dat op rijstrook nummer 1 kan worden toegepast:

$$Q_{ik} = \frac{0,6}{+} \times \frac{\alpha_{Q1}}{0,1} \times \left(\frac{2}{\alpha_{Q1}} \times \frac{Q_{1k}}{q_{1k}} \times w_1 \times L \right)$$
$$Q_{ik} = \frac{0,6}{+} \times \frac{0,95}{0,1} \times \left(\frac{2}{0,95} \times \frac{300}{9,0} \times \frac{3,00}{364,6} \times \frac{8,83}{5,85} \right) = \frac{364,6}{62,3} \text{ kN/m}$$

Totale last

SCIA

62,3

62,4

kN

kN

100%

OK

BG61 Aanzetbelasting op het brugdek

De versnellingskracht is gelijk aan de rembelasting maar tegengesteld gericht.

Totale last

SCIA

62,3

62,4

kN

kN

100%

OK

Opgelegde vervorming

Ter plaatse van de oplegging wordt het dek vastgestort aan de landhoofden. Het statisch systeem is in langsrichting statisch onbepaald. Eventuele zettingen hebben daardoor direct invloed op de krachtwerving. Gerekend wordt (conform ROK) met een verschilzetting tussen de steunpunten van 30mm, wat ingevoerd wordt als opgelegde vervorming.

BG70 Zetting landhoofd links

De zetting van 30mm is ingevoerd op het linker landhoofd.

Totale last

SCIA

0,0

0,0

kN

kN

100%

OK

BG71 Zetting landhoofd rechts

De zetting van 30mm is ingevoerd op het rechter landhoofd.

Totale last

SCIA

0,0

0,0

kN

kN

100%

OK

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: **Bruggen NZV** Datum: **11-2-2020**
 Projectnummer: **BG5349** Naam: **Peter Knoppert**
 Omschrijving: **Dieftil** Versie: **v1.3**



Gelijkmatige temperatuurcomponent betonnen dek [dektype 3]

Luchttemperatuur

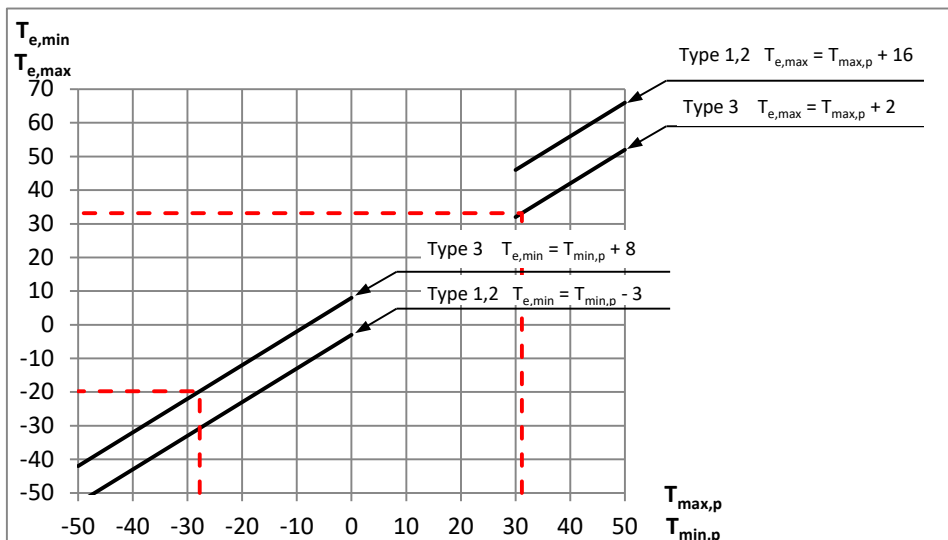
De gelijkmatige temperatuurcomponent is afhankelijk van de minimale en maximale luchttemperatuur en de Levensduur. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de levensduur van de brug en van de voegovergangen.

		Brug	Voegovergang
Levensduur		100 jaar	50 jaar
Min. luchttemp. in de schaduw	$T_{\min,p} = T_{\min} \{0,393 - 0,156 \ln [-\ln (1-p)]\} =$	-27,8 °C	-25,0 °C
Max. luchttemp. in de schaduw	$T_{\max,p} = T_{\max} \{0,781 - 0,056 \ln [-\ln (1-p)]\} =$	31,2 °C	30,0 °C

Gelijkmatige temperatuurcomponent

Hieruit volgen, conform figuur NB.1–6.1 uit de Nationale Bijlage, voor een betonnen dek (type 3) de volgende gelijkmatige temperatuurcomponenten:

	Brug	Voegovergang
Minimale gelijkmatige temperatuurcomponent ($T_{e,\min}$)	= -20 °C	-17 °C
Maximale gelijkmatige temperatuurcomponent ($T_{e,\max}$)	= 33 °C	32 °C



Figuur 5.2 – Correlatie tussen de minimum-/maximumluchttemperatuur in de schaduw ($T_{\min,p}/T_{\max,p}$) en de minimale/maximale gelijkmatige temperatuurcomponent van de brug ($T_{e,\min}/T_{e,\max}$)

Aanvangstemperatuur

De aanvangstemp. van de brug (T_0) t.a.v. de Eurocode is bepaald conform bijlage A van de NEN-EN 1991-1-5.

De aanvangstemp. van de brug (T_0) t.a.v. de RTD 1007-2 is bepaald op basis van:

	Brug	Voegovergang
Aanvangstemperatuur (T_0)	= 10 °C	10 °C

Bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponent

Het maximum bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponenten van de brug bij een verkorting ($\Delta T_{N,\text{con}}$) en een verlenging ($\Delta T_{N,\text{exp}}$) is:

	Brug	Voegovergang
Verkorting ($\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min}$)	= 30 °C	27 °C
Verlenging ($\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0$)	= 23 °C	22 °C
Totale bereik ($\Delta T_N = (\Delta T_{N,\text{con}}) + (\Delta T_{N,\text{exp}})$)	= 53 °C	49 °C

Bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponent t.b.v. de opleggingen en de voegen

Voor opleggingen en voegen is het maximale uitzettings- en krimp bereik van de brug:

Temperatuur waarbij de opleggingen en voegen worden geplaatst is:

	Brug	Voegovergang
Verkorting ($\Delta T_{N,\text{con,voeg/opl}} = \Delta T_{N,\text{con}} +$	10 °C (10 °C conform RTD)	= 40 °C
Verlenging ($\Delta T_{N,\text{exp,voeg/opl}} = \Delta T_{N,\text{exp}} +$	10 °C (10 °C conform RTD)	= 33 °C
Totale bereik ($\Delta T_{N,\text{voeg/opl}} = (\Delta T_{N,\text{con,voeg/opl}}) + (\Delta T_{N,\text{exp,voeg/opl}})$		= 73 °C

Verticale temperatuurcomponent met niet-lineaire effecten

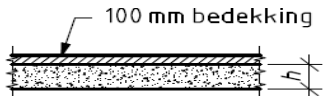
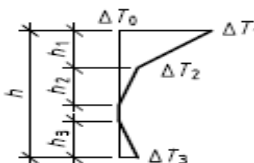
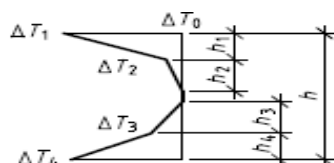
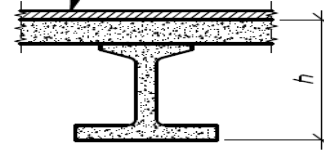
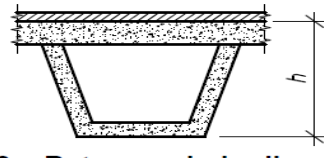
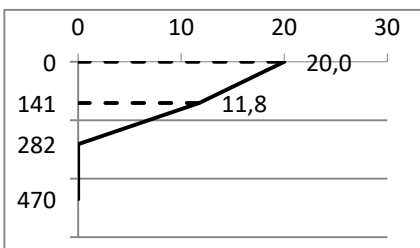
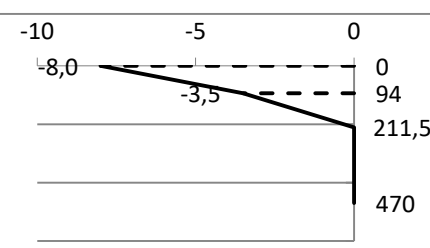
De verticale temperatuurcomponent is bepaald volgens benadering 2 (artikel 6.1.4.2), conform de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1991-1-5. In onderstaande tabel is het effect van een eventuele afwijkende dikte van de slijtlaag meegenomen.

Slijtlaagdikte

0 mm

Dikte betonnen dek (h)

470 mm

Constructietype	Temperatuurverschil (ΔT)																																																								
	(a) Opwarming	(b) Afkoeling																																																							
<div></div> <p>3a. Betonnen plaat</p>	<div></div> <p>$h_1 = 0,3 h$ maar $\leq 0,15 m$ $h_2 = 0,3 h$ maar $\geq 0,10 m$ en $\leq 0,25 m$ $h_3 = 0,3 h$ maar $h_3 \leq h - h_1 - h_2$ en $h_3 \leq (0,10 m + \text{slijtlaagdikte [m]})$</p> <table><tr><th>h m</th><th>ΔT_1 °C</th><th>ΔT_2 °C</th><th>ΔT_3 °C</th></tr><tr><td>$\leq 0,2$</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>0,4</td><td>20,0</td><td>13</td><td>0</td></tr><tr><td>0,6</td><td>20,0</td><td>9,5</td><td>0</td></tr><tr><td>$\geq 0,8$</td><td>20,0</td><td>9,5</td><td>0</td></tr></table>	h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C	$\leq 0,2$	-	-	-	0,4	20,0	13	0	0,6	20,0	9,5	0	$\geq 0,8$	20,0	9,5	0	<div></div> <p>$h_1 = h_4 = 0,20 h$ maar $\leq 0,25 m$ $h_2 = h_3 = 0,25 h$ maar $\leq 0,20 m$</p> <table><tr><th>h m</th><th>ΔT_1 °C</th><th>ΔT_2 °C</th><th>ΔT_3 °C</th><th>ΔT_4 °C</th></tr><tr><td>$\leq 0,2$</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>0,4</td><td>-8</td><td>-3,5</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0,6</td><td>-8</td><td>-3,5</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0,8</td><td>-8</td><td>-3,5</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>-8</td><td>-2,5</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>$\geq 1,5$</td><td>-8</td><td>-1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C	ΔT_4 °C	$\leq 0,2$	-	-	-	-	0,4	-8	-3,5	0	0	0,6	-8	-3,5	0	0	0,8	-8	-3,5	0	0	1,0	-8	-2,5	0	0	$\geq 1,5$	-8	-1	0	0
h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C																																																						
$\leq 0,2$	-	-	-																																																						
0,4	20,0	13	0																																																						
0,6	20,0	9,5	0																																																						
$\geq 0,8$	20,0	9,5	0																																																						
h m	ΔT_1 °C	ΔT_2 °C	ΔT_3 °C	ΔT_4 °C																																																					
$\leq 0,2$	-	-	-	-																																																					
0,4	-8	-3,5	0	0																																																					
0,6	-8	-3,5	0	0																																																					
0,8	-8	-3,5	0	0																																																					
1,0	-8	-2,5	0	0																																																					
$\geq 1,5$	-8	-1	0	0																																																					
<div></div> <p>3b. Betonnen liggers</p>																																																									
<div></div> <p>3c. Betonnen kokerligger</p>																																																									
Verticale temperatuurcomponent ΔT	<p>$h_1 = 141 \text{ mm}$ $\Delta T_1 = 20,0 \text{ °C}$ $h_2 = 141 \text{ mm}$ $\Delta T_2 = 11,8 \text{ °C}$ $h_3 = 100 \text{ mm}$ $\Delta T_3 = 0 \text{ °C}$</p> <div></div>	<p>$h_1 = 94 \text{ mm}$ $\Delta T_1 = -8 \text{ °C}$ $h_2 = 117,5 \text{ mm}$ $\Delta T_2 = -3,5 \text{ °C}$ $h_3 = 117,5 \text{ mm}$ $\Delta T_3 = 0 \text{ °C}$ $h_4 = 94 \text{ mm}$ $\Delta T_4 = 0 \text{ °C}$</p> <div></div>																																																							

Samenvatting			
Temperatuurcomponent	Temperatuurverschil (ΔT)		
	(a) Opwarming	(b) Afkoeling	
Gelijkmatige temperatuur component ΔT_N			
Verticale temperatuur component ΔT			
Combinatie 1 $\Delta T + \omega_N \Delta T_N$	$\omega_N = 0,35$ $\Delta T_1 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 28,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_2 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 19,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_3 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 8,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ 	$\Delta T_1 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -18,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_2 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -13,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_3 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -10,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_4 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -10,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ 	
Combinatie 2 $\omega_M \Delta T + \Delta T_N$	$\omega_M = 0,75$ $\omega_M \Delta T_1 + \Delta T_{N,exp} = 38,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_2 + \Delta T_{N,exp} = 32 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_3 + \Delta T_{N,exp} = 23,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ 	$\omega_M \Delta T_1 - \Delta T_{N,con} = -35,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_2 - \Delta T_{N,con} = -32,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_3 - \Delta T_{N,con} = -29,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_4 - \Delta T_{N,con} = -29,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ 	

Vertaling naar invoer rekenprogramma

Ten behoeve van de invoer in rekenprogramma's (Scia, Technosoft) dient de temperatuursverdeling vertaald te worden naar een lineaire temperatuur aan de boven en onderzijde van de constructie.

Uitgangspunten bij onderstaande berekening zijn de volgende:


Rechthoekige betondoorsnede !!!

Eigenspanningen worden verwaarloosd

Temperatuurcomponent	Temperatuurverschil (ΔT)	
	(a) Opwarming	(b) Afkoeling
Gelijkmatige temperatuur component ΔT_N		
Verticale temperatuur component ΔT	Gemiddeld 6,53 °C Temperatuurverschil 22,9 °C 	Gemiddeld -1,59 °C Temperatuurverschil -6,8 °C
Combinatie 1 $\Delta T + \omega_N \Delta T_N$ $\omega_N = 0,35$	Gemiddeld 14,6 Temperatuurverschil 22,9 	Gemiddeld -12 Temperatuurverschil -6,8
Combinatie 2 $\omega_M \Delta T + \Delta T_N$ $\omega_M = 0,75$	Gemiddeld 28,1 Temperatuurverschil 17,2 	Gemiddeld -31 Temperatuurverschil -5,13



Bijlage 5 Belastingcombinaties

Belastingcombinaties voor bruggen											<div></div>				
Project:		Vervanging bruggen NZV		Datum:		7-2-2020									
Projectnummer:		BG5349 - Dieftil		Naam:		Peter Knoppert									
Omschrijving:		Belastingcombinaties													
												Programma "BrugCom" versie 1.1			
Invoerparameters															
Veiligheidsniveau				Nieuwbouw											
Gevolgklasse cf. [NEN-EN 1990 bijlage B]				CC2											
Referentieperiode				100 jaar											
Aantal vw's per jaar per rijstrook				2,00E+04											
aantal theoretische rijstroken op rijweg				1											
Invloedslengte				7 m											
Windgebied				II											
Belasting-, combinatie- en reductiefactoren															
Belastingsfactor								Combinatiefactor							
		G		P/SH	Verkeer	Wind	Overig	NEN-EN 1990 tabel NB.9-A2.1 & NEN 8700 tabel A2.1							
		Ongunstig	Gunstig									ψ_0	ψ_1	ψ_2	
vgl 6.10a		1,30	0,90	1,00	1,35	1,50	1,50	gr1a		TS		0,8	0,8	0,4	
vgl 6.10b		1,20	0,90	1,00	1,35	1,50	1,50			UDL					
										Horizontale belasting					
										Voetganger en fiets					
Correctiefactor conform NEN-EN 1991-2															
<input type="checkbox"/>	TS	α_{Q1}	1,000	NEN-EN 1991-2/NB art. 4.3.2					gr1b	Enkele as		0,0	0,8	0,0	
<input type="checkbox"/>	UDL 1	α_{q1}	1,000	NEN-EN 1991-2/NB art. 4.3.2					gr2	Horizontale belasting dominant		0,8	0,8	0,0	
<input type="checkbox"/>	UDL i>1	α_{qi}	1,00	NEN-EN 1991-2/NB art. 4.3.2					gr3	Voetgangersbelasting		0,0	0,8	0,0	
<input type="checkbox"/>	Reststrook	α_{qr}	1,00	NEN-EN 1991-2/NB art. 4.3.2					gr4	Belasting door menigte		0,0	0,8	0,0	
<input type="checkbox"/>	Voetgangers	α_{qfk}	1,00	NEN-EN 1991-2/NB art. 5.3.2.1.					gr5	speciale voertuigen		0,0	1,0	0,0	
<input type="checkbox"/>	Lastmodel 2	β_q	1,00	NEN-EN 1991-2/NB art. 4.3.2						TS + UDL + Hor		0,0	0,8	0,0	
Referentieperiodefactor								Fwk		Karakteristieke wind		0,3	0,6	0,0	
								F*w		Wind reductie		1,0	0,0	0,0	
<input checked="" type="checkbox"/>	Verkeer	ψ_t	1,00	NEN-EN 1991-2					Temperatuur			0,3	0,8	0,3	
<input type="checkbox"/>	Wind	$\psi_t = C_{prob}^2$	1,00	NEN-EN 1991-1-4					Sneeuw			0,0	0,0	0,0	
<input type="checkbox"/>	Sneeuw	ψ_t	1,00	NEN-EN 1991-1-3+C1:2011											
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatuur	$T_{max} *$	1,04	NEN-EN 1991-1-5											
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatuur	$T_{min} *$	1,11	NEN-EN 1991-1-5											
Belastinggevallen en aanvullende factoren															
				BG	FUND	FUND	KAR	FREQ	QUAS	CAL					
				[-]	6.10a	6.10b	6.14b	6.15b	6.16b	6.11b					
Permanente belastingen					γ_{user}	γ_{user}	γ_{user}	γ_{user}	γ_{user}	γ_{user}					
<input checked="" type="checkbox"/>	Eigen gewicht			1 & 2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Rustende belasting			3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Grondbelasting			5 t/m 7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Waterbelasting			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Krimp + Kruip			2 & 40	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Voorspanning			4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Zetting			70 & 71	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Extra permanent			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
Verkeersbelastingen															
<input checked="" type="checkbox"/>	Lastmodel 1 UDL rijstrook 1 (9kPa)			10 t/m 12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Lastmodel 1 UDL rijstrook 2 - (2,5kPa)			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Lastmodel 1 UDL rest (2,5kPa)			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Lastmodel 1 TS			20 t/m 29	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Lastmodel 2 (enkele as)			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Lastmodel 3 (bijzondere voertuigen)			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Lastmodel 4 (mensenmenigte)			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Voetpad			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Rem- en acceleratie			60 & 61	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
Overige veranderlijke belastingen															
<input type="checkbox"/>	Windbelasting			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatuurbelasting			50 t/m 53	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Sneeuwbelasting			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	extra veranderlijk 1			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	extra veranderlijk 2			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
Calamiteitsbelastingen															
<input type="checkbox"/>	Impact op of onder de brug			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
<input type="checkbox"/>	Extra buitengewoon			-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					

Fundamentele belastingcombinaties - vgl. 6.10a

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Ψ-waarden voor fundamentele waarden			Verkeer			Temp	
BG	Beschrijving		gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL		0,80	0,80	0,00	0,80	0,80
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS		0,80	0,80	0,00	0,80	0,80
60 & 61	Rem- en acceleratie		0,80	0,80	0,00	0,80	0,80
50 t/m 53	Temperatuurbelasting		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

Groepsfactoren voor karakteristieke waarden cf. NEN-EN 1991-2 tabel NB.3			Verkeer			Temp	
BG	Beschrijving		gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL		1,00	0,80	0,80	1,00	0,80
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS		1,00	0,80	0,80	1,00	0,80
60 & 61	Rem- en acceleratie		0,80	1,00	0,80	0,80	1,00

Combinaties en totaallastfactoren			Verkeer			Temp	
BG	Beschrijving	factoren	FUND 1	FUND 3	FUND 6	FUND 9	FUND 10
			gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
1 & 2	Eigen gewicht	= γ _G	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
3	Rustende belasting	= γ _G	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
5 t/m 7	Grondbelasting	= γ _G	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
2 & 40	Krimp + Kruip	= γ _{SH}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Voorspanning	= γ _P	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
70 & 71	Zetting	= γ _G	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL rijstrook 1 (9kPa)	= γ _Q ψ ₁ α _{q1} α _L α _t ψ _t	1,08	0,86	0,00	1,08	0,86
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS	= γ _Q ψ ₁ α _Q α _t ψ _t	1,08	0,86	0,00	1,08	0,86
60 & 61	Rem- en acceleratie	= γ _Q ψ ₁ α _Q α _L α _t ψ _t	0,86	1,08	0,00	0,86	1,08
50 t/m 53	Temperatuurbelasting	= γ _Q ψ ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fundamentele belastingcombinaties - vgl. 6.10b

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Ψ-waarden voor fundamentele waarden			Verkeer			Temp	
BG	Beschrijving		gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL		1,00	1,00	1,00	0,80	0,80
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS		1,00	1,00	1,00	0,80	0,80
60 & 61	Rem- en acceleratie		1,00	1,00	1,00	0,80	0,80
50 t/m 53	Temperatuurbelasting		0,30	0,30	0,30	1,00	1,00

Groepsfactoren voor karakteristieke waarden cf. NEN-EN 1991-2 tabel NB.3			Verkeer			Temp	
			gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL		1,00	0,80	0,80	1,00	0,80
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS		1,00	0,80	0,80	1,00	0,80
60 & 61	Rem- en acceleratie		0,80	1,00	0,80	0,80	1,00

Combinaties en totaallastfactoren			Verkeer			Temp	
BG	Beschrijving	factoren	FUND 7	FUND 9	FUND 12	FUND 15	FUND 16
			gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
1 & 2	Eigen gewicht	= γ _G	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
3	Rustende belasting	= γ _G	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
5 t/m 7	Grondbelasting	= γ _G	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
2 & 40	Krimp + Kruip	= γ _G	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Voorspanning	= γ _P	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
70 & 71	Zetting	= γ _G	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL rijstrook 1 (9kPa)	= γ _Q ψ ₁ α _{q1} α _L α _t ψ _t	1,35	1,08	1,08	1,08	0,86
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS	= γ _Q ψ ₁ α _Q α _t ψ _t	1,35	1,08	1,08	1,08	0,86
60 & 61	Rem- en acceleratie	= γ _Q ψ ₁ α _Q α _L α _t ψ _t	1,08	1,35	1,08	0,86	1,08
50 t/m 53	Temperatuurbelasting	= γ _Q ψ ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Frequente belastingcombinaties - vgl. 6.15b t.b.v. scheurvorming

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \psi_{1,l} Q_{k,l} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Ψ-waarden voor frequente waarden			Verkeer			Temp	
BG	Beschrijving		gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL		0,80	0,80	0,80	0,40	0,00
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS		0,80	0,80	0,80	0,40	0,00
60 & 61	Rem- en acceleratie		0,80	0,80	0,80	0,40	0,00
50 t/m 53	Temperatuurbelasting		0,30	0,30	0,30	0,80	0,80
Groepsfactoren voor frequente waarden cf. NEN-EN 1991-2 tabel NB.4			Verkeer			Temp	
			gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
-	Rem- en acceleratie		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Combinaties en totaallastfactoren			Verkeer			Temp	
BG	Beschrijving	factoren	FREQ 1	FREQ 3	FREQ 6	FREQ 9	FREQ 10
			gr1a	gr2	gr5	gr1a	gr2
1 & 2	Eigen gewicht		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Rustende belasting		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5 t/m 7	Grondbelasting		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2 & 40	Krimp + Kruip		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Voorspanning		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
70 & 71	Zetting		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 t/m 12	Lastmodel 1 UDL rijstrook 1 (9kPa)	$= \psi_{1;2} \alpha_{q1} \alpha_L \alpha_t \psi_t$	0,80	0,80	0,80	0,40	0,00
20 t/m 29	Lastmodel 1 TS	$= \psi_{1;2} \alpha_Q \alpha_t \psi_t$	0,80	0,80	0,80	0,40	0,00
60 & 61	Rem- en acceleratie	$= \psi_{1;2} \alpha_Q \alpha_L \alpha_t \psi_t$	0,80	0,80	0,80	0,40	0,00
50 t/m 53	Temperatuurbelasting	$= \psi_{1;2}$	0,30	0,30	0,30	0,80	0,80



Bijlage 6 Berekening SCIA

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Project	4
3. Algemeen	5
3.1. Instellingen net	5
3.2. Instellingen solver	5
3.3. Berekeningsverslag	5
4. Constructie	10
4.1. Rekenmodel	10
4.2. Doorsneden	10
4.3. Materialen	14
4.4. Knopen	14
4.5. Staven	14
4.6. Knoopondersteuning	14
4.7. Lijnondersteuning op staven	15
5. Belastingen	16
5.1. Belastingsgevallen	16
5.1.1. Belastingsgevallen - LC1	16
5.1.1.1. Grafische weergave LC	16
5.1.2. Belastingsgevallen - LC2	17
5.1.2.1. Lijnlast	17
5.1.2.2. Puntlast op staaf	17
5.1.2.3. Grafische weergave LC	17
5.1.3. Belastingsgevallen - LC3	18
5.1.3.1. Lijnlast	18
5.1.3.2. Puntlast op staaf	18
5.1.3.3. Grafische weergave LC	19
5.1.4. Belastingsgevallen - LC4	20
5.1.4.1. Puntlast op staaf	20
5.1.4.2. Grafische weergave LC	20
5.1.5. Belastingsgevallen - LC5	21
5.1.5.1. Lijnlast	21
5.1.5.2. Grafische weergave LC	22
5.1.6. Belastingsgevallen - LC6	23
5.1.6.1. Lijnlast	23
5.1.6.2. Grafische weergave LC	23
5.1.7. Belastingsgevallen - LC7	24
5.1.7.1. Puntlast op knoop	24
5.1.7.2. Grafische weergave LC	24
5.1.8. Belastingsgevallen - LC8	25
5.1.8.1. Lijnlast	25
5.1.8.2. Grafische weergave LC	26
5.1.9. Belastingsgevallen - LC10	27
5.1.9.1. Puntlast op staaf	27
5.1.9.2. Grafische weergave LC	27
5.1.10. Belastingsgevallen - LC11	28
5.1.10.1. Lijnlast	28
5.1.10.2. Grafische weergave LC	28
5.1.11. Belastingsgevallen - LC12	29
5.1.11.1. Puntlast op staaf	29
5.1.11.2. Grafische weergave LC	29
5.1.12. Belastingsgevallen - LC20	30
5.1.12.1. Puntlast op staaf	30
5.1.12.2. Grafische weergave LC	30
5.1.13. Belastingsgevallen - LC21	31
5.1.13.1. Puntlast op staaf	31
5.1.13.2. Grafische weergave LC	31
5.1.14. Belastingsgevallen - LC22	32
5.1.14.1. Puntlast op staaf	32
5.1.14.2. Grafische weergave LC	32
5.1.15. Belastingsgevallen - LC23	33
5.1.15.1. Puntlast op staaf	33
5.1.15.2. Grafische weergave LC	33
5.1.16. Belastingsgevallen - LC24	34
5.1.16.1. Puntlast op staaf	34
5.1.16.2. Grafische weergave LC	34
5.1.17. Belastingsgevallen - LC25	35
5.1.17.1. Puntlast op staaf	35
5.1.17.2. Grafische weergave LC	35

5.1.18. Belastingsgevallen - LC26	36
5.1.18.1. Puntlast op staaf	36
5.1.18.2. Grafische weergave LC	36
5.1.19. Belastingsgevallen - LC27	37
5.1.19.1. Puntlast op staaf	37
5.1.19.2. Grafische weergave LC	37
5.1.20. Belastingsgevallen - LC28	38
5.1.20.1. Puntlast op staaf	38
5.1.20.2. Grafische weergave LC	38
5.1.21. Belastingsgevallen - LC29	39
5.1.21.1. Puntlast op staaf	39
5.1.21.2. Grafische weergave LC	39
5.1.22. Belastingsgevallen - LC40	40
5.1.22.1. Thermische belasting	40
5.1.22.2. Grafische weergave LC	40
5.1.23. Belastingsgevallen - LC50	41
5.1.23.1. Thermische belasting	41
5.1.23.2. Grafische weergave LC	41
5.1.24. Belastingsgevallen - LC51	42
5.1.24.1. Thermische belasting	42
5.1.24.2. Grafische weergave LC	42
5.1.25. Belastingsgevallen - LC52	43
5.1.25.1. Thermische belasting	43
5.1.25.2. Grafische weergave LC	43
5.1.26. Belastingsgevallen - LC53	44
5.1.26.1. Thermische belasting	44
5.1.26.2. Grafische weergave LC	44
5.1.27. Belastingsgevallen - LC60	45
5.1.27.1. Puntlast op knoop	45
5.1.27.2. Grafische weergave LC	45
5.1.28. Belastingsgevallen - LC61	46
5.1.28.1. Puntlast op knoop	46
5.1.28.2. Grafische weergave LC	46
5.1.29. Belastingsgevallen - LC70	47
5.1.29.1. Punttranslatie op staaf	47
5.1.29.2. Grafische weergave LC	47
5.1.30. Belastingsgevallen - LC71	48
5.1.30.1. Punttranslatie op staaf	48
5.1.30.2. Grafische weergave LC	48
5.2. Belastinggroepen	49
5.3. Combinaties	49
5.4. Resultaatklassen	51
6. Resultaten dek	53
6.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand	53
6.1.1. Interne krachten in staaf	53
6.1.2. Interne krachten in staaf; My	53
6.1.3. Interne krachten in staaf; Vz	54
6.1.4. Interne krachten in staaf; N	54
6.2. UGT - Uiterste grenstoestand	55
6.2.1. Interne krachten in staaf	55
6.2.2. Interne krachten in staaf; My	55
6.2.3. Interne krachten in staaf; Vz	56
6.2.4. Interne krachten in staaf; N	56
7. Resultaten landhoofd - Inklemming	57
7.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand	57
7.1.1. Interne krachten in staaf	57
7.1.2. Interne krachten in staaf; My	57
7.1.3. Interne krachten in staaf; Vz	58
7.1.4. Interne krachten in staaf; N	58
7.2. UGT - Uiterste grenstoestand	59
7.2.1. Interne krachten in staaf	59
7.2.2. Interne krachten in staaf; My	59
7.2.3. Interne krachten in staaf; Vz	60
7.2.4. Interne krachten in staaf; N	60
8. Resultaten landhoofd - Bovenzijde	61
8.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand	61
8.1.1. Interne krachten in staaf	61
8.1.2. Interne krachten in staaf; My	61
8.1.3. Interne krachten in staaf; Vz	62

8.1.4. Interne krachten in staaf; N	62
8.2. UGT - Uiterste grenstoestand	63
8.2.1. Interne krachten in staaf	63
8.2.2. Interne krachten in staaf; My	63
8.2.3. Interne krachten in staaf; Vz	64
8.2.4. Interne krachten in staaf; N	64
9. Resultaten landhoofd - Onderzijde	65
9.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand	65
9.1.1. Interne krachten in staaf	65
9.1.2. Interne krachten in staaf; My	65
9.1.3. Interne krachten in staaf; Vz	66
9.1.4. Interne krachten in staaf; N	66
9.2. UGT - Uiterste grenstoestand	67
9.2.1. Interne krachten in staaf	67
9.2.2. Interne krachten in staaf; My	67
9.2.3. Interne krachten in staaf; Vz	68
9.2.4. Interne krachten in staaf; N	68
10. Resultaten damwand	69
10.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand	69
10.1.1. Interne krachten in staaf	69
10.1.2. Interne krachten in staaf; My	69
10.1.3. Interne krachten in staaf; Vz	70
10.1.4. Interne krachten in staaf; N	70
10.1.5. Reacties	71
10.1.6. Reacties; Rz	71
10.1.7. Intensiteit op staaf	72
10.1.8. Intensiteit op staaf; Rx	72
10.2. UGT - Uiterste grenstoestand	73
10.2.1. Interne krachten in staaf	73
10.2.2. Interne krachten in staaf; My	73
10.2.3. Interne krachten in staaf; Vz	74
10.2.4. Interne krachten in staaf; N	74
10.2.5. Reacties	75
10.2.6. Reacties; Rz	75
10.2.7. Intensiteit op staaf	76
10.2.8. Intensiteit op staaf; Rx	76

2. Project

Licentienaam	Royal HaskoningDHV
Project	Vervangen bruggen NZV
Onderdeel	Dieftil
Omschrijving	DO-Berekening
Auteur	Peter Knoppert
Datum	11-02-2020
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	30
Aantal staven :	11
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	6
Aantal belastingsgevallen :	30
Aantal gebruikte materialen :	5
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Algemeen

3.1. Instellingen net

Naam	MeshSetup1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	×
Generatie van knopen op staven	×
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Zwevende knopen voor voorspanning	✓
Elastisch net	✓
Pas automatische netverfijning toe	×
Verdeling op consoles en variabele staven	5
Verdeling voor 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal tussenpunten op 1D element	1
Gemiddelde grootte van 2D element/gekromd element [m]	1,000
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0.001
Gemiddelde afmeting van panelelement [m]	1,000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

3.2. Instellingen solver

Naam	SolverSetup1
Negeer dwarskrachtvervormingen (Ay, Az >> A)	×
Initiële spanning	×
Pas massa- en stijfheidsfactoren toe	✓
Maximumaantal bodeminteractie-iteraties	10
Aantal sneden op gemiddelde staaf	10
Stap voor grond/waterdruk [m]	0,500
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Wapeningscoëfficiënt	1
Waarschuwing als de maximale translatie groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als de maximale rotatie groter is dan [mrad]	100,0
Grond combinatie	Geen
Type solver	Direct

3.3. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	72
Aantal netknopen	73
Aantal vergelijkingen	438
Belastinggevallen	LC1
	LC2
	LC3
	LC4
	LC10
	LC11
	LC12
	LC7
	LC20
	LC21
	LC22
	LC23
	LC24
	LC25
	LC26
	LC27
	LC28

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	72
Aantal netknopen	73
Aantal vergelijkingen	438
	LC29
	LC40
	LC50
	LC51
	LC52
	LC53
	LC60
	LC61
	LC70
	LC71
	LC8
Start berekening	11.02.2020 09:56
Einde berekening	11.02.2020 09:56

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	72
Aantal netknopen	73
Aantal vergelijkingen	438
Belastinggevallen	LC1
	LC2
	LC3
	LC4
	LC10
	LC11
	LC12
	LC7
	LC20
	LC21
	LC22
	LC23
	LC24
	LC25
	LC26
	LC27
	LC28
	LC29
	LC40
	LC50
	LC51
	LC52
	LC53
	LC60
	LC61
	LC70
	LC71
	LC8
Start berekening	11.02.2020 09:56
Einde berekening	11.02.2020 09:56

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	72
Aantal netknopen	73
Aantal vergelijkingen	438
Belastinggevallen	LC5
	LC6
Start berekening	11.02.2020 09:56
Einde berekening	11.02.2020 09:57

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	72
Aantal netknoten	73
Aantal vergelijkingen	438
Belastinggevallen	LC1
	LC2
	LC3
	LC4
	LC10
	LC11
	LC12
	LC7
	LC20
	LC21
	LC22
	LC23
	LC24
	LC25
	LC26
	LC27
	LC28
	LC29
	LC40
	LC50
	LC51
	LC52
	LC53
	LC60
	LC61
	LC70
	LC71
	LC8
Start berekening	11.02.2020 09:56
Einde berekening	11.02.2020 09:56

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	72
Aantal netknoten	73
Aantal vergelijkingen	438
Belastinggevallen	LC5
	LC6
Start berekening	11.02.2020 09:56
Einde berekening	11.02.2020 09:57

Som van lasten en reacties.

