

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

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas

Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen

Opgesteld : ir. K. van Cann 

Gecontroleerd : ing. M.Th.M. Somers PMSE RC 

Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng 

Referentie : W18067_RAP002

Versie : 2.0

Status : Definitief

Datum : 18 juni 2019



DOCUMENTHISTORIE

Versie	Datum	Status	Omschrijving wijziging
0.1	26-02-2019	Ter controle intern	n.v.t.
1.0	11-03-2019	Definitief	Opmerkingen interne controle verwerkt.
2.0	18-06-2019	Definitief	Stijfheid boutverbinding in dekplaat 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	3.3
3.4.4.	Geotechnische gegevens	3.5
3.5.	BOUWFASERING	3.5
4.	BELASTINGEN	4.1
4.1.	PERMANENTE BELASTINGEN	4.1
4.1.1.	Eigen gewicht	4.1
4.1.2.	Rustende belasting	4.4
4.1.3.	Gronddrukken	4.5
4.1.4.	Zettingsverschillen	4.5
4.1.5.	Tijdsafhankelijke materiaaleffecten	4.5
4.2.	VERANDERLIJKE BELASTINGEN	4.6
4.2.1.	Verkeersbelasting op brugdek – verticaal	4.6
4.2.2.	Verkeersbelasting op brugdek – horizontaal	4.8
4.2.3.	Leuningbelasting	4.8
4.2.4.	Temperatuurbelasting	4.9
4.2.5.	Windbelasting	4.10
4.2.6.	Sneeuwbelasting	4.11
4.3.	BIJZONDERE BELASTINGEN	4.12
4.3.1.	Aanrijdingskrachten op brugdek	4.12
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 DWARSRICHTING – DEKPLAAT EN LIJFPLAAT	6.1
6.1.	BEREKENING KRACHTSWERKING EN VERVORMINGEN	6.1
6.1.1.	Schematisatie rekenmodel	6.1
6.1.2.	Doorsnede orthotrope dekplaat	6.2
6.1.3.	Spreiding wiellasten	6.2
6.1.4.	Doorsnede orthotrope lijfplaat	6.3
6.1.5.	Invoer en resultaten SCIA Engineer	6.3
6.2.	TOETSINGEN	6.4
6.2.1.	Stijfheid orthotrope dekplaat	6.4
6.2.2.	Stijfheid orthotrope lijfplaat	6.6
6.2.3.	Sterkte orthotrope dekplaat	6.7
6.2.4.	Sterkte orthotrope lijfplaat	6.9
7.	BEREKENING LANGSRICHTING – HOOFDLIGGERS	7.1
7.1.	BEREKENING KRACHTSWERKING EN VERVORMINGEN	7.1
7.1.1.	Schematisatie rekenmodel	7.1
7.1.2.	Doorsnede	7.2
7.1.3.	Reductie shear lag	7.3
7.1.4.	Invoer en resultaten SCIA Engineer	7.3
7.2.	RESULTATEN	7.4
7.2.1.	Spanningsverdeling	7.4
7.3.	TOETSINGEN	7.5
7.3.1.	Stijfheid	7.5
7.3.2.	Sterkte	7.6
8.	PLAATWERKING ORTHOTROPE DEKPLAAT	8.1
8.1.	BEREKENING KRACHTSWERKING	8.1
8.1.1.	Schematisatie rekenmodel	8.1
8.1.2.	Opleggingen	8.2
8.1.3.	Belastingen	8.3
8.1.4.	Invoer en resultaten SCIA Engineer	8.3
8.2.	RESULTATEN	8.4
8.2.1.	Langsrichting van orthotrope dekplaat (y-richting)	8.4
8.2.2.	Dwarsrichting van orthotrope dekplaat (x-richting)	8.5
8.2.3.	Spanningen t.g.v. plaatwerking	8.8



9.	SCHIJFWERKING ORTHOTROPE DEKPLAAT	9.9
9.1.	BEREKENING KRACHTSWERKING	9.9
9.1.1.	Schematisatie rekenmodel	9.9
9.1.2.	Belastingen	9.10
9.1.3.	Invoer en resultaten SCIA Engineer	9.10
9.2.	RESULTATEN	9.11
9.2.1.	Spanningen t.g.v. schijfwerking	9.11
10.	TOETSINGEN INTERACTIE PLAATWERKING EN SCHIJFWERKING	
	10.1	
11.	REACTIEKRACHTEN BRUGDEK	11.1
11.1.	LANGS- EN DWARSBLOKERING.....	11.1
11.2.	VERTICALE OPLEGGINGEN	11.2
12.	OVERDRACHT UITVOERINGSFASE.....	12.1



BIJLAGEN

BIJLAGE A BELASTINGCOMBINATIES

**BIJLAGE B INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
DWARSRICHTING (DEKPLAAT EN LIJFPLAAT)**

**BIJLAGE C INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
LANGSRICHTING (HOOFDLIGGERS)**

**BIJLAGE D INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
PLAATWERKING ORTOTROPE DEKPLAAT**

**BIJLAGE E INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
SCHIJFWERKING ORTOTROPE DEKPLAAT**

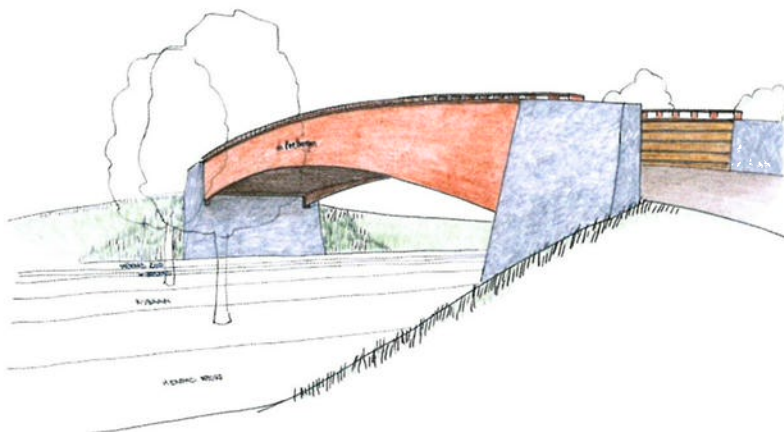
1. ALGEMEEN

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 3). Bij de berekening van de belastingen, krachtswerking, de toetsingen etc. wordt alleen het stalen brugdek beschouwd (vanaf hoofdstuk 4).

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 12.

1.3. WIJZE VAN BEREKENING

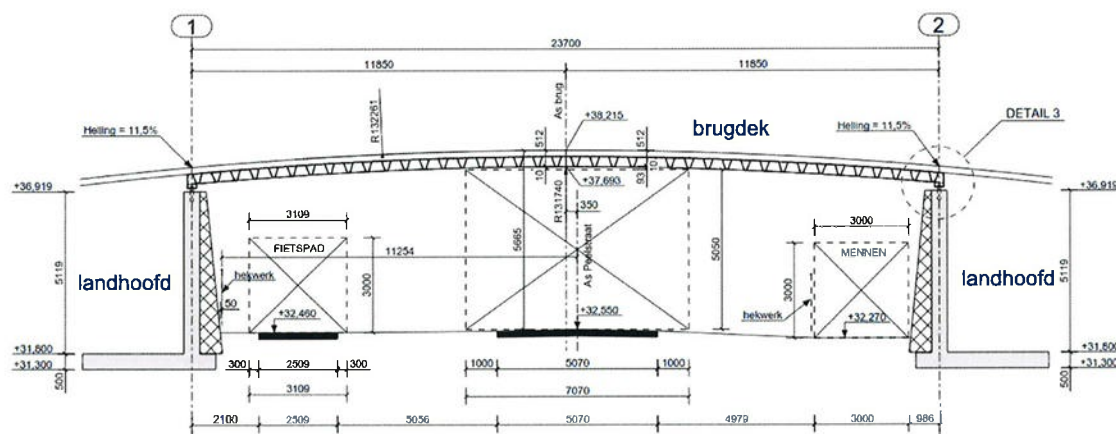
De wijze van berekening is globaal als volgt:

- 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.
- d. Voor de berekening van de vervormingen en krachtsverdeling in het brugdek worden twee 2D rekenmodellen in SCIA Engineer opgesteld. Deze rekenmodellen zijn opgebouwd uit 1D-staafelementen. Het betreft een rekenmodel voor de dekplaat (in dwarsrichting) en een rekenmodel voor de hoofdliggers (in langsrichting).
- e. Aan de hand van de berekende krachtsverdeling worden op de maatgevende posities doorsnedetoetsingen uitgevoerd.

