

VO/DO EQUIDUCT HIPPISCHE EVENEMENTENZONE DE PEELBERGEN**DO-BEREKENING LANDHOOFDEN**

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas

Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen

Opgesteld : ir. K. van Cann 

Gecontroleerd : ing. L.M. Hendriks MSEng 

Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng 

Referentie : W18067_RAP001

Versie : 1.0

Status : Definitief

Datum : 29 januari 2019



DOCUMENTHISTORIE

Versie	Datum	Status	Omschrijving wijziging
0.1	24-01-2019	Ter controle intern	n.v.t.
1.0	29-01-2019	Definitief	Opmerkingen interne controle verwerkt.

INHOUDSOPGAVE

1.	ALGEMEEN	1.1
1.1.	INLEIDING	1.1
1.2.	DOEL VAN BEREKENING.....	1.2
1.3.	WIJZE VAN BEREKENING.....	1.2
2.	BESCHRIJVING CONSTRUCTIE	2.1
2.1.	ALGEMEEN	2.1
2.2.	BRUGDEK	2.2
2.3.	OPLEGSHEMA EN ASSENSTELSEL	2.3
2.4.	LANDHOOFDEN	2.4
2.5.	ONTWERPUITGANGSPUNTEN.....	2.5
3.	UITGANGSPUNTEN BEREKENING.....	3.1
3.1.	NORMEN EN RICHTLIJNEN	3.1
3.2.	PROJECTGEBONDEN INFORMATIE.....	3.2
3.3.	GEBRUIKTE SOFTWARE	3.3
3.4.	MATERIAALSPECIFICATIES.....	3.3
3.4.1.	Algemeen.....	3.3
3.4.2.	Beton landhoofden	3.3
3.4.3.	Staal brugdek.....	3.5
3.4.4.	Geotechnische gegevens	3.6
3.5.	BOUWFASERING.....	3.6
4.	BELASTINGEN	4.1
4.1.	PERMANENTE BELASTINGEN	4.1
4.1.1.	Eigen gewicht	4.1
4.1.2.	Rustende belasting	4.2
4.1.3.	Gronddrukken	4.4
4.1.4.	Zettingsverschillen	4.5
4.1.5.	Tijdsafhankelijke materiaaleffecten	4.6
4.2.	VERANDERLIJKE BELASTINGEN.....	4.8
4.2.1.	Verkeersbelasting op brugdek – verticaal	4.8
4.2.2.	Verkeersbelasting op brugdek – horizontaal	4.10
4.2.3.	Verkeersbelasting op landhoofden – verticaal	4.11
4.2.4.	Verkeersbelasting op landhoofden – horizontaal	4.11
4.2.5.	Leuningbelasting.....	4.12
4.2.6.	Temperatuurbelasting.....	4.13
4.2.7.	Windbelasting	4.15
4.2.8.	Sneeuwbelasting	4.16
4.3.	BIJZONDERE BELASTINGEN.....	4.17
4.3.1.	Aanrijdingskrachten op landhoofden	4.17
4.3.2.	Aanrijdingskrachten op brugdek	4.18

5.	BELASTINGCOMBINATIES	5.1
5.1.	UITERSTE GRENSTOESTAND	5.1
5.1.1.	Belastingcombinaties.....	5.1
5.1.2.	Belastingfactoren	5.2
5.1.3.	Momentaanfactoren.....	5.3
5.1.4.	Groepen van belastingen	5.4
5.2.	BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND	5.5
5.2.1.	Belastingcombinaties.....	5.5
5.2.2.	Belastingfactoren	5.5
5.2.3.	Momentaanfactoren.....	5.5
5.2.4.	Groepen van belastingen	5.5
6.	BEREKENING KRACHTSWERKING	6.1
6.1.	SCHEMATISATIE REKENMODEL.....	6.1
6.2.	STIJFHEIDSPARAMETERS ELEMENTEN	6.3
6.3.	GRONDBEDDINGEN.....	6.3
6.4.	RESULTATEN	6.4
7.	TOETSINGEN.....	7.1
7.1.	BELASTINGOPGAVE FUNDERING.....	7.1
7.2.	VERVORMINGEN LANDHOOFD.....	7.2
7.3.	FUNDERINGSPLAAT	7.3
7.3.1.	Werkwijze	7.3
7.3.2.	Langswapening – bovenzijde	7.4
7.3.3.	Langswapening – onderzijde.....	7.5
7.3.4.	Dwarswapening – bovenzijde.....	7.6
7.3.5.	Dwarswapening – onderzijde	7.7
7.3.6.	Dwarskracht.....	7.8
7.4.	FRONTWAND.....	7.9
7.4.1.	Werkwijze	7.9
7.4.2.	Horizontale wapening – buitenzijde.....	7.10
7.4.3.	Horizontale wapening – binnenzijde.....	7.11
7.4.4.	Verticale wapening – buitenzijde	7.12
7.4.5.	Verticale wapening – binnenzijde	7.13
7.4.6.	Dwarskracht.....	7.14
7.5.	VLEUGELWANDEN	7.15
7.5.1.	Werkwijze	7.15
7.5.2.	Horizontale wapening – buitenzijde.....	7.16
7.5.3.	Horizontale wapening – binnenzijde.....	7.17
7.5.4.	Verticale wapening – buitenzijde	7.18
7.5.5.	Verticale wapening – binnenzijde	7.19
7.5.6.	Dwarskracht.....	7.20
7.6.	KRIMPWAPENING WANDEN.....	7.21
8.	OVERDRACHT UITVOERINGSFASE.....	8.1



BIJLAGEN

BIJLAGE A	BELASTINGCOMBINATIES
BIJLAGE B	INVOER REKENMODEL SCIA ENGINEER
BIJLAGE C	RESULTATEN REKENMODEL SCIA EINGINEER
BIJLAGE D	TOETSINGEN
BIJLAGE E	FUNDERINGSADVIES

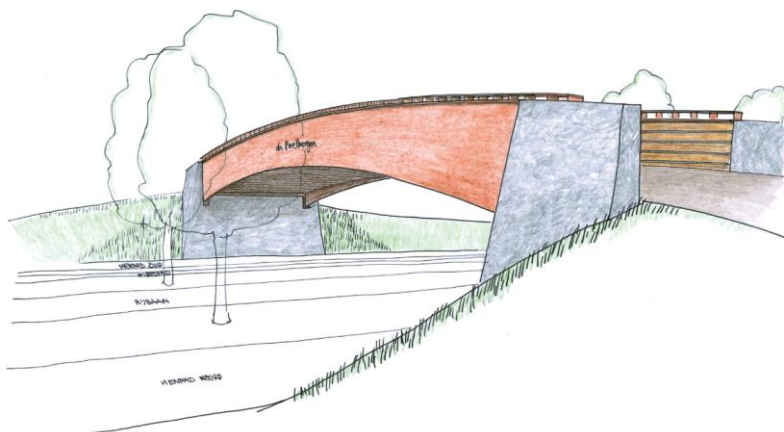
1. ALGEMEEN

1.1. INLEIDING

Het project betreft het aanleggen van een brug voor paarden en mensen over de Peelstraat in Kronenberg. Deze brug wordt het Equiduct Grandorse genoemd en verbindt de evenemententerreinen van het Hippisch Centrum de Peelbergen ten noorden en ten zuiden van de Peelstraat. Middels het equiduct wordt een veilige ongelijkvloerse verbinding tussen deze evenemententerreinen gerealiseerd. Het equiduct zal gebruikt worden bij de dagelijkse exploitatie van de terreinen en bij evenementen.

De opdrachtgever en toekomstig eigenaar is de gemeente Horst aan de Maas. De toekomstig gebruiker is de Stichting Grandorse.

Onderstaande figuur bevat een impressie van het te bouwen equiduct. Het equiduct bestaat uit een stalen brugdek van weervast staal en betonnen landhoofden bekleed met schanskorven met steenvulling.



Figuur 1: Impressie Equiduct Grandorse (vanaf toerit noordoost).

Voor de architectonische en constructieve keuzen die aan het ontwerp ten grondslag liggen wordt verwezen naar de documenten van het Voorlopig Ontwerp.

1.2. DOEL VAN BEREKENING

Met deze DO-berekening wordt aangetoond dat alle onderdelen van de constructie onder alle voorgeschreven omstandigheden weerstand kunnen bieden aan de betreffende belastingcombinaties.

In de algemene hoofdstukken van deze berekening worden zowel het brugdek als de landhoofden beschouwd (t/m hoofdstuk 4). Bij de berekening van de krachtswerking, de toetsingen etc. worden alleen de betonnen landhoofden beschouwd (vanaf hoofdstuk 5).

Op basis van deze DO-berekening en bijbehorende DO-tekening(en), kunnen de detailberekeningen en vervolgens de detailtekeningen worden vervaardigd.

Voor een beschrijving van de uit te werken onderdelen in de UO-fase wordt verwezen naar hoofdstuk 8.

1.3. WIJZE VAN BEREKENING

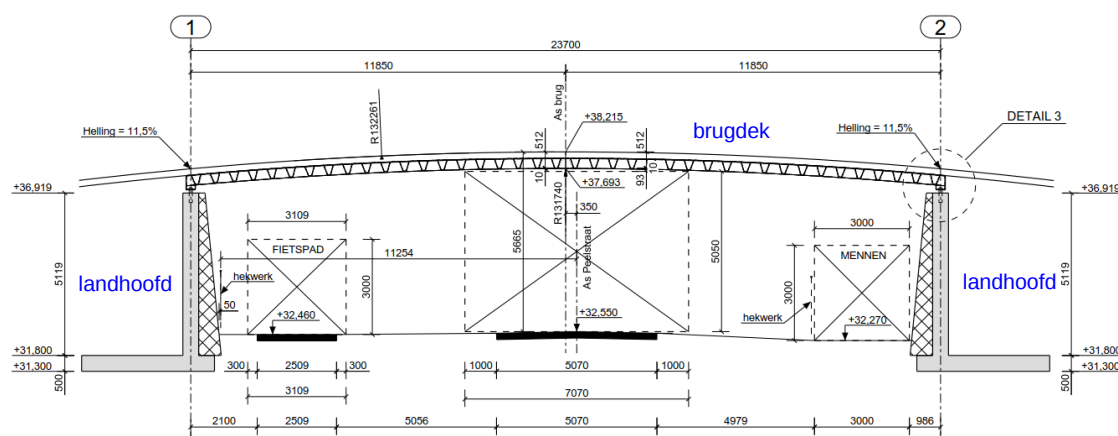
De wijze van berekening is globaal als volgt:

- a. De constructie wordt beschreven.
- b. De uitgangspunten voor de berekening, zoals de materiaalspecificaties, worden opgesteld.
- c. De belastingen en belastingcombinaties die op de constructie werken worden uitgewerkt.
- e. Voor de berekening van de vervormingen en krachtsverdeling in de landhoofden wordt een 3D rekenmodel in SCIA Engineer opgesteld. Dit rekenmodel is opgebouwd uit 2D-plaatelementen.
- f. Aan de hand van de berekende krachtsverdeling worden op de maatgevende posities doorsnedetoetsingen uitgevoerd.
- g. Voor de berekening van de beddingsconstante onder de funderingsplaat en de toetsing van het draagvermogen van de fundering op staal wordt verwezen naar het funderingsadvies.

2. BESCHRIJVING CONSTRUCTIE

2.1. ALGEMEEN

Onderstaande figuur bevat een langsdoorsnede over het equiduct. Het equiduct bestaat globaal uit een brugdek, twee landhoofden en aanpendelende grondtaluds. Het brugdek overspant de Peelstraat, een fietspad en een menpad. De totale vrije breedte tussen de landhoofden is circa 21.8 m, gemeten tussen de schanskorven op het niveau 32.270 m + NAP. De overspanning van het brugdek is 23.7 m, gemeten tussen het hart van de opleggingen. De totale lengte van het brugdek is 24.0 m.



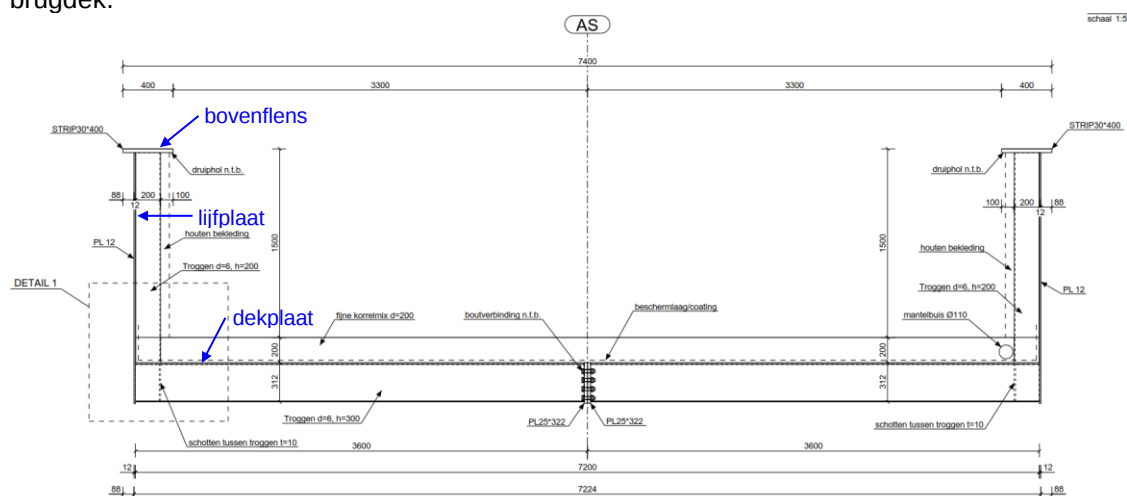
Figuur 2: Langsdoorsnede equiduct (DO-tekening TEK-001 versie 0.2).

Over het equiduct gaat een menpad en een looppad. De vrije breedte op het brugdek is 6.6 m, gemeten tussen de borstweringen. De totale breedte van het brugdek is 7.4 m.

De grondtaluds worden in dit document verder niet uitgewerkt. Het brugdek en de landhoofden worden in de volgende paragrafen toegelicht.

2.2. BRUGDEK

Onderstaande figuur bevat een dwarsdoorsnede over het stalen brugdek. Het betreft een statisch bepaald opgelegd brugdek. De overspanning wordt gerealiseerd met een trogconstructie. Dat betekent dat de borstweringen de hoofdliggers vormen. Deze hoofdliggers bestaan uit een lijfplaat en een bovenflens. De onderflens wordt verkregen door het lijf schuifvast te verbinden met de dekplaat. Zowel de lijfplaten als de dekplaat worden verstijfd met troggen. Hierdoor ontstaan orthotrope platen met een hoge buigstijfheid dwars op de overspanningsrichting en een lage stijfheid evenwijdig aan de overspanningsrichting van het brugdek.



Figuur 3: Dwarsdoorsnede brugdek (DO-tekening TEK-001 versie 0.2).

De staalconstructie van het brugdek wordt uitgevoerd in weervaststaal (Cor-ten o.g.) met sterkteklasse S355.

De volgende dimensies gelden:

- Lijfplaten: $t = 12 \text{ mm}$;
- Troggen lijfplaten: $t = 6 \text{ mm}$, h.o.h.-afstand 600 mm en $h = 200 \text{ mm}$;
- Bovenflenzen: $t = 30 \text{ mm}$ en $b = 400 \text{ mm}$;
- Dekplaat: $t = 12 \text{ mm}$;
- Troggen dekplaat: $t = 6 \text{ mm}$, h.o.h.-afstand 600 mm en $h = 300 \text{ mm}$;

Op de dekplaat wordt een laag fijn granulaat toegepast met een dikte van 200 mm. De binnenzijde van de hoofdliggers / borstweringen wordt met hout bekleed. De ruimtereservering hiervoor is 100 mm. Deze bekleding wordt zodanig uitgevoerd dat er een goede ventilatie mogelijk is van de achterliggende lijfplaat met troggen. In de laag fijn granulaat wordt een mantelbuis Ø 110 mm voor de kabels en leidingen opgenomen.

De plaatdelen en troggen worden in de fabriek aan elkaar gelast. Om het brugdek van de fabriek naar de bouwlocatie te kunnen vervoeren wordt in het midden van de dekplaat een boutverbinding toegepast. Zodoende hoeft er op het werk niet te worden gelast.

Afwatering geschiedt door de laag fijn granulaat; omdat de brug een topboog heeft blijft er nergens water staan.

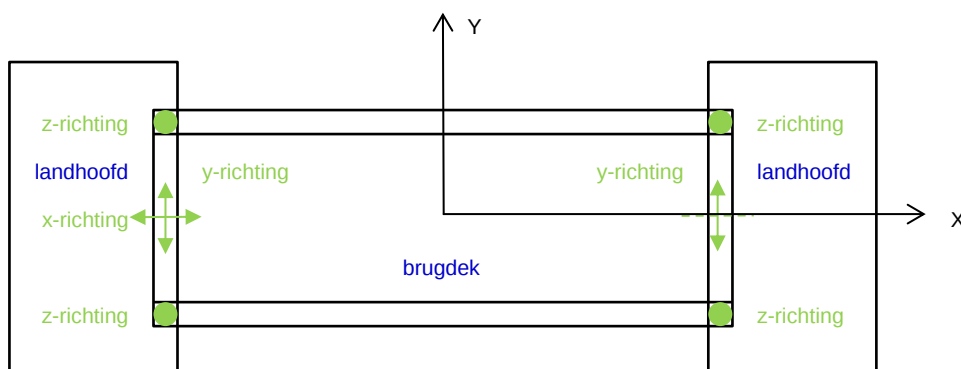
2.3. OPLEGSCHEMA EN ASSENSTELSEL

Het brugdek wordt statisch bepaald opgelegd op de landhoofden. Onderstaande figuur bevat het oplegschema van het brugdek op de landhoofden inclusief het gehanteerde assenstelsel.

De volgende opleggingen zijn voorzien:

- 4 verticale opleggingen onder de hoofdliggers (oplegging in z-richting);
- 2 dwarsblokkeringen in het midden van beide frontwanden (oplegging in y-richting);
- 1 langsblokkering in het midden van één frontwand (oplegging in x-richting);

De opleggingen in z-richting hebben een h.o.h.-afstand van circa 7.2 m en zijn in het hart van de frontwand gepositioneerd. De langs- en dwarsblokkering zijn ongeveer in het midden van de frontwand gepositioneerd.



Figuur 4: Oplegschema brugdek + assenstelsel.

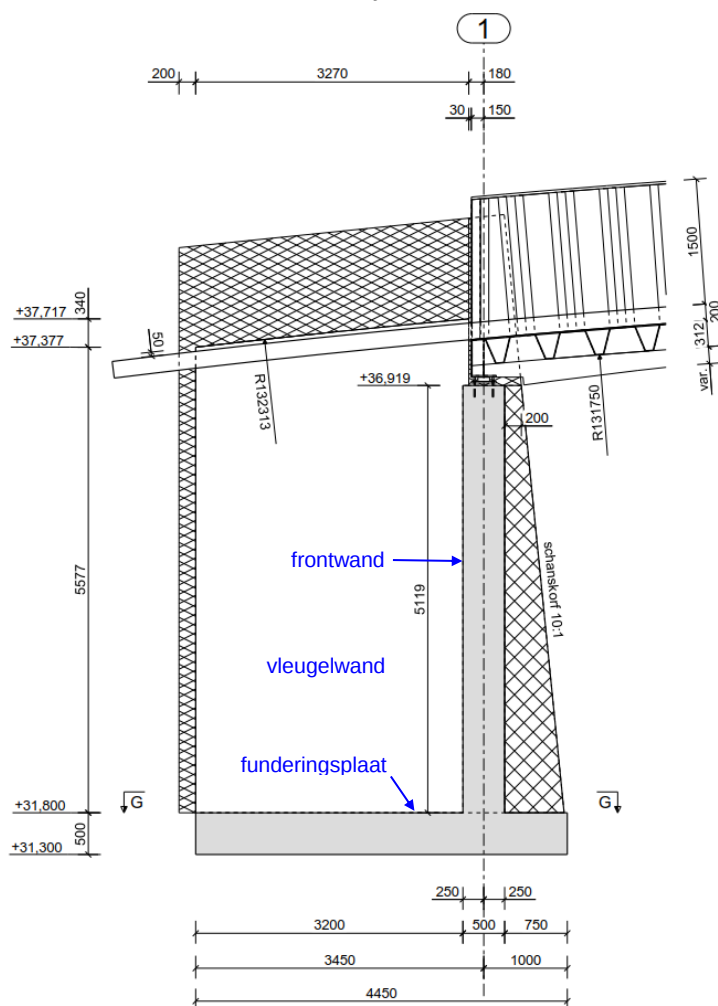
In deze berekening wordt het landhoofd met de langsblokkering beschouwd omdat dit de maatgevende situatie is. Het is nog onbekend bij welk landhoofd de langsblokkering wordt toegepast.

In de rest van dit document wordt de volgende benaming gehanteerd:

- Langsrichting = x-richting = evenwijdig aan overspanningsrichting equiduct;
- Dwarsrichting = y-richting = dwars op overspanningsrichting equiduct;

2.4. LANDHOOFDEN

Onderstaande figuur bevat een doorsnede over een betonnen landhoofd. De landhoofden bestaan uit een funderingsplaat, een frontwand en twee vleugelwanden per landhoofd. De landhoofden worden gefundeerd op staal met eventueel een lokale grondverbetering. De landhoofden worden aan drie zijden bekleed met schanskorven met steenvulling.



Figuur 5: Doorsnede landhoofd (DO-tekening TEK-001 versie 1.0).

De betonconstructie van de landhoofden wordt uitgevoerd in in-het-werk-te-storten beton met sterkteklasse C30/37. De plaat en de wanden worden monoliet aan elkaar gestort.

De volgende dimensies gelden:

- Funderingsplaat: dikte 500 mm; breedte 8600 mm; lengte 4450 mm;
- Frontwand: dikte 500 mm; breedte 7600 mm; hoogte 5120 mm;
- Vleugelwanden: dikte 500 mm; breedte 3700 mm; hoogte 5930 mm;

De funderingsplaat steekt ten opzichte van de frontwand 750 mm uit en steekt ten opzichte van de vleugelwanden 500 mm uit.

2.5. ONTWERPUITGANGSPUNTEN

In het Plan van Aanpak (zie [I]) zijn de ontwerpeisen aan het equiduct gespecificeerd. Hieronder worden de voor de constructie relevante eisen behandeld (lijst niet volledig). Aan deze eisen wordt voldaan. Eventueel wordt er een toelichting bij de eis gegeven.

- a. Levensduur: het ontwerp dient te voldoen aan een ontwerplevensduur groot 50 jaar.
- b. De constructie dient geschikt te zijn voor de optredende belastingen zoals:
 - i. Permanente belasting;
 - ii. Verkeersbelasting bijzondere voertuigen;
 - iii. Rem- en versnellingskrachten;
 - iv. Belasting op leuning en doorvalbeveiligingen;
 - v. Zettingen;
 - vi. Sneeuwbelasting;
 - vii. Windbelasting;
- c. Hergebruik: de constructie van de brug dient op een dusdanige manier te zijn opgebouwd waardoor de brug bij einde gebruik gedemonteerd kan worden zonder dat hierbij afvalstromen vrijkomen die belastend werken op het milieu. *Toelichting: het brugdek kan door de boutverbindingen worden gedemonteerd en vervoerd naar een locatie om verder gedemonteerd en hergebruikt te worden. Door het ontbreken van een conserveringslaag komen er geen voor het milieu belastende verf- of zinkafvalproducten vrij.*
- d. De vrije doorrijhoogte onder de brug dient minimaal 5 meter te bedragen gemeten vanaf bovenkant bestaande wegdek van de Peelstraat.
- e. De vrije doorrijhoogte onder de brug ter plaatse van het fietspad en ter plaatse van het menpad dient minimaal 3 meter te bedragen.
- f. De minimale netto breedte van de brug dient minimaal 6,30 meter te bedragen. Dit betreft een strook voor de paardensport breed 4,50 meter en een strook voor het voetgangersverkeer breed 2 x 0,90 cm.
- g. Bij het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de benodigde veiligheidsmarges tussen het paardenverkeer en het voetgangersverkeer. *Toelichting: een veiligheidsmarge van 300 mm is toegepast.*
- h. Bij het ontwerp dient rekening te worden gehouden met het feit dat bij grote drukte (evenement) voetgangersstromen middels flexibele gescheiden banen over de brug geleid kunnen worden. *Toelichting: er wordt rekening gehouden met een vrije indeelbaarheid (toekomstvastheid).*
- i. De brug gaat het wegdek van de Peelstraat met aan een zijde een vrij liggend fietspad en aan de andere zijde een vrijliggend menpad overspannen. Vrije ruimtes onder de brug zijn de buitenkant van het wegprofiel Peelstraat met aan weerszijden een meter extra vrije ruimte, voor het bestaande fietspad langs de Peelstraat aan weerszijde 30 centimeter vrije ruimte en een pad voor de menners met een breedte van 4,5 meter. *Toelichting: in overleg met de opdrachtgever is de breedte van het menpad 3,0 meter geworden zodat de totale lengte van de brug niet groter is dan 24,0 meter.*
- j. Percentage helling: maximaal 12% bedragen.
- k. In de zone voor de paardensport wordt het dek voorzien van een pakket bestaande uit 20 cm fijne korrelmix;
- l. De afwatering van de brug geschiedt door deze op afschot te leggen.



- m. In de brug dienen voldoende loze leidingstroken te zijn afgenomen om naderhand eenvoudig kabels- en leidingen toe te kunnen voegen. *Toelichting: er wordt één mantelbuis Ø 110 mm voor kabels en leidingen opgenomen.*

3. UITGANGSPUNTEN BEREKENING

3.1. NORMEN EN RICHTLIJNEN

De volgende normen en richtlijnen zijn van toepassing:

Norm	Omschrijving
NEN-EN 1990 + A1+A1/C2	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp, december 2011
NEN-EN 1990 + A1+A1/C2/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp (incl. bijlage A1 & A2), december 2011
NEN-EN 1991-1-1 + C1	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht, opgelegde belastingen voor gebouwen, december 2011
NEN-EN 1991-1-1 + C1/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht, opgelegde belastingen voor gebouwen, december 2011
NEN-EN 1991-1-4 + A1 + C2	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting, december 2011
NEN-EN 1991-1-4 + A1 + C2/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting, december 2011
NEN-EN 1991-1-5 + C1	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting, december 2011
NEN-EN 1991-1-5 + C1/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting, december 2011
NEN-EN 1991-1-7 + C1	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen, december 2011
NEN-EN 1991-1-7 + C1/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen, december 2011
NEN-EN 1991-2 + C1	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen, december 2011
NEN-EN 1991-2 + C1/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen, december 2011
NEN-EN 1992-1-1 + C2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, november 2011
NEN-EN 1992-1-1 + C2/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, november 2011
NEN-EN 1992-2 + C1	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Betonnen bruggen - regels voor ontwerp, berekening en detaillering, december 2011
NEN-EN 1992-2 + C1/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Betonnen bruggen - regels voor ontwerp, berekening en detaillering, december 2011
NEN-EN 1993-1-1 + C2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, december 2011
NEN-EN 1993-1-1 + C2/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, december 2011
NEN-EN 1993-1-8 + C2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen, december 2011
NEN-EN 1993-1-8 + C2/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen, december 2011
NEN-EN 1993-2 + C1	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen, december 2011
NEN-EN 1993-2 + C1/NB	Nationale bijlage bij Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen, december 2011
NEN 9997-1 + C1	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels, april 2012

De ROK (Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken van Rijkswaterstaat) is formeel niet van toepassing. De informatie en kennis uit de ROK kan wel worden gebruikt. Daarom staat deze richtlijn hieronder genoemd.

Richtlijn	Omschrijving
ROK 1.4	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken, ROK, april 2017.

Norm / richtlijn	Omschrijving
NEN-EN 206-1	Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit 2001 + A2:2005 (nl)
CUR-rapport 85	Scheurvorming door krimp en temperatuurwisselingen in wanden
Betonpraktijkreeks	Betonconstructies onder Temperatuur- en krimpvervorming, Theorie en Praktijk, Braam, Van Breugel, Van der Veen en Walraven, 23 druk 1998
NEN-EN-ISO 12944-2	Verven en vernissen - Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van beschermende verfsystemen - Deel 2: Classificatie van omgevingen, d.d. 01-03-2018
NEN-EN-ISO 9224	Corrosie van metalen en legeringen - Corrosiegraad van de atmosfeer - Richtwaarden voor de corrosiviteitscategorieën, d.d. 01-02-2012

3.2. PROJECTGEBONDEN INFORMATIE

De volgende projectgebonden informatie is van toepassing:

- I. "Plan van Aanpak en Programma van Eisen", datum 24-10-2018, versie 4.0, opsteller Venterra.
- II. "Geotechnisch onderzoek – Project Equiduct Hippische evenementen zone de Peelbergen te Kronenberg", documentnummer 9017-0810-001, datum 12-12-2018, versie 1.0, opsteller Fugro.
- III. "Funderingsadvies" documentnummer 02P012614-adv-01, datum 29-01-2019, status definitief, opsteller Inpijn-Blokpoel. Dit document is bijgevoegd in bijlage E.

In het vervolg wordt naar deze stukken gerefereerd, bijvoorbeeld door middel van 'zie [I]'.

3.3. GEBRUIKTE SOFTWARE

Voor de berekeningen wordt de volgende software gebruikt:

- SCIA Engineer 2017 (voor berekening vervormingen en krachtswerking);
- Microsoft Office Excel 2016 (o.a. voor toetsingen op sterkte en duurzaamheid);
- Microsoft Office Word 2016 (voor verslaglegging);

3.4. MATERIAALSPECIFICATIES

3.4.1. Algemeen

Ontwerplevensduur	50 jaar	(conform Plan van Aanpak zie [I]) (zie ook NEN-EN 1990 tabel NB.8 – 2.1)
Gevolgklasse	CC2	(conform NEN-EN 1990 tabel NB.20 – B1)
Betrouwbaarheidsklasse	RC2	(conform NEN-EN 1990 tabel B.2)
Geotechnische categorie	GC2	(conform NEN 9997-1 paragraaf 2.1)
Uitvoeringsklasse staal	EXC2	(conform NEN-EN 1993-1-1 tabel NB.C.1)

3.4.2. Beton landhoofden

Sterkteklasse:	C30/37	($f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$)
Poissonverhouding (ν)	0.10	(conform NEN-EN 1992-1-1 – art. 3.1.3(4))
Thermische uitzettingscoëfficiënt (α):	$1.0 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	(conform NEN-EN 1992-1-1 – art. 3.1.3(5))
Aanvangstemperatuur (T_0):	15 °C	(conform ROK 1.4 H5.5 art. 4(2))
Relatieve vochtigheid (RH):	75 %	(conform ROK 1.4 H6.1 art. 3.1.4)
Betonstaal:	B500 B	($f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$)

Betondekking algemeen

Conform NEN-EN 1992-1-1 art. 4.4.1.1 geldt voor de nominale dekking (c_{nom}):

$$c_{nom} = d_{min} + \Delta c_{dev}$$

Conform NEN-EN 1992-1-1 art. 4.4.1.2 geldt voor de uitvoeringstolerantie (Δc_{dev}):

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

Conform NEN-EN 1992-1-1 art. 4.4.1.2 geldt voor de minimale dekking (c_{min}):

$$c_{min} = \max(c_{min;b}; c_{min;dur} + \Delta c_{dur;y} - \Delta c_{dur;st} - \Delta c_{dur;add}; 10)$$

$\Delta c_{dur;y}$	= 0	NEN-EN 1992-1-1 art. 4.4.1.2(6)
$\Delta c_{dur;st}$	= 0	NEN-EN 1992-1-1 art. 4.4.1.2(7)
$\Delta c_{dur;add}$	= 0	NEN-EN 1992-1-1 art. 4.4.1.2(8)

Voor wapeningsstaal is doorgaans de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden ($c_{min;dur}$) maatgevend. Deze dekking wordt bepaald op basis van de tabellen 4.3N (constructieve classificatie) en 4.4N (minimale dekkingseisen voor betonstaal) volgens NEN-EN 1992-1-1.

Milieuklassen en betondekking

Onderstaande tabel bevat de milieuklassen en betondekking conform NEN-EN 1992-1-1 paragraaf 4.4.1.

Tabel 1: Milieuklassen en betondekking.

Constructie-onderdeel	Milieuklasse	Constructie-klasse	c_{min}		Δc_{dev}		c_{nom}	$c_{toegepast}$
			[mm]		[mm]		[mm]	[mm]
Wanden buitenzijde (= zichtzijde)	XC4 / XD1 / XF2	S3	30	+	5	=	35	40
Wanden binnenzijde (= grondzijde)	XC2	S3	20	+	5	=	25	40
Funderingsplaat - bovenzijde neus	XC4 / XD3 / XF4	S3	35	+	5	=	40	40
Funderingsplaat - bovenzijde overige	XC2	S3	20	+	5	=	25	40
Funderingsplaat - onderzijde	XC2	S3	20	+	5	=	25	40

Toelichting tabel:

- De tabel is opgezet uitgaande van in-het-werk-te-storten beton met een plaatgeometrie en sterkteklasse C30/37.
- Er is uitgegaan van het gebruik van strooizouten op de Peelstraat. Het gebruik van strooizouten op het equiduct is niet toegestaan in verband met het toepassen van weervast staal voor het brugdek.
- De tabel geeft de hoofdlijnen / vertrekpunten aan. In specifieke gevallen kan hiervan worden afgeweken. Een afwijking wordt in de berekening onderbouwd.
- Het toepassen van hulpstaven is meestal noodzakelijk voor de onderzijde van funderingsplaten. Onderin de funderingsplaat kunnen hulpstaven worden toegepast met een betondekking van 25 mm. De constructieve wapening dient een betondekking van 40 mm te hebben.



3.4.3. Staal brugdek

Sterkteklasse:	S355	($f_{yd} = 355 \text{ N/mm}^2$) weervast staal
Poissonverhouding (ν)	0.30	(conform NEN-EN 1993-1-1 – art. 3.2.6 (1))
Thermische uitzettingscoëfficiënt (α):	$1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	(conform NEN-EN 1993-1-1 – art. 3.2.6 (1))
Aanvangstemperatuur (T_0):	10° C	(conform NEN-EN 1991-1-5 Bijlage A.1)
Bouten/ankers/draadeinden:	8.8	($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$) weervast staal of RVS

3.4.4. Geotechnische gegevens

Lokale bodemopbouw

Op de locatie van het equiduct zijn 4 sonderingen gemaakt (zie [II]). Vanaf maaiveld tot circa NAP +28,0 m is sprake van een gelaagde bodemopbouw bestaande uit één tot enkele meters dikke zandlagen afgewisseld door dunne zandhoudende leem- en leemhoudende zandlagen. Hieronder wordt tot circa NAP +14,0 m een los tot vast gepakt zandpakket aangetroffen met conusweerstand van 3 MPa tot meer dan 20 MPa. Vervolgens wordt vanaf NAP +14,0 m tot de verkende diepte overgeconsolideerde klei aangetroffen (zie [III] / bijlage E).

De landhoofden komen zodoende in aanmerking voor een fundering op staal. Voor de toetsingen van het draagvermogen van de fundering op staal wordt verwezen naar het funderingsadvies (zie [III] / bijlage E).

Grondwater

Tijdens eerder grondonderzoek voor de nieuwbouw van het Hippisch centrum in 2012 is een grondwaterstand aangetroffen van circa 29.7 m + NAP. Het betreft een grove indicatie. Deze grondwaterstand wordt bevestigd door het grondonderzoek in 2018 op de locatie van het equiduct (zie [II]). De grondwaterstand ligt naar verwachting beneden het aanlegniveau van de fundering (31.3 m + NAP).

Grondtaluds

Voor de aanpendelende grondtaluds wordt gerekend op zand. Voor de eigenschappen van het zand worden onderstaande waarden aangenomen. Voor de horizontale gronddruk op de keerwanden wordt gerekend met de neutrale gronddruk.

- Eigenschappen zand:
 - Volumiek gewicht droog: $\gamma_{dr} = 18 \text{ kN/m}^3$ (conform NEN 9997-1 tabel 2.b)
 - Volumiek gewicht verzadigd: $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ (conform NEN 9997-1 tabel 2.b)
 - Hoek van inwendige wrijving: $\phi' = 30^\circ$ (conform NEN 9997-1 tabel 2.b)
- Gronddrukfactor:
 - Neutrale gronddruk: $K_0 = 0.50$ (conform NEN 9997-1 art. 9.5.2)
 - Actieve gronddruk: $K_a = 0.333$ (conform NEN 9997-1 art. 9.5.2)

3.5. BOUWFASERING

Er wordt geen rekening gehouden met eventuele bouwfaserings, anders dan die welke volgen uit de normale bouwvolgorde.

De normale bouwvolgorde geeft geen aanleiding tot rekenkundige beschouwing van een bouwphase. Zodoende wordt alleen de gebruiksfase van het equiduct beschouwd.

4. BELASTINGEN

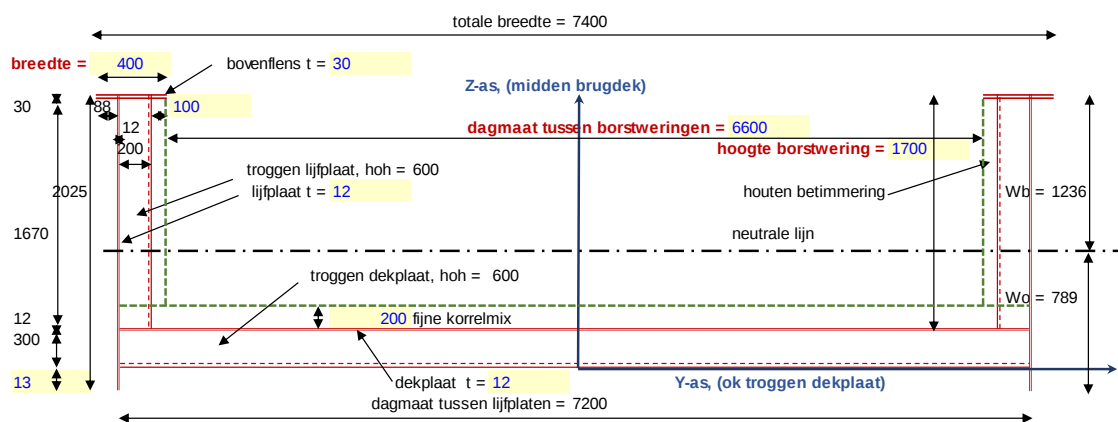
4.1. PERMANENTE BELASTINGEN

4.1.1. Eigen gewicht

Eigen gewicht van de constructie conform NEN-EN 1991-1-1.

Brugdek

Voor het volumieke gewicht van staal wordt uitgegaan van $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$. Onderstaande figuur geeft de doorsnede van het brugdek weer.



Figuur 7: Doorsnede brugdek t.p.v. midden overspanning.

Onderstaande berekening geeft de totale belasting per hoofdligger en per verticale oplegging op het landhoofd weer (o.b.v. $L = 24.0 \text{ m}$).

onderdeel	aantal	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	Ym [kN/m3]	
- bovenflenzen	1	* 0.400	* 0.030	* 1.000	* 78.5	= 0.94 kN/m
- lijfplaten	1	* 1.995	* 0.012	* 1.000	* 78.5	= 1.88 kN/m
- troggen lijfplaten	1	* 0.006	* 1.670	* 0.912	* 78.5	= 0.72 kN/m
- dekplaat	0.5	* 7.200	* 0.012	* 1.000	* 78.5	= 3.39 kN/m
- troggen dekplaat	0.5	* 0.006	* 7.200	* 1.221	* 78.5	= 2.07 kN/m
- kopplaten boutverb.	1	* 0.322	* 0.025	* 1.000	* 78.5	= 0.63 kN/m
					subtotaal	= 9.63 kN/m
- toeslag 5% voor extra randjes, verbindingen en lokale verzwaringen						= 0.48 kN/m +
					totaal per hoofdligger	= 10.11 kN/m
					totaal per oplegging	= 121 kN

Landhoofden

Het eigen gewicht van de landhoofden wordt automatisch meegenomen in SCIA Engineer.
Voor het volumieke gewicht van beton wordt uitgegaan van $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$.

4.1.2. Rustende belasting

Rustende belasting conform NEN-EN 1991-1-1.

Brugdek

De rustende belasting op het brugdek wordt bepaald door de volgende onderdelen:

Rustende belasting op hoofdliggers (per hoofdligger):

- Houten bekleding: $q_v = (0.05 \text{ m} * 1.67) \text{ m}^2 * 8 \text{ kN/m}^3 = 0.67 \text{ kN/m}$
- Verlichting: $q_v = 1.0 \text{ kN/m}$ (inschatting)
- K&L: $q_v = 1.0 \text{ kN/m}$ (inschatting)
- Totaal: $q_v = 2.67 \text{ kN/m}$

Rustende belasting op dekplaat:

- Fijn granulaat: $p_v = 0.4 \text{ m} * 20 \text{ kN/m}^2 = 8.0 \text{ kN/m}^2$ voor lokale beschouwing dekplaat
 $p_v = 0.3 \text{ m} * 20 \text{ kN/m}^3 = 6.0 \text{ kN/m}^2$ voor overige globale beschouwingen
- Bescherm laag: $p = 0.010 \text{ m} * 23 \text{ kN/m}^3 = 0.23 \text{ kN/m}^2$
- Totaal: $p_v = 8.23 \text{ kN/m}^2$ voor lokale beschouwing dekplaat
 $p_v = 6.23 \text{ kN/m}^2$ voor overige globale beschouwingen

NB. Eventuele plaatsing van plantenbakken op het brugdek ter afscheiding van het menpad en de looppaden, is niet maatgevend ten opzichte van de belasting door mensenmassa van 5.0 kN/m² (zie verderop).

NB. Ter plaatse van het landhoofd aan de noordzijde wordt een afsluitbare poort opgenomen die geïntegreerd is in het ontwerp van de brug. Het gewicht van deze poort wordt verwaarloosd.

NB. Er wordt gemiddeld 200 mm fijn granulaat op het equiduct toegepast. Vanwege mogelijke afwijkingen in de werkelijke dikte wordt er met een toeslag gerekend. Bij deze toeslag wordt onderscheid gemaakt tussen de lokale beschouwing van de dekplaat en de overige globale beschouwingen.

Onderstaande berekening geeft de totale belasting per hoofdligger en per verticale oplegging op het landhoofd weer (o.b.v. L = 24.0 m).

onderdeel	aantal	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	Ym [kN/m3]		
- fijne korrelmix	0.5	* 0.200	* 7.200	* 1.000	* 20.0	=	14.40 kN/m
- fijne korrelmix extra	0.5	* 0.100	* 7.200	* 1.000	* 20.0	=	7.20 kN/m
- bescherm laag dekplaat	0.5	* 0.01	* 7.200	* 1.000	* 23.0	=	0.83 kN/m
- betimmering borstwering	1	* 0.05	* 1.670	* 1.000	* 8.0	=	0.67 kN/m
- verlichting en K&L						=	2.00 kN/m +
						totaal per hoofdligger	= 25.10 kN/m
						totaal per oplegging	= 301 kN



Landhoofden

De rustende belasting op de landhoofden wordt bepaald door de volgende onderdelen:

- Schanskorven op vleugelwanden: $q = (0.50 \text{ m} * 1.20) \text{m}^2 * 20 \text{ kN/m}^3 = 12.0 \text{ kN/m}$
- Schanskorven op funderingsplaat t.p.v. vleugelwanden: $q = (7.2 \text{ m} * 0.40) \text{m}^2 * 20 \text{ kN/m}^3 = 57.6 \text{ kN/m}$
op circa 0.25 m vanaf buitenzijde vleugelwand
- Schanskorven op funderingsplaat t.p.v. frontwand: $q = (5.2 \text{ m} * 0.46) \text{m}^2 * 20 \text{ kN/m}^3 = 47.8 \text{ kN/m}$
op circa 0.25 m vanaf buitenzijde frontwand

4.1.3. Gronddrukken

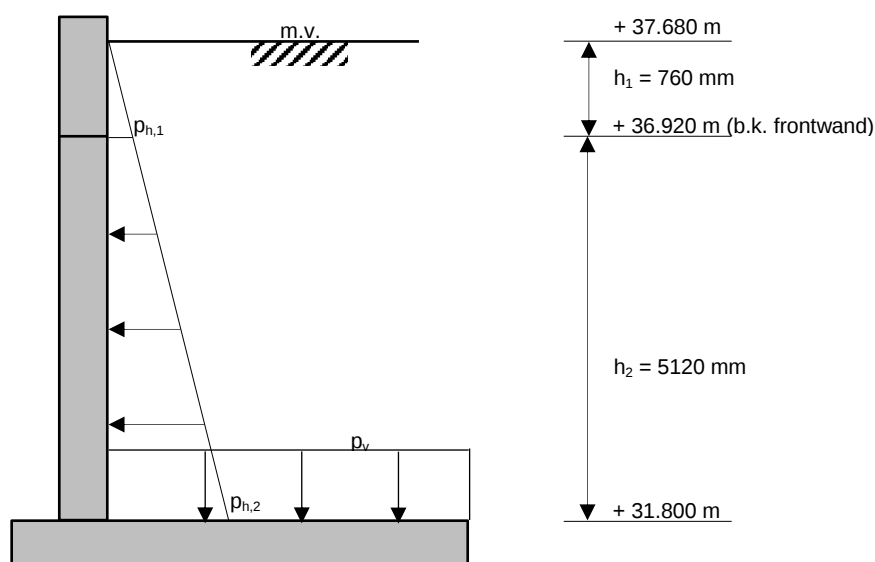
Horizontale gronddrukken op wanden conform NEN 9997-1 paragraaf 9.5.

Er treden geen belastingen door gronddrukken op het brugdek op. Er treedt alleen een horizontale gronddruk op de kopplaat van het brugdek op, maar deze wordt verwaarloosd. Het gewicht van de laag fijn granulaat op het brugdek wordt bij de rustende belasting beschouwd.

Landhoofden

De vleugelwanden en frontwand worden belast door horizontale gronddruk. De funderingsplaat wordt belast door een verticale gronddruk. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er wordt geen opspaneffect gerekend omdat het brugdek statisch bepaald wordt opgelegd.
- Voor de frontwand zijn de vervormingen ten opzichte van de grond relatief groot. Hierdoor wordt met de actieve gronddrukfactor (K_a) gerekend.
- Voor de vleugelwanden zijn de vervormingen ten opzichte van de grond relatief klein. De vleugelwanden worden door de frontwand horizontaal gesteund. Hierdoor wordt met de neutrale gronddrukfactor (K_0) gerekend.
- De grondwaterstand bevindt zich onder de landhoofden.
- Er wordt gerekend met een aanvulling in zand ($\gamma_{dr} = 18 \text{ kN/m}^3$ en $\phi_k = 30^\circ$).
- Het maaiveld achter de wanden wordt horizontaal aangehouden op het niveau ter plaatse van de as (= hart frontwand). Dit is een conservatieve benadering aangezien het maaiveld achter de wanden afloopt.



Figuur 8: Belasting landhoofd door gronddrukken.

Belastingen vleugelwand (o.b.v. neutrale gronddruk met $K_0 = 0.5$):

$$\begin{aligned} p_{h,1} &= K_0 * h_1 * \gamma_{dr} &= 6.8 \text{ kN/m}^2 & \text{(t.h.v. bovenzijde frontwand)} \\ p_{h,2} &= K_0 * (h_1 + h_2) * \gamma_{dr} &= 52.9 \text{ kN/m}^2 & \text{(t.h.v. bovenzijde funderingsplaat)} \end{aligned}$$

Belastingen vleugelwand (o.b.v. neutrale gronddruk met $K_a = 0.333$):

$$\begin{aligned} p_{h,1} &= K_a * h_1 * \gamma_{dr} &= 4.5 \text{ kN/m}^2 & \text{(t.h.v. bovenzijde frontwand)} \\ p_{h,2} &= K_a * (h_1 + h_2) * \gamma_{dr} &= 35.3 \text{ kN/m}^2 & \text{(t.h.v. bovenzijde funderingsplaat)} \end{aligned}$$

Belastingen funderingsplaat:

$$p_v = (h_1 + h_2) * \gamma_{dr} = 106 \text{ kN/m}^2$$

4.1.4. Zettingsverschillen

Zettingsverschillen van de ondergrond tussen de landhoofden veroorzaken geen krachtwerking in de constructie, omdat het brugdek statisch bepaald wordt opgelegd op de landhoofden.

Gezien de geringe afmetingen van de landhoofden en de relatief homogene bodemopbouw, worden significante zettingsverschillen binnen de funderingsplaat per landhoofd niet verwacht. Zettingsverschillen worden daarom niet beschouwd.

4.1.5. Tijdsafhankelijke materiaaleffecten

Tijdsafhankelijke materiaaleffecten (d.w.z. krimp, kruip of relaxatie) conform NEN-EN 1992 t/m 1995.

Brugdek

Het stalen brugdek kent geen tijdsafhankelijke materiaaleffecten. Tijdsafhankelijke materiaaleffecten worden daarom niet beschouwd.

Landhoofden

De krimp van het beton wordt bepaald conform NEN-EN 1992-1-1 art. 3.1.4 en bestaat uit de componenten uitdrogingskrimp, autogene krimp en adiabatische krimp. De autogene en adiabatische krimp zal voor de funderingsplaat en wanden ongeveer gelijk zijn en geen krachtswerking veroorzaken. De autogene en adiabatische krimp worden daarom niet verder beschouwd. De uitdrogingskrimp zal voor de funderingsplaat en wanden verschillend zijn omdat de relatieve vochtigheid verschillend is en wel krachtswerking veroorzaken. De uitdrogingskrimp wordt daarom hieronder verder beschouwd.

Op de volgende pagina is de krimp van het beton berekend voor de wanden en voor de funderingsplaat. Hierbij is ter vereenvoudiging de relatieve vochtigheid aan buitenzijde van de wand, ook aan de grondzijde van de wanden verondersteld. Het verschil wordt in uitdrogingskrimp veroorzaakt krachtswerking en wordt beschouwd in de berekening van de krachtswerking. Het verschil is:

$$\Delta \epsilon_{cd,wanden} - \Delta \epsilon_{cd,plaat} = 0.218 \text{ ‰} - 0.054 \text{ ‰} = 0.164 \text{ ‰} \text{ (zie berekeningen volgende pagina).}$$

Lokale verhindering van krimp van beton in de wanden ten gevolge van een tijdsverschil tussen het storten van de funderingsplaat en wanden, wordt beschouwd bij de toetsingen in hoofdstuk 7.

Omdat de uitdrogingskrimp van beton zich over een langere periode ontwikkelt wordt deze belasting zowel aanwezig als afwezig beschouwd (ter vereenvoudiging de totale krimp).

Kruip van beton wordt meegenomen bij de bepaling van de elasticiteitsmodulus van het beton, zie verder paragraaf 6.2.

Berekening uitdrogingskrimp van beton van de wanden:

INVOER			
b	=	1000 mm	Breedte betondoorsnede
h	=	500 mm	Hoogte betondoorsnede
f _{ck}	=	30 MPa	Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
t _s	=	1 dagen	Ouderdom van het beton in dagen aan het begin van de krimp
t	=	18250 dagen	Ouderdom van het beton in dagen op het beschouwde tijdstip
RH	=	75 %	ROK H6.1 art 3.1.4
Klasse	=	N	NEN-EN 1992-1-1 art. 3.1.2(6)
Uitdrogingskrimp			
Uitdrogingskrimp wordt veroorzaakt door uitdroging van het materiaal en treedt pas enige tijd na het verharden op.			
h ₀	=	500 mm	Fictieve dikte van de dwarsdoorsnede
k _h	=	0.700	Coëfficiënt afhankelijk van fictieve dikte h ₀
β _{ds(t,t_s)}	=	0.976	Formule 3.10 uit NEN-EN 1992-1-1
RH	=	75 %	ROK H6.1 art 3.1.4
RH ₀	=	100 %	Conform bijlage B.2 uit NEN-EN 1992-1-1
β _{RH}	=	0.896	Formule B.12 uit NEN-EN 1992-1-1
α _{ds1}	=	4	
α _{ds2}	=	0.12	
f _{cm}	=	38 MPa	
f _{cm0}	=	10 MPa	Conform bijlage B.2 uit NEN-EN 1992-1-1
ε _{cd,0}	=	0.319 ‰	Formule B.11 uit NEN-EN 1992-1-1
ε _{cd(t)}	=	0.218 ‰	Formule 3.9 uit NEN-EN 1992-1-1

Berekening uitdrogingskrimp van beton van de funderingsplaat:

INVOER			
b	=	1000 mm	Breedte betondoorsnede
h	=	500 mm	Hoogte betondoorsnede
f _{ck}	=	30 MPa	Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
t _s	=	1 dagen	Ouderdom van het beton in dagen aan het begin van de krimp
t	=	18250 dagen	Ouderdom van het beton in dagen op het beschouwde tijdstip
RH	=	95 %	ROK H6.1 art 3.1.4
Klasse	=	N	NEN-EN 1992-1-1 art. 3.1.2(6)
Uitdrogingskrimp			
Uitdrogingskrimp wordt veroorzaakt door uitdroging van het materiaal en treedt pas enige tijd na het verharden op.			
h ₀	=	500 mm	Fictieve dikte van de dwarsdoorsnede
k _h	=	0.700	Coëfficiënt afhankelijk van fictieve dikte h ₀
β _{ds(t,t_s)}	=	0.976	Formule 3.10 uit NEN-EN 1992-1-1
RH	=	95 %	ROK H6.1 art 3.1.4
RH ₀	=	100 %	Conform bijlage B.2 uit NEN-EN 1992-1-1
β _{RH}	=	0.221	Formule B.12 uit NEN-EN 1992-1-1
α _{ds1}	=	4	
α _{ds2}	=	0.12	
f _{cm}	=	38 MPa	
f _{cm0}	=	10 MPa	Conform bijlage B.2 uit NEN-EN 1992-1-1
ε _{cd,0}	=	0.079 ‰	Formule B.11 uit NEN-EN 1992-1-1
ε _{cd(t)}	=	0.054 ‰	Formule 3.9 uit NEN-EN 1992-1-1

4.2. VERANDERLIJKE BELASTINGEN

4.2.1. Verkeersbelasting op brugdek – verticaal

De brug verbindt twee particuliere terreinen en daarom is er geen wettelijke eis voor de in rekening te brengen variabele belasting op de brug. In overleg met de opdrachtgever is onderstaande verkeersbelasting overeengekomen.

De verticale verkeersbelasting op het brugdek bedraagt:

- een gelijkmatig verdeelde belasting van 5.0 kN/m^2 (500 kg/m^2) óf
- een twee-assig dienstvoertuig van 50 kN (5 ton) met een maximale aslast van 25 kN (2.5 ton), een asafstand van 3.0 m en h.o.h.-afstand van de wielen op één as van 1.75 m , gecombineerd met 80% van de gelijkmatig verdeelde belasting óf
- een twee-assig onbedoeld voertuig van 100 kN (10 ton) met een maximale aslast van 50 kN (5.0 ton), een asafstand van 3.0 m en h.o.h.-afstand van de wielen op één as van 1.3 m , niet gecombineerd met de gelijkmatig verdeelde belasting.

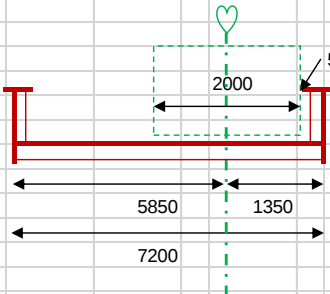
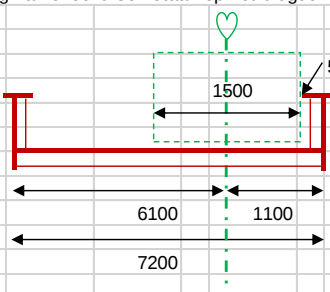
NB. Indien het dienstvoertuig wordt gecombineerd met 80% van de gelijkmatig verdeelde belasting, hoeft de gelijkmatig verdeelde belasting niet op de plaats van het voertuig te worden aangenomen, inclusief een ruimte van 5.0 m voor en achter het voertuig.

NB. Bovenstaande belasting komt overeen met de belasting op bruggen voor langzaam verkeer in Nederland conform NEN-EN 1991-2 paragraaf 5.3.2 behalve ten aanzien van het onbedoeld voertuig. Op bruggen voor langzaam verkeer wordt in Nederland conform NEN-EN 1991-2 paragraaf 5.6.3 namelijk gerekend met een onbedoeld voertuig van 120 kN (12 ton), niet gecombineerd met de gelijkmatig verdeelde belasting, indien geen permanent obstakel belet dat een voertuig de brug op wordt gereden. Voor het equiduct wordt met een onbedoeld voertuig van 100 kN (10 ton) gerekend. Dit is acceptabel omdat, gezien de relatief steile helling en het ontbreken van een verharding, het niet aannemelijk is dat een dergelijk zwaar voertuig op het equiduct komt.

NB. Voor het equiduct wordt gerekend met een vrije indeelbaarheid (toekomstvastheid). Dit betekent dat bovengenoemde belastingen over de volledige breedte van het brugdek kunnen optreden.

De volgende pagina bevat de berekening van de totale belasting per hoofdligger en per verticale oplegging op het landhoofd. Hieruit volgt dat voor het landhoofd de belasting door de gelijkmatig verdeelde belasting maatgevend is.

Voor de landhoofden wordt de verticale verkeersbelasting per zijde van het brugdek beschouwd. Dit resulteert in 2 belastinggevallen in SCIA Engineer (relatie "standaard").

<u>Mensenmassa:</u>										
gelijkmatig verdeelde belasting:		=	5.0	kN/m ²						
totaal per brugdek:			6.600	*	5.00		=	33.0	kN/m	
totaal per hoofdligger:			3.300	*	5.00		=	16.5	kN/m	
totaal per oplegging:							=	198	kN	
<u>Dienstvoertuig:</u>										
aslasten		=	25.0	kN/as						
hoh-afstand aslasten		=	3.00	m						
hoh-afstand wiellasten		=	1.75	m						
afmeting wielprent (vierkant)		=	0.25	m						
Het dienstvoertuig kan excentrisch staan op het brugdek. Daarom is een vergrotingsfactor van toepassing.										
					Vergrotingsfactor 5850 / 7200 = 0.813					
totaal per hoofdligger:			0.813	*	25.0		=	20.3	kN/as	
totaal per oplegging 1:		mensenmassa:			198	*	0.800	=	158.4	kN
		as 1:	0.813	*	25.0	*	1.000	=	20.3	kN
		as 2:	0.813	*	25.0	*	0.875	=	17.8	kN +
									196.5	kN
totaal per oplegging 2:		mensenmassa:			198	*	0.800	=	158.4	kN
		as 1:	0.188	*	25.0	*	1.000	=	4.7	kN
		as 2:	0.188	*	25.0	*	0.875	=	4.1	kN +
									167.2	kN
<u>Onbedoeld voertuig:</u>										
aslasten		=	50.0	kN/as						
hoh-afstand aslasten		=	3.00	m						
hoh-afstand wiellasten		=	1.30	m						
afmeting wielprent (vierkant)		=	0.20	m						
Het dienstvoertuig kan excentrisch staan op het brugdek. Daarom is een vergrotingsfactor van toepassing.										
					Vergrotingsfactor 6100 / 7200 = 0.847					
totaal per hoofdligger:			0.847	*	50.0		=	42.4	kN/as	
totaal per oplegging 1:		as 1:	0.847	*	50.0	*	1.000	=	42.4	kN
		as 2:	0.847	*	50.0	*	0.875	=	37.1	kN +
									79.4	kN
totaal per oplegging 2:		as 1:	0.153	*	50.0	*	1.000	=	7.6	kN
		as 2:	0.153	*	50.0	*	0.875	=	6.7	kN +
									14.3	kN

4.2.2. Verkeersbelasting op brugdek – horizontaal

Voor het equiduct wordt een horizontale belasting in lengterichting van het brugdek gehanteerd conform NEN-EN 1991-2 art. 5.4. Hiervoor geldt:

$$Q_{flk} = 0.10 \times \Sigma q_{flk} = 0.10 * (24.0 * 6.6) \text{ m}^2 * 5.0 \text{ kN/m}^2 = 79.2 \text{ kN óf}$$

$$Q_{flk} = 0.30 \times Q_{serv} = 0.30 * 50 = 15 \text{ kN.}$$

De horizontale belasting ten gevolge van de mensenmassa is maatgevend. Deze belasting wordt aan één landhoofd afgedragen en grijpt aan in het midden van de bovenzijde van de frontwand.

Voor de landhoofden wordt de horizontale verkeersbelasting zowel in de positieve als negatieve langsrichting beschouwd. Dit resulteert in 2 belastinggevallen in SCIA Engineer (relatie “exclusief”).

4.2.3. Verkeersbelasting op landhoofden – verticaal

De vleugelwanden en frontwand worden belast door horizontale gronddruk ten gevolge van een verticale maaiveldbelasting. De funderingsplaat wordt belast door een verticale gronddruk door een maaiveldbelasting. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De horizontale gronddruk op de wanden wordt berekend conform NEN 9997-1 paragraaf 9.5.
- Voor de frontwand zijn de vervormingen ten opzichte van de grond relatief groot. Hierdoor wordt met de actieve gronddrukfactor ($K_a = 0.333$) gerekend.
- Voor de vleugelwanden zijn de vervormingen ten opzichte van de grond relatief klein. Hierdoor wordt met de neutrale gronddrukfactor ($K_0 = 0.5$) gerekend.
- In verband met mogelijke voertuig op het maaiveld achter de landhoofden wordt er gerekend met een verdeelde belasting op het maaiveld van $p_v = 10.0 \text{ kN/m}^2$.

Dit resulteert in de volgende belastingen:

$p_v = 10.0 \text{ kN/m}^2$ op funderingsplaat (binnen de wanden);

$p_h = K_0 * p_v = 5.0 \text{ kN/m}^2$ op vleugelwanden;

$p_h = K_a * p_v = 3.3 \text{ kN/m}^2$ op frontwand;

De horizontale gronddrukken door verticale maaiveldbelasting worden per wand ingevoerd. In combinatie met de verticale gronddruk resulteert dit in 4 belastinggevallen in SCIA Engineer (relatie “standaard”).

4.2.4. Verkeersbelasting op landhoofden – horizontaal

De frontwand wordt belast door horizontale gronddruk ten gevolge van een horizontale maaiveldbelasting. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De horizontale maaiveldbelasting is $0.1 * 5.0 \text{ kN/m}^2 = 0.5 \text{ kN/m}^2$;
- Een lengte van circa 3.2 m achter de frontwand draag deze belasting af aan de frontwand.

Hieruit volgt:

$q_h = 0.1 * 5.0 \text{ kN/m}^2 * 3.2 \text{ m} = 1.6 \text{ kN/m}$

Deze belasting wordt in hetzelfde belastinggeval meegenomen in SCIA Engineer als de horizontale verkeersbelasting op het brugdek omdat deze hetzelfde belastingeffect hebben in de landhoofden.

4.2.5. Leuningbelasting

Brugdek

De waarden van krachten die op het brugdek worden overgedragen door leuning zijn aangehouden conform NEN 1991-2 artikel 4.8. Hieruit volgt:

$$q = 3.0 \text{ kN/m}$$

Deze belasting dient zowel een keer horizontaal als verticaal op de bovenzijde van de leuning te worden beschouwd. De horizontale en verticale belasting op de bovenzijde van de leuning maken evenwicht met een tegengestelde belasting op het brugdek. Alleen het moment dat volgt uit een excentriciteit van de horizontale belasting en reactie (Δh), wordt meegenomen voor de landhoofden.

Dit resulteert in de volgende belastingen op de landhoofden:

- T.p.v. verticale opleggingen brugdek:
 $F_v = q_h * \Delta h * (L / 2) / z = 3.0 \text{ kN/m} * 1.7 \text{ m} * (24.0 \text{ m} / 2) / 7.2 \text{ m} = +/- 8.5 \text{ kN}$

Landhoofden

Voor de landhoofden wordt dezelfde leuningbelasting als voor het brugdek aangehouden. Hieruit volgt:

- Op de vleugelwanden:
 $q_h = 3.0 \text{ kN/m};$
 $q_v = 3.0 \text{ kN/m};$
 $M_x = q_h * \Delta h = 3.0 \text{ kN/m} * 1.25 \text{ m} = 3.75 \text{ kN/m}$

De leuningbelasting wordt zowel in de positieve als negatieve dwarsrichting van het equiduct beschouwd. Dit resulteert in 2 belastinggevallen in SCIA Engineer (relatie "standaard").



4.2.6. Temperatuurbelasting

Brugdek

Temperatuurbelastingen veroorzaken geen krachtswerking in het brugdek, omdat het brugdek statisch bepaald wordt opgelegd op de landhoofden.

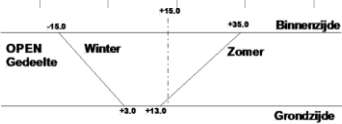
Omdat de wrijvingskracht ter plaatse van de verticale opleggingen van het brugdek moet worden overwonnen voordat het brugdek vrij kan uitzetten c.q. verkorten, wordt er ter plaatse van deze verticale opleggingen met een horizontale belasting op de landhoofden gerekend. Deze horizontale belasting wordt berekend op basis van de wrijvingscoëfficiënt en het eigen gewicht en rustende belasting van het brugdek.

$$F_h = \mu * F_{v,G} = 0.08 * (300 + 120) \text{ kN} = 33.6 \text{ kN}$$

Landhoofden

Voor de wanden van de landhoofden wordt gerekend met de jaarlijkse- en dagelijkse temperatuurbelastingen conform ROK 1.4 H5.5 art. 4 (2) voor open gedeelten. De gegeven waarden worden in rekening gebracht zonder het gebruik van correctiefactoren / momentaanfactoren. Voor de funderingsplaat worden niet met temperatuurbelastingen gerekend omdat hierop een gronddekking aanwezig is.

Berekening temperatuurbelasting wanden:

Invoerm gegevens			
doorsnede	A		
h [mm]	500		
T ₀ [° C.]	15		
Jaarlijkse belasting			
- Zomer:			
T _{bi} [° C.]	35	binnenzijde = zichtzijde	
T _{bu} [° C.]	13	buitenzijde = grondzijde	
ΔT _{Nj} [° C.]	9		
ΔT _{Mj} [° C.]	22		
- Winter:			
T _{bi} [° C.]	-15	binnenzijde = zichtzijde	
T _{bu} [° C.]	3	buitenzijde = grondzijde	
ΔT _{Nj} [° C.]	-21		
ΔT _{Mj} [° C.]	-18		
			
Figuur 5-2: Jaarlijkse temperatuurswisselingen voor open gedeelten			
Dagelijkse belasting			
- Zomer:			
ΔT _{bi} [° C.]	20	binnenzijde = zichtzijde	
h [mm]	300		
ΔT _{Nd} [° C.]	6.0		
ΔT _{Md} [° C.]	21.6	totale temperatuurverschil	
- Winter:			
ΔT _{bi} [° C.]	-8	binnenzijde = zichtzijde	
h [mm]	300		
ΔT _{Nd} [° C.]	-2.4		
ΔT _{Md} [° C.]	-8.6	totale temperatuurverschil	
Tabel 5-2: Dagelijkse temperatuurswisselingen voor binnenzijde van open gedeelten			
Grond- of asfaltdekking (m)	Min. en max. temperaturen		
	Min. (°C)	Max. (°C)	
0	-8	+20	
0,08	-6	+12	
0,10	-5	+10	
0,20	-2	+5	
0,30 of meer	0	0	
Totale belasting			
- Zomer:			
ΔT _M	43.6		
ΔT _N	15.0		
ΔT _{M,bi}	36.8	binnenzijde = zichtzijde	
ΔT _{M,bu}	-6.8	buitenzijde = grondzijde	
- Winter:			
ΔT _M	-26.6		
ΔT _N	-23.4		
ΔT _{M,bi}	-36.7	binnenzijde = zichtzijde	
ΔT _{M,bu}	-10.1	buitenzijde = grondzijde	

De temperatuurbelasting wordt voor zowel de zomer als winter ingevoerd. Dit resulteert in 2 belastinggevallen in SCIA Engineer (relatie "exclusief").

4.2.7. Windbelasting

Windbelasting conform NEN-EN 1991-1-4 hoofdstuk 8.