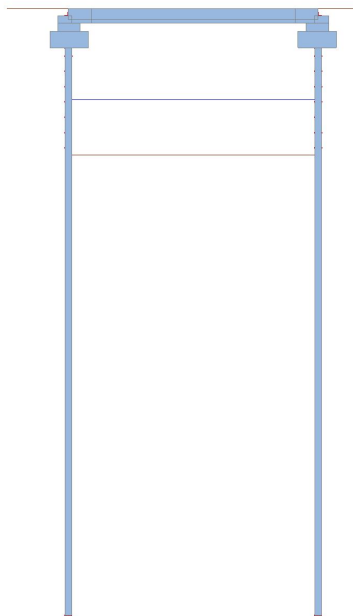
	[kN]	X	Y	Z
BG LC1	last	0.0	0.0	-47.8
	knoopreacties	0.0	0.0	47.8
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC2	last	0.0	0.0	-93.3
	knoopreacties	0.0	0.0	93.3
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC3	last	0.0	0.0	-131.1
	knoopreacties	0.0	0.0	131.1
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC4	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

	[kN]	X	Y	Z
BG LC5	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC6	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC10	last	0.0	0.0	-8.6
	knoopreacties	0.0	0.0	8.6
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC11	last	0.0	0.0	-69.5
	knoopreacties	0.0	0.0	69.5
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC12	last	0.0	0.0	-8.6
	knoopreacties	0.0	0.0	8.6
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC7	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC20	last	0.0	0.0	-180.0
	knoopreacties	0.0	0.0	180.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC21	last	0.0	0.0	-152.0
	knoopreacties	0.0	0.0	152.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC22	last	0.0	0.0	-196.6
	knoopreacties	0.0	0.0	196.6
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC23	last	0.0	0.0	-133.0
	knoopreacties	0.0	0.0	133.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC24	last	0.0	0.0	-116.9
	knoopreacties	0.0	0.0	116.9
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC25	last	0.0	0.0	-109.0
	knoopreacties	0.0	0.0	109.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC26	last	0.0	0.0	-101.2
	knoopreacties	0.0	0.0	101.2
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC27	last	0.0	0.0	-97.4


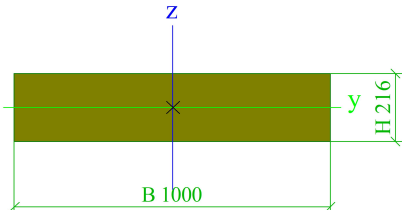
	[kN]	X	Y	Z
	knoopreacties	0.0	0.0	97.4
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC28	last	0.0	0.0	-97.4
	knoopreacties	0.0	0.0	97.4
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC29	last	0.0	0.0	-97.4
	knoopreacties	0.0	0.0	97.4
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC40	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC50	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC51	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC52	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC53	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC60	last	62.4	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	-62.4	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC61	last	-62.4	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	62.4	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC70	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC71	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG LC8	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

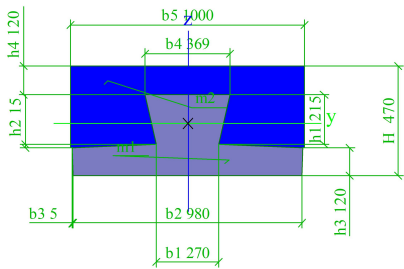
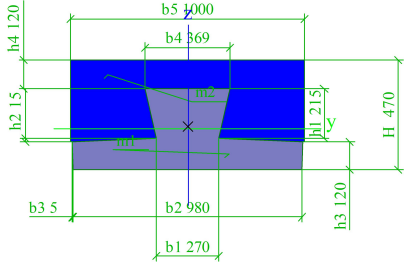
4. Constructie


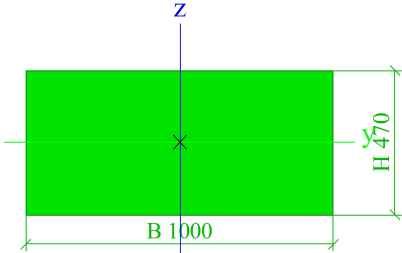
4.1. Rekenmodel




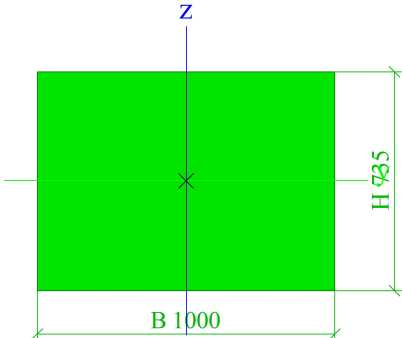
4.2. Doorsneden

Damwand		
Type	Volledig rechthoekig	
Uitgebreid	216; 1000	
Vormnorm	7 - Volledig rechthoekige doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 275 - 0 kN/m3	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	c	c
A [m ²]	2,1580e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,7983e-01	1,7983e-01
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,4316e+00	2,4316e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	500	108
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,3748e-04	1,7983e-02
i _y [mm], i _z [mm]	62	289
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,7616e-03	3,5967e-02
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,1642e-02	5,3950e-02
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,20e+06	3,20e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,48e+07	1,48e+07
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,8945e-03	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

Dek - Veld			
Type	Prefab4		
Uitgebreid	270; 980; 5; 369; 1000; 215; 15; 120; 120		
Vorm type	Dikke wanden		
Onderdeelmateriaal	C60/75 - 0 kN/m3 C30/37 - 0 kN/m3		
Bouwwijze	beton		
A [m ²]	4,2440e-01		
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,6036e-01	3,5244e-01	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,9302e+00	2,9302e+00	
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	500	228	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,8517e-03	3,4187e-02	
i _y [mm], i _z [mm]	136	284	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,2411e-02	6,8375e-02	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00	
d _y [mm], d _z [mm]	0	-1	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,1928e-02	2,4765e-04	
β _y [mm], β _z [mm]	74	0	
Afbeelding			
Dek - Steunpunt			
Type	Prefab4		
Uitgebreid	270; 980; 5; 369; 1000; 215; 15; 120; 120		
Vorm type	Dikke wanden		
Onderdeelmateriaal	C60/75 - 0 kN/m3 C30/37 - Gescheurd - 0 kN/m3		
Bouwwijze	beton		
A [m ²]	2,7282e-01		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,4504e-01	2,0650e-01	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,9302e+00	2,9302e+00	
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	500	181	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,5855e-03	1,8490e-02	
i _y [mm], i _z [mm]	130	260	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,5841e-02	3,6981e-02	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00	
d _y [mm], d _z [mm]	0	5	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,1624e-02	8,5149e-05	
β _y [mm], β _z [mm]	792	0	
Afbeelding			
Landhoofd - Inklemming			
Type	Rechthoek		
Uitgebreid	470; 1000		


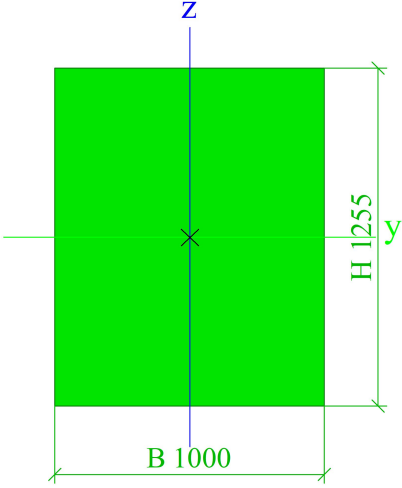
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C30/37 - Gescheurd	
Bouwwijze	beton	
Kleur		
A [m ²]	4,7000e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,9167e-01	3,9167e-01
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,9400e+00	2,9400e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	500	235
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,6519e-03	3,9167e-02
i _y [mm], i _z [mm]	136	289
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,6817e-02	7,8333e-02
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,4386e-02	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

Landhoofd - Bovenzijde

Type	Rechthoek	
Uitgebreid	735; 1000	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C30/37 - Gescheurd	
Bouwwijze	beton	
Kleur		
A [m ²]	7,3500e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	6,1250e-01	6,1250e-01
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,4700e+00	3,4700e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	500	368
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,3089e-02	6,1250e-02
i _y [mm], i _z [mm]	212	289
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,0037e-02	1,2250e-01
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7,2751e-02	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

Landhoofd - Onderzijde

Type	Rechthoek	
------	-----------	--

Uitgebreid	1255; 1000	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C30/37 - Gescheurd	
Bouwwijze	beton	
Kleur		
A [m ²]	1,2550e+00	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0458e+00	1,0458e+00
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,5100e+00	4,5100e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	500	628
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,6472e-01	1,0458e-01
i _y [mm], i _z [mm]	362	289
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,6250e-01	2,0917e-01
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,1632e-01	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen

Vormnorm	h - Hoogte b - Breedte
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

Verklaring van symbolen	
	de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

4.3. 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 275 - 0 kN/m3	0,0	2,1000e+05	0.3	0	40	275,0	430,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	255,0	410,0	

Naam	Type	ρ [kg/m ³]	Dichtheid in natte toestand [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]	Kleur
C30/37 - Gescheurd	Beton	2500,0	2600,0	1,1000e+04	0.2	0,00	30,00	
C30/37 - Gescheurd - 0 kN/m3	Beton	0,0	0,0	1,1000e+04	0.2	0,00	30,00	
C60/75 - 0 kN/m3	Beton	0,0	0,0	3,9100e+04	0.2	0,00	60,00	
C30/37 - 0 kN/m3	Beton	0,0	0,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	

Verklaring van symbolen	
Dichtheid in natte toestand	De waarde van de dichtheid van het kenmerk nieuwe toestand wordt alleen gebruikt als een samengesteld dek wordt ingevoerd en rekening wordt gehouden met de belasting van het eigengewicht.

4.4. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
N1	0,000	-18,000
N2	0,000	0,479
N3	8,130	-18,000
N4	8,130	0,479
N5	0,000	1,514
N6	8,130	1,514
N7	0,750	1,514
N8	7,380	1,514
N9	0,000	1,009
N10	8,130	1,009

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
N11	8,130	1,279
N12	0,000	1,279
N13	0,000	-2,783
N14	0,000	-2,284
N15	0,000	-1,785
N16	0,000	-1,286
N17	0,000	-0,787
N18	8,140	-2,783
N19	8,140	-2,284
N20	8,140	-1,785

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
N21	8,140	-1,286
N22	8,140	-0,787
N23	0,000	-0,288
N24	0,000	0,211
N25	0,000	0,710
N26	0,000	1,210
N27	8,140	-0,288
N28	8,140	0,211
N29	8,140	0,710
N30	8,140	1,210

4.5. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
B1	Damwand - Volledig rechthoekig (216; 1000)	S 275 - 0 kN/m3	18,479	N1	N2	Kolom
B2	Damwand - Volledig rechthoekig (216; 1000)	S 275 - 0 kN/m3	18,479	N3	N4	Kolom
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek (1255; 1000)	C30/37 - Gescheurd	0,530	N2	N9	Kolom
B4	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek (1255; 1000)	C30/37 - Gescheurd	0,530	N4	N10	Kolom
B5	Dek - Steunpunt - Prefab4 (270; 980; 5; 369; 1000; 215; 15; 120; 120)	C60/75 - 0 kN/m3	0,750	N5	N7	Balk (8
B6	Dek - Veld - Prefab4 (270; 980; 5; 369; 1000; 215; 15; 120; 120)	C60/75 - 0 kN/m3	6,630	N7	N8	Balk (8
B7	Dek - Steunpunt - Prefab4 (270; 980; 5; 369; 1000; 215; 15; 120; 120)	C60/75 - 0 kN/m3	0,750	N8	N6	Balk (8
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek (735; 1000)	C30/37 - Gescheurd	0,270	N9	N12	Kolom
B9	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek (735; 1000)	C30/37 - Gescheurd	0,270	N10	N11	Kolom
B10	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek (470; 1000)	C30/37 - Gescheurd	0,235	N11	N6	Kolom
B11	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek (470; 1000)	C30/37 - Gescheurd	0,235	N12	N5	Kolom

4.6. Knoopondersteuning

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Ry
Sn1	N1	GCS	Standaard	Vrij	Verend	1,5000e+02	Vrij
Sn2	N3	GCS	Standaard	Vrij	Verend	1,5000e+02	Vrij
Sn3	N5	GCS	Standaard	Vast	Vrij		Vrij

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Ry
Sn4	N6	GCS	Standaard	Vast	Vrij		Vrij

4.7. Lijnondersteuningen op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x ₁ [m]	Coör	X	Z	Stijfheid Z [MN/m ²]	Ry
		Systeem	Pos x ₂ [m]	Oors				
Slb1	Lijn	B1	0,000	Abso	Vrij	Verend	4,0000e+00	Vrij
		LCS	3,500	Vanaf begin				
Slb2	Lijn	B2	0,000	Abso	Vrij	Verend	4,0000e+00	Vrij
		LCS	3,500	Vanaf begin				
Slb3	Lijn	B1	3,500	Abso	Vrij	Verend	1,0000e+01	Vrij
		LCS	8,500	Vanaf begin				
Slb4	Lijn	B2	3,500	Abso	Vrij	Verend	1,0000e+01	Vrij
		LCS	8,500	Vanaf begin				
Slb5	Lijn	B1	8,500	Abso	Vrij	Verend	8,0000e-01	Vrij
		LCS	16,780	Vanaf begin				
Slb6	Lijn	B2	8,500	Abso	Vrij	Verend	8,0000e-01	Vrij
		LCS	16,780	Vanaf begin				
Slb7	Lijn	B1	16,780	Abso	Vrij		1,0000e+01	Vrij
		LCS	17,479	Vanaf begin				
Slb8	Lijn	B2	16,780	Abso	Vrij		1,0000e+01	Vrij
		LCS	17,479	Vanaf begin				

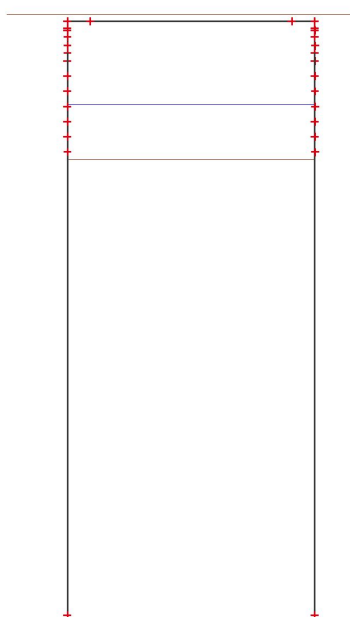
5. Belastingen

5.1. Belastingsgevallen

5.1.1. Belastingsgevallen - LC1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype			
LC1	Eigen gewicht	Permanent	LG1 - Permanent	-Z	Eindfase + bedding
		Eigen gewicht			

5.1.1.1. Grafische weergave LC



5.1.2. Belastingsgevallen - LC2

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Afwezigheden
LC2	Liggers + druklaag	Permanent	LG1 - Permanent	Eindfase + bedding
		Standaard		

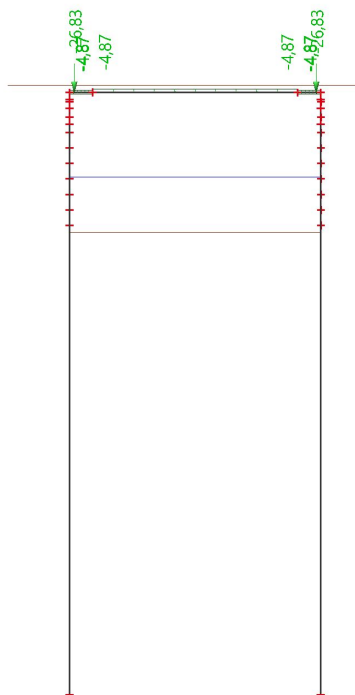
5.1.2.1. Lijnlast

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	B5 LC2 - Liggers + druklaag	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-4,87	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast2	B6 LC2 - Liggers + druklaag	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-4,87	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000
Lijnlast3	B7 LC2 - Liggers + druklaag	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-4,87	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0,000

5.1.2.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F1	B5 LC2 - Liggers + druklaag	GCS Z	-26,83 Kracht	0,150	Abso Vanaf begin	1
F2	B7 LC2 - Liggers + druklaag	GCS Z	-26,83 Kracht	0,150	Abso Vanaf einde	1

5.1.2.3. Grafische weergave LC



5.1.3. Belastingsgevallen - LC3

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Afwezigheden
LC3	Permanente belasting	Permanent	LG1 - Permanent	Eindfase + bedding
		Standaard		

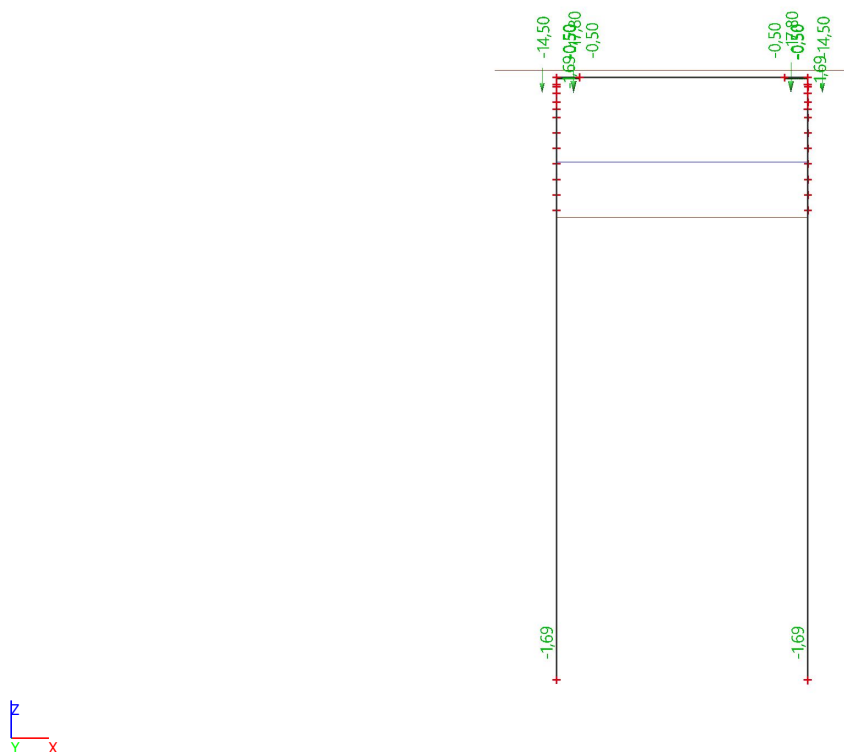
5.1.3.1. Lijnlast

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]
Lijnlast4	B7	Kracht	Z	-0,50	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC3 - Permanente belasting	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast5	B6	Kracht	Z	-0,50	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC3 - Permanente belasting	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast6	B5	Kracht	Z	-0,50	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC3 - Permanente belasting	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast7	B2	Kracht	X	-1,69	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC3 - Permanente belasting	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast8	B1	Kracht	X	-1,69	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC3 - Permanente belasting	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000

5.1.3.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F3	B3	GCS	-17,80	0,530	Abso	1
	LC3 - Permanente belasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F9	B4	GCS	-17,80	0,530	Abso	1
	LC3 - Permanente belasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F10	B3	GCS	-14,50	0,530	Abso	1
	LC3 - Permanente belasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F11	B4	GCS	-14,50	0,530	Abso	1
	LC3 - Permanente belasting	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.3.3. Grafische weergave LC



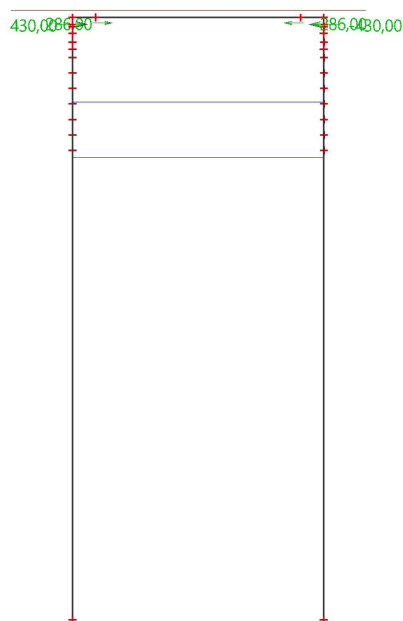
5.1.4. Belastingsgevallen - LC4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC4	Voorspanning	Variabel	LG8 - Voorspanning	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.4.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F23	B5	GCS	430,00	0,500	Abso	1
	LC4 - Voorspanning	X	Kracht		Vanaf begin	
F24	B7	GCS	-430,00	0,500	Abso	1
	LC4 - Voorspanning	X	Kracht		Vanaf einde	
F25	B6	GCS	286,00	0,550	Abso	1
	LC4 - Voorspanning	X	Kracht		Vanaf begin	
F26	B6	GCS	-286,00	0,550	Abso	1
	LC4 - Voorspanning	X	Kracht		Vanaf einde	

5.1.4.2. Grafische weergave LC



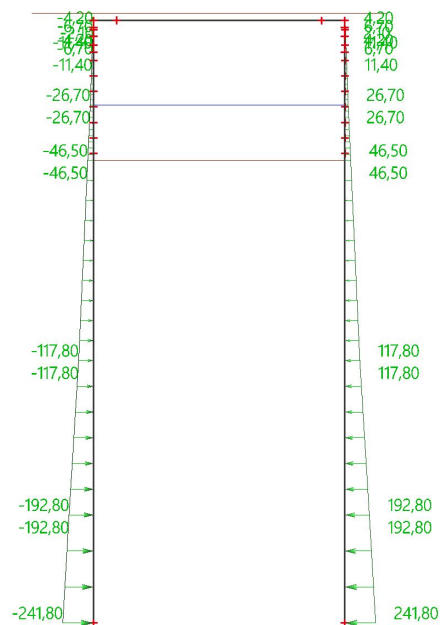
5.1.5. Belastingsgevallen - LC5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype		
LC5	Gronddruk - Buitenzijde	Permanent	LG1 - Permanent	Bouwfase + bedding
		Standaard		

5.1.5.1. 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]
Lijnlast9	B11	Kracht	Z	-4,20	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-2,10	1.000	Lengte		-0,115
.	B10	Kracht	Z	4,20	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	2,10	1.000	Lengte		0,115
Lijnlast11	B9	Kracht	Z	6,70	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	4,20	1.000	Lengte		-0,018
Lijnlast12	B8	Kracht	Z	-6,70	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-4,20	1.000	Lengte		0,018
Lijnlast13	B4	Kracht	Z	11,40	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	6,70	1.000	Lengte		-0,028
Lijnlast14	B3	Kracht	Z	-11,40	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-6,70	1.000	Lengte		0,028
Lijnlast15	B1	Kracht	Z	-241,80	0.000	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-192,80	3.500	Lengte		0,000
Lijnlast16	B2	Kracht	Z	241,80	0.000	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	192,80	3.500	Lengte		0,000
Lijnlast17	B1	Kracht	Z	-192,80	3.500	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-117,80	8.500	Lengte		0,000
Lijnlast18	B2	Kracht	Z	192,80	3.500	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	117,80	8.500	Lengte		0,000
Lijnlast19	B1	Kracht	Z	-117,80	8.500	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-46,50	14.980	Lengte		0,000
Lijnlast20	B2	Kracht	Z	117,80	8.500	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	46,50	14.980	Lengte		0,000
Lijnlast21	B1	Kracht	Z	-46,50	14.980	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-26,70	16.780	Lengte		0,000
Lijnlast22	B2	Kracht	Z	46,50	14.980	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	26,70	16.780	Lengte		0,000
Lijnlast58	B1	Kracht	Z	-26,70	16.780	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	-11,40	18.479	Lengte		0,000
Lijnlast59	B2	Kracht	Z	26,70	16.780	Abso	Vanaf begin	
	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	LCS	Trapez	11,40	18.479	Lengte		0,000

5.1.5.2. Grafische weergave LC



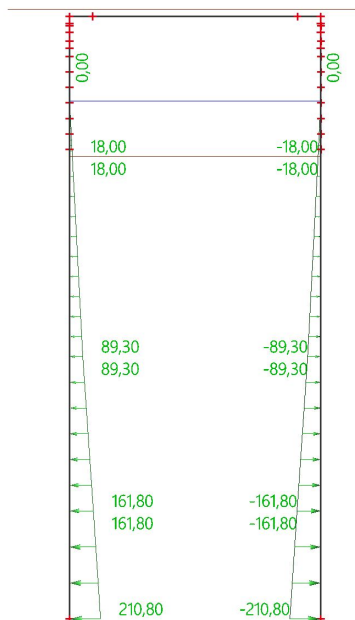
5.1.6. Belastingsgevallen - LC6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype		
LC6	Gronddruk - Binnenzijde	Permanent	LG1 - Permanent	Bouwfase + bedding
		Standaard		

5.1.6.1. Lijnlast

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁ [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂ [m]	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast30	B1	Kracht	Z	210,80	0,000	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	161,80	3,500	Lengte		0,000
Lijnlast31	B2	Kracht	Z	-210,80	0,000	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	-161,80	3,500	Lengte		0,000
Lijnlast32	B1	Kracht	Z	161,80	3,500	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	89,30	8,500	Lengte		0,000
Lijnlast33	B2	Kracht	Z	-161,80	3,500	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	-89,30	8,500	Lengte		0,000
Lijnlast34	B1	Kracht	Z	89,30	8,500	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	18,00	14,980	Lengte		0,000
Lijnlast35	B2	Kracht	Z	-89,30	8,500	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	-18,00	14,980	Lengte		0,000
Lijnlast36	B1	Kracht	Z	18,00	14,980	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	0,00	16,780	Lengte		0,000
Lijnlast37	B2	Kracht	Z	-18,00	14,980	Abso	Vanaf begin	
	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	LCS	Trapez	0,00	16,780	Lengte		0,000

5.1.6.2. Grafische weergave LC



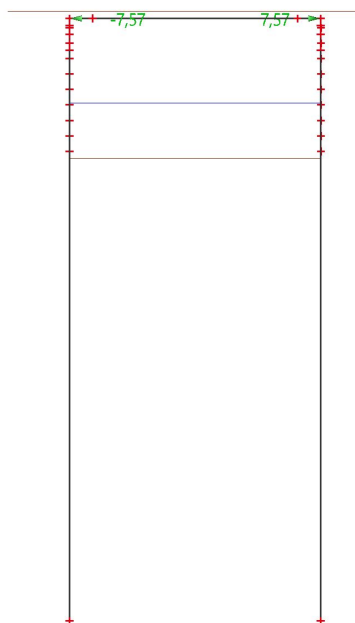
5.1.7. Belastingsgevallen - LC7

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Afwezigheden
LC7	Gronddruk - Reactie	Permanent	LG1 - Permanent	Eindfase + bedding
		Standaard		

5.1.7.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast1	N5	LC7 - Gronddruk - Reactie	GCS	X	Kracht	-7,57
Puntlast2	N6	LC7 - Gronddruk - Reactie	GCS	X	Kracht	7,57

5.1.7.2. Grafische weergave LC



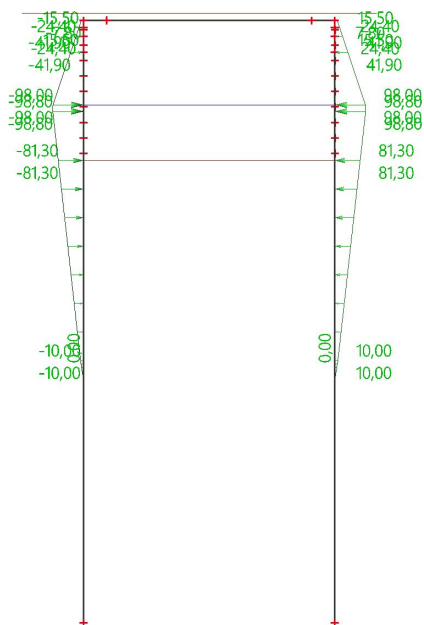
5.1.8. Belastingsgevallen - LC8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC8	Opspanning	Variabel	LG7 - Krimp	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.8.1. 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]
Lijnlast41	B11	Kracht	Z	-15,50	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-7,80	1.000	Lengte		-0,115
.1	B10	Kracht	Z	15,50	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	7,80	1.000	Lengte		0,115
Lijnlast42	B9	Kracht	Z	24,40	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	15,50	1.000	Lengte		-0,018
Lijnlast43	B8	Kracht	Z	-24,40	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-15,50	1.000	Lengte		0,018
Lijnlast44	B4	Kracht	Z	41,90	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	24,40	1.000	Lengte		-0,028
Lijnlast45	B3	Kracht	Z	-41,90	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-24,40	1.000	Lengte		0,028
Lijnlast48	B1	Kracht	Z	0,00	7.830	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-10,00	8.500	Lengte		0,000
Lijnlast49	B2	Kracht	Z	0,00	7.830	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	10,00	8.500	Lengte		0,000
Lijnlast50	B1	Kracht	Z	-10,00	8.500	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-81,30	14.980	Lengte		0,000
Lijnlast51	B2	Kracht	Z	10,00	8.500	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	81,30	14.980	Lengte		0,000
Lijnlast52	B1	Kracht	Z	-81,30	14.980	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-98,80	16.570	Lengte		0,000
Lijnlast53	B2	Kracht	Z	81,30	14.980	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	98,80	16.570	Lengte		0,000
Lijnlast60	B1	Kracht	Z	-98,80	16.570	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-98,00	16.780	Lengte		0,000
Lijnlast61	B2	Kracht	Z	98,80	16.570	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	98,00	16.780	Lengte		0,000
Lijnlast62	B1	Kracht	Z	-98,00	16.780	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	-41,90	18.479	Lengte		0,000
Lijnlast63	B2	Kracht	Z	98,00	16.780	Abso	Vanaf begin	
	LC8 - Opspanning	LCS	Trapez	41,90	18.479	Lengte		0,000