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).

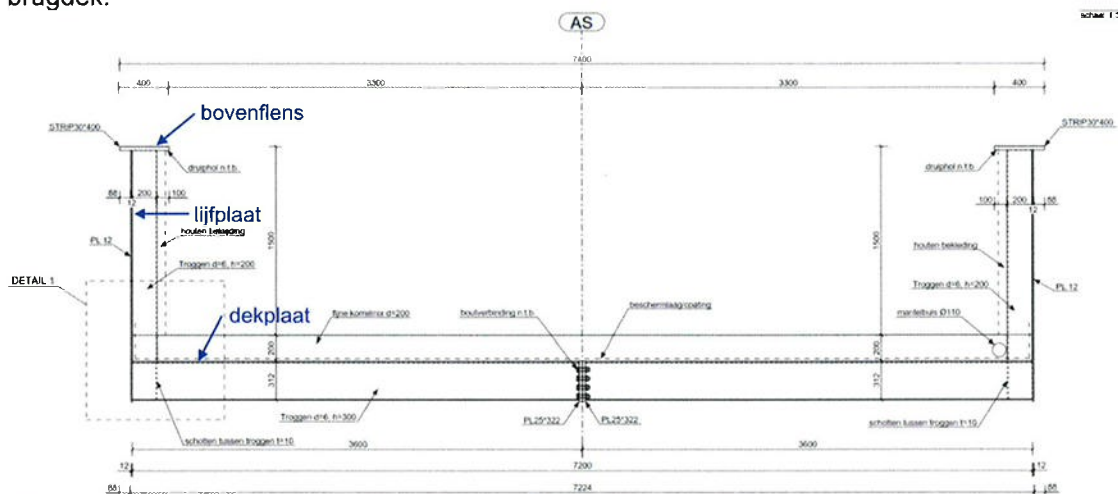
Over het equiduct gaat een menpad en een looppad. De vrije breedte op het brugdek is 6.6 m, gemeten tussen de borstweringen. De totale breedte van het brugdek is 7.4 m.

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

De vrije doorrijhoogte onder de brug dient minimaal 5 meter te bedragen gemeten vanaf bovenkant bestaande wegdek van de Peelstraat. Deze vrije hoogte is vergroot met 50 mm ten behoeve van bouwtoeranties, restzettingen van de landhoofden en doorbuiging van het brugdek onder veranderlijke belastingen. De doorbuiging van het brugdek onder permanente belastingen worden gecompenseerd door het brugdek een extra zeeg mee te geven. De restzettingen van de landhoofden zijn zeer klein omdat de landhoofden inclusief grondaanvulling enkele maanden voor het brugdek worden gerealiseerd.

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 type W (Cor-ten B 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 $\varnothing 110 \text{ mm}$ 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.

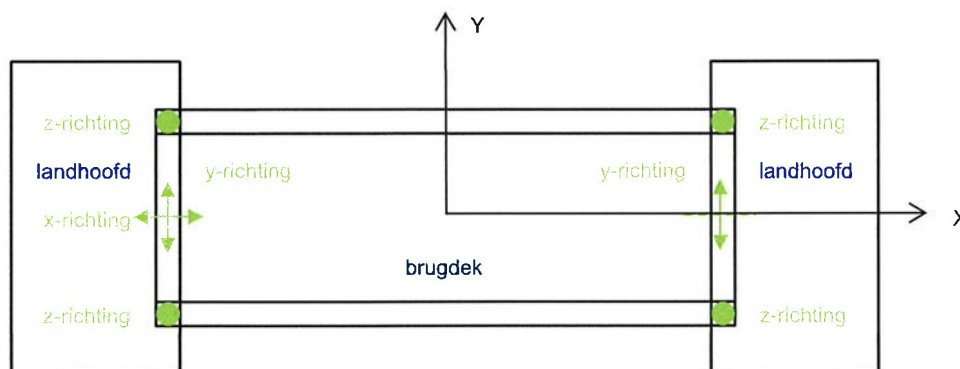
2.3. OPLEGSCHEMA EN ASSENSTELSEL

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.

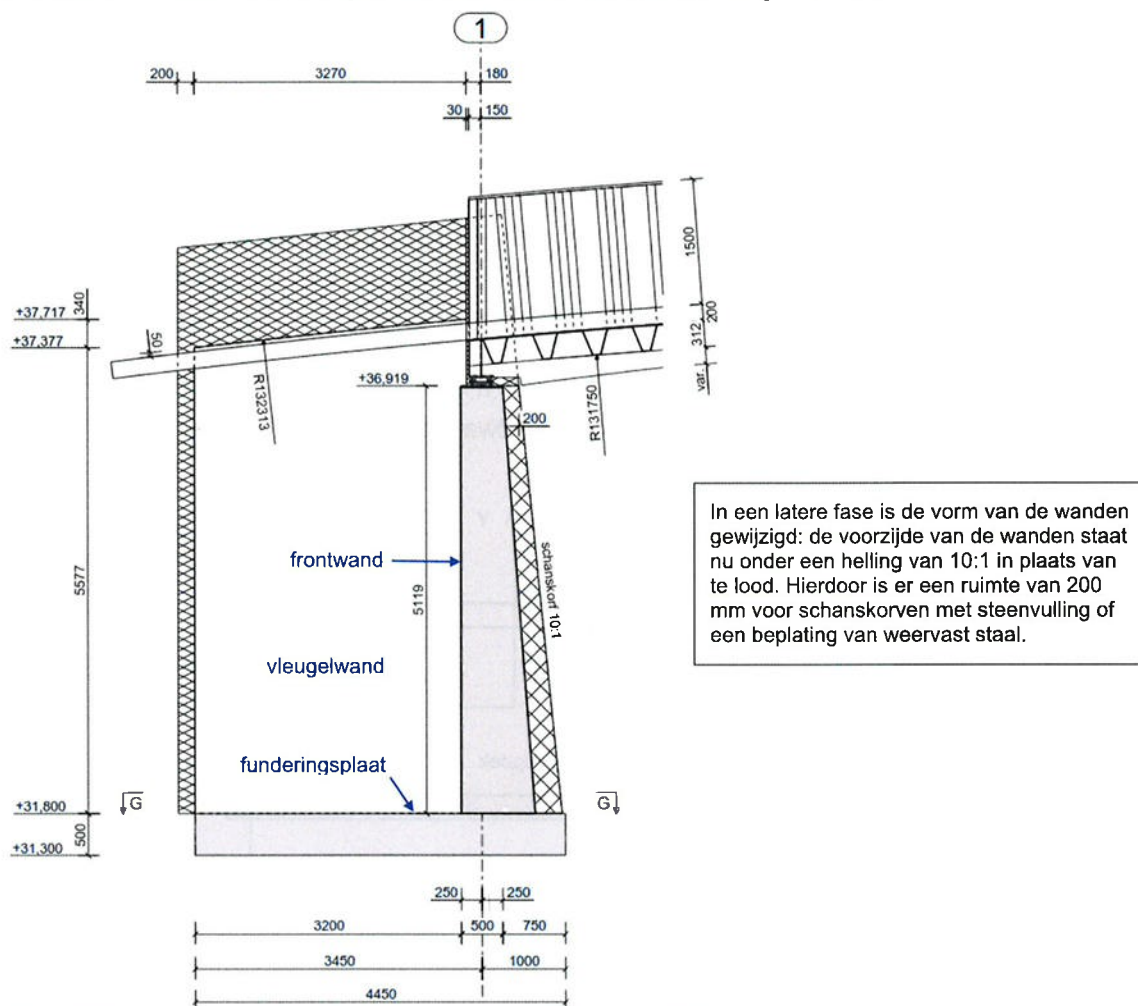
In deze berekening wordt het landhoofd met de langsblokkering beschouwd omdat dit de maatgevende situatie is. Het is nog onbekend bij welk landhoofd de langsblokkering wordt toegepast.