INVOER			
Windgebied	=	3 [-]	1, 2 of 3
Terreincategorie	=	2 [-]	0 of 2
z_e	=	6 [m]	Hoogte hart brug boven maaiveld
$h_{constructie}$	=	2.5 [m]	Totale constructiehoogte dek
$h_{verkeersband}$	=	0 [m]	Hoogte verkeersband
b	=	7.4 [m]	Breedte dek
Helling dwarsrichting	=	0 [graden]	Helling in dwarsrichting in graden
Referentieperiode	=	50 [jaar]	Referentieperiode
$C_{f,z}$	=	0.9	Krachtcoëfficiënt in z-richting
K	=	0.281	Vormparameter
n	=	0.5	Exponent
p	=	0.02	Overschrijdingskans
C_{dir}	=	1.0	Windrichtingsfactor
C_{season}	=	1.0	Seizoensfactor
C_{prop}	=	1.00	Factor voor verdisconteren referentieperiode
$b/d_{tot,verkeer}$	=	2.96	b/d_{tot} voor bepalen windkracht in x-richting (constructie+verkeersband)
$b/d_{tot,constructie}$	=	2.96	b/d_{tot} voor bepalen windkracht in z-richting en bouwphase (constructie alleen)
$C_{f,x,0,bouwphase}$	=	1.63	Krachtcoëfficiënt zonder eindeffecten (bouwphase)
$C_{f,x,0}$	=	1.63	Krachtcoëfficiënt zonder eindeffecten (blijvend)
$C_{f,x,bouwphase}$	=	1.63	Krachtcoëfficiënt voor windbelasting op brugdekken in x-richting met helling dwarsrichting (bouwphase)
$C_{f,x}$	=	1.63	Krachtcoëfficiënt voor windbelasting op brugdekken in x-richting met helling dwarsrichting (blijvend)
$C_o(z)$	=	1.0	Orografiefactor
z_{min}	=	4.0 m	Minimale hoogte
z_{max}	=	200.0 m	Maximale hoogte
$c_r(z)$	=	0.752	Ruwheidsfactor: $c_r(z) = k_r \ln(z/z_0)$
$c_r(z_{min})$	=	0.627	Ruwheidsfactor voor $z < z_{min}$
z_0	=	0.200	Ruwheidslengte
k_r	=	0.209	Terreinfactor: $k_r = 0.19 \cdot (z_0/0.05)^{0.07}$
ρ	=	1.25 kg/m ³	Luchtdichtheid
$I_v(z)$	=	0.279	Turbulentie intensiteit: $I_v = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_{m(z)}$
k_i	=	1.0	Turbulentie factor
Windbelasting F_{wk} (spoor en wegverkeer)			
$v_{b,0}$	=	24.50 m/s	Fundamentele windsnelheid op basis van windgebied
v_b	=	24.50 m/s	Basiswindsnelheid op 10 m boven maaiveld $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$
$v_m(z)$	=	18.42 m/s	Gemiddelde windsnelheid thv z: $v_m(z) = c_r(z) \cdot C_o(z) \cdot v_b$
$q_p(z)$	=	625 [MPa]	Extreme stuwdruk: $(1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m(z)^2$
q_b	=	375 [MPa]	Basisstuwdruk: $0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$
$C_e(z)$	=	1.67 [-]	Blootstellingsfactor: $q_p(z)/q_b$
q_{wx}	=	2.56 kN/m	Verdeelde windbelasting wegverkeer in x-richting voor $v_{b,0}$ (blijvende ontwerpsituatie)
q_{wy}	=	1.02 kN/m	Verdeelde windbelasting wegverkeer in x-richting voor $v_{b,0}$ (blijvende ontwerpsituatie)
q_{wz}	=	4.16 kN/m	Verdeelde windbelasting wegverkeer in z-richting voor $v_{b,0}$ (bouwphase+blijvende ontwerpsituatie)
$q_{wx,bouwphase}$	=	2.56 kN/m	Verdeelde windbelasting per strekken meter in x-richting, (bouwphase, zonder verkeersband)
$q_{wy,bouwphase}$	=	1.02 kN/m	Verdeelde windbelasting per strekken meter in y-richting, (bouwphase, zonder verkeersband)

Dit resulteert in de volgende belastingen:

- Windbelasting in dwarsrichting: $q_h = 2.56$ kN/m (horizontaal $\perp$ as fietsbrug);
 - Per hoofdligger: $q_h = 2.56$ kN/m;
 - Per dwarsblokkering: $F_h = q_h \cdot L / 2 = 2.56 \cdot 24.0 / 2 = 30.7$ kN;
- Windbelasting in langsrichting: $q_h = 1.02$ kN/m (horizontaal $//$ as fietsbrug);
 - Per hoofdligger: verwaarloosbaar klein;
 - Per langsblokkering: $F_h = q_h \cdot L = 1.02 \cdot 24.0 = 24.5$ kN;
- Windbelasting verticaal: $q_v = 4.16$ kN/m;
 - Per hoofdligger: $q_v = 4.16 / 2 = 2.08$ kN/m;
 - Per verticale oplegging: $F_v = q_h \cdot L / 2 = 2.08 \cdot 24.0 / 2 = 25.0$ kN;



De windbelasting wordt per richting zowel in positieve als negatieve richting beschouwd. Dit resulteert in 3 x 2 belastinggevallen in SCIA Engineer (relatie “exclusief”). De windbelasting in langsrichting wordt ter vereenvoudiging gecombineerd met de wind in dwarsrichting. Dit is conservatief. De horizontale windbelasting wordt gecombineerd met de verticale windbelasting.

De windbelasting op de landhoofden zelf is relatief klein en wordt daarom verwaarloosd.

4.2.8. Sneeuwbelasting

Sneeuwbelasting conform NEN-EN 1991-1-3.

Deze belasting is niet van toepassing voor bruggen.

4.3. BIJZONDERE BELASTINGEN

4.3.1. Aanrijdingskrachten op landhoofden

Conform NEN-EN 1991-1-7 art. 4.3.1 dient te worden gerekend met een stootbelasting op de ondersteunende onderbouw. De rekenwaarde van de equivalente statische kracht moet zijn ontleend aan tabel NB.1, zie onderstaande tabel.

Er wordt uitgegaan van de verkeerscategorie “rijkswegen in landelijke gebieden”.

Tabel 3: Rekenwaarden van equivalente statische krachten door stootbelastingen door voertuigen tegen elementen die constructies ondersteunen over of grenzend aan wegen [NEN-EN 1991-1-7 tabel NB.1].

Verkeerscategorie		F_{dx}^a kN	F_{dy}^a kN	d_b m
Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen		2 000	1 000	20
Rijkswegen in landelijke gebieden		1 500	750	15
Wegen in stedelijke gebieden		1 000	500	10
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	50	4
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	100	5
^a x = normale rijrichting, y = loodrecht op de normale rijrichting.				

De stootbelasting mag worden gereduceerd op basis van de afstand tussen het hart van de rijweg en de constructie (d). Deze afstand is voor het equiduct $d = 23.70 / 2 - 0.35 = 11.25$ m. De reductiefactor bedraagt $\sqrt{1 - d / d_b}$ met d_b conform bovenstaande tabel. Zodoende geldt:

$$F_{dx} = 1500 \text{ kN} * \sqrt{1 - 11.25 / 15.0} = 750 \text{ kN};$$

$$F_{dy} = 750 \text{ kN} * \sqrt{1 - 11.25 / 15.0} = 375 \text{ kN};$$

Omdat deze belasting (grotendeels) kan worden afgedragen door een verhoging van de neutrale horizontale gronddruk op de wanden van het landhoofd tot maximaal de passieve gronddruk, zal de krachtswerking in het landhoofd beperkt zijn. Daarom wordt deze stootbelasting verder niet beschouwd.

4.3.2. Aanrijdingskrachten op brugdek

Conform NEN-EN 1991-1-7 art. 4.3.2 dient te worden gerekend met een stootbelasting op de bovenbouw. De rekenwaarde van de equivalente statische kracht moet zijn ontleend aan tabel NB.2, zie onderstaande tabel.

Er wordt uitgegaan van de verkeerscategorie “rijkswegen in landelijke gebieden”.

Tabel 4: Rekenwaarden van equivalente statische krachten ten gevolge van een stootbelasting op de bovenbouw [NEN-EN 1991-1-7 tabel NB.2].

Verkeerscategorie		F_{dx}^a kN	$F_{a,\beta}$ kN
Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen		2 000	600
Rijkswegen in landelijke gebieden		1 500	450
Wegen in stedelijke gebieden		1 000	450
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	
^a x = normale rijrichting			

De stootbelasting mag worden gereduceerd op basis van de vrije hoogte tussen het wegoppervlak en de onderzijde van het brugdekafstand (h). Deze afstand is voor het equiduct circa 5.0 m. De reductie geldt vanaf $h_0 = 4.8$ m. Omdat de reductie zeer klein is wordt deze niet in rekening gebracht.

De stootbelasting grijpt aan tegen de zijkant van het brugdek op de meest ongunstige plaats boven de onderdoorgaande rijbaan, werkend evenwijdig met de wegas van die rijbaan. Voor de afmetingen van het aangrijpingsoppervlak (a x b) van de belasting moet zijn aangehouden:

- a = 0.25 m;
- b = 2.00 m;

De stootbelasting wordt beschouwd op twee posities:

- In het midden van de overspanning van het brugdek t.b.v. het maximale moment in het brugdek op 38.010 + NAP (circa niveau dekplaat);
- Aan de zijkant van het PVR van de Peelstraat t.b.v. de maximale dwarskracht in het brugdek en de maximale belasting op de landhoofden op 37.960 + NAP (circa niveau dekplaat);

Landhoofden

De stootbelasting op het brugdek veroorzaakt op de landhoofden een belasting op de dwarsblokkering (F_h) en, ten gevolge van het hoogteverschillen tussen het aangrijpingspunt en de opleggingen, een belasting op de verticale opleggingen (F_v). De belasting per landhoofd is afhankelijk van de minimale afstand van de stootbelasting tot de oplegging van het brugdek op de landhoofden.

$$F_h = (1 - L_{\min} / L_{th}) * F_{dx} = 1000 \text{ kN}$$

Met: $L_{\min} = 23.7 / 2 - 0.35 - 7.07 / 2 = 7.965 \text{ m}$

$$L_{th} = 23.7 \text{ m}$$

$$F_v = F_{hd} * \Delta h / z = +/- 144.4 \text{ kN}$$

Met: $\Delta h = h_{stoot} - h_{opl} = 1.04 \text{ m}$

Met: $h_{stoot} = +37.96$

(hoogte aangrijpingspunt stootbelasting)

$h_{opl} = +36.92$

(hoogte opleggingen brugdek op landhoofden)

$z = 7.2 \text{ m}$

(h.o.h.-afstand tussen verticale opleggingen)

De stootbelasting op de landhoofden wordt in beide rijrichtingen van de Peelstraat beschouwd. Dit resulteert in 2 belastinggevallen in SCIA Engineer (relatie "exclusief").

5. BELASTINGCOMBINATIES

Voor de constructies dienen de verschillende uiterste grenstoestanden en bruikbaarheidsgrenstoestanden te worden getoetst. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de grenstoestanden zoals die in NEN-EN 1990 zijn beschreven. In dit hoofdstuk worden de verschillende combinaties beschreven die in beide grenstoestanden moeten worden beschouwd.

5.1. UITERSTE GRENSTOESTAND

5.1.1. Belastingcombinaties

Voor de kunstwerken in dit project onderscheidt NEN-EN 1990 de volgende uiterste grenstoestanden:

- EQU: beschouwing van het statisch evenwicht van de constructie.
- STR: heeft betrekking op de sterkte van de constructie. Er wordt getoetst op intern bezwijken en buitensporige vervormingen van de constructie of een constructieonderdeel.
- GEO: staat voor het bezwijken van de constructie ten gevolge van buitensporige vervorming van de ondergrond.

Voor het toetsen van het brugdek is de uiterste grenstoestand STR van toepassing. Voor de toetsing van de landhoofden zijn de uiterste grenstoestanden EQU, STR en GEO van toepassing. De uiterste grenstoestand EQU en GEO worden separaat getoetst door een geotechnisch adviseur.

De nationale bijlage van NEN-EN 1990 schrijft in tabel NB.12 - A2.4(B) voor dat gebruik moet worden gemaakt van de uitdrukkingen 6.10a en 6.10b. Voor buitengewone ontwerpsituaties moet, conform de nationale bijlage NEN-EN 1990 tabel NB.19 - A2.5 gebruikt gemaakt worden van vergelijking 6.11a.

Vergelijking 6.10a:

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

Vergelijking 6.10b:

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

Vergelijking 6.11a

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

In vergelijking 6.10a worden de blijvende belastingen maximaal in rekening gebracht, terwijl in vergelijking 6.10b juist de overheersende veranderlijke belasting maximaal op de constructie wordt gezet. De ongunstigste van beide uitdrukkingen moet worden gebruikt. Bij een buitengewone ontwerpsituatie (6.11a) moet de belangrijkste veranderlijke belasting zijn genomen met zijn frequente waarde en de overige veranderlijke belastingen met de quasi-blijvende waarde.

Landhoofden

Uit artikel 2.3 van NEN-EN 1992-1-1 volgt voor betonconstructies dat opgelegde vervormingen door temperatuurbelastingen, krimp van beton en ongelijkmatige zettingen alleen in de BGT hoeven te worden meegenomen, op voorwaarde dat de constructie over voldoende ductiliteit en rotatiecapaciteit beschikt.

Voldoende ductiliteit is aanwezig omdat betonstaal klasse B wordt toegepast. Het betonstaal in deze klasse heeft een voldoende lang vloeitrajec. Voldoende rotatiecapaciteit wordt gecontroleerd bij de doorsnede toetsingen (midels de toetsing van x_u / d). Daarom worden bovengenoemde opgelegde vervormingen voor de landhoofden alleen in de BGT meegenomen.

5.1.2. Belastingfactoren

Voor voetgangers- en fietsbruggen dienen de belastingfactoren conform NEN-EN 1990 tabel NB.13 te worden aangehouden, zie onderstaande tabel.

Voor dit project geldt gevolgklasse CC2.

Tabel 5: Belastingfactoren voor wegverkeersbruggen en bruggen voor langzaam verkeer en voetgangers- en fietsbruggen STR/GEO (groep B) [NEN 1990 tabel NB.13].

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_p 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 belastingscombinatie 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.

5.1.3. Momentaanfactoren

Voor voetgangers- en fietsbruggen dienen de ψ -factoren conform NEN 1990 tabel NB.10 te worden aangehouden, zie onderstaande tabel.

Tabel 6: Momentaanfactoren voor voetgangers- en fietsbruggen [NEN 1990 tabel NB.10].

Belasting	Symbool		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkeersbelastingen	gr1	Gelijkmatig verdeelde belasting q_{fk}	0,4	0,8 ^c	0,4
		Horizontale belasting Q_{fk}			
	gr 2	Gelijkmatig verdeelde belasting q_{fk}	0,4	0,8 ^b	0
		Dienstvoertuig Q_{serv}			
		Horizontale belasting Q_{fk}			
	Geconcentreerde belasting Q_{fwk}		0	0,8 ^b	0
	Onbedoeld voertuig (zie 5.6.3)		0	0,8 ^b	0
Windkrachten	F_{Wk} blijvende ontwerpsituatie		0,3	0,6 ^b	0
	Uitvoering		0,8	0	
Thermische belastingen	T_k		0,3	0,8	0,3 ^a
Sneeuwbelastingen	$Q_{Sn,k}$ blijvende ontwerpsituatie		0	0	0
	Uitvoering		0,8	0	
Belastingen tijdens de bouw	Q_c		1,0	0	1,0

^a In de uiterste grenstoestand kan voor ψ_2 voor thermische belasting 0 worden aangehouden.

^b Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0$.

^c Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0,4$.

OPMERKING Groepen verkeersbelastingen hoeven niet met elkaar te zijn gecombineerd.

5.1.4. Groepen van belastingen

Voor voetgangers- en fietsbruggen dienen de belastinggroepen conform NEN-EN 1990 tabel NB.17 te worden aangehouden, zie onderstaande tabel.

Tabel 7: Momentaanwaarden voor voetgangers- en fietsbruggen [NEN 1990 tabel NB.17].

Belasting	Belastingscombinaties									
	gr1	gr2	Q_{fwk}	Onbedoeld voertuig ^b	W^c		T^d		S	$A1^{a,c}$
Gelijkmatig verdeelde belasting	1	0,8	0	0	0,4	0,32	0,4	0,32	0	0,4
Horizontale belasting	1	1,0	0	0	0,4	0,4	0,4	0,4	0	0,4
Dienstvoertuig Q_{serv}	0	1,0	0	0	0	0,4	0	0,4	0,8	0
Geconcentreerde belasting Q_{fwk}	0	0	1	0	0	0	0	0		0
Onbedoeld voertuig	0	0	0	1	0		0		0	0
Wind F_{wk}	0,3	0,3	0	0	1,0	1,0	0,3	0,3	0,3	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,3	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Aardbevingsbelasting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^a $A1$ = aanrijding op of onder de brug en aanvaring.
^b Te beschouwen als gewoon belastingsgeval (geen calamiteit); zie 5.6.3.
^c Bij deze combinatie is in eerste kolom de verticale belasting vermenigvuldigd met ψ_0 en de horizontale met ψ_0^2 ; in de tweede kolom is dat omgekeerd; dit is gedaan om consistent te zijn met het gebruik van de groepen verkeersbelastingen.

Conform bovenstaande tabel worden de extreme verticale en horizontale verkeersbelasting (d.w.z. rembelasting) gecombineerd. Verondersteld wordt dat het niet te verwachten is dat de extreme verticale verkeersbelasting, de extreme rembelasting én de extreme leuningbelasting tegelijkertijd optreden. Daarom wordt de momentane waarde van de leuningbelasting gecombineerd met de extreme verticale en horizontale verkeersbelasting (en omgekeerd).

Bijlage A bevat een overzicht van de gehanteerde belastingcombinaties.

5.2. BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

5.2.1. Belastingcombinaties

Bij het toetsen van de bruikbaarheidsgrenstoestanden dienen de uitdrukkingen 6.14a t/m 6.16b te worden gebruikt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in drie verschillende combinaties, de karakteristieke, frequente en quasi blijvende belastingcombinatie. Welke belastingcombinatie gebruikt wordt hangt af van hetgeen waarop getoetst wordt. Zo wordt de karakteristieke combinatie gebruikt voor een eenmalige doorbuigingscontrole, terwijl op basis van de quasi blijvende combinatie de permanente doorbuiging wordt getoetst. De frequente belastingcombinatie dient te worden gebruikt bij het toetsen op scheurvorming.

Vergelijking 6.14b (karakteristieke combinatie):

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

Vergelijking 6.15b (frequente combinatie):

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

Vergelijking 6.16b (quasi blijvende combinatie):

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

Conform NEN-EN-19921-1 artikel 7.3.1 dient voor constructies met betonstaal en/of voorspanstaal zonder aanhechting en constructies met een combinatie van betonstaal en voorspanstaal met aanhechting gerekend te worden met Frequentie belastingcombinaties (vergelijking 6.15b).

5.2.2. Belastingfactoren

In de BGT wordt voor alle belastingen een belastingfactor van 1.0 aangehouden.

5.2.3. Momentaanfactoren

Voor de BGT gelden dezelfde ψ -factoren als voor de UGT.

5.2.4. Groepen van belastingen

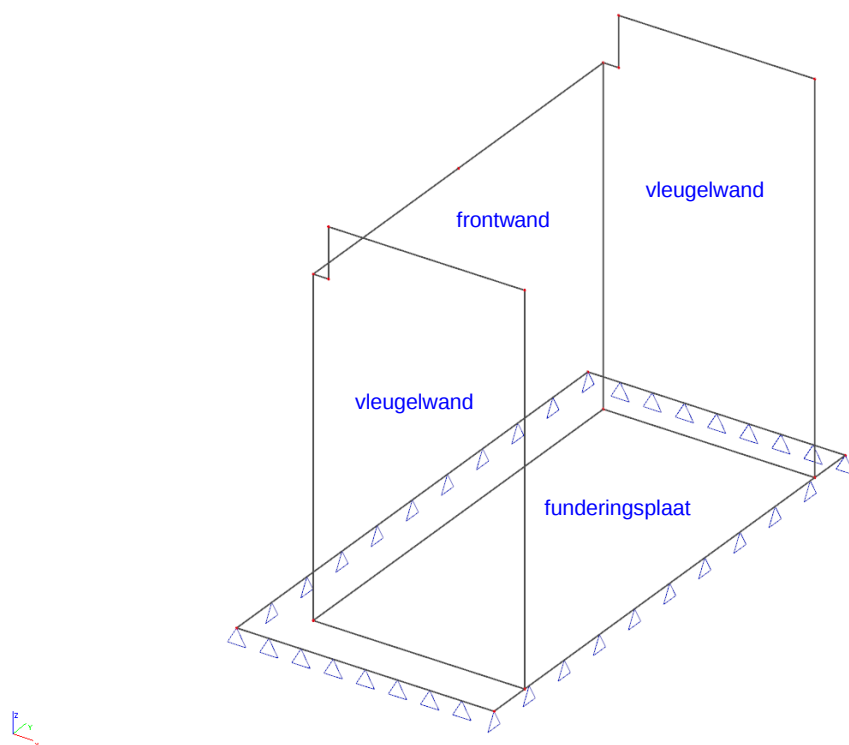
Voor de BGT gelden dezelfde groepen van belastingen als voor de UGT.

Bijlage A bevat een overzicht van de gehanteerde belastingcombinaties.

6. BEREKENING KRACHTSWERKING

6.1. SCHEMATISATIE REKENMODEL

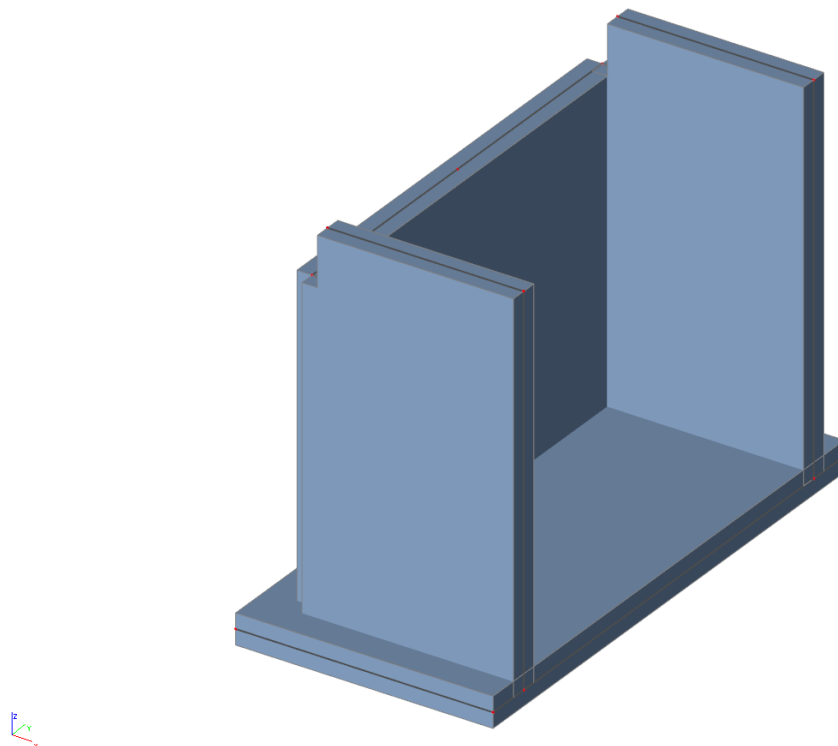
De krachtswerking in de landhoofden is berekend middels een 3D-rekenmodel in SCIA Engineer. Het model is opgebouwd uit 2D plaalementen. Onderstaande figuur bevat het draadmodel van de constructie van de landhoofden.



Figuur 9: Draadmodel rekenmodel SCIA Engineer.

De frontwand, vleugelwanden en funderingsplaat zijn gemodelleerd als 2D-plaalementen. Verondersteld wordt dat de mate van scheurvorming in deze plaalementen in beide richtingen ongeveer gelijk is. De elementen zijn daarom gemodelleerd als isotrope platen waarbij de elasticiteitsmodulus en poisson coëfficiënt van het beton zijn gebaseerd op gescheurd beton.

Onderstaande figuur bevat het volumemodel van de constructie van de landhoofden.



Figuur 10: Volumemodel rekenmodel SCIA Engineer.

Aangezien het een in-het-werk gestorte betonconstructie betreft zijn de verbindingen tussen de elementen momentvast gemodelleerd.

Het elementennet van de plaalementen heeft een basisgrootte van $0,25 \times 0,25 \text{ m}^2$ per element.

In de volgende twee paragrafen worden de elementparameters en opleggingen uitgewerkt.

6.2. STIJFHEIDSPARAMETERS ELEMENTEN

Funderingsplaat

Elementtype:	2D plaalement isotroop
Dikte:	500 mm
Sterkteklasse:	C30/37
Elasticiteitsmodulus (E_s):	10.000 N/mm ² (gescheurd beton incl. kruip van beton)
Poisson coëfficiënt:	0.1 (gescheurd)

Wanden

Elementtype:	2D plaalement isotroop
Dikte:	500 mm
Sterkteklasse:	C30/37
Elasticiteitsmodulus (E_s):	10.000 N/mm ² (gescheurd beton incl. kruip van beton)
Poisson coëfficiënt:	0.1 (gescheurd)

6.3. GRONDBEDDINGEN

Er is een verticale grondbedding onder de funderingsplaat gemodelleerd op basis van het Winkler-model (d.w.z. geen koppeling tussen naast elkaar gelegen veren; $C_{2x} = C_{2y} = 0$).

De verticale veerconstante (C_{1z}) is aangehouden conform de het funderingsadvies (zie [III] / bijlage E). De lage/hoge karakteristieke bedding (t.g.v. variaties in de grondopbouw) wordt verkregen door de representatieve beddingen te delen/vermenigvuldigen met een factor 1.2. Er is een factor 1.2 gehanteerd in plaats van $\sqrt{2}$ omdat al de ongunstigste sondering is beschouwd. Gezien de beperkte afmetingen van de landhoofden en aangezien de sonderingen de landhoofden goed omsluiten, is het niet waarschijnlijk dat binnen de sonderingen een nóg slechtere ondergrond aanwezig is. De lage/hoge rekenwaarde van de bedding wordt verkregen door de karakteristieke bedding te delen/vermenigvuldigen met een factor 1.3.

Tabel 8: Verticale grondbedding onder funderingsplaat.

Veerwaarde [MN/m ³]	$C_{1z\text{laag}}$	$C_{1z\text{gem}}$	$C_{1z\text{hoog}}$
Representatieve waarde		8.0	
Karakteristieke waarde (BGT)	6.7		9.6
Rekenwaarde (UGT en CAL)	5.1		12.5

De horizontale grondbedding onder de funderingsplaat is niet specifiek gemodelleerd ($C_{1x} = C_{1y} = 0$). Middels lijnondersteuning ($K_{\text{hor}} = 20 \text{ MN/m}^2$) wordt een horizontale verplaatsing voorkomen. Het horizontale evenwicht van het landhoofd wordt gecontroleerd in het funderingsadvies.

Om de resultante van de belastingen op de fundering te bepalen is met starre knooppoleggingen gerekend. De stijfheid van de grondbedding heeft namelijk geen invloed op de resultante van de belastingen.

De vervormingen zijn berekend met de lage karakteristieke bedding.

6.4. RESULTATEN

Er zijn 2 rekenmodellen beschouwd:

1. Starre opleggingen (t.b.v. resultante van belastingen);
2. Lage rekenwaarde bedding (t.b.v. toetsing UGT, CAL en BGT);
3. Hoge rekenwaarde bedding (t.b.v. toetsing UGT, CAL en BGT);
4. Lage karakteristieke bedding (t.b.v. vervormingen);

In B-1 t/m B-4 is de invoer gegeven van de SCIA rekenmodellen. Om de hoeveelheid van de bijlagen te verminderen is van het eerste model de volledige invoer weergegeven en van de overige rekenmodellen alleen de invoer van de opleggingen. De overige invoer is namelijk identiek aan het eerste model.

In C-1 t/m C-4 zijn de resultaten gegeven van de SCIA rekenmodellen. Om de hoeveelheid van de bijlagen te verminderen is van de eerste drie modellen de krachtswerking ook (deels) grafisch weergegeven. Van het vierde rekenmodel is de krachtswerking alleen tabellarisch weergegeven. De krachtswerking is ongeveer identiek aan het derde model.

Werkwijze t.a.v. grondbedding

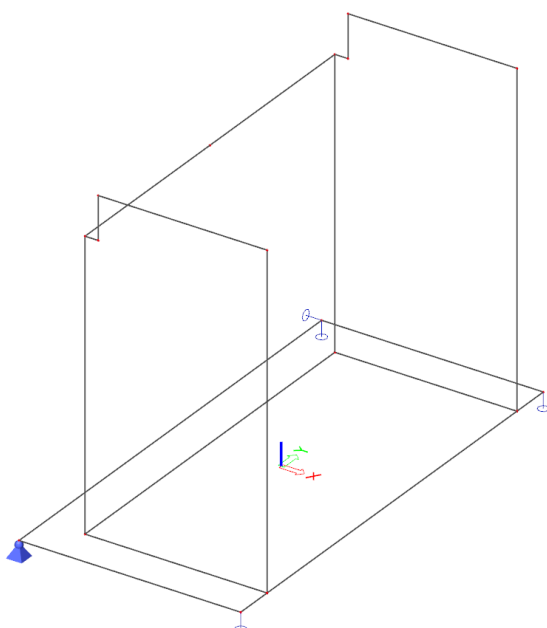
De grondbedding onder de funderingsplaat betreft een bedding op (alleen) druk. Ter vereenvoudiging is gerekend met een lineaire bedding die ook trek kan opnemen. Alleen in de UGT treden er trekkrachten op de bedding op. In werkelijkheid zouden deze trekkrachten niet kunnen optreden. De invloed hiervan op de toetsing van de wapening in de betonconstructie is nihil omdat het oppervlakte waarin trekkrachten optreden relatief klein is en de UGT in het algemeen niet maatgevend is.

7. TOETSINGEN

7.1. BELASTINGOPGAVE FUNDERING

De belastingopgave voor de toetsing van het geotechnisch draagvermogen is bepaald met het rekenmodel met starre opeleggingen. Van dit rekenmodel zijn de resultante reactiekrachten bepaald ten opzichte van het geometrische midden van de funderingsplaat (= centraal-punt). Onderstaande figuur bevat het assenstelsel. Hiervoor geldt:

- x-richting = langsrichting = evenwijdig aan overspanningsrichting equiduct;
- y-richting = dwarsrichting = dwars op overspanningsrichting equiduct;
- z-richting = verticale richting;



Figuur 11: Assenstelsel rekenmodel.

Bijlage C-1 bevat voor de UGT – blijvende ontwerpsituaties, de UGT – buitengewone ontwerpsituaties en de BGT – karakteristieke combinaties de maximale resultante reactiekrachten. Voor de toetsing van het geotechnisch draagvermogen wordt verwezen naar het funderingsadvies (zie [III] / bijlage E).

NB. Voor de UGT – blijvende ontwerpsituaties zijn de rekenwaarde van de belastingen bepaald met de belastingfactoren conform NEN-EN 1990 tabel NB.13 – Belastingfactoren voor wegverkeersbruggen en bruggen voor langzaam verkeer en voetgangers- en fietsbruggen STR/GEO) (groep B). Voor de UGT – buitengewone ontwerpsituaties en de BGT – karakteristieke combinaties zijn de rekenwaarde van de belastingen bepaald met belastingfactoren gelijk aan 1.0.

NB. De reactiekrachten zijn bepaald voor het niveau 31.55 m + NAP (= hart funderingsplaat). Het aanlegniveau van de fundering is 31.30 m + NAP. Dit verschil wordt verwaarloosbaar geacht.

7.2. VERVORMINGEN LANDHOOFD

Er zijn geen formele eisen voor de vervormingen van het landhoofd. Gezien de bekleding met schanskorven onder een hoek van 1:10 zijn er vanuit esthetisch oogpunt geen redenen om eisen te stellen. Aangehouden worden maximale verplaatsingen van 50 mm en maximale hoekverdraaiingen van 1/100.

De vervormingen van de funderingsplaat worden getoetst in de BGT karakteristieke combinatie.

Funderingsplaat

Maximale verticale verplaatsing:

$$U_z = 43 \text{ mm} \quad [\text{bijlage C-4 par. 3.1.1.1}]$$

$$U_{\max} = 50 \text{ mm}$$

$$U_z \leq U_{\max} \rightarrow \text{akkoord}$$

Maximale relatieve rotatie:

$$\varphi_y = 9.1 \text{ mrad} \quad [\text{bijlage C-4 par. 3.1.1.1}]$$

$$\varphi_{\max} = 10.0 \text{ mrad (1/100)}$$

$$\varphi_y \leq \varphi_{\max} \rightarrow \text{akkoord}$$

Frontwand

Maximale horizontale verplaatsing:

$$U_x = 55.9 - 5.8 = 50.1 \text{ mm} \quad [\text{bijlage C-4 par. 3.1.1.2}]$$

$$U_{\max} = 50 \text{ mm (circa 1/100)}$$

$$U_x > U_{\text{grens}} \rightarrow \text{akkoord omdat overschrijding verwaarloosbaar}$$

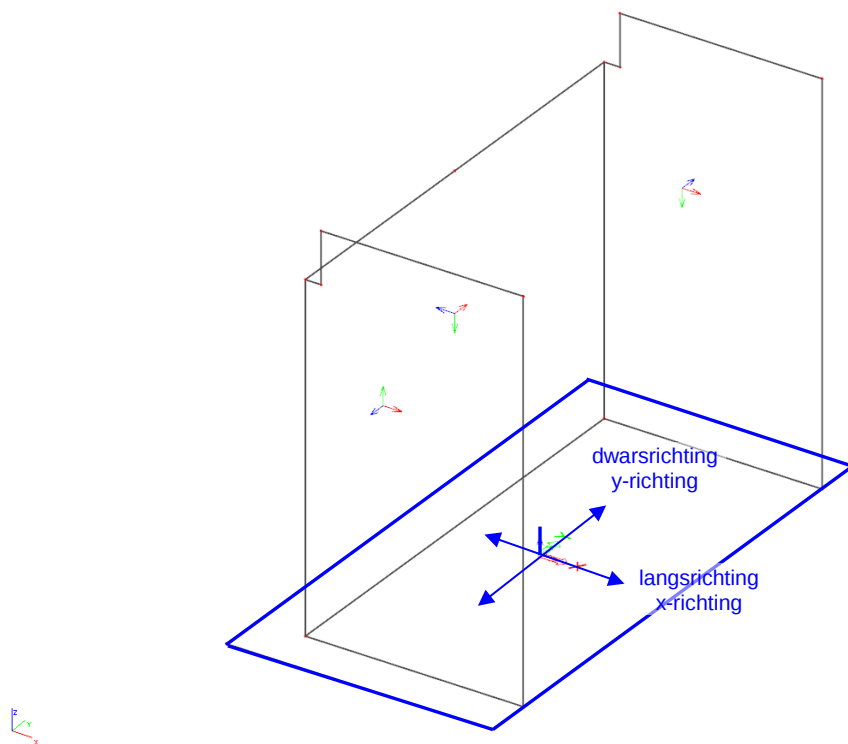
7.3. FUNDERINGSPLAAT

7.3.1. Werkwijze

Voor de wapening in de langsrichting moeten de momenten in x-richting in SCIA Engineer worden beschouwd (m_{xD} ; evenwijdig aan overspanningsrichting equiduct). Voor de wapening in de dwarsrichting moeten de momenten in y-richting worden beschouwd (m_{yD} ; haaks op overspanningsrichting equiduct).

Voor de wapening aan de bovenzijde moeten de positieve wapeningsmomenten in SCIA Engineer worden beschouwd (m_{D+}). Voor de wapening aan de onderzijde moeten de negatieve wapeningsmomenten worden beschouwd (m_{D-}).

De wapening in de langsrichting ligt in de 1e wapeningslaag. De wapening in de dwarsrichting ligt in de 2e wapeningslaag.



Figuur 12: Langs- en dwarsrichting funderingsplaat.

Piekmomenten worden middels snedes gespreid over een breedte van maximaal 4 maal de hoogte van de doorsnede (d.w.z. $4 \times 0.5 = 2.0$ m). De momenten worden beschouwd ter plaatse van de dag van de wanden.

Voor de bovenzijde van de funderingsplaat geldt dat de maatgevende momenten optreden binnen de wanden. Zodoende wordt er bij de toetsing van de wapening aan de bovenzijde gerekend met een maximum scheurwijdte van 0.30 mm.

7.3.2. Langswapening – bovenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm	
Betonsterkteklasse	= C30/37	
Toegepaste dekking	= 40 mm	
Nominale dekking	= 25 mm	→ $k_x = C_{\text{toegepast}} / C_{\text{nom}} = 1.6 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 1	
Milieuklasse	= XC2	
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.6 = 0.48$ mm	→ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	$mxD+$	= 85 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.2.1]
	nxD	= 100 kN	

BGT fre:	$mxD+$	= 40 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.1.1]
	nxD	= 65 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-1 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen wapening langsrichting bovenin 1^e laag: Ø16 – 125

7.3.3. Langswapening – onderzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm
Betonsterkteklasse	= C30/37
Toegepaste dekking	= 40 mm
Nominale dekking	= 35 mm (i.v.m. hulpstaven) $\rightarrow k_x = C_{\text{toegepast}} / C_{\text{nom}} = 1.14 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 1
Milieuklasse	= XC2
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.14 = 0.34$ mm $\rightarrow$ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	mxD-	= 105 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.2.1]
	nxD	= 100 kN	

BGT fre:	mxD-	= 75 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.1.1]
	nxD	= 65 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-2 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen wapening langsrichting onderin 1^e laag: Ø16 – 125

7.3.4. Dwarswapening – bovenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm	
Betonsterkteklasse	= C30/37	
Toegepaste dekking	= 40 mm	
Nominale dekking	= 25 mm	$\rightarrow k_x = C_{toegepast} / C_{nom} = 1.6 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 2	
Milieuklasse	= XC2	
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.6 = 0.48$ mm	$\rightarrow$ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	myD+ = 150 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.2.2]
	nyD = 300 kN	

BGT fre:	myD+ = 110 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.1.2]
	nyD = 310 kN	

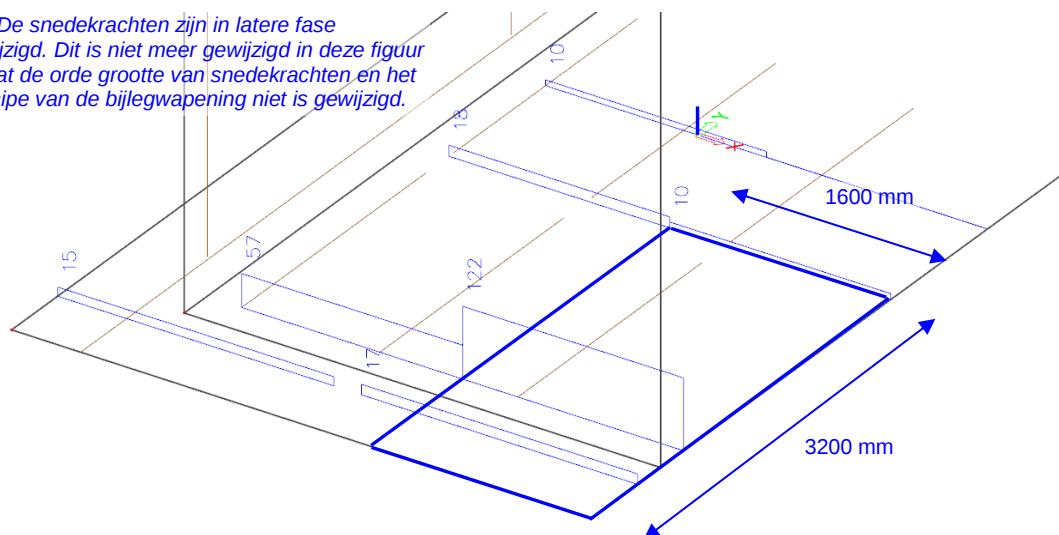
Doorsnedetoetsing

Bijlage D-3 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen wapening dwarsrichting bovenin 2^e laag: Ø16 – 125 + lokaal bijleg Ø16 – 500

Onderstaande figuur laat zien dat het maatgevende moment slechts lokaal voorkomt. De overige momenten zijn aanzienlijk lager. Alleen in onderstaand gebied wordt de bijlegwapening toegepast.

NB. De snedekrachten zijn in latere fase gewijzigd. Dit is niet meer gewijzigd in deze figuur omdat de orde grootte van snedekrachten en het principe van de bijlegwapening niet is gewijzigd.



Figuur 13: Momenten in dwarsrichting (MyD+) in funderingsplaat (BGT fre).

7.3.5. Dwarswapening – onderzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm
Betonsterkteklasse	= C30/37
Toegepaste dekking	= 40 mm
Nominale dekking	= 35 mm (i.v.m. hulpstaven) $\rightarrow k_x = C_{\text{toegepast}} / C_{\text{nom}} = 1.14 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 1
Milieuklasse	= XC2
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.14 = 0.34$ mm $\rightarrow$ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	myD-	= 90 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.2.2]
	nyD	= 300 kN	

BGT fre:	myD-	= 55 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 4.1.1.2]
	nyD	= 310 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-4 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen wapening dwarsrichting onderin 2^e laag: Ø16 – 125

7.3.6. Dwarskracht

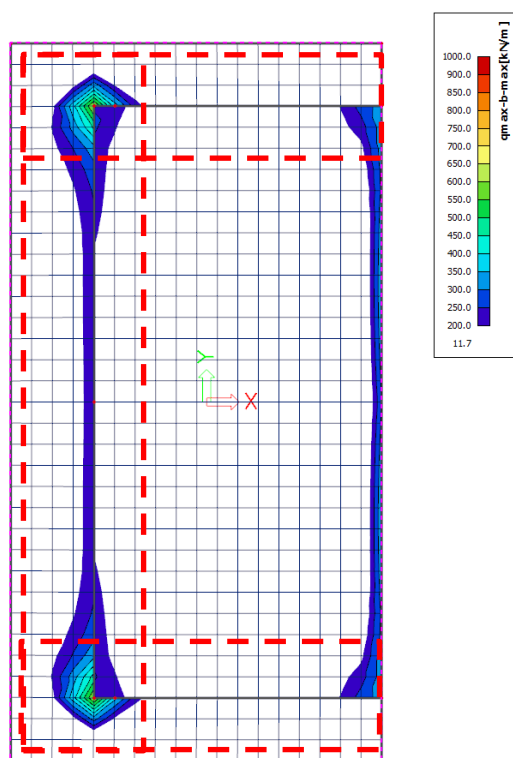
Doorsnedecapaciteit

Er wordt geen dwarskrachtwapening toegepast in de funderingsplaat. Bijlage D-5 bevat de berekening van de doorsnedecapaciteit van het beton. Deze capaciteit is $V_{Rdc} = 200 \text{ kN/m}$.

NB. Conform NEN-EN 1992-1-1 artikel 6.2.2 (1) mag de invloed van opgelegde vervormingen op de normaaltrekkkracht veroorzaakt door krimp en temperatuursveranderingen, zijn verwaarloosd. Daarom is voor de funderingsplaat geen normaaltrekkkracht beschouwd.

Doorsnedekrachten

Onderstaande figuur bevat het dekingsgebied waarvoor geldt: $q_{maxb} \geq 200 \text{ kN/m}$.



Figuur 14: Dwarskracht (q_{maxb}) in funderingsplaat (UGT + CAL).

Voor elementen die voornamelijk zijn belast door gelijkmatig verdeelde belastingen hoeft de dwarskrachtweerstand niet te zijn gecontroleerd binnen een afstand gelijk aan de nuttige hoogte (d) vanaf de dagkant van de oplegging. De dikte van de wanden is 500 mm. De nuttige hoogte (d) is circa 400 mm. De elementgrootte is 250 mm. De dwarskrachtcapaciteit van het beton wordt niet overschreden binnen een afstand gelijk aan de nuttige hoogte (d) vanaf de dagkant van de wanden, zie de rode hulplijnen in bovenstaande figuur, behalve ter plaatse van de vrije randen van de plaat. Deze piekspanning is een numeriek verschijnsel en is niet representatief voor de werkelijke krachswerking.

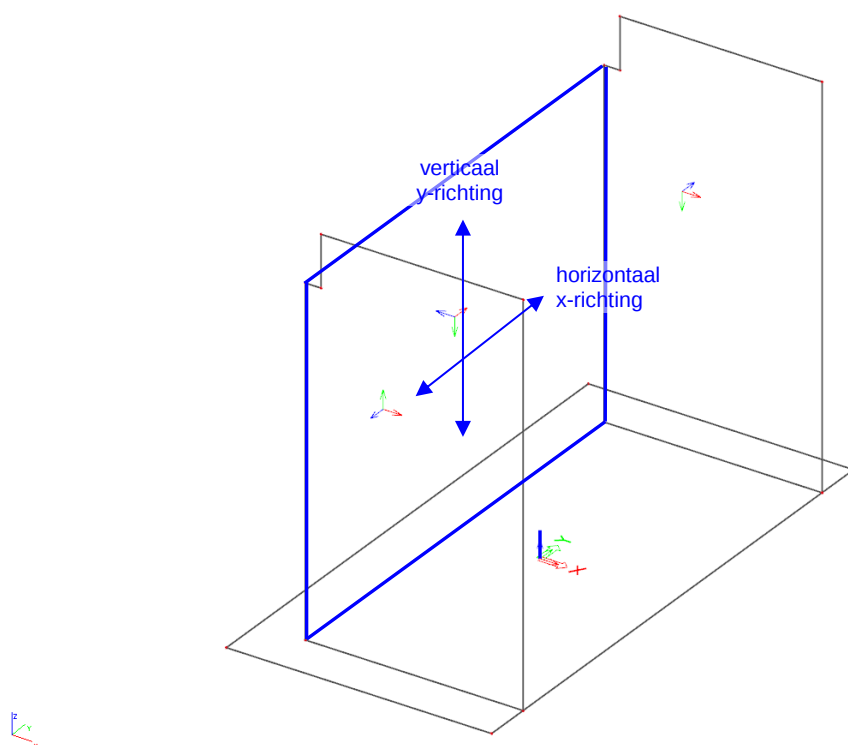
7.4. FRONTWAND

7.4.1. Werkwijze

Voor de horizontale wapening moeten de momenten in x-richting in SCIA Engineer worden beschouwd (mxD). Voor de verticale wapening moeten de momenten in y-richting worden beschouwd (myD).

Voor de wapening aan de buitenzijde (= zichtzijde) moeten de positieve wapeningsmomenten in SCIA Engineer worden beschouwd (mD+). Voor de wapening aan de binnenzijde (= grondzijde) moeten de negatieve wapeningsmomenten worden beschouwd (mD-).

De verticale wapening ligt in de 1e wapeningslaag. De horizontale wapening ligt in de 2e wapeningslaag.



Figuur 15: Langs- en dwarsrichting frontwand.

Piekmomenten worden middels snedes gespreid over een breedte van maximaal 4 maal de hoogte van de doorsnede (d.w.z. $4 \times 0.5 = 2.0$ m). De momenten worden beschouwd ter plaatse van de dag van de vleugelwanden en funderingsplaat.

7.4.2. Horizontale wapening – buitenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm	
Betonsterkteklasse	= C30/37	
Toegepaste dekking	= 40 mm	
Nominale dekking	= 35 mm	$\rightarrow k_x = C_{toegepast} / C_{nom} = 1.14 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 2	
Milieuklasse	= XD1	
Max. scheurwijdte	= $0.20 \times 1.14 = 0.228$ mm	

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	mxD+ = 80 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.2.1]
	nxD = 530 kN	

BGT fre:	mxD+ = 75 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.1]
(max. M)	nxD = 290 kN	

(max. N)	mxD+ = 45 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.1]
	nxD = 570 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-6 en D-7 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen horizontale wapening buitenzijde 2^e laag: Ø16 – 90

7.4.3. Horizontale wapening – binnenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm
Betonsterkteklasse	= C30/37
Toegepaste dekking	= 40 mm
Nominale dekking	= 25 mm $\rightarrow k_x = C_{\text{toegepast}} / C_{\text{nom}} = 1.6 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 2
Milieuklasse	= XC2
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.6 = 0.48 \text{ mm} \rightarrow$ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	mxD- = 160 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.2.1]
	nxD = 530 kN	

BGT fre:	mxD- = 160 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.1]
(max. M)	nxD = 250 kN	

(max. N)	mxD- = 70 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.1]
	nxD = 570 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-8 en D-9 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen horizontale wapening binnenzijde 2^e laag: Ø16 – 90

7.4.4. Verticale wapening – buitenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm	
Betonsterkteklasse	= C30/37	
Toegepaste dekking	= 40 mm	
Nominale dekking	= 35 mm	$\rightarrow k_x = C_{toegepast} / C_{nom} = 1.14 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 1	
Milieuklasse	= XD1	
Max. scheurwijdte	= $0.20 \times 1.14 = 0.228$ mm	

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	myD+ = 60 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.2.2]
	nyD = 260 kN	

BGT fre:	myD+ = 50 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.2]
(max. M)	nyD = 30 kN	

(max. N)	myD+ = 15 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.2]
	nyD = 145 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-10 en D-11 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen verticale wapening buitenzijde 1^e laag: Ø16 – 125

7.4.5. Verticale wapening – binnenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm
Betonsterkteklasse	= C30/37
Toegepaste dekking	= 40 mm
Nominale dekking	= 25 mm $\rightarrow k_x = C_{\text{toegepast}} / C_{\text{nom}} = 1.6 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 1
Milieuklasse	= XC2
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.6 = 0.48$ mm $\rightarrow$ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	myD-	= 100 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.2.2]
	nyD	= 260 kN	
BGT fre:	myD-	= 110 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.2]
(max. M)	nyD	= 0 kN	
(max. N)	myD-	= 100 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.2]
	nyD	= 150 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-12 en D-13 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen verticale wapening binnenzijde 1^e laag: Ø16 – 125

7.4.6. Dwarskracht

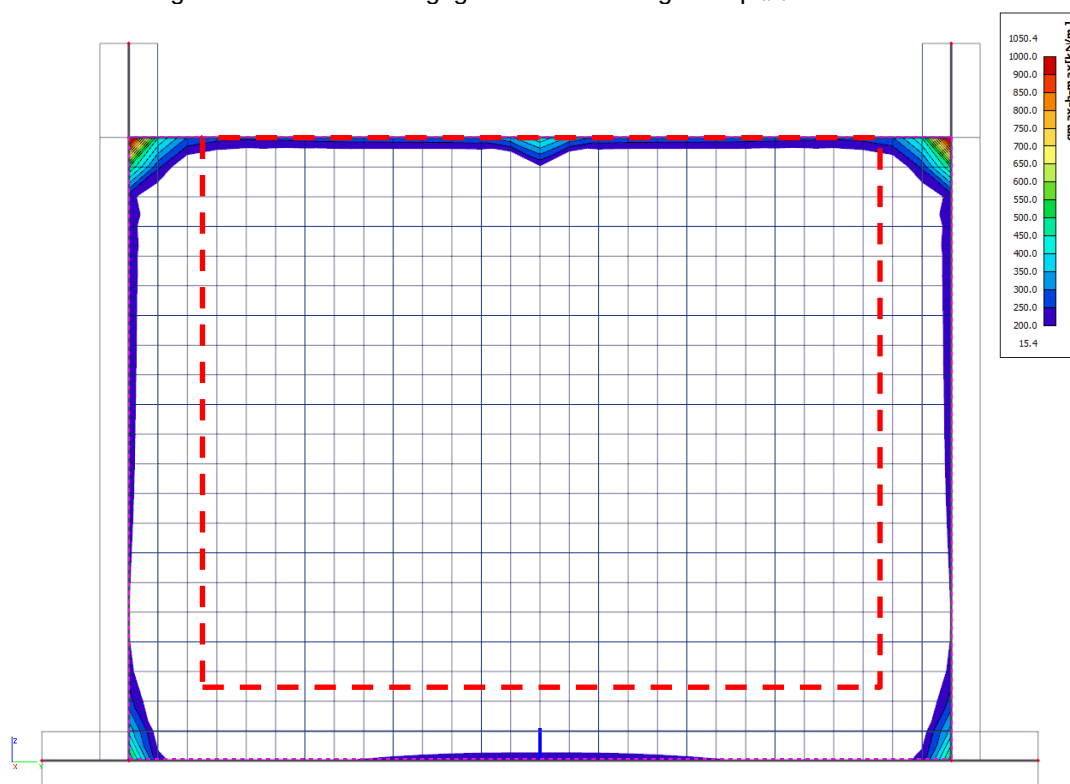
Doorsnedecapaciteit

Er wordt geen dwarskrachtwapening toegepast in de funderingsplaat. Bijlage D-5 bevat de berekening van de doorsnedecapaciteit van het beton. Deze capaciteit is $V_{Rdc} = 200 \text{ kN/m}$.

NB. Conform NEN-EN 1992-1-1 artikel 6.2.2 (1) mag de invloed van opgelegde vervormingen op de normaaltrekkkracht veroorzaakt door krimp en temperatuursveranderingen, zijn verwaarloosd. Daarom is voor de funderingsplaat geen normaaltrekkkracht beschouwd.

Doorsnedekrachten

Onderstaande figuur bevat het dekingsgebied waarvoor geldt: $q_{maxb} \geq 200 \text{ kN/m}$.



Figuur 16: Dwarskracht (q_{maxb}) in frontwand (UGT + CAL).

Voor elementen die voornamelijk zijn belast door gelijkmatig verdeelde belastingen hoeft de dwarskrachtweerstand niet te zijn gecontroleerd binnen een afstand gelijk aan de nuttige hoogte (d) vanaf de dagkant van de oplegging. De dikte van de funderingsplaat en vleugelwanden is 500 mm. De nuttige hoogte (d) is circa 400 mm. De elementgrootte is 250 mm. De dwarskrachtcapaciteit van het beton wordt niet overschreden binnen een afstand gelijk aan de nuttige hoogte (d) vanaf de dagkant van de wanden, zie de rode hulplijnen in bovenstaande figuur, behalve ter plaatse van de vrije bovenrand van de frontwand. Deze piekspanning is een numeriek verschijnsel en is niet representatief voor de werkelijke krachswerking.

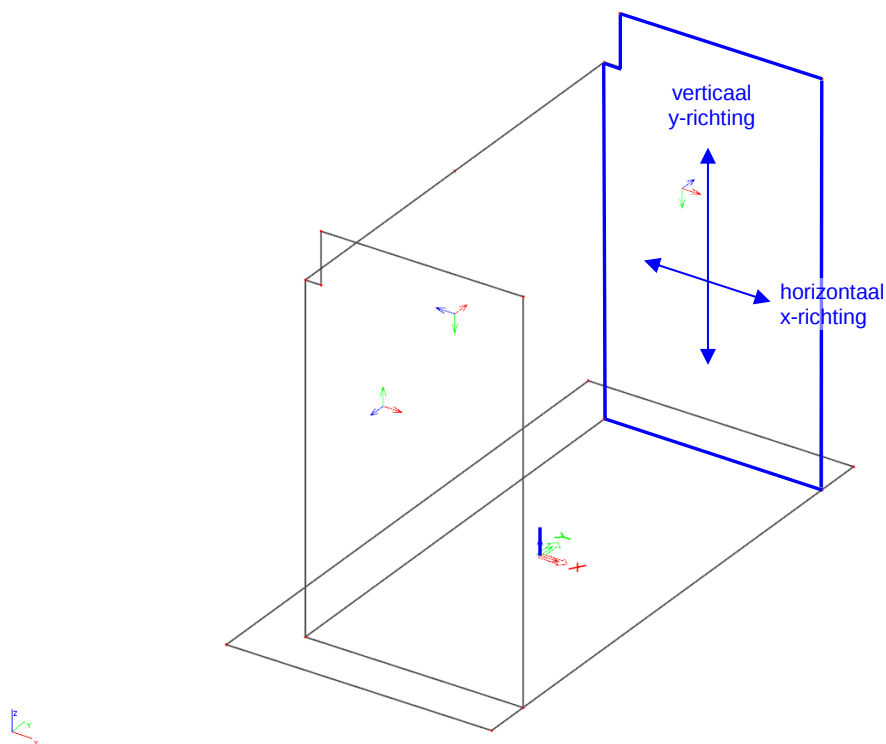
7.5. VLEUGELWANDEN

7.5.1. Werkwijze

Voor de horizontale wapening moeten de momenten in x-richting in SCIA Engineer worden beschouwd (mxD). Voor de verticale wapening moeten de momenten in y-richting worden beschouwd (myD).

Voor de wapening aan de buitenzijde (= zichtzijde) moeten de positieve wapeningsmomenten in SCIA Engineer worden beschouwd (mD+). Voor de wapening aan de binnenzijde (= grondzijde) moeten de negatieve wapeningsmomenten worden beschouwd (mD-).

De verticale wapening ligt in de 1e wapeningslaag. De horizontale wapening ligt in de 2e wapeningslaag.



Figuur 17: Langs- en dwarsrichting vleugelwanden.

Piekmomenten worden middels snedes gespreid over een breedte van maximaal 4 maal de hoogte van de doorsnede (d.w.z. $4 \times 0.5 = 2.0$ m). De momenten worden beschouwd ter plaatse van de dag van de frontwand en funderingsplaat.

7.5.2. Horizontale wapening – buitenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm	
Betonsterkteklasse	= C30/37	
Toegepaste dekking	= 40 mm	
Nominale dekking	= 35 mm	$\rightarrow k_x = C_{\text{toegepast}} / C_{\text{nom}} = 1.14 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 2	
Milieuklasse	= XD1	
Max. scheurwijdte	= $0.20 \times 1.14 = 0.228$ mm	

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	$mxD+$	= 55 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.2.1]
	nxD	= 220 kN	

BGT fre:	$mxD+$	= 85 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.1.1]
	nxD	= 330 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-14 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen horizontale wapening buitenzijde 2^e laag: Ø16 – 100

7.5.3. Horizontale wapening – binnenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm
Betonsterkteklasse	= C30/37
Toegepaste dekking	= 40 mm
Nominale dekking	= 25 mm $\rightarrow k_x = C_{\text{toegepast}} / C_{\text{nom}} = 1.6 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 2
Milieuklasse	= XC2
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.6 = 0.48 \text{ mm} \rightarrow$ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	mxD-	= 150 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.2.1]
	nxD	= 220 kN	

BGT fre:	mxD-	= 150 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.1.1]
(max. M)	nxD	= 150 kN	

(max. N)	mxD+	= 70 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 5.1.1.1]
	nxD	= 330 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-15 en D-16 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen horizontale wapening binnenzijde 2^e laag: Ø16 – 100

7.5.4. Verticale wapening – buitenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm	
Betonsterkteklasse	= C30/37	
Toegepaste dekking	= 40 mm	
Nominale dekking	= 35 mm	$\rightarrow k_x = C_{toegepast} / C_{nom} = 1.14 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 1	
Milieuklasse	= XD1	
Max. scheurwijdte	= $0.20 \times 1.14 = 0.228$ mm	

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	myD+ = 75 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.2.2]
	nyD = 260 kN	
BGT fre:	myD+ = 110 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.1.2]
(max. M)	nyD = 100 kN	
(max N)	myD+ = 0 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.1.2]
	nyD = 390 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-17 en D-18 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen verticale wapening buitenzijde 1^e laag: Ø16-125

7.5.5. Verticale wapening – binnenzijde

Uitgangspunten

Doorsnede (b x h)	= 1000 x 500 mm
Betonsterkteklasse	= C30/37
Toegepaste dekking	= 40 mm
Nominale dekking	= 30 mm $\rightarrow k_x = C_{toegepast} / C_{nom} = 1.33 \leq 2.0$
Wapeningslaag	= 1
Milieuklasse	= XC2
Max. scheurwijdte	= $0.30 \times 1.33 = 0.40$ mm $\rightarrow$ neem 0.30 mm

Doorsnedekrachten

UGT + CAL:	myD-	= 150 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.2.2]
	nyD	= 260 kN	

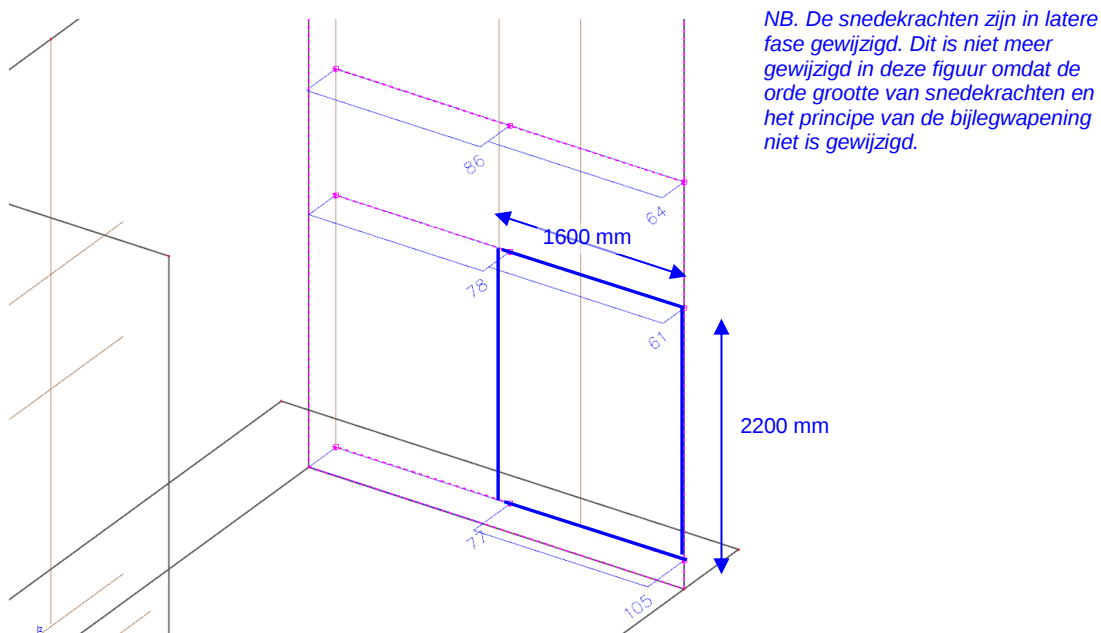
BGT fre:	myD-	= 110 kNm met	[bijlage C-2/3 par. 6.1.1.2]
	nyD	= 390 kN	

Doorsnedetoetsing

Bijlage D-19 bevat de toetsing van de toegepaste wapening met behulp van een Excel rekensheet. Uit de toetsing blijkt dat de toegepaste wapening voldoet.

Toepassen verticale wapening binnenzijde 1^e laag: Ø16 – 125 + lokaal bijleg Ø16 – 500

Onderstaande figuur laat zien dat het maatgevende moment slechts lokaal voorkomt. De overige momenten zijn aanzienlijk lager. Alleen in onderstaand gebied wordt de bijlegwapening toegepast.



Figuur 18: Momenten in verticale richting (MyD-) in vleugelwanden (BGT fre).

7.5.6. Dwarskracht

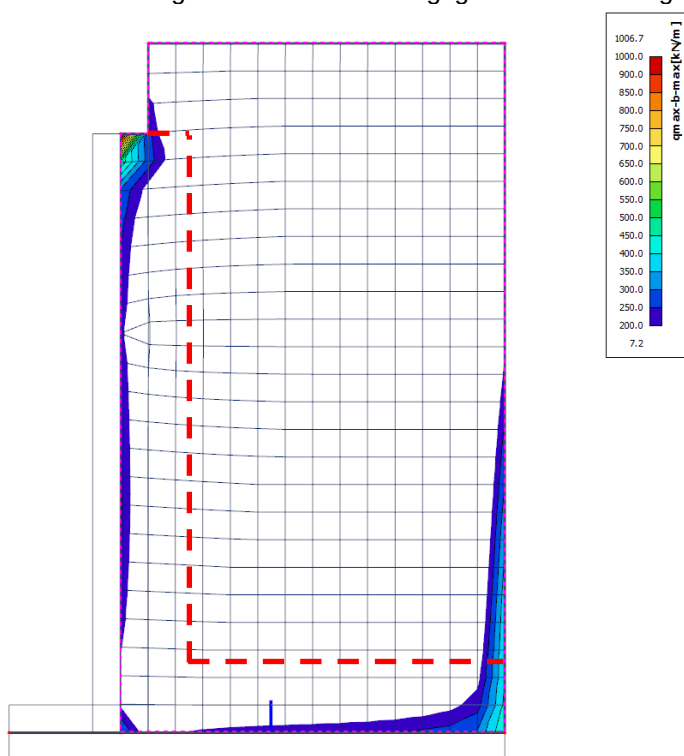
Doorsnedecapaciteit

Er wordt geen dwarskrachtwapening toegepast in de funderingsplaat. Bijlage D-5 bevat de berekening van de doorsnedecapaciteit van het beton. Deze capaciteit is $V_{Rdc} = 200 \text{ kN/m}$.

NB. Conform NEN-EN 1992-1-1 artikel 6.2.2 (1) mag de invloed van opgelegde vervormingen op de normaaltrekkracht veroorzaakt door krimp en temperatuursveranderingen, zijn verwaarloosd. Daarom is voor de funderingsplaat geen normaaltrekkracht beschouwd.

Doorsnedekrachten

Onderstaande figuur bevat het dekingsgebied waarvoor geldt: $q_{maxb} \geq 200 \text{ kN/m}$.



Figuur 19: Dwarskracht (q_{maxb}) in vleugelwanden (UGT + CAL).

Voor elementen die voornamelijk zijn belast door gelijkmatig verdeelde belastingen hoeft de dwarskrachtweerstand niet te zijn gecontroleerd binnen een afstand gelijk aan de nuttige hoogte (d) vanaf de dagkant van de oplegging. De dikte van de funderingsplaat en vleugelwanden is 500 mm. De nuttige hoogte (d) is circa 400 mm. De elementgrootte is 250 mm. De dwarskrachtcapaciteit van het beton wordt niet overschreden binnen een afstand gelijk aan de nuttige hoogte (d) vanaf de dagkant van de wanden, zie de rode hulplijnen in bovenstaande figuur, behalve ter plaatse van de vrije zijrand van de vleugelwand. Deze piekspanning is een numeriek verschijnsel en is niet representatief voor de werkelijke krachtwerving.

7.6. KRIMPWAPENING WANDEN

Door het tijdsverschil tussen het storten van de funderingsplaat en de wanden, worden de wanden onderworpen aan verhinderde krimpverktoring. Hierbij is een onvoltooid scheurpatroon van toepassing (omdat opgelegde vervorming $\Delta \varepsilon_c = 0.1 \text{ á } 0.2 \text{ ‰}$ o.b.v. verhardingskrimp $\leq$ onvoltooid scheurpatroon tot circa 0,5 ‰). Daarom wordt hieronder de maximale h.o.h.-afstand van de horizontale wapening in de wanden berekend. Deze wapening ligt in de 2^e laag ($c = 40 + 16 = 56 \text{ mm}$). De scheurwijdte in het onvoltooid scheurpatroon is berekend conform het 'roze boek' van de Betonpraktijkreeks ("Betonconstructies onder temperatuur- en krimpvervormingen").

Berekening krimpwapening buitenzijde:

Karakteristieke kubusdruksterkte:	f_{ck}	=	30	N/mm ²
Gemiddelde kubusdruksterkte: $f_{ccm} = f_{ck} + 8$	f_{ccm}	=	38	N/mm ²
Dekking:	c	=	56	mm
Vloerdikte:	h_1	=	500	mm
Vloerbreedte:	b	=	1000	mm
Percentage van treksterkte waarbij scheurvorming optreedt:	P	=	65	%
Gemiddelde treksterkte: $f_{ctm} = 1.05 + 0.05 \times f_{ck}$	f_{ctm}	=	2.9	N/mm ²
Treksterkte waarbij scheurvorming optreedt: $\sigma_{cr} = P \times f_{ctm}$	σ_{cr}	=	1.89	N/mm ²
Staafdiameter:	ϕ_{km}	=	16	mm
Elasticiteitsmodules beton: $E_c = 22250 + 250 \times f_{ck}$	E_c	=	29750	N/mm ²
Elasticiteitsmodules betonstaal:	E_s	=	200000	N/mm ²
Verhouding tussen E-moduli: $n = E_s / E_c$	n	=	6.7	
Toelaatbare scheurwijdte:	w_k	=	0.20	mm
Factor spreiding scheurpatroon:	γ_s	=	1.30	
Factor langeduur/wisselbelasting:	γ_{∞}	=	1.30	
Toelaatbare scheurwijdte:	w_{mo}	=	0.118	mm
Staalspanning waarbij scheurvorming optreedt:	$\sigma_{s,cr}$	=	212	N/mm ²
$\sigma_{s,cr} = n \times \sigma_{cr} / 2 + \text{wortel}((n \times \sigma_{cr} / 2)^2 + (f_{ccm} \times E_s \times (0.5 w_{mo})^{1.18} / (0.4 \times \phi_{km}))$				
Overdrachtslengte: $l_{st} = 1.2 \times w_{mo} \times E_s / \sigma_{s,cr}$	l_{st}	=	134	mm
Effectieve hoogte van de betondoorsnede:	h_{eff}	=	249	mm
$h_{eff} = c + 2 \times \phi_{km} + 1.2 \times l_{st}$				
Benodigde staaldoorsnede: $A_s = \sigma_{cr} \times b \times h_{eff} / \sigma_{s,cr}$	A_s	=	2214	mm ²
Benodigde h.o.h. afstand wapeningsstaven:	h_{oh}	=	91	mm
Toegepaste staaldoorsnede:	A_s	=	2234	mm ²
Wapeningspercentage betrokken op h_{eff} :	ω_{eff}	=	0.898	%
$\omega_{eff} = A_s \times 100 / (b \times h_{eff})$				
Wapeningspercentage betrokken op h_1 :	ω	=	0.894	%
$\omega = A_s \times 100 / (b \times h_1)$				
Rek bij voltooid scheurpatroon: $\varepsilon_{dc} = (60 + 2.4 \times \sigma_{s,cr}) \times 10^{-6}$	ε_{dc}	=	0.569	‰
Rek bij voltooid scheurpatroon langeduur: $\varepsilon_{dc,\infty} = 1.3 \times \varepsilon_{dc}$	$\varepsilon_{dc,\infty}$	=	0.739	‰

Toepassen horizontale wapening buitenzijde 2^e laag: Ø16 – 90

Toepassen horizontale wapening binnenzijde 2^e laag: Ø16 – 100
(berekening o.b.v. $w_{max} = 0.30 \text{ mm}$ niet gerapporteerd).