5.1.8.2. Grafische weergave LC



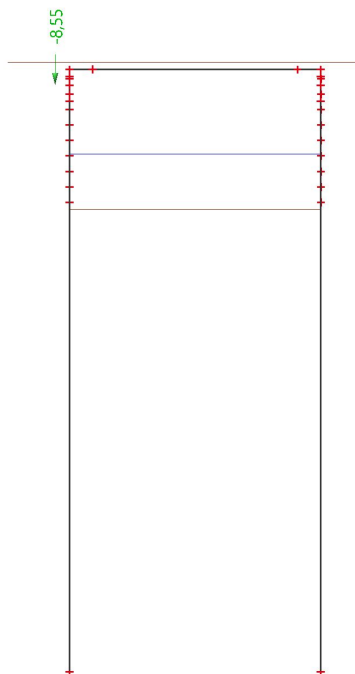
5.1.9. Belastingsgevallen - LC10

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC10	UDL - Stootplaat L	Variabel	LG2 - UDL	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.9.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F16	B3	GCS	-8,55	0,530	Abso	1
	LC10 - UDL - Stootplaat L	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.9.2. Grafische weergave LC



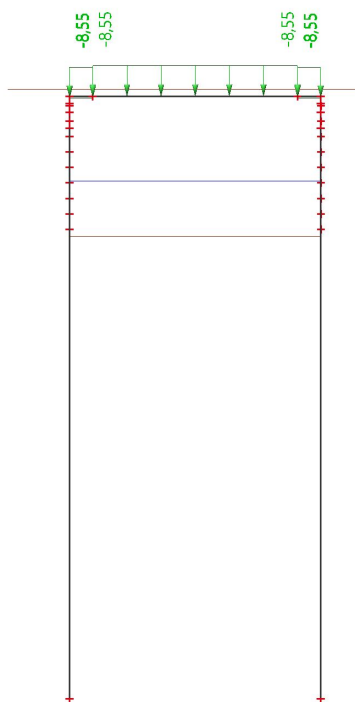
5.1.10. Belastingsgevalen - LC11

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC11	UDL - Dek	Variabel	LG2 - UDL	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.10.1. 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]
Lijnlast38	B5	Kracht	Z	-8,55	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC11 - UDL - Dek	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast39	B6	Kracht	Z	-8,55	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC11 - UDL - Dek	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast40	B7	Kracht	Z	-8,55	0.000	Rela	Vanaf begin	
	LC11 - UDL - Dek	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000

5.1.10.2. Grafische weergave LC



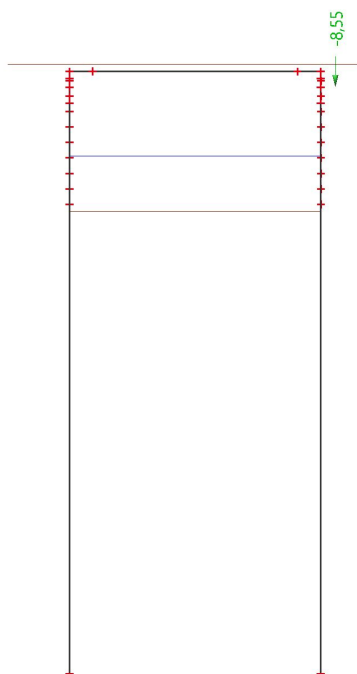
5.1.11. Belastingsgevalen - LC12

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC12	UDL - Stootplaat R Standaard	Variabel Statisch	LG2 - UDL	Kort	Geen	Eindfase + bedding

5.1.11.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F17	B4	GCS	-8,55	0,530	Abso	1
	LC12 - UDL - Stootplaat R	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.11.2. Grafische weergave LC



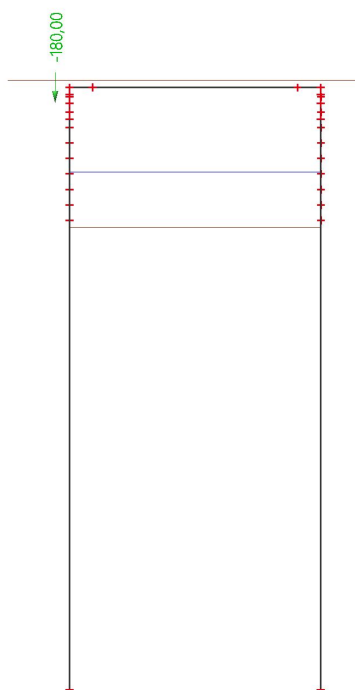
5.1.12. Belastingsgevalen - LC20

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC20	TS - Pos 1	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.12.1. Puntlast op staaf

Naam	Staat	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F27	B3	GCS	-180,00	0,530	Abso	1
	LC20 - TS - Pos 1	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.12.2. Grafische weergave LC



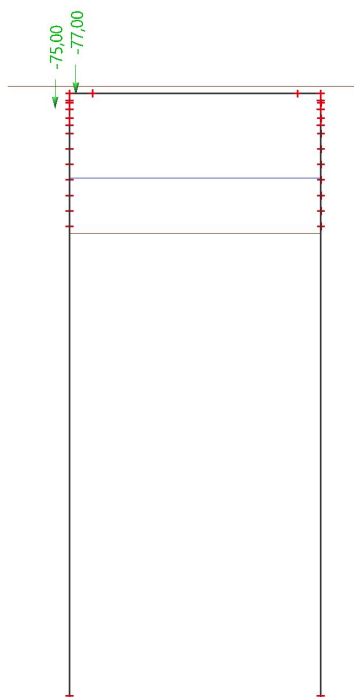
5.1.13. Belastingsgevallen - LC21

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC21	TS - Pos 2	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.13.1. Puntlast op staaf

Naam	Staat	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F28	B3	GCS	-75,00	0,530	Abso	1
	LC21 - TS - Pos 2	Z	Kracht		Vanaf begin	
F21	B5	GCS	-77,00	0,200	Abso	1
	LC21 - TS - Pos 2	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.13.2. Grafische weergave LC



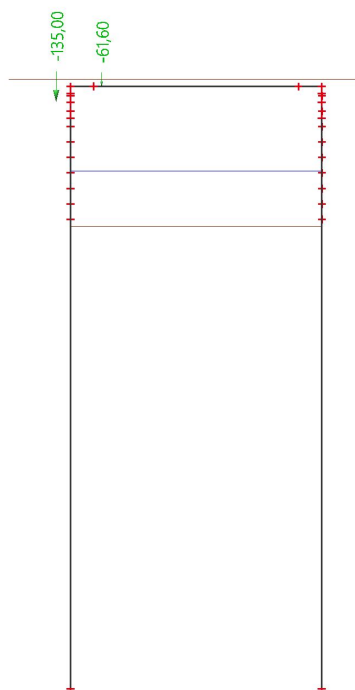
5.1.14. Belastingsgevalen - LC22

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC22	TS - Pos 3	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.14.1. Puntlast op staaf

Naam	Staat	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F29	B3	GCS	-135,00	0,530	Abso	1
	LC22 - TS - Pos 3	Z	Kracht		Vanaf begin	
F30	B6	GCS	-61,60	0,250	Abso	1
	LC22 - TS - Pos 3	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.14.2. Grafische weergave LC



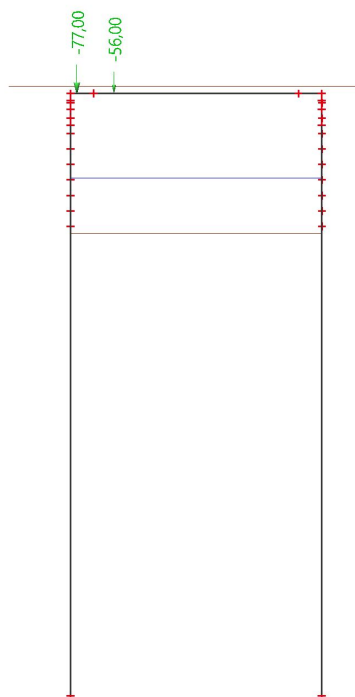
5.1.15. Belastingsgevallen - LC23

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC23	TS - Pos 4	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.15.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F31	B5	GCS	-77,00	0,200	Abso	1
	LC23 - TS - Pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
F32	B6	GCS	-56,00	0,650	Abso	1
	LC23 - TS - Pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.15.2. Grafische weergave LC



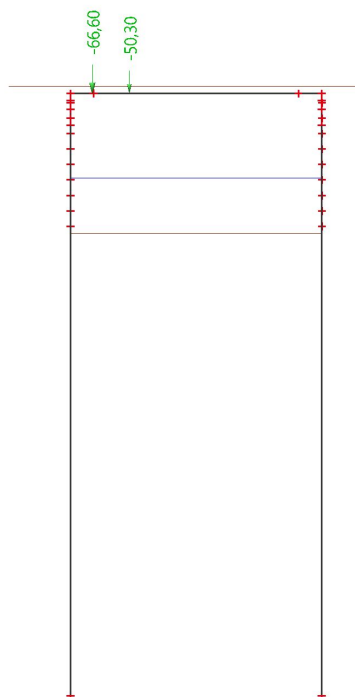
5.1.16. Belastingsgevallen - LC24

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC24	TS - Pos 5	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.16.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F33	B5	GCS	-66,60	0,700	Abso	1
	LC24 - TS - Pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
F34	B6	GCS	-50,30	1,150	Abso	1
	LC24 - TS - Pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.16.2. Grafische weergave LC



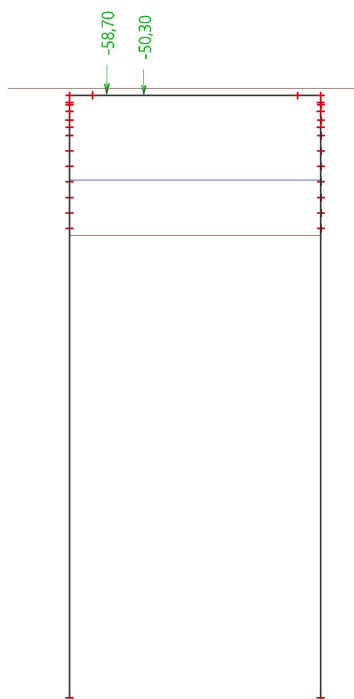
5.1.17. Belastingsgevalen - LC25

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC25	TS - Pos 6	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.17.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F35	B6	GCS	-58,70	0,450	Abso	1
	LC25 - TS - Pos 6	Z	Kracht		Vanaf begin	
F36	B6	GCS	-50,30	1,650	Abso	1
	LC25 - TS - Pos 6	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.17.2. Grafische weergave LC



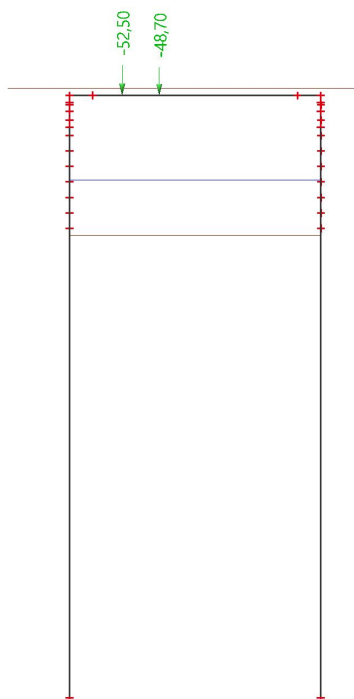
5.1.18. Belastingsgevallen - LC26

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC26	TS - Pos 7	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.18.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F37	B6	GCS	-52,50	0,950	Abso	1
	LC26 - TS - Pos 7	Z	Kracht		Vanaf begin	
F38	B6	GCS	-48,70	2,150	Abso	1
	LC26 - TS - Pos 7	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.18.2. Grafische weergave LC



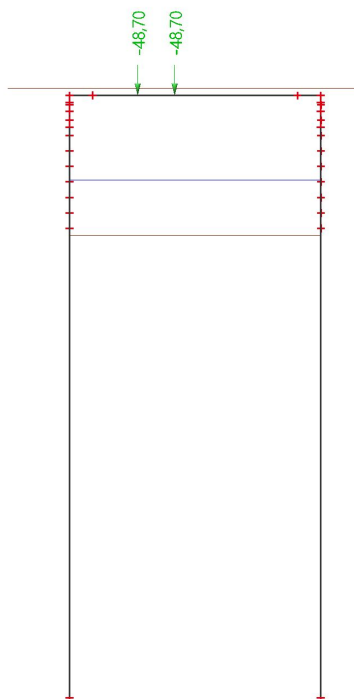
5.1.19. Belastingsgevallen - LC27

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC27	TS - Pos 8	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.19.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F39	B6	GCS	-48,70	1,450	Abso	1
	LC27 - TS - Pos 8	Z	Kracht		Vanaf begin	
F40	B6	GCS	-48,70	2,650	Abso	1
	LC27 - TS - Pos 8	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.19.2. Grafische weergave LC



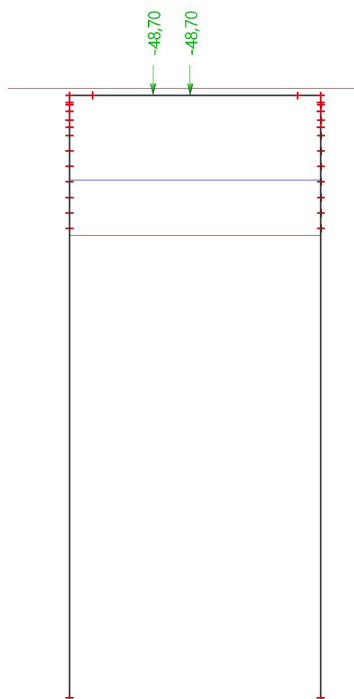
5.1.20. Belastingsgevalen - LC28

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC28	TS - Pos 9	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.20.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F41	B6	GCS	-48,70	1,950	Abso	1
	LC28 - TS - Pos 9	Z	Kracht		Vanaf begin	
F42	B6	GCS	-48,70	3,150	Abso	1
	LC28 - TS - Pos 9	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.20.2. Grafische weergave LC



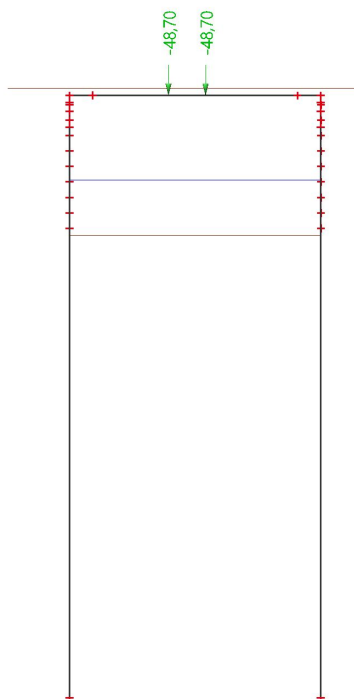
5.1.21. Belastingsgevalen - LC29

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC29	TS - Pos 10	Variabel	LG3 - TS	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.21.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaft	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F43	B6	GCS	-48,70	2,450	Abso	1
	LC29 - TS - Pos 10	Z	Kracht		Vanaf begin	
F44	B6	GCS	-48,70	3,650	Abso	1
	LC29 - TS - Pos 10	Z	Kracht		Vanaf begin	

5.1.21.2. Grafische weergave LC



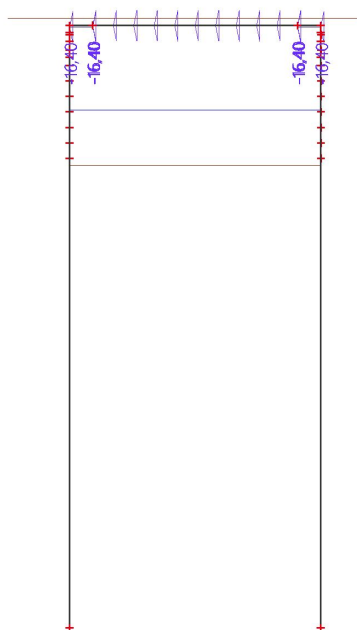
5.1.22. Belastingsgevallen - LC40

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype			
LC40	Krimp	Variabel	LG7 - Krimp	Geen	Eindfase + bedding
	Temperatuur	Statisch			

5.1.22.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x_1	Coör	Oors	Verdeling	Delta [K]
			Pos x_2				
Temp1	B5	LC40 - Krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-16,40
			1.000				
Temp2	B6	LC40 - Krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-16,40
			1.000				
Temp3	B7	LC40 - Krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-16,40
			1.000				

5.1.22.2. Grafische weergave LC



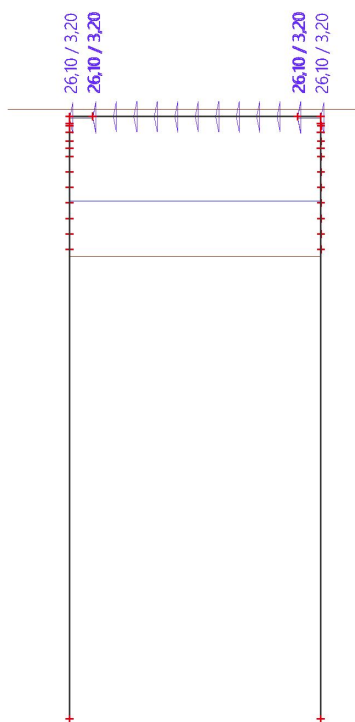
5.1.23. Belastingsgevallen - LC50

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype			
LC50	Opwarming - combinatie 1	Variabel	LG4 - Temperatuur	Geen	Eindfase + bedding
	Temperatuur	Statisch			

5.1.23.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x ₁	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K]
			Pos x ₂				-z - Onder delta [K]
Temp4	B5	LC50 - Opwarming - combinatie 1	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	26,10
			1.000				3,20
Temp5	B6	LC50 - Opwarming - combinatie 1	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	26,10
			1.000				3,20
Temp6	B7	LC50 - Opwarming - combinatie 1	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	26,10
			1.000				3,20

5.1.23.2. Grafische weergave LC



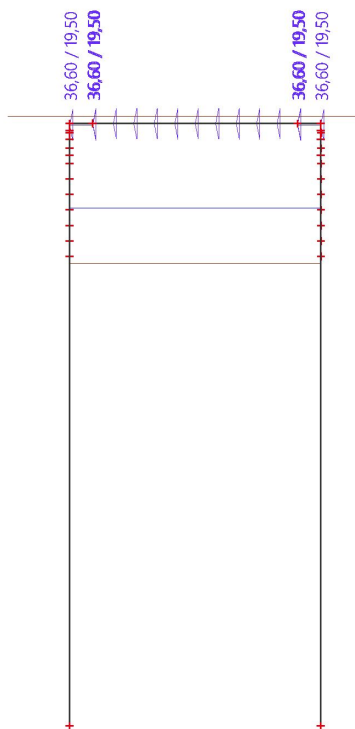
5.1.24. Belastingsgevallen - LC51

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype			
LC51	Opwarming - combinatie 2	Variabel	LG4 - Temperatuur	Geen	Eindfase + bedding
	Temperatuur	Statisch			

5.1.24.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x ₁	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K]
			Pos x ₂				-z - Onder delta [K]
Temp7	B5	LC51 - Opwarming - combinatie 2	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	36,60
			1.000				19,50
Temp8	B6	LC51 - Opwarming - combinatie 2	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	36,60
			1.000				19,50
Temp9	B7	LC51 - Opwarming - combinatie 2	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	36,60
			1.000				19,50

5.1.24.2. Grafische weergave LC



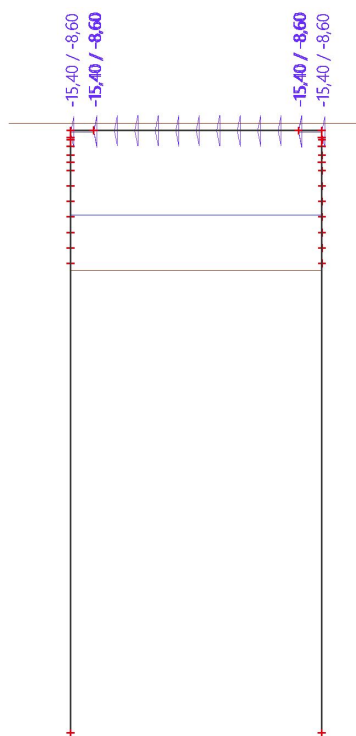
5.1.25. Belastingsgevallen - LC52

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype			
LC52	Afkoeling - combinatie 1	Variabel	LG4 - Temperatuur	Geen	Eindfase + bedding
	Temperatuur	Statisch			

5.1.25.1. Thermische belasting

Naam	Staaft	Belastingsgeval	Pos x ₁	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K]
			Pos x ₂				-z - Onder delta [K]
Temp10	B5	LC52 - Afkoeling - combinatie 1	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-15,40
			1.000				-8,60
Temp11	B6	LC52 - Afkoeling - combinatie 1	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-15,40
			1.000				-8,60
Temp12	B7	LC52 - Afkoeling - combinatie 1	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-15,40
			1.000				-8,60

5.1.25.2. Grafische weergave LC



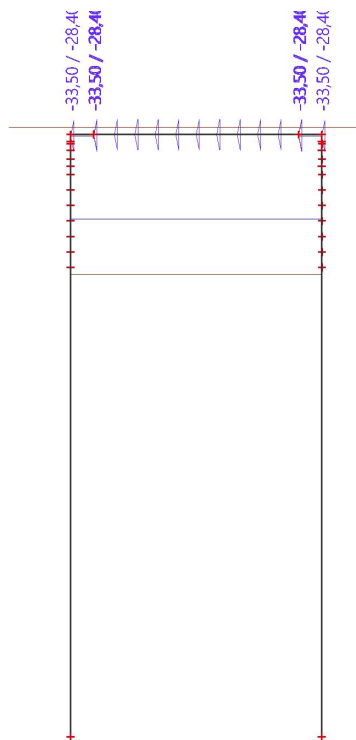
5.1.26. Belastingsgevallen - LC53

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype			
LC53	Afkoeling - combinatie 2	Variabel	LG4 - Temperatuur	Geen	Eindfase + bedding
	Temperatuur	Statisch			

5.1.26.1. Thermische belasting

Naam	Staaft	Belastingsgeval	Pos x ₁	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K]	-z - Onder delta [K]
			Pos x ₂					
Temp13	B5	LC53 - Afkoeling - combinatie 2	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-33,50	-28,40
			1.000				-28,40	
Temp14	B6	LC53 - Afkoeling - combinatie 2	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-33,50	-28,40
			1.000				-28,40	
Temp15	B7	LC53 - Afkoeling - combinatie 2	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-33,50	-28,40
			1.000				-28,40	

5.1.26.2. Grafische weergave LC



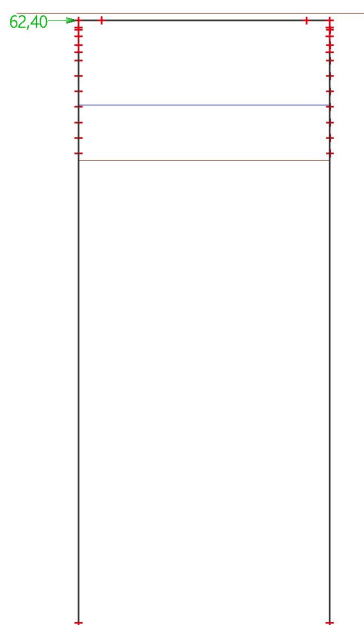
5.1.27. Belastingsgevallen - LC60

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC60	Rembelasting	Variabel	LG5 - Rem en aanzet	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.27.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast5	N5	LC60 - Rembelasting	GCS	X	Kracht	62,40

5.1.27.2. Grafische weergave LC



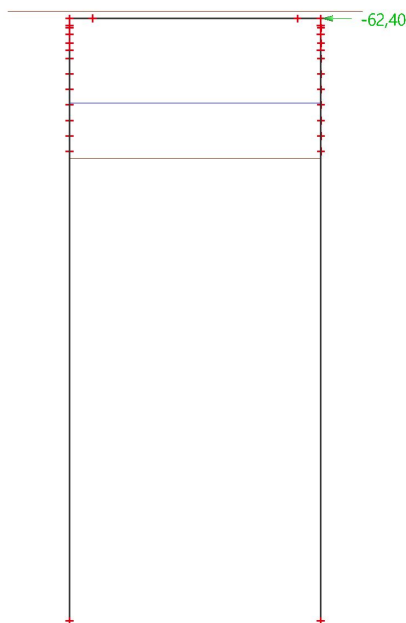
5.1.28. Belastingsgevallen - LC61

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC61	Aanzetbelasting	Variabel	LG5 - Rem en aanzet	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.28.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast6	N6	LC61 - Aanzetbelasting	GCS	X	Kracht	-62,40

5.1.28.2. Grafische weergave LC



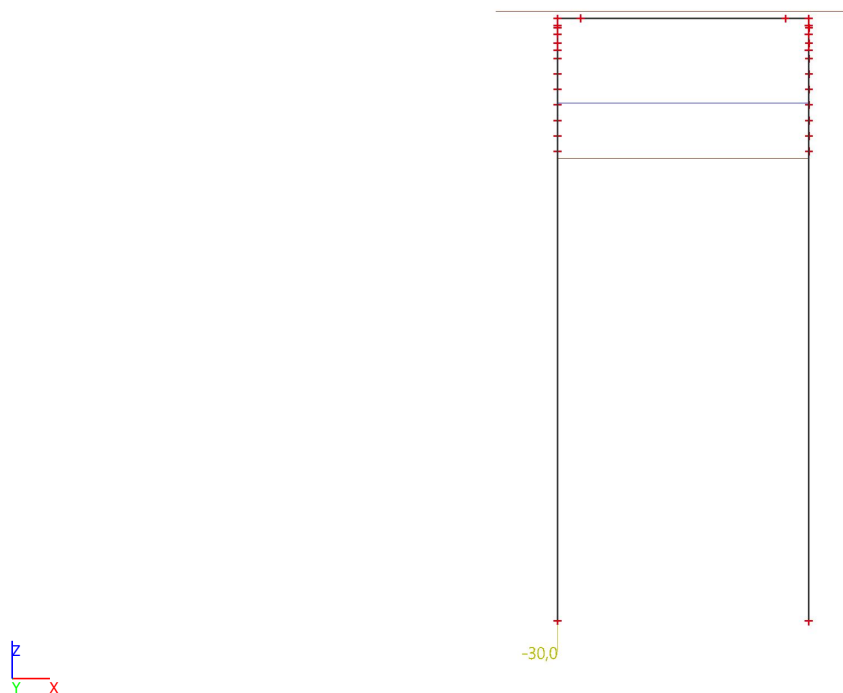
5.1.29. Belastingsgevallen - LC70

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC70	Zetting landhoofd 1	Variabel	LG6 - Opgelegde vervorming	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.29.1. Punttranslatie op staaf

Naam	Systeem	Pos x	Coör	Oors	Herh (n)	Rich	Waarde - U [mm]
TR1	LCS	0.000	Rela	Vanaf begin	1	X	-30,0

5.1.29.2. Grafische weergave LC



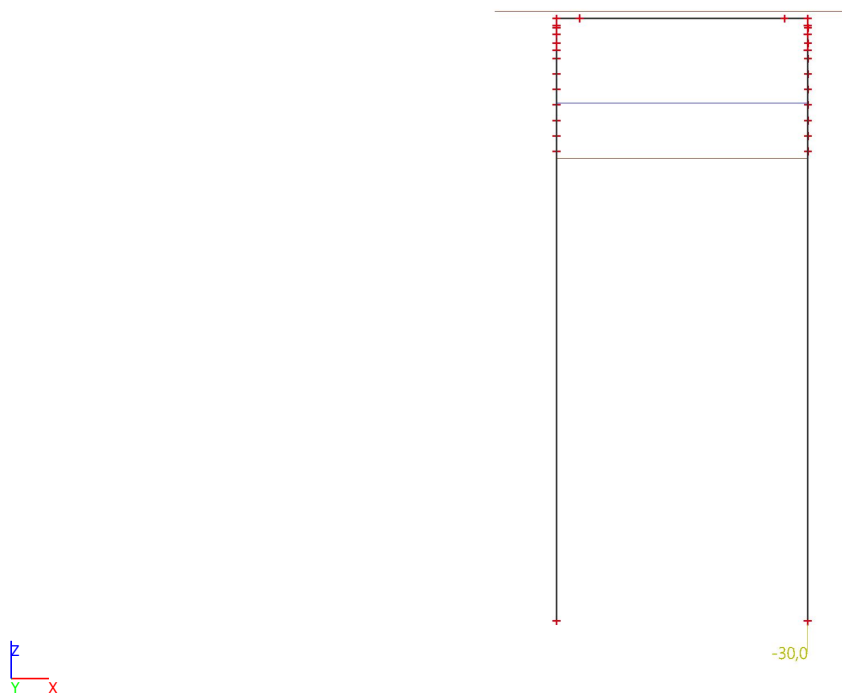
5.1.30. Belastingsgevallen - LC71

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype				
LC71	Zetting landhoofd 2	Variabel	LG6 - Opgelegde vervorming	Kort	Geen	Eindfase + bedding
	Standaard	Statisch				

5.1.30.1. Puntranslatie op staaf

Naam	Systeem	Pos x	Coör	Oors	Herh (n)	Rich	Waarde - U [mm]
TR2	LCS	0.000	Rela	Vanaf begin	1	X	-30,0

5.1.30.2. Grafische weergave LC



5.2. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1 - Permanent	Permanent		
LG2 - UDL	Variabel	Standaard	Cat A: Woning
LG3 - TS	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG4 - Temperatuur	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG5 - Rem en aanzet	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG6 - Opgelegde vervorming	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG7 - Krimp	Variabel	Standaard	Cat A: Woning
LG8 - Voorspanning	Variabel	Standaard	Cat A: Woning

5.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 1	6.10a - gr1a	Omhullende - uiterst	LC1 - Eigen gewicht	1,30
			LC2 - Liggers + druklaag	1,30
			LC3 - Permanente belasting	1,30
			LC4 - Voorspanning	1,00
			LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	1,30
			LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	1,30
			LC7 - Gronddruk - Reactie	1,30
			LC8 - Opspanning	1,30
			LC10 - UDL - Stootplaat L	1,08
			LC11 - UDL - Dek	1,08
			LC12 - UDL - Stootplaat R	1,08
			LC20 - TS - Pos 1	1,08
			LC21 - TS - Pos 2	1,08
			LC22 - TS - Pos 3	1,08
			LC23 - TS - Pos 4	1,08
			LC24 - TS - Pos 5	1,08
			LC25 - TS - Pos 6	1,08
			LC26 - TS - Pos 7	1,08
			LC27 - TS - Pos 8	1,08
			LC28 - TS - Pos 9	1,08
			LC29 - TS - Pos 10	1,08
UGT 2	6.10a - gr2	Omhullende - uiterst	LC40 - Krimp	1,00
			LC60 - Rembelasting	0,86
			LC61 - Aanzetbelasting	0,86
			LC70 - Zetting landhoofd 1	1,30
			LC71 - Zetting landhoofd 2	1,30
			LC1 - Eigen gewicht	1,30
			LC2 - Liggers + druklaag	1,30
			LC3 - Permanente belasting	1,30
			LC4 - Voorspanning	1,00
			LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	1,30
UGT 2	6.10a - gr2	Omhullende - uiterst	LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	1,30
			LC7 - Gronddruk - Reactie	1,30
			LC8 - Opspanning	1,30
			LC10 - UDL - Stootplaat L	0,86
			LC11 - UDL - Dek	0,86
			LC12 - UDL - Stootplaat R	0,86
			LC20 - TS - Pos 1	0,86
			LC21 - TS - Pos 2	0,86
			LC22 - TS - Pos 3	0,86
			LC23 - TS - Pos 4	0,86
			LC24 - TS - Pos 5	0,86
			LC25 - TS - Pos 6	0,86
			LC26 - TS - Pos 7	0,86
			LC27 - TS - Pos 8	0,86
			LC28 - TS - Pos 9	0,86
			LC29 - TS - Pos 10	0,86
			LC40 - Krimp	1,00
			LC60 - Rembelasting	1,08
			LC61 - Aanzetbelasting	1,08
			LC70 - Zetting landhoofd 1	1,30