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 of beplating van weervast staal. De voorzijde van de wanden heeft een helling van 10:1.



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 var. 500 – 1012 mm; breedte 7600 mm; hoogte 5120 mm;
- Vleugelwanden: dikte var. 500 – 1058 mm; breedte 3700 mm; hoogte 5920 mm;

De funderingsplaat steekt ten opzichte van de frontwand circa 250 mm uit en steekt ten opzichte van de vleugelwanden -100 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 leuningen 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 opgenomen 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.
- IV. "Detailberekening brug", documentnummer 18-195_D001, datum 14-06-2019, revisie 2, status definitief, opsteller Van Moll engineering.

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)
Gevolgsklasse	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	($f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$)

3.4.3. Staal brugdek

Sterkteklasse:	S355	($f_{yd} = 355 \text{ N/mm}^2$) weervast staal type W
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

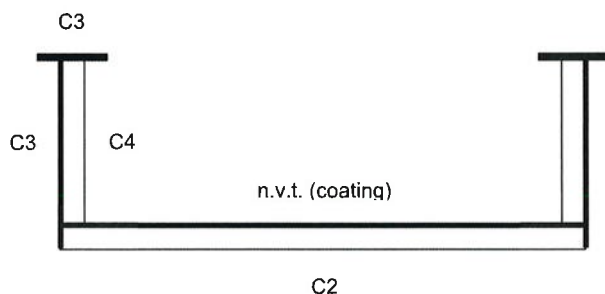
Corrosieklassen weervast staal

De figuur op de volgende pagina bevat de gehanteerde corrosieklassen voor het weervast staal conform NEN-EN-ISO 12944-2. De volgende corrosieklassen zijn gehanteerd:

- Klasse C2: buitenklimaat bij indirecte blootstelling aan vocht en met goede ventilatie (b.v. delen van brugconstructies die onder het wegdek zitten).
- Klasse C3: buitenklimaat met directe blootstelling aan vocht en met een goede ventilatie zonder mogelijkheid van waterophoping.
- Klasse C4: buitenklimaat met directe blootstelling aan vocht zonder een goede ventilatie en met de mogelijkheid van vochtophoping.

NB. De bovenzijde van de dekplaat en de binnenzijde van de hoofdliggers ter hoogte van de laag fijn granulaat (dikte 200 mm) wordt voorzien van een coating / conserveringslaag. Hierdoor zal geen corrosie optreden.

NB. Voor de troggen is uitgegaan van een gesloten kokerprofiel. Hierdoor zal aan de binnenzijde van de troggen geen corrosie optreden. De kopse kanten van de troggen dienen te worden dichtgelast.



Figuur 6: Corrosieklassen weervast staal.

Bij de corrosieklassen is uitgegaan van een gering gehalte aan corrosieve stoffen in de omgevingslucht (zwaveloxide en chloor) en geen blootstelling aan strooizouten. Het gebruik van strooizouten is ook niet nodig.

Diktevermindering weervast staal

De diktevermindering van het weervast staal door corrosie wordt berekend conform NEN-EN-ISO 9224. Hiervoor geldt de volgende formule:

$$\Delta h = 10 \cdot r_{av} + (t - 10) \cdot r_{lin}.$$

Conform de aanbeveling van Bouwen met Staal wordt er uitgegaan van een verdubbeling van de ontwerplevensduur en de maximale jaarlijkse diktevermindering.

De dubbele ontwerplevensduur van het equiduct is $t = 2 \times 50 = 100$ jaar. Onderstaande tabel bevat de maximale jaarlijkse diktevermindering gedurende de eerste 10 jaar (r_{av}) en gedurende de volgende jaren (r_{lin}) alsmede de totale diktevermindering over de ontwerplevensduur (Δh). Het betreft de diktevermindering per blootgestelde zijde.

Tabel 1: Diktevermindering over ontwerplevensduur per corrosieklasse en per blootgestelde zijde.

Corrosieklasse	max. r_{av} [10^{-3} mm/ j]	max. r_{lin} [10^{-3} mm/ j]	Δh [mm]
C2	2	1	0.11
C3	8	5	0.53
C4	15	10	1.05

Ter vereenvoudiging wordt de diktevermindering voor klasse C2 verwaarloosd en voor klasse C3 en C4 afgerond op 1.0 mm per zijde.

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]).

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]).

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: $\varphi' = 30^\circ$ (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 van het brugdek.

De berekening en toetsing van de krachtswerking in het brugdek ten gevolge van de productie, transport, hijsen etc. wordt in de UO-fase uitgevoerd.

4. BELASTINGEN

In dit hoofdstuk zijn de verschillende permanente en veranderlijke belastingen bepaald voor achtereenvolgens de dekplaat (per 0.6 m breedte), lijfplaat (per 0.6 m breedte) en tenslotte voor de hoofdliggers (per half brugdek). Dit komt overeen met de invoer van de twee rekenmodellen in SCIA Engineer voor respectievelijk de dwarsrichting (dekplaat en lijfplaat) en langsrichting (hoofdliggers).

4.1. PERMANENTE BELASTINGEN

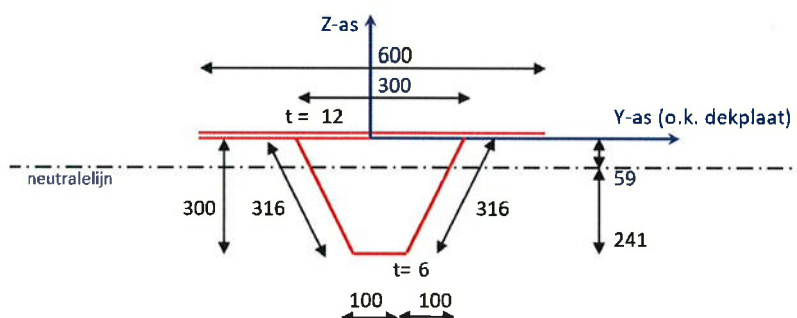
4.1.1. Eigen gewicht

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

Voor het volumieke gewicht van staal wordt uitgegaan van $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$.

Orthotrope dekplaat (brugdek)

Onderstaande figuur geeft de doorsnede van de dekplaat inclusief troggen weer.



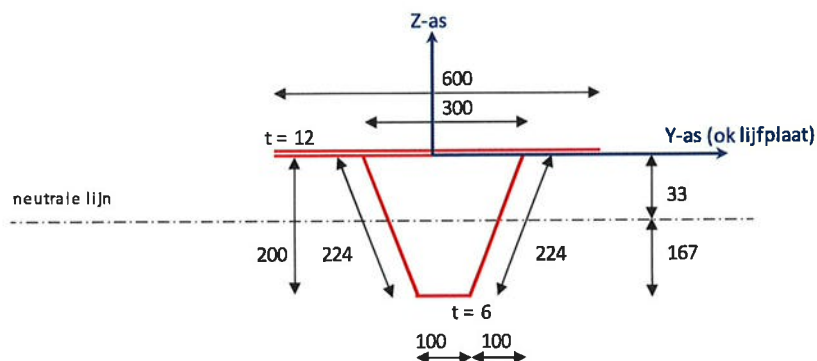
Figuur 7: Doorsnede dekplaat inclusief troggen per 600 mm breedte.