8. OVERDRACHT UITVOERINGSFASE

In dit hoofdstuk worden de risico's, aandachtspunten en onderdelen uit te werken in de uitvoeringsfase benoemd. Alleen de landhoofden worden hierbij beschouwd. Tenslotte wordt een resumé van de wapening in de landhoofden gegeven.

Risico's en aandachtspunten

- Het gebruik van strooizouten op het equiduct is niet toegestaan in verband met het toepassen van weervast staal voor het brugdek.
- Het maaiveld moet op minimaal NAP + 32.2 m liggen in verband met het geotechnisch draagvermogen. Indien de gronddekking op het funderingsniveau, dienen mogelijk maatregelen te worden genomen om het geotechnisch draagvermogen te waarborgen.
- Er is lokaal grondverbetering nodig, zie hiervoor het funderingsadvies (zie [III] / / bijlage E).
- De grondaanvulling achter de wanden wordt aangebracht enkele maanden voor de plaatsing van het brugdek.
- Het toepassen van hulpstaven is meestal noodzakelijk voor de onderzijde van funderingsplaten. Onderin de funderingsplaat kunnen hulpstaven worden toegepast met een betondekking van 25 mm. De constructieve wapening dient een betondekking van 40 mm te hebben.
-

Onderdelen uit te werken in UO-fase

In de UO-fase dienen onder andere de volgende onderdelen uitgewerkt te worden (lijst is niet per definitie uitputtend):

- Berekening en detaillering van de verticale opleggingen en de langs- en dwarsblokkering van het brugdek (d.w.z. staaldetailering, betondetailering en toetsing van de oplegblokken).
- Detailering van de berekende wapening.
- Berekening van steklengten, verankeringslengten en overlappingslengten van de wapening.
- Detailering van eventuele sparingen, inkassingen, in te storten voorzieningen etc.



Wapeningsresumé

Funderingsplaat:

- Langswapening bovenin: Ø16-125 1^e laag
- Langswapening onderin: Ø16-125 1^e laag
- Dwarswapening bovenin: Ø16-125 2^e laag + lokaal bijleg Ø16-500
- Dwarswapening onderin: Ø16-125 2^e laag

Frontwand:

- Horizontale buitenzijde: Ø16-90 2^e laag
- Horizontale binnenzijde: Ø16-90 2^e laag
- Verticale buitenzijde: Ø16-125 1^e laag
- Verticale binnenzijde: Ø16-125 1^e laag

Vleugelwanden:

- Horizontale buitenzijde: Ø16-100 2^e laag
- Horizontale binnenzijde: Ø16-100 2^e laag
- Verticale buitenzijde: Ø16-125 1^e laag
- Verticale binnenzijde: Ø16-125 1^e laag + lokaal bijleg Ø16-500

NB. Voor de wanden geldt:

Buitenzijde = zichtzijde

Binnenzijde = grondzijde

BIJLAGE A BELASTINGCOMBINATIES

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas

Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen

Opgesteld : ir. K. van Cann

Gecontroleerd : ing. L.M. Hendriks MSEng

Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng

Referentie : W18067_RAP001

Bijlage A

[illegible]

BIJLAGE B INVOER REKENMODEL SCIA ENGINEER

Bijlage B-1	Invoer rekenmodel met starre opleggingen
Bijlage B-2	Invoer rekenmodel met slappe rekenwaarde grondbedding
Bijlage B-3	Invoer rekenmodel met stijve rekenwaarde grondbedding
Bijlage B-4	Invoer rekenmodel met slappe karakteristieke grondbedding

Opdrachtgever	:	Gemeente Horst aan de Maas
Project	:	VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen
Opgesteld	:	ir. K. van Cann
Gecontroleerd	:	ing. L.M. Hendriks MSEng
Vrijgegeven	:	ing. H.W. Moed MSEng
Referentie	:	W18067_RAP001



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Materialen en geometrie	3
2.1. Materialen	3
2.2. Knopen	3
2.3. 2D-elementen	3
2.4. Rekenmodel	4
2.5. Rekenmodel	4
3. Opleggingen	5
3.1. Rekenmodel	5
3.2. Knoopondersteuning	5
3.3. Beddingen	5
3.4. 2D elementondersteuning	5
3.5. Ondersteuning op 2D elementrand	5
4. Snedes	6
4.1. Snede op plaat	6
4.2. Rekenmodel	7
5. Belastingen en combinaties	8
5.1. Belastinggroepen	8
5.2. Belastingsgevallen	9
5.2.1. Belastingsgevallen - BG01	9
5.2.1.1. Rekenmodel	9
5.2.2. Belastingsgevallen - BG02	10
5.2.2.1. Puntlast op knoop	10
5.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand	10
5.2.2.3. Vrije lijn last	10
5.2.2.4. Genereer vrije lasten	10
5.2.2.5. Rekenmodel	11
5.2.3. Belastingsgevallen - BG03	12
5.2.3.1. Lijnlast op 2D elementrand	12
5.2.3.2. Genereer vrije lasten	12
5.2.3.3. Vrije oppervlakte last	12
5.2.3.4. Rekenmodel	13
5.2.4. Belastingsgevallen - BG04	14
5.2.4.1. Thermische last op 2D element	14
5.2.4.2. Rekenmodel	14
5.2.5. Belastingsgevallen - BG11	15
5.2.5.1. Puntlast op knoop	15
5.2.5.2. Rekenmodel	15
5.2.6. Belastingsgevallen - BG12	16
5.2.6.1. Puntlast op knoop	16
5.2.6.2. Rekenmodel	16
5.2.7. Belastingsgevallen - BG13	17
5.2.7.1. Puntlast op knoop	17
5.2.7.2. Lijnlast op 2D elementrand	17
5.2.7.3. Rekenmodel	17
5.2.8. Belastingsgevallen - BG14	18
5.2.8.1. Puntlast op knoop	18
5.2.8.2. Lijnlast op 2D elementrand	18
5.2.8.3. Rekenmodel	18
5.2.9. Belastingsgevallen - BG15	19
5.2.9.1. Genereer vrije lasten	19
5.2.9.2. Vrije oppervlakte last	19
5.2.9.3. Rekenmodel	19
5.2.10. Belastingsgevallen - BG16	20
5.2.10.1. Genereer vrije lasten	20
5.2.10.2. Vrije oppervlakte last	20
5.2.10.3. Rekenmodel	20
5.2.11. Belastingsgevallen - BG17	21
5.2.11.1. Genereer vrije lasten	21
5.2.11.2. Vrije oppervlakte last	21
5.2.11.3. Rekenmodel	21
5.2.12. Belastingsgevallen - BG18	22
5.2.12.1. Rekenmodel	22
5.2.13. Belastingsgevallen - BG19	23
5.2.13.1. Puntlast op knoop	23
5.2.13.2. Thermische last op 2D element	23
5.2.13.3. Rekenmodel	23
5.2.14. Belastingsgevallen - BG20	24
5.2.14.1. Puntlast op knoop	24
5.2.14.2. Thermische last op 2D element	24
5.2.14.3. Rekenmodel	24



5.2.15. Belastingsgevallen - BG21	25
5.2.15.1. Puntlast op knoop	25
5.2.15.2. Rekenmodel	25
5.2.16. Belastingsgevallen - BG22	26
5.2.16.1. Puntlast op knoop	26
5.2.16.2. Rekenmodel	26
5.2.17. Belastingsgevallen - BG23	27
5.2.17.1. Puntlast op knoop	27
5.2.17.2. Rekenmodel	27
5.2.18. Belastingsgevallen - BG24	28
5.2.18.1. Puntlast op knoop	28
5.2.18.2. Rekenmodel	28
5.2.19. Belastingsgevallen - BG25	29
5.2.19.1. Puntlast op knoop	29
5.2.19.2. Rekenmodel	29
5.2.20. Belastingsgevallen - BG26	30
5.2.20.1. Puntlast op knoop	30
5.2.20.2. Rekenmodel	30
5.2.21. Belastingsgevallen - BG27	31
5.2.21.1. Puntlast op knoop	31
5.2.21.2. Lijnlast op 2D elementrand	31
5.2.21.3. Lijnmoment op 2D elementrand	31
5.2.21.4. Rekenmodel	31
5.2.22. Belastingsgevallen - BG28	32
5.2.22.1. Puntlast op knoop	32
5.2.22.2. Lijnlast op 2D elementrand	32
5.2.22.3. Lijnmoment op 2D elementrand	32
5.2.22.4. Rekenmodel	32
5.2.23. Belastingsgevallen - BG31	33
5.2.23.1. Puntlast op knoop	33
5.2.23.2. Rekenmodel	33
5.2.24. Belastingsgevallen - BG32	34
5.2.24.1. Puntlast op knoop	34
5.2.24.2. Rekenmodel	34
5.3. Combinaties	35
5.4. Resultaatklassen	43
6. Berekening krachstverdeling	44
6.1. Instellingen net	44
6.2. Rekenmodel	44
6.3. Berekeningsverslag	45



2. Materialen en geometrie

2.1. Materialen

Beton EC2

Naam	Type	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	G-mod [MPa]	α [m/mK]	$f_{c,k28}$ [MPa]
C30/37 gescheurd	Beton	2500.0	1.0000e+04	0.1	4.5455e+03	0.00	30.00

2.2. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	-1.000	-4.300	31.550
K2	3.450	-4.300	31.550
K3	3.450	4.300	31.550
K4	-1.000	4.300	31.550
K5	0.000	-3.550	31.550
K6	0.000	3.550	31.550
K7	0.000	3.550	36.920
K8	0.000	-3.550	36.920
K9	3.450	3.550	31.550

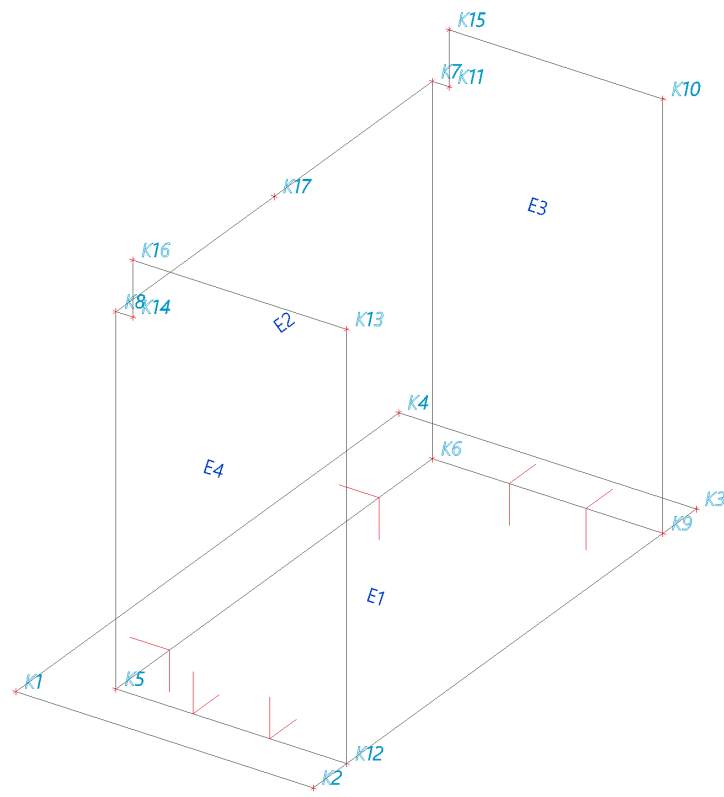
Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K10	3.450	3.550	37.730
K11	0.250	3.550	36.920
K12	3.450	-3.550	31.550
K13	3.450	-3.550	37.730
K14	0.250	-3.550	36.920
K15	0.250	3.550	37.730
K16	0.250	-3.550	37.730
K17	0.000	0.000	36.920

2.3. 2D-elementen

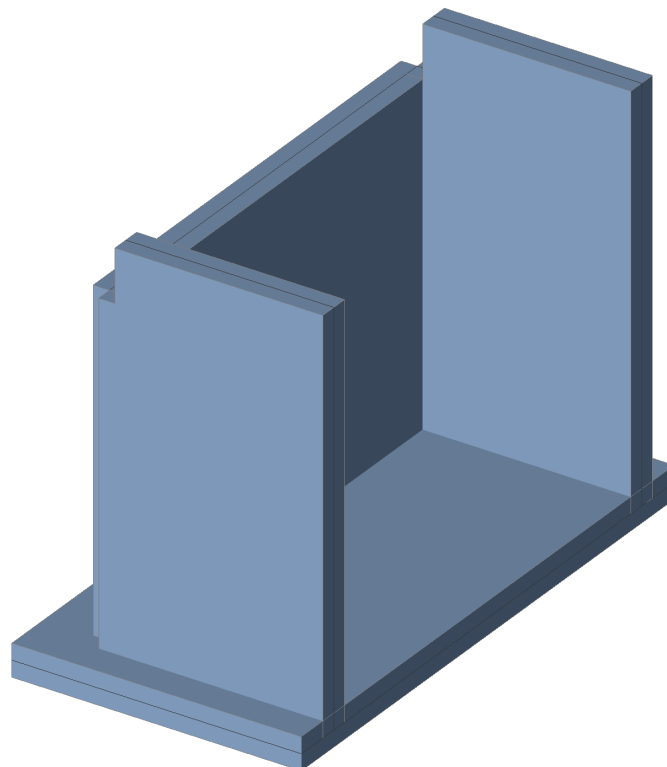
Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	C30/37 gescheurd	constant	500
E2	Laag2	wand (80)	Standaard	C30/37 gescheurd	constant	500
E3	Laag3	wand (80)	Standaard	C30/37 gescheurd	constant	500
E4	Laag4	wand (80)	Standaard	C30/37 gescheurd	constant	500



2.4. Rekenmodel



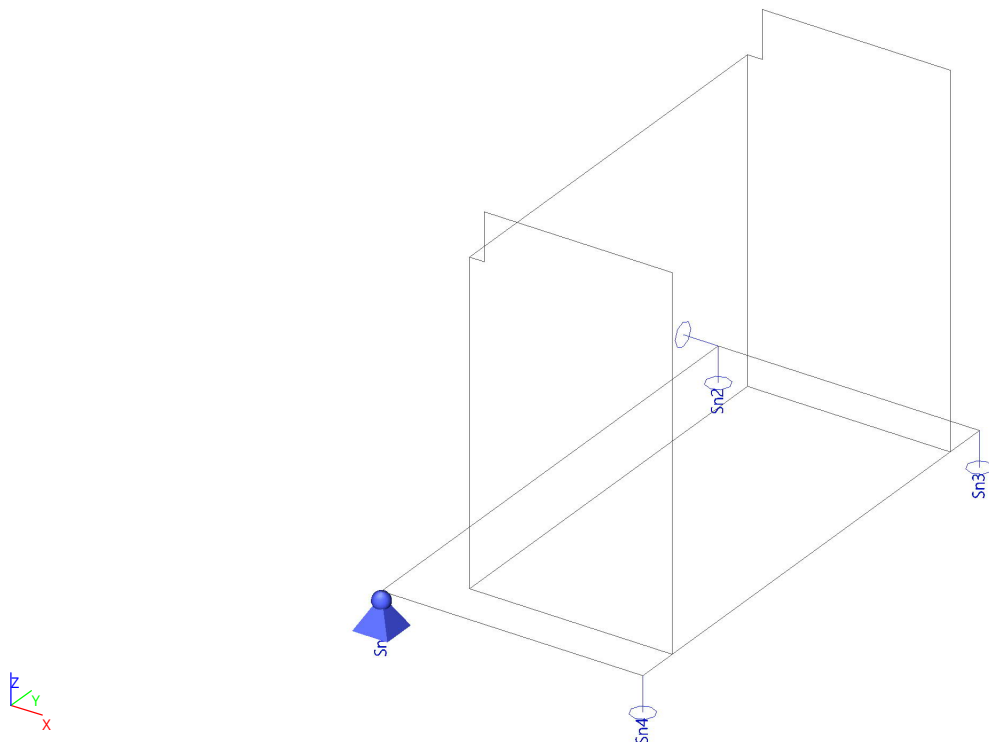
2.5. Rekenmodel





3. Opleggingen

3.1. Rekenmodel



3.2. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K1	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K4	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K3	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K2	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

3.3. Beddingen

Naam	C1x [MN/m³]	C1z	C1y [MN/m³]	Stijfheid [MN/m³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
Bedding1	0.0000e+00	Verend	0.0000e+00	2.1000e+01	0.0000e+00	0.0000e+00

3.4. 2D elementondersteuningen

Lege tabel

3.5. Ondersteuningen op 2D elementranden

Lege tabel



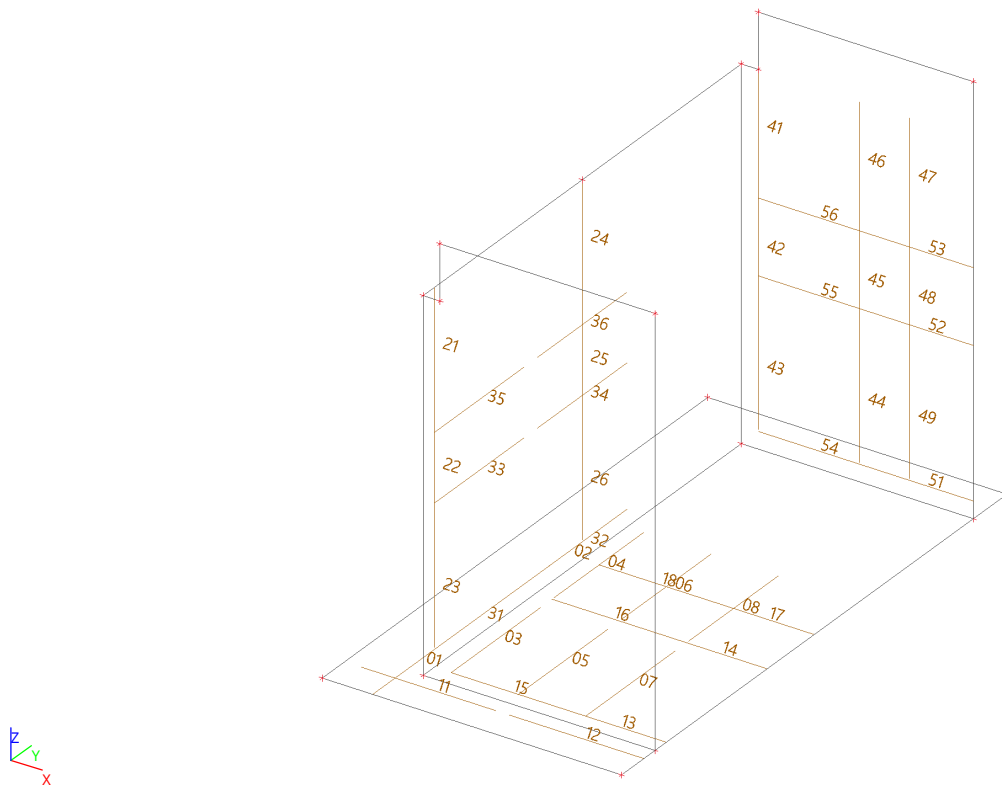
4. Snedes

4.1. Snede op plaat

Naam	Teken	Richting van snede
01	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
02	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
03	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
04	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
05	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
06	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
11	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
12	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
13	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
14	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
21	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
23	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
22	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
24	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
25	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
26	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
31	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
32	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
33	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
34	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
43	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
42	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
41	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
44	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
45	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
46	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
51	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
52	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
49	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
48	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
47	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
53	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
07	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
08	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
35	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
36	X richting	1.000000 / 0.000000 / 1.000000
54	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
55	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
56	Y richting	0.000000 / 1.000000 / 1.000000
15	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
16	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
17	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
18	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000



4.2. Rekenmodel





5. Belastingen en combinaties

5.1. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Standaard	Cat A: Woning
LG11	Variabel	Standaard	Cat A: Woning
LG13	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG15	Variabel	Standaard	Cat A: Woning
LG19	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG21	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG23	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG25	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG27	Variabel	Standaard	Cat A: Woning
LG31	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning

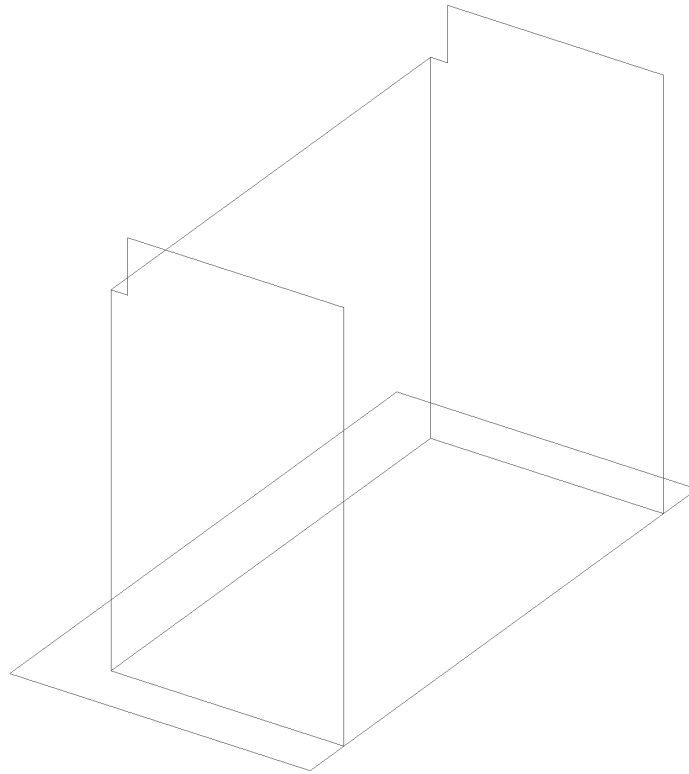


5.2. Belastingsgevallen

5.2.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Richting
BG01	Eigen gewicht	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z

5.2.1.1. Rekenmodel





5.2.2. Belastingsgevallen - BG02

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG02	Rustende belasting	Permanent Standaard	LG1

5.2.2.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast3	K7	BG02 - Rustende belasting	GCS	Z	Kracht	-420.0
Puntlast4	K8	BG02 - Rustende belasting	GCS	Z	Kracht	-420.0

5.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LFS1	E3 BG02 - Rustende belasting	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-12.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin
LFS2	E4 BG02 - Rustende belasting	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-12.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin

5.2.2.3. Vrije lijn last

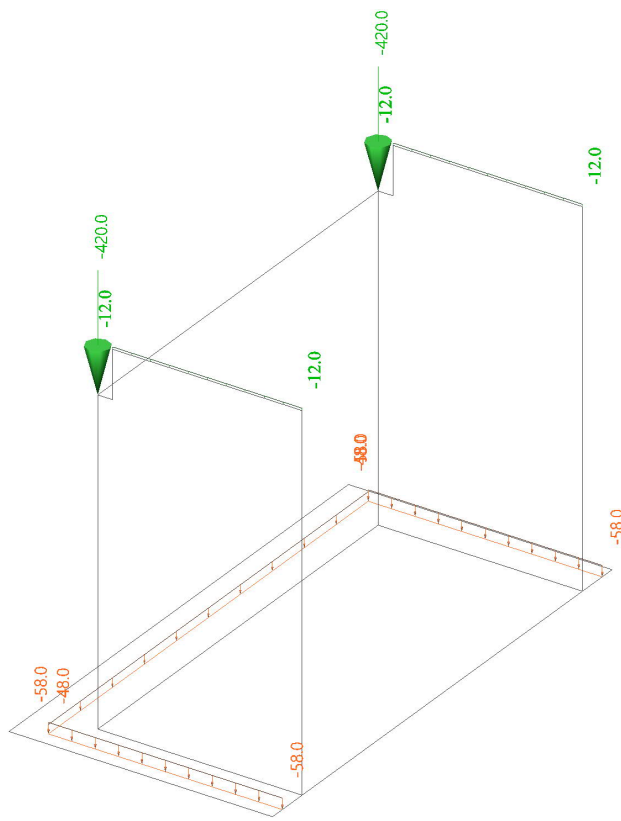
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FL1	BG02 - Rustende belasting	Z	Kracht	Gelijkmatig	-58.0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FL2	BG02 - Rustende belasting	Z	Kracht	Gelijkmatig	-58.0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FL3	BG02 - Rustende belasting	Z	Kracht	Gelijkmatig	-48.0	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.2.4. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF3	BG02 - Rustende belasting	E1	Z Gelijkmatig	Lijn Kracht	FL2	-58.0	GCS Lengte
GFF1	BG02 - Rustende belasting	E1	Z Gelijkmatig	Lijn Kracht	FL1	-58.0	GCS Lengte
GFF23	BG02 - Rustende belasting	E1	Z Gelijkmatig	Lijn Kracht	FL3	-48.0	GCS Lengte



5.2.2.5. Rekenmodel





5.2.3. Belastingsgevallen - BG03

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG03	Gronddrukken	Permanent Standaard	LG1

5.2.3.1. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ [m] Pos x ₂ [m]	Loc Coör	Rand Oors
LFS3	E4 BG03 - Gronddrukken	Kracht GCS	X Trapez	0.0 -17.7	0.050 5.930	Lengte Abso	2 Vanaf einde
LFS4	E3 BG03 - Gronddrukken	Kracht GCS	X Trapez	0.0 -17.7	0.050 5.930	Lengte Abso	2 Vanaf einde

5.2.3.2. Genereer vrije lasten

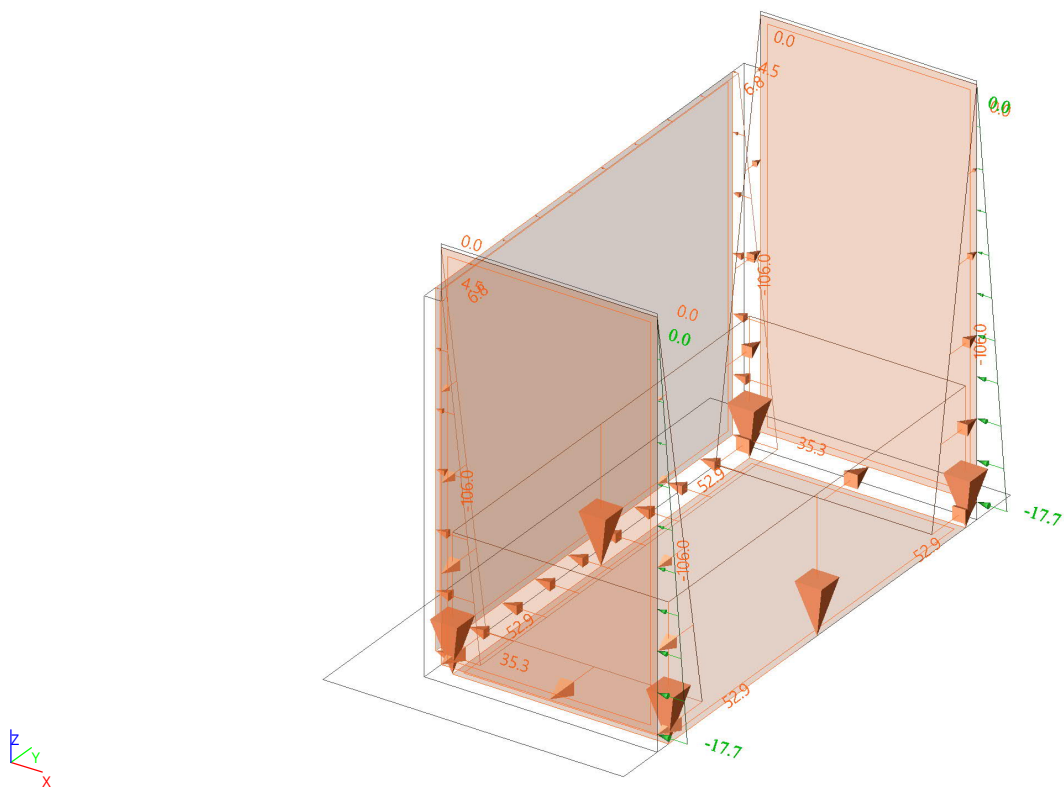
Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF15	BG03 - Gronddrukken	E3	Z 3 punten	Oppervlak Kracht	FF1		Element LCS Lengte
GFF16	BG03 - Gronddrukken	E4	Z 3 punten	Oppervlak Kracht	FF1		Element LCS Lengte
GFF20	BG03 - Gronddrukken	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF7	-106.0	GCS Lengte
GFF21	BG03 - Gronddrukken	E2	Z 3 punten	Oppervlak Kracht	FF2		Element LCS Lengte

5.2.3.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	q1 [kN/m²]	q2 [kN/m²]	q3 [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1	BG03 - Gronddrukken	Z	Kracht	3 punten		0.0	0.0	52.9	Alle	Auto	Element LCS	Lengte
FF2	BG03 - Gronddrukken	Z	Kracht	3 punten		4.5	4.5	35.3	Alle	Auto	Element LCS	Lengte
FF7	BG03 - Gronddrukken	Z	Kracht	Gelijkmatig	-106.0				Z=0	Auto	GCS	Lengte



5.2.3.4. Rekenmodel





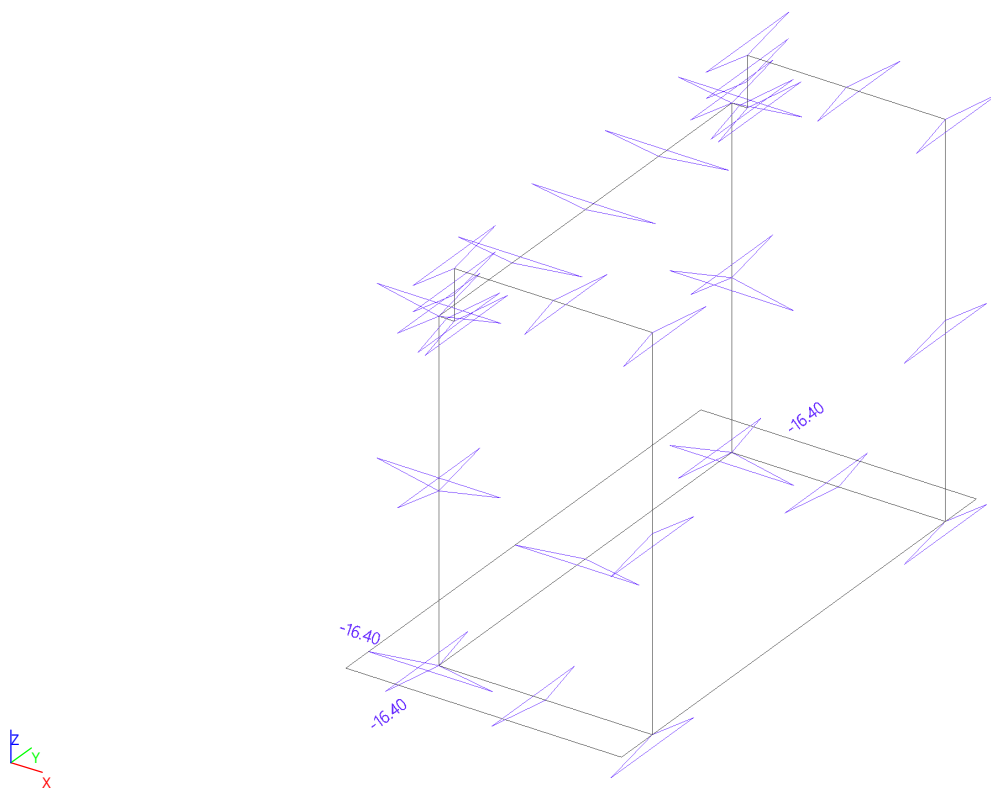
5.2.4. Belastingsgevallen - BG04

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG04	Krimp van beton Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

5.2.4.1. Thermische last op 2D element

Naam	2D-element	Belastingsgeval	Verdeling	Delta [K]
ST1	E2	BG04 - Krimp van beton	Constant	-16.40
ST2	E3	BG04 - Krimp van beton	Constant	-16.40
ST3	E4	BG04 - Krimp van beton	Constant	-16.40

5.2.4.2. Rekenmodel





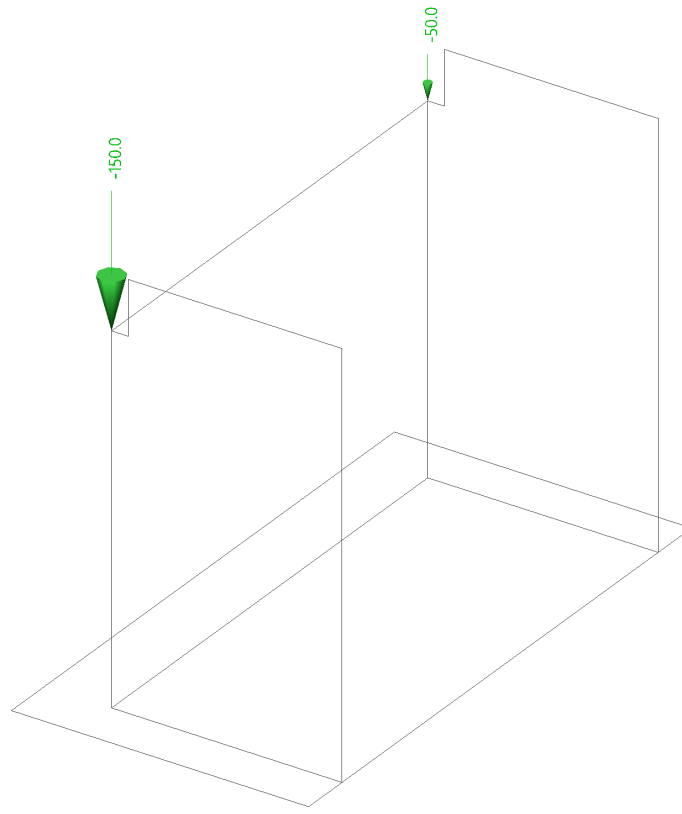
5.2.5. Belastingsgevallen - BG11

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG11	Verkeer brugdek vert 1 Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

5.2.5.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast5	K7	BG11 - Verkeer brugdek vert 1	GCS	Z	Kracht	-50.0
Puntlast6	K8	BG11 - Verkeer brugdek vert 1	GCS	Z	Kracht	-150.0

5.2.5.2. Rekenmodel





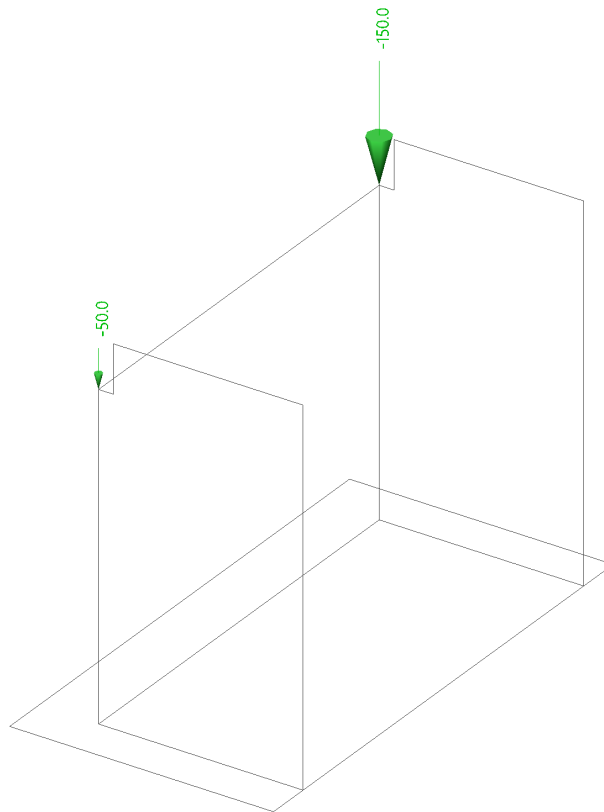
5.2.6. Belastingsgevallen - BG12

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG12	Verkeer brugdek vert 2 Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

5.2.6.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast7	K7	BG12 - Verkeer brugdek vert 2	GCS	Z	Kracht	-150.0
Puntlast8	K8	BG12 - Verkeer brugdek vert 2	GCS	Z	Kracht	-50.0

5.2.6.2. Rekenmodel





5.2.7. Belastingsgevallen - BG13

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG13	Verkeer hor 1 Standaard	Variabel Statisch	LG13	Kort	Geen

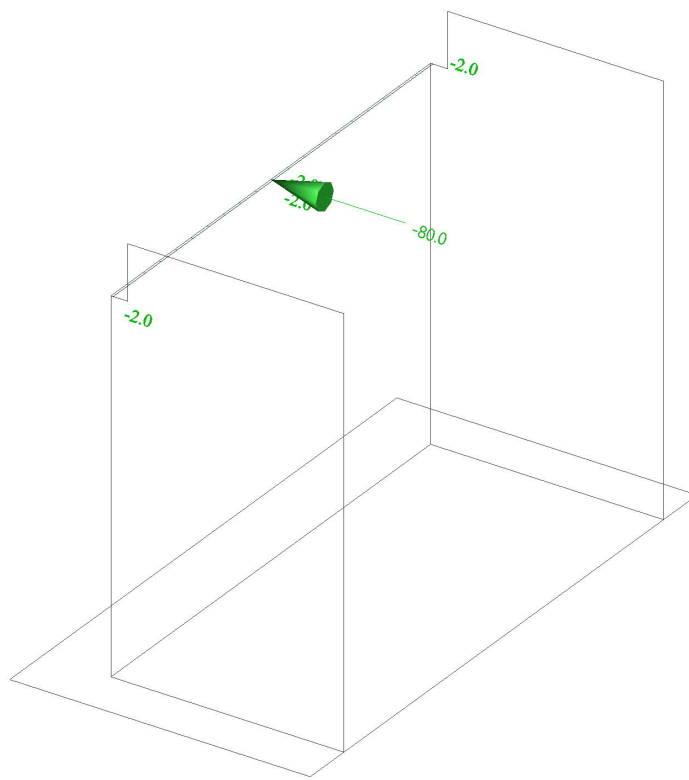
5.2.7.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast10	K17	BG13 - Verkeer hor 1	GCS	X	Kracht	-80.0

5.2.7.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LFS10	E2 BG13 - Verkeer hor 1	Kracht GCS	X Gelijkmatig	-2.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin
LFS11	E2 BG13 - Verkeer hor 1	Kracht GCS	X Gelijkmatig	-2.0	0.000 1.000	Lengte Rela	4 Vanaf begin

5.2.7.3. Rekenmodel





5.2.8. Belastingsgevallen - BG14

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG14	Verkeer hor 2 Standaard	Variabel Statisch	LG13	Kort	Geen

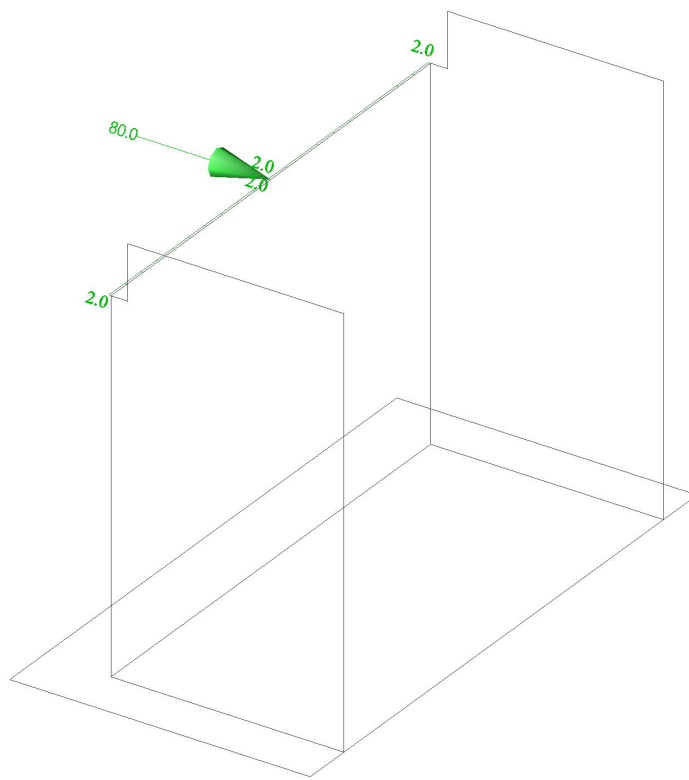
5.2.8.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast9	K17	BG14 - Verkeer hor 2	GCS	X	Kracht	80.0

5.2.8.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LFS12	E2 BG14 - Verkeer hor 2	Kracht GCS	X Gelijkmatig	2.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin
LFS13	E2 BG14 - Verkeer hor 2	Kracht GCS	X Gelijkmatig	2.0	0.000 1.000	Lengte Rela	4 Vanaf begin

5.2.8.3. Rekenmodel





5.2.9. Belastingsgevallen - BG15

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG15	Verkeer landhoofd vert 1 Standaard	Variabel Statisch	LG15	Kort	Geen

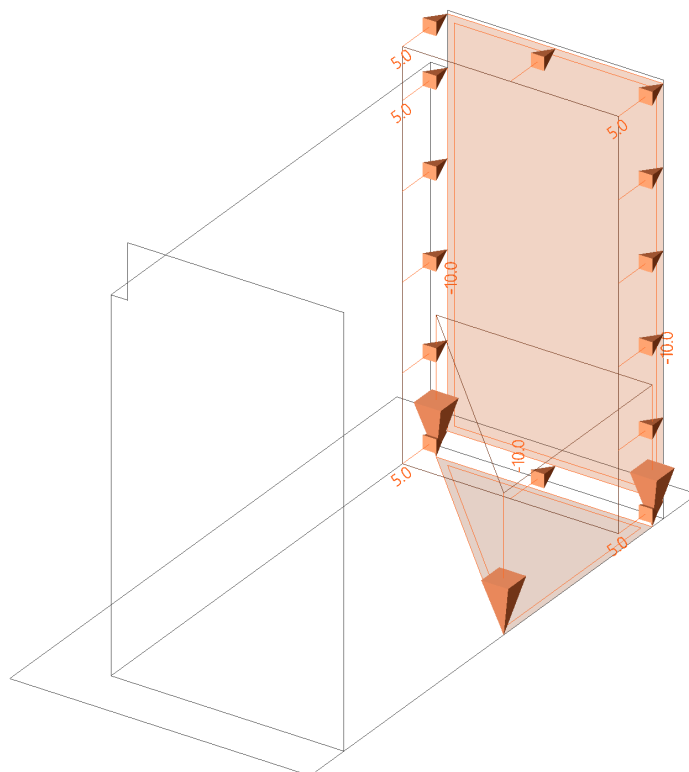
5.2.9.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF24	BG15 - Verkeer landhoofd vert 1	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF8	-10.0	GCS Lengte
GFF25	BG15 - Verkeer landhoofd vert 1	E3	Y Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF3	5.0	GCS Lengte

5.2.9.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF3	BG15 - Verkeer landhoofd vert 1	Y	Kracht	Gelijkmatig	5.0	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF8	BG15 - Verkeer landhoofd vert 1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-10.0	Z=0	Auto	GCS	Lengte

5.2.9.3. Rekenmodel



5.2.10. Belastingsgevallen - BG16

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG16	Verkeer landhoofd vert 2 Standaard	Variabel Statisch	LG15	Kort	Geen

5.2.10.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF26	BG16 - Verkeer landhoofd vert 2	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF9	-10.0	GCS Lengte
GFF29	BG16 - Verkeer landhoofd vert 2	E2	X Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF5	-3.3	GCS Lengte

5.2.10.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF5	BG16 - Verkeer landhoofd vert 2	X	Kracht	Gelijkmatig	-3.3	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF9	BG16 - Verkeer landhoofd vert 2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-10.0	Z=0	Auto	GCS	Lengte

5.2.10.3. Rekenmodel





5.2.11. Belastingsgevallen - BG17

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG17	Verkeer landhoofd vert 3 Standaard	Variabel Statisch	LG15	Kort	Geen

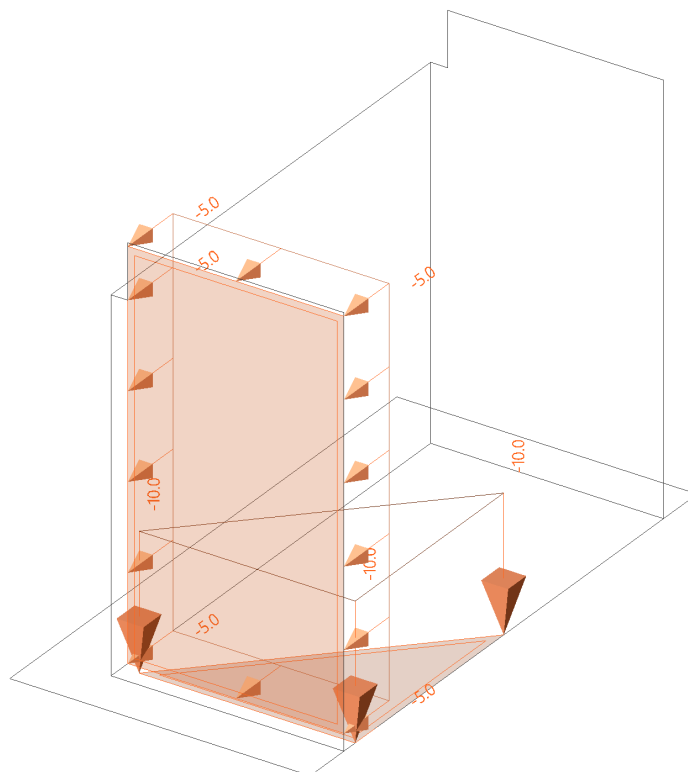
5.2.11.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF27	BG17 - Verkeer landhoofd vert 3	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF10	-10.0	GCS Lengte
GFF28	BG17 - Verkeer landhoofd vert 3	E4	Y Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF4	-5.0	GCS Lengte

5.2.11.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF4	BG17 - Verkeer landhoofd vert 3	Y	Kracht	Gelijkmatig	-5.0	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF10	BG17 - Verkeer landhoofd vert 3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-10.0	Z=0	Auto	GCS	Lengte

5.2.11.3. Rekenmodel

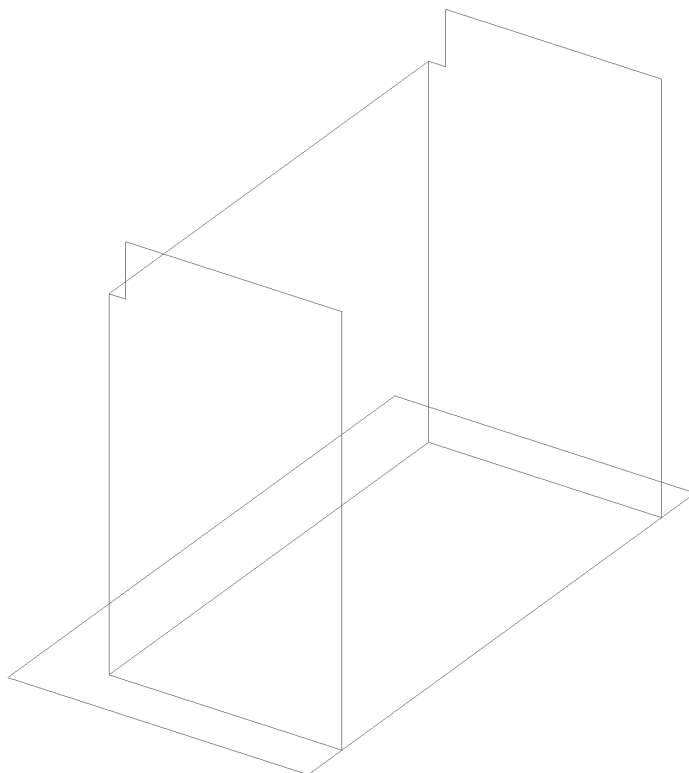




5.2.12. Belastingsgevallen - BG18

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG18	Verkeer landhoofd vert 4 Standaard	Variabel Statisch	LG15	Kort	Geen

5.2.12.1. Rekenmodel





5.2.13. Belastingsgevallen - BG19

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG19	Temperatuur - zomer Standaard	Variabel Statisch	LG19	Kort	Geen

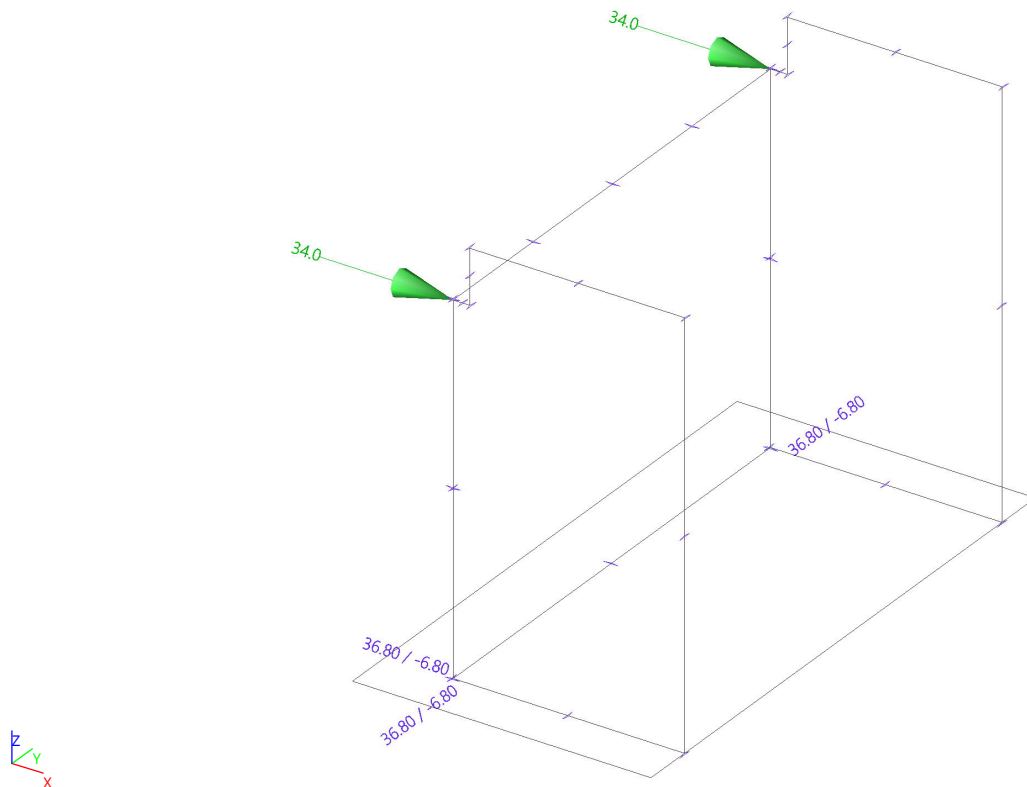
5.2.13.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast31	K7	BG19 - Temperatuur - zomer	GCS	X	Kracht	34.0
Puntlast32	K8	BG19 - Temperatuur - zomer	GCS	X	Kracht	34.0

5.2.13.2. Thermische last op 2D element

Naam	2D-element	Belastingsgeval	Verdeling	+z - Boven delta [K]	-z - Onder delta [K]
ST4	E3	BG19 - Temperatuur - zomer	Lineair	36.80	-6.80
ST5	E2	BG19 - Temperatuur - zomer	Lineair	36.80	-6.80
ST6	E4	BG19 - Temperatuur - zomer	Lineair	36.80	-6.80

5.2.13.3. Rekenmodel





5.2.14. Belastingsgevallen - BG20

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG20	Temperatuur - winter Standaard	Variabel Statisch	LG19	Kort	Geen

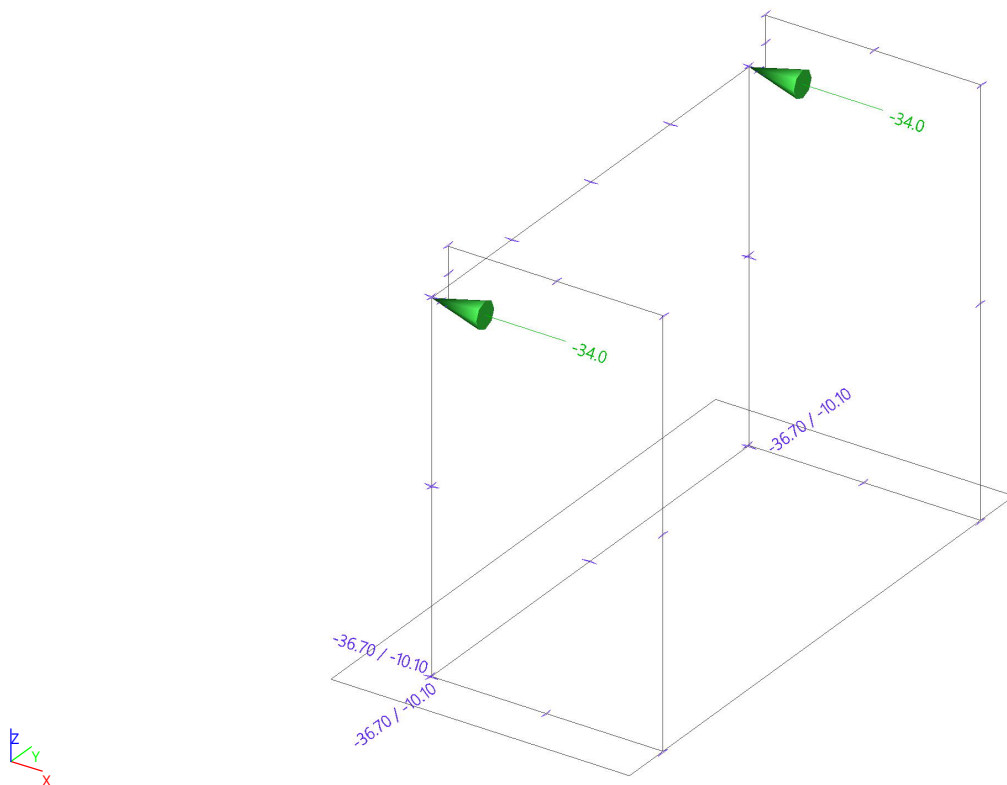
5.2.14.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast33	K7	BG20 - Temperatuur - winter	GCS	X	Kracht	-34.0
Puntlast34	K8	BG20 - Temperatuur - winter	GCS	X	Kracht	-34.0

5.2.14.2. Thermische last op 2D element

Naam	2D-element	Belastingsgeval	Verdeling	+z - Boven delta [K]	-z - Onder delta [K]
ST7	E3	BG20 - Temperatuur - winter	Lineair	-36.70	-10.10
ST8	E2	BG20 - Temperatuur - winter	Lineair	-36.70	-10.10
ST9	E4	BG20 - Temperatuur - winter	Lineair	-36.70	-10.10

5.2.14.3. Rekenmodel





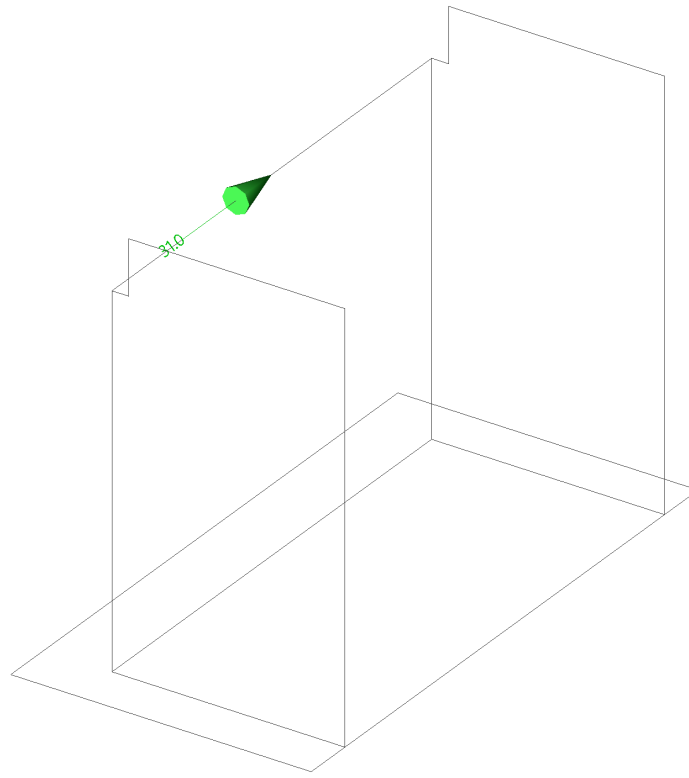
5.2.15. Belastingsgevallen - BG21

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG21	Wind dwars 1 Standaard	Variabel Statisch	LG21	Kort	Geen

5.2.15.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast11	K17	BG21 - Wind dwars 1	GCS	Y	Kracht	31.0

5.2.15.2. Rekenmodel





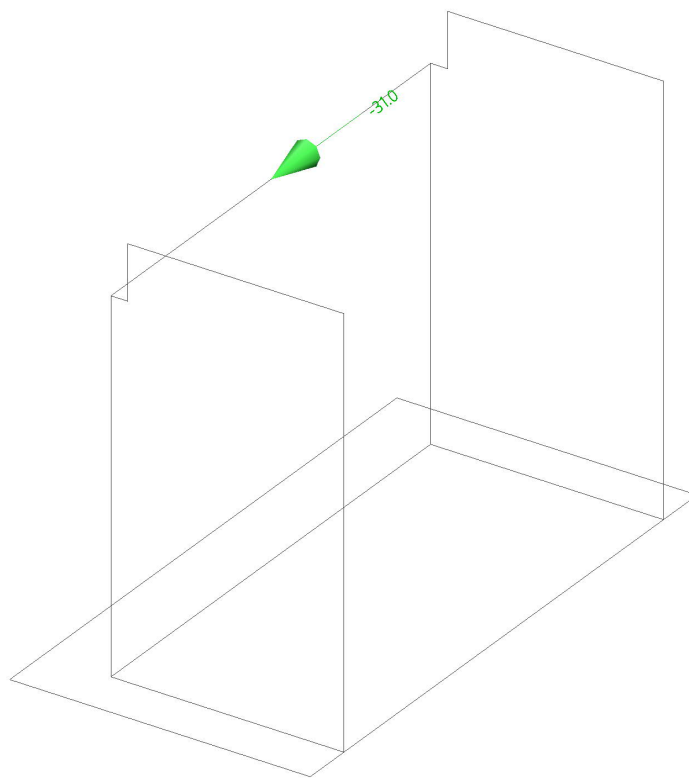
5.2.16. Belastingsgevallen - BG22

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG22	Wind dwars 2 Standaard	Variabel Statisch	LG21	Kort	Geen

5.2.16.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast12	K17	BG22 - Wind dwars 2	GCS	Y	Kracht	-31.0

5.2.16.2. Rekenmodel





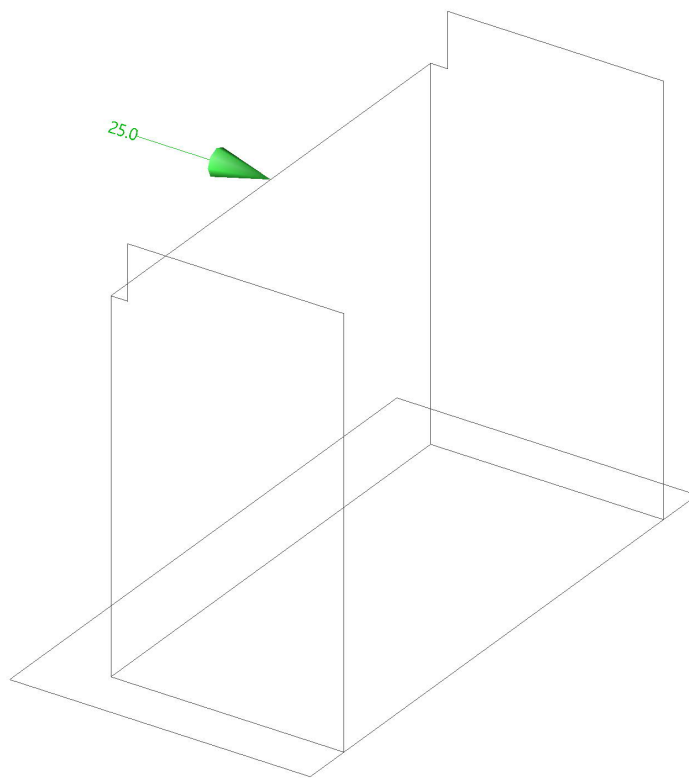
5.2.17. Belastingsgevallen - BG23

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG23	Wind langs 1 Standaard	Variabel Statisch	LG23	Kort	Geen

5.2.17.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast13	K17	BG23 - Wind langs 1	GCS	X	Kracht	25.0

5.2.17.2. Rekenmodel





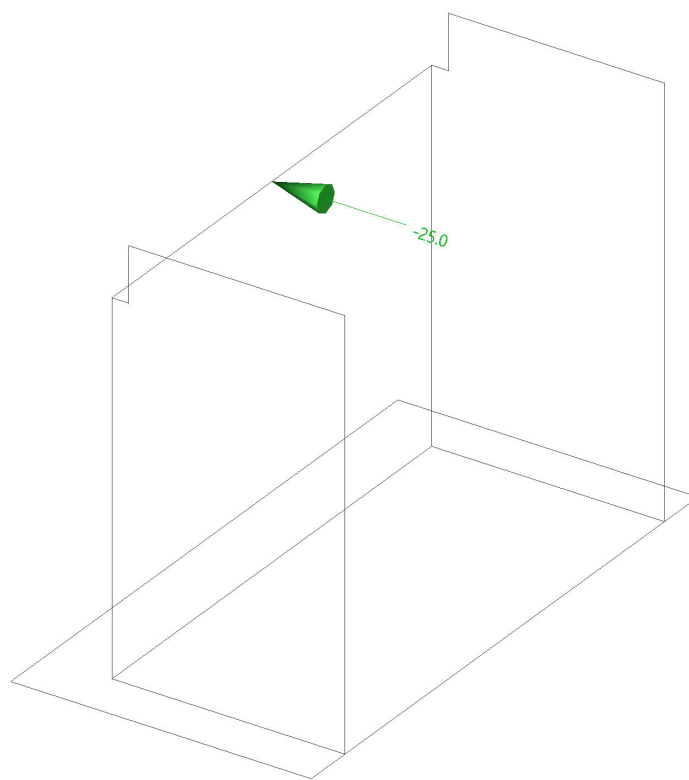
5.2.18. Belastingsgevallen - BG24

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG24	Wind langs 2 Standaard	Variabel Statisch	LG23	Kort	Geen

5.2.18.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast14	K17	BG24 - Wind langs 2	GCS	X	Kracht	-25.0

5.2.18.2. Rekenmodel





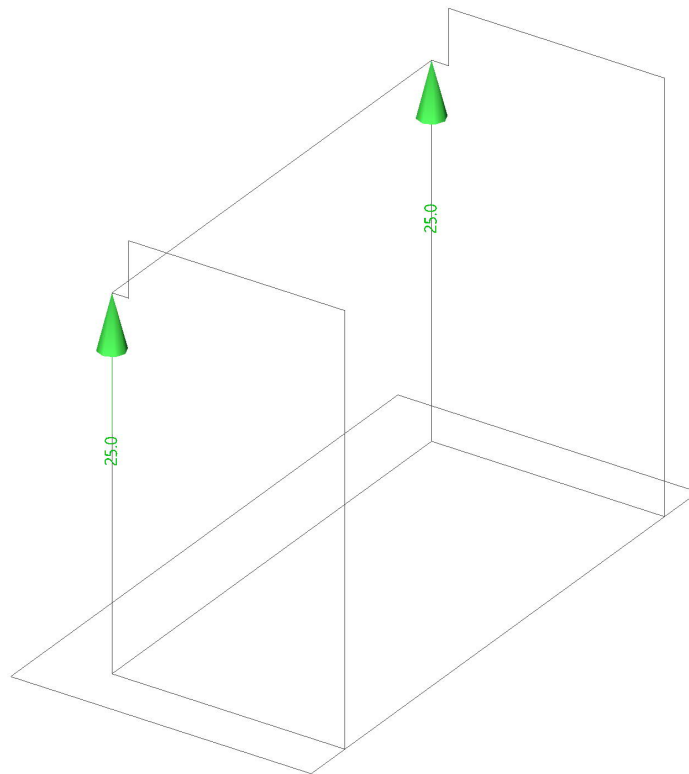
5.2.19. Belastingsgevallen - BG25

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG25	Wind vert 1 Standaard	Variabel Statisch	LG25	Kort	Geen

5.2.19.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast15	K7	BG25 - Wind vert 1	GCS	Z	Kracht	25.0
Puntlast16	K8	BG25 - Wind vert 1	GCS	Z	Kracht	25.0

5.2.19.2. Rekenmodel





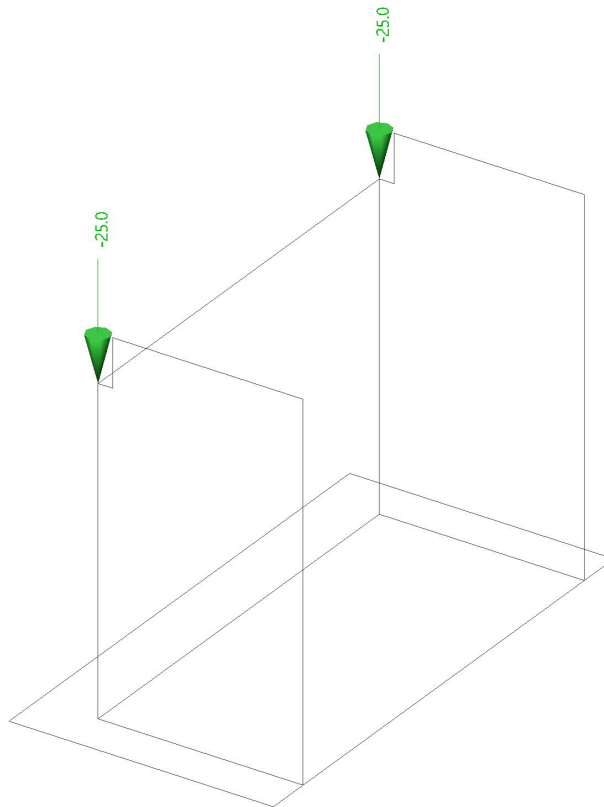
5.2.20. Belastingsgevallen - BG26

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG26	Wind vert 2 Standaard	Variabel Statisch	LG25	Kort	Geen

5.2.20.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast17	K7	BG26 - Wind vert 2	GCS	Z	Kracht	-25.0
Puntlast18	K8	BG26 - Wind vert 2	GCS	Z	Kracht	-25.0

5.2.20.2. Rekenmodel





5.2.21. Belastingsgevallen - BG27

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG27	Leuning belasting 1 Standaard	Variabel Statisch	LG27	Kort	Geen

5.2.21.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast27	K7	BG27 - Leuning belasting 1	GCS	Z	Kracht	-8.5
Puntlast28	K8	BG27 - Leuning belasting 1	GCS	Z	Kracht	8.5