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 3	6.10b - gr1a	Omhullende - uiterst	LC71 - Zetting landhoofd 2	1,30
			LC1 - Eigen gewicht	1,20
			LC2 - Liggers + druklaag	1,20
			LC3 - Permanente belasting	1,20
			LC4 - Voorspanning	1,00
			LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	1,20
			LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	1,20
			LC7 - Gronddruk - Reactie	1,20
			LC8 - Opspanning	1,20
			LC10 - UDL - Stootplaat L	1,35
			LC11 - UDL - Dek	1,35
			LC12 - UDL - Stootplaat R	1,35
			LC20 - TS - Pos 1	1,35
			LC21 - TS - Pos 2	1,35
			LC22 - TS - Pos 3	1,35
			LC23 - TS - Pos 4	1,35
			LC24 - TS - Pos 5	1,35
			LC25 - TS - Pos 6	1,35
			LC26 - TS - Pos 7	1,35
			LC27 - TS - Pos 8	1,35
			LC28 - TS - Pos 9	1,35
			LC29 - TS - Pos 10	1,35
			LC40 - Krimp	1,00
			LC60 - Rembelasting	1,08
			LC61 - Aanzetbelasting	1,08
			LC70 - Zetting landhoofd 1	1,20
			LC71 - Zetting landhoofd 2	1,20
UGT 4	6.10b - gr2	Omhullende - uiterst	LC1 - Eigen gewicht	1,20
			LC2 - Liggers + druklaag	1,20
			LC3 - Permanente belasting	1,20
			LC4 - Voorspanning	1,00
			LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	1,20
			LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	1,20
			LC7 - Gronddruk - Reactie	1,20
			LC8 - Opspanning	1,20
			LC10 - UDL - Stootplaat L	1,08
			LC11 - UDL - Dek	1,08
			LC12 - UDL - Stootplaat R	1,08
			LC20 - TS - Pos 1	1,08
			LC21 - TS - Pos 2	1,08
			LC22 - TS - Pos 3	1,08
			LC23 - TS - Pos 4	1,08
			LC24 - TS - Pos 5	1,08
			LC25 - TS - Pos 6	1,08
			LC26 - TS - Pos 7	1,08
			LC27 - TS - Pos 8	1,08
			LC28 - TS - Pos 9	1,08
			LC29 - TS - Pos 10	1,08
			LC40 - Krimp	1,00
			LC60 - Rembelasting	1,35
			LC61 - Aanzetbelasting	1,35
			LC70 - Zetting landhoofd 1	1,20
			LC71 - Zetting landhoofd 2	1,20
BGT 1	6.15b - gr1a	Omhullende - bruikbaarheid	LC1 - Eigen gewicht	1,00
			LC2 - Liggers + druklaag	1,00
			LC3 - Permanente belasting	1,00
			LC4 - Voorspanning	1,00
			LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	1,00
			LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	1,00
			LC7 - Gronddruk - Reactie	1,00
			LC8 - Opspanning	1,00
			LC10 - UDL - Stootplaat L	0,80
			LC11 - UDL - Dek	0,80
			LC12 - UDL - Stootplaat R	0,80
			LC20 - TS - Pos 1	0,80

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			LC21 - TS - Pos 2	0,80
			LC22 - TS - Pos 3	0,80
			LC23 - TS - Pos 4	0,80
			LC24 - TS - Pos 5	0,80
			LC25 - TS - Pos 6	0,80
			LC26 - TS - Pos 7	0,80
			LC27 - TS - Pos 8	0,80
			LC28 - TS - Pos 9	0,80
			LC29 - TS - Pos 10	0,80
			LC40 - Krimp	1,00
			LC50 - Opwarming - combinatie 1	0,30
			LC51 - Opwarming - combinatie 2	0,30
			LC52 - Afkoeling - combinatie 1	0,30
			LC53 - Afkoeling - combinatie 2	0,30
			LC60 - Rembelasting	0,80
			LC61 - Aanzetbelasting	0,80
			LC70 - Zetting landhoofd 1	1,00
			LC71 - Zetting landhoofd 2	1,00
BGT 2	6.15b - gr1a	Omhullende - bruikbaarheid	LC1 - Eigen gewicht	1,00
			LC2 - Liggers + druklaag	1,00
			LC3 - Permanente belasting	1,00
			LC4 - Voorspanning	1,00
			LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	1,00
			LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	1,00
			LC7 - Gronddruk - Reactie	1,00
			LC8 - Opspanning	1,00
			LC10 - UDL - Stootplaat L	0,40
			LC11 - UDL - Dek	0,40
			LC12 - UDL - Stootplaat R	0,40
			LC20 - TS - Pos 1	0,40
			LC21 - TS - Pos 2	0,40
			LC22 - TS - Pos 3	0,40
			LC23 - TS - Pos 4	0,40
			LC24 - TS - Pos 5	0,40
			LC25 - TS - Pos 6	0,40
			LC26 - TS - Pos 7	0,40
			LC27 - TS - Pos 8	0,40
			LC28 - TS - Pos 9	0,40
			LC29 - TS - Pos 10	0,40
			LC40 - Krimp	1,00
			LC50 - Opwarming - combinatie 1	0,80
			LC51 - Opwarming - combinatie 2	0,80
			LC52 - Afkoeling - combinatie 1	0,80
			LC53 - Afkoeling - combinatie 2	0,80
			LC60 - Rembelasting	0,40
			LC61 - Aanzetbelasting	0,40
			LC70 - Zetting landhoofd 1	1,00
			LC71 - Zetting landhoofd 2	1,00
Gronddruk	6.15b - gr1a	Omhullende - bruikbaarheid	LC5 - Gronddruk - Buitenzijde	1,00
			LC6 - Gronddruk - Binnenzijde	1,00
			LC7 - Gronddruk - Reactie	1,00

5.4. Resultaatklassen

Naam	Lijst
Alle BGT	BGT 1 - Omhullende - bruikbaarheid
	BGT 2 - Omhullende - bruikbaarheid

Project Vervangen bruggen NZV
Onderdeel Dieftil
Auteur Peter Knoppert
Huidige datum 11.02.2020
Projectbestandsnaam DO Dieftil.esa

Naam	Lijst
	Gronddruk - Omhullende - bruikbaarheid
Alle UGT	UGT 1 - Omhullende - uiterst
	UGT 2 - Omhullende - uiterst
	UGT 3 - Omhullende - uiterst
	UGT 4 - Omhullende - uiterst

6. Resultaten dek

6.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand

6.1.1. Interne krachten in staaf

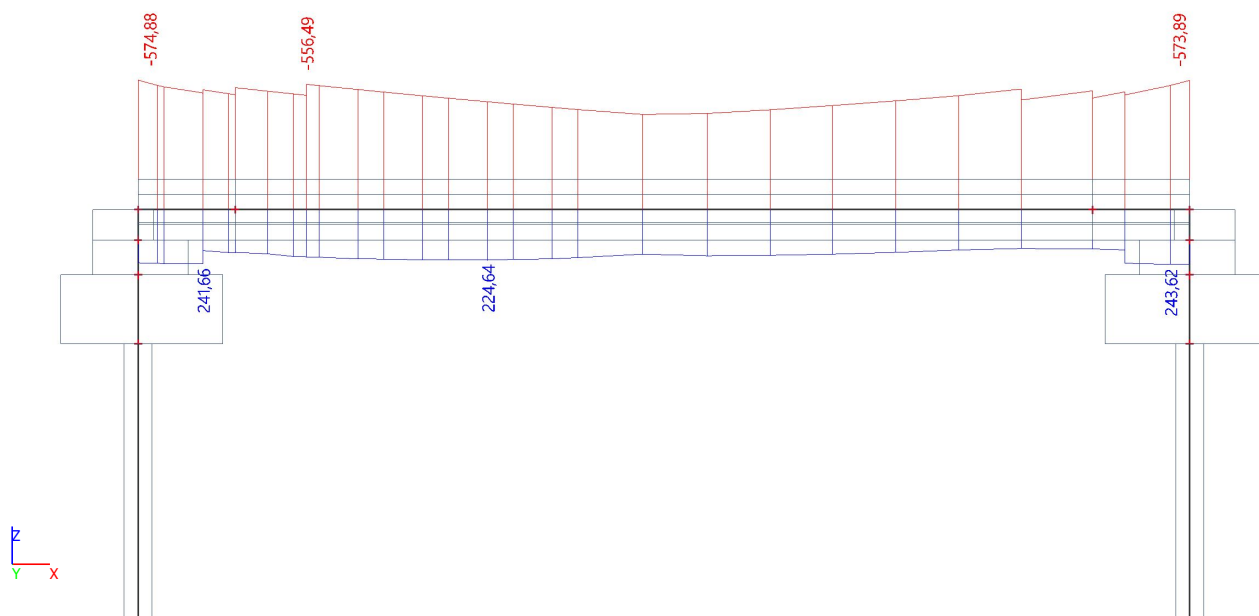
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Benoemde selectie - Dek

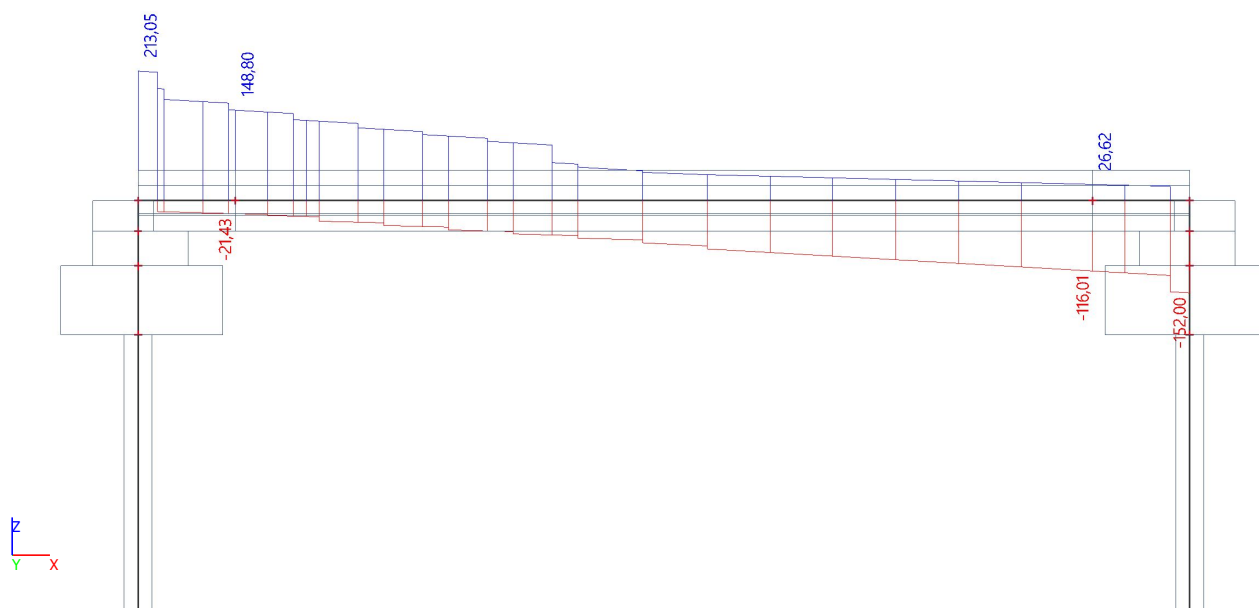
Klasse : Alle BGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B6	Dek - Veld - Prefab4	0,550	BGT 1/41	-961,12	36,39	-289,08
B5	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,000	BGT 2/37	35,02	77,09	-17,55
B7	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,750	BGT 1/19	-16,52	-152,00	-152,53
B5	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,000	BGT 1/38	-13,01	213,05	-151,71
B5	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,000	BGT 1/39	-259,03	157,32	-574,88
B7	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,600	BGT 2/60	22,40	14,10	243,62

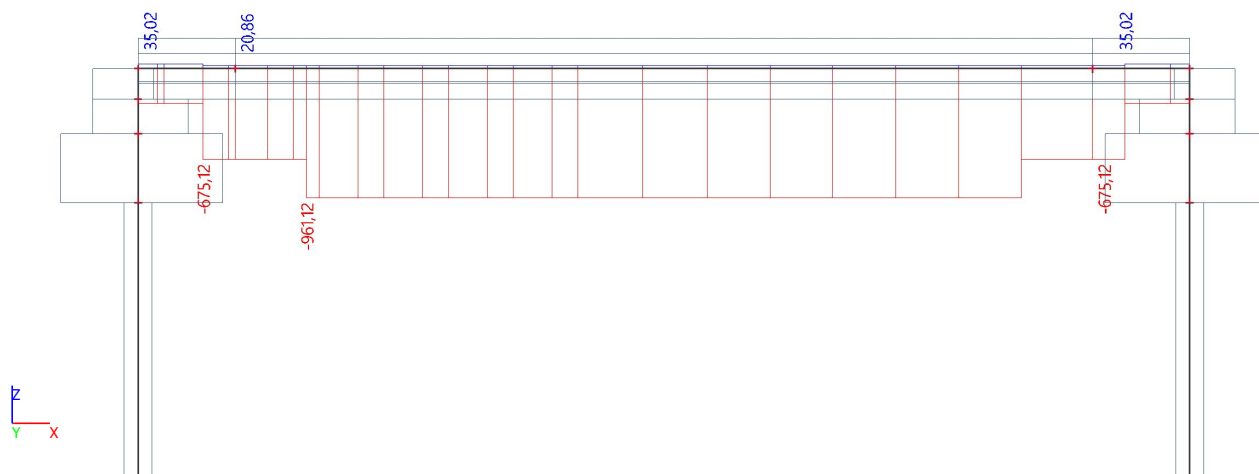
6.1.2. Interne krachten in staaf; My



6.1.3. Interne krachten in staaf; Vz



6.1.4. Interne krachten in staaf; N



6.2. UGT - Uiterste grenstoestand

6.2.1. Interne krachten in staaf

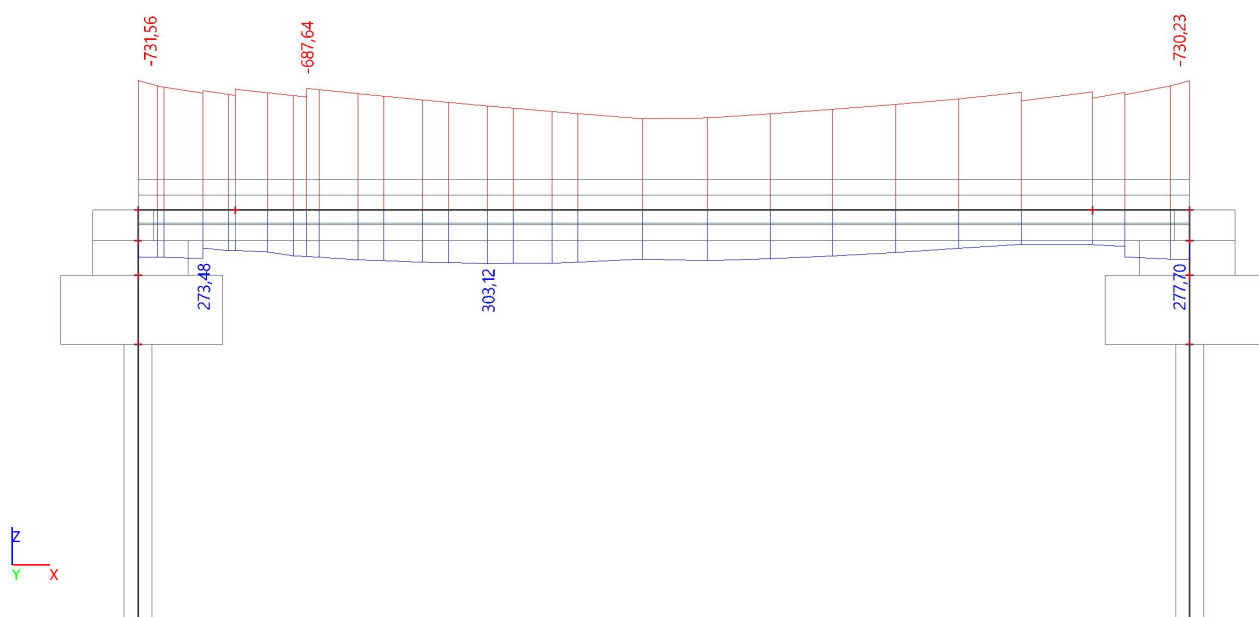
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Benoemde selectie - Dek

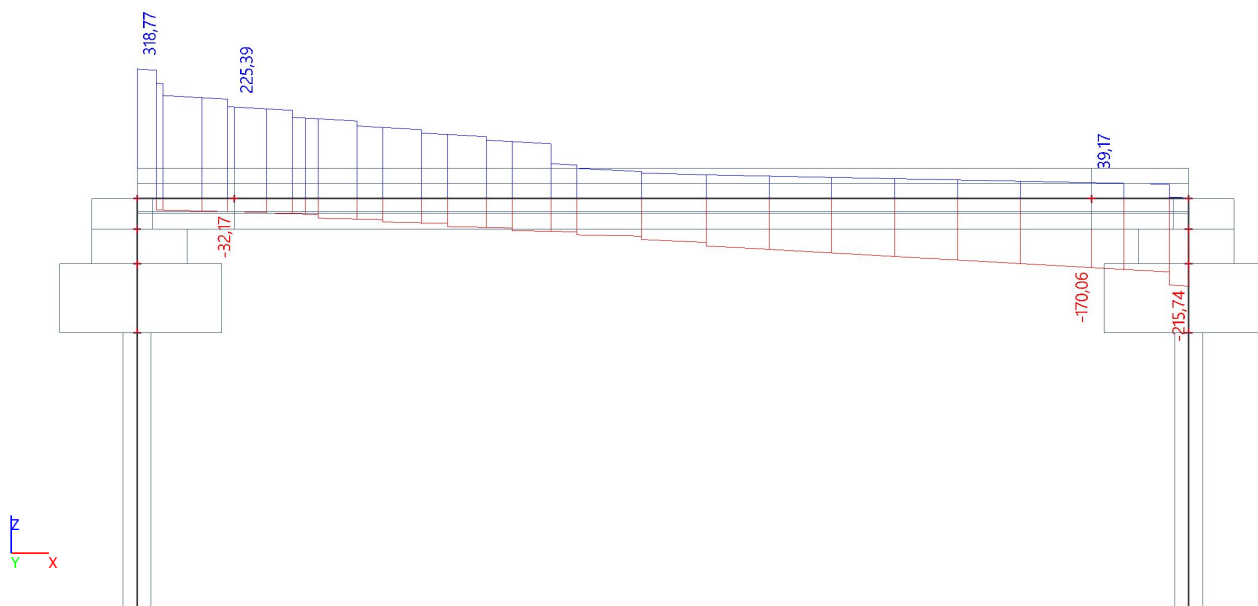
Klasse : Alle UGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B6	Dek - Veld - Prefab4	0,550	UGT 2/64	-1036,09	33,03	-348,03
B5	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,000	UGT 3/65	31,05	98,15	-136,68
B7	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,750	UGT 3/66	-37,97	-215,74	-256,41
B5	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,000	UGT 3/67	-25,76	318,77	-214,71
B5	Dek - Steunpunt - Prefab4	0,000	UGT 1/68	-330,73	205,04	-731,56
B6	Dek - Veld - Prefab4	1,950	UGT 3/69	-48,71	54,48	303,12

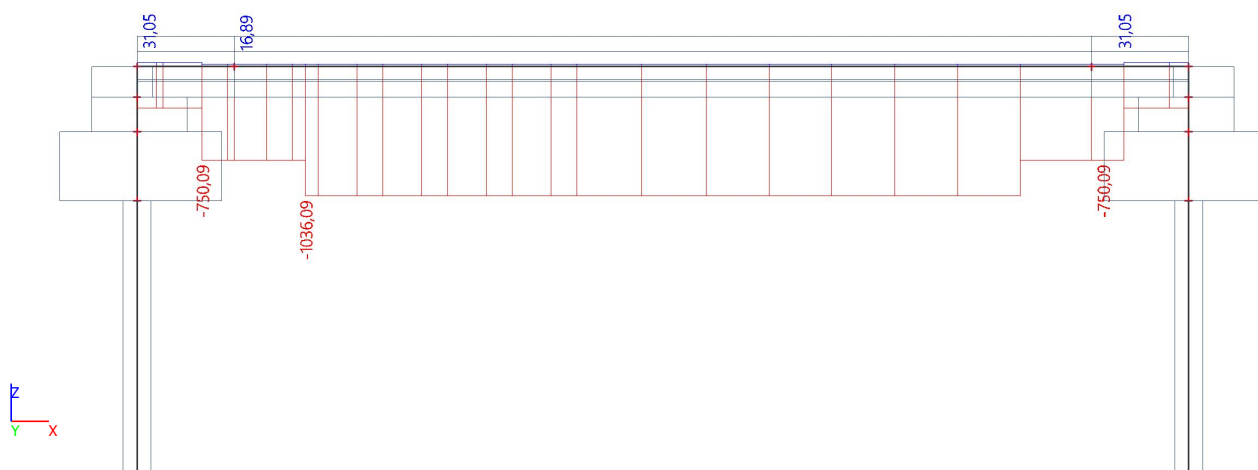
6.2.2. Interne krachten in staaf; My



6.2.3. Interne krachten in staaf; Vz



6.2.4. Interne krachten in staaf; N



7. Resultaten landhoofd - Inklemming

7.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand

7.1.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Benoemde selectie - Landhoofd - Inklemming

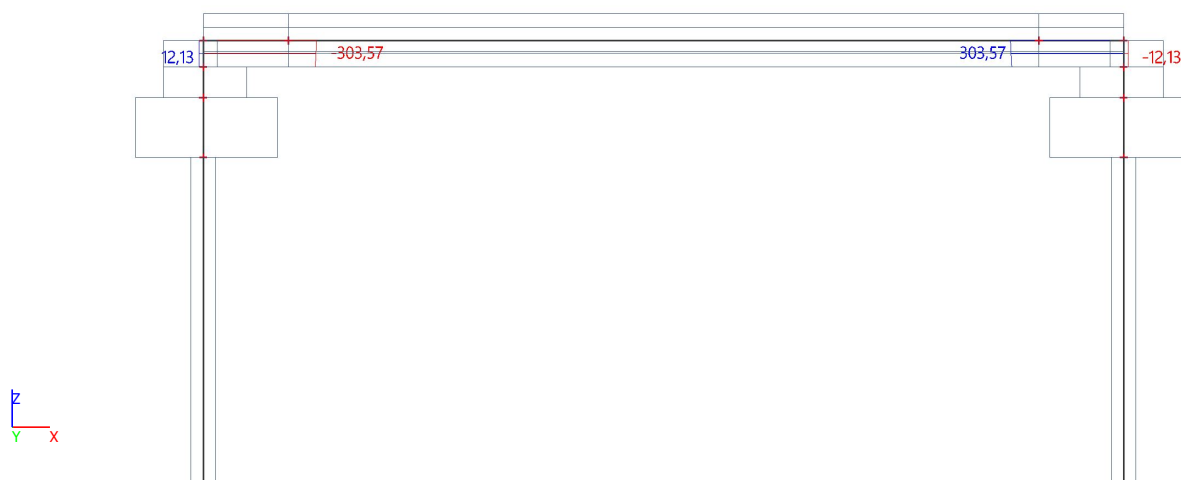
Klasse : Alle BGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B11	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,000	BGT 1/38	-215,76	-56,56	-163,53
B10	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,000	Gronddruk/70	0,00	35,97	-8,62
B11	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	BGT 1/7	-105,40	-303,57	-389,54
B10	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	BGT 1/25	-100,08	303,57	387,94
B11	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	BGT 1/63	-162,33	-303,04	-607,30
B10	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	BGT 1/61	-152,00	303,32	605,48

7.1.2. Interne krachten in staaf; My



7.1.3. Interne krachten in staaf; Vz



7.1.4. Interne krachten in staaf; N



7.2. UGT - Uiterste grenstoestand

7.2.1. Interne krachten in staaf

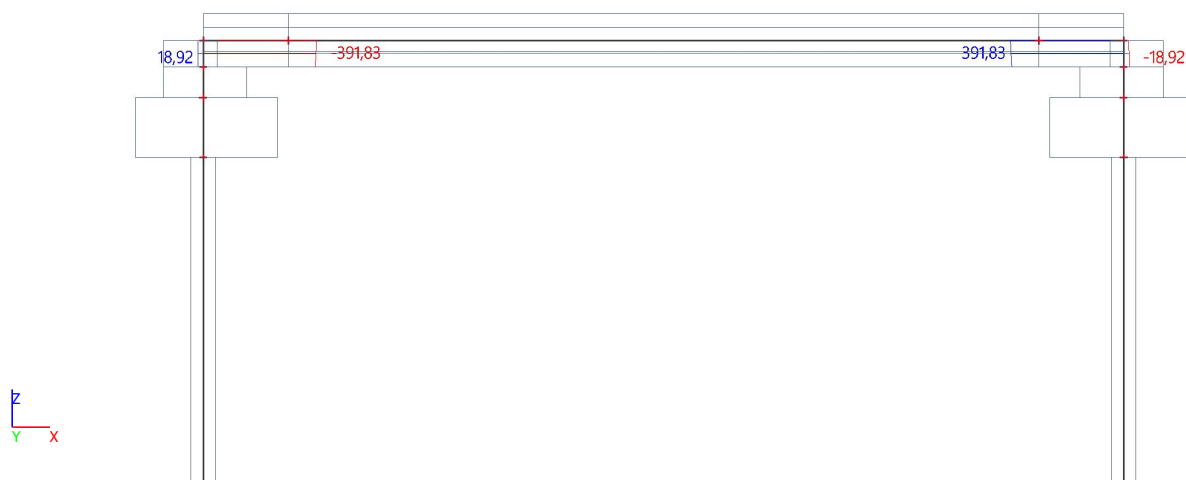
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
Selectie : Benoemde selectie - Landhoofd - Inklemming
Klasse : Alle UGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B11	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,000	UGT 3/67	-322,02	-78,02	-234,32
B10	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	UGT 4/71	2,14	264,38	200,52
B11	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	UGT 2/72	-122,06	-391,83	-487,00
B10	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	UGT 2/73	-116,33	391,83	485,28
B11	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	UGT 1/74	-211,80	-387,93	-773,45
B10	Landhoofd - Inklemming - Rechthoek	0,235	UGT 1/75	-197,86	388,31	770,99

7.2.2. Interne krachten in staaf; My



7.2.3. Interne krachten in staaf; Vz



7.2.4. Interne krachten in staaf; N



8. Resultaten landhoofd - Bovenzijde

8.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand

8.1.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Benoemde selectie - Landhoofd - Bovenzijde

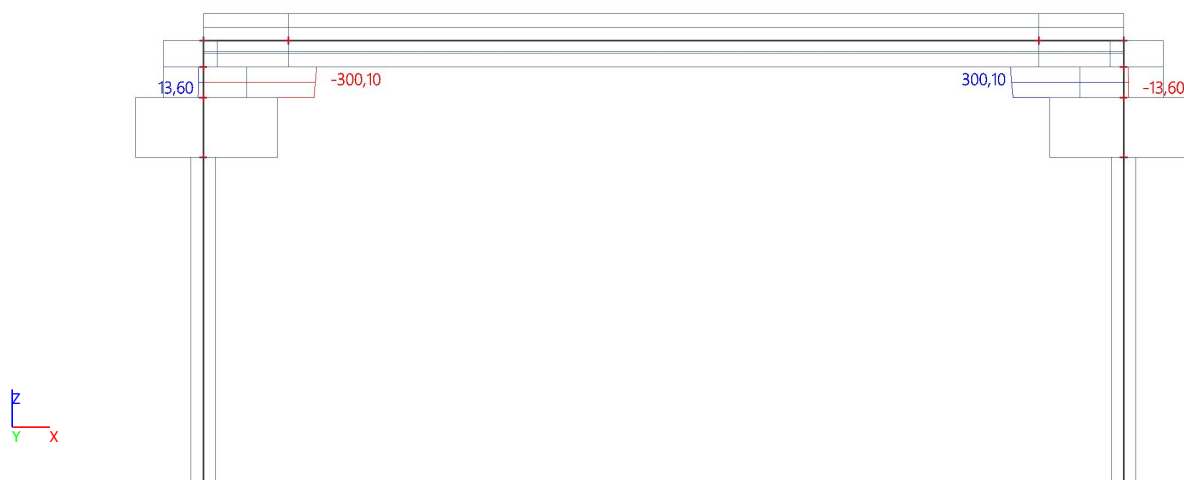
Klasse : Alle BGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,000	BGT 1/38	-220,63	-55,09	-119,85
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,000	Gronddruk/70	0,00	-34,50	18,15
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	BGT 1/7	-108,11	-300,10	-304,24
B9	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	BGT 1/25	-102,79	300,10	303,34
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	BGT 1/39	-160,03	-299,85	-514,96
B9	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	BGT 1/61	-154,71	299,85	514,07

8.1.2. Interne krachten in staaf; My



8.1.3. Interne krachten in staaf; Vz



8.1.4. Interne krachten in staaf; N



8.2. UGT - Uiterste grenstoestand

8.2.1. Interne krachten in staaf

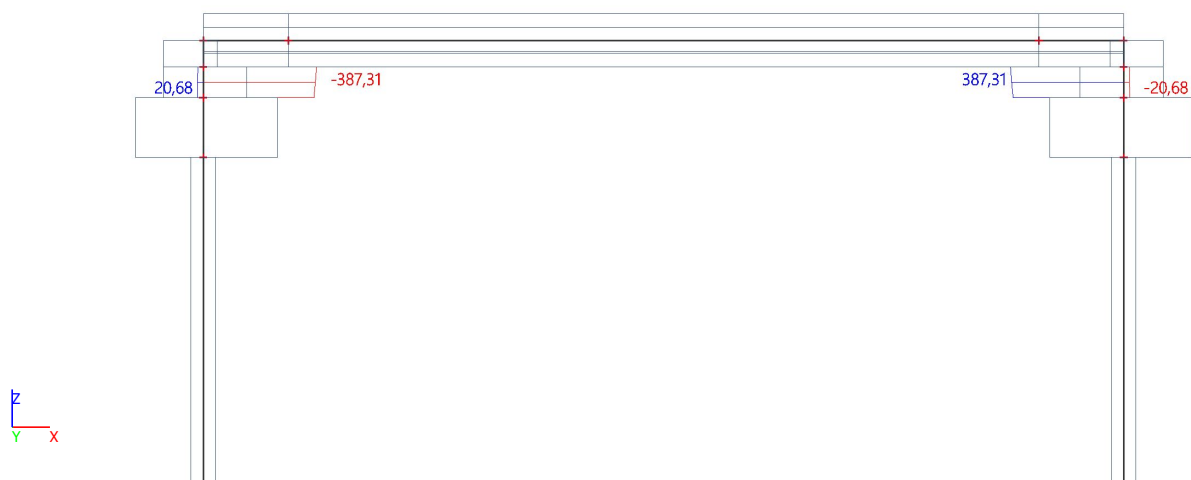
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
Selectie : Benoemde selectie - Landhoofd - Bovenzijde
Klasse : Alle UGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,000	UGT 3/67	-327,86	-76,26	-170,80
B9	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	UGT 4/71	-1,11	260,21	138,68
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	UGT 2/72	-125,58	-387,31	-378,76
B9	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	UGT 2/73	-119,86	387,31	377,79
B8	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	UGT 1/68	-208,56	-383,79	-654,74
B9	Landhoofd - Bovenzijde - Rechthoek	0,270	UGT 1/75	-201,38	383,79	653,53