Onderstaande berekening geeft de totale belasting op de dekplaat weer (per 0.6 m breedte).

onderdeel	aantal	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	Ym [kN/m3]		
- dekplaat	1	0.600	0.012	1.000	78.5	=	0.57 kN/m
- troggen dekplaat	1	0.600	0.006	1.221	78.5	=	0.34 kN/m
					subtotaal	=	0.91 kN/m
- toeslag 5% voor extra randjes, bouten, en lokale verzwaringen						=	0.05 kN/m +
					gelijkmatig verdeeld	=	0.96 kN/m
- kopplaten boutverb.	2	0.600	0.322	0.025	78.5	=	0.76 kN
- toeslag 5% voor extra randjes, bouten en lokale verzwaringen						=	0.04 kN +
					puntlast	=	0.80 kN

Orthotrope lijfplaat (borstwering)

Onderstaande figuur geeft de doorsnede van de lijfplaat inclusief troggen weer.



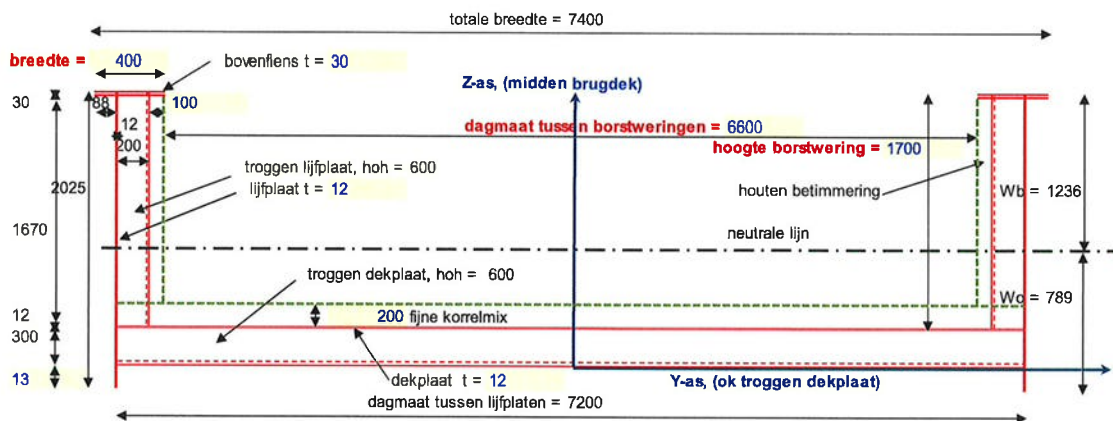
Figuur 8: Doorsnede lijfplaat inclusief troggen per 600 mm breedte.

Onderstaande berekening geeft de totale belasting op de lijfplaat weer (per 0.6 m breedte).

onderdeel	aantal	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	Ym [kN/m3]		
- lijfplaat	1	* 0.600	* 0.012	* 1.000	* 78.5	=	0.57 kN/m
- troggen lijfplaat	1	* 0.600	* 0.006	* 0.912	* 78.5	=	0.26 kN/m
					subtotaal	=	0.82 kN/m
- toeslag 5% voor extra randjes, bouten, en lokale verzwaringen						=	0.04 kN/m +
					gelijkmatig verdeeld	=	0.86 kN/m
- bovenflens.	1	* 0.600	* 0.030	* 0.400	* 78.5	=	0.57 kN
- toeslag 5% voor extra randjes, bouten en lokale verzwaringen						=	0.03 kN +
					puntlast	=	0.59 kN

Hoofdliggers

Onderstaande figuur geeft de doorsnede van het brugdek weer.



Figuur 9: 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 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

4.1.2. Rustende belasting

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

Orthotrope dekplaat (brugdek)

Rustende belasting op dekplaat:

- Fijn granulaat: $p_v = 0.4 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^2 = 8.0 \text{ kN/m}^2$ voor lokale beschouwing dekplaat
 $p_v = 0.3 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 6.0 \text{ kN/m}^2$ voor overige globale beschouwingen
- Bescherm laag: $p = 0.010 \text{ m} \cdot 23 \text{ kN/m}^3 = 0.23 \text{ kN/m}^2$
- 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/m^2 (zie verderop).

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 op de dekplaat weer (per 0.6 m breedte).

onderdeel	aantal		L1 [m]		L2 [m]		L3 [m]	Ym [kN/m3]		
- fijne korrelmix	1	*	0.200	*	0.600	*	1.000	20.0	=	2.40 kN/m
- fijne korrelmix extra	1	*	0.200	*	0.600	*	1.000	20.0	=	2.40 kN/m
- bescherm laag dekplaat	1	*	0.01	*	0.600	*	1.000	23.0	=	0.14 kN/m +
gelijkmatig verdeeld										= 4.94 kN/m

Orthotrope lijfplaat (borstwering)

Rustende belasting orthotrope lijfplaat:

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

Onderstaande berekening geeft de totale belasting op de lijfplaat weer (per 0.6 m breedte).

onderdeel	aantal		L1 [m]		L2 [m]		L3 [m]	Ym [kN/m3]		
- betimmering borstwering	1	*	0.05	*	0.600	*	1.000	8.0	=	0.24 kN/m
- verlichting en K&L									=	1.20 kN

Hoofdliggers

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

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.

4.1.4. Zettingsverschillen

Zettingsverschillen van de landhoofden veroorzaken geen krachtswerking in het brugdek omdat het brugdek statisch bepaald wordt opgelegd op de landhoofden. 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.

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

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/m² (500 kg/m²) 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.

Onderstaande berekening geeft de totale belasting op de dekplaat weer.

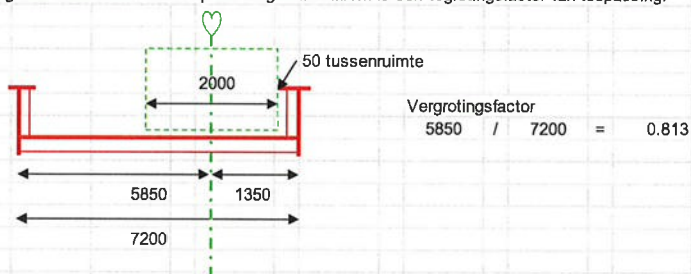
<u>Mensenmassa:</u>		
gelijkmatig verdeelde belasting:	=	5.0 kN/m ²
<u>Dienstvoertuig:</u>		
aslasten	=	25.0 kN/as
wiellasten	=	12.5 kN/wiel
hoh-afstand wiellasten	=	1.75 m
afmeting wielprent (vierkant)	=	0.25 m
<u>Onbedoeld voertuig:</u>		
aslasten	=	50.0 kN/as
wiellasten	=	25.0 kN/wiel
hoh-afstand wiellasten	=	1.30 m
afmeting wielprent (vierkant)	=	0.20 m

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

Mensenmassa:				
gelijkmatig verdeelde belasting:	=	5.0 kN/m ²		
		$L [m]$	$Q [kN/m^2]$	
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

Dienstvoertuig:				
aslasten	=	25.0 kN/as		
hoh-afstand aslasten	=	3.00 m		
hoh-afstand wiellasten	=	1.75 m		
afmeting wielprent (vierkant)	=	0.25 m		

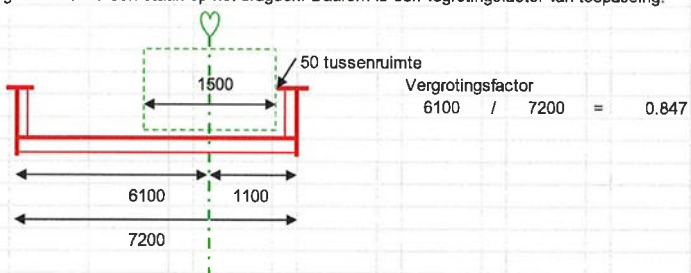
Het dienstvoertuig kan excentrisch staan op het brugdek. Daarom is een vergrotingsfactor van toepassing.