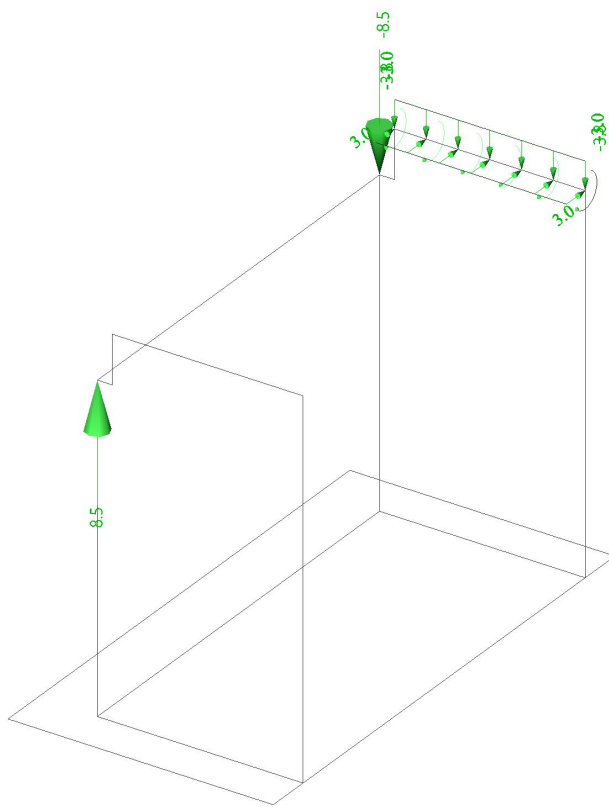
5.2.21.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LFS6	E3 BG27 - Leuning belasting 1	Kracht GCS	Y Gelijkmatig	3.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin
LFS7	E3 BG27 - Leuning belasting 1	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-3.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin

5.2.21.3. Lijnmoment op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - M ₁ [kNm/m] Waarde - M ₂ [kNm/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LMS1	E3 BG27 - Leuning belasting 1	Moment GCS	Mx Gelijkmatig	-3.8	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin

5.2.21.4. Rekenmodel





5.2.22. Belastingsgevallen - BG28

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG28	Leuning belasting 2 Standaard	Variabel Statisch	LG27	Kort	Geen

5.2.22.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast25	K8	BG28 - Leuning belasting 2	GCS	Z	Kracht	-8.5
Puntlast26	K7	BG28 - Leuning belasting 2	GCS	Z	Kracht	8.5

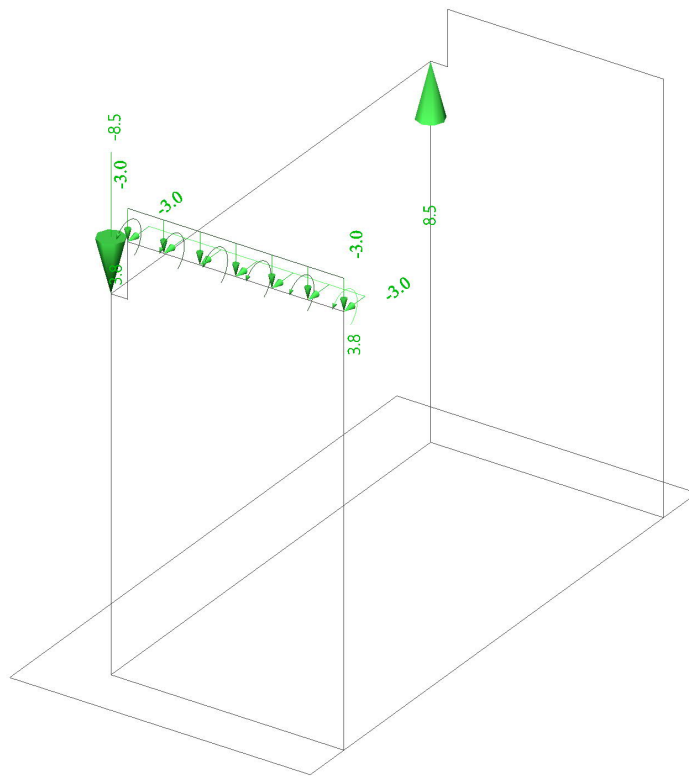
5.2.22.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LFS8	E4 BG28 - Leuning belasting 2	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-3.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin
LFS9	E4 BG28 - Leuning belasting 2	Kracht GCS	Y Gelijkmatig	-3.0	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin

5.2.22.3. Lijnmoment op 2D elementrand

Naam	2D-element Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - M ₁ [kNm/m] Waarde - M ₂ [kNm/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LMS2	E4 BG28 - Leuning belasting 2	Moment GCS	Mx Gelijkmatig	3.8	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin

5.2.22.4. Rekenmodel





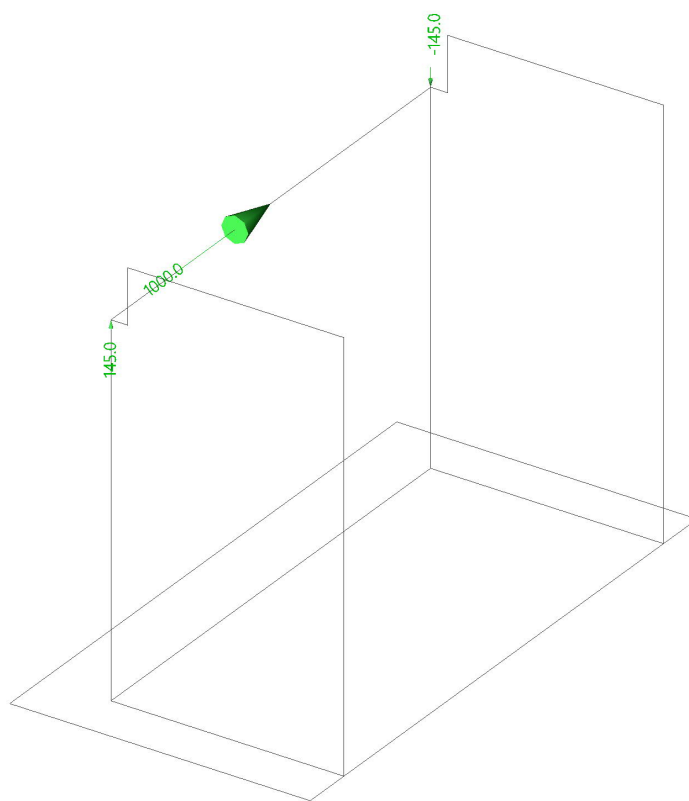
5.2.23. Belastingsgevallen - BG31

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG31	Stootbelasting brugdek 1 Standaard	Variabel Statisch	LG31	Kort	Geen

5.2.23.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast20	K17	BG31 - Stootbelasting brugdek 1	GCS	Y	Kracht	1000.0
Puntlast21	K7	BG31 - Stootbelasting brugdek 1	GCS	Z	Kracht	-145.0
Puntlast22	K8	BG31 - Stootbelasting brugdek 1	GCS	Z	Kracht	145.0

5.2.23.2. Rekenmodel





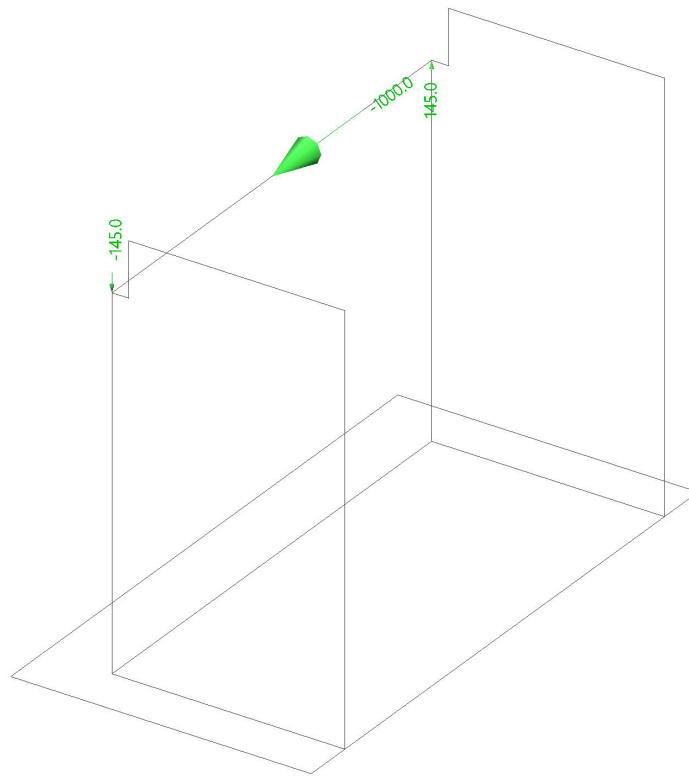
5.2.24. Belastingsgevallen - BG32

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG32	Stootbelasting brugdek 2 Standaard	Variabel Statisch	LG31	Kort	Geen

5.2.24.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast19	K17	BG32 - Stootbelasting brugdek 2	GCS	Y	Kracht	-1000.0
Puntlast23	K7	BG32 - Stootbelasting brugdek 2	GCS	Z	Kracht	145.0
Puntlast24	K8	BG32 - Stootbelasting brugdek 2	GCS	Z	Kracht	-145.0

5.2.24.2. Rekenmodel



5.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Omhu llende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1	6.10a	Omhu llende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.30 1.30 1.30 0.00 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
2	6.10b	Omhu llende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.20 1.20 1.20 0.00 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 0.00 0.00 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
3	6.10b	Omhu llende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2	1.20 1.20 1.20 0.00 0.54 0.54



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 0.54 0.54 0.00 0.00
4	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.20 1.20 1.20 0.00 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 1.35 1.35 0.00 0.00
5	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	0.90 0.90 0.90 0.00 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 0.00 0.00 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
6	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1	0.90 0.90 0.90 0.00 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 1.50



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 0.54 0.54 0.00 0.00
7	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	0.90 0.90 0.90 0.00 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 0.00 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 1.35 1.35 0.00 0.00
8	6.11b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 0.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.40 0.40 1.00 1.00
9	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.40 0.40 0.00 0.00



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
10	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 1.00 1.00 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.40 0.40 0.00 0.00
11	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.30 0.30 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.00 0.00
12	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 1.00 1.00 0.00 0.00
13	6.15b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1	1.00 1.00 1.00 1.00 0.80 0.80 0.80 0.80 0.80



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	0.80 0.80 0.80 0.30 0.30 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.40 0.40 0.00 0.00
14	6.15b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.80 0.80 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.40 0.40 0.00 0.00
15	6.15b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.30 0.30 0.60 0.60 0.60 0.60 0.60 0.60 0.40 0.40 0.00 0.00
16	6.15b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.30 0.30 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	0.00 0.00 0.80 0.80 0.00 0.00
17	6.16b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.30 0.30 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.40 0.40 0.00 0.00
18	6.10a	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.30 1.30 1.30 1.30 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
19	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.20 1.20 1.20 1.20 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
20	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting	1.20 1.20



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.20 1.20 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 1.50 1.50 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
21	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.20 1.20 1.20 1.20 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.45 0.45 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 0.54 0.54 0.00 0.00
22	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.20 1.20 1.20 1.20 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 1.35 1.35 0.00 0.00
23	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3	0.90 0.90 0.90 0.90 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.35 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
24	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	0.90 0.90 0.90 0.90 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 1.50 1.50 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.54 0.54 0.00 0.00
25	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	0.90 0.90 0.90 0.90 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.45 0.45 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 0.54 0.54 0.00 0.00
26	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2	0.90 0.90 0.90 0.90 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.35 1.35 0.00 0.00
27	6.11b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG03 - Gronddrukken BG04 - Krimp van beton BG11 - Verkeer brugdek vert 1 BG12 - Verkeer brugdek vert 2 BG13 - Verkeer hor 1 BG14 - Verkeer hor 2 BG15 - Verkeer landhoofd vert 1 BG16 - Verkeer landhoofd vert 2 BG17 - Verkeer landhoofd vert 3 BG18 - Verkeer landhoofd vert 4 BG19 - Temperatuur - zomer BG20 - Temperatuur - winter BG21 - Wind dwars 1 BG22 - Wind dwars 2 BG23 - Wind langs 1 BG24 - Wind langs 2 BG25 - Wind vert 1 BG26 - Wind vert 2 BG27 - Leuning belasting 1 BG28 - Leuning belasting 2 BG31 - Stootbelasting brugdek 1 BG32 - Stootbelasting brugdek 2	1.00 1.00 1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.40 0.40 1.00 1.00

5.4. Resultaatklassen

Naam	Lijst
Alle UGT	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst
Alle CAL	8 - Omhullende - uiterst
Alle BGT kar	9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid 12 - Omhullende - bruikbaarheid
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid
Alle BGT qua	17 - Omhullende - bruikbaarheid
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst
Alle UGT tbv GEO	18 - Omhullende - uiterst 19 - Omhullende - uiterst 20 - Omhullende - uiterst 21 - Omhullende - uiterst 22 - Omhullende - uiterst 23 - Omhullende - uiterst 24 - Omhullende - uiterst 25 - Omhullende - uiterst 26 - Omhullende - uiterst
Alle CAL tbv GEO	27 - Omhullende - uiterst

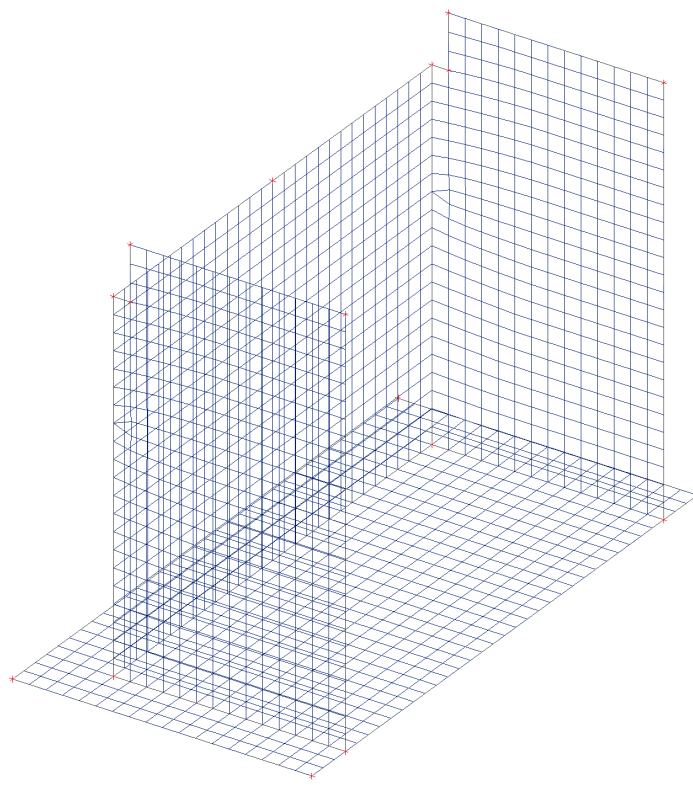


6. Berekening krachstverdeling

6.1. Instellingen net

Naam	NetInstelling1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	X
Generatie van knopen op staven	X
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Zwevende knopen voor voorspanning	✓
Elastisch net	✓
Pas automatische netverfijning toe	X
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]	0.250
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
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30.0
Verh. voorgedefinieerd net	1.5
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0.001
Gemiddelde afmeting van paneelelement [m]	1.000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

6.2. Rekenmodel





6.3. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	1894
Aantal 1D elementen	0
Aantal netknoten	1974
Aantal vergelijkingen	11844
Belastinggevallen	BG01
	BG02
	BG03
	BG04
	BG11
	BG12
	BG13
	BG14
	BG15
	BG16
	BG17
	BG19
	BG20
	BG21
	BG22
	BG23
	BG24
	BG25
	BG26
	BG31
	BG32
	BG27
	BG28
Buigtheorie	Mindlin
Start berekening	29.01.2019 10:40
Einde berekening	29.01.2019 10:40

Som van lasten en reacties.

	[kN]	X	Y	Z
BG BG01	last	0.0	0.0	-1482.9
	knoopreacties	0.0	0.0	1482.9
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG02	last	0.0	0.0	-1763.8
	knoopreacties	0.0	0.0	1763.8
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG03	last	-776.5	0.0	-2238.7
	knoopreacties	776.5	-0.0	2238.7
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG04	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 BG11	last	0.0	0.0	-200.0
	knoopreacties	0.0	0.0	200.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG12	last	0.0	0.0	-200.0
	knoopreacties	0.0	0.0	200.0



	[kN]	X	Y	Z
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG13	last	-94.2	0.0	0.0
	knoopreacties	94.2	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG14	last	94.2	0.0	0.0
	knoopreacties	-94.2	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG15	last	0.0	94.1	-52.8
	knoopreacties	0.0	-94.1	52.8
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG16	last	-111.5	0.0	-105.6
	knoopreacties	111.5	0.0	105.6
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG17	last	0.0	-94.1	-52.8
	knoopreacties	0.0	94.1	52.8
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG18	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG19	last	68.0	0.0	0.0
	knoopreacties	-68.0	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG20	last	-68.0	0.0	0.0
	knoopreacties	68.0	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG21	last	0.0	31.0	0.0
	knoopreacties	0.0	-31.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG22	last	0.0	-31.0	0.0
	knoopreacties	0.0	31.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG23	last	25.0	0.0	0.0
	knoopreacties	-25.0	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG24	last	-25.0	0.0	0.0
	knoopreacties	25.0	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0



	[kN]	X	Y	Z
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG25	last	0.0	0.0	50.0
	knoopreacties	0.0	0.0	-50.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG26	last	0.0	0.0	-50.0
	knoopreacties	0.0	0.0	50.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG31	last	0.0	1000.0	0.0
	knoopreacties	0.0	-1000.0	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 BG32	last	0.0	-1000.0	0.0
	knoopreacties	0.0	1000.0	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 BG27	last	0.0	9.6	-9.6
	knoopreacties	0.0	-9.6	9.6
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG28	last	0.0	-9.6	-9.6
	knoopreacties	0.0	9.6	9.6
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0



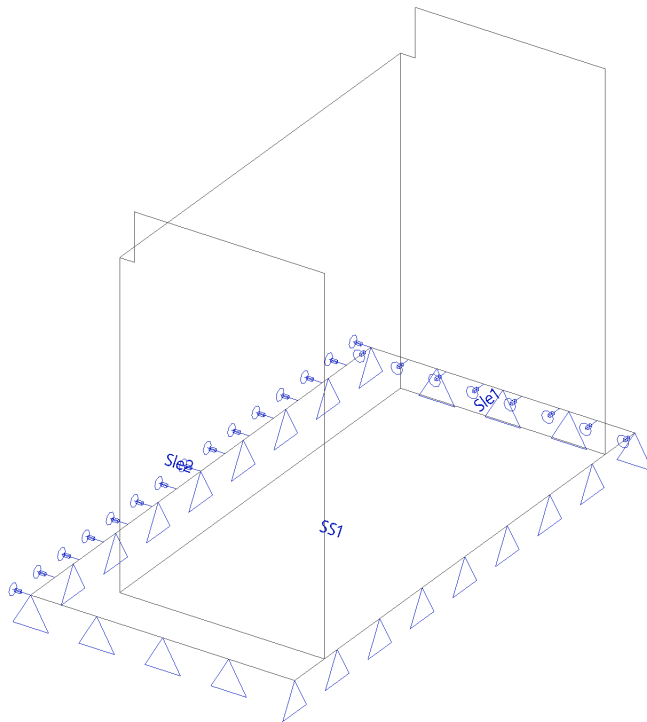
1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Opleggingen	2
2.1. Rekenmodel	2
2.2. Knoopondersteuning	2
2.3. Beddingen	2
2.4. 2D elementondersteuning	2
2.5. Ondersteuning op 2D elementranden	2



2. Opleggingen

2.1. Rekenmodel



2.2. Knoopondersteuningen

Lege tabel

2.3. Beddingen

Naam	C1x [MN/m ³]	C1z	C1y [MN/m ³]	Stijfheid [MN/m ³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
Bedding1	0.0000e+00	Verend	0.0000e+00	5.1000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00

2.4. 2D elementondersteuningen

Naam	Type	Bedding	2D-element
SS1	Individueel	Bedding1	E1

2.5. Ondersteuningen op 2D elementranden

Naam	2D-element Rand	Oors Coör	Pos x ₁ Pos x ₂	X Stijfheid X [MN/m ²]	Y Stijfheid Y [MN/m ²]	Z Stijfheid Z [MN/m ²]	Rx Stijfheid Rx [MNm/m/rad]	Ry Stijfheid Ry [MNm/m/rad]	Rz Stijfheid Rz [MNm/m/rad]
Sle1	E1 3	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Verend 2.0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sle2	E1 4	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Verend 2.0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij



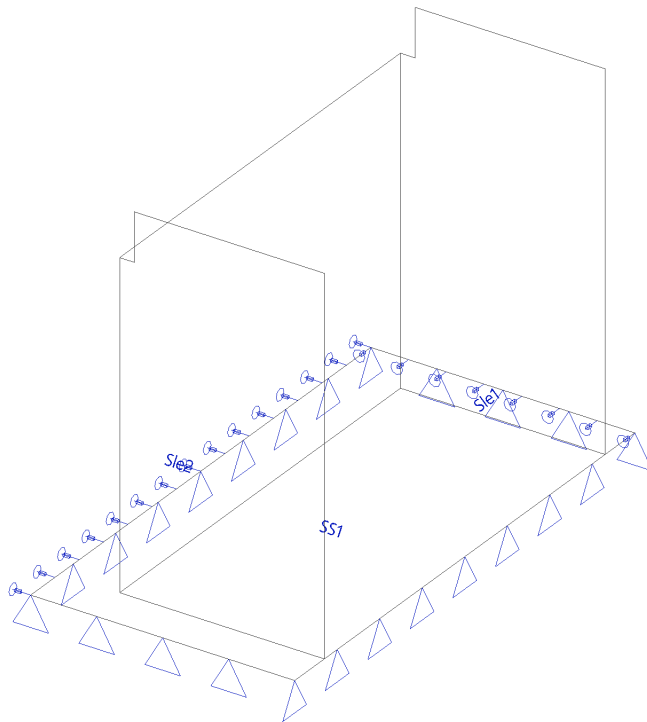
1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Opleggingen	2
2.1. Rekenmodel	2
2.2. Knoopondersteuning	2
2.3. Beddingen	2
2.4. 2D elementondersteuning	2
2.5. Ondersteuning op 2D elementranden	2



2. Opleggingen

2.1. Rekenmodel



2.2. Knoopondersteuningen

Lege tabel

2.3. Beddingen

Naam	C1x [MN/m ³]	C1z	C1y [MN/m ³]	Stijfheid [MN/m ³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
Bedding1	0.0000e+00	Verend	0.0000e+00	1.2500e+01	0.0000e+00	0.0000e+00

2.4. 2D elementondersteuningen

Naam	Type	Bedding	2D-element
SS1	Individueel	Bedding1	E1

2.5. Ondersteuningen op 2D elementranden

Naam	2D-element Rand	Oors Coör	Pos x ₁ Pos x ₂	X Stijfheid X [MN/m ²]	Y Stijfheid Y [MN/m ²]	Z Stijfheid Z [MN/m ²]	Rx Stijfheid Rx [MNm/m/rad]	Ry Stijfheid Ry [MNm/m/rad]	Rz Stijfheid Rz [MNm/m/rad]
Sle1	E1 3	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Verend 2.0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sle2	E1 4	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Verend 2.0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij



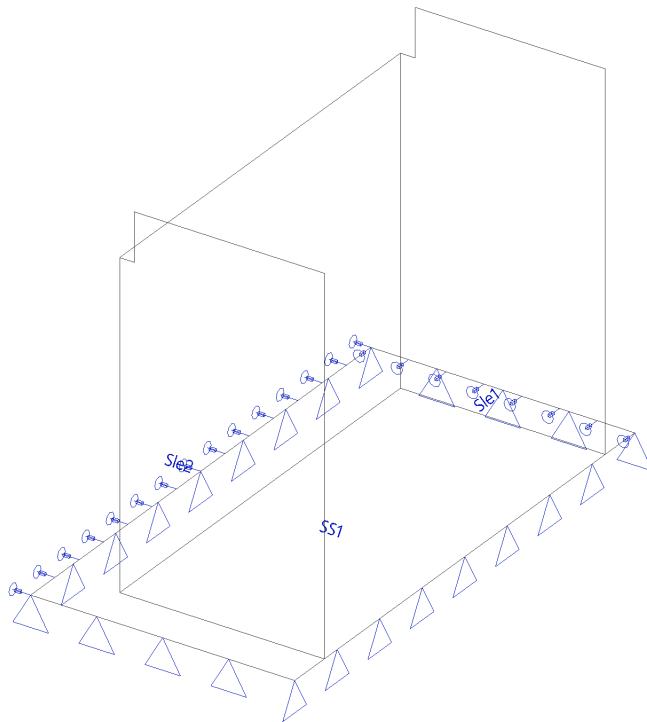
1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Opleggingen	2
2.1. Rekenmodel	2
2.2. Knoopondersteuning	2
2.3. Beddingen	2
2.4. 2D elementondersteuning	2
2.5. Ondersteuning op 2D elementranden	2



2. Opleggingen

2.1. Rekenmodel



2.2. Knoopondersteuningen

Lege tabel

2.3. Beddingen

Naam	C1x [MN/m ³]	C1z	C1y [MN/m ³]	Stijfheid [MN/m ³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
Bedding1	0.0000e+00	Verend	0.0000e+00	6.7000e+00	0.0000e+00	0.0000e+00

2.4. 2D elementondersteuningen

Naam	Type	Bedding	2D-element
SS1	Individueel	Bedding1	E1

2.5. Ondersteuningen op 2D elementranden

Naam	2D-element Rand	Oors Coör	Pos x ₁ Pos x ₂	X Stijfheid X [MN/m ²]	Y Stijfheid Y [MN/m ²]	Z Stijfheid Z [MN/m ²]	Rx Stijfheid Rx [MNm/m/rad]	Ry Stijfheid Ry [MNm/m/rad]	Rz Stijfheid Rz [MNm/m/rad]
Sle1	E1 3	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Verend 2.0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sle2	E1 4	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Verend 2.0000e+01	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij

BIJLAGE C RESULTATEN REKENMODEL SCIA EINGINEER

Bijlage C-1	Resultaten rekenmodel met starre opleggingen
Bijlage C-2	Resultaten rekenmodel met slappe rekenwaarde grondbedding
Bijlage C-3	Resultaten rekenmodel met stijve rekenwaarde grondbedding
Bijlage C-4	Resultaten rekenmodel met slappe karakteristieke grondbedding

Opdrachtgever	:	Gemeente Horst aan de Maas
Project	:	VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen
Opgesteld	:	ir. K. van Cann
Gecontroleerd	:	ing. L.M. Hendriks MSEng
Vrijgegeven	:	ing. H.W. Moed MSEng
Referentie	:	W18067_RAP001



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Resultante van belastingen	2
2.1. Resultaatklassen	2
2.1.1. Resultaatklassen - Alle UGT	2
2.1.1.1. Resultante	2
2.1.1.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz	2
2.1.2. Resultaatklassen - Alle CAL	3
2.1.2.1. Resultante	3
2.1.2.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz	3
2.1.3. Resultaatklassen - Alle BGT kar	4
2.1.3.1. Resultante	4
2.1.3.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz	4



2. Resultante van belastingen

2.1. Resultaatklassen

2.1.1. Resultaatklassen - Alle UGT

Naam	Lijst
Alle UGT	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst

2.1.1.1. Resultante

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

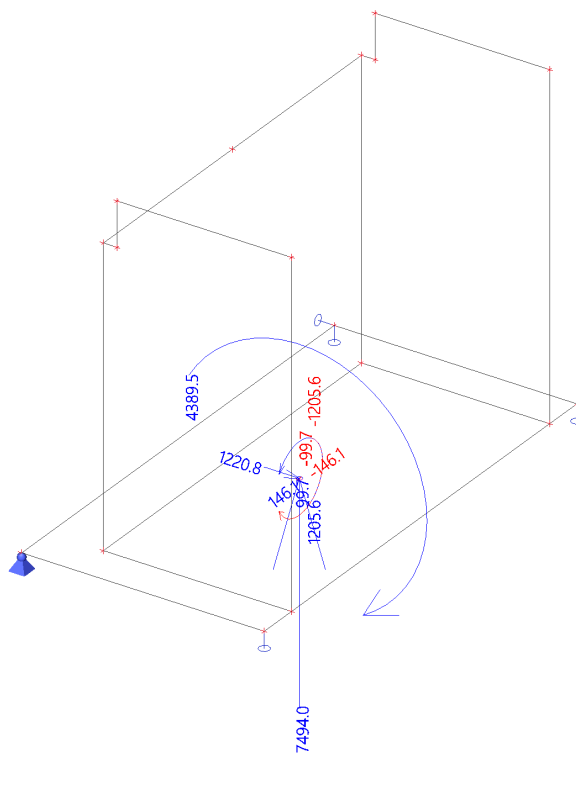
Klasse : Alle UGT

BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
2/1	1220.8	-146.1	7364.1	726.4	4303.6	-65.5
5/2	560.5	0.0	5499.4	0.0	1855.5	0.0
5/3	698.9	146.1	5305.9	-1205.6	2182.6	65.5
1/4	1058.5	13.9	7494.0	-74.9	3082.4	-17.1
6/5	736.4	-46.5	4861.9	249.7	2019.9	57.0
2/6	1082.4	-146.1	7049.1	1205.6	3174.3	-65.5
2/7	1220.8	13.9	7287.6	-74.9	4389.5	-17.1
5/8	560.5	-14.0	5067.3	74.9	967.3	17.1
2/9	793.4	118.2	6906.5	-97.3	2020.7	99.7
5/10	987.8	-118.2	5448.4	97.3	3336.2	-99.7

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
1.225	0.000	31.550

2.1.1.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz





2.1.2. Resultaatklassen - Alle CAL

Naam	Lijst
Alle CAL	8 - Omhullende - uiterst

2.1.2.1. Resultante

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

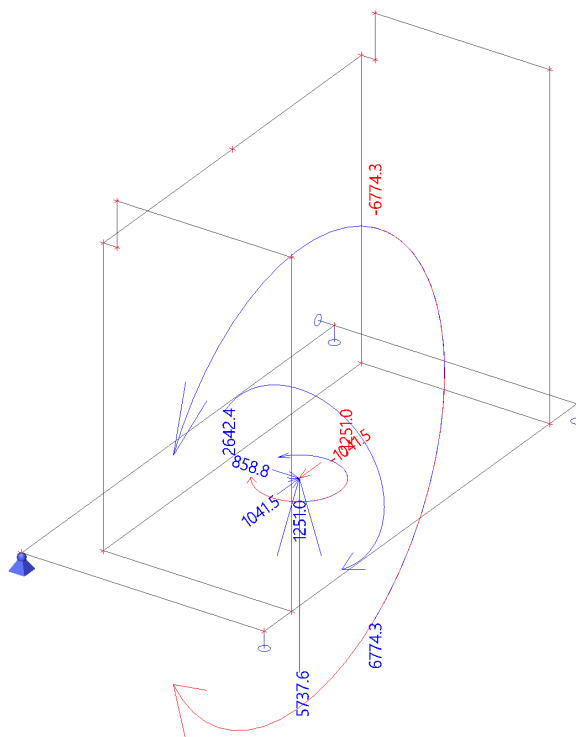
Klasse : Alle CAL

BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8/11	858.8	-1041.5	5712.6	6632.3	2615.5	1199.1
8/12	738.9	0.0	5645.4	0.0	2116.1	0.0
8/13	776.5	1041.5	5590.4	-6774.3	2193.6	-1199.1
8/14	821.1	0.0	5737.6	0.0	2386.2	0.0
8/15	776.5	0.0	5485.4	0.0	2122.6	0.0
8/16	821.1	-1041.5	5632.6	6774.3	2315.1	1199.1
8/17	858.8	0.0	5687.7	0.0	2642.4	0.0
8/18	738.9	0.0	5535.4	0.0	1866.4	0.0
8/19	738.9	-958.5	5590.4	6308.7	1991.2	1251.0
8/20	858.8	958.5	5632.6	-6308.7	2517.6	-1251.0

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
1.225	0.000	31.550

2.1.2.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz





2.1.3. Resultaatklassen - Alle BGT kar

Naam	Lijst
Alle BGT kar	9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid 12 - Omhullende - bruikbaarheid

2.1.3.1. Resultante

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

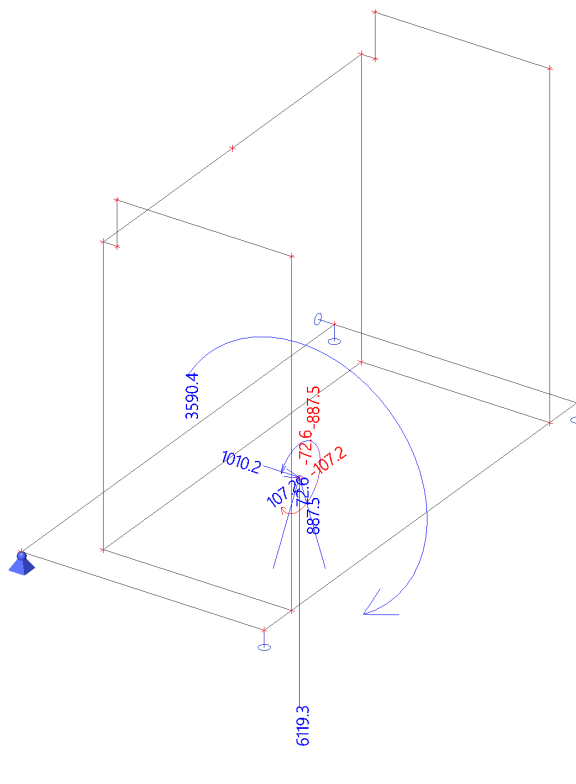
Klasse : Alle BGT kar

BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
9/21	1010.2	-107.2	6062.7	532.5	3526.8	-49.8
9/22	654.4	0.0	5900.4	0.0	1974.9	0.0
9/23	776.5	107.2	5757.1	-887.5	2322.2	49.8
9/24	880.6	9.3	6119.3	-49.9	2766.9	-11.4
11/25	801.5	-31.0	5435.4	166.5	2195.7	38.0
9/26	888.1	-107.2	5832.7	887.5	2589.2	-49.8
9/27	1010.2	9.3	6006.0	-49.9	3590.4	-11.4
9/28	654.4	-9.3	5583.7	49.9	1321.0	11.4
9/29	695.2	88.6	5727.1	-77.6	1848.7	72.6
9/30	969.4	-88.6	5862.7	77.6	3062.7	-72.6

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
1.225	0.000	31.550

2.1.3.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz





1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Gronddrukken	2
2.1. Resultaatklassen	2
2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	2
2.1.1.1. Contactspanningen	2
2.1.1.2. Contactspanningen; σ_{maz}	3
2.1.1.3. Contactspanningen; σ_{maz}	3
2.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	4
2.1.2.1. Contactspanningen	4
2.1.2.2. Contactspanningen; σ_{maz}	5
2.1.2.3. Contactspanningen; σ_{maz}	5
3. Funderingsplaat	6
3.1. Resultaatklassen	6
3.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	6
3.1.1.1. 2D element - Interne krachten	6
3.1.1.2. 2D element - Interne krachten	6
3.1.1.3. 2D element - Interne krachten; $mxD+$	7
3.1.1.4. 2D element - Interne krachten; $mxD-$	7
3.1.1.5. 2D element - Interne krachten; nxD	8
3.1.1.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$	8
3.1.1.7. 2D element - Interne krachten; $myD-$	9
3.1.1.8. 2D element - Interne krachten; nyD	9
3.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	10
3.1.2.1. 2D element - Interne krachten	10
3.1.2.2. 2D element - Interne krachten	10
3.1.2.3. 2D element - Interne krachten; $mxD+$	11
3.1.2.4. 2D element - Interne krachten; $mxD-$	11
3.1.2.5. 2D element - Interne krachten; nxD	12
3.1.2.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$	12
3.1.2.7. 2D element - Interne krachten; $myD-$	13
3.1.2.8. 2D element - Interne krachten; nyD	13
4. Frontwand	14
4.1. Resultaatklassen	14
4.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	14
4.1.1.1. 2D element - Interne krachten	14
4.1.1.2. 2D element - Interne krachten	14
4.1.1.3. 2D element - Interne krachten; $mxD+$	15
4.1.1.4. 2D element - Interne krachten; $mxD-$	15
4.1.1.5. 2D element - Interne krachten; nxD	16
4.1.1.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$	16
4.1.1.7. 2D element - Interne krachten; $myD-$	17
4.1.1.8. 2D element - Interne krachten; nyD	17
4.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	18
4.1.2.1. 2D element - Interne krachten	18
4.1.2.2. 2D element - Interne krachten	18
4.1.2.3. 2D element - Interne krachten; $mxD+$	19
4.1.2.4. 2D element - Interne krachten; $mxD-$	19
4.1.2.5. 2D element - Interne krachten; nxD	20
4.1.2.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$	20
4.1.2.7. 2D element - Interne krachten; $myD-$	21
4.1.2.8. 2D element - Interne krachten; nyD	21
5. Vleugelwanden	22
5.1. Resultaatklassen	22
5.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	22
5.1.1.1. 2D element - Interne krachten	22
5.1.1.2. 2D element - Interne krachten	22
5.1.1.3. 2D element - Interne krachten; $mxD+$	23
5.1.1.4. 2D element - Interne krachten; $mxD-$	23
5.1.1.5. 2D element - Interne krachten; nxD	24
5.1.1.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$	24
5.1.1.7. 2D element - Interne krachten; $myD-$	25
5.1.1.8. 2D element - Interne krachten; nyD	25
5.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	26
5.1.2.1. 2D element - Interne krachten	26
5.1.2.2. 2D element - Interne krachten	26
5.1.2.3. 2D element - Interne krachten; $mxD+$	27
5.1.2.4. 2D element - Interne krachten; $mxD-$	27
5.1.2.5. 2D element - Interne krachten; nxD	28
5.1.2.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$	28
5.1.2.7. 2D element - Interne krachten; $myD-$	29
5.1.2.8. 2D element - Interne krachten; nyD	29



2. Gronddrukken

2.1. Resultaatklassen

2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

2.1.1.1. Contactspanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

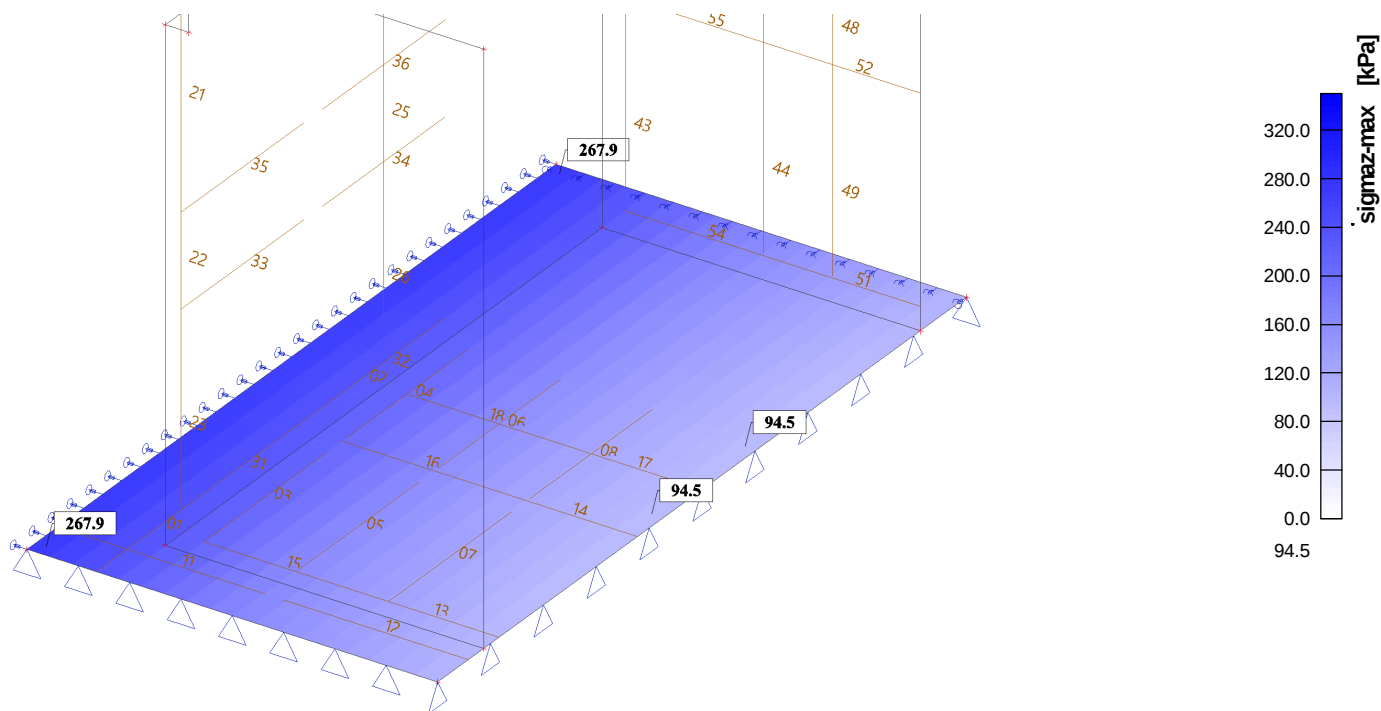
Selectie : E1

Klasse : Alle BGT fre

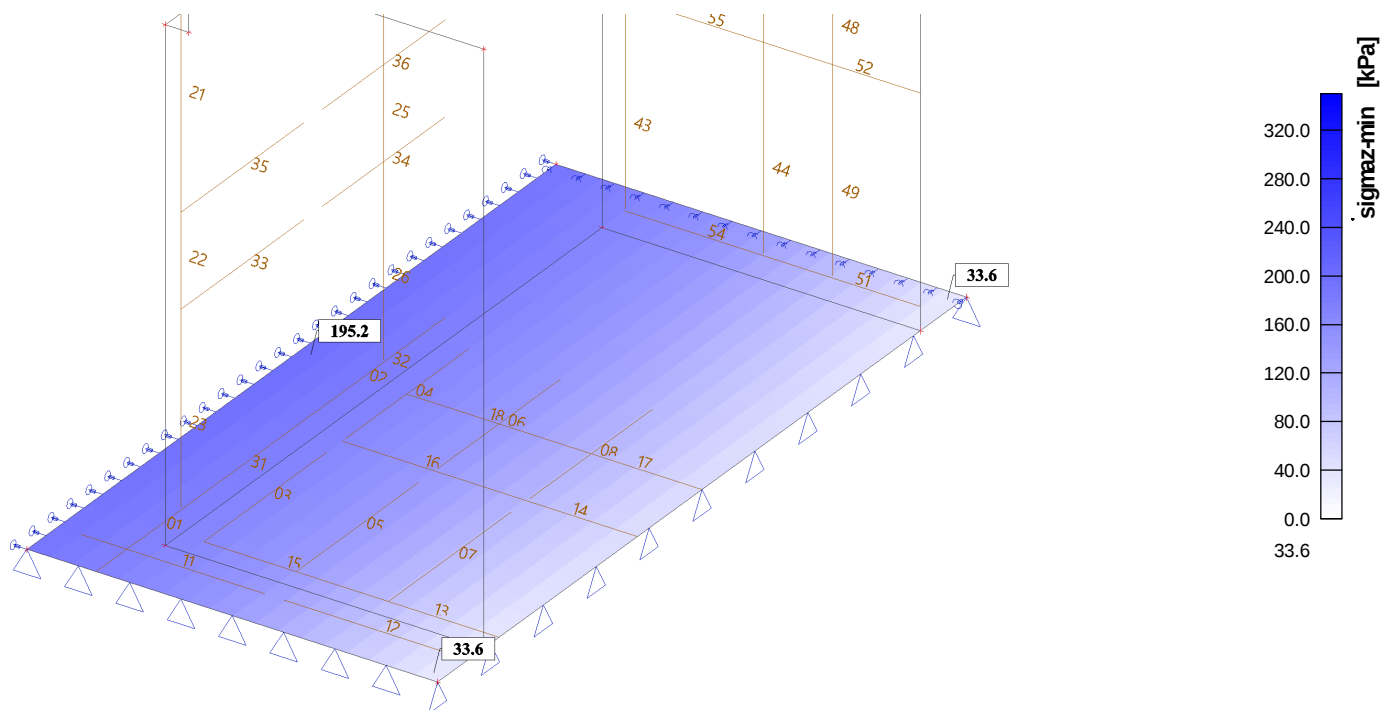
In centrum.

Staaf	BG	elem	taux [kPa]	tauz [kPa]	sigmz [kPa]
E1	Alle BGT fre	1	0.0	0.0	267.9
E1	Alle BGT fre	220	0.0	0.0	33.6
E1	Alle BGT fre	203	0.0	0.0	267.9

2.1.1.2. Contactspanningen; σ_{maz}



2.1.1.3. Contactspanningen; σ_{maz}





2.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

2.1.2.1. Contactspanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

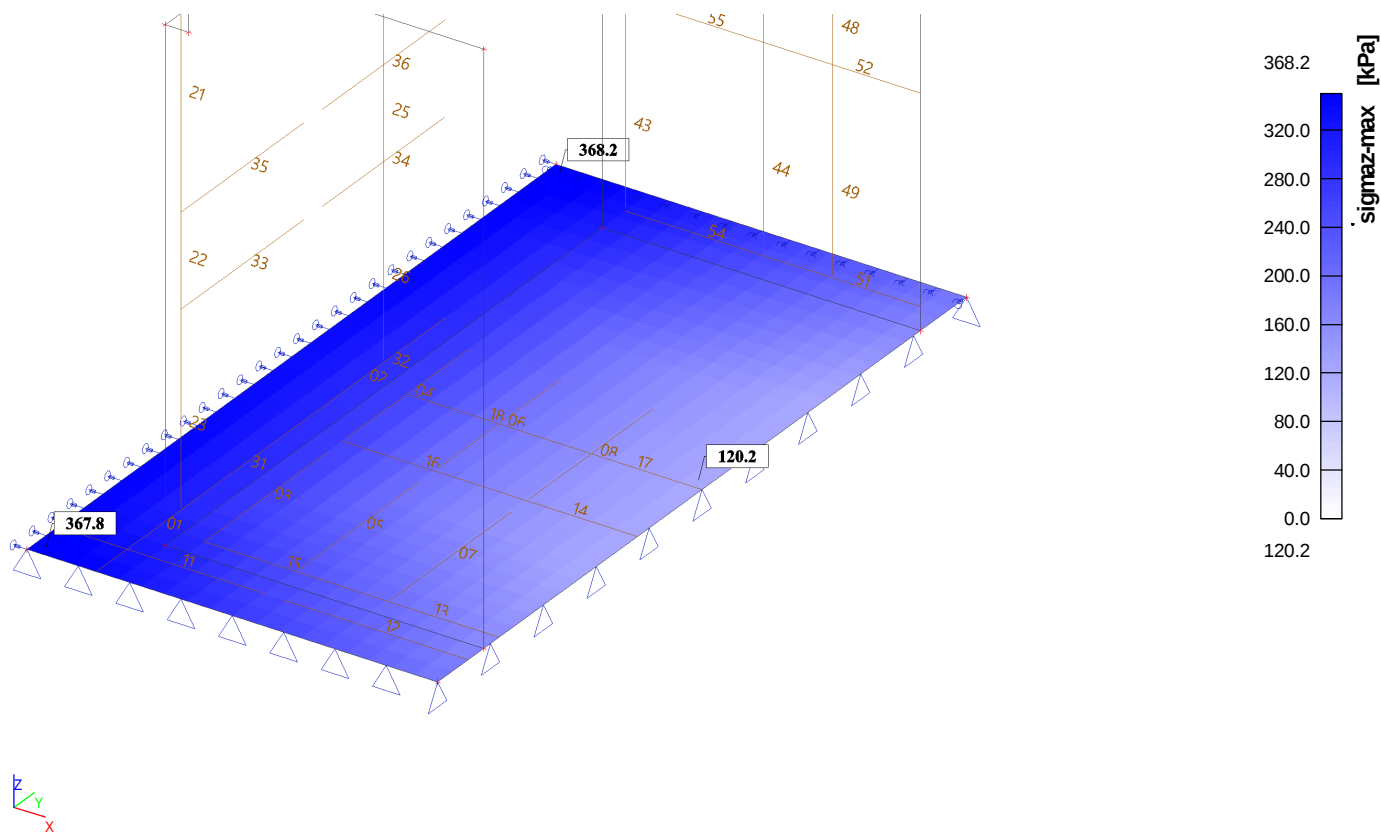
Selectie : E1

Klasse : Alle UGT + CAL

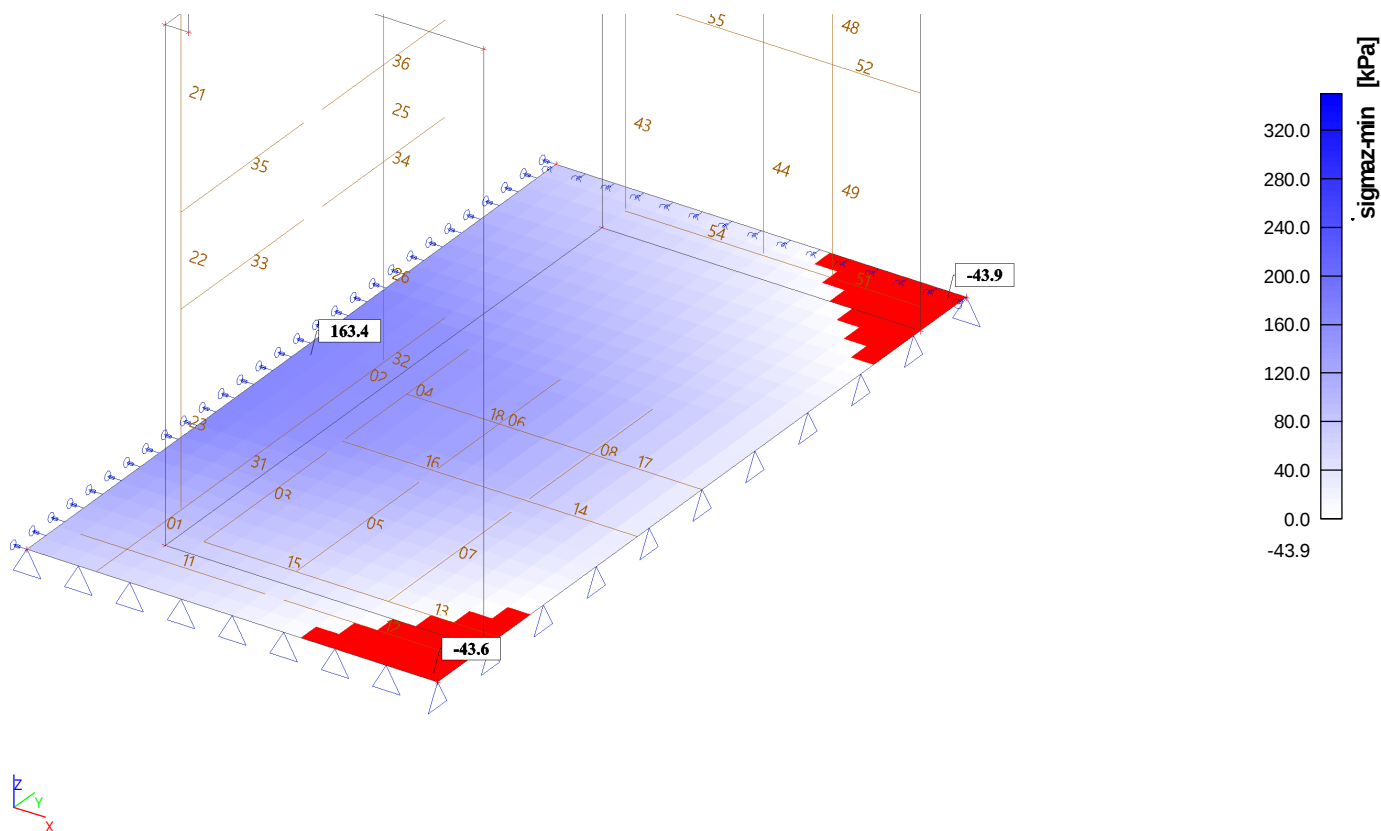
In centrum.

Staaf	BG	elem	taux [kPa]	tauz [kPa]	sigmz [kPa]
E1	Alle UGT + CAL	1	0.0	0.0	367.8
E1	Alle UGT + CAL	220	0.0	0.0	-43.9
E1	Alle UGT + CAL	203	0.0	0.0	368.2

2.1.2.2. Contactspanningen; σ_{maz}



2.1.2.3. Contactspanningen; σ_{maz}





3. Funderingsplaat

3.1. Resultaatklassen

3.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

3.1.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 1..6

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
06	455	Alle BGT fre	-11.0	0.0	-12.2
06	455	Alle BGT fre	36.2	20.1	2.0
05	445	Alle BGT fre	-0.1	-14.6	-54.3
03	557	Alle BGT fre	31.4	74.5	36.5
02	97	Alle BGT fre	0.0	41.8	-96.8
01	4	Alle BGT fre	2.2	68.0	64.7

3.1.1.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 11..18

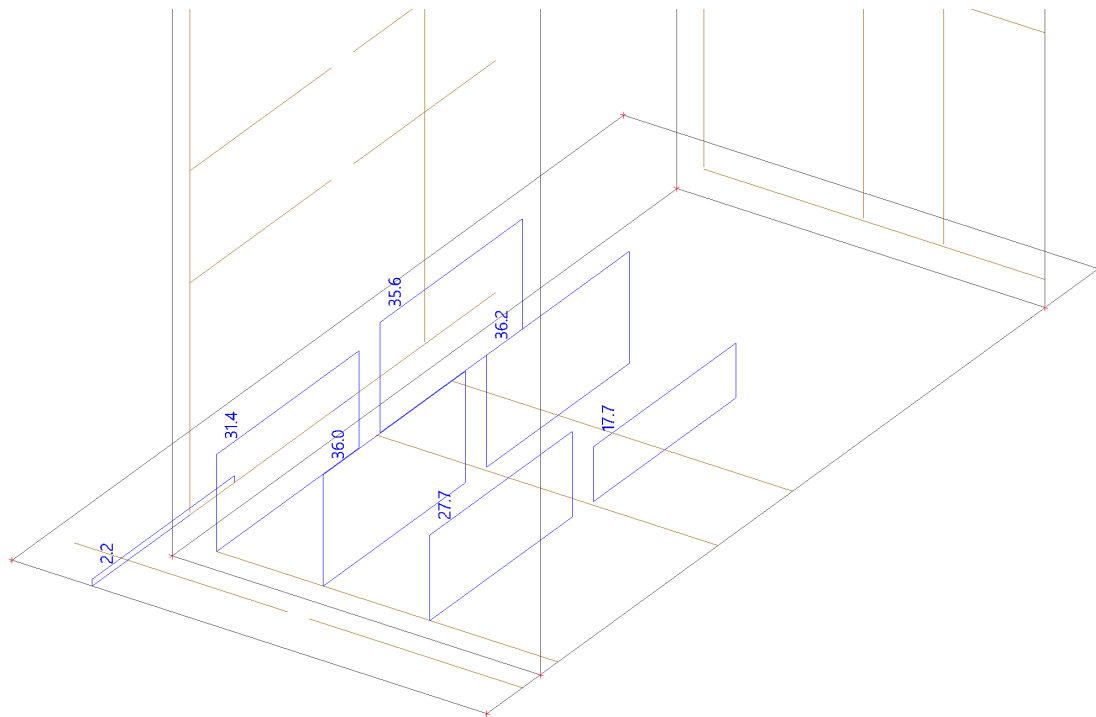
Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

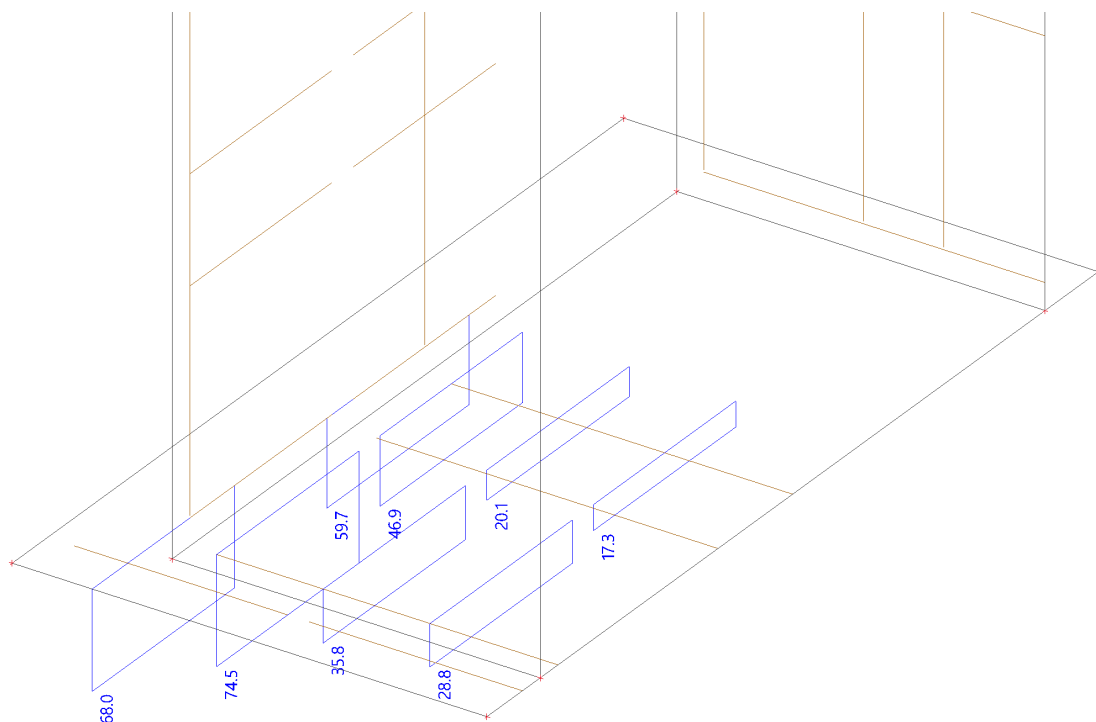
Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
15	557	Alle BGT fre	-18.0	0.0	-56.4
13	389	Alle BGT fre	105.7	0.0	302.8
16	566	Alle BGT fre	-6.1	-13.0	-0.5
14	398	Alle BGT fre	18.2	55.0	283.8



3.1.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD+

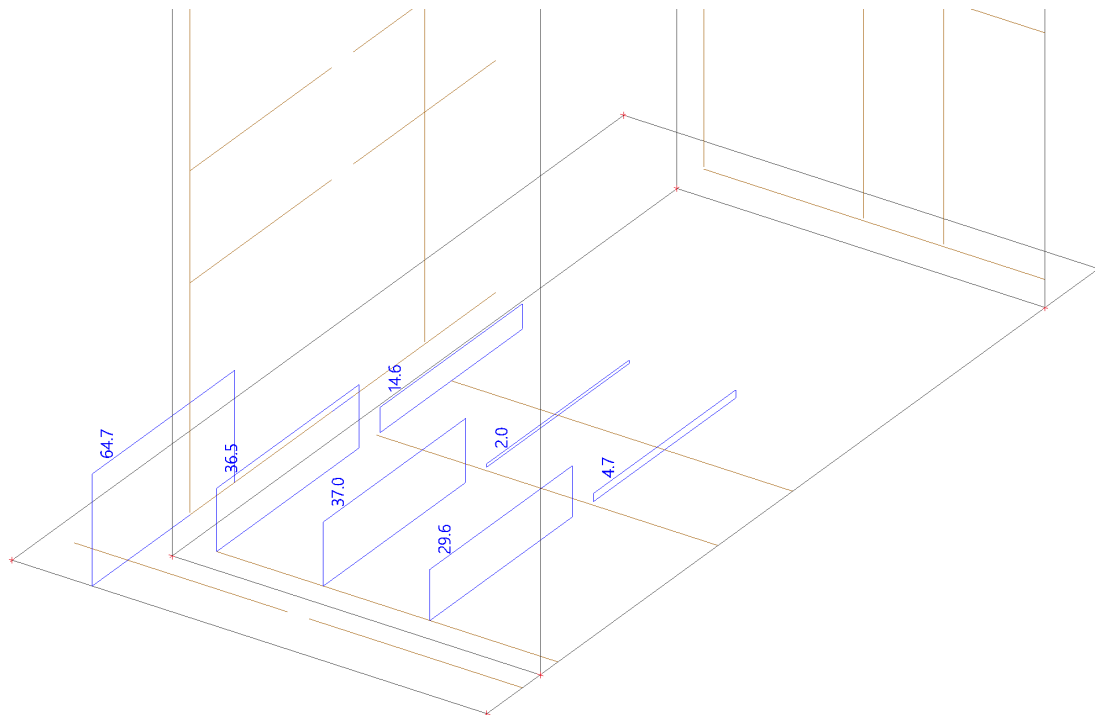


3.1.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD-

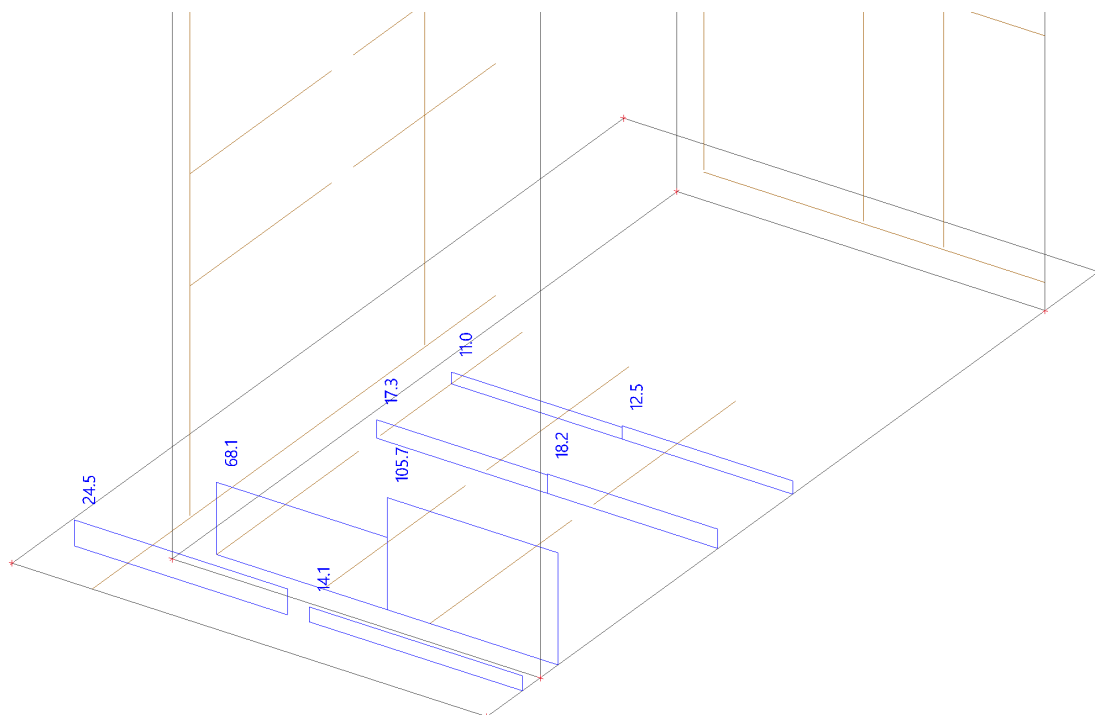




3.1.1.5. 2D element - Interne krachten; nxD

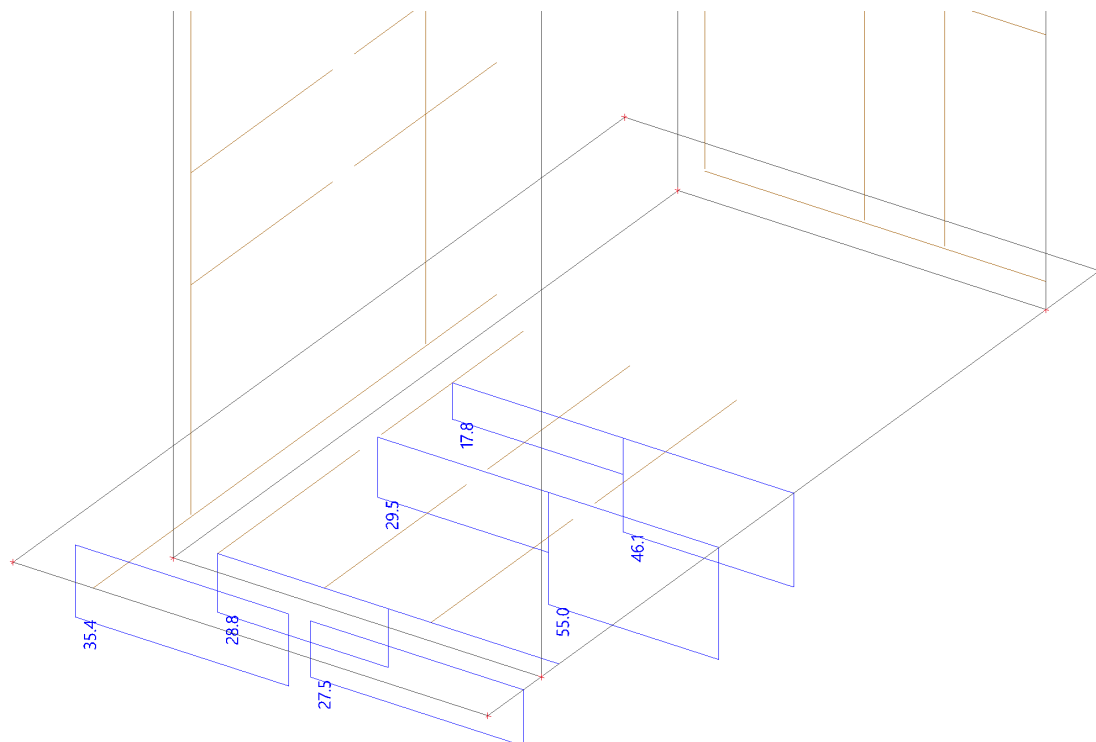


3.1.1.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$

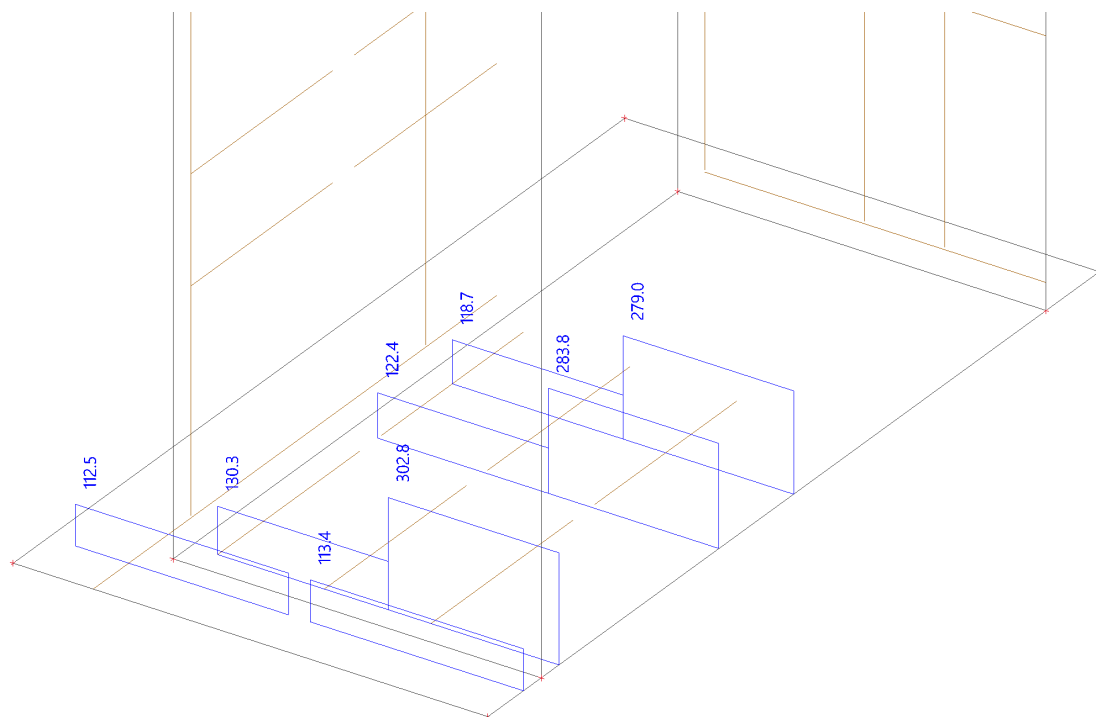




3.1.1.7. 2D element - Interne krachten; myD-



3.1.1.8. 2D element - Interne krachten; nyD





3.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

3.1.2.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 1..6

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
01	4	Alle UGT + CAL	0.0	11.1	-4.9
06	455	Alle UGT + CAL	80.2	53.4	46.3
06	455	Alle UGT + CAL	0.4	-1.0	0.0
01	4	Alle UGT + CAL	16.2	101.7	17.6
02	97	Alle UGT + CAL	0.0	38.7	-133.0
03	557	Alle UGT + CAL	42.8	92.0	98.6