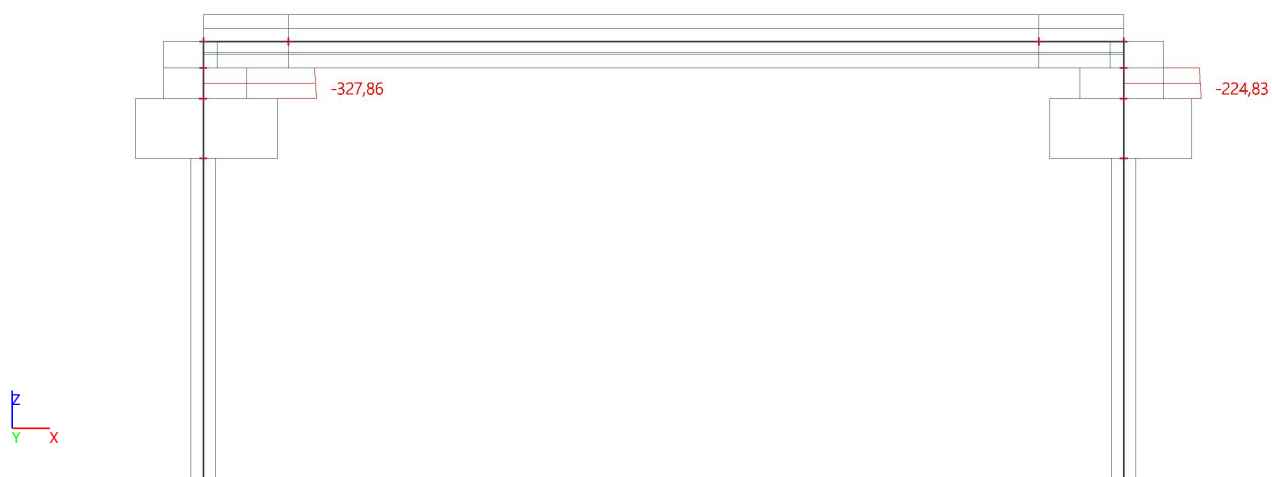
8.2.2. Interne krachten in staaf; My



8.2.3. Interne krachten in staaf; Vz



8.2.4. Interne krachten in staaf; N



9. Resultaten landhoofd - Onderzijde

9.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand

9.1.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Benoemde selectie - Landhoofd - Onderzijde

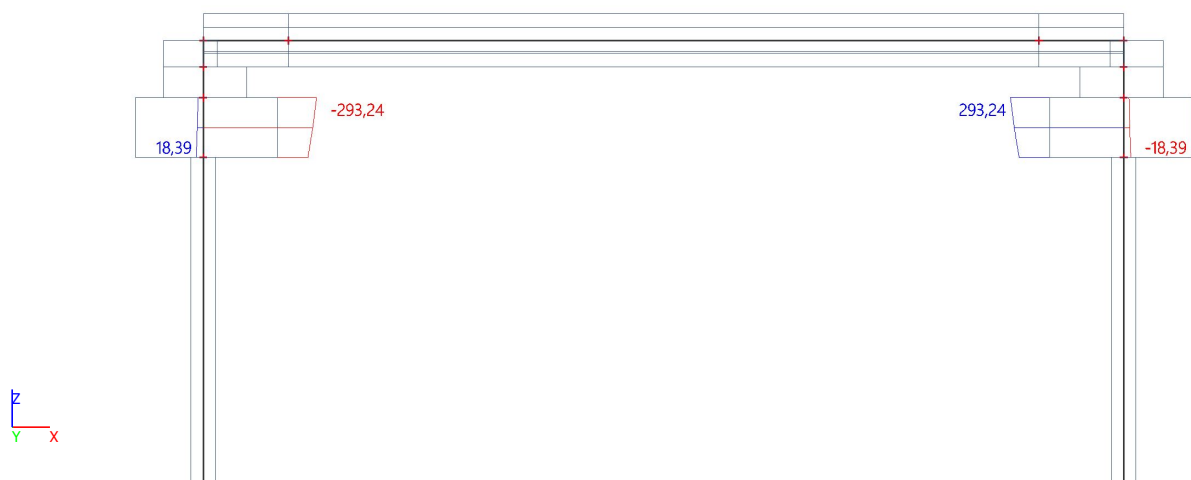
Klasse : Alle BGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,000	BGT 1/1	-334,15	-45,16	-60,02
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,000	Gronddruk/70	0,00	-29,70	35,27
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	BGT 1/7	-145,28	-293,24	-224,90
B4	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	BGT 1/25	-139,95	293,24	224,06
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	BGT 1/16	-196,95	-293,24	-433,54
B4	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	BGT 1/33	-191,63	293,24	432,70

9.1.2. Interne krachten in staaf; My



9.1.3. Interne krachten in staaf; Vz



9.1.4. Interne krachten in staaf; N



9.2. UGT - Uiterste grenstoestand

9.2.1. Interne krachten in staaf

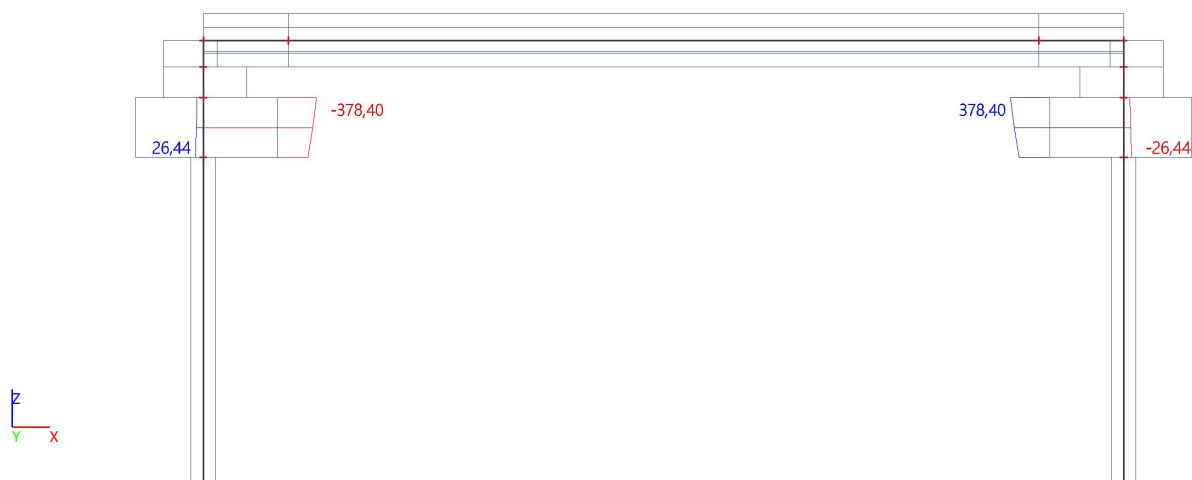
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS
Selectie : Benoemde selectie - Landhoofd - Onderzijde
Klasse : Alle UGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,000	UGT 3/76	-495,72	-61,84	-77,61
B4	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	UGT 4/71	-45,71	251,98	71,74
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	UGT 2/72	-173,90	-378,40	-276,53
B4	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	UGT 2/73	-168,17	378,40	275,62
B3	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	UGT 1/77	-256,55	-375,21	-550,43
B4	Landhoofd - Onderzijde - Rechthoek	0,530	UGT 1/78	-249,36	375,21	549,29

9.2.2. Interne krachten in staaf; My



9.2.3. Interne krachten in staaf; Vz



9.2.4. Interne krachten in staaf; N



10. Resultaten damwand

10.1. BGT - Bruikbaarheidsgrenstoestand

10.1.1. Interne krachten in staaf

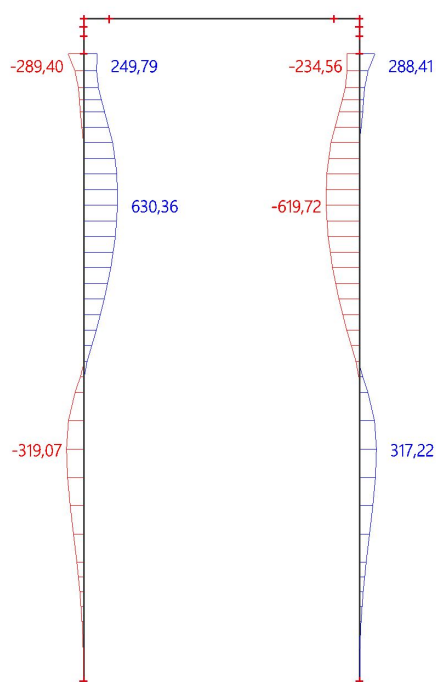
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Benoemde selectie - Damwand

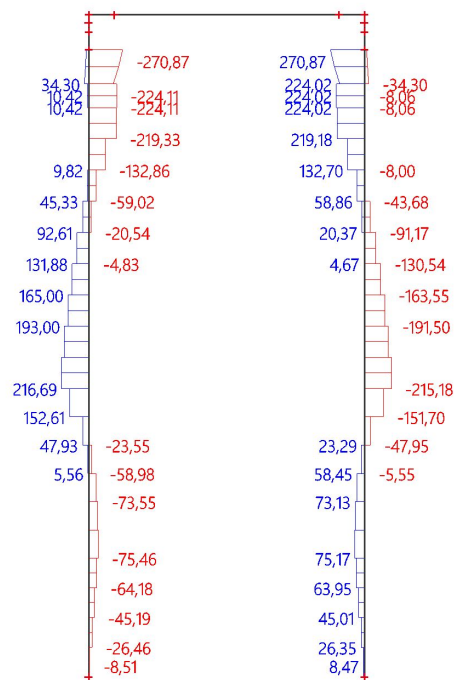
Klasse : Alle BGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Damwand - Volledig rechthoekig	0,000	BGT 1/1	-364,64	-2,41	0,00
B1	Damwand - Volledig rechthoekig	0,000	Gronddruk/70	0,00	-2,70	0,00
B1	Damwand - Volledig rechthoekig	18,479	BGT 1/7	-161,59	-270,87	-79,34
B2	Damwand - Volledig rechthoekig	18,479	BGT 1/25	-156,27	270,87	78,35
B2	Damwand - Volledig rechthoekig	14,020	BGT 1/30	-107,56	-41,19	-619,72
B1	Damwand - Volledig rechthoekig	14,020	BGT 1/9	-256,75	44,48	630,36

10.1.2. Interne krachten in staaf; My



10.1.3. Interne krachten in staaf; Vz



10.1.4. Interne krachten in staaf; N



10.1.5. Reacties

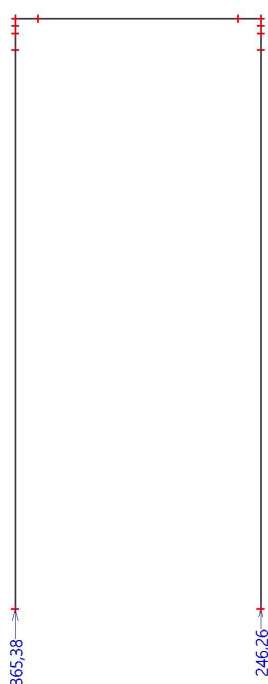
Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Klasse : Alle BGT

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
Slb3/B1	BGT 2/11	7,667	-131,31	0,00	0,00
Slb4/B2	BGT 2/27	7,667	130,83	0,00	0,00
Sn1/N1	Grondruk/70		-10,86	0,00	0,00
Sn1/N1	BGT 1/1		-11,15	365,38	0,00
Sn2/N3	BGT 2/79		5,80	172,93	0,00
Sn1/N1	BGT 1/80		-10,91	229,09	0,00

10.1.6. Reacties; Rz



10.1.7. Intensiteit op staaf

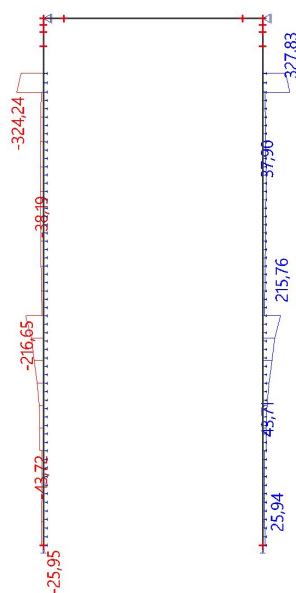
Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Klasse : Alle BGT

BG	Lijnondersteuning	dx [m]	Rx [kN/m]	Rz [kN/m]	My [kNm/m]
BGT 1/81	Slb7	16,780	-324,24	0,00	0,00
BGT 1/82	Slb8	16,780	327,83	0,00	0,00
BGT 1/83	Slb1	0,000	-24,91	0,00	0,00

10.1.8. Intensiteit op staaf; Rx



10.2. UGT - Uiterste grenstoestand

10.2.1. Interne krachten in staaf

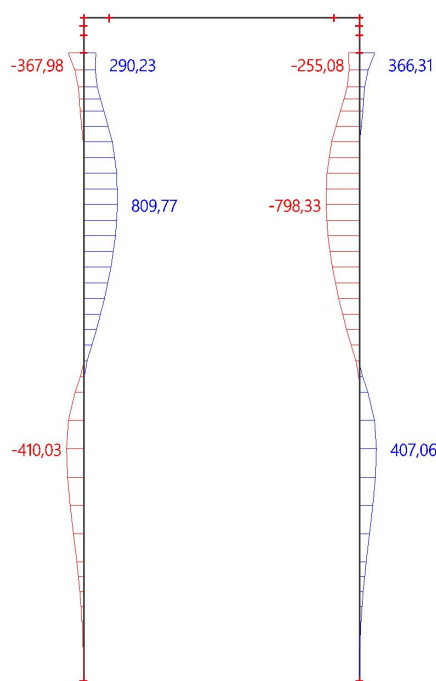
Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Benoemde selectie - Damwand

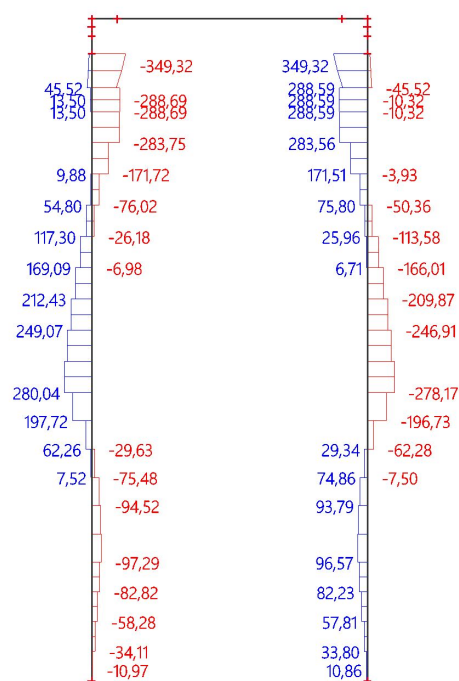
Klasse : Alle UGT

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	Damwand - Volledig rechthoekig	0,000	UGT 3/76	-532,31	-2,90	0,00
B2	Damwand - Volledig rechthoekig	18,479	UGT 4/71	-65,28	225,14	-53,53
B1	Damwand - Volledig rechthoekig	18,479	UGT 2/72	-195,10	-349,32	-88,37
B2	Damwand - Volledig rechthoekig	18,479	UGT 2/73	-189,38	349,32	87,31
B2	Damwand - Volledig rechthoekig	14,020	UGT 2/84	-138,89	-50,33	-798,33
B1	Damwand - Volledig rechthoekig	14,020	UGT 2/85	-299,27	53,86	809,77

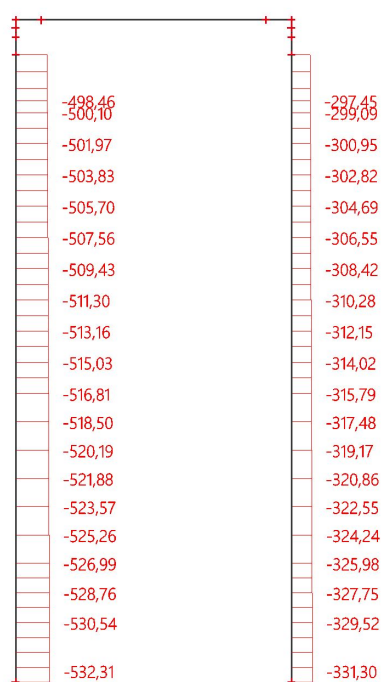
10.2.2. Interne krachten in staaf; My



10.2.3. Interne krachten in staaf; Vz



10.2.4. Interne krachten in staaf; N



10.2.5. Reacties

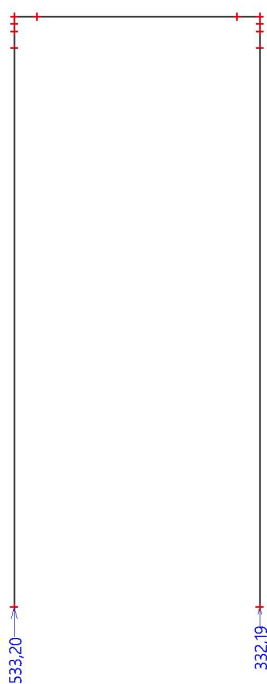
Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Klasse : Alle UGT

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
Slb3/B1	UGT 1/86	7,667	-169,54	0,00	0,00
Slb4/B2	UGT 2/84	7,667	168,25	0,00	0,00
Sn3/N5	UGT 1/87		-47,74	0,00	0,00
Sn1/N1	UGT 3/76		-13,38	533,20	0,00
Sn2/N3	UGT 1/88		7,73	240,24	0,00
Sn1/N1	UGT 1/89		-14,23	298,85	0,00

10.2.6. Reacties; Rz



10.2.7. Intensiteit op staaf

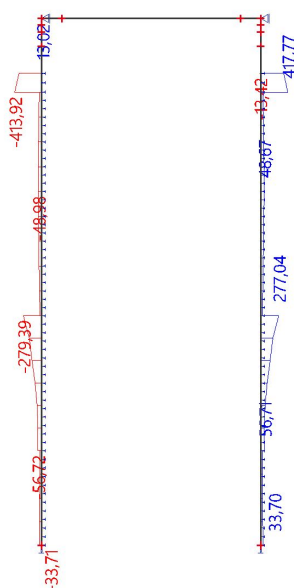
Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Klasse : Alle UGT

BG	Lijnondersteuning	dx [m]	Rx [kN/m]	Rz [kN/m]	My [kNm/m]
UGT 2/90	Slb7	16,780	-413,92	0,00	0,00
UGT 2/91	Slb8	16,780	417,77	0,00	0,00
UGT 1/87	Slb1	0,000	-32,38	0,00	0,00

10.2.8. Intensiteit op staaf; Rx





Bijlage 7 Doorsnede toetsingen

Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

Project: Vervanging bruggen NZV
 Projectnummer: BG5349 - Dieftil
 Omschrijving: Inklemming dek

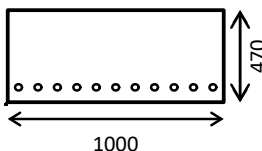
Datum: 11-2-2020
 Naam: Peter Knoppert
 Versie: v3.1



Geometrie

- Vorm:
- ☒ Plaat
 - ☐ Balk (rechthoekig)
 - ☐ Balk (T-vorm)

Breedte: $b = 1000$ mm
 Hoogte: $h = 470$ mm



Materiaaleigenschappen

Betonsterkteklasse: C30/37
 Spannings-rekdiagram: Bi-lineair
 Druksterkte beton: $f_{ck} = 30$ N/mm²
 Wapening: B500B
 Spannings-rekdiagram: Horizontaal
 Vloeigrens: $f_{yk} = 500$ N/mm²
 Ontwerplevensduur: 100 jaar
 Ontwerpsituatie: Blijvend
 Belastingduur: Lange duur
 Nationale bijlage: Nederlands
 Aanvullende richtlijn: Geen

Beugelwapening

Beugeldiameter: $\varnothing_V = 0$ mm
 H.o.h afstand: $s = 150$ mm $n = 2$

Wapening

Dekking:	$C_{2,appl} = 60$ mm				
VW				d	A_s
HW _{1,druk}	\varnothing -	\varnothing -		0 mm	0 mm ²
HW _{3,trek}	\varnothing -	\varnothing -		0 mm	0 mm ²
HW _{2,trek}	\varnothing -	\varnothing -		0 mm	0 mm ²
		mm (tussenafstand)			
HW _{1,trek}	\varnothing 32 - 90	\varnothing -		394 mm	8936 mm ²
VW				$d_{gem} = 394$ mm	
Dekking:	$C_{1,appl} = 60$ mm			$A_{s1,prov} = 8936$ mm ²	

UGT Normaalkracht en Moment

Percentage herverdeling: 0 % ≤ 30 %
 Normaalkracht UGT: $N_{Ed} = -330,7$ kN (druk)
 Moment UGT: $M_{Ed} = 731,6$ kNm (trek onder)
 $x_u = 253,4$ mm > $x_{u,max} = 211$ mm
 Hefboomsarm: $z = 315$ mm
 $M_{Rd} = 1070,5$ kNm $UC = 0,68$

UGT Normaalkracht en Dwarskracht

Beugelwapening: \varnothing -
 Normaalkracht: $N_{Ed} = -330,7$ kN (druk)
 Dwarskracht: $V_{Ed} = 0$ kN
 Moment: $M_{Ed} = 731,6$ kNm (trek onder)
 Hoek met as ligger: $\alpha = 90^\circ$
 Hoek drukdiagonaal: $\theta = nvt^\circ$
 Oppervlak trekwapening: $A_{sl} = 8936$ mm²
 Nuttige hoogte (gewogen): $d = 394$ mm o.b.v. MRd
 Hefboomsarm: $z = 315$ mm o.b.v. MEd
 $b_w = 1000$ mm $\rho_l = 2,00$ %
 $\sigma_{cp} = 0,6$ N/mm² $\alpha_{cw} = 1,03$

Zonder dwarskrachtwapening: $V_{Rd,c} = 359$ kN
 Met dwarskrachtwapening: $V_{Rd,s} = nvt$ kN
 Bezijken drukdiagonaal: $V_{Rd,max} = 2080$ kN
 $s = 150$ mm ≤ $s_{l,max} = nvt$ mm
 Verschuiving momentenlijn: $a_l = 394$ mm
 $V_{Rd} = 358,6$ kN $UC = 0,00$

BGT Scheurbeheersing

Profilering wapening: **Geprofileerd**
 Milieuklasse: XC4 XD3 XF4
 Constructieklasse: S5
 Normaalkracht BGT: $N_{E,BGT} = -259,0$ kN (druk)
 Moment BGT: $M_{E,BGT} = 574,9$ kNm
 Opgelegde rek boven: $\Delta\epsilon_{c,boven} = 0,00$ ‰
 Opgelegde rek onder: $\Delta\epsilon_{c,onder} = 0,00$ ‰
 Normaalkracht incl $\Delta\epsilon_c$: $N_{E,BGT} = -259$ kN (druk)
 Moment incl $\Delta\epsilon_c$: $M_{E,BGT} = 575$ kNm
 Staafafstand: $s = 90$ mm ≤ $5 \cdot (c + \varnothing/2) = 380$ mm (Gebruik formule 7.11)
 Verschil rek: $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (184 - 0,4 \cdot (2,9/0,1033) \cdot (1 + 6,06 \cdot 0,1033)) / (2 \cdot 10^5) \geq 0,6 \cdot 184 / (2 \cdot 10^5) = 0,83$ ‰
 Maximale scheurafstand: $s_{r,max} = 3,4 \cdot 60 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 32 / 0,1033 = 257$ mm
 Scheurwijdte (Lange duur): $w_k = 0,21$ mm ≤ $w_{max} = 0,20$ mm * 1,20 = 0,24 mm
 Maximale moment bij $w_k = w_{max}$: $M_{R,BGT} = 637,0$ kNm $UC = 0,90$

Controle wapeningspercentages

Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%)	≤	0 mm ² (0%)	
Onderwap. (art. 7.3.2):	352 mm ² (0,07%)	≤	8936 mm ² (1,9%)	
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%)	≤	0 mm ² (0%)	≤ 18800 mm ² (4,0%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	593 mm ² (0,13%)	≤	8936 mm ² (1,9%)	≤ 18800 mm ² (4,0%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	0 mm ² /m (0%)	>	0 mm ² /m (0%)	

Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

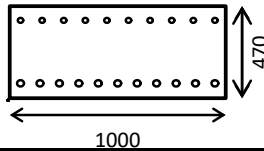
Project: Vervanging bruggen NZV Datum: 11-2-2020
 Projectnummer: BG5349 - Dieftil Naam: Peter Knoppert
 Omschrijving: Inklemming landhoofd - buitenzijde Versie: v3.1



Geometrie

- Vorm:
- ☒ Plaat
 - ☐ Balk (rechthoekig)
 - ☐ Balk (T-vorm)

Breedte: $b = 1000$ mm
 Hoogte: $h = 470$ mm



Materiaaleigenschappen

Betonsterkteklasse: C30/37
 Spannings-rekdiagram: Bi-lineair
 Druksterkte beton: $f_{ck} = 30$ N/mm²
 Wapening: B500B
 Spannings-rekdiagram: Horizontaal
 Vloeigrens: $f_{yk} = 500$ N/mm²
 Ontwerplevensduur: 100 jaar
 Ontwerpsituatie: Blijvend
 Belastingduur: Lange duur
 Nationale bijlage: Nederlands
 Aanvullende richtlijn: Geen

Beugelwapening

Beugeldiameter: $\varnothing_v = 0$ mm
 H.o.h afstand: $s = 150$ mm $n = 2$

Wapening

Dekking:	$C_{2,appl} = 60$ mm				
VW				d	A_s
HW _{1,druk}	$\varnothing 25 - 100$	$\varnothing -$		72,5 mm	4909 mm ²
HW _{3,trek}	$\varnothing -$	$\varnothing -$		0 mm	0 mm ²
HW _{2,trek}	$\varnothing -$	$\varnothing -$		0 mm	0 mm ²
HW _{1,trek}	$\varnothing 32 - 90$	$\varnothing -$		394 mm	8936 mm ²
VW				$d_{gem} = 394$ mm	
Dekking:	$C_{1,appl} = 60$ mm			$A_{s1,prov} = 8936$ mm ²	

UGT Normaalkracht en Moment

Percentage herverdeling: 0 % ≤ 30 %
 Normaalkracht UGT: $N_{Ed} = -211,8$ kN (druk)
 Moment UGT: $M_{Ed} = 773,5$ kNm (trek onder)
 $x_u = 152,8$ mm ≤ $x_{u,max} = 211$ mm
 Hefboomsarm: $z = 324$ mm
 $M_{Rd} = 1313,5$ kNm $UC = 0,59$

UGT Normaalkracht en Dwarskracht

Beugelwapening: $\varnothing -$
 Normaalkracht: $N_{Ed} = -211,8$ kN (druk)
 Dwarskracht: $V_{Ed} = 0$ kN
 Moment: $M_{Ed} = 773,5$ kNm (trek onder)
 Hoek met as ligger: $\alpha = 90^\circ$
 Hoek drukdiagonaal: $\theta = nvt^\circ$
 Oppervlak trekwapening: $A_{sl} = 8936$ mm²

Nuttige hoogte (gewogen): $d = 394$ mm o.b.v. MRd
 Hefboomsarm: $z = 324$ mm o.b.v. MEd
 $b_w = 1000$ mm $\rho_l = 2,00$ %
 $\sigma_{cp} = 0,4$ N/mm² $\alpha_{cw} = 1,02$

Zonder dwarskrachtwapening: $V_{Rd,c} = 344$ kN
 Met dwarskrachtwapening: $V_{Rd,s} = nvt$ kN
 Bezijden drukdiagonaal: $V_{Rd,max} = 2080$ kN
 $s = 150$ mm ≤ $s_{l,max} = nvt$ mm
 Verschuiving momentenlijn: $a_l = 394$ mm
 $V_{Rd} = 343,6$ kN $UC = 0,00$


BGT Scheurbeheersing

Profilering wapening:	Geprofileerd	hoofdwap.
Milieuklasse:	XC4 XD3 XF4	$C_{nom} = 50$ mm
Constructieklasse:	S5	$C_{appl} = 60$ mm
Normaalkracht BGT:	$N_{E,BGT} = -162,3$ kN (druk)	$k_x = 1,20$
Moment BGT:	$M_{E,BGT} = 607,3$ kNm	
Opgelegde rek boven:	$\Delta \epsilon_{c,boven} = 0,00$ ‰	Betondrukzonehoogte: $x = 186$ mm
Opgelegde rek onder:	$\Delta \epsilon_{c,onder} = 0,00$ ‰	Staalspanning bij w_k : $\sigma_{s,E} = 197$ N/mm ²
Normaalkracht incl $\Delta \epsilon_c$:	$N_{E,BGT} = -162$ kN (druk)	Staalspanning bij w_{max} : $\sigma_{s,R} = 203$ N/mm ²
Moment incl $\Delta \epsilon_c$:	$M_{E,BGT} = 607$ kNm	
Staafafstand:	$s = 90$ mm ≤ $5 \cdot (c + \varnothing/2) = 380$ mm (Gebruik formule 7.11)	
Verschil rek:	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (197 - 0,4 \cdot (2,9/0,0943) \cdot (1 + 6,06 \cdot 0,0943)) / (2 \cdot 10^5) \geq 0,6 \cdot 197 / (2 \cdot 10^5) = 0,89$ ‰	
Maximale scheurafstand:	$s_{r,max} = 3,4 \cdot 60 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 32 / 0,0943 = 262$ mm	$s_{r,max} = 262$ mm
Scheurwijdte (Lange duur):	$w_k = 0,23$ mm ≤ $w_{max} = 0,20$ mm * 1,20 = 0,24 mm	
Maximale moment bij $w_k = w_{max}$:	$M_{R,BGT} = 624,0$ kNm	$UC = 0,97$

Controle wapeningspercentages

Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%) ≤ 4909 mm ² (1,04%)
Onderwap. (art. 7.3.2):	395 mm ² (0,08%) ≤ 8936 mm ² (1,9%)
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%) ≤ 4909 mm ² (1,04%) ≤ 18800 mm ² (4,0%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	593 mm ² (0,13%) ≤ 8936 mm ² (1,9%) ≤ 18800 mm ² (4,0%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	0 mm ² /m (0%) > 0 mm ² /m (0%)

Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

Project:	Vervanging bruggen NZV	Datum:	11-2-2020	
Projectnummer:	BG5349 - Dieftil	Naam:	Peter Knoppert	
Omschrijving:	Bovenzijde Landhoofd - grondzijde	Versie:	v3.1	

Geometrie		Materiaaleigenschappen	
Vorm:	<input checked="" type="radio"/> Plaat <input type="radio"/> Balk (rechthoekig) <input type="radio"/> Balk (T-vorm)	Betonsterkteklasse:	C30/37
		Spannings-rekdiagram:	Bi-lineair
		Druksterkte beton:	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
		Wapening:	B500B
		Spannings-rekdiagram:	Horizontaal
		Vloeigrens:	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
		Ontwerplevensduur:	100 jaar
		Ontwerpsituatie:	Blijvend
		Belastingsduur:	Lange duur
		Nationale bijlage:	Nederlands
		Aanvullende richtlijn:	Geen

Beugelwapening	
Beugeldiameter:	$\varnothing_v = 0 \text{ mm}$
H.o.h afstand:	$s = 150 \text{ mm}$ $n = 2$

Wapening														
Dekking:	C _{2,appl} =	60 mm												
VW		mm												
HW _{1,druk}		<table><tr><td>Ø</td><td>20</td><td>-</td><td>100</td></tr></table>	Ø	20	-	100	<table><tr><td>Ø</td><td>-</td></tr></table>	Ø	-	<table><tr><td>d</td><td>A_s</td></tr><tr><td>70 mm</td><td>3142 mm²</td></tr></table>	d	A _s	70 mm	3142 mm ²
Ø	20	-	100											
Ø	-													
d	A _s													
70 mm	3142 mm ²													
HW _{3,trek}		<table><tr><td>Ø</td><td>-</td></tr></table>	Ø	-	<table><tr><td>Ø</td><td>-</td></tr></table>	Ø	-	<table><tr><td>0 mm</td><td>0 mm²</td></tr></table>	0 mm	0 mm ²				
Ø	-													
Ø	-													
0 mm	0 mm ²													
		mm (tussenafstand)												
HW _{2,trek}		<table><tr><td>Ø</td><td>-</td></tr></table>	Ø	-	<table><tr><td>Ø</td><td>-</td></tr></table>	Ø	-	<table><tr><td>0 mm</td><td>0 mm²</td></tr></table>	0 mm	0 mm ²				
Ø	-													
Ø	-													
0 mm	0 mm ²													
		mm (tussenafstand)												
HW _{1,trek}		<table><tr><td>Ø</td><td>32</td><td>-</td><td>90</td></tr></table>	Ø	32	-	90	<table><tr><td>Ø</td><td>-</td></tr></table>	Ø	-	<table><tr><td>659 mm</td><td>8936 mm²</td></tr></table>	659 mm	8936 mm ²		
Ø	32	-	90											
Ø	-													
659 mm	8936 mm ²													
VW		mm		<table><tr><td>d_{gem} =</td><td>659 mm</td></tr></table>	d _{gem} =	659 mm								
d _{gem} =	659 mm													
Dekking:	C _{1,appl} =	60 mm		<table><tr><td>A_{s1,prov} =</td><td>8936 mm²</td></tr></table>	A _{s1,prov} =	8936 mm ²								
A _{s1,prov} =	8936 mm ²													