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

Onbedoeld voertuig:				
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.



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:

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

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

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 globale krachtswerking in het brugdek kan deze belasting worden verwaarloosd. Voor de detaillering van de langsblokkering is deze belasting wel relevant.

4.2.3. Leuningbelasting

Leuningbelasting conform NEN 1991-2 paragraaf 4.8.

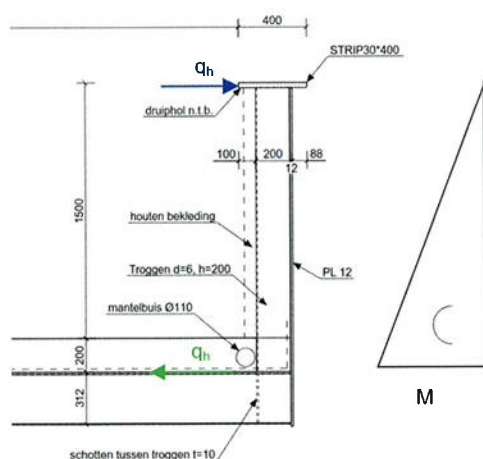
De leuningbelasting is:

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

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, zie onderstaande figuur.

De leuningbelasting veroorzaakt 'dwarsbuiging' in de lijfplaat en dekplaat. Het bijbehorende moment is:

$$M = q_h \times \Delta h = 3.0 \text{ kN/m} \times 1.7 \text{ m} = 5.1 \text{ kNm/m}$$



Figuur 10: Belastingsschema leuningbelasting.

4.2.4. Temperatuurbelasting

Temperatuurbelastingen conform NEN-EN 1991-1-5 paragraaf 6.1.

Globale temperatuurbelastingen

Temperatuurbelastingen veroorzaken geen krachtswerking in het brugdek, omdat het brugdek statisch bepaald wordt opgelegd op de landhoofden. Temperatuurbelastingen worden wel meegenomen om de vervormingen te toetsen.

Ter vereenvoudiging wordt voor zowel de orthotrope dekplaat als de hoofdliggers een temperatuurverschil tussen boven- en onderzijde van 20 °C meegenomen. Dit is een conservatieve werkwijze.

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.

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

Voor de globale krachtswerking in het brugdek kan deze belasting worden verwaarloosd. Voor de detaillering van de verticale opleggingen is deze belasting wel relevant.

Lokale temperatuurbelastingen

Conform NEN-EN 1991-1-5 artikel 6.1.3.1 (5) dient voor geheel luchtdicht afgesloten ruimten van constructiedelen, op alle wanden waarover een atmosferisch drukverschil kan optreden te zijn gerekend op:

- een inwendige overdruk van 20 kN/m²;
- een inwendige onderdruk van 30 kN/m².

Deze belasting hoeft niet te worden gecombineerd met een andere veranderlijke belasting anders dan verkeersbelasting.

Inwendige overdruk of onderdruk in de troggen van de orthotrope dekplaat en/of orthotrope lijfplaat veroorzaakt geen globale krachtswerking en/of vervormingen in het brugdek. Deze belastingen worden daarom niet meegenomen in de globale berekeningen. Lokaal kan inwendige overdruk of onderdruk wel spanningen in de troggen veroorzaken. Deze belastingen worden niet beschouwd omdat:

- De spanningen zijn relatief klein: $\sigma_{EK} < 50 \text{ N/mm}^2$;
- De sterkte van de troggen is niet maatgevend (u.c. < 0.83; zie paragraaf 6.2.3 en 6.2.4);
- De spanningen in de troggen zijn in de richting loodrecht op de spanningen ten gevolge van de globale krachtswerking;
- De inwendige overdruk of onderdruk is in feite een opgelegde vervorming welke kan worden opgenomen door de plastische vervormingscapaciteit van het staal;



4.2.5. Windbelasting

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

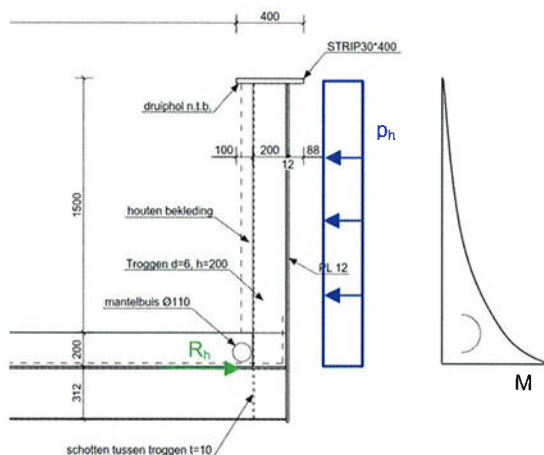
INVOER		
Windgebied	=	3 [-]
Terreincategorie	=	2 (-)
z_0	=	6 [m]
$h_{constructie}$	=	2.5 [m]
$h_{verkeersband}$	=	0 [m]
b	=	7.4 [m]
Helling dwarsrichting	=	0 [graden]
Referentieperiode	=	50 [jaar]
$C_{f,z}$	=	0.9
K	=	0.281
n	=	0.5
p	=	0.02
C_{dir}	=	1.0
C_{season}	=	1.0
C_{prop}	=	1.00
$b/d_{01,verkeer}$	=	2.96
$b/d_{01,constructie}$	=	2.96
$C_{f,x,0,bouwfase}$	=	1.63
$C_{f,x,0}$	=	1.63
$C_{f,x,b,bouwfase}$	=	1.63
$C_{f,x}$	=	1.63
$C_0(z)$	=	1.0
z_{min}	=	4.0 m
z_{max}	=	200.0 m
$c_r(z)$	=	0.752
$c_r(z_{min})$	=	0.627
z_0	=	0.200
k_r	=	0.209
ρ	=	1.25 kg/m ³
$I_v(z)$	=	0.279
k_1	=	1.0
1, 2 of 3		
0 of 2		
Hoogte hart brug boven maaiveld		
Totale constructiehoogte dek		
Hoogte verkeersband		
Breedte dek		
Helling in dwarsrichting in graden		
Referentieperiode		
Krachtcoefficient in z-richting		
Vormparameter		
Exponent		
Overschrijdingskans		
Windrichtingsfactor		
Seizoensfactor		
Factor voor verdisconteren referentieperiode		
b/d_{01} voor bepalen windkracht in x-richting (constructie+verkeersband)		
b/d_{01} voor bepalen windkracht in z-richting en bouwfase (constructie alleen)		
Krachtcoefficient zonder eindeffecten (bouwfase)		
Krachtcoefficient zonder eindeffecten (blijvend)		
Krachtcoefficient voor windbelasting op brugdekken in x-richting met helling dwarsrichting (bouwfase)		
Krachtcoefficient voor windbelasting op brugdekken in x-richting met helling dwarsrichting (blijvend)		
Orografiefactor		
Minimale hoogte		
Maximale hoogte		
Ruwheidsfactor: $c_r(z)=k_r \cdot \ln(z/z_0)$		
Ruwheidsfactor voor $z < z_{min}$		
Ruwheidlengte		
Terreinfactor: $k_r=0.19 \cdot (z_0/0.05)^{0.07}$		
Luchtdichtheid		
Turbulentie intensiteit: $I_v=(k_r \cdot v_b \cdot k_1)/v_m(z)$		
Turbulentie factor		
Windbelasting F_{wk} (spoor en wegverkeer)		
$v_{b,0}$	=	24.50 m/s
v_b	=	24.50 m/s
$v_m(z)$	=	18.42 m/s
$q_p(z)$	=	625 [MPa]
q_b	=	375 [MPa]
$C_s(z)$	=	1.67 [-]
q_{wx}	=	2.56 kN/m
q_{wy}	=	1.02 kN/m
q_{wz}	=	4.16 kN/m
$q_{wx,bouwfase}$	=	2.56 kN/m
$q_{wy,bouwfase}$	=	1.02 kN/m
Fundamentele windsnelheid op basis van windgebied		
Basiswindsnelheid op 10 m boven maaiveld $v_b=C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$		
Gemiddelde windsnelheid thv z: $v_m(z)=c_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b$		
Extreme stuwdruk: $(1+7 \cdot I_v(z)) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m(z)^2$		
Basisstuwdruk: $0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$		
Blootstellingsfactor: $q_p(z)/q_b$		
Verdeelde windbelasting wegverkeer in x-richting voor $v_{b,0}$ (blijvende ontwerpituatie)		
Verdeelde windbelasting wegverkeer in x-richting voor $v_{b,0}$ (blijvende ontwerpituatie)		
Verdeelde windbelasting wegverkeer in z-richting voor $v_{b,0}$ (bouwfase+blijvende ontwerpituatie)		
Verdeelde windbelasting per strekken meter in x-richting, (bouwfase, zonder verkeersband)		
Verdeelde windbelasting per strekken meter in y-richting, (bouwfase, zonder verkeersband)		