3.1.2.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 11..18

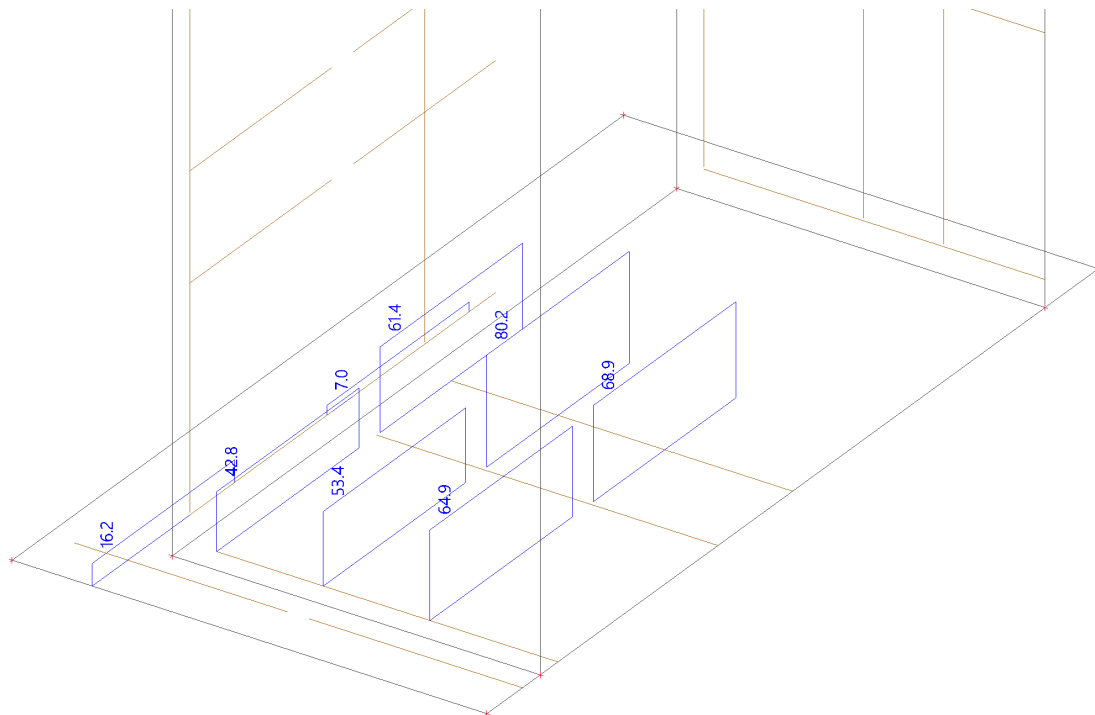
Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

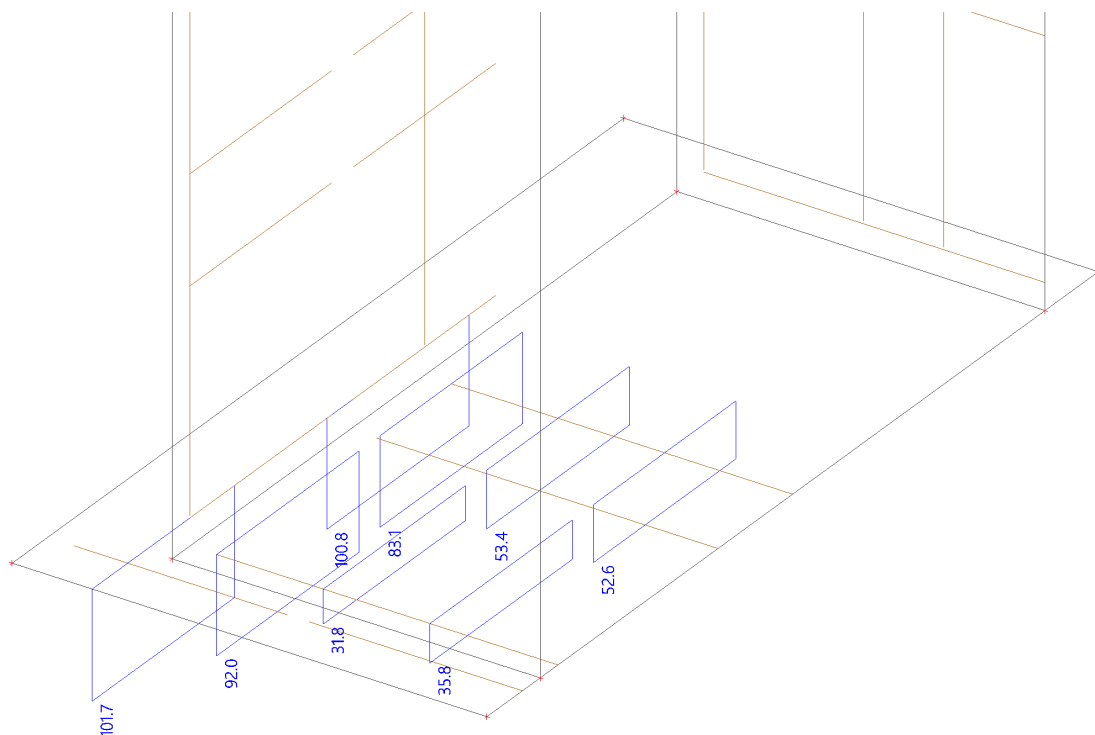
Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
11	20	Alle UGT + CAL	-18.2	1.1	2.1
13	389	Alle UGT + CAL	150.0	11.0	224.0
17	402	Alle UGT + CAL	0.0	-2.6	86.5
14	398	Alle UGT + CAL	79.8	87.7	277.3
16	566	Alle UGT + CAL	2.2	8.5	0.1
17	402	Alle UGT + CAL	40.2	72.9	299.3



3.1.2.3. 2D element - Interne krachten; mxD+

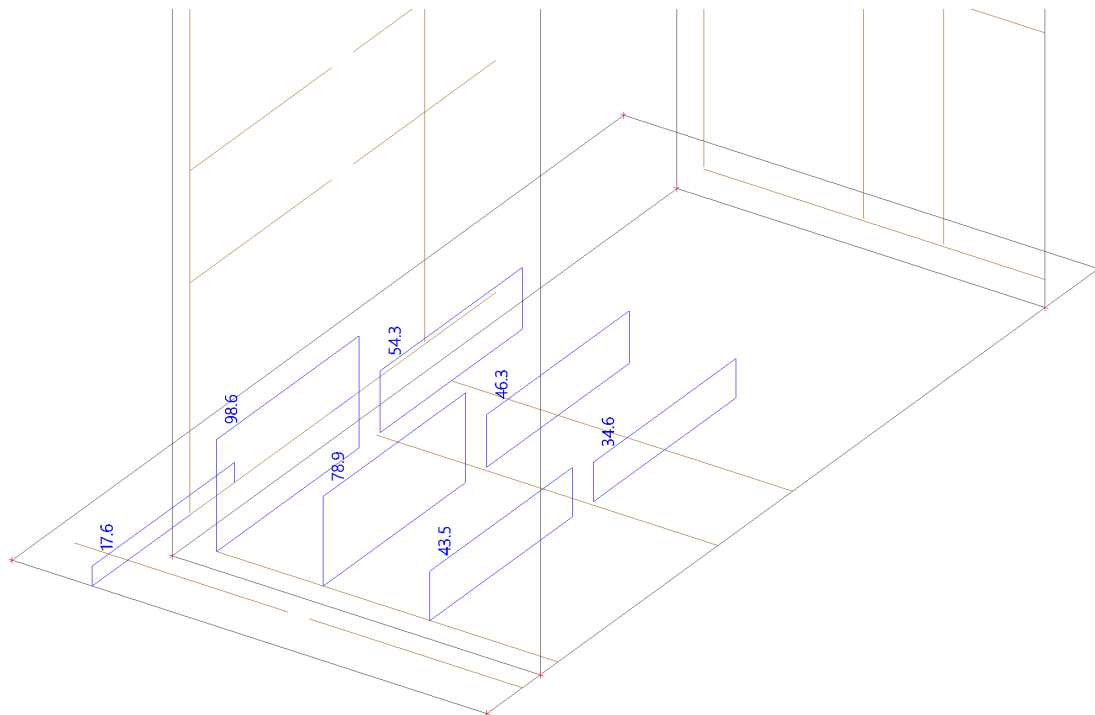


3.1.2.4. 2D element - Interne krachten; mxD-

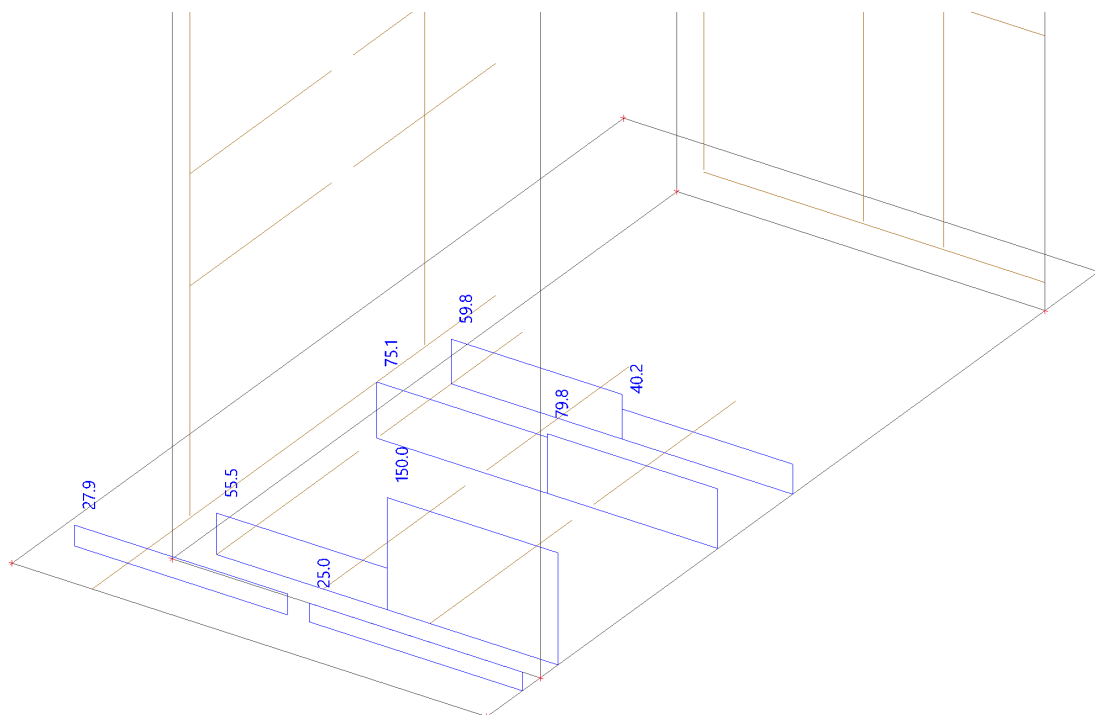




3.1.2.5. 2D element - Interne krachten; nxD

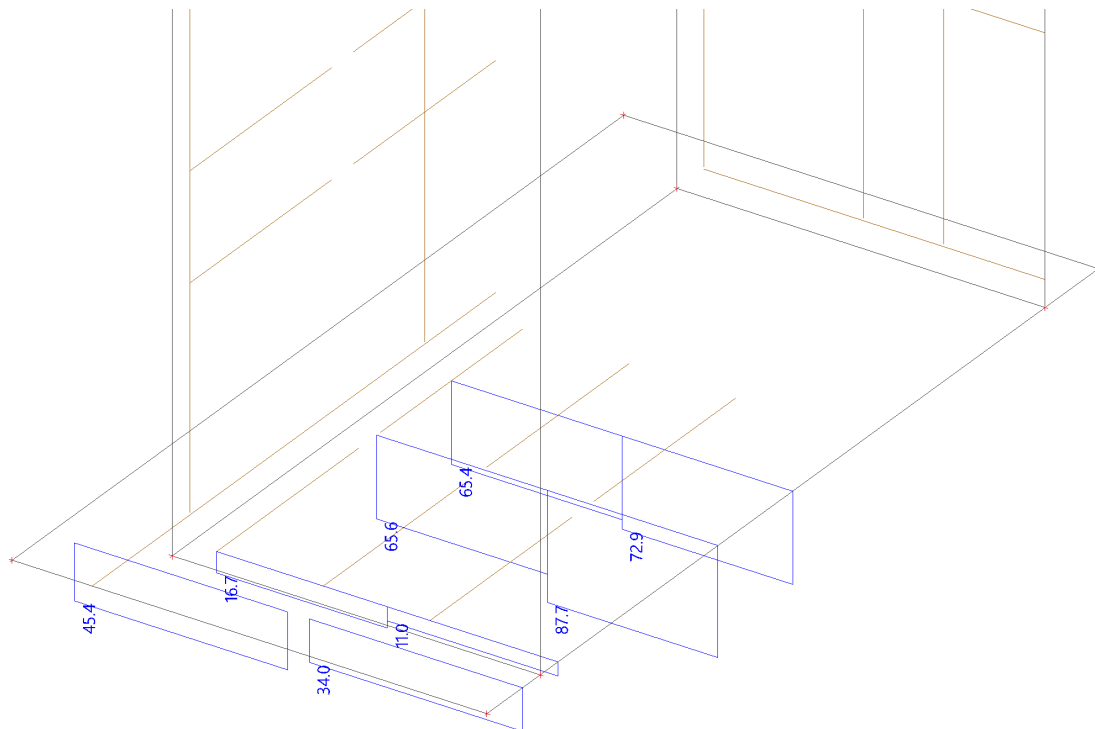


3.1.2.6. 2D element - Interne krachten; myD+

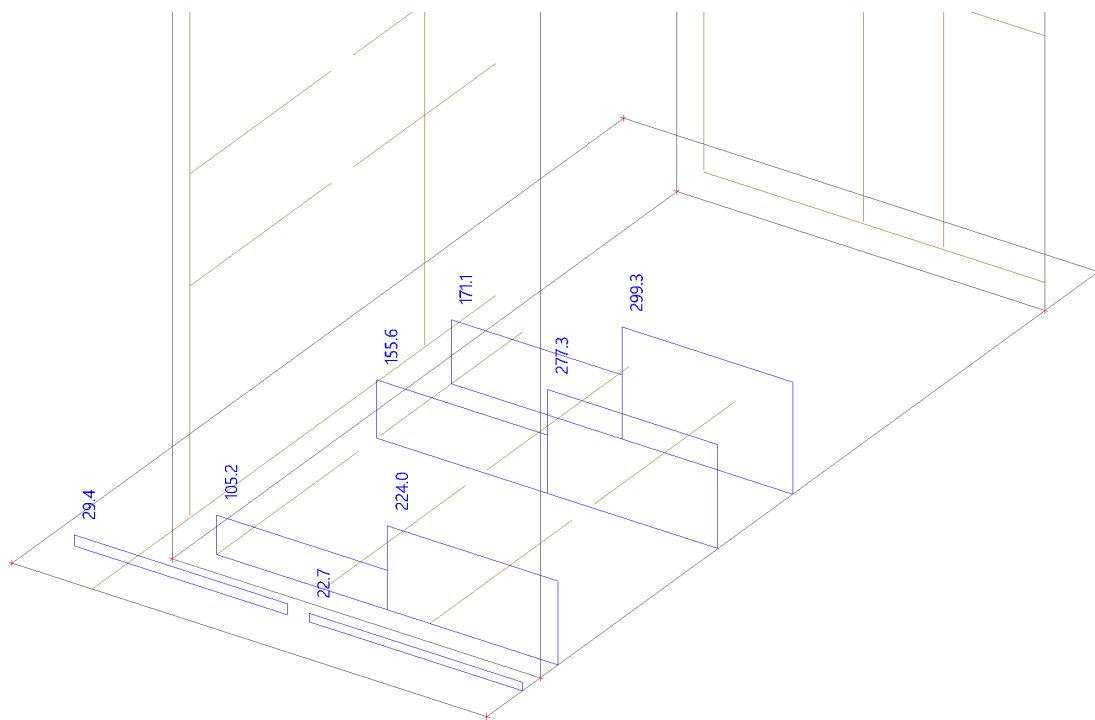




3.1.2.7. 2D element - Interne krachten; myD-



3.1.2.8. 2D element - Interne krachten; nyD





4. Frontwand

4.1. Resultaatklassen

4.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

4.1.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 21, 23, 22, 24..26

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
26	822	Alle BGT fre	-46.5	-9.6	-153.8
24	1186	Alle BGT fre	72.0	83.7	281.5
25	1018	Alle BGT fre	-5.4	-22.0	30.5
22	1005	Alle BGT fre	11.8	158.1	240.5
26	822	Alle BGT fre	43.9	68.2	561.2

4.1.1.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 31..36

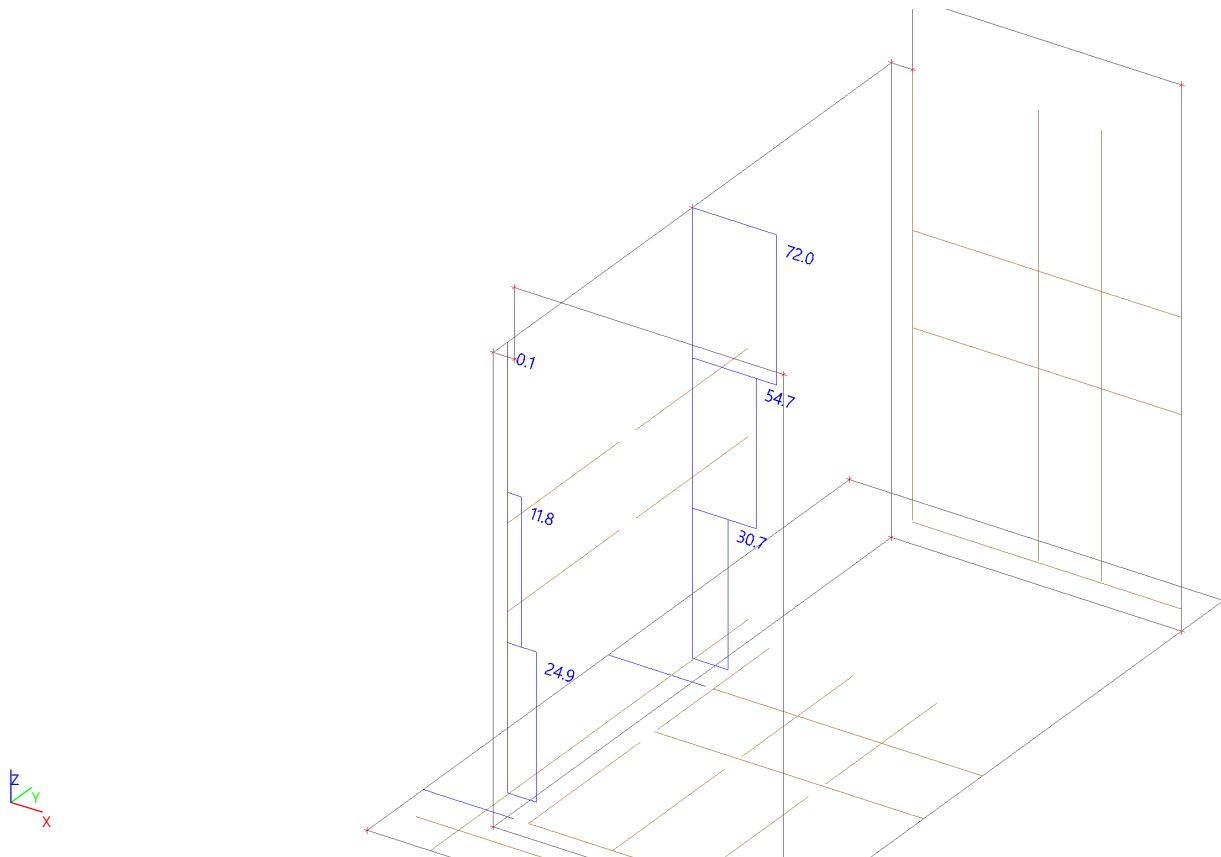
Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

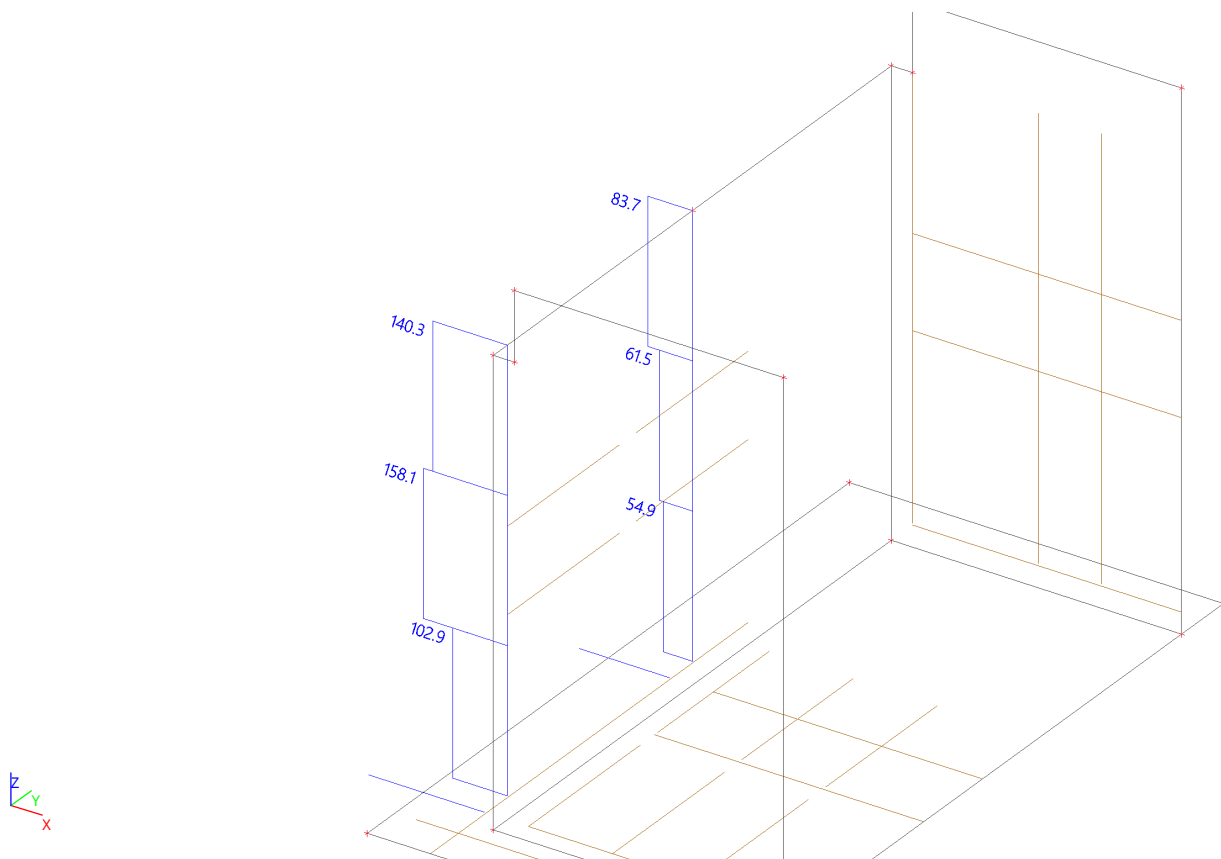
Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
31	613	Alle BGT fre	-78.0	-5.0	-236.0
33	865	Alle BGT fre	48.6	77.4	26.3
34	875	Alle BGT fre	-53.3	-41.7	0.0
32	623	Alle BGT fre	1.6	100.1	0.0
32	623	Alle BGT fre	-35.1	-1.0	-236.8
31	613	Alle BGT fre	8.1	95.3	144.6



4.1.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD+

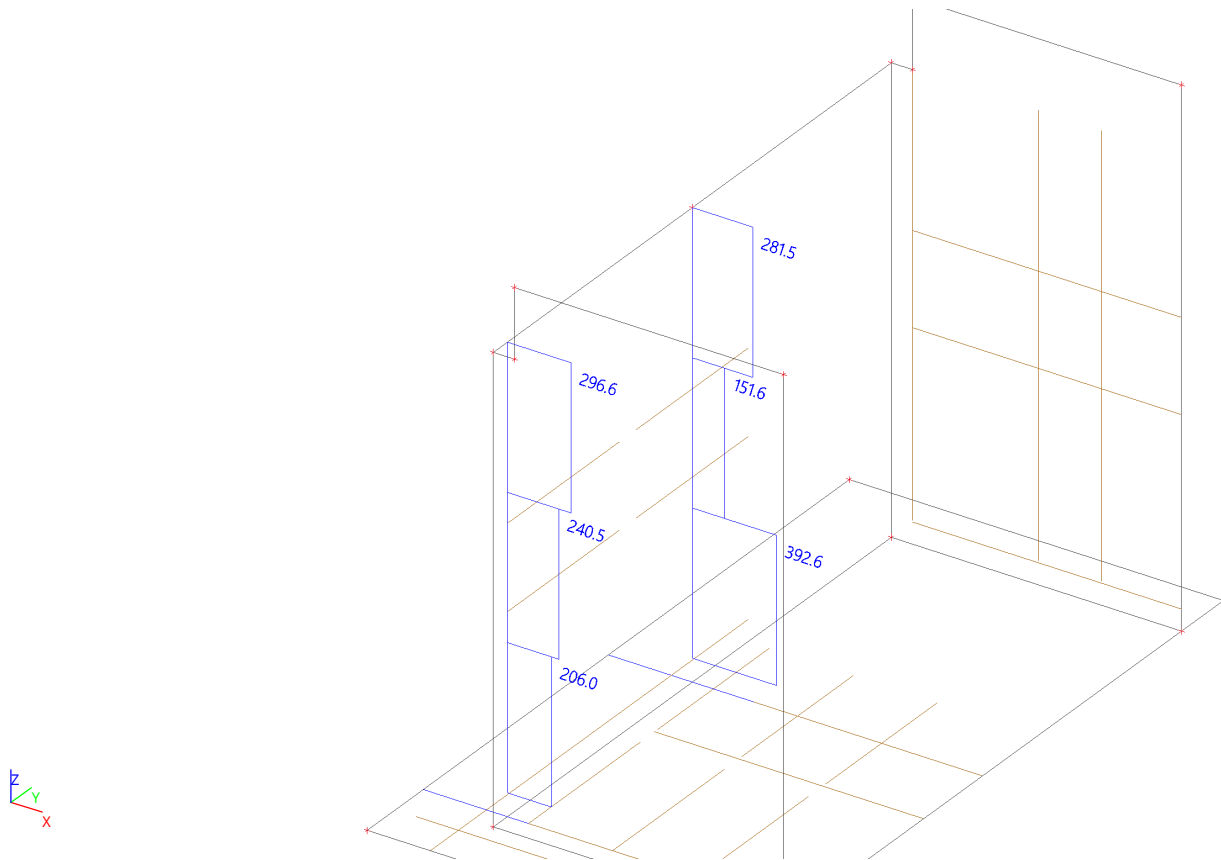


4.1.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD-

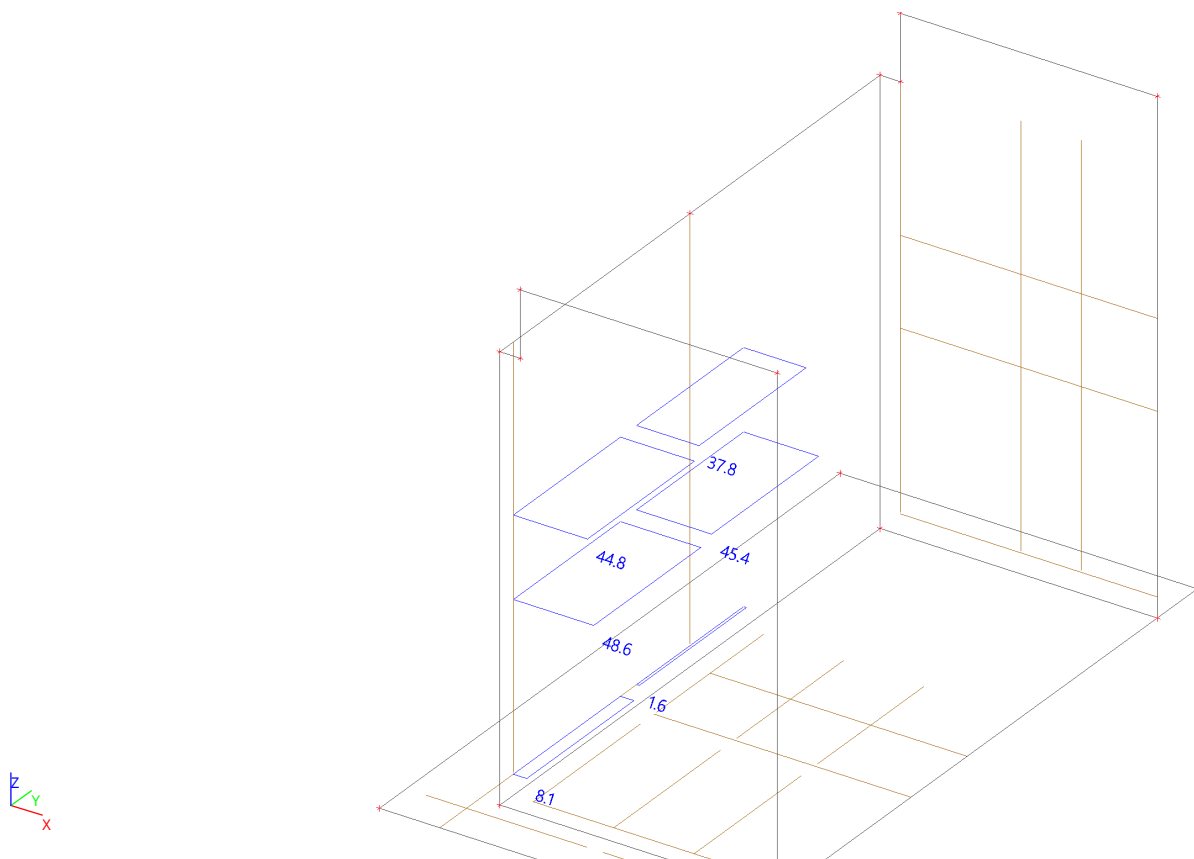




4.1.1.5. 2D element - Interne krachten; nxD

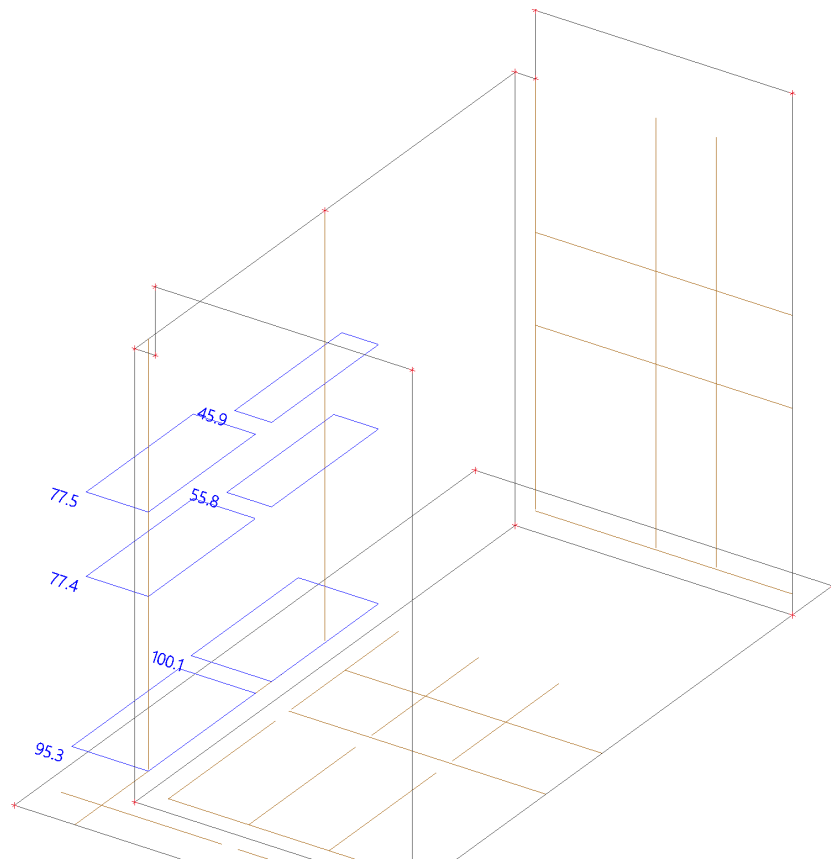


4.1.1.6. 2D element - Interne krachten; myD+

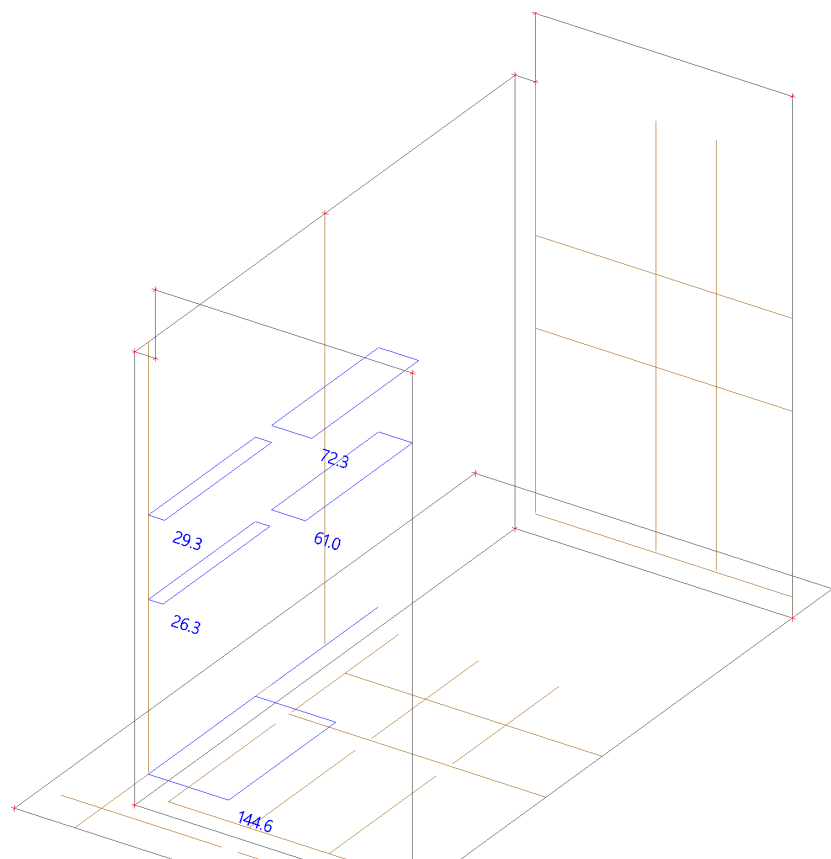




4.1.1.7. 2D element - Interne krachten; myD-



4.1.1.8. 2D element - Interne krachten; nyD





4.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

4.1.2.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 21, 23, 22, 24..26

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
23	809	Alle UGT + CAL	-4.8	20.8	-40.4
24	1186	Alle UGT + CAL	78.1	56.4	524.3
25	1018	Alle UGT + CAL	0.0	-2.5	27.2
21	1173	Alle UGT + CAL	32.5	160.0	338.8
26	822	Alle UGT + CAL	-2.5	-1.6	-82.0

4.1.2.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 31..36

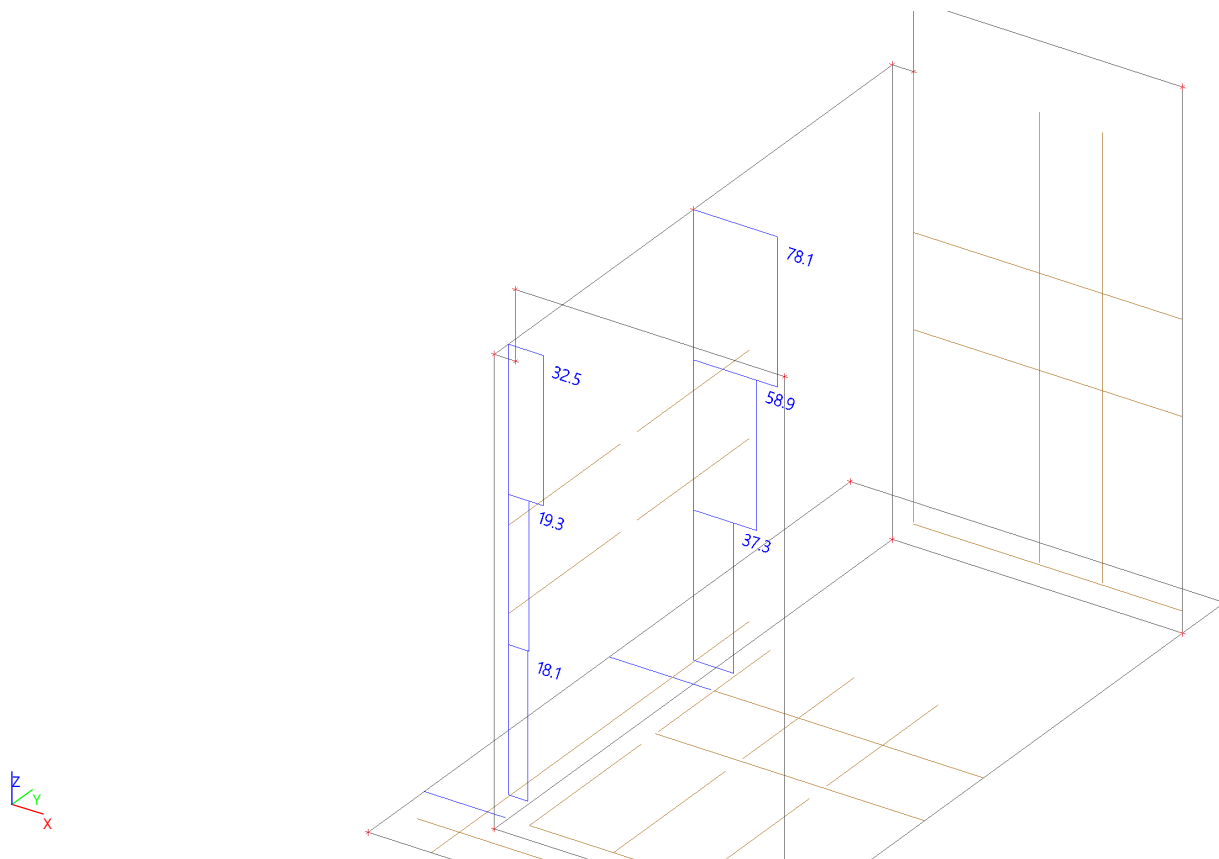
Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

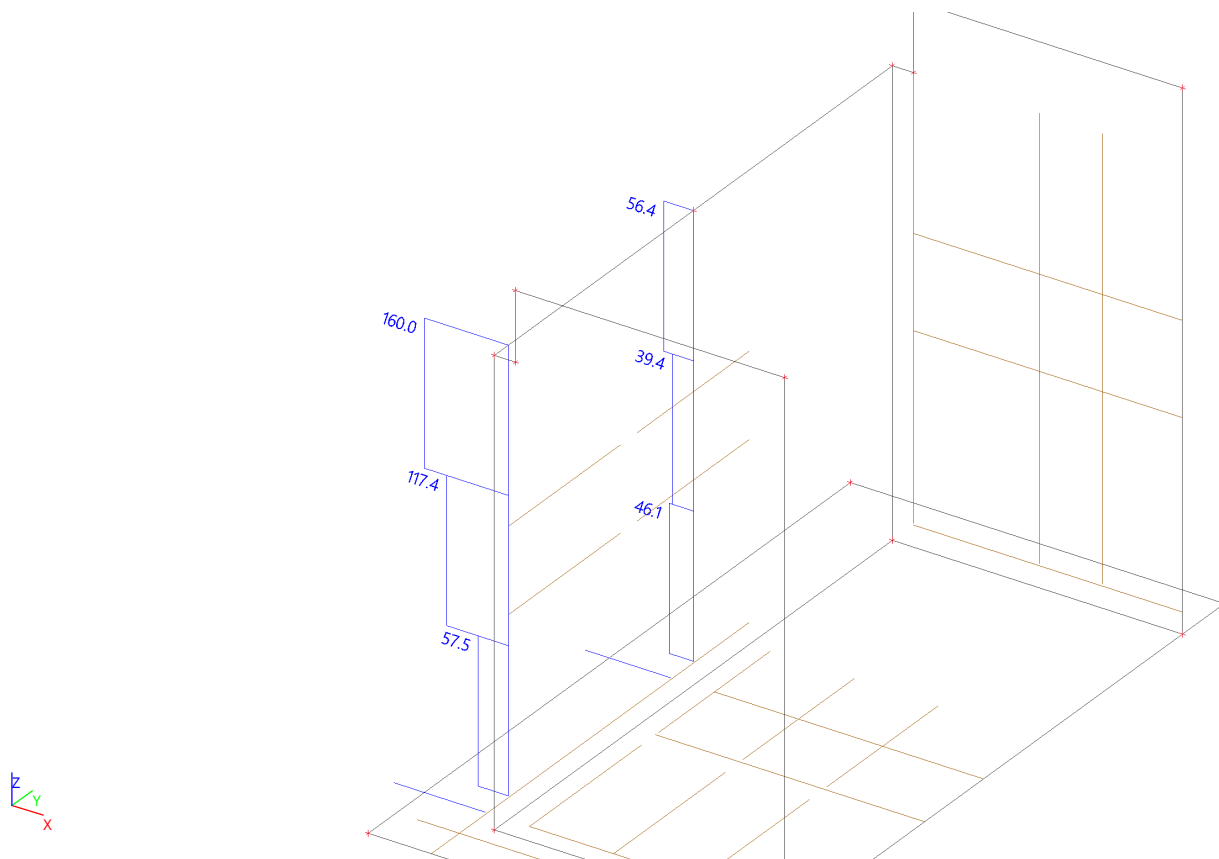
Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
35	949	Alle UGT + CAL	-2.3	7.7	0.0
34	875	Alle UGT + CAL	58.4	41.5	99.1
36	959	Alle UGT + CAL	0.7	-0.4	0.0
32	623	Alle UGT + CAL	11.5	98.3	2.5
32	623	Alle UGT + CAL	0.0	0.0	-4.4
35	949	Alle UGT + CAL	49.9	46.0	256.9



4.1.2.3. 2D element - Interne krachten; mxD+

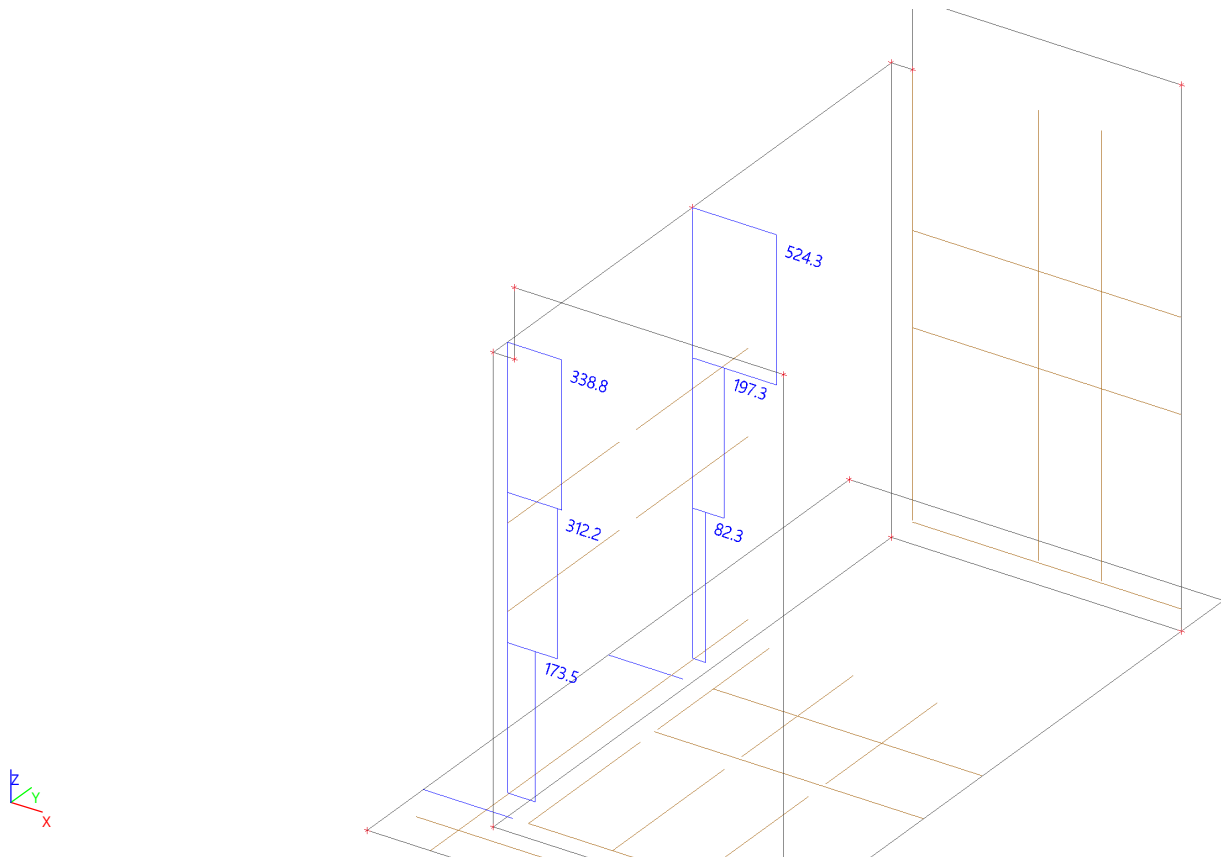


4.1.2.4. 2D element - Interne krachten; mxD-

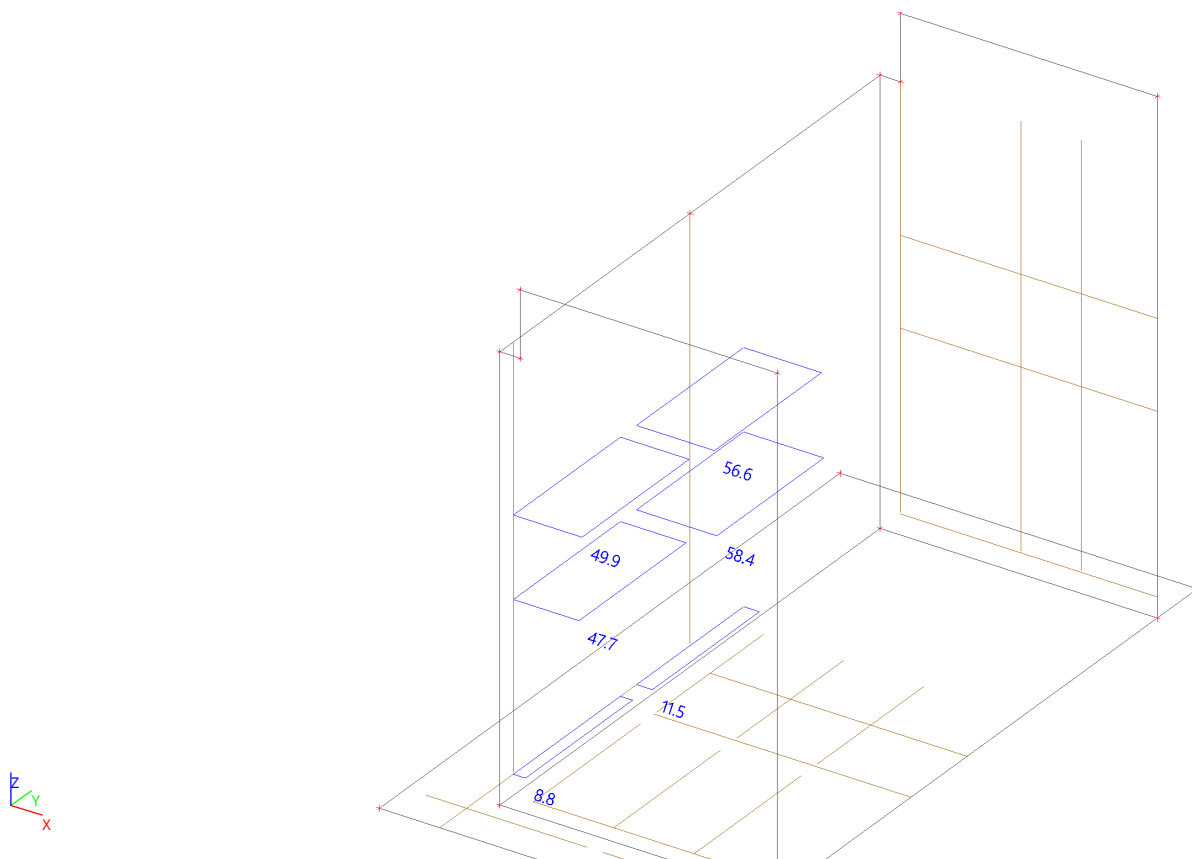




4.1.2.5. 2D element - Interne krachten; nxD

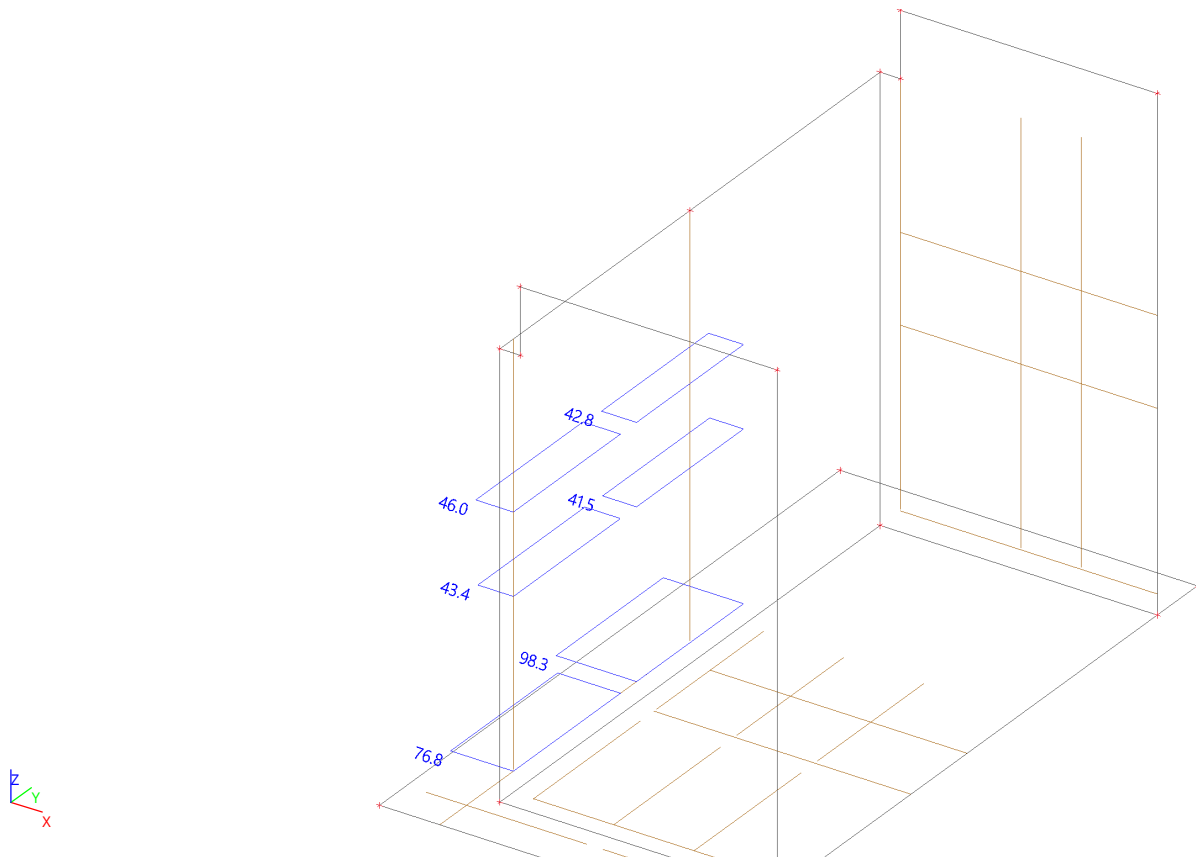


4.1.2.6. 2D element - Interne krachten; $myD+$

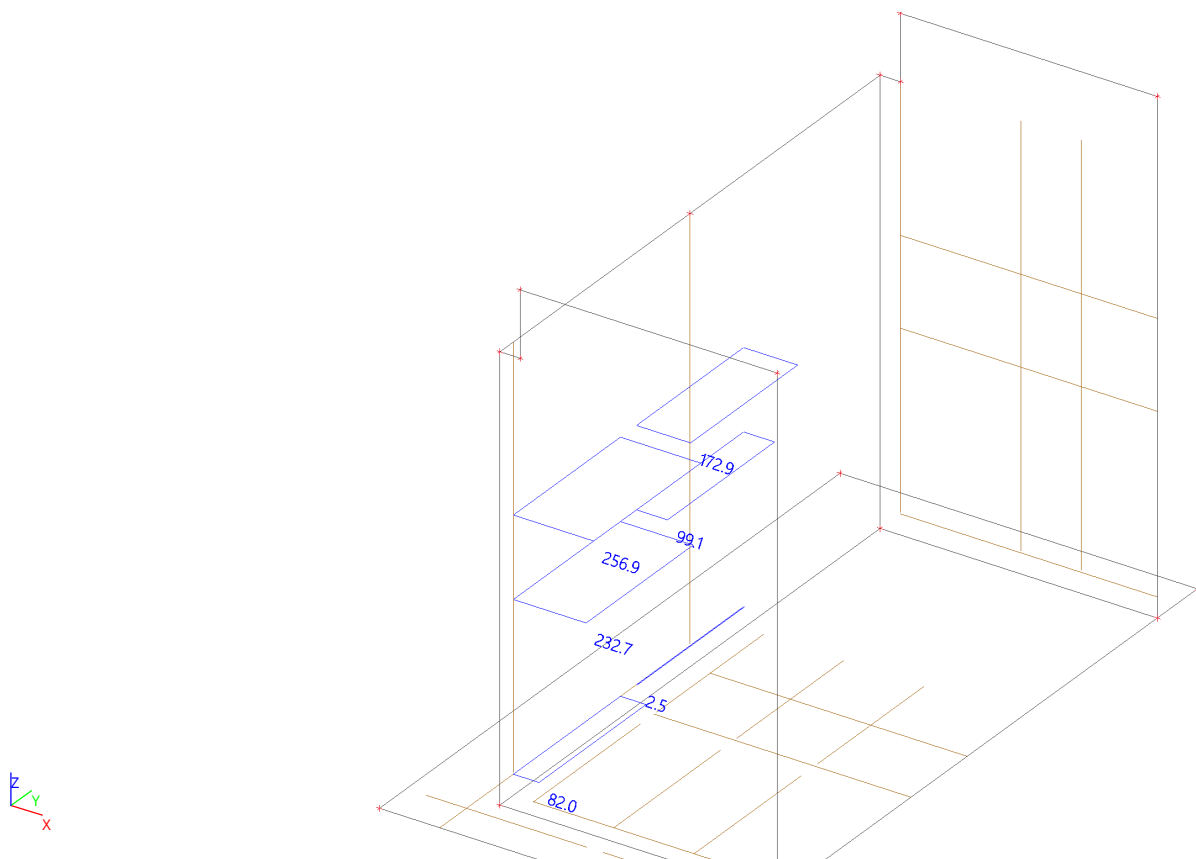




4.1.2.7. 2D element - Interne krachten; myD-



4.1.2.8. 2D element - Interne krachten; nyD





5. Vleugelwanden

5.1. Resultaatklassen

5.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

5.1.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 43, 42, 41, 44..46, 49, 48, 47

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
49	1458	Alle BGT fre	-32.5	21.4	-1.0
44	1528	Alle BGT fre	80.9	68.1	326.5
43	1249	Alle BGT fre	-2.0	-8.4	40.6
42	1215	Alle BGT fre	18.5	148.6	148.2
46	1475	Alle BGT fre	-12.7	8.8	-25.5

5.1.1.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 51..56

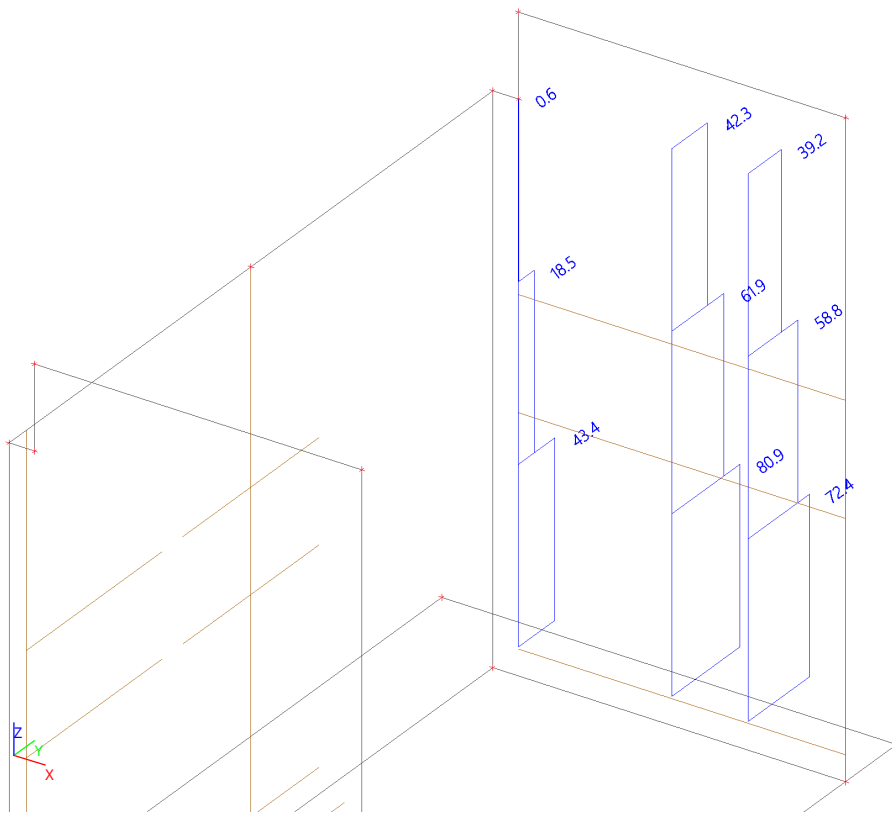
Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

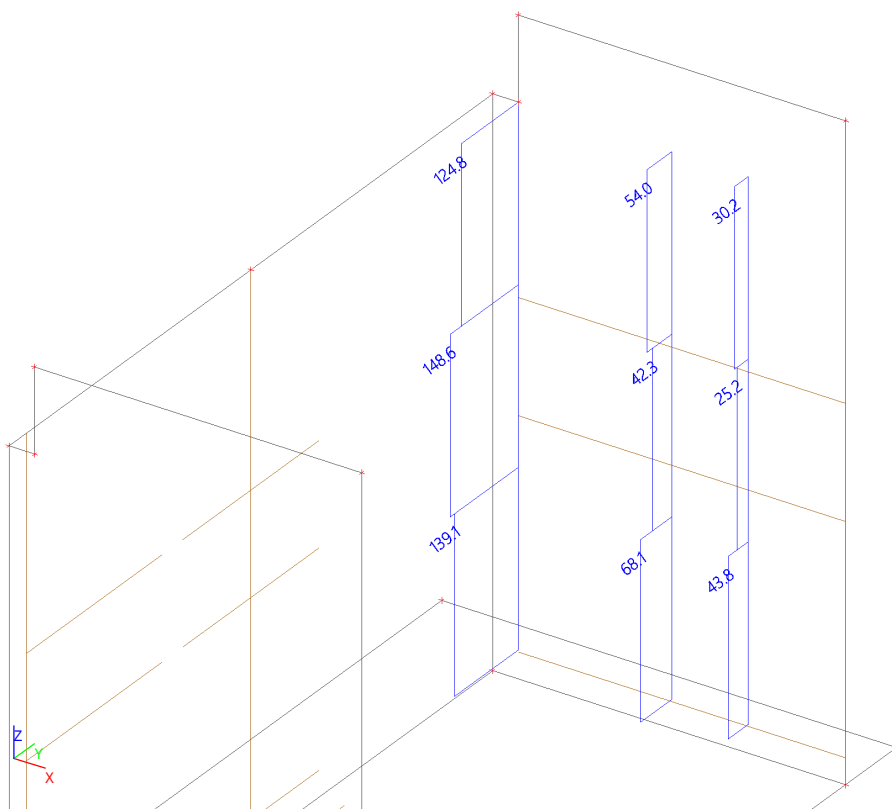
Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
54	1379	Alle BGT fre	-61.6	6.7	-42.6
52	1350	Alle BGT fre	101.7	53.9	98.6
52	1350	Alle BGT fre	0.0	0.0	0.0
51	1342	Alle BGT fre	1.2	110.4	378.0



5.1.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD+

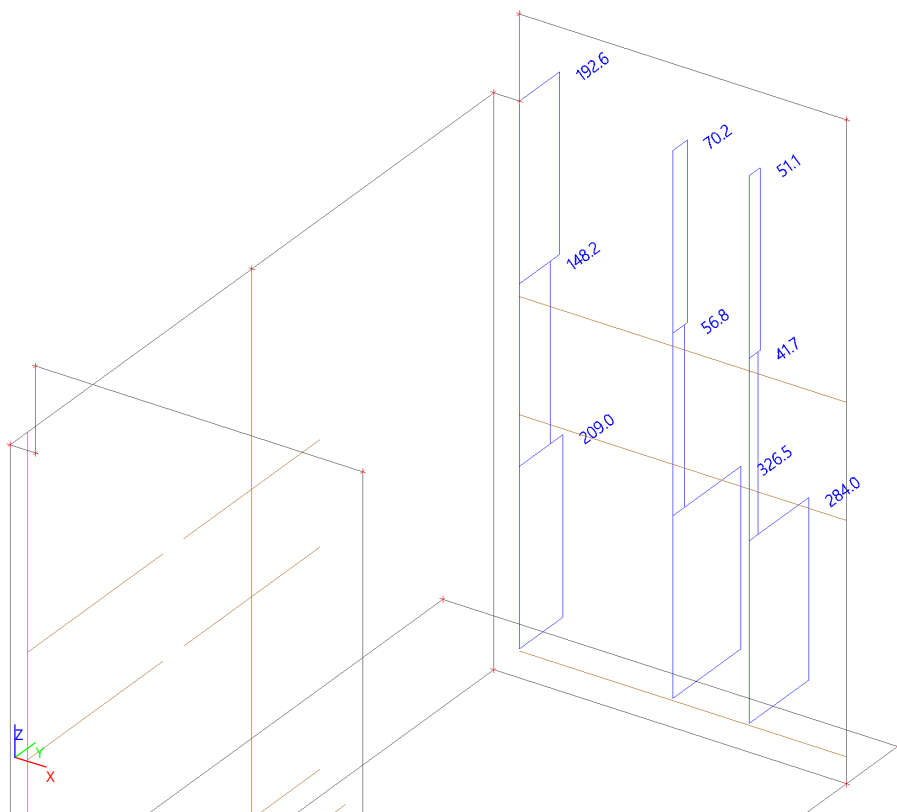


5.1.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD-

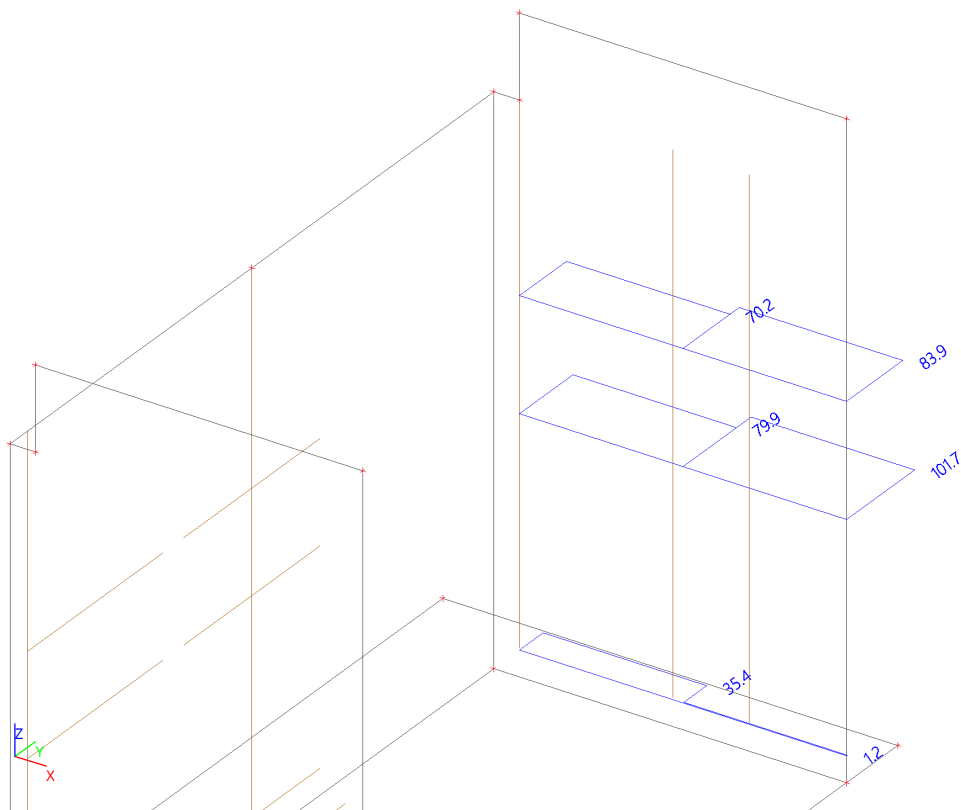




5.1.1.5. 2D element - Interne krachten; nxD

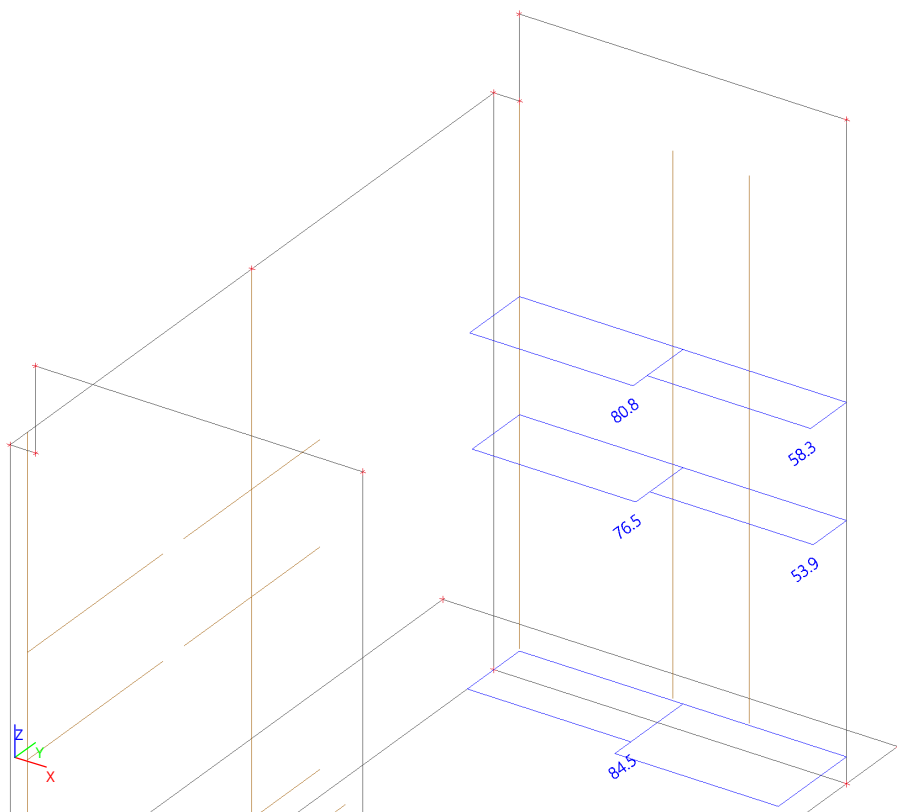


5.1.1.6. 2D element - Interne krachten; myD+

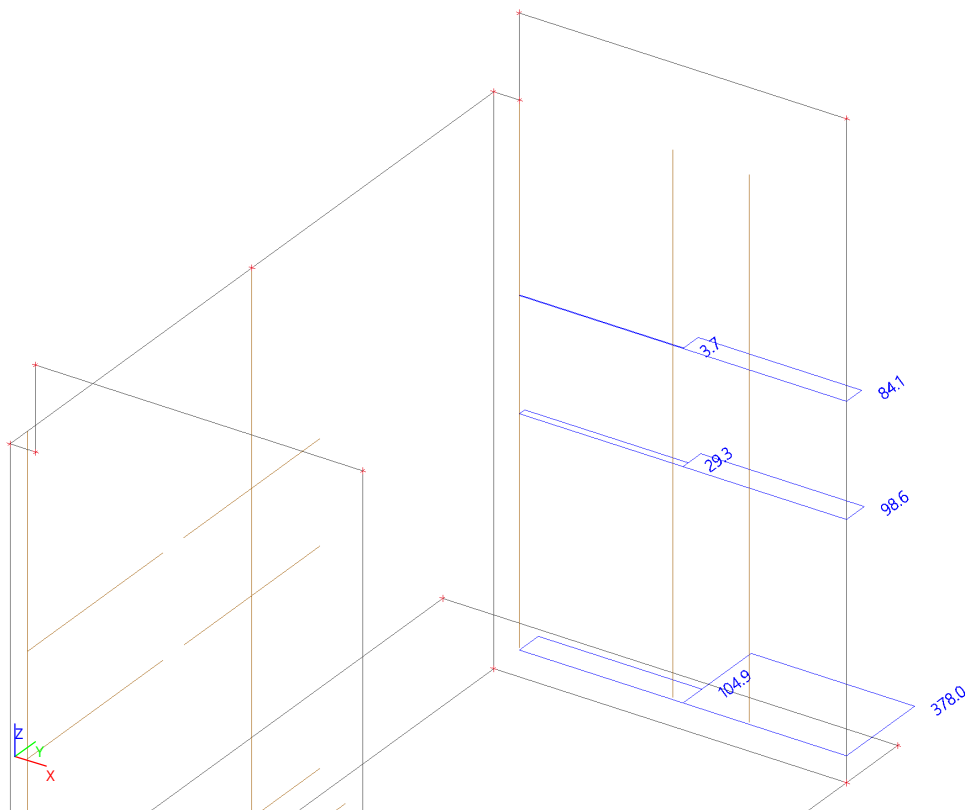




5.1.1.7. 2D element - Interne krachten; $m_y D$



5.1.1.8. 2D element - Interne krachten; $n_y D$





5.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

5.1.2.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 43, 42, 41, 44..46, 49, 48, 47