UGT Normaalkracht en Moment	
Percentage herverdeling:	0 % ≤ 30 %
Normaalkracht UGT:	$N_{Ed} = -208,6 \text{ kN}$ (druk)
Moment UGT:	$M_{Ed} = 654,7 \text{ kNm}$ (trek onder)


UGT Normaalkracht en Dwarskracht	
Beugelwapening:	$\varnothing -$
Normaalkracht:	$N_{Ed} = -208,6 \text{ kN}$ (druk)
Dwarskracht:	$V_{Ed} = 0 \text{ kN}$
Moment:	$M_{Ed} = 654,7 \text{ kNm}$ (trek onder)

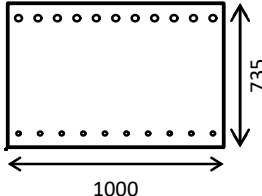
Nuttige hoogte (gewogen):	$d = 659 \text{ mm}$ o.b.v. MRd	$b_w = 1000 \text{ mm}$	$\rho_l = 1,36 \%$
Hefboomsarm:	$z = 561 \text{ mm}$ o.b.v. MEd	$\sigma_{cp} = 0,3 \text{ N/mm}^2$	$\alpha_{cw} = 1,01$
Zonder dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,c} = 450 \text{ kN}$	$s = 150 \text{ mm} \leq$	$s_{l,max} = \text{nvt} \text{ mm}$
Met dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,s} = \text{nvt} \text{ kN}$	Verschuiving momentenlijn:	$a_l = 659 \text{ mm}$
Bezwijken drukdiagonaal:	$V_{Rd,max} = 3480 \text{ kN}$	$V_{Rd} = 450 \text{ kN}$	$UC = 0,00$

BGT Scheurbeheersing	
Profilering wapening:	Geprofileerd
Milieuklasse:	XC4 XD3 XF4
Constructieklasse:	S5
Normaalkracht BGT:	$N_{E,BGT} = -160,0 \text{ kN}$ (druk)
Moment BGT:	$M_{E,BGT} = 515,0 \text{ kNm}$
Opgelegde rek boven:	$\Delta \epsilon_{c,boven} = 0,00 \text{ ‰}$
Opgelegde rek onder:	$\Delta \epsilon_{c,onder} = 0,00 \text{ ‰}$
Normaalkracht incl $\Delta \epsilon_c$:	$N_{E,BGT} = -160 \text{ kN}$ (druk)
Moment incl $\Delta \epsilon_c$:	$M_{E,BGT} = 515 \text{ kNm}$
Staafafstand:	$s = 90 \text{ mm} \leq 5 \cdot (c + \varnothing/2) = 380 \text{ mm}$ (Gebruik formule 7.11)
Verschil rek:	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (92 - 0,4 \cdot (2,9/0,059) \cdot (1 + 6,06 \cdot 0,059)) / (2 \cdot 10^5) \geq 0,6 \cdot 92 / (2 \cdot 10^5) = 0,33 \text{ ‰}$
Maximale scheurafstand:	$s_{r,max} = 3,4 \cdot 60 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 32 / 0,059 = 296 \text{ mm}$
Scheurwijdte (Lange duur):	$w_k = 0,10 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,20 \text{ mm} \cdot 1,20 = 0,24 \text{ mm}$
Maximale moment bij $w_k = w_{max}$:	$M_{R,BGT} = 1006,2 \text{ kNm}$ $UC = 0,51$

Controle wapeningspercentages	
Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%) ≤ 3142 mm ² (0,43%)
Onderwap. (art. 7.3.2):	523 mm ² (0,07%) ≤ 8936 mm ² (1,22%)
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%) ≤ 3142 mm ² (0,43%) ≤ 29400 mm ² (4,0%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	993 mm ² (0,14%) ≤ 8936 mm ² (1,22%) ≤ 29400 mm ² (4,0%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	0 mm ² /m (0%) > 0 mm ² /m (0%)

Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

Project:	Vervanging bruggen NZV	Datum:	11-2-2020	
Projectnummer:	BG5349 - Dieftil	Naam:	Peter Knoppert	
Omschrijving:	Bovenzijde Landhoofd - voorzijde	Versie:	v3.1	

Geometrie		Materiaaleigenschappen	
Vorm:	<input checked="" type="radio"/> Plaat <input type="radio"/> Balk (rechthoekig) <input type="radio"/> Balk (T-vorm)	Betonsterkteklasse:	C30/37
Breedte:	b = 1000 mm	Spannings-rekdiagram:	Bi-lineair
Hoogte:	h = 735 mm	Druksterkte beton:	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
		Wapening:	B500B
		Spannings-rekdiagram:	Horizontaal
		Vloeigrens:	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
		Ontwerplevensduur:	100 jaar
		Ontwerpsituatie:	Blijvend
		Belastingsduur:	Lange duur
		Nationale bijlage:	Nederlands
		Aanvullende richtlijn:	Geen

Beugelwapening			
Beugeldiameter:	$\varnothing_v = 0 \text{ mm}$		
H.o.h afstand:	s = 150 mm	n = 2	

Wapening			
Dekking:	$C_{2,appl} = 60 \text{ mm}$		
VW			
HW _{1,druk}	$\varnothing 32 - 90$	$\varnothing -$	d = 76 mm, $A_s = 8936 \text{ mm}^2$
HW _{3,trek}	$\varnothing -$	$\varnothing -$	0 mm, 0 mm ²
HW _{2,trek}	mm (tussenafstand)	$\varnothing -$	0 mm, 0 mm ²
HW _{1,trek}	$\varnothing 20 - 100$	$\varnothing -$	665 mm, 3142 mm ²
VW			$d_{gem} = 665 \text{ mm}$
Dekking:	$C_{1,appl} = 60 \text{ mm}$		$A_{s1,prov} = 3142 \text{ mm}^2$

UGT Normaalkracht en Moment			
Percentage herverdeling:	0 % ≤ 30 %	$x_u = 78,4 \text{ mm}$	$x_{u,max} = 356 \text{ mm}$
Normaalkracht UGT:	$N_{Ed} = -1,1 \text{ kN}$ (druk)	Hefboomsarm:	z = 599 mm
Moment UGT:	$M_{Ed} = 273,1 \text{ kNm}$ (trek onder)	$M_{Rd} = 858,4 \text{ kNm}$	UC = 0,32


UGT Normaalkracht en Dwarskracht			
Beugelwapening:	$\varnothing -$	Hoek met as ligger:	$\alpha = 90^\circ$
Normaalkracht:	$N_{Ed} = -1,1 \text{ kN}$ (druk)	Hoek drukdiagonaal:	$\theta = \text{nvt}^\circ$
Dwarskracht:	$V_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$	Oppervlak trekwapening:	$A_{sl} = 3142 \text{ mm}^2$
Moment:	$M_{Ed} = 273,1 \text{ kNm}$ (trek onder)		

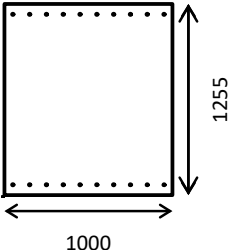
Nuttige hoogte (gewogen):	d = 665 mm	$b_w = 1000 \text{ mm}$	$\rho_l = 0,47 \%$
Hefboomsarm:	z = 599 mm	$\sigma_{cp} = 0,0 \text{ N/mm}^2$	$\alpha_{cw} = 1,00$
Zonder dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,c} = 299 \text{ kN}$	s = 150 mm	$s_{l,max} = \text{nvt} \text{ mm}$
Met dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,s} = \text{nvt} \text{ kN}$	Verschuiving momentenlijn:	$a_l = 665 \text{ mm}$
Bezwijken drukdiagonaal:	$V_{Rd,max} = 3511 \text{ kN}$	$V_{Rd} = 299,2 \text{ kN}$	UC = 0,00

BGT Scheurbeheersing			
Profilering wapening:	Geprofileerd	hoofdwap.	
Milieuklasse:	XC4 XD3 XF4	$C_{nom} = 50 \text{ mm}$	
Constructieklasse:	S5	$C_{appl} = 60 \text{ mm}$	
Normaalkracht BGT:	$N_{E,BGT} = -16,3 \text{ kN}$ (druk)	$k_x = 1,20$	
Moment BGT:	$M_{E,BGT} = 242,7 \text{ kNm}$		
Opgelegde rek boven:	$\Delta\epsilon_{c,boven} = 0,00 \%$	Betondrukzonehoogte:	x = 152 mm
Opgelegde rek onder:	$\Delta\epsilon_{c,onder} = 0,00 \%$	Staalspanning bij w_k :	$\sigma_{s,E} = 125 \text{ N/mm}^2$
Normaalkracht incl $\Delta\epsilon_c$:	$N_{E,BGT} = -16 \text{ kN}$ (druk)	Staalspanning bij w_{max} :	$\sigma_{s,R} = 194 \text{ N/mm}^2$
Moment incl $\Delta\epsilon_c$:	$M_{E,BGT} = 243 \text{ kNm}$		
Staafafstand:	s = 100 mm ≤ $5 \cdot (c + \varnothing/2) = 350 \text{ mm}$	(Gebruik formule 7.11)	
Verschil rek:	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (125 - 0,4 \cdot (2,9/0,018) \cdot (1 + 6,06 \cdot 0,018)) / (2 \cdot 10^5) \geq 0,6 \cdot 125 / (2 \cdot 10^5) =$		0,38 ‰
Maximale scheurafstand:	$s_{r,max} = 3,4 \cdot 60 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 20 / 0,018 =$	$s_{r,max} = 393 \text{ mm}$	
Scheurwijdte (Lange duur):	$w_k = 0,15 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,20 \text{ mm} \cdot 1,20 =$	$= 0,24 \text{ mm}$	
Maximale moment bij $w_k = w_{max}$:		$M_{R,BGT} = 372,4 \text{ kNm}$	UC = 0,65

Controle wapeningspercentages			
Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%)	≤	8936 mm ² (1,22%)
Onderwap. (art. 7.3.2):	585 mm ² (0,08%)	≤	3142 mm ² (0,43%)
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%)	≤	8936 mm ² (1,22%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	1002 mm ² (0,14%)	≤	3142 mm ² (0,43%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	0 mm ² /m (0%)	>	0 mm ² /m (0%)

Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

Project:	Vervanging bruggen NZV	Datum:	11-2-2020	
Projectnummer:	BG5349 - Dieftil	Naam:	Peter Knoppert	
Omschrijving:	Onderzijde Landhoofd - grondzijde	Versie:	v3.1	

Geometrie		Materiaaleigenschappen	
Vorm:	<input checked="" type="radio"/> Plaat <input type="radio"/> Balk (rechthoekig) <input type="radio"/> Balk (T-vorm)	Betonsterkteklasse:	C30/37
Breedte:	b = 1000 mm	Spannings-rekdiagram:	Bi-lineair
Hoogte:	h = 1255 mm	Druksterkte beton:	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
		Wapening:	B500B
		Spannings-rekdiagram:	Horizontaal
		Vloeigrens:	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
		Ontwerplevensduur:	100 jaar
		Ontwerpsituatie:	Blijvend
		Belastingsduur:	Lange duur
		Nationale bijlage:	Nederlands
		Aanvullende richtlijn:	Geen

Beugelwapening			
Beugeldiameter:	$\varnothing_v = 0 \text{ mm}$		
H.o.h afstand:	s = 150 mm	n = 2	

Wapening			
Dekking:	$C_{2,appl} = 60 \text{ mm}$		
VW	mm	d	A_s
HW _{1,druk}	$\varnothing 16 - 100$	68 mm	2011 mm ²
HW _{3,trek}	$\varnothing -$	0 mm	0 mm ²
HW _{2,trek}	mm (tussenafstand)	0 mm	0 mm ²
HW _{1,trek}	$\varnothing 16 - 100$	1187 mm	2011 mm ²
VW	mm	$d_{gem} = 1187 \text{ mm}$	
Dekking:	$C_{1,appl} = 60 \text{ mm}$	$A_{s1,prov} = 2011 \text{ mm}^2$	

UGT Normaalkracht en Moment			
Percentage herverdeling:	0 % ≤ 30 %	$x_u = 71,2 \text{ mm}$	$x_{u,max} = 635 \text{ mm}$
Normaalkracht UGT:	$N_{Ed} = -256,6 \text{ kN}$ (druk)	Hefboomsarm:	$z = 1093 \text{ mm}$
Moment UGT:	$M_{Ed} = 550,4 \text{ kNm}$ (trek onder)	$M_{Rd} = 1164,8 \text{ kNm}$	$UC = 0,47$

UGT Normaalkracht en Dwarskracht			
Beugelwapening:	$\varnothing -$	Hoek met as ligger:	$\alpha = 90^\circ$
Normaalkracht:	$N_{Ed} = -256,6 \text{ kN}$ (druk)	Hoek drukdiagonaal:	$\theta = \text{nvt}^\circ$
Dwarskracht:	$V_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$	Oppervlak trekwapening:	$A_{sl} = 2011 \text{ mm}^2$
Moment:	$M_{Ed} = 550,4 \text{ kNm}$ (trek onder)		
Nuttige hoogte (gewogen):	d = 1187 mm o.b.v. MRd	$b_w = 1000 \text{ mm}$	$\rho_l = 0,17 \%$
Hefboomsarm:	z = 1093 mm o.b.v. MEEd	$\sigma_{cp} = 0,2 \text{ N/mm}^2$	$\alpha_{cw} = 1,01$
Zonder dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,c} = 418 \text{ kN}$	s = 150 mm ≤	$s_{l,max} = \text{nvt} \text{ mm}$
Met dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,s} = \text{nvt} \text{ kN}$	Verschuiving momentenlijn:	$a_l = 1187 \text{ mm}$
Bezwijken drukdiagonaal:	$V_{Rd,max} = 6267 \text{ kN}$	$V_{Rd} = 417,6 \text{ kN}$	$UC = 0,00$

BGT Scheurbeheersing			
Profilering wapening:	Geprofileerd	hoofdwap.	
Milieuklasse:	XC4 XD3 XF4	$C_{nom} = 50 \text{ mm}$	
Constructieklasse:	S5	$C_{appl} = 60 \text{ mm}$	
Normaalkracht BGT:	$N_{E,BGT} = -197,0 \text{ kN}$ (druk)	$k_x = 1,20$	
Moment BGT:	$M_{E,BGT} = 433,5 \text{ kNm}$		
Opgelegde rek boven:	$\Delta \epsilon_{c,boven} = 0,00 \text{ ‰}$	Betondrukzonehoogte:	x = 254 mm
Opgelegde rek onder:	$\Delta \epsilon_{c,onder} = 0,00 \text{ ‰}$	Staalspanning bij w_k :	$\sigma_{s,E} = 147 \text{ N/mm}^2$
Normaalkracht incl $\Delta \epsilon_c$:	$N_{E,BGT} = -197 \text{ kN}$ (druk)	Staalspanning bij w_{max} :	$\sigma_{s,R} = 192 \text{ N/mm}^2$
Moment incl $\Delta \epsilon_c$:	$M_{E,BGT} = 433 \text{ kNm}$		
Staafafstand:	s = 100 mm ≤ $5 \cdot (c + \varnothing/2) = 340 \text{ mm}$ (Gebruik formule 7.11)		
Verschil rek:	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (147 - 0,4 \cdot (2,9/0,0118) \cdot (1 + 6,06 \cdot 0,0118)) / (2 \cdot 10^5) \geq 0,6 \cdot 147 / (2 \cdot 10^5) =$		0,44 ‰
Maximale scheurafstand:	$s_{r,max} = 3,4 \cdot 60 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 16 / 0,0118 =$	$s_{r,max} = 416 \text{ mm}$	
Scheurwijdte (Lange duur):	$w_k = 0,18 \text{ mm} \leq$	$w_{max} = 0,20 \text{ mm} \cdot 1,20 =$	0,24 mm
Maximale moment bij $w_k = w_{max}$:	$M_{R,BGT} = 536,3 \text{ kNm}$	$UC = 0,81$	

Controle wapeningspercentages			
Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%) ≤	2011 mm ² (0,16%)	
Onderwap. (art. 7.3.2):	871 mm ² (0,07%) ≤	2011 mm ² (0,16%)	
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%) ≤	2011 mm ² (0,16%) ≤	50200 mm ² (4,0%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	1788 mm ² (0,14%) ≤	2011 mm ² (0,16%) ≤	50200 mm ² (4,0%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	0 mm ² /m (0%) >	0 mm ² /m (0%)	

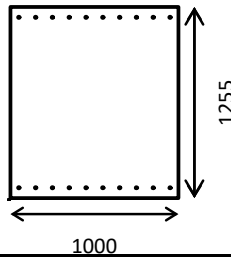
Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

Project: Vervanging bruggen NZV Datum: 11-2-2020
 Projectnummer: BG5349 - Dieftil Naam: Peter Knoppert
 Omschrijving: Onderzijde Landhoofd - voorzijde Versie: v3.1



Geometrie

- Vorm:
- ☒ Plaat
 - ☐ Balk (rechthoekig)
 - ☐ Balk (T-vorm)



Breedte: b = 1000 mm
 Hoogte: h = 1255 mm

Materiaaleigenschappen

Betonsterkteklasse: C30/37
 Spannings-rekdiagram: Bi-lineair
 Druksterkte beton: $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 Wapening: B500B
 Spannings-rekdiagram: Horizontaal
 Vloeigrens: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 Ontwerplevensduur: 100 jaar
 Ontwerpsituatie: Blijvend
 Belastingduur: Lange duur
 Nationale bijlage: Nederlands
 Aanvullende richtlijn: Geen

Beugelwapening

Beugeldiameter: $\varnothing_v = 0 \text{ mm}$
 H.o.h afstand: s = 150 mm n = 2

Wapening

Dekking:	$C_{2,appl} = 60 \text{ mm}$				
VW	mm			d	A_s
HW _{1,druk}	$\varnothing 16 - 100$	$\varnothing -$		68 mm	2011 mm ²
HW _{3,trek}	$\varnothing -$	$\varnothing -$		0 mm	0 mm ²
HW _{2,trek}	mm (tussenafstand)	$\varnothing -$		0 mm	0 mm ²
HW _{1,trek}	$\varnothing 16 - 100$	$\varnothing -$		1187 mm	2011 mm ²
VW	mm			$d_{gem} = 1187 \text{ mm}$	
Dekking:	$C_{1,appl} = 60 \text{ mm}$			$A_{s1,prov} = 2011 \text{ mm}^2$	

UGT Normaalkracht en Moment

Percentage herverdeling: 0 % ≤ 30 %
 Normaalkracht UGT: $N_{Ed} = -263,7 \text{ kN}$ (druk)
 Moment UGT: $M_{Ed} = 308,7 \text{ kNm}$ (trek onder)
 $x_u = 71,4 \text{ mm} \leq x_{u,max} = 635 \text{ mm}$
 Hefboomsarm: z = 1073 mm
 $M_{Rd} = 1168,8 \text{ kNm}$ UC = 0,26

UGT Normaalkracht en Dwarskracht

Beugelwapening: $\varnothing -$
 Normaalkracht: $N_{Ed} = -263,7 \text{ kN}$ (druk)
 Dwarskracht: $V_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$
 Moment: $M_{Ed} = 308,7 \text{ kNm}$ (trek onder)
 Hoek met as ligger: $\alpha = 90^\circ$
 Hoek drukdiagonaal: $\theta = \text{nvt}^\circ$
 Oppervlak trekwapening: $A_{sl} = 2011 \text{ mm}^2$

Nuttige hoogte (gewogen): d = 1187 mm o.b.v. MRd
 Hefboomsarm: z = 1073 mm o.b.v. MEd
 $b_w = 1000 \text{ mm}$
 $\sigma_{cp} = 0,2 \text{ N/mm}^2$
 $\rho_l = 0,17 \%$
 $\alpha_{cw} = 1,01$

Zonder dwarskrachtwapening: $V_{Rd,c} = 419 \text{ kN}$
 Met dwarskrachtwapening: $V_{Rd,s} = \text{nvt kN}$
 Bezijken drukdiagonaal: $V_{Rd,max} = 6267 \text{ kN}$
 $s = 150 \text{ mm} \leq s_{l,max} = \text{nvt mm}$
 Verschuiving momentenlijn: $a_l = 1187 \text{ mm}$
 $V_{Rd} = 418,6 \text{ kN}$ UC = 0,00

BGT Scheurbeheersing

Profilering wapening: Geprofileerd		hoofdwap.	
Milieuklasse: XC4 XD3 XF4		$C_{nom} = 50 \text{ mm}$	
Constructieklasse: S5		$C_{appl} = 60 \text{ mm}$	
Normaalkracht BGT: $N_{E,BGT} = -205,6 \text{ kN}$ (druk)		$k_x = 1,20$	
Moment BGT: $M_{E,BGT} = 264,3 \text{ kNm}$			
Opgelegde rek boven: $\Delta \epsilon_{c,boven} = 0,00 \text{ ‰}$		Betondrukzonehoogte: x = 301 mm	
Opgelegde rek onder: $\Delta \epsilon_{c,onder} = 0,00 \text{ ‰}$		Staalspanning bij w_k : $\sigma_{s,E} = 71 \text{ N/mm}^2$	
Normaalkracht incl $\Delta \epsilon_c$: $N_{E,BGT} = -206 \text{ kN}$ (druk)		Staalspanning bij w_{max} : $\sigma_{s,R} = 192 \text{ N/mm}^2$	
Moment incl $\Delta \epsilon_c$: $M_{E,BGT} = 264 \text{ kNm}$			
Staafafstand: s = 100 mm ≤ 5*(c+ \varnothing /2) = 340 mm (Gebruik formule 7.11)			
Verschil rek: $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (71 - 0,4 * (2,9 / 0,0118) * (1 + 6,06 * 0,0118)) / (2 * 10^5) \geq 0,6 * 71 / (2 * 10^5) = 0,21 \text{ ‰}$			
Maximale scheurafstand: $s_{r,max} = 3,4 * 60 + 0,8 * 0,5 * 0,425 * 16 / 0,0118 = 416 \text{ mm}$			
Scheurwijdte (Lange duur): $w_k = 0,09 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,20 \text{ mm} * 1,20 = 0,24 \text{ mm}$			
Maximale moment bij $w_k = w_{max}$: $M_{R,BGT} = 540,8 \text{ kNm}$			UC = 0,49

Controle wapeningspercentages

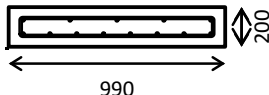
Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%)	≤	2011 mm ² (0,16%)	
Onderwap. (art. 7.3.2):	868 mm ² (0,07%)	≤	2011 mm ² (0,16%)	
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%)	≤	2011 mm ² (0,16%)	≤ 50200 mm ² (4,0%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	1788 mm ² (0,14%)	≤	2011 mm ² (0,16%)	≤ 50200 mm ² (4,0%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	0 mm ² /m (0%)	>	0 mm ² /m (0%)	

Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

Project:	Vervanging bruggen NZV	Datum:	21-1-2020
Projectnummer:	BG5349 - Oosterwijtwerdertil	Naam:	Peter Knoppert
Omschrijving:	Wapening stootplaat - Onderzijde	Versie:	v3.1



Geometrie		Materiaaleigenschappen	
Vorm:	<input type="radio"/> Plaat <input checked="" type="radio"/> Balk (rechthoekig) <input type="radio"/> Balk (T-vorm)	Betonsterkteklasse:	C30/37
Breedte:	b = 990 mm	Spannings-rekdiagram:	Bi-lineair
Hoogte:	h = 200 mm	Druksterkte beton:	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
		Wapening:	B500B
		Spannings-rekdiagram:	Horizontaal
		Vloegrens:	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
		Ontwerplevensduur:	100 jaar
		Ontwerpsituatie:	Blijvend
		Belastingsduur:	Lange duur
		Nationale bijlage:	Nederlands
		Aanvullende richtlijn:	Geen



Beugelwapening			
Beugeldiameter:	$\varnothing_v = 10 \text{ mm}$		
H.o.h afstand:	s = 300 mm	n = 2	Dekking op zijkant beugel: $c_{appl} = 50 \text{ mm}$

Wapening			
Dekking:	$c_{2,appl} = 50 \text{ mm}$		
Beugeldiameter:	10 mm		
HW _{1,druk}	5 \varnothing 12 mm	\varnothing mm	d = 66 mm, $A_s = 565,5 \text{ mm}^2$
HW _{3,trek}	\varnothing mm	\varnothing mm	0 mm, 0 mm ²
	mm (tussenafstand)		
HW _{2,trek}	\varnothing mm	\varnothing mm	0 mm, 0 mm ²
	mm (tussenafstand)		
HW _{1,trek}	8 \varnothing 12 mm	\varnothing mm	134 mm, 905 mm ²
Beugeldiameter:	10 mm		$d_{gem} = 134 \text{ mm}$
Dekking:	$c_{1,appl} = 50 \text{ mm}$		$A_{s1,prov} = 905 \text{ mm}^2$

UGT Normaalkracht en Moment			
Percentage herverdeling:	0 % ≤ 30 %	$x_u = 41,9 \text{ mm}$	$x_{umax} = 72 \text{ mm}$
Normaalkracht UGT:	$N_{Ed} = 0 \text{ kN}$	Hefboomsarm:	z = 102 mm
Moment UGT:	$M_{Ed} = 53,6 \text{ kNm (trek onder)}$	$M_{Rd} = 57,7 \text{ kNm}$	UC = 0,93

UGT Normaalkracht en Dwarskracht			
Beugelwapening:	\varnothing 10 - 300 mm	2-snedig	Hoek met as ligger: $\alpha = 90^\circ$
Normaalkracht:	$N_{Ed} = 0 \text{ kN}$		Hoek drukdiagonaal: $\theta = 21,8^\circ$
Dwarskracht:	$V_{Ed} = 78,5 \text{ kN}$		Oppervlak trekwapening: $A_{sl} = 905 \text{ mm}^2$
Moment:	$M_{Ed} = 0 \text{ kNm (trek onder)}$		


Nuttige hoogte (gewogen):	d = 134 mm	o.b.v. MRd	$b_w = 990 \text{ mm}$	$\rho_l = 0,68 \%$
Hefboomsarm:	z = 110 mm	o.b.v. MEd	$\sigma_{cp} = 0,0 \text{ N/mm}^2$	$\alpha_{cw} = 1,00$

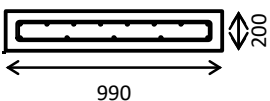
Zonder dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,c} = 87 \text{ kN}$	s = 300 mm ≤	$s_{l,max} = 300 \text{ mm}$
Met dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,s} = 63 \text{ kN}$	Verschuiving momentenlijn:	$a_l = 134 \text{ mm}$
Bezwinden drukdiagonaal:	$V_{Rd,max} = 700 \text{ kN}$	$V_{Rd} = 87 \text{ kN}$	UC = 0,90

BGT Scheurbeheersing			
Profilering wapening:	Geprofileerd		
Milieuklasse:	XC2	hoofdwap.	beugelwap.
Constructieklasse:	S6	$c_{nom} = 40 \text{ mm}$	$c_{nom} = 40 \text{ mm}$
Normaalkracht BGT:	$N_{E,BGT} = 0 \text{ kN}$	$c_{appl} = 60 \text{ mm}$	$c_{appl} = 50 \text{ mm}$
Moment BGT:	$M_{E,BGT} = 34 \text{ kNm}$	$k_x = 1,50$	$k_x = 1,25$
Opgelegde rek boven:	$\Delta\epsilon_{c,boven} = 0,00 \text{ ‰}$	Betondrukzonehoogte:	x = 46 mm
Opgelegde rek onder:	$\Delta\epsilon_{c,onder} = 0,00 \text{ ‰}$	Staalspanning bij w_k :	$\sigma_{s,E} = 299 \text{ N/mm}^2$
Normaalkracht incl $\Delta\epsilon_c$:	$N_{E,BGT} = 0 \text{ kN (druk)}$	Staalspanning bij w_{max} :	$\sigma_{s,R} = 312 \text{ N/mm}^2$
Moment incl $\Delta\epsilon_c$:	$M_{E,BGT} = 34 \text{ kNm}$		
Staafafstand:	s = 123 mm ≤ $5 \cdot (c + \varnothing/2) = 330 \text{ mm}$	(Gebruik formule 7.11)	
Verschil rek:	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (299 - 0,4 \cdot (2,9/0,0178) \cdot (1 + 0,06 \cdot 0,0178)) / (2 \cdot 10^5) \geq 0,6 \cdot 299 / (2 \cdot 10^5) = 1,13 \text{ ‰}$		
Maximale scheurafstand:	$s_{r,max} = 3,4 \cdot 60 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 12 / 0,0178 = 312 \text{ mm}$		$s_{r,max} = 312 \text{ mm}$
Scheurwijdte (Lange duur):	$w_k = 0,35 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,30 \text{ mm} \cdot 1,25 = 0,38 \text{ mm}$		
	Maximale moment bij $w_k = w_{max}$:	$M_{R,BGT} = 36 \text{ kNm}$	UC = 0,96

Controle wapeningspercentages			
Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%)	≤	565 mm ² (0,29%)
Onderwap. (art. 7.3.2):	229 mm ² (0,12%)	≤	905 mm ² (0,46%)
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%)	≤	565 mm ² (0,29%) ≤ 7920 mm ² (4,0%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	263 mm ² (0,13%)	≤	905 mm ² (0,46%) ≤ 7920 mm ² (4,0%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	868 mm ² /m (0,09%)	>	524 mm ² /m (0,18%)

Controle van een betondoorsnede belast op normaalkracht en buiging volgens Eurocode 2

Project:	Vervanging bruggen NZV	Datum:	21-1-2020	
Projectnummer:	BG5349 - Oosterwijtwerdertil	Naam:	Peter Knoppert	
Omschrijving:	Wapening stootplaat - Bovenzijde	Versie:	v3.1	

Geometrie		Materiaaleigenschappen	
Vorm:	<input type="radio"/> Plaat <input checked="" type="radio"/> Balk (rechthoekig) <input type="radio"/> Balk (T-vorm)	Betonsterkteklasse:	C30/37
Breedte:	b = 990 mm	Spannings-rekdiagram:	Bi-lineair
Hoogte:	h = 200 mm	Druksterkte beton:	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
		Wapening:	B500B
		Spannings-rekdiagram:	Horizontaal
		Vloegrens:	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
		Ontwerplevensduur:	100 jaar
		Ontwerpsituatie:	Blijvend
		Belastingsduur:	Lange duur
		Nationale bijlage:	Nederlands
		Aanvullende richtlijn:	Geen

Beugelwapening			
Beugeldiameter:	$\varnothing_v = 10 \text{ mm}$		
H.o.h afstand:	s = 300 mm	n = 2	Dekking op zijkant beugel: $c_{appl} = 50 \text{ mm}$

Wapening			
Dekking:	$c_{2,appl} = 50 \text{ mm}$		
Beugeldiameter:	10 mm		
HW _{1,druk}	8 \varnothing 12 mm	\varnothing mm	d = 66 mm, $A_s = 904,8 \text{ mm}^2$
HW _{3,trek}	\varnothing mm	\varnothing mm	0 mm, 0 mm ²
	mm (tussenafstand)		
HW _{2,trek}	\varnothing mm	\varnothing mm	0 mm, 0 mm ²
	mm (tussenafstand)		
HW _{1,trek}	5 \varnothing 12 mm	\varnothing mm	134 mm, 565 mm ²
Beugeldiameter:	10 mm		$d_{gem} = 134 \text{ mm}$
Dekking:	$c_{1,appl} = 50 \text{ mm}$		$A_{s1,prov} = 565 \text{ mm}^2$