Dit resulteert in de volgende belastingen:

- Windbelasting in dwarsrichting: $q_h = 2.56 \text{ kN/m}$ (horizontaal $\perp$ as fietsbrug);
De windbelasting in dwarsrichting veroorzaakt 'dwarsbuiging' in de lijfplaat en dekplaat, en schijfwerking in de dekplaat, zie verder onderstaande berekening.
 - Per lijfplaat: $p_h = 2.56 / 1.7 \text{ m} = 1.51 \text{ kN/m}^2$;
 - Per dekplaat: $q_h = 2.56 \text{ kN/m}$;
 - Per dwarsblokkering: $R_h = 2.56 \text{ kN/m} * 24.0 \text{ m} / 2 = 30.7 \text{ kN}$
- Windbelasting in langsrichting: $q_h = 1.02 \text{ kN/m}$ (horizontaal $//$ as fietsbrug);
De windbelasting in de langsrichting veroorzaakt schijfwerking in de dekplaat. Voor de globale krachswerking in het brugdek kan deze belasting worden verwaarloosd. Voor de detaillering van de langsblokkering is deze belasting wel relevant.
 - Per langsblokkering: $F_h = q_h * L = 1.02 * 24.0 = 24.5 \text{ kN}$;
- Windbelasting verticaal: $q_v = 4.16 \text{ kN/m}$;
 - Per dekplaat: $p_v = 4.16 / 7.2 \text{ m} = 0.58 \text{ kN/m}^2$;
 - Per hoofdligger: $q_v = 4.16 / 2 = 2.08 \text{ kN/m}$;
 - Per verticale oplegging: $R_v = 2.08 \text{ kN/m} * 24.0 \text{ m} / 2 = 25.0 \text{ kN}$;

De windbelasting in dwarsrichting veroorzaakt 'dwarsbuiging' in de lijfplaat en dekplaat. Het bijbehorende moment is:

$$M = \frac{1}{2} * p_h * h^2 = 0.5 * 1.51 \text{ kN/m}^2 * (1.7 \text{ m})^2 = 2.18 \text{ kNm/m}$$



Figuur 11: Belastingenschema windbelasting in dwarsrichting.

4.2.6. 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 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 2: 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). De zijkant van het PVR van de Peelstraat ligt op $0.35 + 7.07 / 2 = 3.885$ m uit het midden van het brugdek.

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:

- STR: heeft betrekking op de sterkte van de constructie. Er wordt getoetst op intern bezwijken en buitensporige vervormingen van de constructie of een constructieonderdeel.

Voor het toetsen van het brugdek is de uiterste grenstoestand STR van toepassing.

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.

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 3: 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_F zie de aanbevelingen in de desbetreffende materiaalgebonden Eurocodes 1992 t.m. 1999.

Voor de berekening van het effect van ongelijkmatige zettingen geldt dat $\gamma_{G,set} = 1,20$ in het geval van een lineaire berekening en $\gamma_{G,set} = 1,35$ in het geval van een niet lineaire berekening. Gunstig werkende zettingsverschillen worden niet in rekening gebracht. De grootte van de zettingen is bepaald op basis van de karakteristieke 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 4: 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 Uitvoering	0,3 0,8	0,6 ^b 0	0	
Thermische belastingen	T_k	0,3	0,8	0,3 ^a	
Sneeuwbelastingen	$Q_{Sn,k}$ blijvende ontwerpsituatie Uitvoering	0 0,8	0 0	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 5: Momentaanwaarden voor voetgangers- en fietsbruggen [NEN 1990 tabel NB.17].

Belasting	Belastingscombinaties									
	gr1	gr2	Q_{fwh}	Onbedoeld voertuig ^b	W^c		T^a		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_{fwh}	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 Frequente 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.

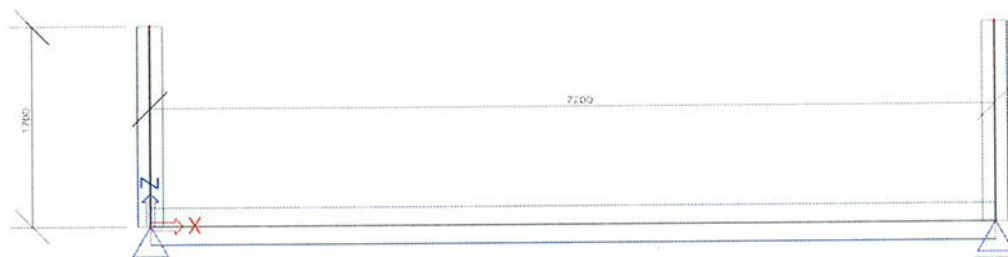
6. BEREKENING DWARSRICHTING – DEKPLAAT EN LIJFPLAAT

6.1. BEREKENING KRACHTSWERKING EN VERVORMINGEN

6.1.1. Schematisatie rekenmodel

De dekplaat en lijfplaten van de hoofdliggers worden verstijfd met troggen. De dekplaat heeft door de troggen een hoge buigstijfheid dwars op de brugas en een lage buigstijfheid evenwijdig aan de brugas. De orthotrope dekplaat wordt daarom geschematiseerd als een ligger die overspant tussen de hoofdliggers in dwarsrichting van het brugdek. De lijfplaat heeft door de troggen een hoge verticale buigstijfheid en een lage horizontale buigstijfheid (evenwijdig aan de brugas). De orthotrope lijfplaat wordt daarom geschematiseerd als een verticale ligger die uitkraagt ten opzichte van de dekplaat.

De krachtswerking en vervormingen in de dekplaat en lijfplaat in dwarsrichting zijn berekend middels een 2D-rekenmodel in SCIA Engineer. De dekplaat en lijfplaten zijn gemodelleerd met 1D-staafelementen, zie onderstaande figuur. De overspanning tussen de lijven van de hoofdliggers is 7.200 m. De hoogte van de lijfplaten boven de dekplaat is 1.700 m.



Figuur 12: Mechanicaschema dwarsrichting.

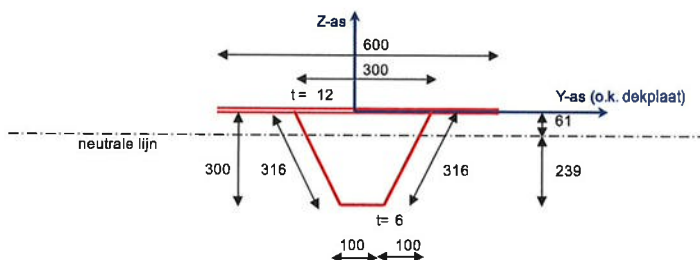
De beschouwde breedte in dwarsrichting is 0.6 m (per trog).