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
46	1475	Alle UGT + CAL	-0.8	5.1	-30.0
45	1535	Alle UGT + CAL	53.7	41.7	92.5
48	1465	Alle UGT + CAL	9.1	1.5	-13.7
41	1234	Alle UGT + CAL	26.7	141.8	205.3
42	1215	Alle UGT + CAL	22.3	105.1	214.0

5.1.2.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 51..56

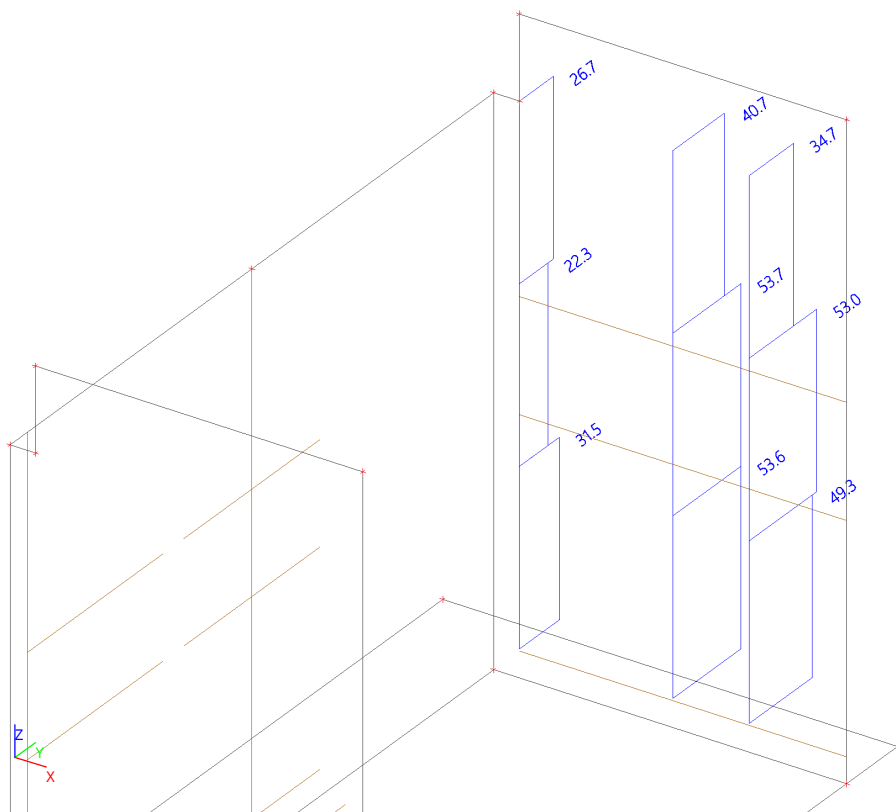
Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

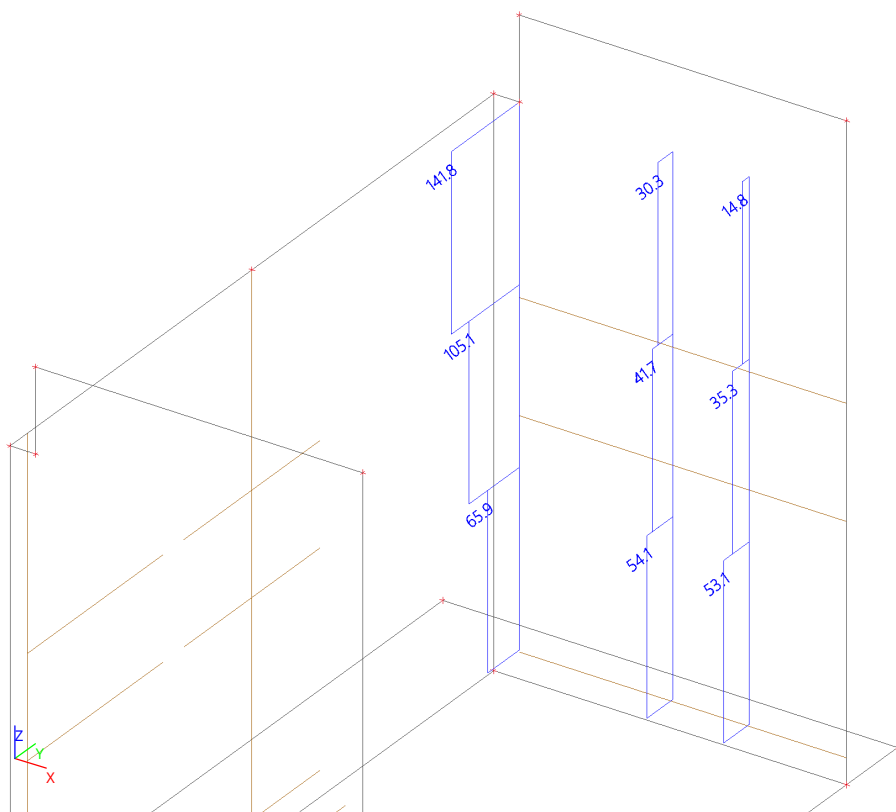
Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
56	1535	Alle UGT + CAL	-7.7	9.7	0.0
52	1350	Alle UGT + CAL	73.4	19.0	134.4
52	1350	Alle UGT + CAL	29.6	0.0	-1.1
51	1342	Alle UGT + CAL	22.2	147.0	257.4
53	1355	Alle UGT + CAL	9.6	0.0	-2.5



5.1.2.3. 2D element - Interne krachten; mxD+

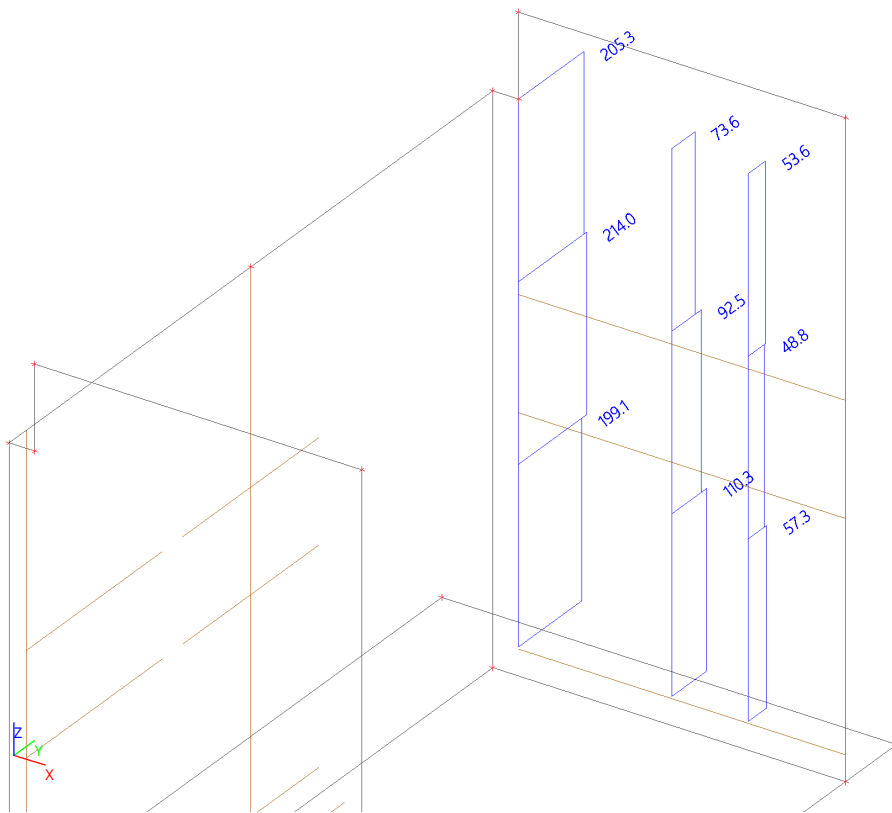


5.1.2.4. 2D element - Interne krachten; mxD-

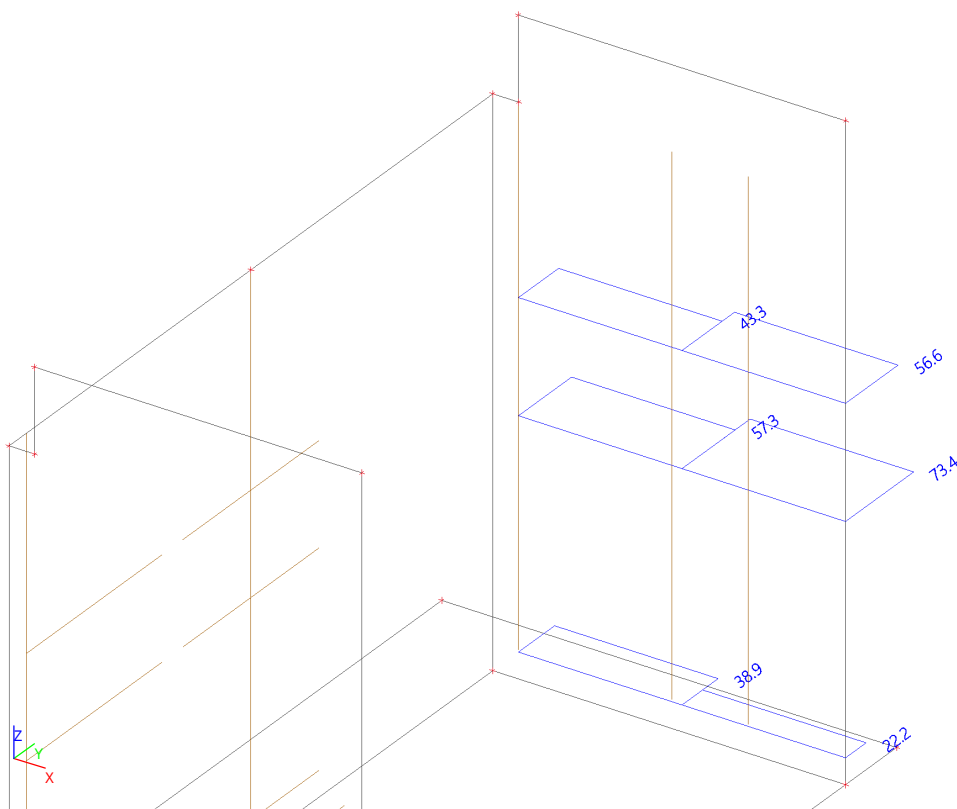




5.1.2.5. 2D element - Interne krachten; nxD

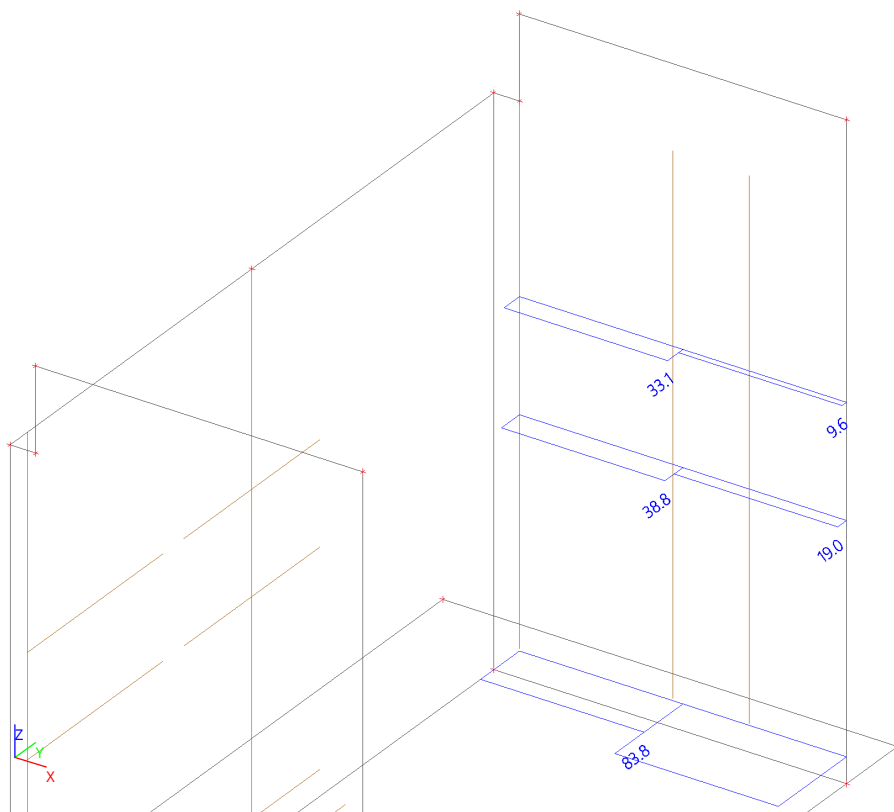


5.1.2.6. 2D element - Interne krachten; myD+

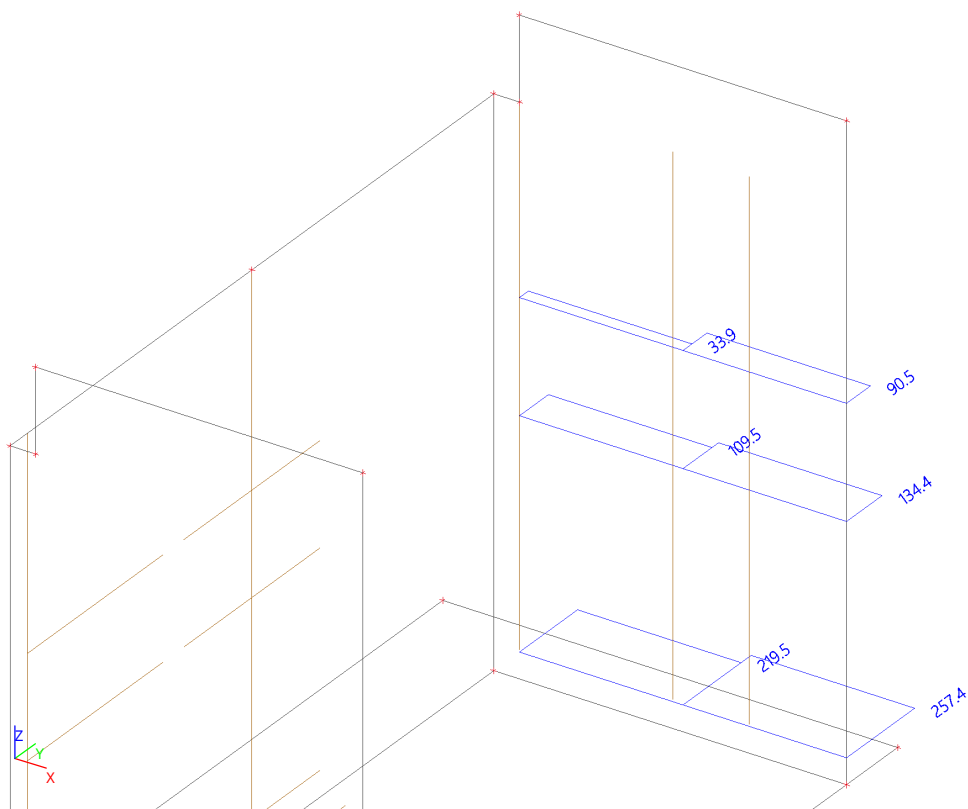




5.1.2.7. 2D element - Interne krachten; $m_y D$ -



5.1.2.8. 2D element - Interne krachten; $n_y D$





1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Gronddrukken	2
2.1. Resultaatklassen	2
2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	2
2.1.1.1. Contactspanningen	2
2.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	3
2.1.2.1. Contactspanningen	3
3. Funderingsplaat	4
3.1. Resultaatklassen	4
3.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	4
3.1.1.1. 2D element - Interne krachten	4
3.1.1.2. 2D element - Interne krachten	4
3.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	5
3.1.2.1. 2D element - Interne krachten	5
3.1.2.2. 2D element - Interne krachten	5
4. Frontwand	6
4.1. Resultaatklassen	6
4.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	6
4.1.1.1. 2D element - Interne krachten	6
4.1.1.2. 2D element - Interne krachten	6
4.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	7
4.1.2.1. 2D element - Interne krachten	7
4.1.2.2. 2D element - Interne krachten	7
5. Vleugelwanden	8
5.1. Resultaatklassen	8
5.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre	8
5.1.1.1. 2D element - Interne krachten	8
5.1.1.2. 2D element - Interne krachten	8
5.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL	9
5.1.2.1. 2D element - Interne krachten	9
5.1.2.2. 2D element - Interne krachten	9



2. Gronddrukken

2.1. Resultaatklassen

2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

2.1.1.1. Contactspanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1

Klasse : Alle BGT fre

In centrum.

Staaf	BG	elem	tauxx [kPa]	tauzy [kPa]	sigmz [kPa]
E1	Alle BGT fre	1	0.0	0.0	265.3
E1	Alle BGT fre	220	0.0	0.0	28.1
E1	Alle BGT fre	159	0.0	0.0	266.1



2.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

2.1.2.1. Contactspanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1

Klasse : Alle UGT + CAL

In centrum.

Staaf	BG	elem	taux [kPa]	tauz [kPa]	sigmz [kPa]
E1	Alle UGT + CAL	1	0.0	0.0	381.9
E1	Alle UGT + CAL	220	0.0	0.0	-29.4
E1	Alle UGT + CAL	203	0.0	0.0	382.9



3. Funderingsplaat

3.1. Resultaatklassen

3.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

3.1.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 1..6

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
06	455	Alle BGT fre	-10.1	0.0	-7.9
04	567	Alle BGT fre	36.9	48.8	13.9
05	445	Alle BGT fre	-0.1	-14.4	-54.9
03	557	Alle BGT fre	31.1	74.0	37.0
02	97	Alle BGT fre	0.0	41.3	-96.6
01	4	Alle BGT fre	1.9	67.5	65.7

3.1.1.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 11..18

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
15	557	Alle BGT fre	-18.5	0.0	-58.3
13	389	Alle BGT fre	102.3	0.0	303.0
16	566	Alle BGT fre	-6.2	-11.8	-0.5
14	398	Alle BGT fre	14.9	49.8	284.6



3.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

3.1.2.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 1..6

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
01	4	Alle UGT + CAL	0.0	6.7	-5.0
06	455	Alle UGT + CAL	71.2	44.7	48.8
06	455	Alle UGT + CAL	0.4	-1.4	0.0
01	4	Alle UGT + CAL	14.6	101.9	18.0
02	97	Alle UGT + CAL	0.0	38.7	-133.0
03	557	Alle UGT + CAL	37.6	86.4	100.1

3.1.2.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1, 11..18

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
11	20	Alle UGT + CAL	-18.5	0.3	1.9
13	389	Alle UGT + CAL	141.0	3.9	223.3
17	402	Alle UGT + CAL	0.0	-1.9	87.7
14	398	Alle UGT + CAL	66.2	73.9	277.2
16	566	Alle UGT + CAL	1.7	2.7	0.9
17	402	Alle UGT + CAL	33.1	64.3	300.3



4. Frontwand

4.1. Resultaatklassen

4.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

4.1.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 21, 23, 22, 24..26

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
26	822	Alle BGT fre	-52.9	-13.5	-154.1
24	1186	Alle BGT fre	72.3	83.9	280.9
25	1018	Alle BGT fre	-5.4	-18.2	31.7
22	1005	Alle BGT fre	11.2	157.4	237.1
26	822	Alle BGT fre	44.4	68.5	561.1

4.1.1.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 31..36

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
31	613	Alle BGT fre	-78.6	-6.9	-234.5
33	865	Alle BGT fre	48.9	77.7	24.6
34	875	Alle BGT fre	-53.5	-42.6	0.0
32	623	Alle BGT fre	4.5	101.5	0.0
31	613	Alle BGT fre	10.1	96.0	144.8



4.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

4.1.2.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 21, 23, 22, 24..26

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
23	809	Alle UGT + CAL	-4.9	21.3	-39.0
24	1186	Alle UGT + CAL	76.0	53.9	525.3
25	1018	Alle UGT + CAL	0.0	-2.5	28.6
21	1173	Alle UGT + CAL	22.8	150.9	333.7
26	822	Alle UGT + CAL	-2.4	-1.4	-81.7

4.1.2.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E2, 31..36

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
35	949	Alle UGT + CAL	-2.4	7.6	0.0
34	875	Alle UGT + CAL	52.8	35.8	101.2
36	959	Alle UGT + CAL	0.5	-0.4	0.0
32	623	Alle UGT + CAL	6.4	95.9	2.8
32	623	Alle UGT + CAL	0.0	0.0	-4.0
35	949	Alle UGT + CAL	44.7	41.1	259.6



5. Vleugelwanden

5.1. Resultaatklassen

5.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT fre

Naam	Lijst
Alle BGT fre	13 - Omhullende - bruikbaarheid 14 - Omhullende - bruikbaarheid 15 - Omhullende - bruikbaarheid 16 - Omhullende - bruikbaarheid

5.1.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 43, 42, 41, 44..46, 49, 48, 47

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
44	1528	Alle BGT fre	-35.1	6.4	2.1
44	1528	Alle BGT fre	81.3	67.4	328.8
43	1249	Alle BGT fre	-2.1	-7.8	43.6
42	1215	Alle BGT fre	17.5	147.8	145.6
46	1475	Alle BGT fre	-12.6	8.8	-22.0

5.1.1.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 51..56

Klasse : Alle BGT fre

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
54	1379	Alle BGT fre	-62.2	5.4	-45.4
52	1350	Alle BGT fre	101.9	54.1	98.2
52	1350	Alle BGT fre	0.0	0.0	0.0
51	1342	Alle BGT fre	1.6	107.9	381.3



5.1.2. Resultaatklassen - Alle UGT + CAL

Naam	Lijst
Alle UGT + CAL	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst 8 - Omhullende - uiterst

5.1.2.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 43, 42, 41, 44..46, 49, 48, 47

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	mxD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	nxD [kN/m]
46	1475	Alle UGT + CAL	-0.9	5.3	-28.9
44	1528	Alle UGT + CAL	53.0	53.7	107.0
47	1472	Alle UGT + CAL	-0.1	1.5	-6.8
41	1234	Alle UGT + CAL	17.8	133.0	196.7
43	1249	Alle UGT + CAL	0.0	21.2	-29.0
42	1215	Alle UGT + CAL	15.8	101.7	210.1

5.1.2.2. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E3, 51..56

Klasse : Alle UGT + CAL

Elementaire ontwerpgrootheden. In knopen, gem. op elem.. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element

Snede	elem	BG	myD+ [kNm/m]	myD- [kNm/m]	nyD [kN/m]
56	1535	Alle UGT + CAL	-7.1	7.8	0.0
52	1350	Alle UGT + CAL	72.9	18.0	131.3
52	1350	Alle UGT + CAL	30.4	0.0	-0.9
51	1342	Alle UGT + CAL	16.4	140.7	249.1
53	1355	Alle UGT + CAL	11.8	0.0	-2.1



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Gronddrukken	2
2.1. Resultaatklassen	2
2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar	2
2.1.1.1. Contactspanningen	2
2.1.1.2. Contactspanningen; σ_{maz}	3
2.1.1.3. Contactspanningen; σ_{maz}	3
3. Vervormingen	4
3.1. Resultaatklassen	4
3.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar	4
3.1.1.1. Verplaatsing van knopen	4
3.1.1.2. Verplaatsing van knopen	4
3.1.1.3. Verplaatsing van knopen; U_z	5
3.1.1.4. Verplaatsing van knopen; F_{iy}	5
3.1.1.5. Verplaatsing van knopen; U_x	6
3.1.1.6. Verplaatsing van knopen; U_z	6
3.1.1.7. Verplaatsing van knopen; F_{iy}	7
3.1.1.8. Verplaatsing van knopen; U_x	7



2. Gronddrukken

2.1. Resultaatklassen

2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar

Naam	Lijst
Alle BGT kar	9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid 12 - Omhullende - bruikbaarheid

2.1.1.1. Contactspanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1

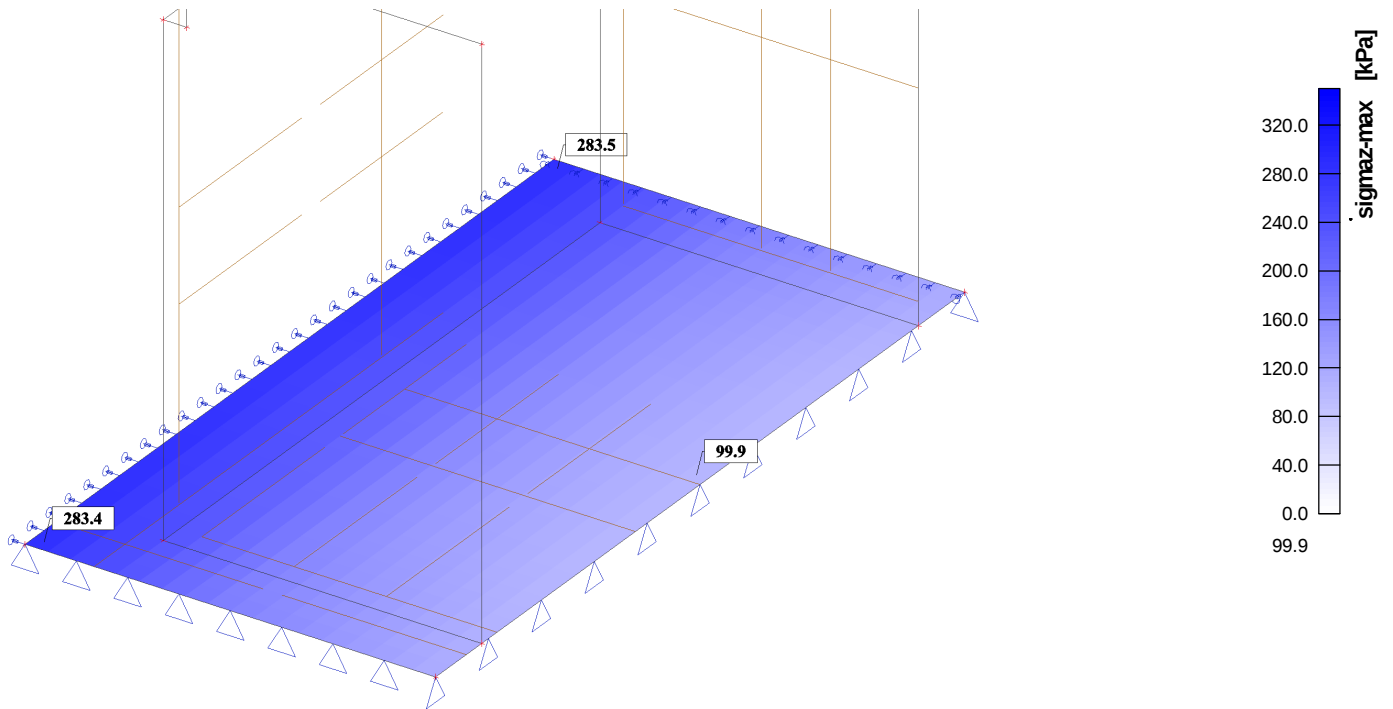
Klasse : Alle BGT kar

In centrum.

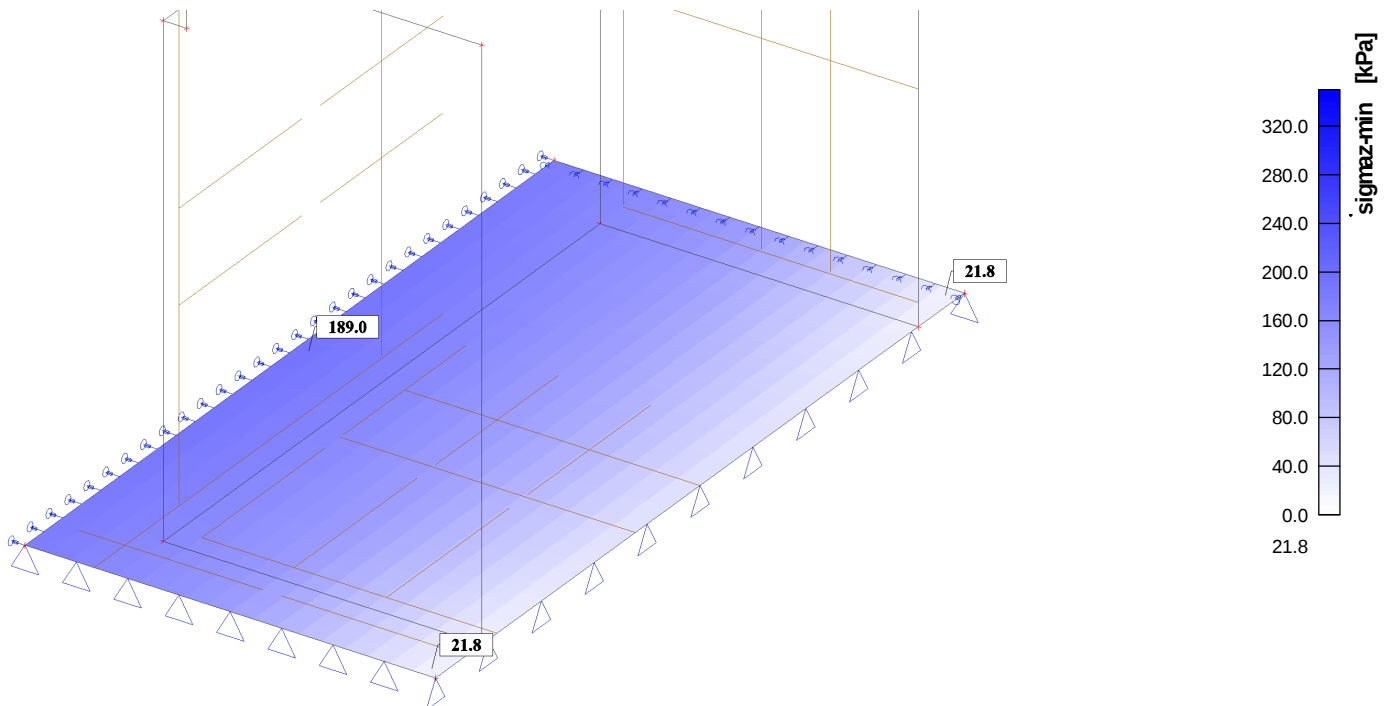
Staaf	BG	elem	tauzx [kPa]	tauzy [kPa]	sigmz [kPa]
E1	Alle BGT kar	1	0.0	0.0	283.4
E1	Alle BGT kar	220	0.0	0.0	21.8
E1	Alle BGT kar	203	0.0	0.0	283.5



2.1.1.2. Contactspanningen; σ_{maz}



2.1.1.3. Contactspanningen; σ_{maz}





3. Vervormingen

3.1. Resultaatklassen

3.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar

Naam	Lijst
Alle BGT kar	9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid 12 - Omhullende - bruikbaarheid

3.1.1.1. Verplaatsing van knopen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : E1

Klasse : Alle BGT kar

Staaf	BG	Knoop	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
E1	Alle BGT kar	35	-6.6	-1.5	-18.0	-0.7	-9.0	-0.6
E1	Alle BGT kar	K4	-3.6	1.1	-26.7	1.1	-2.6	0.1
E1	Alle BGT kar	K12	-6.5	-1.6	-15.9	-0.7	-9.1	-0.6
E1	Alle BGT kar	K9	-3.6	1.6	-2.6	0.7	-3.0	0.5
E1	Alle BGT kar	K4	-6.2	-1.3	-43.3	-0.7	-8.1	-0.2
E1	Alle BGT kar	K3	-3.6	1.6	-2.2	0.7	-3.0	0.5
E1	Alle BGT kar	246	-6.3	-1.2	-16.9	-1.5	-9.1	-0.3
E1	Alle BGT kar	75	-3.7	1.2	-4.7	1.5	-3.0	0.3
E1	Alle BGT kar	K9	-6.4	-1.3	-15.9	-1.5	-9.1	-0.5

3.1.1.2. Verplaatsing van knopen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

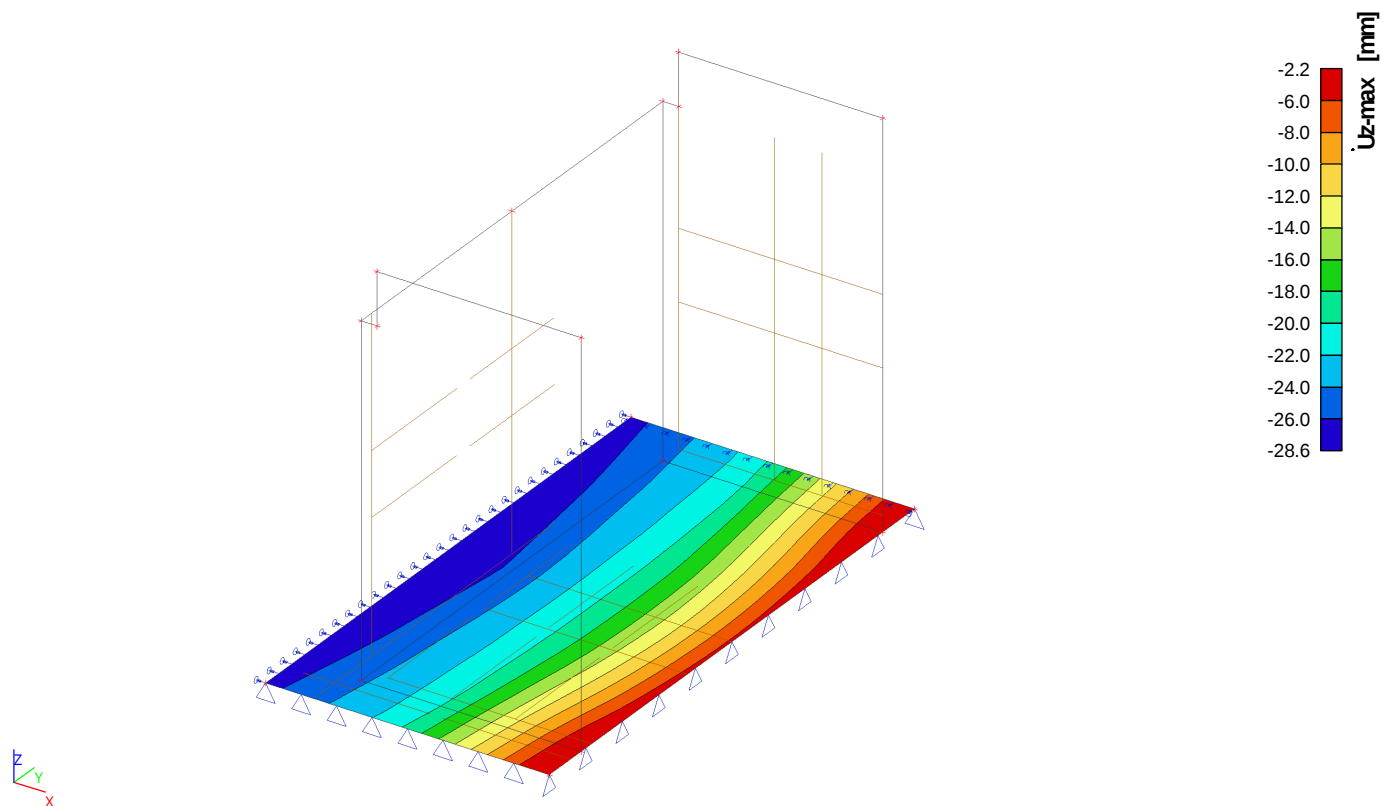
Selectie : E2

Klasse : Alle BGT kar

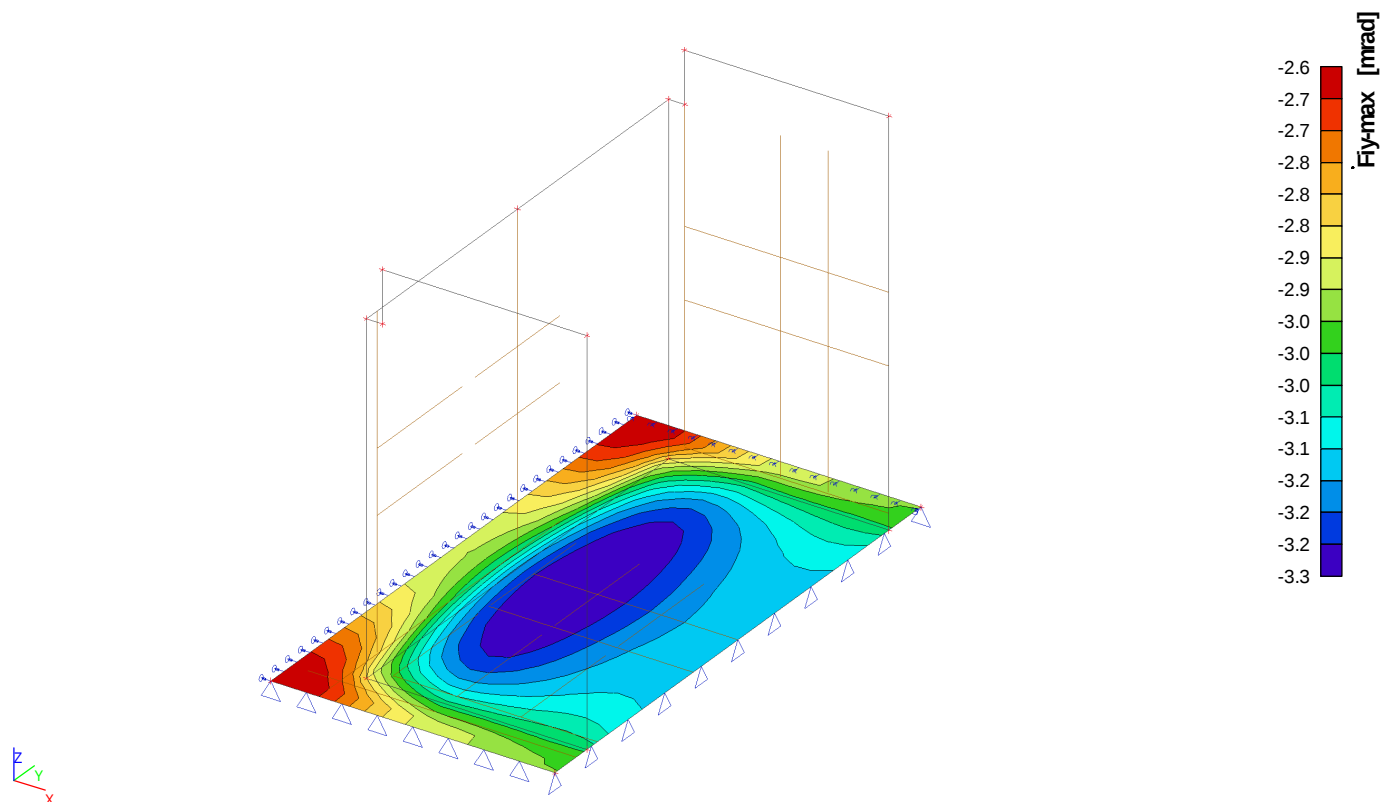
Staaf	BG	Knoop	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
E2	Alle BGT kar	K17	-55.9	-4.6	-35.5	-0.7	-10.0	-0.3
E2	Alle BGT kar	201	-3.6	1.1	-24.6	0.8	-3.0	0.1
E2	Alle BGT kar	K8	-54.3	-5.1	-37.3	-0.7	-9.5	-1.8
E2	Alle BGT kar	K8	-20.4	5.2	-24.5	1.3	-2.7	0.2
E2	Alle BGT kar	K7	-54.2	-5.1	-37.3	-1.3	-9.5	-0.2
E2	Alle BGT kar	K6	-3.6	1.1	-24.3	1.1	-2.8	0.2
E2	Alle BGT kar	K17	-17.6	4.7	-24.9	0.7	-1.1	0.3
E2	Alle BGT kar	K7	-20.3	5.0	-24.5	0.7	-2.7	1.8



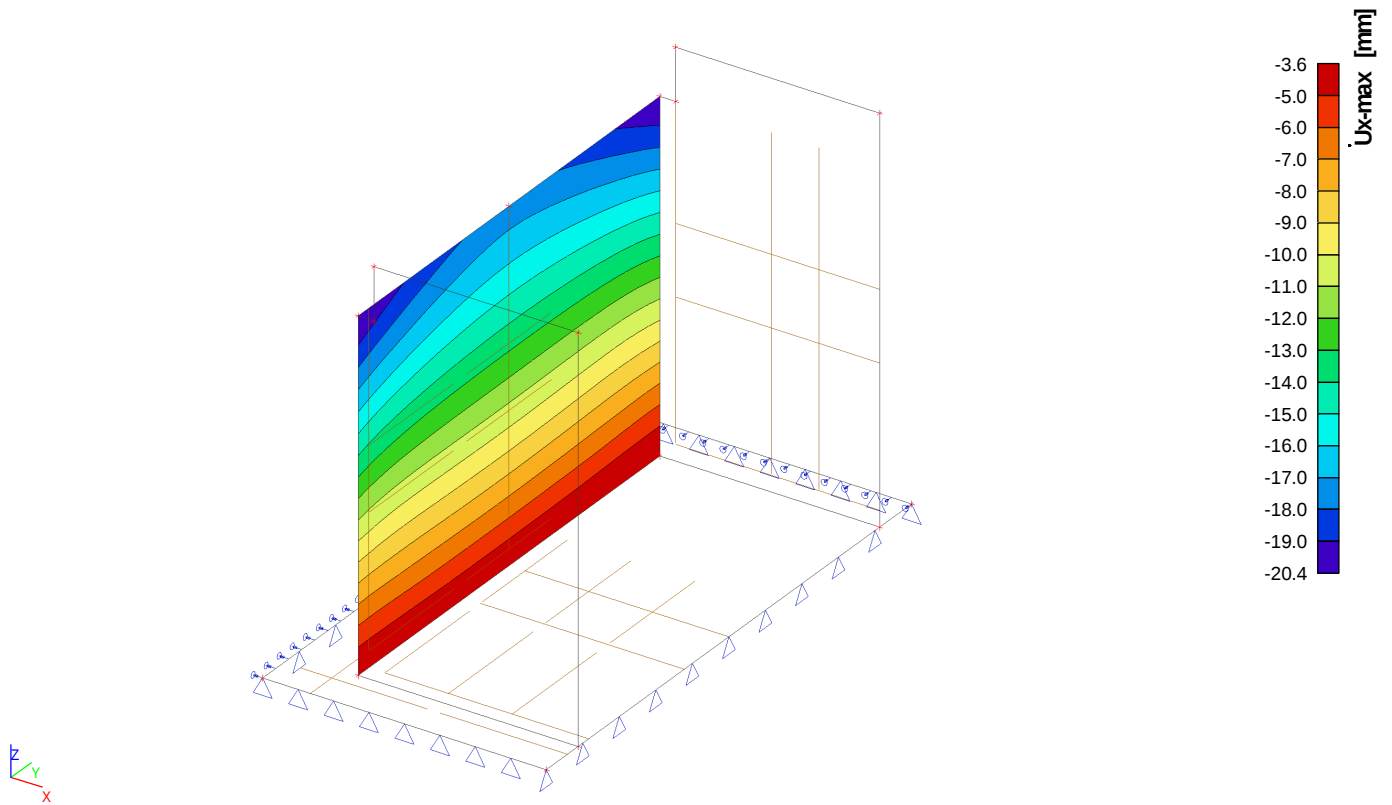
3.1.1.3. Verplaatsing van knopen; U_z



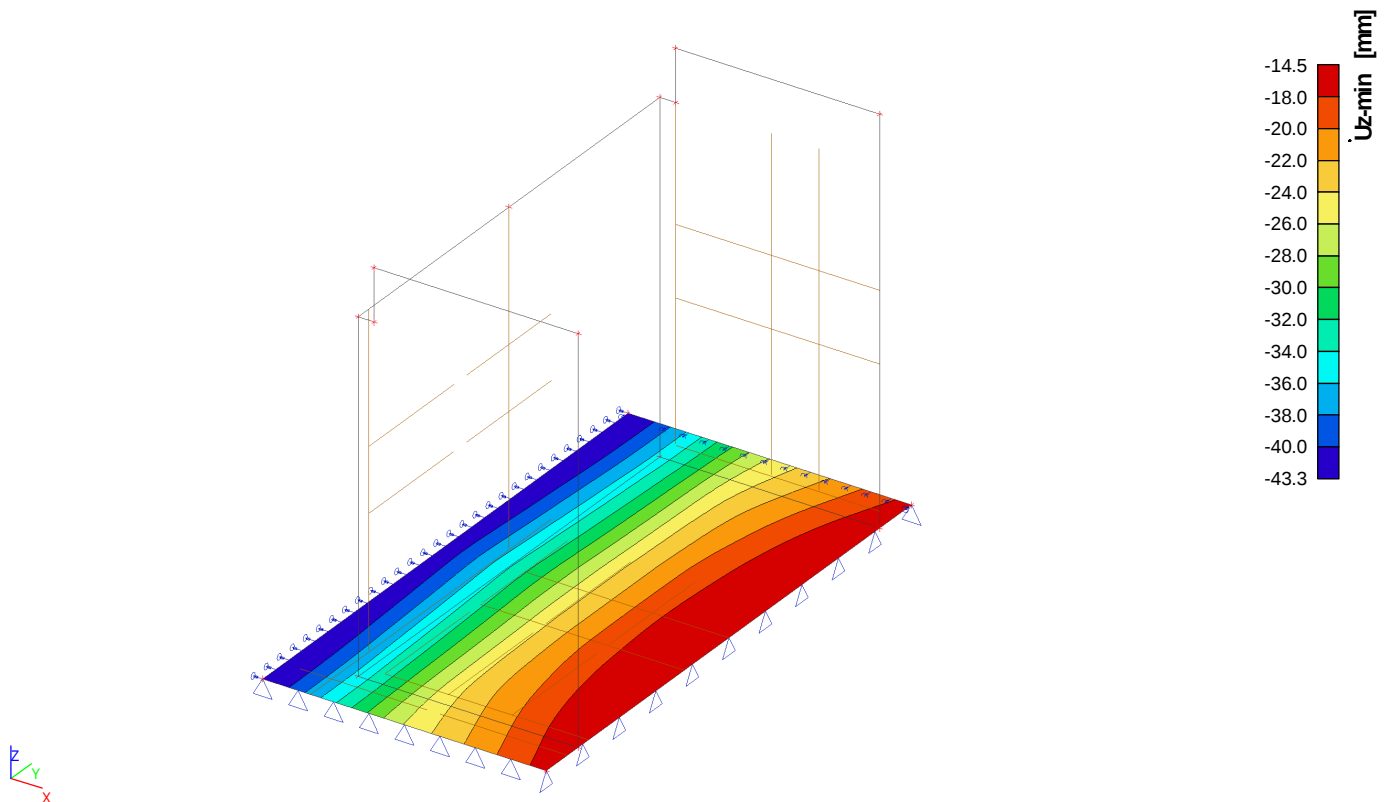
3.1.1.4. Verplaatsing van knopen; F_{iy}



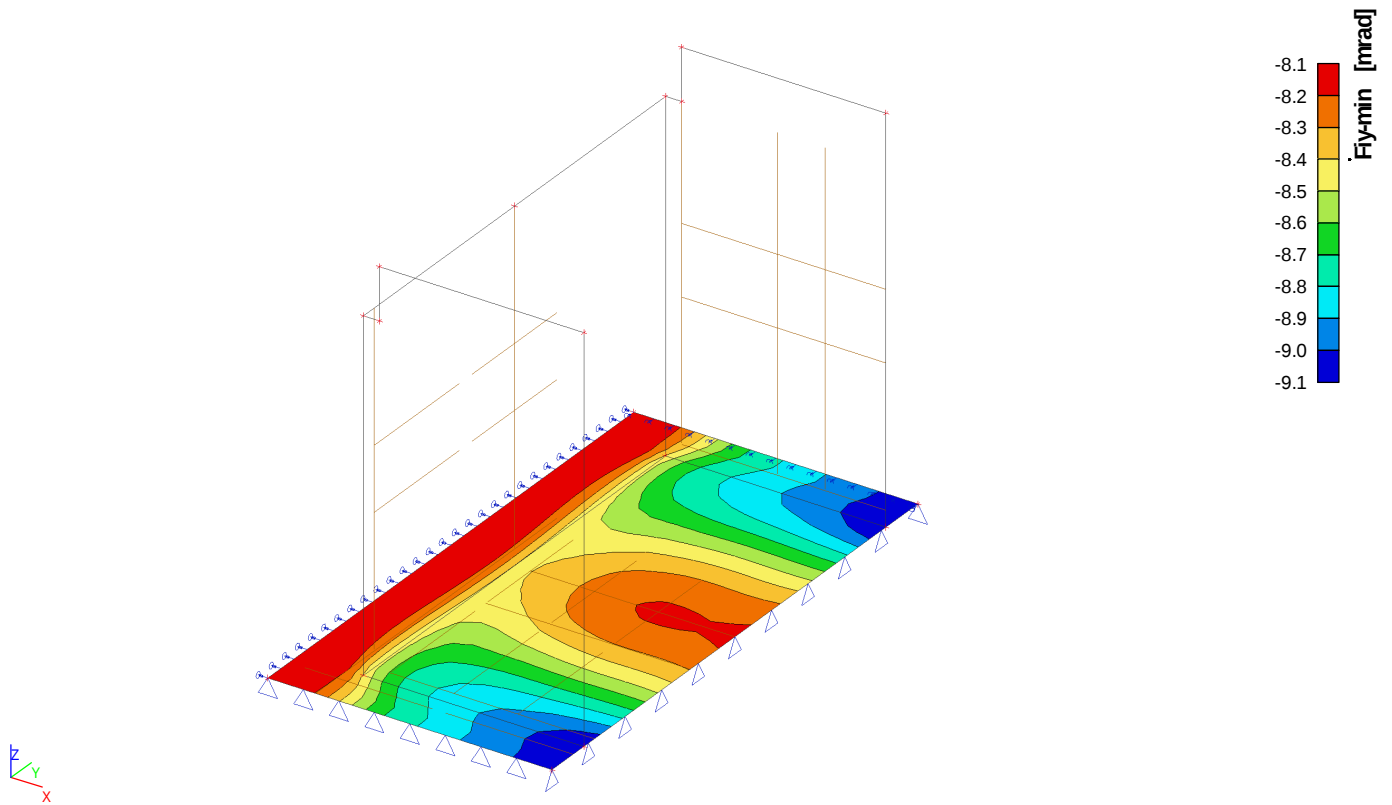
3.1.1.5. Verplaatsing van knopen; U_x



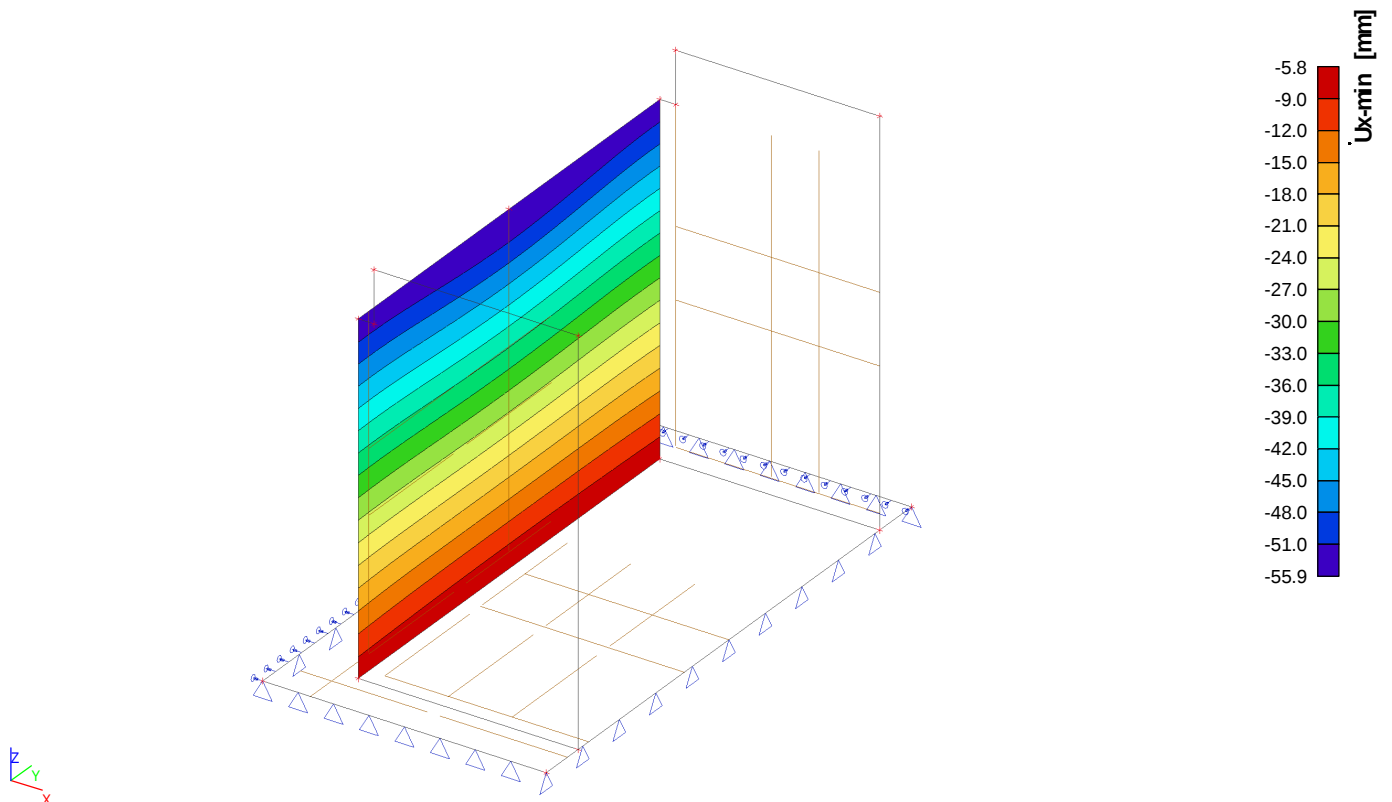
3.1.1.6. Verplaatsing van knopen; U_z



3.1.1.7. Verplaatsing van knopen; F_{iy}



3.1.1.8. Verplaatsing van knopen; U_x



BIJLAGE D TOETSINGEN

Bijlage D-1 Toetsing funderingsplaat wapening langsrichting bovenzijde
Bijlage D-2 Toetsing funderingsplaat wapening langsrichting onderzijde
Bijlage D-3 Toetsing funderingsplaat wapening dwarsrichting bovenzijde
Bijlage D-4 Toetsing funderingsplaat wapening dwarsrichting bovenzijde
Bijlage D-5 Berekening dwarskrachtcapaciteit

Bijlage D-6 Toetsing frontwand horizontale wapening buitenzijde max. M
Bijlage D-7 Toetsing frontwand horizontale wapening buitenzijde max. N
Bijlage D-8 Toetsing frontwand horizontale wapening binnenzijde max. M
Bijlage D-9 Toetsing frontwand horizontale wapening buitenzijde max. N
Bijlage D-10 Toetsing frontwand verticale wapening buitenzijde max. M
Bijlage D-11 Toetsing frontwand verticale wapening buitenzijde max N
Bijlage D-12 Toetsing frontwand verticale wapening binnenzijde max. M
Bijlage D-13 Toetsing frontwand verticale wapening binnenzijde max N

Bijlage D-14 Toetsing vleugelwand horizontale wapening buitenzijde
Bijlage D-15 Toetsing vleugelwand horizontale wapening binnenzijde max. M
Bijlage D-16 Toetsing vleugelwand horizontale wapening binnenzijde max. N
Bijlage D-17 Toetsing vleugelwand verticale wapening buitenzijde max. M
Bijlage D-18 Toetsing vleugelwand verticale wapening buitenzijde max. N
Bijlage D-19 Toetsing vleugelwand verticale wapening binnenzijde

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas
Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen
Opgesteld : ir. K. van Cann
Gecontroleerd : ing. L.M. Hendriks MSEng
Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng
Referentie : W18067_RAP001

Bijlage D - 1

Funderingsplaat - Langswapening - bovenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	40	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
S _t	=	125	mm
S _d	=	125	mm
A _{o,eq_t}	=	1608	mm ² /m
A _{o,eq_d}	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed_ULS}	=	85	kNm/m
N _{Ed_ULS}	=	100	kN/m
M _{Ed_SLS}	=	40	kNm/m
N _{Ed_SLS}	=	65	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	112	kNm/m
A _{min}	=	639	mm ²
A _{s,max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x _{ti}	=	45	mm
x _{umax}	=	242	mm
M _{Rd}	=	283	kNm/m
σ _s	=	158	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	76.7	mm
σ _s	=	80	MPa
σ _b	=	1.1	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

h _{c,eff}	=	120.00	mm
A _{c,eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{b,eff}	=	0.013	
f _{ct,eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 = A_s / A_{c,eff}
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 = E_s / E_{cm}

ε _{sm} - ε _{cm}	=	0.0002	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r,max} (7.11)	=	339	mm
S _{r,max} (7.14)	=	550	mm

Dekking op de langswapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r,max}	=	339	mm
k _s	=	1.00	
w _{max}	=	0.30	mm
w _k	=	0.08	mm

Maximale scheurafstand
 = C_{toegepast} / C_{nom}
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s,min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u,max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 2

Funderingsplaat - Langswapening - onderzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	40	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
S _t	=	125	mm
S _d	=	125	mm
A _{o, req_t}	=	1608	mm ² /m
A _{o, req_d}	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed, ULS}	=	105	kNm/m
N _{Ed, ULS}	=	100	kN/m
M _{Ed, SLS}	=	75	kNm/m
N _{Ed, SLS}	=	65	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	112	kNm/m
A _{min}	=	639	mm ²
A _{s, max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x _{ti}	=	45	mm
x _{u, max}	=	242	mm
M _{Rd}	=	283	kNm/m
σ _s	=	188	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	89.0	mm
σ _s	=	132	MPa
σ _b	=	1.9	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

h _{c, eff}	=	120.00	mm
A _{c, eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{b, eff}	=	0.013	
f _{ct, eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 = A_s / A_{c, eff}
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 = E_s / E_{cm}

ε _{sm} - ε _{cm}	=	0.0004	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r, max} (7.11)	=	339	mm
S _{r, max} (7.14)	=	534	mm

Dekking op de langswapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r, max}	=	339	mm
k _s	=	1.00	
w _{max}	=	0.30	mm
w _k	=	0.13	mm

Maximale scheurafstand
 = C_{toegepast} / C_{nom}
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekenende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s, min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u, max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 3

Funderingsplaat - Dwarswapening - bovenzijde

INVOER

b	=	1000	mm	Breedte betondoorsnede
h	=	500	mm	Hoogte betondoorsnede
$C_{l, \text{toegepast}}$	=	40	mm	Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
$C_{d, \text{toegepast}}$	=	40	mm	Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
C_{nom}	=	40	mm	Nominale betondekking
$\phi_{km, 1, t}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
$\phi_{km, 2, t}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
$\phi_{km, 1, d}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
$\phi_{km, 2, d}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
s_t	=	100	mm	H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
s_d	=	125	mm	H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
$A_{soeg, t}$	=	2011	mm ² /m	Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
$A_{soeg, d}$	=	1608	mm ² /m	Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2
f_{ck}	=	30	MPa	Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
f_{yk}	=	500	MPa	Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
α_{cc}	=	1.00		Coëfficiënt voor langedureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)
E_{cm}	=	33	GPa	Elasticiteitsmodulus van beton
E_s	=	200	GPa	Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
ϵ_{c3}	=	1.75	‰	Betonstuik bij het bereiken van de piekspanning
ϵ_{cu3}	=	3.5	‰	Grenswaarde van de betonstuik
k_t	=	0.4		Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
k_1	=	0.8		Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
k_2	=	0.50		Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
k_3	=	3.4		Coëfficiënt voor formule (7.11)
k_4	=	0.425		Coëfficiënt voor formule (7.11)
w_{max}	=	0.30	mm	Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)
$M_{Ed, ULS}$	=	150	kNm/m	Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
$N_{Ed, ULS}$	=	300	kN/m	Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
$M_{Ed, SLS}$	=	110	kNm/m	Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
$N_{Ed, SLS}$	=	310	kN/m	Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm	Nuttige hoogte, d
b_t	=	1000	mm	Gemiddelde breedte van de trekzone
f_{ctm}	=	2.9	MPa	Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
M_{cr}	=	96	kNm/m	Scheurmoment
A_{min}	=	633	mm ²	Maatgevende minimum wapening
$A_{s, max}$	=	20000	mm ² /m	Maximum wapeningsdoorsnede
x_{ti}	=	53	mm	Betondrukzonehoogte
x_{umax}	=	233	mm	Maximale betondrukzonehoogte
M_{Rd}	=	304	kNm/m	Uiterst opneembare moment (UGT)
σ_s	=	265	MPa	Spanning in trekwapening (UGT)
x	=	69.3	mm	Hoogte van de drukzone in de BGT
σ_s	=	217	MPa	Spanning in trekwapening (BGT)
σ_b	=	3.3	MPa	Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede
$\eta_{c, eff}$	=	143.56	mm	Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
$A_{c, eff}$	=	143557	mm ² /m	Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
$\rho_{b, eff}$	=	0.014		= $A_s / A_{c, eff}$
$f_{ct, eff}$	=	2.9	MPa	Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
α_e	=	6.09		= E_s / E_{cm}
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	=	0.0007		
c	=	56	mm	Dekking op de langwapening
ϕ_{km}	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn
$S_{r, max, (7.11)}$	=	385	mm	Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
$S_{r, max, (7.14)}$	=	560	mm	Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)
$S_{r, max}$	=	385	mm	Maximale scheurafstand
k_s	=	1.00		= $C_{toegepast} / C_{nom}$
w_{max}	=	0.30	mm	Toelaatbare scheurwijdte
w_k	=	0.25	mm	Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgekeurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s, min} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u, max}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{max}$: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 4

Funderingsplaat - Dwarswapening - onderzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
$C_{l, \text{toegepast}}$	=	40	mm
$C_{d, \text{toegepast}}$	=	40	mm
C_{nom}	=	40	mm
$\phi_{km, 1, t}$	=	16	mm
$\phi_{km, 2, t}$	=	16	mm
$\phi_{km, 1, d}$	=	16	mm
$\phi_{km, 2, d}$	=	16	mm
s_t	=	125	mm
s_d	=	125	mm
$A_{soeg, t}$	=	1608	mm ² /m
$A_{soeg, d}$	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2

f_{ck}	=	30	MPa
f_{yk}	=	500	MPa
α_{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E_{cm}	=	33	GPa
E_s	=	200	GPa
ϵ_{cu3}	=	1.75	‰
ϵ_{cu3}	=	3.5	‰
k_1	=	0.4	
k_1	=	0.8	
k_2	=	0.50	
k_3	=	3.4	
k_4	=	0.425	
w_{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

$M_{Ed, ULS}$	=	90	kNm/m
$N_{Ed, ULS}$	=	300	kN/m
$M_{Ed, SLS}$	=	55	kNm/m
$N_{Ed, SLS}$	=	310	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm
b_t	=	1000	mm
f_{ctm}	=	2.9	MPa
M_{cr}	=	96	kNm/m
A_{min}	=	648	mm ²
$A_{s, max}$	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x_{li}	=	49	mm
x_{umax}	=	233	mm
M_{Rd}	=	237	kNm/m
σ_s	=	237	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	28.9	mm
σ_s	=	187	MPa
σ_b	=	1.9	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

$\eta_{c, eff}$	=	157.04	mm
$A_{c, eff}$	=	157045	mm ² /m
$\rho_{p, eff}$	=	0.010	
$f_{ct, eff}$	=	2.9	MPa
α_e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c, eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	=	0.0006	
---------------------------------	---	--------	--

c	=	56	mm
ϕ_{km}	=	16	mm
$S_{r, max, (7.11)}$	=	416	mm
$S_{r, max, (7.14)}$	=	612	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

$S_{r, max}$	=	416	mm
k_s	=	1.00	
w_{max}	=	0.30	mm
w_k	=	0.23	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s, min} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u, max}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{max}$: Scheurwijdte voldoet

Dwarskrachtcapaciteit**INVOER**

b_w	=	1000 mm	Breedte betondoorsnede
h	=	500 mm	Hoogte betondoorsnede
$c_{toegepast}$	=	40 mm	Toegepaste dekking op buitenste staaf
ϕ_{km_bgl}	=	16 mm	Gemiddelde kenmiddellijn van de beugel
n	=	4	Aantal sneden per strekkende meter in dwarsrichting
s_t	=	250 mm	Hart- op hartafstand van de benen van een serie dwarskrachtbeugels
$s_{t,max}$	=	654 mm	Maximale hart- op hartafstand van de benen van een serie dwarskrachtbeugels
α	=	90 °	De hoek tussen de dwarskrachtwapening en de lengteas
s_l	=	150 mm	H.o.h.-afstand van de beugels in langsrichting
$s_{l,max}$	=	300 mm	Maximale hart- op hartafstand van de beugels
ϕ_{km}	=	16 mm	Gemiddelde kenmiddellijn van de langswapening
s	=	125 mm	H.o.h.-afstand van de langswapening
A_{sl}	=	1608 mm ²	Hoeveelheid toegepaste langswapening
f_{ck}	=	30 MPa	Karakteristieke cilinderdruksterkte
f_{ywk}	=	500 MPa	Karakteristieke vloeigrens van dwarskrachtwapening
f_{cd}	=	20 MPa	Rekenwaarde druksterkte
V_{Ed}	=	0 kN/m	Rekenwaarde van de dwarskracht in de betondoorsnede
N_{Ed}	=	0 kN/m	Normaalkracht in de betondoorsnede (druk is positief, trek negatief)
M_{Ed}	=	0 kNm	Buigend moment in de betondoorsnede

Afschuifbuigbreuk

d	=	436 mm	Effectieve hoogte van de doorsnede
A_c	=	500000 mm ²	Betonoppervlak
V_{Ed}	=	0 kN/m	Rekenwaarde van de dwarskracht in de betondoorsnede
v_{Ed}	=	0.00 MPa	Rekenwaarde van de optredende schuifspanning
$C_{Rd,c}$	=	0.12	
k	=	1.68	Schaalfactor
k_1	=	0.15	
ρ_l	=	0.004	Wapeningsverhouding langswapening
σ_{cp}	=	0.00 MPa	Gemiddelde betonspanning t.g.v. rekenwaarde normaalkracht (< 0,2 fcd)
v_{min}	=	0.42 MPa	Ondergrens van de afschuifweerstand zonder dwarskrachtwapening
$V_{Rd,c}$	=	182 kN/m	Ondergrens voor de dwarskrachtweerstand zonder dwarskrachtwapening
$V_{Rd,c}$	=	196 kN/m	Rekenwaarde voor de dwarskrachtweerstand zonder dwarskrachtwapening
v	=	0.53	Sterktereductiefactor voor beton, gescheurd door dwarskracht
$V_{Rd,max}$	=	2302 kN/m	Bovengrens voor de dwarskrachtweerstand zonder dwarskrachtwapening