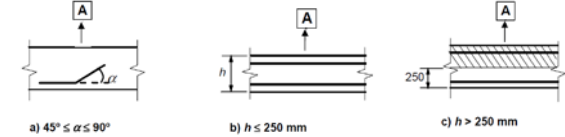
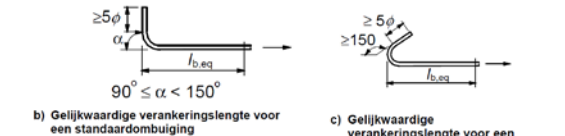
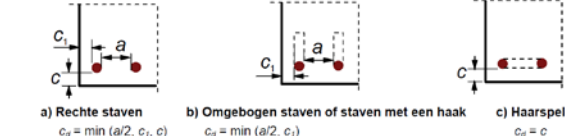
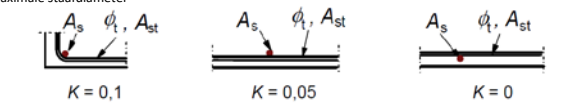


UGT Normaalkracht en Moment			
Percentage herverdeling:	0 % ≤ 30 %	$x_u = 41,6 \text{ mm}$	$x_{umax} = 72 \text{ mm}$
Normaalkracht UGT:	$N_{Ed} = 0 \text{ kN}$	Hefboomsarm:	z = 101 mm
Moment UGT:	$M_{Ed} = 17,9 \text{ kNm (trek onder)}$	$M_{Rd} = 47,5 \text{ kNm}$	UC = 0,38

UGT Normaalkracht en Dwarskracht			
Beugelwapening:	\varnothing 10 - 300 mm	2-snedig	Hoek met as ligger: $\alpha = 90^\circ$
Normaalkracht:	$N_{Ed} = 0 \text{ kN}$		Hoek drukdiagonaal: $\theta = 21,8^\circ$
Dwarskracht:	$V_{Ed} = 0 \text{ kN}$		Oppervlak trekwapening: $A_{sl} = 565 \text{ mm}^2$
Moment:	$M_{Ed} = 0 \text{ kNm (trek onder)}$		

Nuttige hoogte (gewogen):	d = 134 mm	o.b.v. MRd	$b_w = 990 \text{ mm}$	$\rho_l = 0,43 \%$
Hefboomsarm:	z = 101 mm	o.b.v. MEd	$\sigma_{cp} = 0,0 \text{ N/mm}^2$	$\alpha_{cw} = 1,00$
Zonder dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,c} = 74 \text{ kN}$		s = 300 mm ≤	$s_{l,max} = 300 \text{ mm}$
Met dwarskrachtwapening:	$V_{Rd,s} = 57 \text{ kN}$		Verschuiving momentenlijn:	$a_l = 134 \text{ mm}$
Bezwinden drukdiagonaal:	$V_{Rd,max} = 700 \text{ kN}$		$V_{Rd} = 74 \text{ kN}$	UC = 0,00

BGT Scheurbeheersing			
Profilering wapening:	Geprofileerd		
Milieuklasse:	XC4 XD3 XF4		
Constructieklasse:	S6		
Normaalkracht BGT:	$N_{E,BGT} = 0 \text{ kN}$		
Moment BGT:	$M_{E,BGT} = 11,3 \text{ kNm}$		
Opgelegde rek boven:	$\Delta\epsilon_{c,boven} = 0,00 \text{ ‰}$		
Opgelegde rek onder:	$\Delta\epsilon_{c,onder} = 0,00 \text{ ‰}$		
Normaalkracht incl $\Delta\epsilon_c$:	$N_{E,BGT} = 0 \text{ kN (trek)}$		
Moment incl $\Delta\epsilon_c$:	$M_{E,BGT} = 11 \text{ kNm}$		
Staafafstand:	s = 215 mm ≤ 5*(c+ \varnothing /2) = 330 mm	(Gebruik formule 7.11)	
Verschil rek:	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (141 - 0,4*(2,9/0,0108)*(1+0,06*0,0108))/2 \times 10^5 \geq 0,6*141/2 \times 10^5 =$		0,42 ‰
Maximale scheurafstand:	$s_{r,max} = 3,4 * 60 + 0,8 * 0,5 * 0,425 * 12 / 0,0108 =$		$s_{r,max} = 312 \text{ mm}$
Scheurwijdte (Lange duur) :	$w_k = 0,13 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,20 \text{ mm} * 0,91 = 0,18 \text{ mm}$		
Maximale moment bij $w_k = w_{max}$:		$M_{R,BGT} = 15,6 \text{ kNm}$	UC = 0,73

Controle wapeningspercentages			
Bovenwap. (art. 7.3.2):	0 mm ² (0%)	≤	905 mm ² (0,46%)
Onderwap. (art. 7.3.2):	229 mm ² (0,12%)	≤	565 mm ² (0,29%)
Bovenwap. (art. 9.2.1.1):	0 mm ² (0%)	≤	905 mm ² (0,46%) ≤ 7920 mm ² (4,0%)
Onderwap. (art. 9.2.1.1):	200 mm ² (0,1%)	≤	565 mm ² (0,29%) ≤ 7920 mm ² (4,0%)
Beugelwap. (art. 9.2.2):	868 mm ² /m (0,09%)	>	524 mm ² /m (0,18%)

Bepaling verankeringslengte volgens Eurocode 2, art. 8.4			
Project:	Vervanging bruggen NZV	Datum:	11-2-2020
Projectnummer:	BG5349 - Dieftil	Naam:	Peter Knoppert
Omschrijving:	Verankeringslengte stek aan damwand	Versie:	calc1
Voorwaarden		Programma "VerOver" versie 2.0	
Geribd betonstaal		Autorisatierapport: BC1072/R001_0D	
Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties (dus niet buitengewoon)			
Niet toepasbaar voor:			
Verankering van beugels en dwarskrachtwapening art. 8.5			
Voorspanelementen art. 8.10			
Gelijmde staven in geboorde gaten			
Opmerkingen			
Conform 8.4.2(2) is f_{ctd} beperkt tot een waarde voor C60/75			
Basisgegevens			
sterkteklasse beton		$f_{ct}/f_{ct,cube}$	C30/37 [-]
staafdiameter		ϕ	25 [mm]
aanwezige spanning in de staaf in het punt van waaruit verankering is gemeten		σ_{sd}	345 [N/mm ²]
staaf belasting			trek [-]
Kwaliteit aanhechtomstandigheden			
A stortrichting			
			
a) $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	b) $h \leq 250$ mm	c) $h > 250$ mm	d) $h > 600$ mm
		'goede' aanhechteigenschappen	
		η_1 1,0 [-]	
		η_2 1,00 [-]	
		a) en b) 'goede' aanhechtomstandigheden voor alle staven	
		c) en d) niet-gearceerde zone – 'goede' aanhechtomstandigheden	
		gearceerde zone – 'slechte' aanhechtomstandigheden	
Invloedsfactor α			
α_1 (vorm van de staaf)			
		recht	
		α_1 1,00 [-]	
		b) Gelijkwaardige verankeringslengte voor een standaardombuiging	
		c) Gelijkwaardige verankeringslengte voor een standaardhaak	
		d) Gelijkwaardige verankeringslengte voor een standaard haarspeld	
α_2 (betondekking)			
			
a) Rechte staven	b) Omgebogen staven of staven met een haak	c) Haarspelden	
$c_{ty} = \min(a/2, c_1, c)$	$c_{ty} = \min(a/2, c_1, c)$	$c_{ty} = c$	
		s 85 [mm] h.o.h.-afstand staven	
		a 60 [mm]	
		c 200 [mm]	
		c_1 200 [mm]	
		c_2 30 [mm]	
		α_2 0,97 [-]	
α_3 (opsluiting door dwarswapening - niet gelast aan hoofdwap.)			
oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de dwarswapening langs de rekenwaarde van de verankeringslengte l_{bd}			
oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de minimale dwarswapening; = 0,25 A_s voor balken en 0 voor platen			
oppervlakte van de doorsnede van een enkelvoudig verankerde staaf met maximale staafdiameter			
			
$K = 0,1$	$K = 0,05$	$K = 0$	
		geen opsluiting door dwarswapening	
		ΣA_{st} [mm ²]	
		$\Sigma A_{st,min}$ [mm ²]	
		A_s 314 [mm ²]	
		$A_{s,\phi}$ 491 [mm ²]	
		K [-]	
		λ [-]	
		α_3 1,00 [-]	
α_4 (opsluiting door gelaste dwarswapening)*			
			
e) Gelijkwaardige verankeringslengte voor aangelaste dwarsstaven			
		geen gelaste dwarswapening	
		α_4 1,00 [-]	
α_5 (opsluiting door dwarsdruk)			
druk in dwarsrichting in de uiterste grenstoestand langs l_{bd}			
		opsluiting door dwarsdruk	
		p 1,00 [N/mm ²]	
		α_5 0,96 [-]	
Resultaten			
opneembare aanhechtspanning (rekenwaarde)		f_{bd}	3,04 [N/mm ²]
basisverankeringslengte		$l_{b,rgd}$	709 [mm]
minimum verankeringslengte		$l_{b,min,trekst.}$	250 [mm]
trekverankeringslengte		$l_{b,min,drukst.}$	[mm]
drukverankeringslengte			
rekenwaarde verankeringslengte		l_{bd}	660 [mm]
minimaal toe te passen verankeringslengte		$l_{bd,toe}$	670 [mm]
			
a) Basisverankeringslengte, $l_{b,rgd}$ van een trekstaaf voor elke vorm gemeten langs de hartlijn			



Bijlage 8 Damwandberekening vleugelwand

Rapport voor D-Sheet Piling 18.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Royal HaskoningDHV

Datum van rapport: 11-2-2020

Tijd van rapport: 15:01:12

Rapport met versie: 18.1.1.2

Datum van berekening: 2/11/2020

Tijd van berekening: 1:33:45 PM

Berekend met versie: 18.1.1.2

Bestandsnaam: C:\..\DO\Revisie 1\Bijlage 8 - Vleugelwand (AANPASSEN)\Vleugelwand

Projectbeschrijving: Vervanging bruggen NZV
Dieftil
Vleugelwand

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Overzicht	4
2.1 Overzicht per Fase en Toets	4
2.2 Steunpunten	4
2.3 CUR Verificatie Stappen	5
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen	6
3.1 Algemene Invoergegevens	6
3.2 Damwandeigenschappen	6
3.2.1 Algemene eigenschappen	6
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)	6
3.2.3 Maximale toelaatbare momenten	6
3.2.4 Eigenschappen voor vertical evenwicht	6
3.3 Rekenopties	6
4 Overzicht Fase 1: New Stage	8
5 Stap 6.3 Fase 1: New Stage	9
5.1 Algemene Invoergegevens	9
5.1.1 Normaalkrachten	9
5.1.2 Verende Steunpunten	9
5.1.3 Momenten	9
5.2 Invoergegevens Links	9
5.2.1 Berekeningsmethode	9
5.2.2 Waterniveau	9
5.2.3 Maaiveld	9
5.2.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile	9
5.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	10
5.2.6 Uniforme Belastingen	10
5.3 Berekende kracht uit een laag Links	10
5.4 Invoergegevens Rechts	10
5.4.1 Berekeningsmethode	10
5.4.2 Waterniveau	10
5.4.3 Maaiveld	10
5.4.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile	11
5.4.5 Beddingsconstanten (Secant)	11
5.5 Berekende kracht uit een laag Rechts	11
5.6 Berekeningsresultaten	11
5.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	12
5.6.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen	12
5.6.3 Grafieken van Spanningen	13
5.6.4 Spanningen	13
5.6.5 Percentage gemobiliseerde weerstand	14
5.6.6 Verticaal Evenwicht	15
5.6.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag	15
5.6.8 Stijve en Verende Steunpunten	15
6 Stap 6.4 Fase 1: New Stage	16
6.1 Algemene Invoergegevens	16
6.1.1 Normaalkrachten	16
6.1.2 Verende Steunpunten	16
6.1.3 Momenten	16
6.2 Invoergegevens Links	16
6.2.1 Berekeningsmethode	16
6.2.2 Waterniveau	16
6.2.3 Maaiveld	16
6.2.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile	16
6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	17
6.2.6 Uniforme Belastingen	17
6.3 Berekende kracht uit een laag Links	17
6.4 Invoergegevens Rechts	17
6.4.1 Berekeningsmethode	17
6.4.2 Waterniveau	17
6.4.3 Maaiveld	17
6.4.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile	18
6.4.5 Beddingsconstanten (Secant)	18
6.5 Berekende kracht uit een laag Rechts	18
6.6 Berekeningsresultaten	18

6.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	19
6.6.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen	19
6.6.3 Grafieken van Spanningen	20
6.6.4 Spanningen	20
6.6.5 Percentage gemobiliseerde weerstand	21
6.6.6 Verticaal Evenwicht	22
6.6.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag	22
6.6.8 Stijve en Verende Steunpunten	22
7 Stap 6.5 Fase 1: New Stage	23
7.1 Algemene Invoergegevens	23
7.1.1 Normaalkrachten	23
7.1.2 Verende Steunpunten	23
7.1.3 Momenten	23
7.2 Invoergegevens Links	23
7.2.1 Berekeningsmethode	23
7.2.2 Waterniveau	23
7.2.3 Maaiveld	23
7.2.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile	23
7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	24
7.2.6 Uniforme Belastingen	24
7.3 Berekende kracht uit een laag Links	24
7.4 Invoergegevens Rechts	24
7.4.1 Berekeningsmethode	24
7.4.2 Waterniveau	24
7.4.3 Maaiveld	24
7.4.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile	25
7.4.5 Beddingsconstanten (Secant)	25
7.5 Berekende kracht uit een laag Rechts	25
7.6 Berekeningsresultaten	25
7.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	26
7.6.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen	26
7.6.3 Grafieken van Spanningen	27
7.6.4 Spanningen	27
7.6.5 Percentage gemobiliseerde weerstand	28
7.6.6 Verticaal Evenwicht	29
7.6.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag	29
7.6.8 Stijve en Verende Steunpunten	29

2 Overzicht

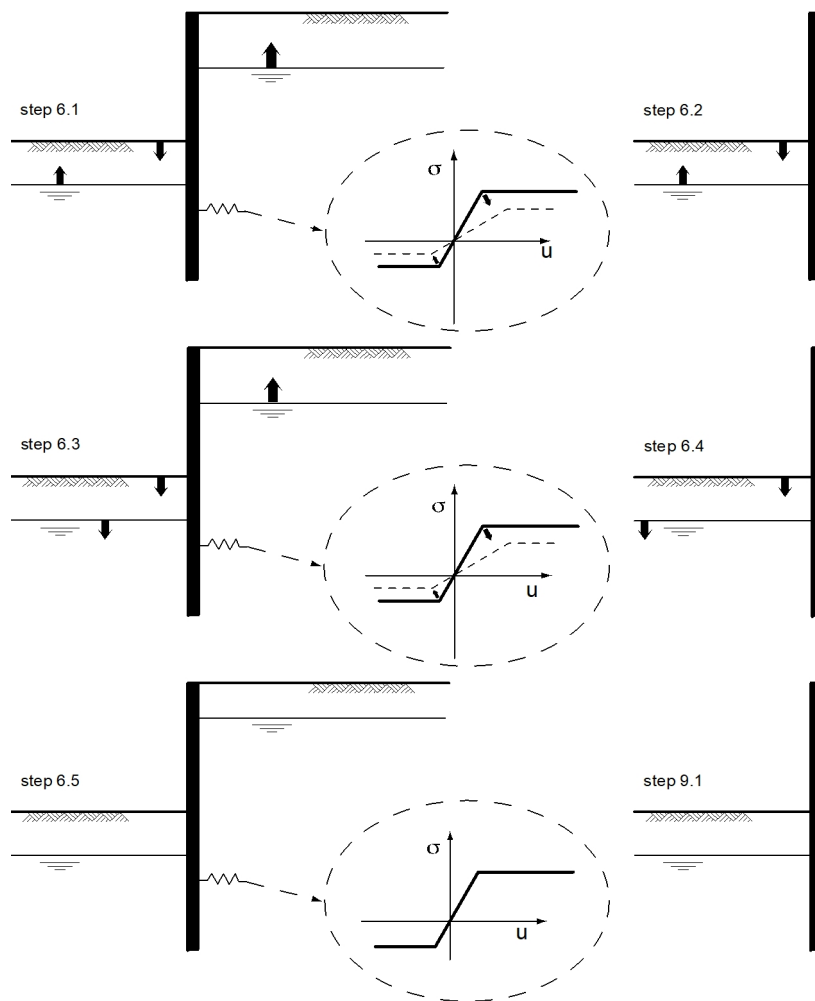
2.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	EC7(NL)-Stap 6.3		674,92	216,91	90,1	91,3	Voldoet
1	EC7(NL)-Stap 6.4		661,91	217,62	89,0	90,5	Voldoet
1	EC7(NL)-Stap 6.5	41,5	455,02	156,21	54,6	58,9	Voldoet
1	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		546,02	187,45			
Max			674,92	217,62	90,1	91,3	Voldoet

2.2 Steunpunten

Fase nr.	Verificatie type	Steunpunt Trekanker	
		Kracht [kN]	Moment [kNm]
1	EC7(NL)-Stap 6.3	-298,69	-
1	EC7(NL)-Stap 6.4	-312,11	-
1	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20	-262,00	-
Max		-312,11	-

2.3 CUR Verificatie Stappen



3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

Model	Damwand
Check verticaal evenwicht	Ja
Aantal bouwfasen	1
Soortelijk gewicht van water	9,81 kN/m ³
Aantal takken van de veer karakteristiek	3
Ontlastak van de veer karakteristiek	Nee
Elastische berekening	Ja

3.2 Damwandeigenschappen

Lengte	13,86 m
Bovenkant	1,86 m
Aantal secties	1
q _b ;max	2,00 MPa
Ksifactor	1,39

3.2.1 Algemene eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Werkende breedte [m]
AZ 36-700N	-12,00	1,86	Staal	1,00

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ² /m']	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ²]	Toelichting op reductiefactor
AZ 36-700N	1,8818E+05	0,87	1,6372E+05	

3.2.3 Maximale toelaatbare momenten

Snede naam	Mr;kar;el [kNm/m']	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 36-700N	969,00	1,00	1,00	0,87	843,03

3.2.4 Eigenschappen voor vertical evenwicht

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Hoogte [mm]	Verf-oppervlak [m ² /m ² wall]	Doorsnede [cm ² /m']
AZ 36-700N	-12,00	1,86	499,00	1,47	216,00

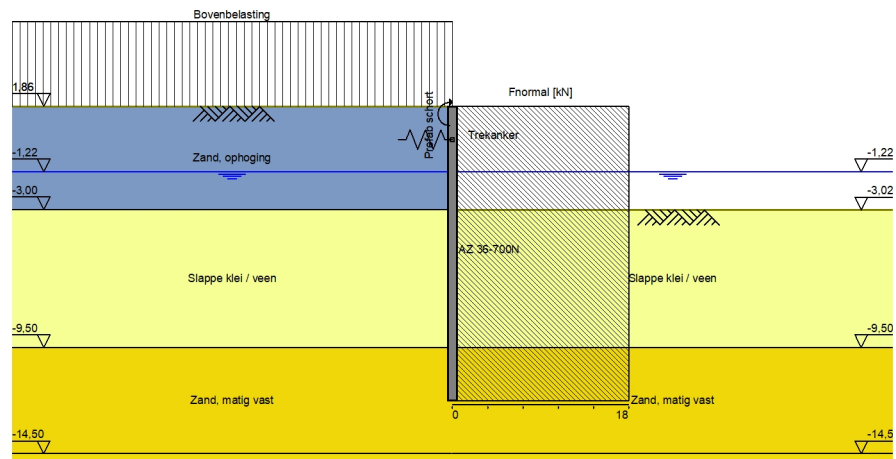
3.3 Rekenopties

Eerste fase beschrijft initiële situatie	Nee
Fijnheid berekening	Grof
Verificatie	EC7 NB NL - methode A: Partiële factoren (ontwerpwaarden) in Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland. Het valt onder ontwerp benadering III.
Gebruikte partiële factor set	RC 2
Factoren op belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,00
- Permanente belasting, gunstig	1,00

- Variabele belasting, ongunstig	1,10
- Variabele belasting, gunstig	0,00
 Materiaalfactoren	
- Cohesie	1,25
- Tangens phi	1,18
- Delta (wandwrijvingshoek)	1,18
- Lage karakteristieke beddingsconstanten	1,30
 Aanpassing geometrie	
- Toename kerende hoogte	10,00 %
- Maximum toename kerende hoogte	0,50 m
- Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde	0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde	0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde	0,05 m
 Factoren op verticale evenwicht	
- Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b)	1,20

4 Overzicht Fase 1: New Stage

Overzicht - Fase 1: New Stage



5 Stap 6.3 Fase 1: New Stage

5.1 Algemene Invoergegevens

5.1.1 Normaalkrachten

Naam	Kracht op bovenkant damwand [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, linkerkant [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, rechterkant [kN]	Kracht op onderkant damwand [kN]
Prefab schort	17,80	17,80	17,80	17,80

5.1.2 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m']	Translatie [kN/m/m']
Trekanker	0,30	0,00000E+00	3,10940E+04

5.1.3 Momenten

Naam	Niveau [m]	Moment [kNm/m']
Prefab schort	1,50	-4,60

5.2 Invoergegevens Links

5.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: Ka, Ko, Kp

5.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1,17 [m]

5.2.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	1,86

5.2.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek [°]
		Onverz. [kN/m³]	Verz. [kN/m³]			
Zand, ophoging	1,86	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Slappe klei / veen	-3,00	12,00	12,00	2,00	12,85	0,00
Zand, matig vast	-9,50	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Potklei	-14,50	18,00	18,00	12,00	21,65	7,21
Zand, vast	-18,00	19,00	21,00	0,00	30,79	20,52

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Zand, ophoging	1,86	1,00	1,00	Fijn
Slappe klei / veen	-3,00	1,00	1,00	Fijn
Zand, matig vast	-9,50	1,00	1,00	Fijn
Potklei	-14,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, vast	-18,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Zand, ophoging	1,86	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Slappe klei / veen	-3,00	0,64	0,78	1,57	0,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Potklei	-14,50	0,43	0,63	2,60	0,00	0,00
Zand, vast	-18,00	0,27	0,49	6,14	0,00	0,00

5.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]	Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, ophoging	1,86	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Slappe klei / veen	-3,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	-9,50	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Potklei	-14,50	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
Zand, vast	-18,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, ophoging	1,86	3846,15	3846,15
Slappe klei / veen	-3,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	-9,50	3846,15	3846,15
Potklei	-14,50	1538,46	1538,46
Zand, vast	-18,00	7692,31	7692,31

5.2.6 Uniforme Belastingen

Naam	Belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Variabel
Bovenbelasting	22,00	Ongunstig (D-Sheet Pili...	Variabel

5.3 Berekende kracht uit een laag Links

Naam	Kracht
Zand, ophoging	156,56
Slappe klei / veen	402,33
Zand, matig vast	91,13
Potklei	0,00
Zand, vast	0,00

5.4 Invoergegevens Rechts

5.4.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: Ka, Ko, Kp

5.4.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1,47 [m]

5.4.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	-3,51

5.4.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile

Laag naam	Niveau [m]	Volumegegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek [°]
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, ophoging	1,86	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Slappe klei / veen	-3,00	12,00	12,00	2,00	12,85	0,00
Zand, matig vast	-9,50	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Potklei	-14,50	18,00	18,00	12,00	21,65	7,21
Zand, vast	-18,00	19,00	21,00	0,00	30,79	20,52

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Zand, ophoging	1,86	1,00	1,00	Fijn
Slappe klei / veen	-3,00	1,00	1,00	Fijn
Zand, matig vast	-9,50	1,00	1,00	Fijn
Potklei	-14,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, vast	-18,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Zand, ophoging	1,86	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Slappe klei / veen	-3,00	0,64	0,78	1,57	0,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Potklei	-14,50	0,43	0,63	2,60	0,00	0,00
Zand, vast	-18,00	0,27	0,49	6,14	0,00	0,00

5.4.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]	Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, ophoging	1,86	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Slappe klei / veen	-3,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	-9,50	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Potklei	-14,50	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
Zand, vast	-18,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, ophoging	1,86	3846,15	3846,15
Slappe klei / veen	-3,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	-9,50	3846,15	3846,15
Potklei	-14,50	1538,46	1538,46
Zand, vast	-18,00	7692,31	7692,31

5.5 Berekende kracht uit een laag Rechts

Naam	Kracht
Zand, ophoging	0,00
Slappe klei / veen	91,02
Zand, matig vast	291,60
Potklei	0,00
Zand, vast	0,00

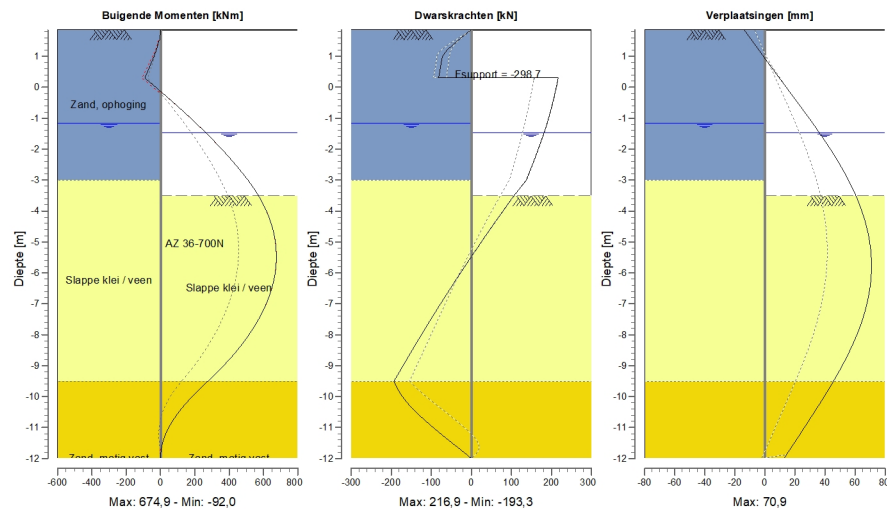
5.6 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 6

5.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: New Stage

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



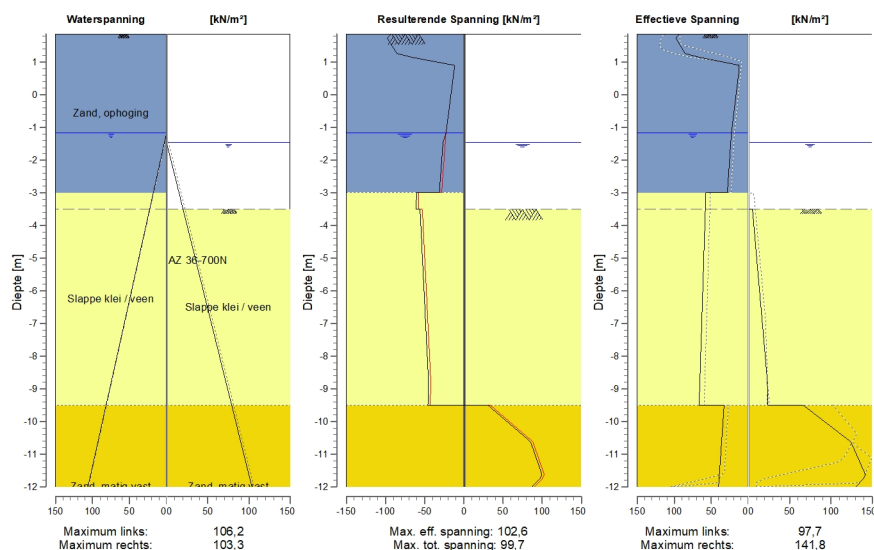
5.6.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	1,86	0,00	-0,03	-13,8
1	1,50	-6,10	-34,26	-8,4
2	1,50	-10,67	-34,47	-8,4
2	0,90	-45,55	-74,10	0,5
3	0,90	-45,61	-73,76	0,5
3	0,30	-92,02	-81,80	9,6
4	0,30	-92,02	216,91	9,6
4	-0,19	12,50	208,95	17,1
5	-0,19	12,50	208,95	17,1
5	-0,68	112,80	199,69	24,6
6	-0,68	112,80	199,69	24,6
6	-1,17	208,25	189,14	32,0
7	-1,17	208,25	189,14	32,0
7	-1,22	217,69	187,98	32,7
8	-1,22	217,69	187,98	32,7
8	-1,47	263,98	181,71	36,3
9	-1,47	263,98	181,71	36,3
9	-1,98	353,24	167,70	43,3
10	-1,98	353,24	167,70	43,3
10	-2,49	435,14	152,90	49,8
11	-2,49	435,14	152,90	49,8
11	-3,00	509,28	137,31	55,6
12	-3,00	509,28	137,31	55,6
12	-3,02	512,02	136,10	55,8
13	-3,02	512,02	136,04	55,8
13	-3,51	571,28	106,43	60,6
14	-3,51	571,28	106,37	60,6
14	-4,17	629,88	69,53	65,7
15	-4,17	629,88	69,53	65,7
15	-4,84	664,22	33,61	69,2
16	-4,84	664,22	33,61	69,2

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
16	-5,51	674,92	-1,41	70,8
17	-5,51	674,92	-1,41	70,8
17	-6,17	662,58	-35,51	70,6
18	-6,17	662,58	-35,51	70,6
18	-6,84	627,80	-68,71	68,7
19	-6,84	627,80	-68,71	68,7
19	-7,50	571,18	-101,01	65,0
20	-7,50	571,18	-101,01	65,0
20	-8,17	493,35	-132,39	59,8
21	-8,17	493,35	-132,39	59,8
21	-8,83	394,89	-162,88	53,3
22	-8,83	394,89	-162,88	53,3
22	-9,50	276,23	-193,25	45,7
23	-9,50	276,23	-193,25	45,7
23	-10,13	163,30	-164,50	37,8
24	-10,13	163,30	-164,49	37,8
24	-10,75	74,26	-117,09	29,6
25	-10,75	74,26	-117,06	29,6
25	-11,38	18,53	-59,84	21,2
26	-11,38	18,53	-59,79	21,2
26	-12,00	-0,01	-0,05	12,8
Max		674,92	216,91	70,8
Max incl. tussenknopen		674,92	216,91	70,9

5.6.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden - Fase 1: New Stage



5.6.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	1,86	92,89	0,00	3	83	0,00	0,00	-	
1	1,50	91,86	0,00	2	64	0,00	0,00	-	
2	1,50	91,86	0,00	2	64	0,00	0,00	-	
2	0,90	12,28	0,00	1		0,00	0,00	-	
3	0,90	12,28	0,00	1		0,00	0,00	-	

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*
3	0,30	14,94	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	0,30	14,94	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,19	17,58	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-0,19	17,58	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-0,68	20,21	0,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,68	20,21	0,00	A		0,00	0,00	-	
6	-1,17	22,84	0,00	A		0,00	0,00	-	
7	-1,17	22,84	0,00	A		0,00	0,00	-	
7	-1,22	22,99	0,49	A		0,00	0,00	-	
8	-1,22	22,99	0,49	A		0,00	0,00	-	
8	-1,47	23,75	2,94	A		0,00	0,00	-	
9	-1,47	23,75	2,94	A		0,00	0,00	-	
9	-1,98	25,30	7,95	A		0,00	5,00	-	
10	-1,98	25,30	7,95	A		0,00	5,00	-	
10	-2,49	26,85	12,95	A		0,00	10,01	-	
11	-2,49	26,85	12,95	A		0,00	10,01	-	
11	-3,00	28,40	17,95	A		0,00	15,01	-	
12	-3,00	57,37	17,95	A		0,00	15,01	-	
12	-3,02	57,40	18,15	A		0,00	15,21	-	
13	-3,02	57,40	18,15	A		0,00	15,21	-	
13	-3,51	58,08	22,94	A		0,00	19,99	-	
14	-3,51	58,08	22,94	A		5,01	19,99	P	
14	-4,17	59,00	29,47	A		7,31	26,52	P	
15	-4,17	59,00	29,47	A		7,31	26,52	P	
15	-4,84	59,93	36,00	A		9,60	33,06	P	
16	-4,84	59,93	36,00	A		9,60	33,06	P	
16	-5,51	60,86	42,53	A		11,89	39,59	P	
17	-5,51	60,86	42,53	A		11,89	39,59	P	
17	-6,17	61,79	49,06	A		14,18	46,12	P	
18	-6,17	61,79	49,06	A		14,18	46,12	P	
18	-6,84	62,72	55,59	A		16,47	52,65	P	
19	-6,84	62,72	55,59	A		16,47	52,65	P	
19	-7,50	63,64	62,12	A		18,77	59,18	P	
20	-7,50	63,64	62,12	A		18,77	59,18	P	
20	-8,17	64,57	68,65	A		21,06	65,71	P	
21	-8,17	64,57	68,65	A		21,06	65,71	P	
21	-8,83	65,50	75,19	A		23,11	72,24	3	99
22	-8,83	65,50	75,19	A		23,11	72,24	3	99
22	-9,50	66,43	81,72	A		23,43	78,77	3	91
23	-9,50	32,65	81,72	A		66,43	78,77	P	
23	-10,13	34,55	87,85	A		98,67	84,91	P	
24	-10,13	34,55	87,85	A		98,67	84,91	P	
24	-10,75	36,45	93,98	A		126,38	91,04	3	97
25	-10,75	36,45	93,98	A		126,38	91,04	3	97
25	-11,38	38,35	100,11	A		137,39	97,17	3	84
26	-11,38	38,35	100,11	A		137,39	97,17	3	84
26	-12,00	40,25	106,24	A		130,16	103,30	2	67