In SCIA Engineer is voor zowel de orthotrope dekplaat als orthotrope lijfplaat een equivalente rechthoekige doorsnede ingevoerd waarbij de hoogte gelijk is gehouden aan de werkelijke hoogte (i.v.m. kromming door temperatuurbelasting). De volgende paragrafen bevatten de berekening van het traagheidsmoment I_y . Dit resulteert in een doorsnede voor de dekplaat van $b \times h = 49.1 \times 312 \text{ mm}^2$ en voor de lijfplaat van $b \times h = 51.0 \times 212 \text{ mm}^2$. Voor de elasticiteitsmodulus is $2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ gehanteerd.

De dekplaat draagt zijn belasting af aan de hoofdliggers. Deze hoofdliggers zijn torsieslap. Daarom worden de opleggingen van de dekplaat als scharnierend geschematiseerd.

6.1.2. Doorsnede orthotrope dekplaat

Onderstaande figuur bevat een doorsnede van de orthotrope dekplaat per trog inclusief de berekening van de statische waarden en elastische capaciteit van de doorsnede op buiging en dwarskracht.



Statische waarden en capaciteit van de doorsnede

	n (aantal)	I_z mm	I_y mm	reductie shear lag	reductie corrosie	Abruto mm ²	A netto mm ²	e_z mm	S mm ³	e_z^* mm	$I(A(e_z^*)^2)$ mm ⁴	I_{eigen} mm ⁴	I_{totaal} mm ⁴
dekplaat	1	12	600	1.00	0	7200	7200	6	43.2E+3	67	32.1E+6	86.4E+3	32.2E+6
trog flens	1	6	100	1.00	0	600	600	-297	-178.2E+3	-236	33.5E+6	1.8E+3	33.5E+6
trog lijven	2	300	6.32	1.00	0	3795	3795	-150	-569.2E+3	-89	30.2E+6	28.5E+6	58.7E+6
						11595	11595	-61	-704.2E+3		95.8E+6	28.5E+6	124.3E+6
$W_{\text{boven}} =$		124.3E+6	/	73	=	1.71E+06 mm ³							
$W_{\text{onder}} =$		124.3E+6	/	239	=	5.20E+05 mm ³							
$M_{\text{RD}} =$		520E+3	*	355	=	184E+6 Nmm					184 kNm		
$A_v =$					=	3795 mm ²							
$V_{\text{RD}} =$		3795	*	355	/	1.73	=	778E+3 N			778 kN		

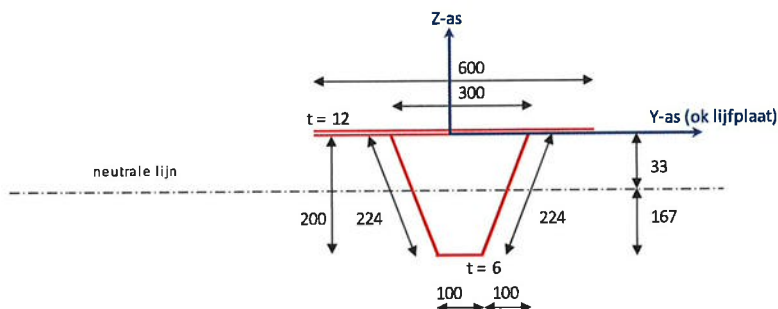
6.1.3. Spreiding wiellasten

De spreiding van lokale wiellasten door de laag fijn granulaat tot het zwaartepunt van de dekplaat is relatief gering, zeker indien de onzekerheid betreffende de werkelijke dikte van deze laag wordt beschouwd. Daarom wordt de spreiding van wiellasten door de laag fijn granulaat ter vereenvoudiging niet in rekening gebracht. Behalve voor het onbedoeld voertuig, hier wordt ter vereenvoudiging met dezelfde wielprenten gerekend als bij het dienstvoertuig, namelijk met wielprenten van 0.25 x 0.25 m² (i.p.v. 0.2 x 0.2 m²).

In hoofdstuk 8 is de spreiding van lokale wiellasten op de orthotrope dekplaat in dwarsrichting berekend. Hieruit volgt dat bij buiging de wiellasten over 1.6 á 1.9 troggen verdeeld mogen worden. Maar bij dwarskracht geldt dat de wiellasten over slechts 0.9 á 1.0 trog verdeeld mogen worden. In dit hoofdstuk is met starre opleggingen van de orthotrope dekplaat gerekend en is zonder belastingspreiding van de wiellasten door de laag fijn granulaat gerekend. Dit is een conservatieve benadering. Daarom is het acceptabel om bij dwarskracht de wiellasten per trog te verdelen. Resumé: zowel bij buiging als dwarskracht worden de wiellasten op de dekplaat per trog afgedragen naar de hoofdliggers. Voor buiging is dit een conservatieve benadering.

6.1.4. Doorsnede orthotrope lijfplaat

Onderstaande figuur bevat een doorsnede van de orthotrope lijfplaat per trog inclusief de berekening van de statische waarden en elastische capaciteit van de doorsnede op buiging en dwarskracht.



Statische waarden en capaciteit van de doorsnede

	n (aantal)	I_z mm	I_y mm	reductie shear lag	reductie corrosie	Abrulo mm ²	Anetto mm ²	e_z mm	S mm ³	e'_z mm	$I(A(e'_z)^2)$ mm ⁴	I_{eigen} mm ⁴	I_{total} mm ⁴
dekplaat	1	12	600	1.00	2	7200	6000	6	36.0E+3	39	9.2E+6	50.0E+3	9.2E+6
trog flens	1	6	100	1.00	1	600	500	-197	-98.5E+3	-164	13.4E+6	1.0E+3	13.4E+6
trog lijven	2	200	6.71	1.00	1	2683	2283	-100	-228.3E+3	-67	10.2E+6	7.6E+6	17.8E+6
						10483	8783	-33.1	-290.8E+3		32.8E+6	7.7E+6	40.5E+6

$W_{boven} =$	40.5E+6	/	45.1	=	8.97E+05 mm ³								
$W_{onder} =$	40.5E+6	/	167	=	2.43E+05 mm ³								
$M_{yRD} =$	243E+3	*	355	=	86.1E+6 Nmm						86.1 kNm		
$A_y =$				=	2283 mm ²								
$V_{zRD} =$	2283	*	355	/	1.73	=	468E+3 N	=	468 kN				

6.1.5. Invoer en resultaten SCIA Engineer

Bijlage B-1 en B-2 bevat respectievelijk de invoer en resultaten van het SCIA Engineer rekenmodel van de dwarsrichting (dekplaat en lijfplaat).

6.2. TOETSINGEN

6.2.1. Stijfheid orthotrope dekplaat

Doorbuiging

Er zijn geen formele eisen aan de doorbuiging van de orthotrope dekplaat. In verband met het uiterlijk van de constructie, wordt de totale doorbuiging beperkt tot 1/250 deel van de overspanning (of tweemaal de uitkraging) conform NEN 1990 bijlage A.1.4.3 (4). Deze doorbuiging wordt getoetst in de BGT karakteristieke combinatie. Dit is een conservatieve benadering aangezien dit artikel de quasi-blijvende belastingcombinatie voorschrijft.

In verband met het gebruik van de constructie, wordt de veranderlijke doorbuiging beperkt tot 3/1000 van de overspanning (of tweemaal de uitkraging) conform NEN 1990 bijlage A.1.4.3 (3) (4). Deze doorbuiging wordt getoetst in de BGT karakteristieke combinatie. Dit is een conservatieve benadering aangezien dit artikel de frequente belastingcombinatie voorschrijft.

De vervorming van de orthotrope dekplaat bestaat uit de buiging van de dekplaat zelf ($u_{z,1}$) en van de hoekverdraaiing in de boutverbinding in het midden van de dekplaat ($u_{z,2}$). De hoekverdraaiing in de boutverbinding is berekend in de detailberekening van het stalen brugdek (zie [IV]). Deze hoekverdraaiing bedraagt $\varphi_{kar} = 3.8$ mrad in de BGT karakteristieke belastingcombinatie ($M_{kar} = 84.9$ kNm). Deze hoekverdraaiing veroorzaakt een doorbuiging van $u_{z,2} = \frac{1}{2} * \varphi * L/2 = \frac{1}{2} * 3.8 \cdot 10^{-3} * 7200/2 = 6.8$ mm.