Bijlage D - 6

Frontwand - Horizontale wapening - buitenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
$C_{l, \text{toegepast}}$	=	40	mm
$C_{d, \text{toegepast}}$	=	40	mm
C_{nom}	=	35	mm
$\phi_{km_1_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_1_d}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_d}$	=	16	mm
s_t	=	90	mm
s_d	=	90	mm
$A_{s, \text{req_t}}$	=	2234	mm ² /m
$A_{s, \text{req_d}}$	=	2234	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2

f_{ck}	=	30	MPa
f_{yk}	=	500	MPa
α_{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E_{cm}	=	33	GPa
E_s	=	200	GPa
ϵ_{cu3}	=	1.75	‰
ϵ_{cu3}	=	3.5	‰
k_1	=	0.4	
k_1	=	0.8	
k_2	=	0.50	
k_3	=	3.4	
k_4	=	0.425	
w_{max}	=	0.20	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereiken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M_{Ed_ULS}	=	80	kNm/m
N_{Ed_ULS}	=	530	kN/m
M_{Ed_SLS}	=	75	kNm/m
N_{Ed_SLS}	=	290	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm
b_t	=	1000	mm
f_{ctm}	=	2.9	MPa
M_{cr}	=	77	kNm/m
A_{min}	=	575	mm ²
$A_{s, \text{max}}$	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x_{li}	=	52	mm
x_{umax}	=	233	mm
M_{Rd}	=	297	kNm/m
σ_s	=	215	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	57.1	mm
σ_s	=	152	MPa
σ_b	=	2.4	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

$\eta_{c, \text{eff}}$	=	147.64	mm
$A_{c, \text{eff}}$	=	147642	mm ² /m
$\rho_{p, \text{eff}}$	=	0.015	
$f_{ct, \text{eff}}$	=	2.9	MPa
α_e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c, \text{eff}}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	=	0.0005	
---------------------------------	---	--------	--

c	=	56	mm
ϕ_{km}	=	16	mm
$S_{r, \text{max}} (7.11)$	=	370	mm
$S_{r, \text{max}} (7.14)$	=	576	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

$S_{r, \text{max}}$	=	370	mm
k_s	=	1.14	
w_{max}	=	0.23	mm
w_k	=	0.17	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekenende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s, \text{min}} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u, \text{max}}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{\text{max}}$: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 7

Frontwand - Horizontale wapening - buitenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
$C_{l, \text{toegepast}}$	=	40	mm
$C_{d, \text{toegepast}}$	=	40	mm
C_{nom}	=	35	mm
$\phi_{km_1_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_1_d}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_d}$	=	16	mm
s_t	=	90	mm
s_d	=	90	mm
$A_{s, \text{req_t}}$	=	2234	mm ² /m
$A_{s, \text{req_d}}$	=	2234	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2

f_{ck}	=	30	MPa
f_{yk}	=	500	MPa
α_{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E_{cm}	=	33	GPa
E_s	=	200	GPa
ϵ_{cu3}	=	1.75	‰
ϵ_{cu3}	=	3.5	‰
k_1	=	0.4	
k_1	=	0.8	
k_2	=	0.51	
k_3	=	3.4	
k_4	=	0.425	
w_{max}	=	0.20	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M_{Ed_ULS}	=		kNm/m
N_{Ed_ULS}	=		kN/m
M_{Ed_SLS}	=	45	kNm/m
N_{Ed_SLS}	=	570	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm
b_t	=	1000	mm
f_{ctm}	=	2.9	MPa
M_{cr}	=	121	kNm/m
A_{min}	=	676	mm ²
$A_{s, \text{max}}$	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x_{li}	=	64	mm
x_{umax}	=	233	mm
M_{Rd}	=	399	kNm/m
σ_s	=	0	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	0.0	mm
σ_s	=	182	MPa
σ_b	=	2.2	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

$h_{c, \text{eff}}$	=	160.00	mm
$A_{c, \text{eff}}$	=	160000	mm ² /m
$\rho_{p, \text{eff}}$	=	0.014	
$f_{ct, \text{eff}}$	=	2.9	MPa
α_e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c, \text{eff}}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	=	0.0005	
---------------------------------	---	--------	--

c	=	56	mm
ϕ_{km}	=	16	mm
$s_{r, \text{max}} (7.11)$	=	390	mm
$s_{r, \text{max}} (7.14)$	=	650	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

$s_{r, \text{max}}$	=	390	mm
k_s	=	1.14	
w_{max}	=	0.23	mm
w_k	=	0.21	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s, \text{min}} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u, \text{max}}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{max}$: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 8

Frontwand - Horizontale wapening - binnenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	40	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=	16	mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=	16	mm
S _t	=	90	mm
S _d	=	90	mm
A _{soeg_t}	=	2234	mm ² /m
A _{soeg_d}	=	2234	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed_ULS}	=	160	kNm/m
N _{Ed_ULS}	=	530	kN/m
M _{Ed_SLS}	=	160	kNm/m
N _{Ed_SLS}	=	250	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	77	kNm/m
A _{min}	=	575	mm ²
A _{s,max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x _{li}	=	52	mm
x _{umax}	=	233	mm
M _{Rd}	=	297	kNm/m
σ _s	=	304	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	90.5	mm
σ _s	=	239	MPa
σ _b	=	4.3	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

h _{c,eff}	=	136.51	mm
A _{c,eff}	=	136510	mm ² /m
ρ _{b,eff}	=	0.016	
f _{ct,eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c,eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

ε _{sm} - ε _{cm}	=	0.0008	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	56	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r,max} (7.11)	=	357	mm
S _{r,max} (7.14)	=	532	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r,max}	=	357	mm
k _s	=	1.00	
w _{max}	=	0.30	mm
w _k	=	0.29	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s,min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u,max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 9

Frontwand - Horizontale wapening - binnenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	40	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=	16	mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=	16	mm
S _t	=	90	mm
S _d	=	90	mm
A _{soeg_t}	=	2234	mm ² /m
A _{soeg_d}	=	2234	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed_ULS}	=		kNm/m
N _{Ed_ULS}	=		kN/m
M _{Ed_SLS}	=	70	kNm/m
N _{Ed_SLS}	=	570	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	121	kNm/m
A _{min}	=	676	mm ²
A _{s,max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x _{li}	=	64	mm
x _{umax}	=	233	mm
M _{Rd}	=	399	kNm/m
σ _s	=	0	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	0.0	mm
σ _s	=	212	MPa
σ _b	=	2.8	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

h _{c,eff}	=	160.00	mm
A _{c,eff}	=	160000	mm ² /m
ρ _{p,eff}	=	0.014	
f _{ct,eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 = A_s / A_{c,eff}
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 = E_s / E_{cm}

ε _{sm} - ε _{cm}	=	0.0006	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	56	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r,max} (7.11)	=	385	mm
S _{r,max} (7.14)	=	650	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r,max}	=	385	mm
k _s	=	1.00	
w _{max}	=	0.30	mm
w _k	=	0.24	mm

Maximale scheurafstand
 = C_{toegepast} / C_{nom}
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s,min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u,max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 10

Frontwand - Verticale wapening - buitenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	35	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
s _t	=	125	mm
s _d	=	125	mm
A _{o, req_t}	=	1608	mm ² /m
A _{o, req_d}	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.20	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed_ ULS}	=	60	kNm/m
N _{Ed_ ULS}	=	260	kN/m
M _{Ed_ SLS}	=	50	kNm/m
N _{Ed_ SLS}	=	30	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	99	kNm/m
A _{min}	=	638	mm ²
A _{s, max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x _{li}	=	41	mm
x _{umax}	=	242	mm
M _{Rd}	=	250	kNm/m
σ _s	=	172	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	93.6	mm
σ _s	=	84	MPa
σ _b	=	1.3	MPa
η _{c, eff}	=	120.00	mm
A _{c, eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{b, eff}	=	0.013	
f _{ct, eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

ε _{sm} ~ ε _{cm}	=	0.0003	
-----------------------------------	---	--------	--

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 = A_s / A_{c, eff}
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 = E_s / E_{cm}

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r, max_ (7.11)}	=	339	mm
S _{r, max_ (7.14)}	=	528	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r, max}	=	339	mm
k _s	=	1.14	
w _{max}	=	0.23	mm
w _k	=	0.09	mm

Maximale scheurafstand
 = C_{toegepast} / C_{nom}
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s, min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u, max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 11

Frontwand - Verticale wapening - buitenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	35	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
S _t	=	125	mm
S _d	=	125	mm
A _{soeg_t}	=	1608	mm ² /m
A _{soeg_d}	=	1608	mm ² /m

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.20	mm

M _{Ed_ULS}	=		kNm/m
N _{Ed_ULS}	=		kN/m
M _{Ed_SLS}	=	15	kNm/m
N _{Ed_SLS}	=	145	kN/m

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	121	kNm/m
A _{min}	=	639	mm ²
A _{s,max}	=	20000	mm ² /m

x _{li}	=	47	mm
x _{umax}	=	242	mm
M _{Rd}	=	304	kNm/m
σ _s	=	0	MPa

x	=	0.0	mm
σ _s	=	68	MPa
σ _b	=	0.7	MPa
	=	0	
h _{c,eff}	=	120.00	mm
A _{c,eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{p,eff}	=	0.013	
f _{ct,eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

ε _{sm} ~ ε _{cm}	=	0.0002	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r,max} (7.11)	=	339	mm
S _{r,max} (7.14)	=	650	mm

S _{r,max}	=	339	mm
k _s	=	1.14	
w _{max}	=	0.23	mm
w _k	=	0.07	mm

Er is sprake van een doorsgekeurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s,min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u,max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Breedte betondoorsnede	
Hoogte betondoorsnede	
Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde	
Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde	
Nominale betondekking	
Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde	
Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde	
Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde	
Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde	
H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening	
H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening	
Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1	
Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1	
Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen	
Karakteristieke vloeigrens van betonstaal	
Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)	
Elasticiteitsmodulus van beton	
Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal	
Betonstuik bij het bereken van de piekspanning	
Grenswaarde van de betonstuik	
Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)	
Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)	
Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)	
Coëfficiënt voor formule (7.11)	
Coëfficiënt voor formule (7.11)	
Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)	
Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)	
Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)	
Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT	
Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)	

Nuttige hoogte, d	
Gemiddelde breedte van de trekzone	
Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton	
Scheurmoment	
Maatgevende minimum wapening	
Maximum wapeningsdoorsnede	
Betondrukzonehoogte	
Maximale betondrukzonehoogte	
Uiterst opneembare moment (UGT)	
Spanning in trekwapening (UGT)	
Hoogte van de drukzone in de BGT	
Spanning in trekwapening (BGT)	
Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede	
Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek	
Meewerkende oppervlak van het beton onder trek	
= A _s / A _{c,eff}	
Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht	
= E _s / E _{cm}	

Dekking op de langwapening	
Gemiddelde kenmiddellijn	
Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)	
Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)	

Maximale scheurafstand	
= C _{toegepast} / C _{nom}	
Toelaatbare scheurwijdte	
Berekende scheurwijdte	

Bijlage D - 12

Frontwand - Verticale wapening - binnenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
$C_{l, toegepast}$	=	40	mm
$C_{d, toegepast}$	=	40	mm
C_{nom}	=	40	mm
$\phi_{km_1_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_t}$	=		mm
$\phi_{km_1_d}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_d}$	=		mm
s_t	=	125	mm
s_d	=	125	mm
A_{soeg_t}	=	1608	mm ² /m
A_{soeg_d}	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

f_{ck}	=	30	MPa
f_{yk}	=	500	MPa
α_{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E_{cm}	=	33	GPa
E_s	=	200	GPa
ϵ_{cu3}	=	1.75	‰
ϵ_{cu3}	=	3.5	‰
k_1	=	0.4	
k_1	=	0.8	
k_2	=	0.50	
k_3	=	3.4	
k_4	=	0.425	
w_{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M_{Ed_ULS}	=	100	kNm/m
N_{Ed_ULS}	=	260	kN/m
M_{Ed_SLS}	=	110	kNm/m
N_{Ed_SLS}	=	0	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b_t	=	1000	mm
f_{ctm}	=	2.9	MPa
M_{cr}	=	99	kNm/m
A_{min}	=	638	mm ²
$A_{s,max}$	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x_{li}	=	41	mm
x_{umax}	=	242	mm
M_{Rd}	=	250	kNm/m
σ_s	=	231	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	104.5	mm
σ_s	=	165	MPa
σ_b	=	2.6	MPa
	=	0	
$h_{c,eff}$	=	120.00	mm
$A_{c,eff}$	=	120000	mm ² /m
$\rho_{p,eff}$	=	0.013	
$f_{ct,eff}$	=	2.9	MPa
α_e	=	6.09	

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	=	0.0005	
---------------------------------	---	--------	--

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c,eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

c	=	40	mm
ϕ_{km}	=	16	mm
$s_{r,max_ (7.11)}$	=	339	mm
$s_{r,max_ (7.14)}$	=	514	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

$s_{r,max}$	=	339	mm
k_s	=	1.00	
w_{max}	=	0.30	mm
w_k	=	0.17	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s,min} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u,max}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{max}$: Scheurwijdte voldoet

Frontwand - Verticale wapening - binnenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	40	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
s _t	=	125	mm
s _d	=	125	mm
A _{o, req_t}	=	1608	mm ² /m
A _{o, req_d}	=	1608	mm ² /m

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.30	mm

M _{Ed, ULS}	=		kNm/m
N _{Ed, ULS}	=		kN/m
M _{Ed, SLS}	=	100	kNm/m
N _{Ed, SLS}	=	150	kN/m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langedureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	121	kNm/m
A _{min}	=	639	mm ²
A _{s, max}	=	20000	mm ² /m

x _{ti}	=	47	mm
x _{umax}	=	242	mm
M _{Rd}	=	304	kNm/m
σ _s	=	0	MPa

x	=	78.7	mm
σ _s	=	196	MPa
σ _b	=	2.7	MPa
η _{c, eff}	=	120.00	mm
A _{c, eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{b, eff}	=	0.013	
f _{ct, eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

ε _{sm} ~ ε _{cm}	=	0.0006	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r, max} (7.11)	=	339	mm
S _{r, max} (7.14)	=	548	mm

S _{r, max}	=	339	mm
k _s	=	1.00	
w _{max}	=	0.30	mm
w _k	=	0.20	mm

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c, eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekenende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s, min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u, max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Vleugelwand - Horizontale wapening - buitenzijde

INVOER

b	=	1000	mm	Breedte betondoorsnede
h	=	500	mm	Hoogte betondoorsnede
$C_{l, \text{toegepast}}$	=	40	mm	Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
$C_{d, \text{toegepast}}$	=	40	mm	Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
C_{nom}	=	35	mm	Nominale betondekking
$\phi_{km_1_t}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
$\phi_{km_2_t}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
$\phi_{km_1_d}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
$\phi_{km_2_d}$	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
s_t	=	100	mm	H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
s_d	=	100	mm	H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
A_{soeg_t}	=	2011	mm ² /m	Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
A_{soeg_d}	=	2011	mm ² /m	Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2
f_{ck}	=	30	MPa	Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
f_{yk}	=	500	MPa	Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
α_{cc}	=	1.00		Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)
E_{cm}	=	33	GPa	Elasticiteitsmodulus van beton
E_s	=	200	GPa	Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
ε_{c3}	=	1.75	‰	Betonstuik bij het bereiken van de piekspanning
ε_{cu3}	=	3.5	‰	Grenswaarde van de betonstuik
k_t	=	0.4		Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
k_1	=	0.8		Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
k_2	=	0.50		Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
k_3	=	3.4		Coëfficiënt voor formule (7.11)
k_4	=	0.425		Coëfficiënt voor formule (7.11)
w_{max}	=	0.20	mm	Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)
M_{Ed_ULS}	=	55	kNm/m	Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
N_{Ed_ULS}	=	220	kN/m	Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
M_{Ed_SLS}	=	85	kNm/m	Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
N_{Ed_SLS}	=	330	kN/m	Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm	Nuttige hoogte, d
b_t	=	1000	mm	Gemiddelde breedte van de trekzone
f_{ctm}	=	2.9	MPa	Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
M_{cr}	=	102	kNm/m	Scheurmoment
A_{min}	=	643	mm ²	Maatgevende minimum wapening
$A_{s,max}$	=	20000	mm ² /m	Maximum wapeningsdoorsnede
x_{li}	=	56	mm	Betondrukzonehoogte
x_{umax}	=	233	mm	Maximale betondrukzonehoogte
M_{Rd}	=	320	kNm/m	Uiterst opneembare moment (UGT)
σ_s	=	126	MPa	Spanning in trekwapening (UGT)
x	=	54.8	mm	Hoogte van de drukzone in de BGT
σ_s	=	192	MPa	Spanning in trekwapening (BGT)
σ_b	=	2.7	MPa	Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede
$h_{c,eff}$	=	148.39	mm	Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
$A_{c,eff}$	=	148391	mm ² /m	Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
$\rho_{p,eff}$	=	0.014		= $A_s / A_{c,eff}$
$f_{ct,eff}$	=	2.9	MPa	Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
α_e	=	6.09		= E_s / E_{cm}
$\varepsilon_{sm} \sim \varepsilon_{cm}$	=	0.0006		
c	=	56	mm	Dekking op de langwapening
ϕ_{km}	=	16	mm	Gemiddelde kenmiddellijn
$S_{r,max_ (7.11)}$	=	391	mm	Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
$S_{r,max_ (7.14)}$	=	579	mm	Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)
$S_{r,max}$	=	391	mm	Maximale scheurafstand
k_s	=	1.14		= $C_{toegepast} / C_{nom}$
w_{max}	=	0.23	mm	Toelaatbare scheurwijdte
w_k	=	0.23	mm	Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s,min} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u,max}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{max}$: Scheurwijdte voldoet

Bijlage D - 15

Vleugelwand - Horizontale wapening - binnenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
$C_{l, \text{toegepast}}$	=	40	mm
$C_{d, \text{toegepast}}$	=	40	mm
C_{nom}	=	40	mm
$\phi_{km_1_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_1_d}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_d}$	=	16	mm
s_t	=	100	mm
s_d	=	100	mm
A_{soeg_t}	=	2011	mm ² /m
A_{soeg_d}	=	2011	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2

f_{ck}	=	30	MPa
f_{yk}	=	500	MPa
α_{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E_{cm}	=	33	GPa
E_s	=	200	GPa
ε_{c3}	=	1.75	‰
ε_{cu3}	=	3.5	‰
k_1	=	0.4	
k_1	=	0.8	
k_2	=	0.50	
k_3	=	3.4	
k_4	=	0.425	
w_{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M_{Ed_ULS}	=	150	kNm/m
N_{Ed_ULS}	=	220	kN/m
M_{Ed_SLS}	=	150	kNm/m
N_{Ed_SLS}	=	150	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm
b_t	=	1000	mm
f_{ctm}	=	2.9	MPa
M_{cr}	=	102	kNm/m
A_{min}	=	643	mm ²
$A_{s,max}$	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x_{li}	=	56	mm
x_{umax}	=	233	mm
M_{Rd}	=	320	kNm/m
σ_s	=	244	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	95.9	mm
σ_s	=	227	MPa
σ_b	=	3.9	MPa
	=	0	
$\eta_{c,eff}$	=	134.69	mm
$A_{c,eff}$	=	134689	mm ² /m
$\rho_{p,eff}$	=	0.015	
$f_{ct,eff}$	=	2.9	MPa
α_e	=	6.09	

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede
 Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c,eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	=	0.0007	
---------------------------------------	---	--------	--

c	=	56	mm
ϕ_{km}	=	16	mm
$s_{r,max}(7.11)$	=	373	mm
$s_{r,max}(7.14)$	=	525	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

$s_{r,max}$	=	373	mm
k_s	=	1.00	
w_{max}	=	0.30	mm
w_k	=	0.26	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s,min} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u,max}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{max}$: Scheurwijdte voldoet

Vleugelwand - Horizontale wapening - binnenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
$C_{l, \text{toegepast}}$	=	40	mm
$C_{d, \text{toegepast}}$	=	40	mm
C_{nom}	=	40	mm
$\phi_{km_1_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_t}$	=	16	mm
$\phi_{km_1_d}$	=	16	mm
$\phi_{km_2_d}$	=	16	mm
s_t	=	100	mm
s_d	=	100	mm
A_{soeg_t}	=	2011	mm ² /m
A_{soeg_d}	=	2011	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 2
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 2

f_{ck}	=	30	MPa
f_{yk}	=	500	MPa
α_{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E_{cm}	=	33	GPa
E_s	=	200	GPa
ϵ_{c3}	=	1.75	‰
ϵ_{cu3}	=	3.5	‰
k_1	=	0.4	
k_1	=	0.8	
k_2	=	0.50	
k_3	=	3.4	
k_4	=	0.425	
w_{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M_{Ed_ULS}	=		kNm/m
N_{Ed_ULS}	=		kN/m
M_{Ed_SLS}	=	70	kNm/m
N_{Ed_SLS}	=	330	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	436	mm
b_t	=	1000	mm
f_{ctm}	=	2.9	MPa
M_{cr}	=	121	kNm/m
A_{min}	=	670	mm ²
$A_{s,max}$	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x_{li}	=	62	mm
x_{umax}	=	233	mm
M_{Rd}	=	362	kNm/m
σ_s	=	0	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	43.8	mm
σ_s	=	173	MPa
σ_b	=	2.3	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

$\eta_{c,eff}$	=	152.07	mm
$A_{c,eff}$	=	152070	mm ² /m
$\rho_{p,eff}$	=	0.013	
$f_{ct,eff}$	=	2.9	MPa
α_e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c,eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	=	0.0005	
---------------------------------	---	--------	--

c	=	56	mm
ϕ_{km}	=	16	mm
$S_{r,max_ (7.11)}$	=	396	mm
$S_{r,max_ (7.14)}$	=	593	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

$S_{r,max}$	=	396	mm
k_s	=	1.00	
w_{max}	=	0.30	mm
w_k	=	0.21	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: $M_{Ed} < M_{Rd}$: Wapening voldoet
- 2: $A_{s,min} < A_s$: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: $x_u < x_{u,max}$: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: $w_k < w_{max}$: Scheurwijdte voldoet

Vleugelwand - Verticale wapening - buitenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{l, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	35	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
S _t	=	125	mm
S _d	=	125	mm
A _{soeg_t}	=	1608	mm ² /m
A _{soeg_d}	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.20	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed_ULS}	=	75	kNm/m
N _{Ed_ULS}	=	260	kN/m
M _{Ed_SLS}	=	110	kNm/m
N _{Ed_SLS}	=	100	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	99	kNm/m
A _{min}	=	638	mm ²
A _{s,max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

X _{ti}	=	41	mm
X _{umax}	=	242	mm
M _{Rd}	=	250	kNm/m
σ _s	=	194	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	88.3	mm
σ _s	=	195	MPa
σ _b	=	2.8	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

h _{c,eff}	=	120.00	mm
A _{c,eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{b,eff}	=	0.013	
f _{ct,eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c,eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

ε _{sm} ~ ε _{cm}	=	0.0006	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r,max} (7.11)	=	339	mm
S _{r,max} (7.14)	=	535	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r,max}	=	339	mm
k _s	=	1.14	
w _{max}	=	0.23	mm
w _k	=	0.20	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgekeurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s,min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u,max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Vleugelwand - Verticale wapening - buitenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{l, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	35	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
S _t	=	125	mm
S _d	=	125	mm
A _{o,eq_t}	=	1608	mm ² /m
A _{o,eq_d}	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	1.00	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.20	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed_ULS}	=		kNm/m
N _{Ed_ULS}	=		kN/m
M _{Ed_SLS}	=	0	kNm/m
N _{Ed_SLS}	=	390	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	121	kNm/m
A _{min}	=	639	mm ²
A _{s,max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

X _{ti}	=	47	mm
X _{umax}	=	242	mm
M _{Rd}	=	304	kNm/m
σ _s	=	0	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	0.0	mm
σ _s	=	121	MPa
σ _b	=	0.8	MPa

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede

h _{c,eff}	=	120.00	mm
A _{c,eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{p,eff}	=	0.013	
f _{ct,eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c,eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

ε _{sm} - ε _{cm}	=	0.0004	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r,max} (7.11)	=	416	mm
S _{r,max} (7.14)	=	650	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r,max}	=	416	mm
k _s	=	1.14	
w _{max}	=	0.23	mm
w _k	=	0.15	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s,min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u,max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

Vleugelwand - Verticale wapening - binnenzijde

INVOER

b	=	1000	mm
h	=	500	mm
C _{1, toegepast}	=	40	mm
C _{d, toegepast}	=	40	mm
C _{nom}	=	40	mm
φ _{km_1_t}	=	16	mm
φ _{km_2_t}	=		mm
φ _{km_1_d}	=	16	mm
φ _{km_2_d}	=		mm
S _t	=	100	mm
S _d	=	125	mm
A _{soeg_t}	=	2011	mm ² /m
A _{soeg_d}	=	1608	mm ² /m

Breedte betondoorsnede
 Hoogte betondoorsnede
 Dekking op buitenste staaf buigtrekzijde
 Dekking op buitenste staaf buigdrukzijde
 Nominale betondekking
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigtrekzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 1 buigdrukzijde
 Gemiddelde kenmiddellijn in laag 2 buigdrukzijde
 H.o.h.-afstand beschouwde buigtrekwapening
 H.o.h.-afstand beschouwde buigdrukwapening
 Hoeveelheid toegepaste buigtrekwapening in laag 1
 Hoeveelheid toegepaste buigdrukwapening in laag 1

f _{ck}	=	30	MPa
f _{yk}	=	500	MPa
α _{cc}	=	1.00	

Karakteristieke cilinderdruksterkte van beton na 28 dagen
 Karakteristieke vloeigrens van betonstaal
 Coëfficiënt voor langeduureffecten op betondruksterkte (par 3.1.6)

E _{cm}	=	33	GPa
E _s	=	200	GPa
ε _{c3}	=	1.75	‰
ε _{cu3}	=	3.5	‰
k _t	=	0.4	
k ₁	=	0.8	
k ₂	=	0.50	
k ₃	=	3.4	
k ₄	=	0.425	
w _{max}	=	0.30	mm

Elasticiteitsmodulus van beton
 Rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van betonstaal
 Betonstuik bij het bereken van de piekspanning
 Grenswaarde van de betonstuik
 Factor afhankelijk van de belastingduur (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de aanhechteigenschappen (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt die rekening houdt met de rekverdeling (par. 7.3.4)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Coëfficiënt voor formule (7.11)
 Aanbevolen grenswaarde voor de berekende scheurwijdte (tabel 7.1N)

M _{Ed_ULS}	=	150	kNm/m
N _{Ed_ULS}	=	260	kN/m
M _{Ed_SLS}	=	110	kNm/m
N _{Ed_SLS}	=	390	kN/m

Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de UGT (Blijvend en tijdelijk)
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de UGT (Trek is positief)
 Rekenwaarde van het optredende buigend moment in de BGT
 Rekenwaarde van het optredende normaalkracht in de BGT (Trek is positief)

BEREKENING

d	=	452	mm
b _t	=	1000	mm
f _{ctm}	=	2.9	MPa
M _{cr}	=	99	kNm/m
A _{min}	=	620	mm ²
A _{s,max}	=	20000	mm ² /m

Nuttige hoogte, d
 Gemiddelde breedte van de trekzone
 Gemiddelde waarde van de axiale treksterkte van het beton
 Scheurmoment
 Maatgevende minimum wapening
 Maximum wapeningsdoorsnede

x _{ti}	=	45	mm
x _{umax}	=	242	mm
M _{Rd}	=	321	kNm/m
σ _s	=	244	MPa

Betondrukzonehoogte
 Maximale betondrukzonehoogte
 Uiterst opneembare moment (UGT)
 Spanning in trekwapening (UGT)

x	=	52.5	mm
σ _s	=	230	MPa
σ _b	=	3.4	MPa
η _{c,eff}	=	120.00	mm
A _{c,eff}	=	120000	mm ² /m
ρ _{b,eff}	=	0.017	
f _{ct,eff}	=	2.9	MPa
α _e	=	6.09	

Hoogte van de drukzone in de BGT
 Spanning in trekwapening (BGT)
 Buigtrekspanning in de ongescheurd veronderstelde doorsnede
 Hoogte van het effectieve gebied (of meewerkende hoogte) van het beton onder trek
 Meewerkende oppervlak van het beton onder trek
 $= A_s / A_{c,eff}$
 Treksterkte van het beton op het tijdstip waarop eerste scheuren worden verwacht
 $= E_s / E_{cm}$

ε _{sm} - ε _{cm}	=	0.0008	
-----------------------------------	---	--------	--

c	=	40	mm
φ _{km}	=	16	mm
S _{r,max} (7.11)	=	298	mm
S _{r,max} (7.14)	=	582	mm

Dekking op de langwapening
 Gemiddelde kenmiddellijn
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.11)
 Maximale scheurafstand berekend met formule (7.14)

S _{r,max}	=	298	mm
k _s	=	1.00	
w _{max}	=	0.30	mm
w _k	=	0.23	mm

Maximale scheurafstand
 $= C_{toegepast} / C_{nom}$
 Toelaatbare scheurwijdte
 Berekenende scheurwijdte

Er is sprake van een doorsgescheurde doorsnede

RESULTATEN

- 1: M_{Ed} < M_{Rd}: Wapening voldoet
- 2: A_{s,min} < A_s: Minimum wapeningsdoorsnede voldoet
- 3: x_u < x_{u,max}: Rotatiecapaciteit voldoet
- 4: w_k < w_{max}: Scheurwijdte voldoet

BIJLAGE E FUNDERINGSADVIES

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas

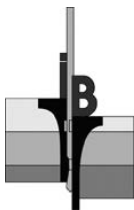
Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen

Opgesteld : ir. K. van Cann

Gecontroleerd : ing. L.M. Hendriks MSEng

Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng

Referentie : W18067_RAP001



Equiduct over de Peelstraat te Kronenberg

Betreft Funderingsadvies

Opdrachtnummer 02P012614

Documentnummer 02P012614-adv-01

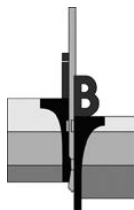
Opdrachtgever Wagemaker BV
Postbus 412
5240AK Rosmalen

Opgesteld door : Ing. P. Postma
Gezien : Drs. R.M. de Koning
Status : Definitief
Codering : ST

Paraaf :

Paraaf :

Datum rapport : 29 januari 2019



Opdracht : 02P012614
 Document : 02P012614-adv-01
 Project : Equiduct over de Peelstraat te Kronenberg

INHOUDSOPGAVE

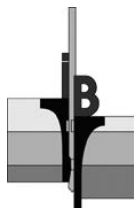
1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 PROJECTLOCATIE	2
2.2 NIEUWBOUW.....	2
2.3 HISTORIE PROJECTLOCATIE.....	3
2.4 ONDERZOEK DERDEN.....	3
2.5 TOT SLOT	3
3. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER	4
3.1 HOOGTELIKKING MAAVELD	4
3.2 BESCHRIJVING BODEMOPBOUW	4
3.3 GRONDWATER.....	4
4. FUNDERINGSADVIES	5
4.1 FUNDERINGSWIJZE.....	5
4.2 UITGANGSPUNTEN	5
4.2.1 Algemeen	5
4.2.2 Rekenmethodiek	5
4.2.3 Belastingen.....	5
4.3 GRONDVERBETERING.....	6
4.4 RESULTATEN	6
4.5 VERVORMING.....	7
4.6 BEDDINGSCOËFFICIËNT.....	7

BIJLAGEN:

- A) Grondonderzoek Fugro
- B) Belastingopgave Wagemaker d.d. 24-01-2019
- C) Algemene richtlijnen uitvoering grondverbetering
- D) Berekening fundering

VERZENDLIJST

Per mail aan Wagemaker BV te Rosmalen
 t.a.v. de heer K. van Cann en R. Moed

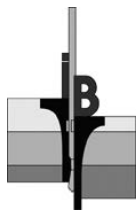


Opdracht : 02P012614
Document : 02P012614-adv-01
Project : Equiduct te Horst aan de Maas

1. INLEIDING

Voor het project "Equiduct te Horst aan de Maas" wordt door ons bureau op verzoek van Wagemaker BV uit Rosmalen in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte projectgegevens.

Bij de opzet van dit rapport is uitgegaan van het grondonderzoek dat medio december 2018 werd uitgevoerd door de firma Fugro en waarvan de resultaten werden gerapporteerd in document 9017-0810-001. Dit document is aan dit rapport toegevoegd onder bijlage A.

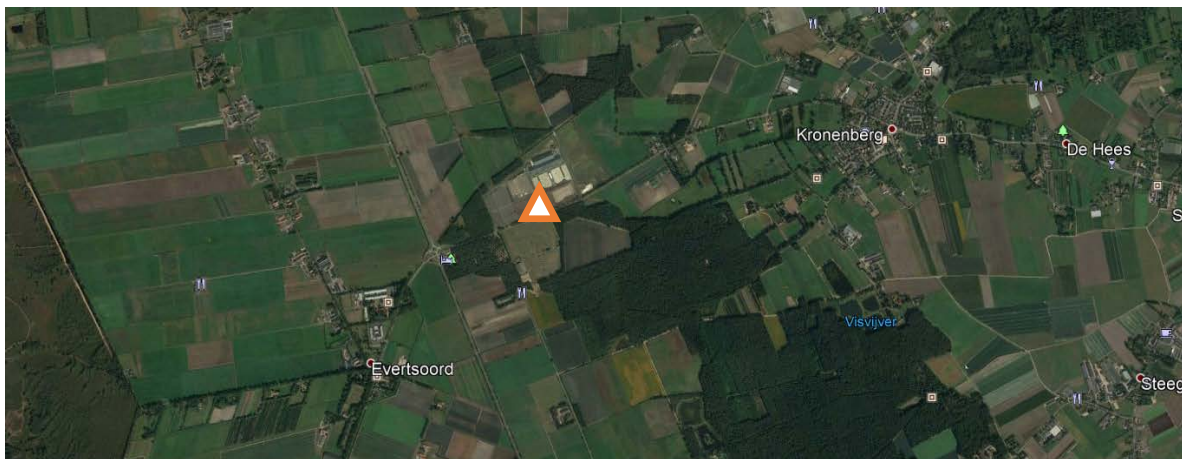


Opdracht : 02P012614
 Document : 02P012614-adv-01
 Project : Equiduct te Horst aan de Maas

2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

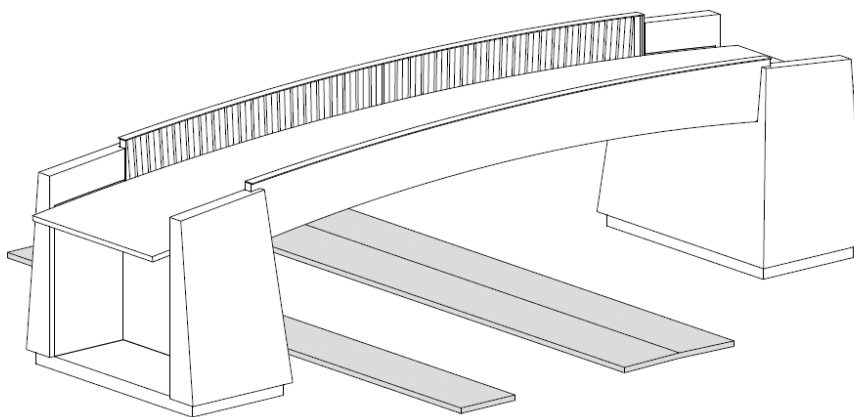
De projectlocatie is gelegen aan de Peelstraat te Kronenberg.



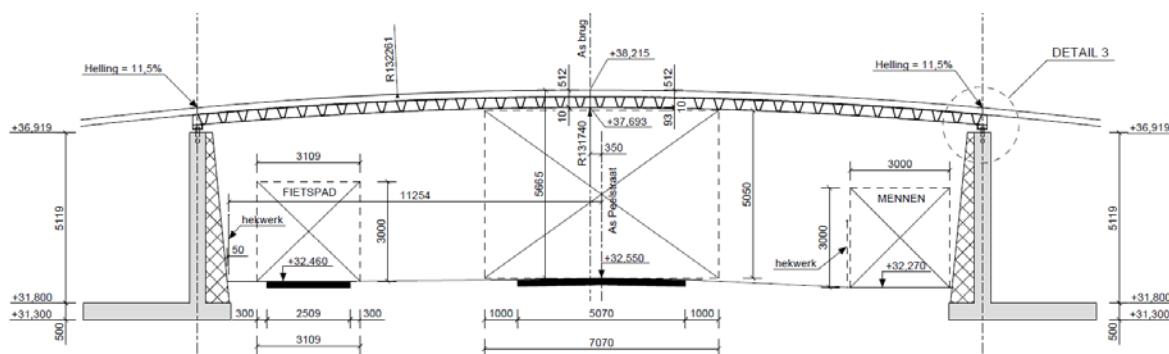
Afbeelding 1. Bovenaanzicht projectlocatie (Bron: Google maps)

2.2 Nieuwbouw

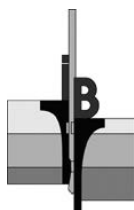
Het project omvat de bouw van een equiduct, gefundeerd op betonnen L-wanden.



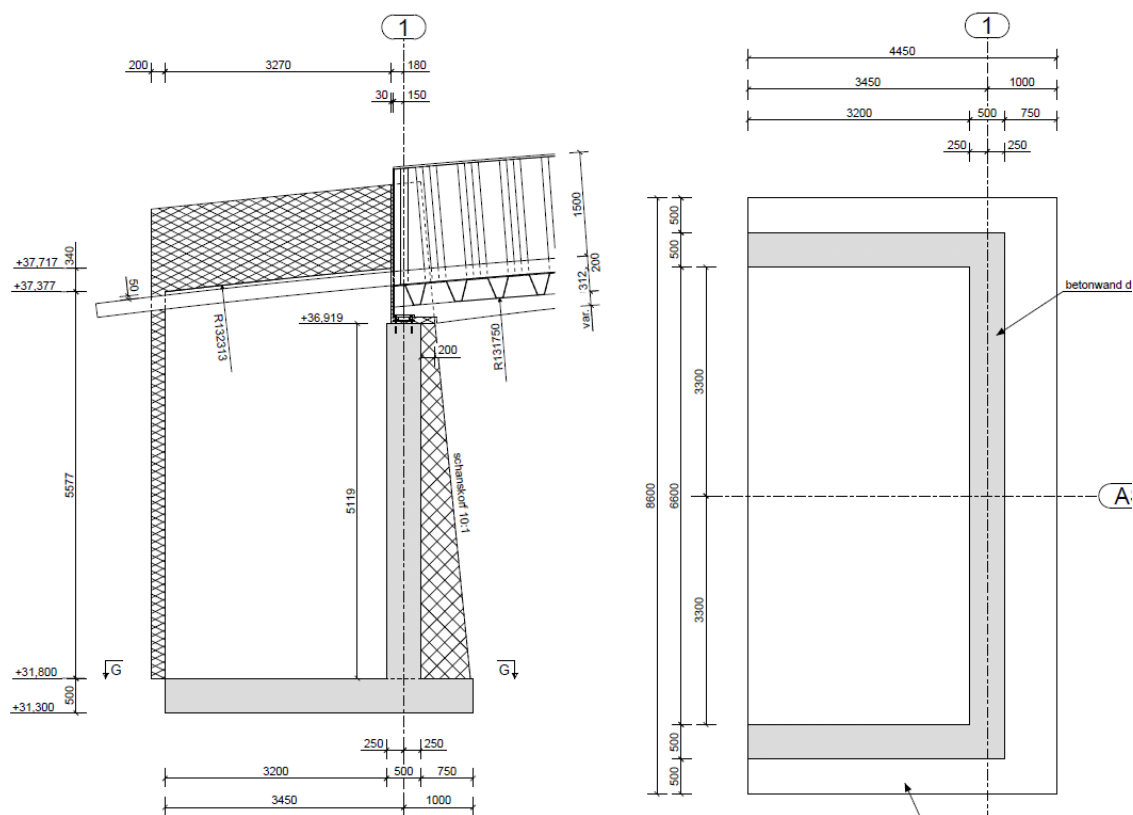
Afbeelding 2. Impressie brug (Bron: W18067-DO-TEK-001-v0.1)



Afbeelding 3. Maatvoering brug (Bron: W18067-DO-TEK-001-v1.0)



Opdracht : 02P012614
 Document : 02P012614-adv-01
 Project : Equiduct te Horst aan de Maas



Afbeelding 4. Maatvoering fundatie (Bron: W18067-DO-TEK-001-v1.0)

2.3 Historie projectlocatie

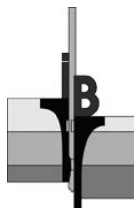
Omtrent de historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

2.4 Onderzoek derden

Op de locatie is door de firma Fugro een grondonderzoek verricht. Opgemerkt wordt dat ons bureau voor wat betreft de verstrekte informatie geen verantwoordelijkheid kan nemen voor eventuele onjuistheden en/of onvolledigheden.

2.5 Tot slot

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt.



Opdracht : 02P012614
Document : 02P012614-adv-01
Project : Equiduct te Horst aan de Maas

3. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

3.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van beide landhoofden bedroeg ten tijde van het onderzoek circa NAP +32,2 m.

3.2 Beschrijving bodemopbouw

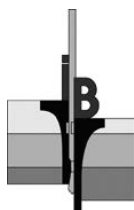
Vanaf maaiveld tot NAP circa NAP +28,0 m is sprake van een gelaagde bodemopbouw bestaande uit één tot enkele meters dikke zandlagen afgewisseld door dunne zandhoudende leem- en leemhoudende zandlagen.

Hieronder wordt tot circa NAP +14,0 m een los tot vast gepakt zandpakket aangetroffen met conusweerstand van 3 MPa tot meer dan 20 MPa. Vervolgens wordt vanaf NAP +14,0 m tot de verkende diepte overgeconsolideerde klei aangetroffen.

3.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is op 11 december 2018 een grondwaterstand van NAP +29,7 m gemeten. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.

Op basis van beschikbare grondwatergegevens in het DINO loket wordt voorzichtig geconcludeerd dat op basis van put B52D0184 de gemiddeld hoge grondwaterstand op NAP +31,3 m ligt.



Opdracht : 02P012614
 Document : 02P012614-adv-01
 Project : Equiduct te Horst aan de Maas

4. FUNDERINGSADVIES

4.1 Funderingswijze

De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw geeft mogelijkheden voor een fundering op staal.

4.2 Uitgangspunten

4.2.1 Algemeen

- De berekening van de draagkracht op druk en de vervorming van de funderingselementen is gebaseerd op NEN 9997-1:2016 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Funderingselementen worden verticaal en horizontaal belast.
- Er wordt aangenomen dat beneden de ontgravingsniveaus de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Er is in dit rapport van uitgegaan dat het aanlegniveau van de fundering op NAP +31,3 m zal komen te liggen

4.2.2 Rekenmethodiek

De L-wanden hebben een kerende functie en worden zowel horizontaal als verticaal belast vanuit grond en externe belastingen op het maaiveld boven en achter de wand. Om deze reden dienen de wanden geotechnisch getoetst te worden op de volgende punten:

1. Verticaal draagvermogen (situatie A)
2. Weerstand tegen horizontaal glijden (situatie B)

In voorliggend hoofdstuk worden zowel het verticaal draagvermogen als de weerstand tegen horizontaal glijden (afschuiven) getoetst. Voor het berekenen van het verticale draagvermogen wordt gerekend met maximale verticale belastingen (situatie A), terwijl het afschuiven dient te worden getoetst met minimale verticale belastingen boven de voetplaat (situatie B).

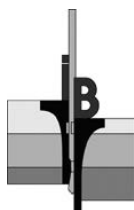
4.2.3 Belastingen

De (resultante van de) funderingsbelasting zijn opgegeven door de opdrachtgever per mail. Deze belastingopgave is aan dit rapport toegevoegd onder bijlage B. Opgemerkt wordt dat ons bureau voor wat betreft de verstrekte informatie geen verantwoordelijkheid kan nemen voor eventuele onjuistheden en/of onvolledigheden. In overleg met Wagemaker worden de navolgende belastingscombinaties voor situatie A of B als maatgevend ingeschat.

Tabel 1. Samenvatting belastingen.

		Situatie A (UGT, BG 2/1 in opgave)	Situatie B (UGT, BG 6/5 in opgave)	Situatie B (CAL, BG 8/11 in opgave)
$F_{v;d}$	kN	7364	4862	5713
$M_{y;d}$	kNm	4304	2020	2616
$F_{y;d}$	kN	146	47	1042
$M_{x;d}$	kNm	726	250	6632
$F_{x;d}$	kN	1221	736	859

Zie bijlage B voor aanvullende informatie



Opdracht : 02P012614
 Document : 02P012614-adv-01
 Project : Equiduct te Horst aan de Maas

4.3 Grondverbetering

Ter plaatse van de sonderingen hebben de bodemlagen tot de in de tabel vermelde niveaus een te geringe draagkracht. Ligt dit ontgravingsniveau lager dan het aanlegniveau van de funderingselementen dan dient de tussenliggende zone te worden opgevuld met een grondverbetering.

Tabel 2. Ontgravingsniveau ten behoeve van grondverbetering.

Sondering nr.	Hoogte maaiveld* [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau fundatie [m t.o.v. NAP]	Ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
DKM1	32,2	31,3	31,0
DKM2	32,2	31,3	31,3
DKM3	32,3	31,3	31,3
DKM4	32,2	31,3	31,3

* Niveau ten tijde van onderzoek

Alle grond dient tot de aangegeven diepte te worden vervangen door een goed verdicht zandpakket. Tussen en in de omgeving van de sonderingen moet tot dezelfde bodemlagen worden ontgraven zoals aangetroffen ter plaatse van de sonderingen op de hiervoor vermelde niveaus.

Bestaat de onderste 0,2 à 0,4 meter uit los gepakt goed te verdichten zand dan behoeft dit zand niet te worden verwijderd maar kan het, indien de vochtigheidsgraad dit toelaat, direct worden verdicht. Ter plaatse van eventueel door het graafwerk ontspannen bodemlagen en ter plaatse van aanwezige voormalige sloten of verstoringen c.q. bodemlagen afwijkend van hetgeen tijdens het verrichte grondonderzoek is aangetroffen, moet in beginsel dieper worden ontgraven tot de vaste natuurlijke bodemopbouw. Eventuele humushoudende afzettingen die op deze niveaus nog aanwezig zijn dienen geheel te worden verwijderd.

Voor algemene richtlijnen ten aanzien van de grondverbetering wordt verwezen naar bijlage C.

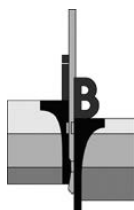
4.4 Resultaten

De rekenwaarde van de verticale en horizontale belasting op een funderingselement dient kleiner te zijn dan de draagkracht van de ondergrond ($V_d \leq R_{v,d}$ en $H_d \leq R_{h,d}$). Onder bijlage D is een uitwerking van de berekeningen toegevoegd.

Tabel 3. Berekeningsresultaten draagvermogen.

Situatie	Gronddekking (t) [m]	Draagkracht op aanlegniveau		Weerstand tegen afschuiven		Toets [-]
		V_d [kN]	$R_{v,d}$ [kN]	H_d [kN]	$R_{h,d}$ [kN]	
(UGT, BG 2/1 in opgave)	0,90	7364	8684	1230	3119	Voldoet
(UGT, BG 6/5 in opgave)	0,90	4862	10428	737	2059	Voldoet
(CAL, BG 8/11 in opgave)	0,90	5713	7362	1350	2420	Voldoet

Het draagvermogen is afhankelijk van onder meer de gronddekking (t). Onder gronddekking wordt verstaan een permanent aanwezige zandaanvulling die boven aanlegniveau aanwezig is rond het volledige funderingselement en die zich in horizontale richting uitstrekt tot een afstand van tenminste 6 maal de breedte van het funderingselement. Indien dit niet het geval is geldt een lagere draagkracht. Er dient zorg voor te worden gedragen dat de gronddekking te allen tijde aanwezig is gedurende de levensduur de constructie.



Opdracht : 02P012614
 Document : 02P012614-adv-01
 Project : Equiduct te Horst aan de Maas

4.5 Vervorming

De vervormingen binnen de funderingsconstructie dienen zodanig te zijn dat in de bouwconstructie geen uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand wordt overschreden.

Tenzij specifieke vervormingseisen zijn gesteld wordt voor de uiterste grenstoestand veelal een relatieve rotatie β van maximaal 1:100 aangehouden. Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β_x de waarde van 1:300 niet mag overschrijden.

Uiterste Grenstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:100$
Bruikbaarheidstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:300$

Bij overschrijding van de bruikbaarheidstoestand zijn de vervormingen van dien aard dat binnen de bouwconstructie ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt. In de regel zal deze toestand maatgevend zijn.

Voor het zakkingsverschil kan in eerste instantie tenminste de helft van de berekende maximale zetting worden aangehouden tussen twee funderingselementen met een onderlinge afstand l . Dit in verband met de mogelijke heterogeniteit van de bodem en/of uitvoeringsonvolkomenheden. Indien bijvoorbeeld door belastingvariaties of verschillen in aanlegniveau en funderingsafmeting lokaal een groter zakkingsverschil optreedt, dan moet deze grotere waarde in rekening worden gebracht.

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage D. Het betreft hier last-zakkingsgrafieken voor vrij liggende funderingselementen waarbij de zakking niet wordt beïnvloed door die aanwezigheid van nabijgelegen funderingselementen.

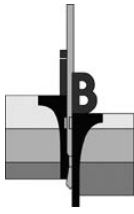
4.6 Beddingscoëfficiënt

Voor de statische secant veercoëfficiënt van een funderingselement geldt $k_{v,rep} = F_{s,rep} / S_{bgt}$. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt is bepaald als $k_{v,d} = k_{v,rep} / \gamma_{m;k}$ waarbij $\gamma_{m;k} = 1,3$.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor bruikbaarheidstoestand (BGT) is sprake van een niet geheel lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is de statische veerstijfheid gepresenteerd voor een vrij gelegen funderingselement bij een representatieve belasting van 80 % van het draagvermogen. Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage D.

Tabel 4. Statische beddingscoëfficiënt plaat.

Plaat afmeting [m]	Representatief $k_{v,rep}$ [kN/m ³]	Rekenwaarde $k_{v,d}$ [kN/m ³]
4,2 x 8,6	8000	6000



Opdracht : 02P012614
Document : 02P012614-adv-01
Project : Equiduct te Horst aan de Maas

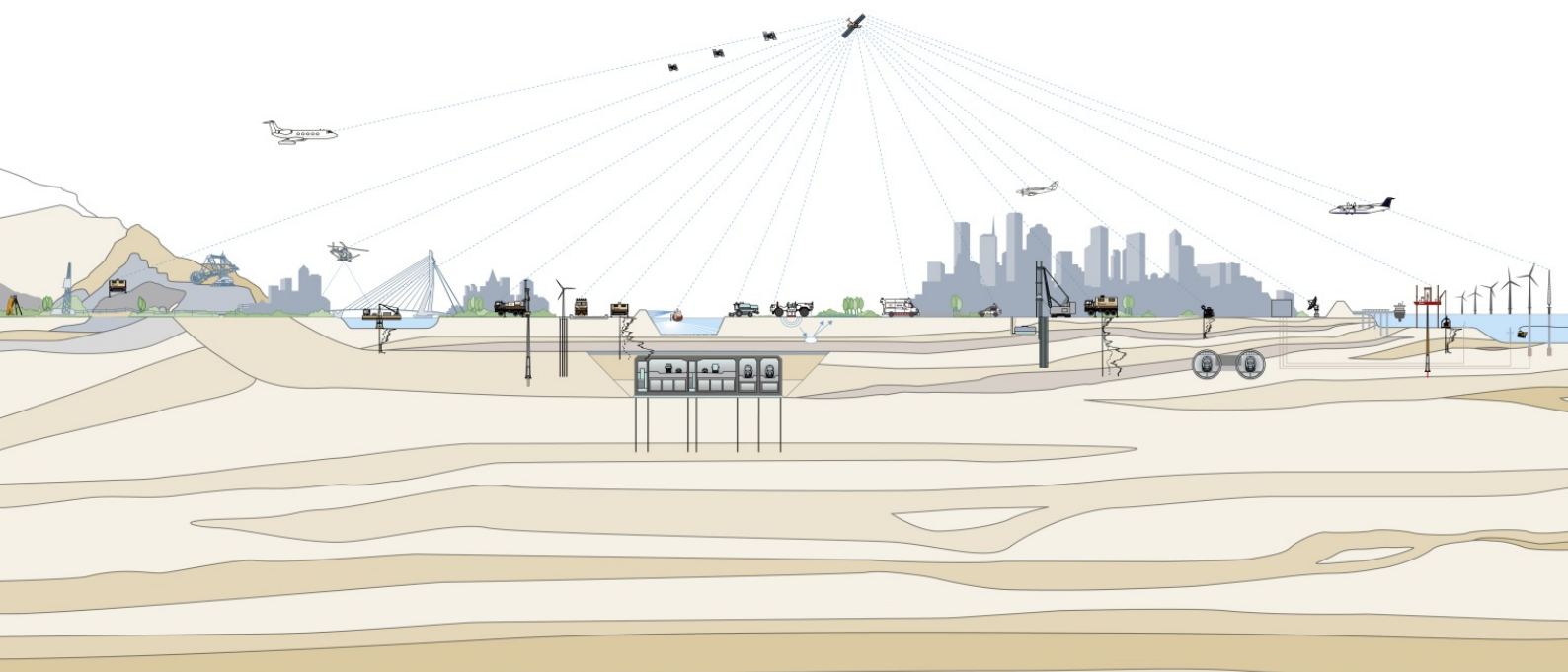
Bijlage A

Geotechnisch onderzoek
Project Equiduct Hippische Evenementen Zone de Peelbergen
te Kronenberg

Document Nr.: 9017-0810-001

Versie: 1.0

Datum: 12 december 2018



**GEOTECHNISCH ONDERZOEK**

Opdrachtgever Gemeente Horst aan de Maas
 Budgethouder 429
 Postbus 6005
 5960 AA HORST

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Edisonlaan 31B
 6003 DB Weert
 T 049 55 13560

Projectleider ing. H. Heersema

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	LMU	AB	HH	12-12-2018
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

GEOTECHNISCH ONDERZOEK

INHOUDSOPGAVE

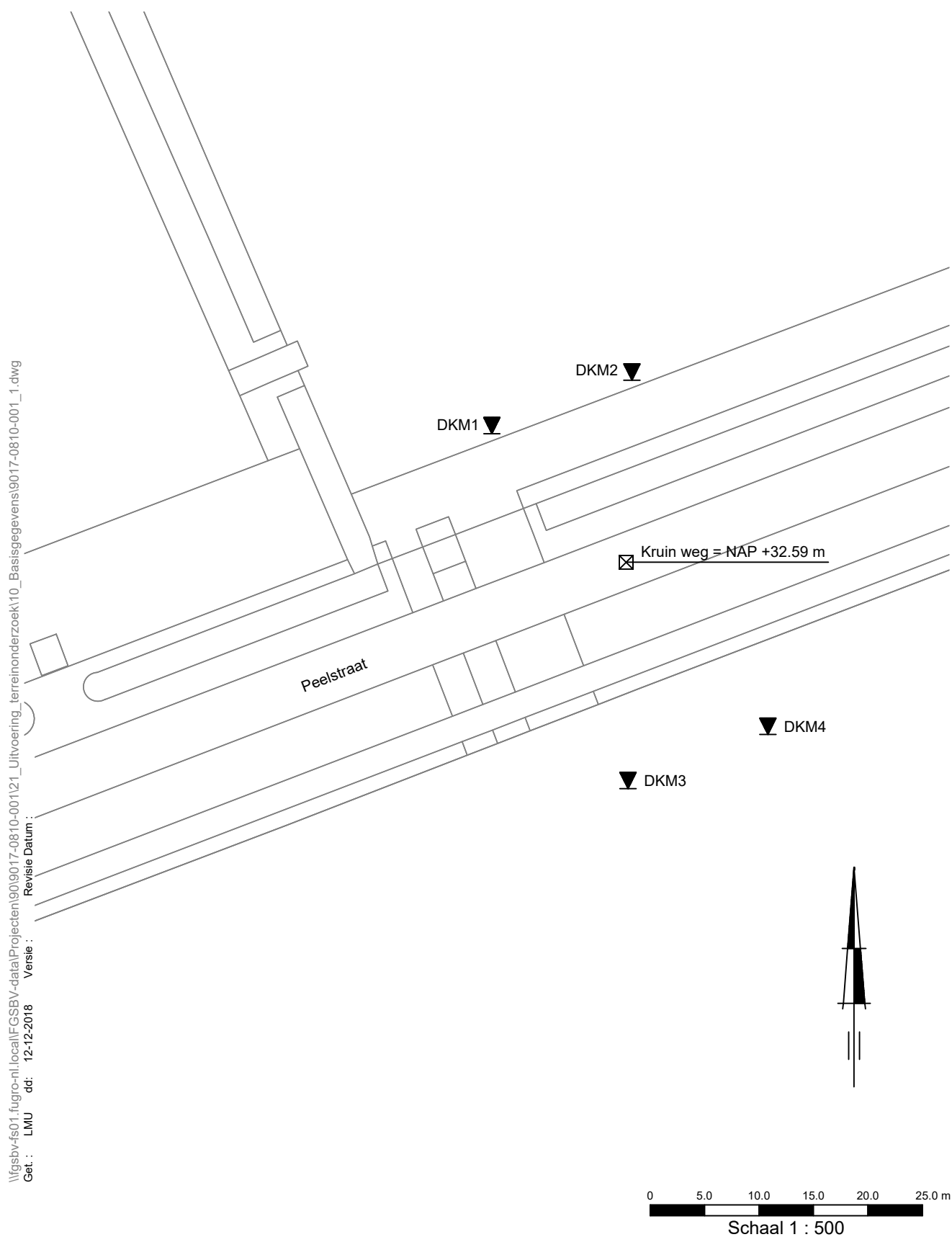
- 1. RAPPORTAGE OVERZICHT**
- 2. SITUATIETEKENING**
- 3. ONDERZOEKSDATA**
- 4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- 5. CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN**
- 6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**



RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Project Equiduct Hippische Evenementen Zone de Peelbergen te Kronenberg
Projectnummer: 9017-0810-001

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m)	Grondwater- stand (m)	Opmerking
	X	Y	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	
DKM1	195575.8	380341.9	+32.13		
DKM2	195588.7	380346.9	+32.17	+29.66	
DKM3	195588.3	380309.4	+32.26		
DKM4	195601.2	380314.4	+32.18		
Kruin weg	195588.2	380329.3	+32.59		



SITUATIE
 PROJECT EQUIDUCT HIPPIsche EVENEMENTEN ZONE
 DE PEELBERGEN TE KRONENBERG

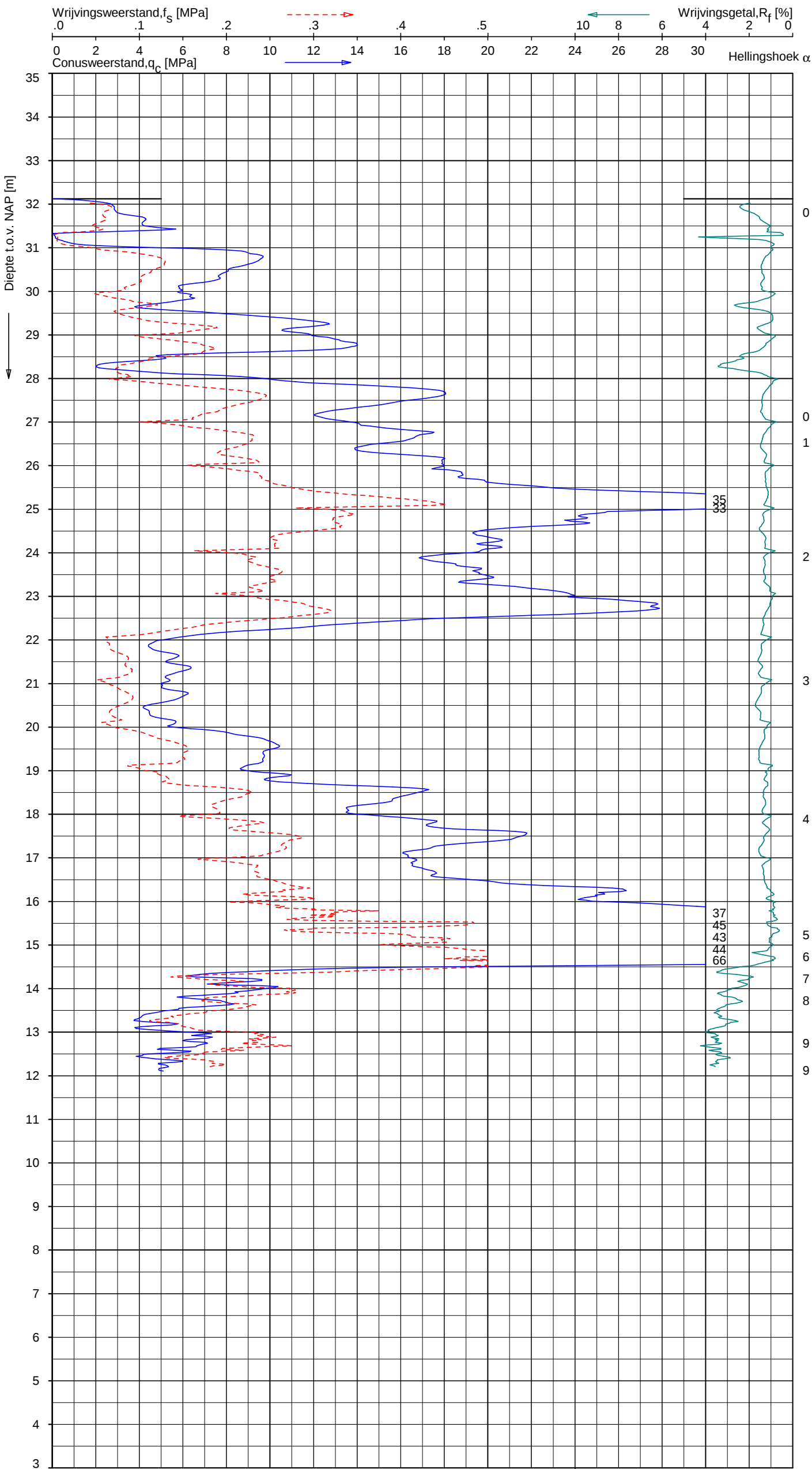
Opdr. : 9017-0810-001
 Bijl. : 1



UNIPLOT 05.36.nl / QoFClass-R3.cmd / 2018-12-12 11:04:14

9017-0810-001

DKM1 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : RNB d.d. 11-dec-2018 Coord.: X=195575.8 m Y=380341.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.MURENAITE d.d. 12-dec-2018 MV = NAP +32.13 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2573 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
PROJECT EQUIDUCT HIPPISCHE EVENEMENTEN ZONE DE PEELBERGEN
TE KRONENBERG

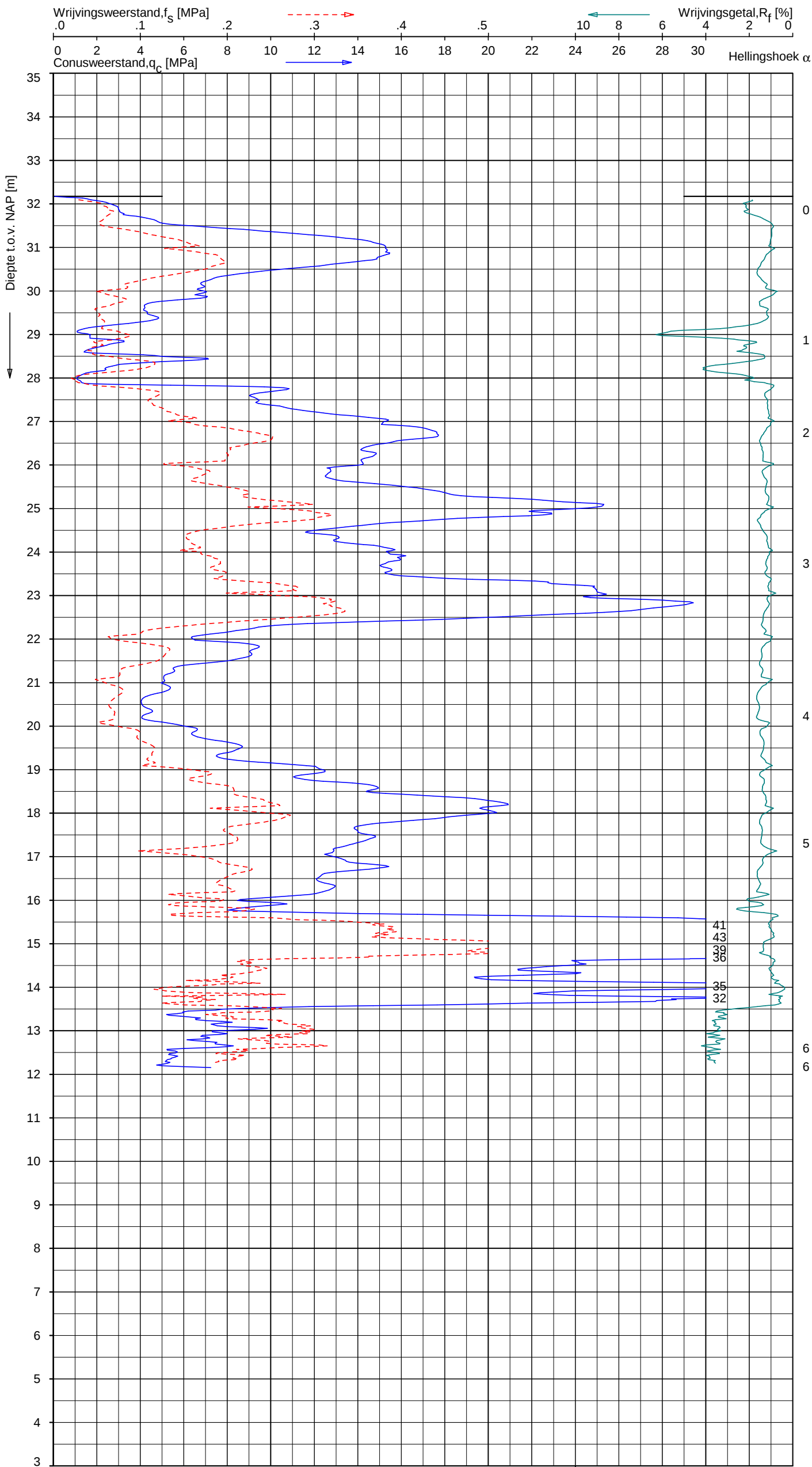
Opdr. 9017-0810-001
Sond. DKM1



UNIPLOT 05.36.nl / QofSClass-R3.cmd / 2018-12-12 11:04:18

9017-0810-001

DKM2 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : RNB d.d. 11-dec-2018 Coord.: X=195588.7 m Y=380346.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.MURENAITE d.d. 12-dec-2018 MV = NAP +32.17 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2573 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
PROJECT EQUIDUCT HIPPISCHE EVENEMENTEN ZONE DE PEELBERGEN
TE KRONENBERG

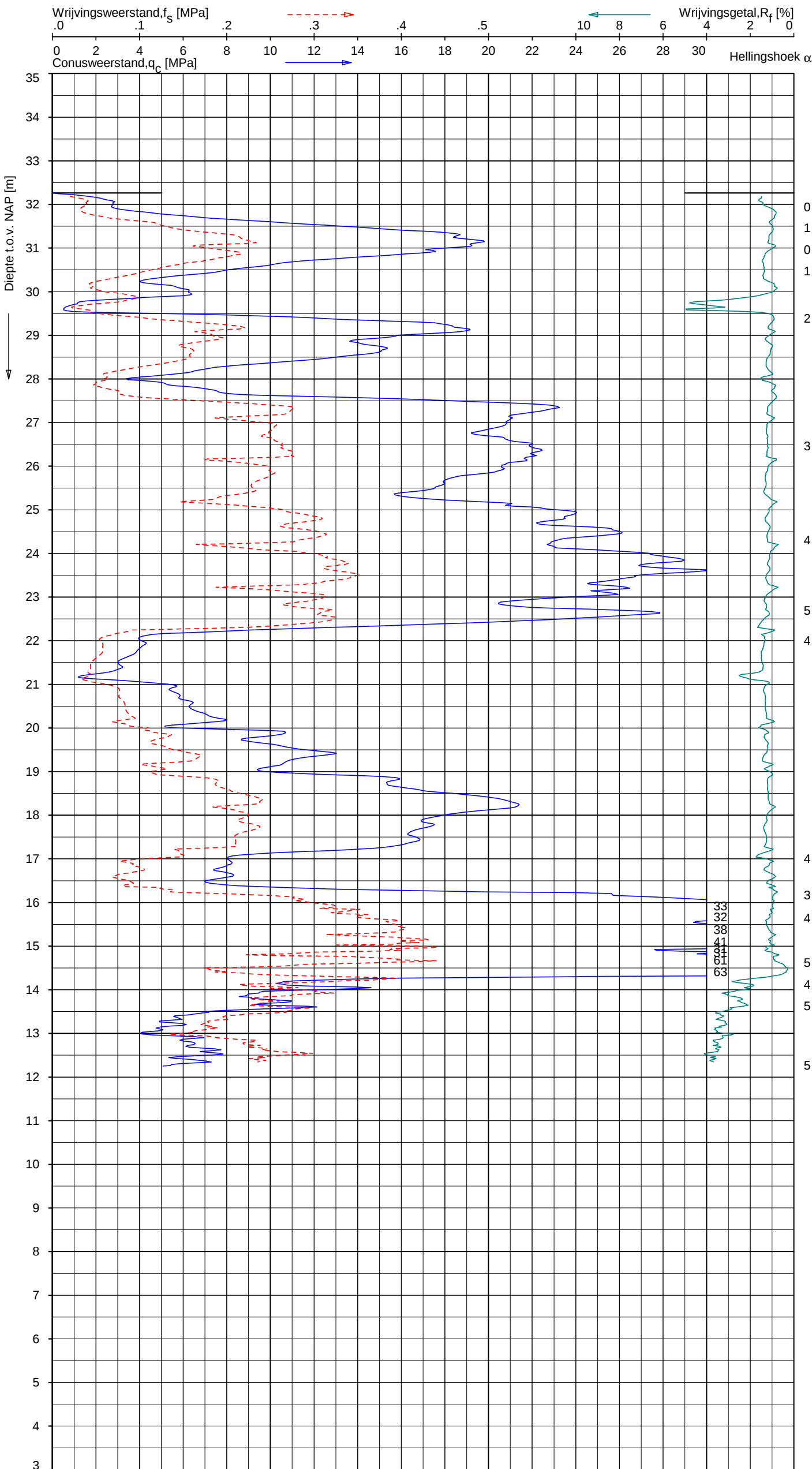
Opdr. 9017-0810-001
Sond. DKM2



UNIPLOT 05.36.nl / QoFClass-R3.cmd / 2018-12-12 11:04:21

9017-0810-001

DKM3 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : RNB d.d. 11-dec-2018 Coord.: X=195588.3 m Y=380309.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.MURENAITE d.d. 12-dec-2018 MV = NAP +32.26 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2573 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
PROJECT EQUIDUCT HIPPISCHE EVENEMENTEN ZONE DE PEELBERGEN
TE KRONENBERG

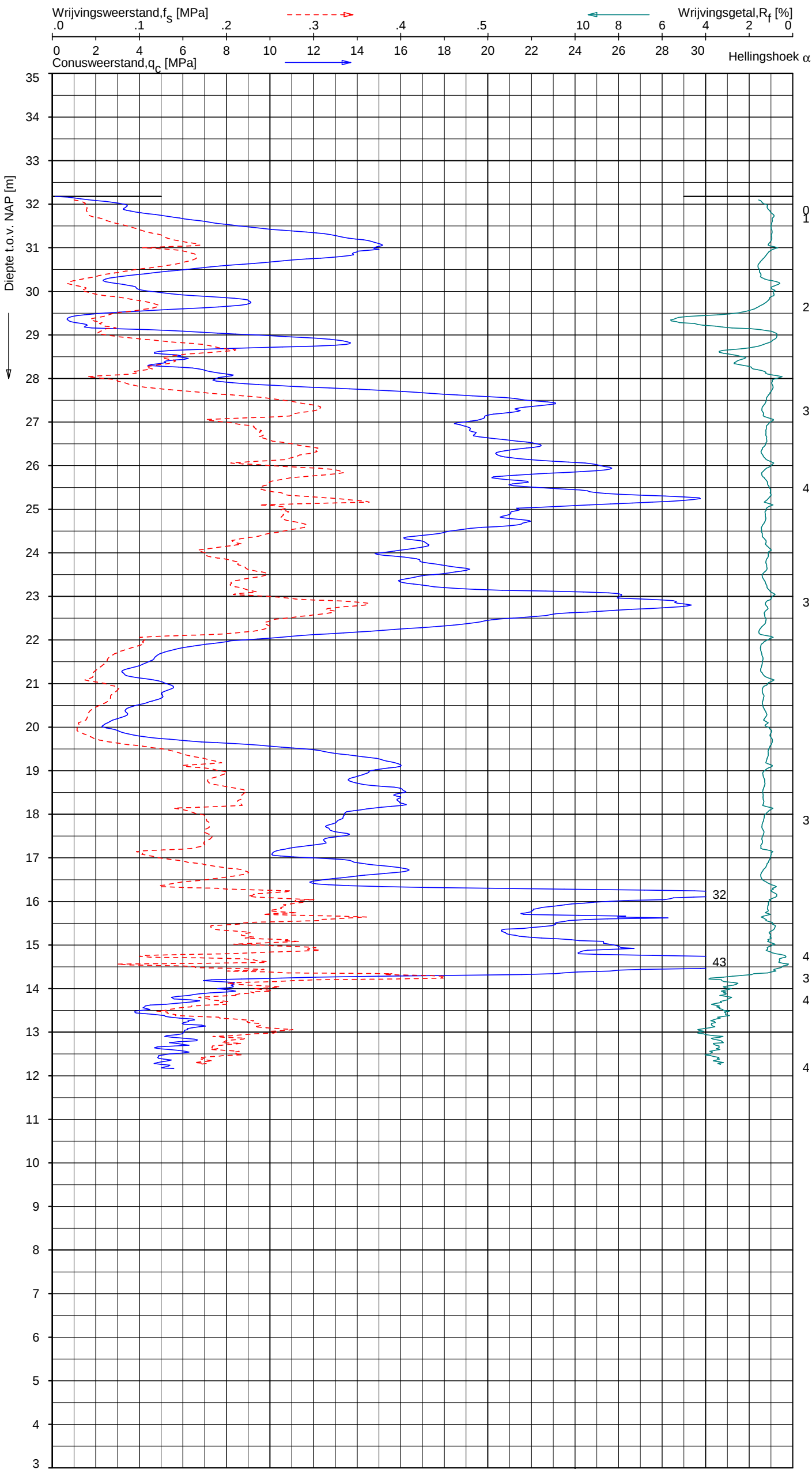
Opdr. 9017-0810-001
Sond. DKM3



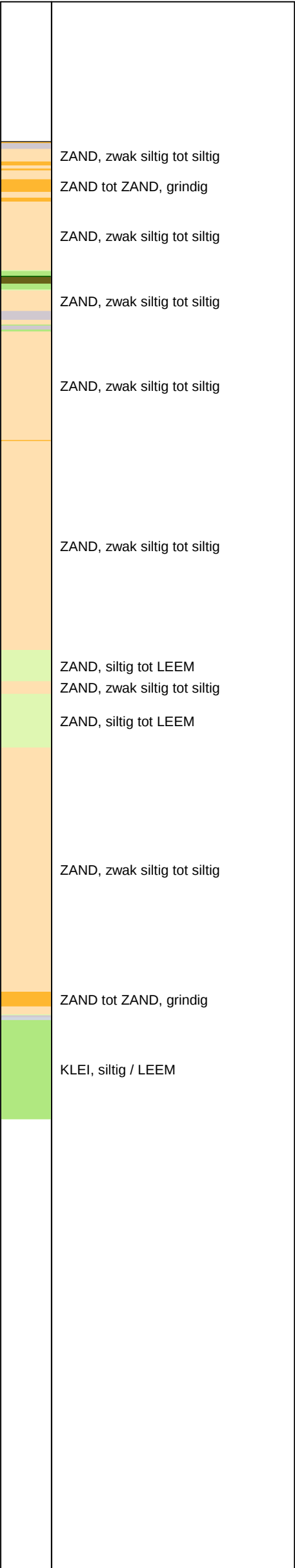
UNIPLOT 05.36.nl / QofSClass-R3.cmd / 2018-12-12 11:04:25

9017-0810-001

DKM4 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : RNB	d.d. 11-dec-2018	Coord.: X=195601.2 m	Y=380314.4 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.MURENAITE	d.d. 12-dec-2018	MV = NAP +32.18 m	Conus: CP15-CF75SN2	1701-2573	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
					Conustype: A _C = 1510 mm ² ; A _S = 19895 mm ²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
PROJECT EQUIDUCT HIPPISCHE EVENEMENTEN ZONE DE PEELBERGEN
TE KRONENBERG

Opdr. 9017-0810-001
Sond. DKM4

TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK

Coördinaten en hoogte van de onderzoekspunten

Indien de hoogte en coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD bedragen de maximale afwijking van de meting van de coördinaten ca. 10 cm en de maximale afwijking van de meting van de hoogte ca. 5 cm. Bij projecten waarbij de sonderingen zijn gerefereerd aan een lokaal vast punt bedraagt de maximale afwijking in de hoogte ca 5 cm. De maximale afwijking in de maatvoering doormiddel van traditioneel uitzetten met een meetband bedraagt ca. 25 cm.