*

Stat Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob Percentage passief gemobiliseerd

5.6.5 Percentage gemobiliseerde weerstand

Horizontale gronddruk	Links [kN]	Rechts [kN]
Effectief	650,0	382,6
Water	575,3	543,9
Totaal	1225,3	926,5

Beschouwd als passieve zijde	Rechts
Maximale passieve effectieve weerstand	419,13 kN
Gemobiliseerde passieve eff. weerstand	382,62 kN
Percentage gemobiliseerde weerstand	91,3 %
Positie enkelvoudige ondersteuning	0,30 m
Maximale passieve moment	4370,06 kNm
Gemobiliseerd passief moment	3938,73 kNm
Percentage gemobiliseerd moment	90,1 %

5.6.6 Verticaal Evenwicht

Ksifactor	1,39
Partiële puntweerstandsfactor	1,20
Maximale puntweerstand	2,00 [MPa]

Verticaal evenwicht niet pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-85,15
Verticale kracht passief	100,24
Normaalkracht op damwand	-17,80
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	-2,71
Opneembare verticale kracht Rb;d	25,90
Verticale draagkracht voldoet (3 <= 26)	

Verticaal evenwicht pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-85,15
Verticale kracht passief	100,24
Normaalkracht op damwand	-17,80
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	-2,71
Opneembare verticale kracht Rb;d	598,32
Verticale draagkracht voldoet (3 <= 598)	

5.6.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

Links			Rechts		
Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]	Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]
1,86	Zand, ophoging	-53,82	-3,51	Slappe klei / veen	0,00
-3,00	Slappe klei / veen	0,00	-9,50	Zand, matig vast	100,24
-9,50	Zand, matig vast	-31,33			

5.6.8 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
4	0,30	-298,69	0,00

6 Stap 6.4 Fase 1: New Stage

6.1 Algemene Invoergegevens

6.1.1 Normaalkrachten

Naam	Kracht op bovenkant damwand [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, linkerkant [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, rechterkant [kN]	Kracht op onderkant damwand [kN]
Prefab schort	17,80	17,80	17,80	17,80

6.1.2 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m']	Translatie [kN/m/m']
Trekanker	0,30	0,00000E+00	3,10940E+04

6.1.3 Momenten

Naam	Niveau [m]	Moment [kNm/m']
Prefab schort	1,50	-4,60

6.2 Invoergegevens Links

6.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: Ka, Ko, Kp

6.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1,17 [m]

6.2.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	1,86

6.2.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek [°]
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, ophoging	1,86	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Slappe klei / veen	-3,00	12,00	12,00	2,00	12,85	0,00
Zand, matig vast	-9,50	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Potklei	-14,50	18,00	18,00	12,00	21,65	7,21
Zand, vast	-18,00	19,00	21,00	0,00	30,79	20,52

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Zand, ophoging	1,86	1,00	1,00	Fijn
Slappe klei / veen	-3,00	1,00	1,00	Fijn
Zand, matig vast	-9,50	1,00	1,00	Fijn
Potklei	-14,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, vast	-18,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Zand, ophoging	1,86	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Slappe klei / veen	-3,00	0,64	0,78	1,57	0,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Potklei	-14,50	0,43	0,63	2,60	0,00	0,00
Zand, vast	-18,00	0,27	0,49	6,14	0,00	0,00

6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]	Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, ophoging	1,86	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Slappe klei / veen	-3,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Zand, matig vast	-9,50	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Potklei	-14,50	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
Zand, vast	-18,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, ophoging	1,86	11250,00	11250,00
Slappe klei / veen	-3,00	1125,00	1125,00
Zand, matig vast	-9,50	11250,00	11250,00
Potklei	-14,50	4500,00	4500,00
Zand, vast	-18,00	22500,00	22500,00

6.2.6 Uniforme Belastingen

Naam	Belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Variabel
Bovenbelasting	22,00	Ongunstig (D-Sheet Pili...	Variabel

6.3 Berekende kracht uit een laag Links

Naam	Kracht
Zand, ophoging	169,23
Slappe klei / veen	402,33
Zand, matig vast	91,76
Potklei	0,00
Zand, vast	0,00

6.4 Invoergegevens Rechts

6.4.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: Ka, Ko, Kp

6.4.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1,47 [m]

6.4.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	-3,51

6.4.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek [°]
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, ophoging	1,86	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Slappe klei / veen	-3,00	12,00	12,00	2,00	12,85	0,00
Zand, matig vast	-9,50	18,00	20,00	0,00	28,47	18,97
Potklei	-14,50	18,00	18,00	12,00	21,65	7,21
Zand, vast	-18,00	19,00	21,00	0,00	30,79	20,52

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Zand, ophoging	1,86	1,00	1,00	Fijn
Slappe klei / veen	-3,00	1,00	1,00	Fijn
Zand, matig vast	-9,50	1,00	1,00	Fijn
Potklei	-14,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, vast	-18,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Zand, ophoging	1,86	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Slappe klei / veen	-3,00	0,64	0,78	1,57	0,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	0,30	0,52	5,06	0,00	0,00
Potklei	-14,50	0,43	0,63	2,60	0,00	0,00
Zand, vast	-18,00	0,27	0,49	6,14	0,00	0,00

6.4.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]	Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, ophoging	1,86	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Slappe klei / veen	-3,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Zand, matig vast	-9,50	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Potklei	-14,50	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
Zand, vast	-18,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, ophoging	1,86	11250,00	11250,00
Slappe klei / veen	-3,00	1125,00	1125,00
Zand, matig vast	-9,50	11250,00	11250,00
Potklei	-14,50	4500,00	4500,00
Zand, vast	-18,00	22500,00	22500,00

6.5 Berekende kracht uit een laag Rechts

Naam	Kracht
Zand, ophoging	0,00
Slappe klei / veen	91,84
Zand, matig vast	287,52
Potklei	0,00
Zand, vast	0,00

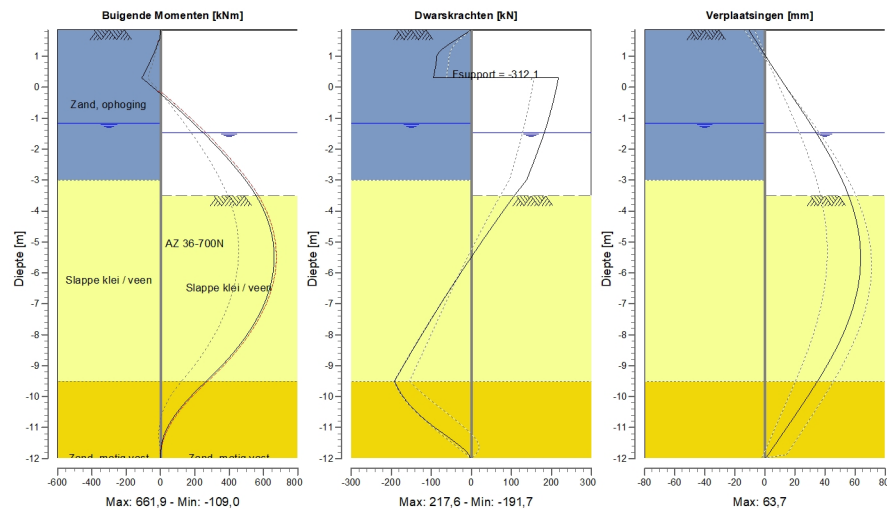
6.6 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 5

6.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: New Stage

Stap 6.4 - Partiële factor set: RC 2



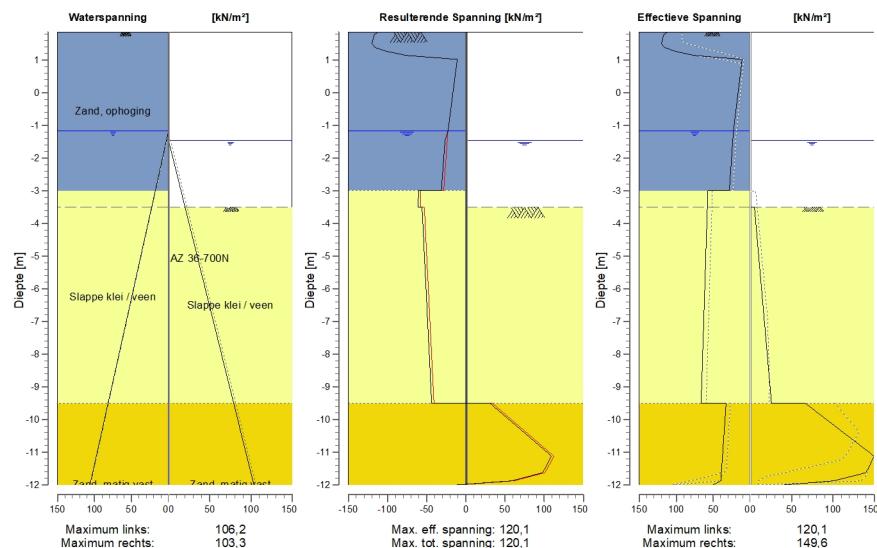
6.6.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	1,86	0,00	-0,04	-10,8
1	1,50	-7,47	-42,35	-6,1
2	1,50	-12,04	-42,83	-6,1
2	0,90	-55,00	-87,09	1,9
3	0,90	-54,95	-86,49	1,9
3	0,30	-109,00	-94,49	10,0
4	0,30	-109,00	217,62	10,0
4	-0,19	-4,15	209,65	16,8
5	-0,19	-4,15	209,65	16,8
5	-0,68	96,49	200,39	23,6
6	-0,68	96,49	200,39	23,6
6	-1,17	192,27	189,85	30,2
7	-1,17	192,27	189,85	30,2
7	-1,22	201,74	188,69	30,9
8	-1,22	201,74	188,69	30,9
8	-1,47	248,20	182,42	34,1
9	-1,47	248,20	182,42	34,1
9	-1,98	337,81	168,41	40,5
10	-1,98	337,81	168,41	40,5
10	-2,49	420,06	153,61	46,3
11	-2,49	420,06	153,61	46,3
11	-3,00	494,55	138,01	51,4
12	-3,00	494,55	138,01	51,4
12	-3,02	497,30	136,81	51,6
13	-3,02	497,30	136,75	51,6
13	-3,51	556,89	107,13	55,8
14	-3,51	556,89	107,07	55,8
14	-4,17	615,95	70,24	60,1
15	-4,17	615,95	70,24	60,1
15	-4,84	650,75	34,32	62,8
16	-4,84	650,75	34,32	62,8

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
16	-5,51	661,91	-0,70	63,7
17	-5,51	661,91	-0,70	63,7
17	-6,17	650,02	-34,81	62,9
18	-6,17	650,02	-34,81	62,9
18	-6,84	615,70	-68,01	60,3
19	-6,84	615,70	-68,01	60,3
19	-7,50	559,54	-100,30	56,0
20	-7,50	559,54	-100,30	56,0
20	-8,17	482,17	-131,68	50,2
21	-8,17	482,17	-131,68	50,2
21	-8,83	384,17	-162,16	43,2
22	-8,83	384,17	-162,16	43,2
22	-9,50	266,17	-191,73	35,1
23	-9,50	266,17	-191,73	35,1
23	-10,13	154,19	-162,97	26,8
24	-10,13	154,19	-162,97	26,8
24	-10,75	66,11	-115,26	18,1
25	-10,75	66,09	-115,19	18,1
25	-11,38	13,58	-50,88	9,3
26	-11,38	13,55	-50,49	9,3
26	-12,00	-0,16	-2,86	0,5
Max		661,91	217,62	63,7
Max incl. tussenknopen		661,91	217,62	63,7

6.6.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden - Fase 1: New Stage



6.6.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m ²]	Water span. [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m ²]	Water span. [kN/m ²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	1,86	111,37	0,00	P		0,00	0,00	-	
1	1,50	120,10	0,00	3	83	0,00	0,00	-	
2	1,50	120,10	0,00	3	83	0,00	0,00	-	
2	0,90	11,72	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,90	11,72	0,00	A		0,00	0,00	-	

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*
3	0,30	14,94	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	0,30	14,94	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,19	17,58	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-0,19	17,58	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-0,68	20,21	0,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,68	20,21	0,00	A		0,00	0,00	-	
6	-1,17	22,84	0,00	A		0,00	0,00	-	
7	-1,17	22,84	0,00	A		0,00	0,00	-	
7	-1,22	22,99	0,49	A		0,00	0,00	-	
8	-1,22	22,99	0,49	A		0,00	0,00	-	
8	-1,47	23,75	2,94	A		0,00	0,00	-	
9	-1,47	23,75	2,94	A		0,00	0,00	-	
9	-1,98	25,30	7,95	A		0,00	5,00	-	
10	-1,98	25,30	7,95	A		0,00	5,00	-	
10	-2,49	26,85	12,95	A		0,00	10,01	-	
11	-2,49	26,85	12,95	A		0,00	10,01	-	
11	-3,00	28,40	17,95	A		0,00	15,01	-	
12	-3,00	57,37	17,95	A		0,00	15,01	-	
12	-3,02	57,40	18,15	A		0,00	15,21	-	
13	-3,02	57,40	18,15	A		0,00	15,21	-	
13	-3,51	58,08	22,94	A		0,00	19,99	-	
14	-3,51	58,08	22,94	A		5,01	19,99	P	
14	-4,17	59,00	29,47	A		7,31	26,52	P	
15	-4,17	59,00	29,47	A		7,31	26,52	P	
15	-4,84	59,93	36,00	A		9,60	33,06	P	
16	-4,84	59,93	36,00	A		9,60	33,06	P	
16	-5,51	60,86	42,53	A		11,89	39,59	P	
17	-5,51	60,86	42,53	A		11,89	39,59	P	
17	-6,17	61,79	49,06	A		14,18	46,12	P	
18	-6,17	61,79	49,06	A		14,18	46,12	P	
18	-6,84	62,72	55,59	A		16,47	52,65	P	
19	-6,84	62,72	55,59	A		16,47	52,65	P	
19	-7,50	63,64	62,12	A		18,77	59,18	P	
20	-7,50	63,64	62,12	A		18,77	59,18	P	
20	-8,17	64,57	68,65	A		21,06	65,71	P	
21	-8,17	64,57	68,65	A		21,06	65,71	P	
21	-8,83	65,50	75,19	A		23,35	72,24	P	
22	-8,83	65,50	75,19	A		23,35	72,24	P	
22	-9,50	66,43	81,72	A		25,64	78,77	P	
23	-9,50	32,65	81,72	A		66,43	78,77	P	
23	-10,13	34,55	87,85	A		98,67	84,91	P	
24	-10,13	34,55	87,85	A		98,67	84,91	P	
24	-10,75	36,45	93,98	A		130,91	91,04	P	
25	-10,75	36,45	93,98	A		130,91	91,04	P	
25	-11,38	38,35	100,11	A		145,08	97,17	3	89
26	-11,38	38,35	100,11	A		145,08	97,17	3	89
26	-12,00	50,24	106,24	1		40,57	103,30	1	21

*

Stat Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob Percentage passief gemobiliseerd

6.6.5 Percentage gemobiliseerde weerstand

Horizontale gronddruk	Links [kN]	Rechts [kN]
Effectief	663,3	379,4
Water	575,3	543,9
Totaal	1238,6	923,2

Beschouwd als passieve zijde	Rechts
Maximale passieve effectieve weerstand	419,13 kN
Gemobiliseerde passieve eff. weerstand	379,36 kN
Percentage gemobiliseerde weerstand	90,5 %
Positie enkelvoudige ondersteuning	0,30 m
Maximale passieve moment	4370,06 kNm
Gemobiliseerd passief moment	3890,63 kNm
Percentage gemobiliseerd moment	89,0 %

6.6.6 Verticaal Evenwicht

Ksifactor	1,39
Partiële puntweerstandsfactor	1,20
Maximale puntweerstand	2,00 [MPa]

Verticaal evenwicht niet pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-89,72
Verticale kracht passief	98,84
Normaalkracht op damwand	-17,80
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	-8,68
Opneembare verticale kracht Rb;d	25,90
Verticale draagkracht voldoet (9 <= 26)	

Verticaal evenwicht pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-89,72
Verticale kracht passief	98,84
Normaalkracht op damwand	-17,80
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	-8,68
Opneembare verticale kracht Rb;d	598,32
Verticale draagkracht voldoet (9 <= 598)	

6.6.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

Links			Rechts		
Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]	Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]
1,86	Zand, ophoging	-58,18	-3,51	Slappe klei / veen	0,00
-3,00	Slappe klei / veen	0,00	-9,50	Zand, matig vast	98,84
-9,50	Zand, matig vast	-31,54			

6.6.8 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
4	0,30	-312,11	0,00

7 Stap 6.5 Fase 1: New Stage

7.1 Algemene Invoergegevens

7.1.1 Normaalkrachten

Naam	Kracht op bovenkant damwand [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, linkerkant [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, rechterkant [kN]	Kracht op onderkant damwand [kN]
Prefab schort	17,80	17,80	17,80	17,80

7.1.2 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m']	Translatie [kN/m/m']
Trekanker	0,30	0,00000E+00	3,10940E+04

7.1.3 Momenten

Naam	Niveau [m]	Moment [kNm/m']
Prefab schort	1,50	-4,60

7.2 Invoergegevens Links

7.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: Ka, Ko, Kp

7.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1,22 [m]

7.2.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	1,86

7.2.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile

Laag naam	Niveau [m]	Volumegegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek [°]
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, ophoging	1,86	18,00	20,00	0,00	32,50	21,66
Slappe klei / veen	-3,00	12,00	12,00	2,50	15,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	18,00	20,00	0,00	32,50	21,66
Potklei	-14,50	18,00	18,00	15,00	25,00	8,33
Zand, vast	-18,00	19,00	21,00	0,00	35,00	23,33

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Zand, ophoging	1,86	1,00	1,00	Fijn
Slappe klei / veen	-3,00	1,00	1,00	Fijn
Zand, matig vast	-9,50	1,00	1,00	Fijn
Potklei	-14,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, vast	-18,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Zand, ophoging	1,86	0,25	0,46	7,15	0,00	0,00
Slappe klei / veen	-3,00	0,59	0,74	1,70	0,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	0,25	0,46	7,15	0,00	0,00
Potklei	-14,50	0,37	0,58	3,09	0,00	0,00
Zand, vast	-18,00	0,22	0,43	9,14	0,00	0,00

7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]	Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, ophoging	1,86	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Slappe klei / veen	-3,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	-9,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Potklei	-14,50	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
Zand, vast	-18,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, ophoging	1,86	5000,00	5000,00
Slappe klei / veen	-3,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	-9,50	5000,00	5000,00
Potklei	-14,50	2000,00	2000,00
Zand, vast	-18,00	10000,00	10000,00

7.2.6 Uniforme Belastingen

Naam	Belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Variabel
Bovenbelasting	20,00	Ongunstig (D-Sheet Pili...	Variabel

7.3 Berekende kracht uit een laag Links

Naam	Kracht
Zand, ophoging	123,68
Slappe klei / veen	360,44
Zand, matig vast	89,66
Potklei	0,00
Zand, vast	0,00

7.4 Invoergegevens Rechts

7.4.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: Ka, Ko, Kp

7.4.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1,22 [m]

7.4.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	-3,02

7.4.4 Eigenschappen van de grondmaterialen in Profiel: New Profile

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek [°]
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, ophoging	1,86	18,00	20,00	0,00	32,50	21,66
Slappe klei / veen	-3,00	12,00	12,00	2,50	15,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	18,00	20,00	0,00	32,50	21,66
Potklei	-14,50	18,00	18,00	15,00	25,00	8,33
Zand, vast	-18,00	19,00	21,00	0,00	35,00	23,33

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Zand, ophoging	1,86	1,00	1,00	Fijn
Slappe klei / veen	-3,00	1,00	1,00	Fijn
Zand, matig vast	-9,50	1,00	1,00	Fijn
Potklei	-14,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, vast	-18,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Zand, ophoging	1,86	0,25	0,46	7,15	0,00	0,00
Slappe klei / veen	-3,00	0,59	0,74	1,70	0,00	0,00
Zand, matig vast	-9,50	0,25	0,46	7,15	0,00	0,00
Potklei	-14,50	0,37	0,58	3,09	0,00	0,00
Zand, vast	-18,00	0,22	0,43	9,14	0,00	0,00

7.4.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]	Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, ophoging	1,86	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Slappe klei / veen	-3,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	-9,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Potklei	-14,50	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
Zand, vast	-18,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, ophoging	1,86	5000,00	5000,00
Slappe klei / veen	-3,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	-9,50	5000,00	5000,00
Potklei	-14,50	2000,00	2000,00
Zand, vast	-18,00	10000,00	10000,00

7.5 Berekende kracht uit een laag Rechts

Naam	Kracht
Zand, ophoging	0,00
Slappe klei / veen	111,19
Zand, matig vast	243,46
Potklei	0,00
Zand, vast	0,00

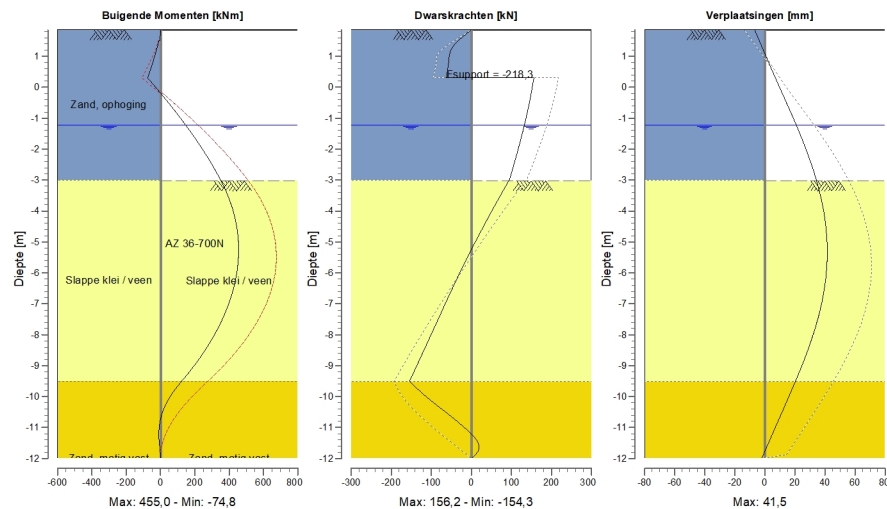
7.6 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 5

7.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: New Stage

Stap 6.5 - Partiële factor set: RC 2



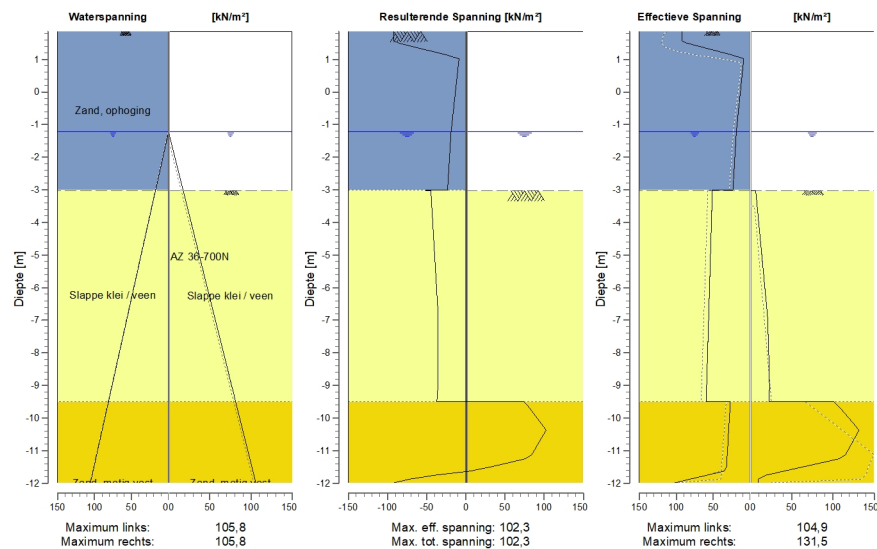
7.6.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	1,86	0,00	0,00	-6,8
1	1,50	-5,90	-32,91	-3,7
2	1,50	-10,52	-32,92	-3,7
2	0,90	-39,68	-56,04	1,6
3	0,90	-39,64	-55,71	1,6
3	0,30	-74,82	-62,13	7,0
4	0,30	-74,82	156,21	7,0
4	-0,21	2,77	149,52	11,7
5	-0,21	2,77	149,52	11,7
5	-0,71	76,67	141,68	16,3
6	-0,71	76,67	141,68	16,3
6	-1,22	146,30	132,68	20,8
7	-1,22	146,30	132,68	20,8
7	-1,81	221,69	121,01	25,8
8	-1,81	221,69	121,01	25,8
8	-2,41	289,89	108,44	30,4
9	-2,41	289,89	108,44	30,4
9	-3,00	350,35	94,97	34,3
10	-3,00	350,35	94,97	34,3
10	-3,02	352,24	93,95	34,4
11	-3,02	352,24	93,95	34,4
11	-3,67	403,89	65,45	37,8
12	-3,67	403,89	65,45	37,8
12	-4,32	437,38	37,96	40,1
13	-4,32	437,38	37,96	40,1
13	-4,96	453,37	11,50	41,3
14	-4,96	453,37	11,50	41,3
14	-5,61	452,53	-13,94	41,4
15	-5,61	452,53	-13,94	41,4
15	-6,26	435,51	-38,36	40,3
16	-6,26	435,51	-38,36	40,3

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
16	-6,91	402,98	-61,77	38,1
17	-6,91	402,98	-61,76	38,1
17	-7,56	355,46	-84,71	34,9
18	-7,56	355,46	-84,71	34,9
18	-8,20	293,06	-107,67	30,7
19	-8,20	293,06	-107,67	30,7
19	-8,85	215,73	-130,76	25,8
20	-8,85	215,73	-130,76	25,8
20	-9,50	123,34	-154,27	20,4
21	-9,50	123,33	-154,23	20,4
21	-10,13	42,78	-101,13	14,8
22	-10,13	42,77	-101,06	14,8
22	-10,75	-1,22	-39,75	9,2
23	-10,75	-1,23	-39,65	9,2
23	-11,38	-9,05	11,64	3,5
24	-11,38	-9,04	12,18	3,5
24	-12,00	0,02	0,27	-2,2
Max		453,37	156,21	41,4
Max incl. tussenknopen		455,02	156,21	41,5

7.6.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden - Fase 1: New Stage



7.6.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	1,86	91,86	0,00	2	64	0,00	0,00	-	
1	1,50	85,77	0,00	1	45	0,00	0,00	-	
2	1,50	85,77	0,00	1	45	0,00	0,00	-	
2	0,90	9,34	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,90	9,34	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,30	12,05	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	0,30	12,05	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,21	14,34	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-0,21	14,34	0,00	A		0,00	0,00	-	

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*
5	-0,71	16,62	0,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,71	16,62	0,00	A		0,00	0,00	-	
6	-1,22	18,91	0,00	A		0,00	0,00	-	
7	-1,22	18,91	0,00	A		0,00	0,00	-	
7	-1,81	20,42	5,82	A		0,00	5,82	-	
8	-1,81	20,42	5,82	A		0,00	5,82	-	
8	-2,41	21,94	11,64	A		0,00	11,64	-	
9	-2,41	21,94	11,64	A		0,00	11,64	-	
9	-3,00	23,46	17,46	A		0,00	17,46	-	
10	-3,00	51,26	17,46	A		0,00	17,46	-	
10	-3,02	51,29	17,66	A		0,00	17,66	-	
11	-3,02	51,29	17,66	A		6,52	17,66	P	
11	-3,67	52,12	24,01	A		8,93	24,01	P	
12	-3,67	52,12	24,01	A		8,93	24,01	P	
12	-4,32	52,96	30,37	A		11,34	30,37	P	
13	-4,32	52,96	30,37	A		11,34	30,37	P	
13	-4,96	53,79	36,73	A		13,75	36,73	P	
14	-4,96	53,79	36,73	A		13,75	36,73	P	
14	-5,61	54,63	43,09	A		16,16	43,09	P	
15	-5,61	54,63	43,09	A		16,16	43,09	P	
15	-6,26	55,46	49,44	A		18,57	49,44	P	
16	-6,26	55,46	49,44	A		18,57	49,44	P	
16	-6,91	56,30	55,80	A		20,84	55,80	3	99
17	-6,91	56,30	55,80	A		20,84	55,80	3	99
17	-7,56	57,14	62,16	A		21,74	62,16	3	93
18	-7,56	57,14	62,16	A		21,74	62,16	3	93
18	-8,20	57,97	68,51	A		22,46	68,51	3	87
19	-8,20	57,97	68,51	A		22,46	68,51	3	87
19	-8,85	58,81	74,87	A		23,04	74,87	3	82
20	-8,85	58,81	74,87	A		23,04	74,87	3	82
20	-9,50	59,64	81,23	A		22,50	81,23	2	73
21	-9,50	27,02	81,23	A		101,46	81,23	P	
21	-10,13	28,62	87,36	A		123,50	87,36	3	84
22	-10,13	28,62	87,36	A		123,50	87,36	3	84
22	-10,75	30,22	93,49	A		123,37	93,49	2	64
23	-10,75	30,22	93,49	A		123,37	93,49	2	64
23	-11,38	31,81	99,62	A		85,23	99,62	1	36
24	-11,38	31,81	99,62	A		85,23	99,62	1	36
24	-12,00	104,88	105,75	1	11	9,94	105,75	A	

*

Stat Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob Percentage passief gemobiliseerd

7.6.5 Percentage gemobiliseerde weerstand

Horizontale gronddruk	Links [kN]	Rechts [kN]
Effectief	573,8	354,6
Water	570,0	570,0
Totaal	1143,8	924,6

Beschouwd als passieve zijde	Rechts
Maximale passieve effectieve weerstand	601,65 kN
Gemobiliseerde passieve eff. weerstand	354,65 kN
Percentage gemobiliseerde weerstand	59,0 %
Positie enkelvoudige ondersteuning	0,30 m
Maximale passieve moment	6286,97 kNm
Gemobiliseerd passief moment	3431,36 kNm
Percentage gemobiliseerd moment	54,6 %

7.6.6 Verticaal Evenwicht

Ksifactor	1,39
Partiële puntweerstandsfactor	1,20
Maximale puntweerstand	2,00 [MPa]

Verticaal evenwicht niet pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-84,72
Verticale kracht passief	96,69
Normaalkracht op damwand	-17,80
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	-5,83
Opneembare verticale kracht R _{b;d}	25,90
Verticale draagkracht voldoet (6 ≤ 26)	

Verticaal evenwicht pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-84,72
Verticale kracht passief	96,69
Normaalkracht op damwand	-17,80
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	-5,83
Opneembare verticale kracht R _{b;d}	598,32
Verticale draagkracht voldoet (6 ≤ 598)	

7.6.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

Links			Rechts		
Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]	Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]
1,86	Zand, ophoging	-49,12	-3,02	Slappe klei / veen	0,00
-3,00	Slappe klei / veen	0,00	-9,50	Zand, matig vast	96,69
-9,50	Zand, matig vast	-35,61			

7.6.8 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
4	0,30	-218,34	0,00

Einde Rapport