Indien de onderzoekslocaties niet zijn gerefereerd aan een vaste referentiehoogte wijkt het onderzoek af van de gestelde eisen in de NEN-EN-ISO 22476-1.

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.

Sonderen

Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Boren

Mechanisch boorwerk wordt verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis wordt verwijderd met behulp van een puls (niet-cohesieve gronden) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden).

Bij handboren wordt gebruik gemaakt van een edelmanboor (cohesieve gronden) en een handpuls (niet-cohesieve gronden).

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1.

Peilbuizen worden gepresenteerd op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

Ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- een Ackermann steekbus te slaan of te drukken
- een Pistonbus te drukken
- een Gelpush monster te drukken

Bij handboren worden ongeroerde monsters genomen met een Van der Horst steekapparaat.

De tijdens het boren genomen geroerde monsters worden in het veld globaal geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratorium-classificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend.

Op de classificatie van grond is de NEN 5104 van toepassing.

(Grond)waterstand

De gemeten (grond)waterstand(en) betreffen een eenmalige opname en zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro NL Land B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.

De kalibratiesheet(s) van de gebruikte conus(sen) kunnen op verzoek worden toegestuurd.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

MEETTECHNIEK

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving – Veldproeven – Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Het basisoppervlak van de conus mag tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2 .

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in NEN-EN-ISO 22476-1 vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepte-aanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

INTERPRETATIE VAN DE SONDERINGEN MET PLAATSELIJKE WRIJVINGSWEERSTAND

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

¹ Lunne and Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw beneden de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

Grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6
Zand	0,6 – 1,2
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0

Grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Klei	3,0 – 5,0
Potklei	5,0 – 7,0
Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

PRESENTATIE SONDEERGEGEVENS

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangsparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

Genormaliseerde conusweerstand:

$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Vergelijking 1

Genormaliseerd wrijvingsgetal:

$$nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

Vergelijking 2

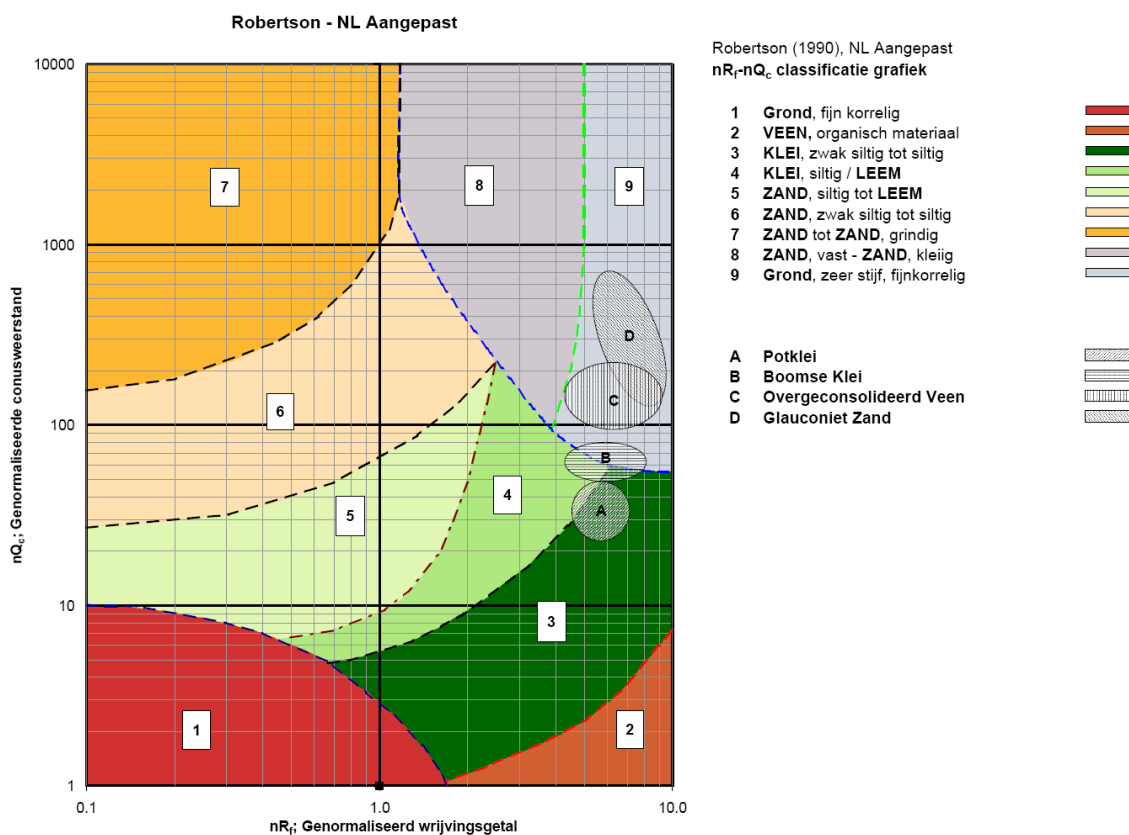
In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven;

² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

- er is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5 \text{ MPa}$ en $R_f > 5 \%$ wordt de grond als veen geclassificeerd.



Figuur 1

Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

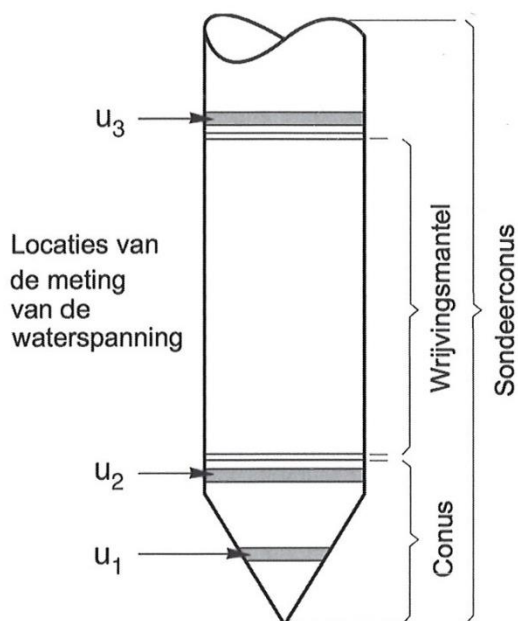
De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

ANDERE CONUSTYPEN

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

Type meting	Meetresultaten	Toepassingsmogelijkheden
Waterspanning	Waterspanning ter plaatse van de punt	■ registreren waterremmende lagen; ■ indicatie stijghoogte grondwater; ■ classificatie / gelaagdheid bodem.
Magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	■ blindganger onderzoek; ■ onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers); ■ onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen; ■ onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden.
Geleidbaarheid	Elektrische geleiding grond en grondwater	■ indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens; ■ onderzoek verspreiding verontreiniging.
Temperatuur	Temperatuurmeting op verschillende diepten	■ warmteoverdracht in de bodem; ■ bepaling temperatuurgradiënt.
Schuifgolfsnelheid (seismisch)	Dynamische bodemparameters op verschillende diepten	■ machinefunderingen; ■ windturbinefunderingen.
Versnelling	Versnellingen op verschillende diepten	■ heitrillingen; ■ verkeerstrillingen
MIP (Membrane Interface Probe)	Verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (Rapid Optical Screening Tool)	Verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

WATERSPANNINGSSONDERINGEN



Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (piëzo-conus) is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 2). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.

Figuur 2

UITVOERINGSWIJZE

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontluicht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraam verkleind.

INTERPRETATIE

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningsindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

WATEROVERSPANNINGINDEX B_q

Met de wateroverspanningsindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningsindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \frac{\beta \cdot (u_1 - u_o)}{q_{net}}$$

Vergelijking 3

$$Bq = \frac{(u_2 - u_o)}{q_{net}}$$

Vergelijking 4

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 . Standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \{ \beta (u_1 - u_o) + u_o \}$ voor een filter in de conuspunt;
- = $q_c + (1-a) u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m³ en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing in de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing achter de punt;
- u_o = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 – 0,8
Licht over geconsolideerde klei	0,5 – 0,7
Sterk over geconsolideerde klei	0,0 ¹ – 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 – 0,6
Leem, vast en dillatant gedrag	0,0 ¹ – 0,2
Zand, siltig, los gepakt	0,2 – 0,4
¹ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.	

DISSIPATIETEST

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in klei overeen met circa 1/2 uur. Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

KLASSENINDELING EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld. In de norm EN-ISO 22476-1 is de nauwkeurigheid van de meetresultaten gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd. In de Europese tabel van sondeerclassen worden de sondeerclassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie volgende tabel.



Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE2	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Waterspanning ■ Helling ■ Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G,H
2	TE1 TE2	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Waterspanning ■ Helling ■ Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Waterspanning ^d ■ Helling ■ Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

Noot 1:	
Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.	
Noot 2:	
Uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.	
a	De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik.
b	Volgens ISO 14688-2: A homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) (typische gronden met $q_c < 3$ MPa); B gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$); C gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$); D zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$).
c	G Vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid. G* Indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid. H Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid. H* Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid.
d	Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand niet realistisch om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen.

Voor sondering in toepassingklasse 1 worden speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik toegepast. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van recente kalibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) hoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan EN-ISO 22476-1.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

	Handboring nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring nog niet uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
	Boring uitgevoerd door derden
	Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Overige symbolen

	Meetpunt
	Hoogtemaat

Sonderingen

	Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Slagsondering uitgevoerd
	Handsondering uitgevoerd
	Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
	Multigrondwatersondering uitgevoerd
	Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
	Sondering met bolconus uitgevoerd
	Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
	Waterspanningsmeter uitgevoerd
	Sondering uitgevoerd door derden
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
	Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
	Hellingmeterbuis uitgevoerd

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Toegevoegde metingen

KM	Meting van de plaatselijke kleef
P	Meting van de waterspanning
M	Meting van de magnetische veldsterkte
G	Meting van de geleidbaarheid
S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	Meting van de temperatuur

Legenda / Terminologie

Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

Zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

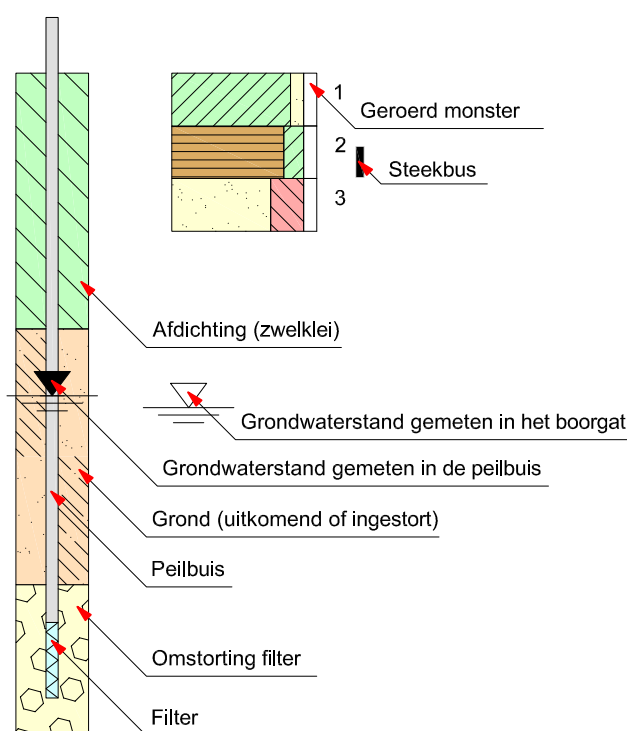
Leem

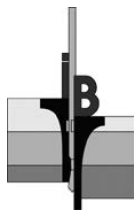
	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig
	Puin

Peilbuis





Opdracht : 02P012614
Document : 02P012614-adv-01
Project : Equiduct te Horst aan de Maas

Bijlage B



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Resultante van belastingen	2
2.1. Resultaatklassen	2
2.1.1. Resultaatklassen - Alle UGT	2
2.1.1.1. Resultante	2
2.1.1.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz	2
2.1.2. Resultaatklassen - Alle CAL	3
2.1.2.1. Resultante	3
2.1.2.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz	3
2.1.3. Resultaatklassen - Alle BGT kar	4
2.1.3.1. Resultante	4
2.1.3.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz	4



2. Resultante van belastingen

2.1. Resultaatklassen

2.1.1. Resultaatklassen - Alle UGT

Naam	Lijst
Alle UGT	1 - Omhullende - uiterst 2 - Omhullende - uiterst 3 - Omhullende - uiterst 4 - Omhullende - uiterst 5 - Omhullende - uiterst 6 - Omhullende - uiterst 7 - Omhullende - uiterst

2.1.1.1. Resultante

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

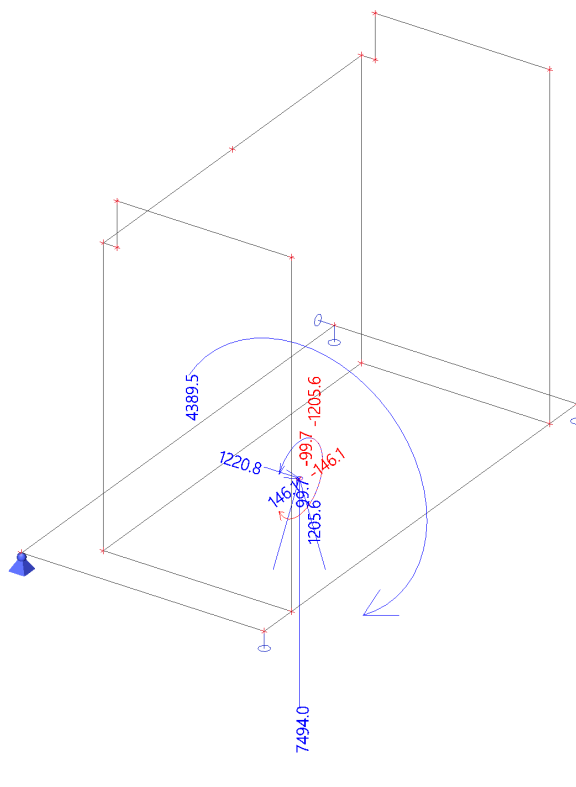
Klasse : Alle UGT

BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
2/1	1220.8	-146.1	7364.1	726.4	4303.6	-65.5
5/2	560.5	0.0	5499.4	0.0	1855.5	0.0
5/3	698.9	146.1	5305.9	-1205.6	2182.6	65.5
1/4	1058.5	13.9	7494.0	-74.9	3082.4	-17.1
6/5	736.4	-46.5	4861.9	249.7	2019.9	57.0
2/6	1082.4	-146.1	7049.1	1205.6	3174.3	-65.5
2/7	1220.8	13.9	7287.6	-74.9	4389.5	-17.1
5/8	560.5	-14.0	5067.3	74.9	967.3	17.1
2/9	793.4	118.2	6906.5	-97.3	2020.7	99.7
5/10	987.8	-118.2	5448.4	97.3	3336.2	-99.7

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
1.225	0.000	31.550

2.1.1.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz





2.1.2. Resultaatklassen - Alle CAL

Naam	Lijst
Alle CAL	8 - Omhullende - uiterst

2.1.2.1. Resultante

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

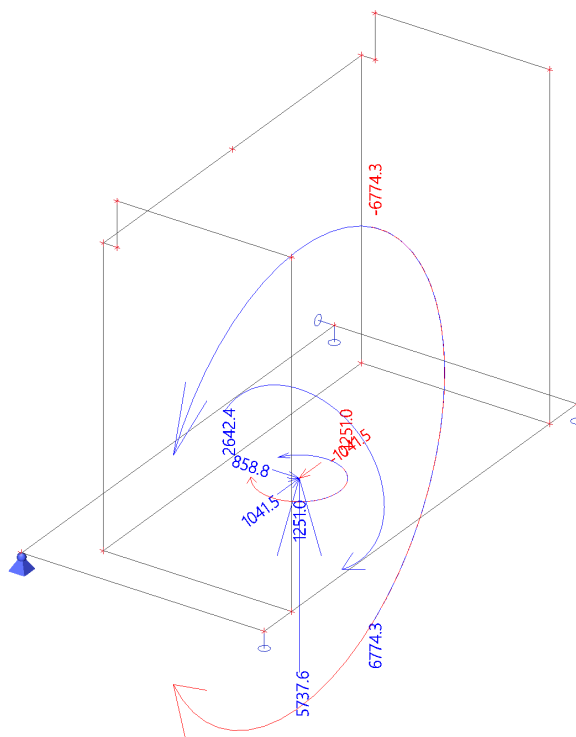
Klasse : Alle CAL

BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8/11	858.8	-1041.5	5712.6	6632.3	2615.5	1199.1
8/12	738.9	0.0	5645.4	0.0	2116.1	0.0
8/13	776.5	1041.5	5590.4	-6774.3	2193.6	-1199.1
8/14	821.1	0.0	5737.6	0.0	2386.2	0.0
8/15	776.5	0.0	5485.4	0.0	2122.6	0.0
8/16	821.1	-1041.5	5632.6	6774.3	2315.1	1199.1
8/17	858.8	0.0	5687.7	0.0	2642.4	0.0
8/18	738.9	0.0	5535.4	0.0	1866.4	0.0
8/19	738.9	-958.5	5590.4	6308.7	1991.2	1251.0
8/20	858.8	958.5	5632.6	-6308.7	2517.6	-1251.0

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
1.225	0.000	31.550

2.1.2.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz





2.1.3. Resultaatklassen - Alle BGT kar

Naam	Lijst
Alle BGT kar	9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid 12 - Omhullende - bruikbaarheid

2.1.3.1. Resultante

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

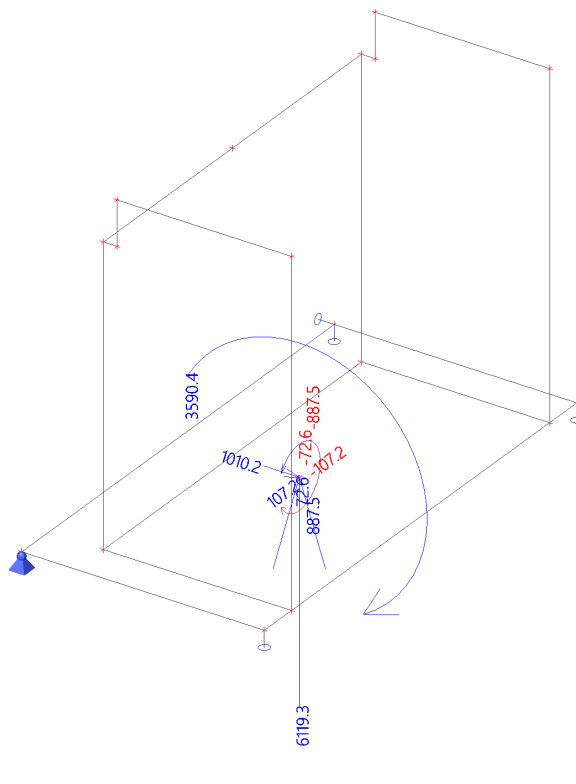
Klasse : Alle BGT kar

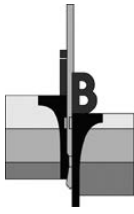
BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
9/21	1010.2	-107.2	6062.7	532.5	3526.8	-49.8
9/22	654.4	0.0	5900.4	0.0	1974.9	0.0
9/23	776.5	107.2	5757.1	-887.5	2322.2	49.8
9/24	880.6	9.3	6119.3	-49.9	2766.9	-11.4
11/25	801.5	-31.0	5435.4	166.5	2195.7	38.0
9/26	888.1	-107.2	5832.7	887.5	2589.2	-49.8
9/27	1010.2	9.3	6006.0	-49.9	3590.4	-11.4
9/28	654.4	-9.3	5583.7	49.9	1321.0	11.4
9/29	695.2	88.6	5727.1	-77.6	1848.7	72.6
9/30	969.4	-88.6	5862.7	77.6	3062.7	-72.6

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
1.225	0.000	31.550

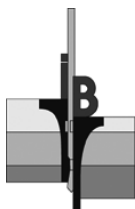
2.1.3.2. Resultante; Rx, Ry, Rz, Mx, My, Mz





Opdracht : 02P012614
Document : 02P012614-adv-01
Project : Equiduct te Horst aan de Maas

Bijlage C



ALGEMENE RICHTLIJNEN UITVOERING GRONDVERBETERING

Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: bouwpeil, maaiveldhoogte, ontgravingsniveaus, aanlegniveaus, gronddekking en grondwaterstand t.o.v. Ref/NAP,
- de afmetingen van de fundering en de gronddekking,
- de geschiktheid van het materiaal voor de grondverbetering,
- overige relevante uitgangspunten geotechnische rapportages.

Nabijgelegen bebouwing en infrastructuur

Nagegaan moet worden of de werkzaamheden (graven, verdichten en eventueel bemalen) met een aanvaardbaar minimaal risico voor nabij gelegen bebouwing en infrastructuur kunnen worden uitgevoerd. Voor wat betreft bebouwing is hiervoor informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw, de funderingswijze en de bouwkundige staat. Bij negatieve effecten kan het nodig zijn om de uitvoeringswijze of de funderingswijze aan te passen. Zo nodig kan de omgeving voor wat betreft deformaties en trillingen worden gemonitord.

Werkterrein/bouwput

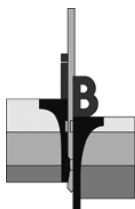
- De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.
- De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op het graafwerk en het aanbrengen van een grondverbetering.
- Eventuele taluds dienen voldoende flauw te worden ontgraven.
- Voor verdere aanwijzingen met betrekking tot de graafwerkzaamheden wordt verwezen naar publicatieblad P25 van de Arbeidsinspectie.

Kwaliteitseisen grondverbeteringsmateriaal

Zand als aanvulmateriaal voor een goede grondverbetering, dient aan de volgende criteria te voldoen:

- Korrelfractie kleiner dan 0,016 mm, lager dan 5 gewichtsprocenten.
- Korrelfractie kleiner dan 0,063 mm lager, dan 5 tot 10 gewichtsprocenten. Het lage percentage geldt voor grondverbeteringen, waaraan strenge eisen worden gesteld.
- Gelijkmaticheidscoëfficiënt D_{60}/D_{10} van de zandfractie tenminste 2.
 D_{60} = korreldiameter met een zeefdoorval van 60 gewichtsprocenten.
 D_{10} = korreldiameter met een zeefdoorval van 10 gewichtsprocenten.
- Humusgehalte ten hoogste 3 gewichtsprocenten.
- Korrelvorm bij voorkeur enigszins hoekig.
- Niet te droog en niet te nat. Over het algemeen wordt een goede verdichting verkregen bij een vochtpercentage van ongeveer 6 à 12%. Het optimale vochtpercentage is door middel van proctorproeven nauwkeuriger te bepalen.

Het is niet uitgesloten dat een voldoende verdichting kan worden bereikt met zand dat niet geheel aan deze criteria voldoet. Eén en ander zal in dat geval echter proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Veelal is bij zand met een afwijkende samenstelling een grotere inspanning vereist om tot een voldoende resultaat te komen.



ALGEMENE RICHTLIJNEN UITVOERING GRONDVERBETERING

Uitvoering ontgraving en verdichting

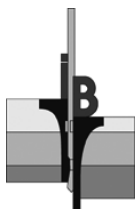
- Ontgraving over een zodanig grondvlak dat de belasting zich in de grondverbetering kan spreiden onder een hoek van ten minste 45° vanuit de rand van de fundering.
- Afrillen ontgravingsvlak met lichte trilplaat wanneer lagen dicht onder het ontgravingsvlak zijn verstoord of ontspannen. Dit is alleen mogelijk wanneer op of dicht onder het ontgravingsniveau geen cohesieve grond aanwezig is en de drooglegging voldoende is.
- Grondverbetering aanbrengen in lagen met een dikte van hooguit 0,3 m.
- Elke laag mechanisch verdichten door middel van trilapparatuur in minimaal vier gangen, kruislings en overlappend (geen verdichting door aanplempen of inwateren).
- Bij inzet van te zware verdichtingsapparatuur kan de bovenste ca. 0,15 m (beneden aanlegniveau) onvoldoende zijn verdicht. Deze laag in dat geval na verdichten met een lichte trilplaat.
- In de praktijk dient de laagdikte mede te worden afgestemd op het type en de kwaliteit van de trilapparatuur, alsmede op de kwaliteit van het aanvulmateriaal en het te verdichten oppervlak. Ter indicatie onderstaande gegevens voor wat betreft de aan te wenden verdichtingsapparatuur.

Gewicht trilplaat [kN]	Centrifugekracht [kN]	Capaciteit [m ² /uur]	Laagdikte [m]
1,5 à 2	15	200	0,15
2 à 3,5	30	300	0,20
3,5 à 5	40	400	0,30

Controle verdichting

De kwaliteit en verdichting van de grondverbetering dient in overeenstemming te zijn met de uitgangspunten van het ontwerp. In het algemeen kan controle op de verdichting op de navolgende wijzen worden uitgevoerd:

- *Handsonderingen in combinatie met handboor.* Voordeel is dat de sonderingen op eenvoudige wijze kunnen worden verricht, zodat controle mogelijk is zowel gaande het werk alsook na afloop. Handsonderingen kennen daarentegen beperkingen voor wat betreft, het meetbereik (drukcapaciteit), de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand en de diepte. Bovendien kunnen handsonderingen niet worden uitgevoerd beneden de grondwaterspiegel en in grofkorrelige pakketten. Handsonderingen dienen bij voorkeur niet tijdens of na hevige regen te worden uitgevoerd.
- *Elektrische sonderingen.* Voordeel is dat conusweerstand nauwkeurig worden gemeten en dat er geen beperking is voor wat betreft het meetbereik en de diepte in relatie tot de grondwaterstand. Deze sonderingen vereisen echter wel de inzet van materieel zoals bijvoorbeeld een truck of een minirupsvoertuig.
- *Slagsonderingen.* Voordeel is de geschiktheid voor metingen in bijvoorbeeld grofkorrelige en gestabiliseerde pakketten en de eenvoudige uitvoering met een compact mobiel apparaat zonder ballast of verankering. Een beperking kan zijn de geringere nauwkeurigheid.
- *Plaatdrukproeven.* Voordeel is dat deze methode niet alleen geschikt is voor zandlagen maar ook voor grofkorrelige en gestabiliseerde lagen met een dikte van ca. 0,3 tot 0,9 m. De methode geeft daarbij niet alleen inzicht in de verdichting maar ook in de beddingscoëfficiënt van de ondergrond. De proef leent zich daarmee ook voor de controle van de beddingscoëfficiënten die zijn aangehouden voor bijvoorbeeld een vloerberekening.
- *Dichtheidsbepalingen overeenkomstig RAW-methodiek met behulp van steekringen, nucleaire meetapparatuur, zandvervangingsmethode e.d.* Een beperking is de bewerkelijkheid van de uitvoering in relatie tot het beperkte volume dat wordt gecontroleerd. De methoden zijn meer gebruikelijk in de grond- en wegenbouw en minder in de utiliteitsbouw.



ALGEMENE RICHTLIJNEN UITVOERING GRONDVERBETERING

In een grondverbetering bestaande uit verdicht zand worden over het algemeen de volgende weerstanden gemeten:

- *Elektrische sonderingen met conusoppervlak 10 of 15 cm²: weerstand gelijkmatig oplopend met 1 MPa per 10 cm tot ten minste 10 MPa op 1,0 m diepte en minimaal 10 MPa in de diepere lagen.*
- *Handsonderingen met een conusoppervlak van 1 cm²: weerstand gelijkmatig oplopend met 2 MPa per 10 cm tot ten minste 6 MPa op 0,3 m diepte.*
- *Lichte slagsonderingen (valgewicht 10 kg): slagintensiteit (aantal slagen per 10 cm) gelijkmatig oplopend met 3 slagen per 10 cm tot ten minste 15 slagen per 10 cm op 0,5 m diepte.*

Naast controle van de grondverbetering dient tevens de grondslag waarop de grondverbetering wordt aangebracht in de controle te worden betrokken. Afhankelijk van de situatie kan het raadzaam zijn om bij de beoordeling de kennis en ervaring van een geotechnisch adviseur te betrekken.

Grondwater/bemaling

Tijdens de werkzaamheden dient de put of sleuf droog te zijn. Bovendien dient de grondwaterstand zich buiten de invloedssfeer van de verdichtingsapparatuur te bevinden. Wanneer de grondwaterstand te hoog is, kan afhankelijk van de waterdoorlatendheid van het toegepaste zand, de ondergrond en de gebruikte verdichtingsapparatuur, een "drijfzand"-situatie ontstaan waardoor verdichting onmogelijk wordt.

Over het algemeen volstaat een grondwaterstand van 0,5 m beneden het werkniveau. Zo nodig moet een bemaling worden aangebracht

Bij een bemaling dient de grondwaterspiegel niet meer te worden verlaagd dan noodzakelijk. De verlaging dient te worden gehandhaafd tot het moment dat een stijging niet ten koste gaat van de kwaliteit van de grondverbetering.

Het onttrekken en lozen van grondwater is aan wet- en regelgeving gebonden. Daarbij geldt voor de bemaling evenals voor de graaf- en verdichtingswerkzaamheden dat deze geen negatieve effecten mogen veroorzaken voor de omgeving. Desgewenst kan ons bureau u hierover nader informeren.

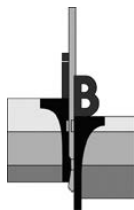
Milieu

Er wordt op gewezen dat milieuaspecten mede met betrekking tot aan- en afvoer van grond, grondverbeteringsmateriaal en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

Tot slot

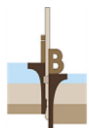
Voor meer richtlijnen wordt verwezen naar:

1. NEN 9997-1 (algemene regels geotechnisch ontwerp) en -2 (grondonderzoek en beproeving).
2. Standaard RAW,
3. Publicatieblad P25,
4. DIN18134-300 (plaatdrukproeven),
5. ISO22476 (lichte slagsonderingen)
6. CROW-rapport 05-01 (verdichtingscontrole via handsonderingen)



Opdracht : 02P012614
Document : 02P012614-adv-01
Project : Equiduct te Horst aan de Maas

Bijlage D



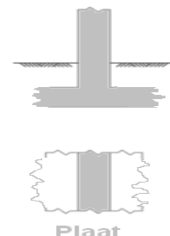
Uitgangspunten berekening fundering op staal

Belastingen

Verticaal, centrisch
horizontaal in B-richting
horizontaal in L-richting
moment in B-richting
moment in L-richting

Constructie fundering

Funderingstype : plaat
Funderingsafmetingen : zie reketabellen
aanlegniveau plaat : 31,30 m + NAP
Gronddekking : t = 0,90 m



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 31,30 m + NAP
Voor berekening zetting : 30,30 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	31,30	1,30	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
2	zand	30,50	0,80	18,5	20,5	33,0	0,00	0,00	0,01
3	zand	29,90	0,60	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
4	leem	29,50	0,40	20,0	21,0	27,5	1,00	100,00	0,04
5	zand	28,60	0,90	18,5	20,5	33,0	0,00	0,00	0,01
6	leem	28,20	0,40	20,0	21,0	30,0	1,00	100,00	0,04
7	zand	--	--	18,5	20,5	33,0	0,00	0,00	0,01

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

γ_{ϕ} = 1,15
 γ_{γ} = 1,10
 γ_c = 1,60



Uitgangspunten berekening fundering op staal

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijking van toepassing is.

1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

De belasting die vanuit de fundering op de ondergrond wordt overgedragen bestaat uit het eigen gewicht van de fundering en de belastingen die op de fundering aangrijpen.

Wanneer de resultante van de belasting niet door het hart van de fundering gaat is sprake van een zogenaamde "excentrische belasting". De excentriciteit is daarbij de afstand tussen het hart van de fundering en het punt waar de resultante het aanlegniveau snijdt. Bij een excentrische belasting is er geen gelijkmatige verdeling van de verticale component van de belasting over het gehele funderingsoppervlak. Om deze reden wordt het zowel het verticaal draagvermogen als het horizontaal draagvermogen berekend op basis van een gereduceerd funderingsoppervlak. Dit gereduceerd oppervlak wordt het "effectief oppervlak" genoemd.

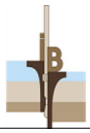
Er is sprake van een voldoende draagvermogen wanneer de verticale component van de resulterende belasting kleiner of gelijk is aan het verticaal draagvermogen en de horizontale component kleiner dan het horizontaal draagvermogen.

Niveau grondverbetering per sondering

zie ook paragraaf "Grondverbetering"

Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]
DKM-01	32,13	--
DKM-02	32,17	--
DKM-03	32,26	--
DKM-04	32,18	--

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering



Uitgangspunten berekening fundering op staal

Overzicht belastingen

In de onderhavige situatie heeft de resulterende belasting een verticale en een horizontale component. Bovendien is sprake van een moment.

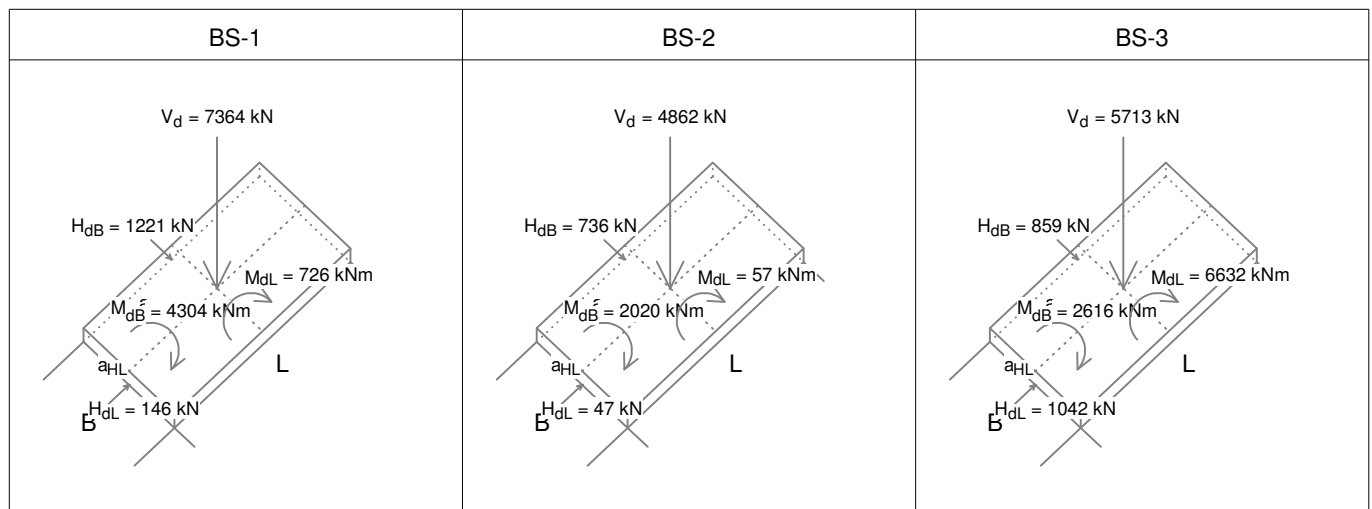
Hierna wordt per funderingselement een overzicht gegeven van de verticale en horizontale belastingen en van de momenten die door de ondergrond dienen te worden opgenomen.

Tevens is per funderingselement de resulterende belasting weergegeven (verticaal en horizontaal) alsmede de excentriciteit van deze belasting en het bijbehorend effectief funderingsoppervlak.

Op de bladen hierna wordt vervolgens voor elk effectief oppervlak, het verticaal en horizontaal draagvermogen berekend. Daarbij wordt opgemerkt dat met de toets van het verticaal evenwicht, impliciet op kantelen wordt getoetst.

Belastingschema

Belasting		BS-1	BS-2	BS-3
verticale belasting (toets draagvermogen)	V_d	7364 kN	4862 kN	5713 kN
excentriciteit in B-richting	e_B	0 m	0 m	0 m
excentriciteit in L-richting	e_L	0 m	0 m	0 m
horizontale belasting in B-richting	H_{dB}	1221 kN	736 kN	859 kN
aangrijpingsniveau H_{dB} tov aanlegniveau	a_{HB}	0 m	0 m	0 m
horizontale belasting in L-richting	H_{dL}	146 kN	47 kN	1042 kN
aangrijpingsniveau H_{dL} tov aanlegniveau	a_{HL}	0 m	0 m	0 m
moment in B-richting	M_{dB}	4304 kNm	2020 kNm	2616 kNm
moment in L-richting	M_{dL}	726 kNm	57 kNm	6632 kNm





Resultaten berekening fundering op staal

Maatgevende draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

In de tabel is voor de berekende situaties de maatgevende evenwichtsvergelijking en het maatgevend draagvermogen weergegeven.

Toets poeren

gronddekking $t = 0,90$

Poerafmeting B * L [m * m]	Toets draagvermogen			Verhouding draagkracht/belasting (R_{Vd} / V_d) \ (R_{Hd} / H_d)			Maatgevende evenwichtsvergelijking		
	BS-1	BS-2	BS-3	BS-1	BS-2	BS-3	BS-1	BS-2	BS-3
	V\H	V\H	V\H				V\H	V\H	V\H
4,45 * 8,60	+ \ +	+ \ +	+ \ +	1,2 \ 2,5	2,1 \ 2,8	1,3 \ 1,8	1 \ 1	1 \ 1	1 \ 1

Maatgevende evenwichtsvergelijking verticale draagkracht

1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

Maatgevende evenwichtsvergelijking horizontale draagkracht

1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking



Resultaten berekening fundering op staal

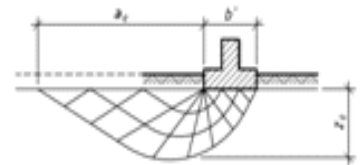
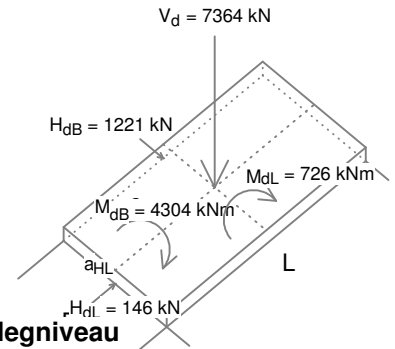
Belastingschema (BS-1 poer)

verticale belasting	V_d	=	7364 kN
excentriciteit in B-richting	e_B	=	0 m
excentriciteit in L-richting	e_L	=	0 m
horizontale belasting in B-richting	H_{dB}	=	1221 kN
aangrijpingsniveau H_{dB} tov aanlegniveau	a_{HB}	=	0 m
horizontale belasting in L-richting	H_{dL}	=	146 kN
aangrijpingsniveau H_{dL} tov aanlegniveau	a_{HL}	=	0 m
moment in B-richting	M_{dB}	=	4304 kNm
moment in L-richting	M_{dL}	=	726 kNm

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussen het aanlegniveau en de invloeddiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$).

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



Controle op draagkracht (bezwijken op aanlegniveau - poer)

het resultaat van de berekening is gecontroleerd op:

- a) draagkracht effectief oppervlak voor glijvlak in de richting van de excentriciteit (volledige gronddekking): $R_{d,g1} \geq V_d$
b) draagkracht effectief oppervlak voor glijvlak in de richting van mogelijke kier als $b' < 1/3 B$ (geen gronddekking): $R_{d,g2} \geq V_d$
gronddekking $t = 0,90$

Poerafmeting $B * L * d$ [m * m * m]	Effectief oppervlak $b' * l'$ [m * m]	A' [m ²]	Belasting V_d [kN]	$\sigma'_{\max,d}$ [kN/m ²]	Draagvermogen R_d [kN]		Toets
4,45 * 8,60 * 0,50	3,28 * 8,40	27,57	7364	315	8684 *		voldoet

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.



Resultaten berekening fundering op staal

Weerstand tegen afschuiven poeren

Rekenwaarde maximale horizontale weerstand $R_{h;tot;d}$ voor de gedraineerde toestand.

controle $H_d \leq R_{h;tot;d} = R_{h;d}$

- Gedraineerde horizontale weerstand $R_{h;d} = V_d * \tan(\delta_d)$ met $\delta_d = 1 * \phi'_{cv;d}$ (in het werk gestorte fundering) $\phi'_{cv;d} = 29,5^\circ$

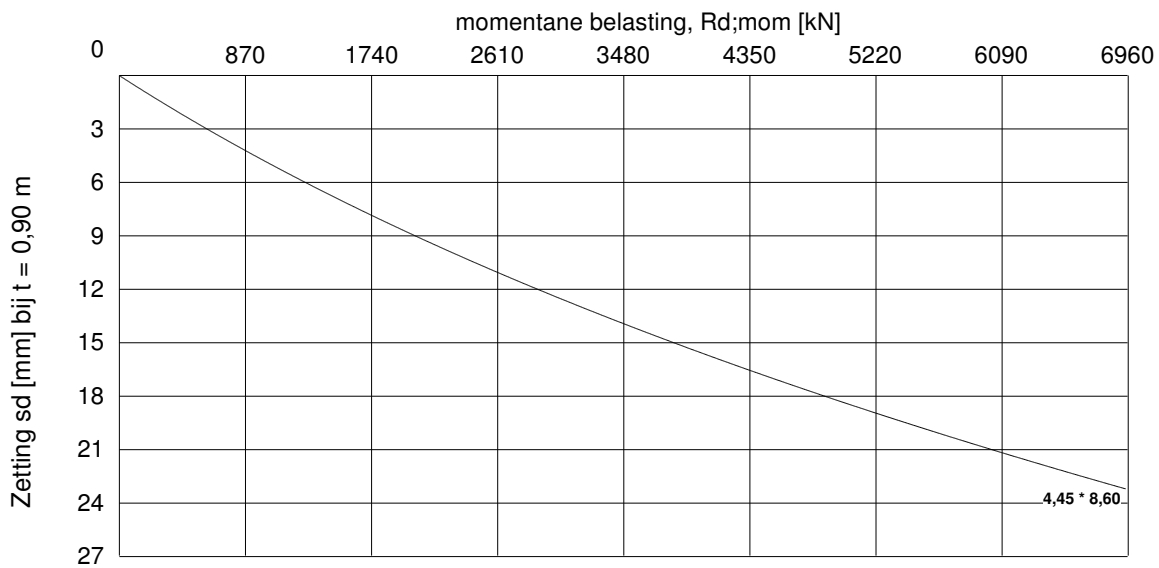
gronddekking $t = 0,90$ m

Poerafmeting B * L * d [m * m * m]	Resultaten		controle
	H_d [kN]	$R_{h;d}$ [kN]	
4,45 * 8,60 * 0,50	1230	3119	voldoet



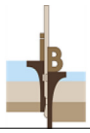
Resultaten berekening fundering op staal

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,9$ m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
4,45 * 8,60	8000	6000



Voorbeeldberekening - poer

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	4,45 m
lengte	L	=	8,60 m
dikte	d	=	0,50 m
gronddekking	t	=	0,90 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

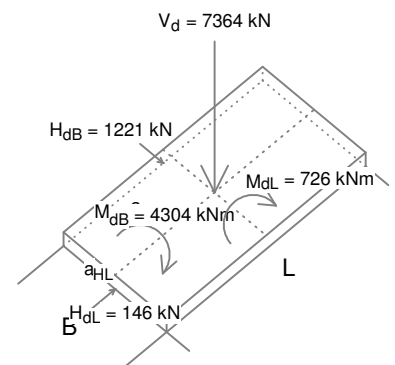
$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Belastingschema (BS-1 poer)

verticale belasting	V_d	=	7364 kN
excentriciteit in B-richting	e_B	=	0 m
excentriciteit in L-richting	e_L	=	0 m
horizontale belasting in B-richting	H_{dB}	=	1221 kN
aangrijpingsniveau H_{dB} tov aanlegniveau	a_{HB}	=	0 m
horizontale belasting in L-richting	H_{dL}	=	146 kN
aangrijpingsniveau H_{dL} tov aanlegniveau	a_{HL}	=	0 m
moment in B-richting	M_{dB}	=	4304 kNm
moment in L-richting	M_{dL}	=	726 kNm



Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	3,28 m
effectieve lengte	l'	=	8,40 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	27,57 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,0 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	5,0 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,1 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	14,7 kN/m ² (bij t = 0,90 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	8,6 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,5 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 26,9$	$N_q = 15,6$	$N_\gamma = 15,9$
vormfactoren	$s_c = 1,2$	$s_q = 1,2$	$s_\gamma = 0,9$
factor helling belasting	$i_c = 0,7$	$i_q = 0,7$	$i_\gamma = 0,6$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$



Voorbeeldberekening poer

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	= 2,4 + 192 + 120 = 315 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	= 8684 kN

Toets (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

verticale belasting inclusief gewichten	V_d	= 7364 kN, dus R_d voldoet
controle	b'/B	= 0,737 $\geq$ 1/3, dus toets zonder kier volstaat



Resultaten berekening fundering op staal

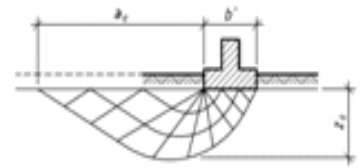
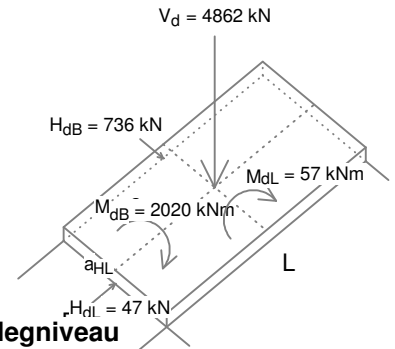
Belastingschema (BS-2 poer)

verticale belasting	V_d	=	4862 kN
excentriciteit in B-richting	e_B	=	0 m
excentriciteit in L-richting	e_L	=	0 m
horizontale belasting in B-richting	H_{dB}	=	736 kN
aangrijpingsniveau H_{dB} tov aanlegniveau	a_{HB}	=	0 m
horizontale belasting in L-richting	H_{dL}	=	47 kN
aangrijpingsniveau H_{dL} tov aanlegniveau	a_{HL}	=	0 m
moment in B-richting	M_{dB}	=	2020 kNm
moment in L-richting	M_{dL}	=	57 kNm

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussen het aanlegniveau en de invloeddiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$).

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



Controle op draagkracht (bezwijken op aanlegniveau - poer)

het resultaat van de berekening is gecontroleerd op:

- a) draagkracht effectief oppervlak voor glijvlak in de richting van de excentriciteit (volledige gronddekking): $R_{d,g1} \geq V_d$
b) draagkracht effectief oppervlak voor glijvlak in de richting van mogelijke kier als $b' < 1/3 B$ (geen gronddekking): $R_{d,g2} \geq V_d$
gronddekking $t = 0,90$

Poerafmeting $B * L * d$ [m * m * m]	Effectief oppervlak $b' * l'$ [m * m]	A' [m ²]	Belasting V_d [kN]	$\sigma'_{\max,d}$ [kN/m ²]	Draagvermogen R_d [kN]	
						Toets
4,45 * 8,60 * 0,50	3,62 * 8,58	31,04	4862	336	10428 *	voldoet

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.



Resultaten berekening fundering op staal

Weerstand tegen afschuiven poeren

Rekenwaarde maximale horizontale weerstand $R_{h;tot;d}$ voor de gedraineerde toestand.

controle $H_d \leq R_{h;tot;d} = R_{h;d}$

- Gedraineerde horizontale weerstand $R_{h;d} = V_d * \tan(\delta_d)$ met $\delta_d = 1 * \phi'_{cv;d}$ (in het werk gestorte fundering) $\phi'_{cv;d} = 29,5^\circ$

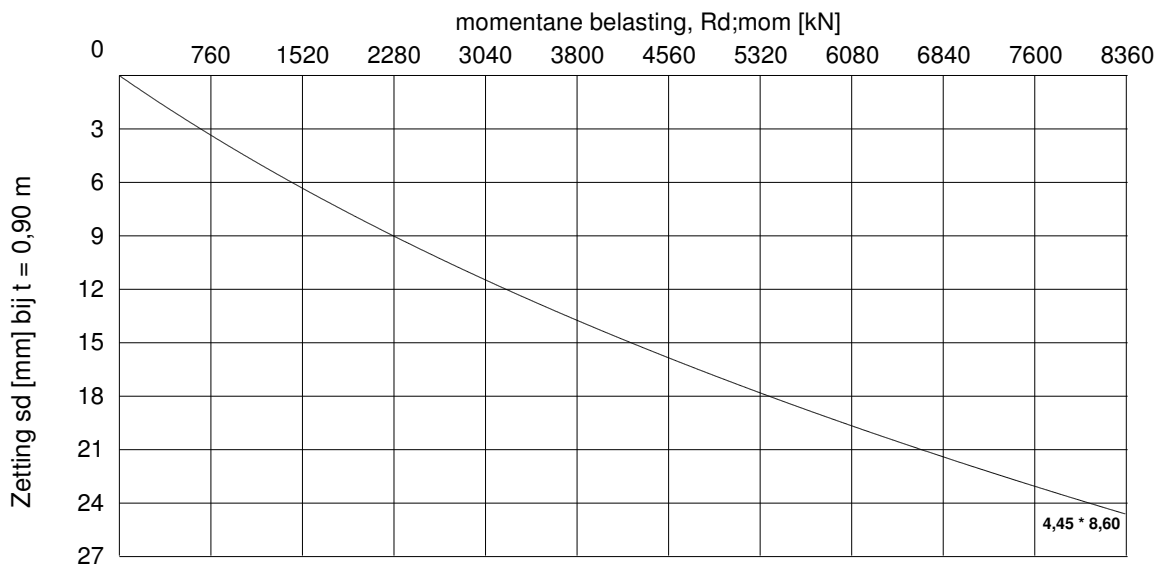
gronddekking $t = 0,90$ m

Poerafmeting B * L * d [m * m * m]	Resultaten		controle
	H_d [kN]	$R_{h;d}$ [kN]	
4,45 * 8,60 * 0,50	737	2059	voldoet



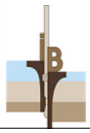
Resultaten berekening fundering op staal

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,9$ m [kN/m ³]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
4,45 * 8,60	8000	6000



Voorbeeldberekening - poer

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	4,45 m
lengte	L	=	8,60 m
dikte	d	=	0,50 m
gronddekking	t	=	0,90 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

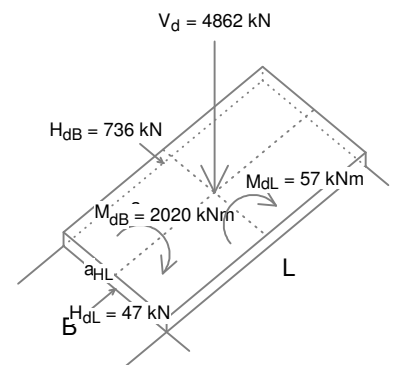
$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Belastingschema (BS-2 poer)

verticale belasting	V_d	=	4862 kN
excentriciteit in B-richting	e_B	=	0 m
excentriciteit in L-richting	e_L	=	0 m
horizontale belasting in B-richting	H_{dB}	=	736 kN
aangrijpingsniveau H_{dB} tov aanlegniveau	a_{HB}	=	0 m
horizontale belasting in L-richting	H_{dL}	=	47 kN
aangrijpingsniveau H_{dL} tov aanlegniveau	a_{HL}	=	0 m
moment in B-richting	M_{dB}	=	2020 kNm
moment in L-richting	M_{dL}	=	57 kNm



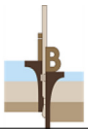
Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	3,62 m
effectieve lengte	l'	=	8,58 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	31,04 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,1 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	5,6 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,1 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	14,7 kN/m ² (bij t = 0,90 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	8,6 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,6 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,0$	$N_q = 15,7$	$N_\gamma = 16,0$
vormfactoren	$s_c = 1,2$	$s_q = 1,2$	$s_\gamma = 0,9$
factor helling belasting	$i_c = 0,7$	$i_q = 0,7$	$i_\gamma = 0,6$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$



Voorbeeldberekening poer

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	= 2,4 + 199 + 134 = 336 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	= 10428 kN

Toets (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

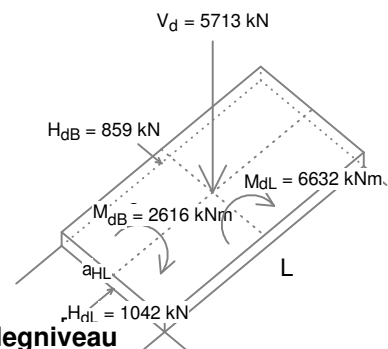
verticale belasting inclusief gewichten	V_d	= 4862 kN, dus R_d voldoet
controle	b'/B	= 0,813 $\geq$ 1/3, dus toets zonder kier volstaat



Resultaten berekening fundering op staal

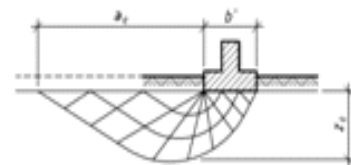
Belastingschema (BS-3 poer)

verticale belasting	V_d	=	5713 kN
excentriciteit in B-richting	e_B	=	0 m
excentriciteit in L-richting	e_L	=	0 m
horizontale belasting in B-richting	H_{dB}	=	859 kN
aangrijpingsniveau H_{dB} tov aanlegniveau	a_{HB}	=	0 m
horizontale belasting in L-richting	H_{dL}	=	1042 kN
aangrijpingsniveau H_{dL} tov aanlegniveau	a_{HL}	=	0 m
moment in B-richting	M_{dB}	=	2616 kNm
moment in L-richting	M_{dL}	=	6632 kNm



Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussen het aanlegniveau en de invloeddiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$). Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



Controle op draagkracht (bezwijken op aanlegniveau - poer)

het resultaat van de berekening is gecontroleerd op:

- a) draagkracht effectief oppervlak voor glijvlak in de richting van de excentriciteit (volledige gronddekking): $R_{d;g1} \geq V_d$
b) draagkracht effectief oppervlak voor glijvlak in de richting van mogelijke kier als $b' < 1/3 B$ (geen gronddekking): $R_{d;g2} \geq V_d$
gronddekking $t = 0,90$

Poerafmeting $B * L * d$ [m * m * m]	Effectief oppervlak $b' * l'$ [m * m]	A' [m ²]	Belasting V_d [kN]	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]	Draagvermogen R_d [kN]		Toets
4,45 * 8,60 * 0,50	3,53 * 6,28	22,19	5713	332	7362 *		voldoet

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.



Resultaten berekening fundering op staal

Weerstand tegen afschuiven poeren

Rekenwaarde maximale horizontale weerstand $R_{h;tot;d}$ voor de gedraineerde toestand.

controle $H_d \leq R_{h;tot;d} = R_{h;d}$

- Gedraineerde horizontale weerstand $R_{h;d} = V_d \cdot \tan(\delta_d)$ met $\delta_d = 1 \cdot \phi'_{cv;d}$ (in het werk gestorte fundering) $\phi'_{cv;d} = 29,5^\circ$

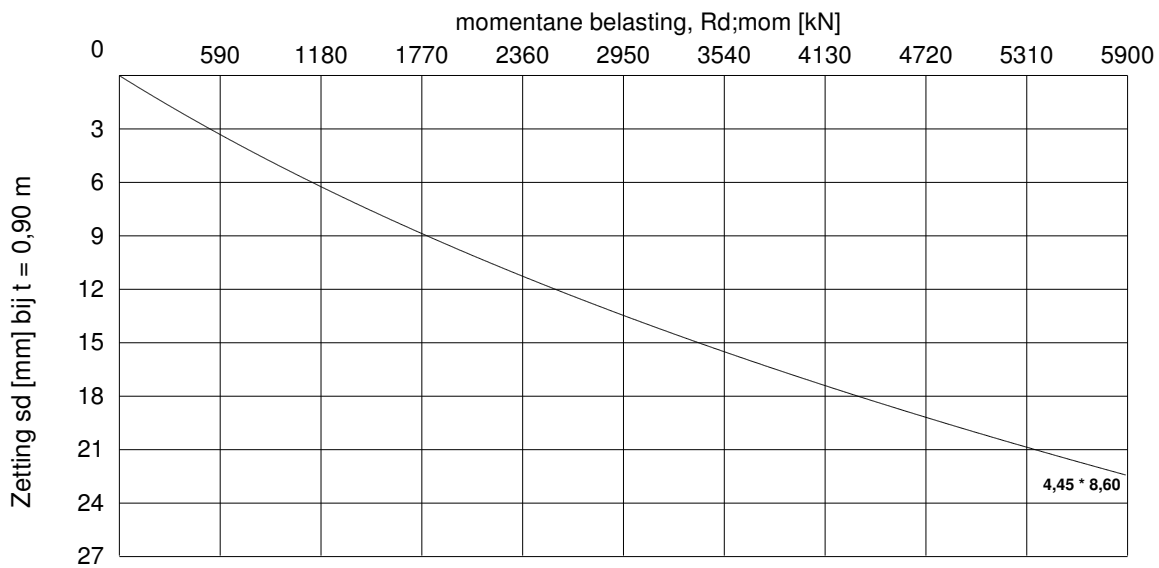
gronddekking $t = 0,90$ m

Poerafmeting B * L * d [m * m * m]	Resultaten		controle
	H_d [kN]	$R_{h;d}$ [kN]	
4,45 * 8,60 * 0,50	1350	2420	voldoet



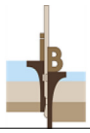
Resultaten berekening fundering op staal

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,9$ m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
4,45 * 8,60	9000	7000



Voorbeeldberekening - poer

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	4,45 m
lengte	L	=	8,60 m
dikte	d	=	0,50 m
gronddekking	t	=	0,90 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

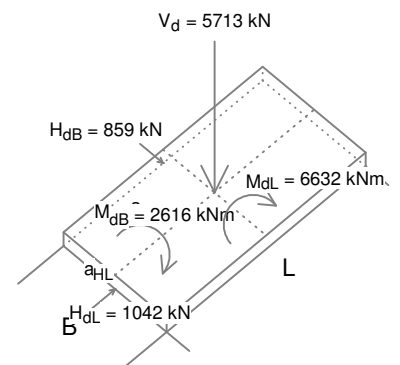
$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Belastingschema (BS-3 poer)

verticale belasting	V_d	=	5713 kN
excentriciteit in B-richting	e_B	=	0 m
excentriciteit in L-richting	e_L	=	0 m
horizontale belasting in B-richting	H_{dB}	=	859 kN
aangrijpingsniveau H_{dB} tov aanlegniveau	a_{HB}	=	0 m
horizontale belasting in L-richting	H_{dL}	=	1042 kN
aangrijpingsniveau H_{dL} tov aanlegniveau	a_{HL}	=	0 m
moment in B-richting	M_{dB}	=	2616 kNm
moment in L-richting	M_{dL}	=	6632 kNm



Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	3,53 m
effectieve lengte	l'	=	6,28 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	22,19 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,0 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	5,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,1 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	14,7 kN/m ² (bij t = 0,90 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	8,6 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,5 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 26,9$	$N_q = 15,6$	$N_\gamma = 15,9$
vormfactoren	$s_c = 1,3$	$s_q = 1,3$	$s_\gamma = 0,8$
factor helling belasting	$i_c = 0,7$	$i_q = 0,7$	$i_\gamma = 0,6$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$



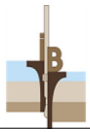
Voorbeeldberekening poer

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	= 2,5 + 201 + 128 = 332 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	= 7362 kN

Toets (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

verticale belasting inclusief gewichten	V_d	= 5713 kN, dus R_d voldoet
controle	b'/B	= 0,730 $\geq$ 1/3, dus toets zonder kier volstaat



Toelichting

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: γ_ϕ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: γ_c	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

Gronddekking	: t in meter	
eigen gewicht funderingselement	: e_g	
gewicht grond bovenop funderingselement	: g_g	
rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{max} * A'$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{max} = c'_{gem} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{gem} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
dikte funderingselement	: d	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v;z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v;z;0} + \Delta \sigma'_{v;z}) / \sigma'_{v;z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Toelichting berekening weerstand tegen afschuiven

horizontale belasting	: H	[par. 6.5.3]
totale weerstand tegen de horizontale belasting	: $R_{h,tot}$	
weerstand tegen de horizontale belasting	: R_h	
verticale belasting	: V	
wrijvingshoek in het contactvlak	: δ	
effectieve hoek van inwendige wrijving (kritisch)	: ϕ'_{cv}	

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)