Toetsing totale doorbuiging:

$$u_{z,1} = 19.1 \text{ mm} \quad [\text{Bijlage B-2 par. 2.1.1.1}]$$

$$u_{z,2} = 6.8 \text{ mm}$$

$$u_{z,tot} = 19.1 + 6.8 = 25.9 \text{ mm}$$

$$u_{z,max} = L / 250 = 7200 \text{ mm} / 250 = 28.8 \text{ mm} \quad [\text{NEN-EN 1990 bijlage A.1.4.3 (4)}]$$

$$u_{z,tot} \leq u_{z,max} \rightarrow \text{akkoord}$$

NB. Dit is geen formele eis.

Toetsing veranderlijke doorbuiging:

$$u_{z,1,tot} = 19.1 \text{ mm} \quad [\text{Bijlage B-2 par. 2.1.1.1}]$$

$$u_{z,1,pb} = 8.4 \text{ mm} \quad \text{--/-} \quad [\text{Bijlage B-2 par. 2.2.2.1}]$$

$$u_{z,1,vb} = 10.7 \text{ mm}$$

$$u_{z,2,vb} = 3.8 \text{ mm} \quad (u_{z,2,vb} \approx (10.7 / 19.1) * 6.8 = 3.8 \text{ mm})$$

$$u_{z,vb} = 10.7 + 3.8 = 14.5 \text{ mm}$$

$$u_{z,max} = L / 250 = 3 * 7200 \text{ mm} / 1000 = 21.6 \text{ mm} \quad [\text{NEN-EN 1990 bijlage A.1.4.3 (4)}]$$

$$u_{z,vb} \leq u_{z,max} \rightarrow \text{akkoord}$$

NB. Dit is geen formele eis.

Trillingen

Er zijn geen formele eisen aan de trillingen van de orthotrope dekplaat van het equiduct. Trillingen worden getoetst conform NEN-EN 1990 bijlage A2.4.3.2.

Conform NEN 1990 artikel A2.4.3 behoort een toetsing aan de eisen van de comfortcriteria te zijn gedaan indien de eigenfrequentie van het dek kleiner is dan 5 Hz voor verticale trillingen en 2,5 Hz voor horizontale (zijdelingse) en wringingstrillingen. Dit is echter een zeer algemene eis en kan in bepaalde gevallen een conservatieve benadering zijn.

Conform HIVOSS geldt voor voetgangersbruggen een kritisch bereik van eigenfrequenties voor verticale trillingen van $1.25 \text{ Hz} \geq f_i \geq 2.3 \text{ Hz}$ voor de eerste eigenfrequentie en $1.25 \text{ Hz} \geq f_i \geq 4.6 \text{ Hz}$ voor de tweede eigenfrequentie. Dit betreft trillingen veroorzaakt door normaal gebruik van voetgangers. Voor een tweezijdig vrij-opgelegde ligger is de tweede eigenfrequentie niet maatgevend. Zodoende wordt in deze berekening alleen de eerste eigenfrequentie beschouwd.

Trillingen worden getoetst in een belastingcombinatie met permanente belasting en een veranderlijke belasting gelijk aan 10% van de mensenmassa ($p_d = 0.5 \text{ kN/m}^2$). Dit is een conservatieve werkwijze.

Om de eigenfrequentie te bepalen wordt de totale vervorming van de dekplaat-ligger en van de hoofdliggers beschouwd.

Dekplaat-ligger: $u_{z,dp}$	= 8.8 mm	[Bijlage B-2 par. 2.2.1.1]
Boutverbinding: $u_{z,bv}$	= 3.1 mm	$(u_{z,bv} \approx (8.8 / 19.1) * 6.8 = 3.1 \text{ mm})$
Hoofdliggers: $u_{z,hl}$	= 22.2 mm +	[Bijlage C-2 par. 2.2.1.1]
Totaal: $u_{z,tot}$	= 34.1 mm	

$$f_e = \sqrt{(0.315 / u_{z,tot})} = 3.0 \text{ Hz} \quad [\text{NEN 6702 bijlage A.4}]$$

$$f_{e,min} = 2.3 \text{ Hz} \quad [\text{NEN-EN 1990 bijlage A2.4.3.2 (2)}]$$

$$f_e \geq f_{e,min} \rightarrow \text{akkoord}$$

NB. Dit is geen formele eis.

6.2.2. Stijfheid orthotrope lijfplaat

Horizontale vervorming

Er zijn geen formele eisen aan de vervorming van de orthotrope lijfplaat. In verband met het uiterlijk/gebruik van de constructie, wordt de totale horizontale vervorming van de borstwering beperkt tot 20 mm conform NEN 1990 bijlage A.1.4.3 (7). Deze doorbuiging wordt getoetst in de BGT karakteristieke combinatie.

Toetsing totale horizontale vervorming:

$$U_{hor,1} = 15.9 \text{ mm}$$

[Bijlage B-2 par. 2.1.1.1]

$$U_{hor,2} = 3.2 \text{ mm}$$

$$(U_{hor,2} = \frac{1}{2} * \varphi * h = \frac{1}{2} * 3.8 \cdot 10^{-3} * 1700 = 3.2)$$

$$U_{hor,tot} = 15.9 + 3.2 = 19.1 \text{ mm}$$

$$U_{hor,max} = 20.0 \text{ mm}$$

[NEN-EN 1990 bijlage A.1.4.3 (7)]

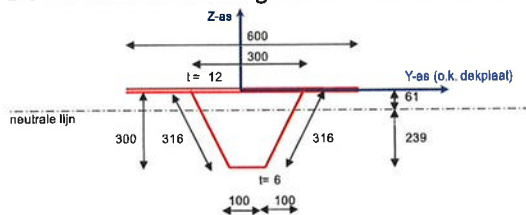
$$U_{hor,tot} \leq U_{hor,max} \rightarrow \text{akkoord}$$

NB. Dit is geen formele eis.

6.2.3. Sterkte orthotrope dekplaat

Profielklasse

De doorsnede wordt geclassificeerd conform NEN 1993-1-1 tabel 5.2.



De dekplaat wordt op druk belast. Hiervoor geldt:

$$\begin{aligned} c &= 300 \text{ mm} \\ t &= 12 \text{ mm} \\ \varepsilon &= \sqrt{(235 / 355)} = 0.814 \end{aligned}$$

Voor inwendige delen op druk belast in profielklasse 3 geldt: $c / t \leq 42 * \varepsilon$.

$$c / t = 25 \leq 42 * \varepsilon = 34 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow \text{klasse 3 (hogere klasse niet noodzakelijk)}$$

Conclusie: voor de dekplaat geldt dat de elastische momentcapaciteit kan worden bereikt voordat lokaal plooien optreedt.

De lijven worden op buiging belast. Hiervoor geldt:

$$\begin{aligned} c &= 316 \text{ mm} \\ t &= 6 \text{ mm} \\ \varepsilon &= \sqrt{(235 / 355)} = 0.814 \end{aligned}$$

Voor inwendige delen op buiging belast in profielklasse 3 geldt: $c / t \leq 124 * \varepsilon$.

$$c / t = 53 \leq 124 * \varepsilon = 100 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow \text{klasse 3}$$

Conclusie: voor de lijven geldt dat de elastische momentcapaciteit kan worden bereikt voordat lokaal plooien optreedt.

Voor lijven zonder dwarsverstijvers moet de weerstand tegen plooien door afschuiving volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 te zijn bepaald indien: $h_w / t_w > 72 * \varepsilon / \eta$.

Voor de lijven geldt:

$$\begin{aligned} h_w &= 316 \text{ mm} \\ t &= 6 \text{ mm} \\ \varepsilon &= \sqrt{(235 / 355)} = 0.814 \\ \eta &= 1.2 \end{aligned}$$

(conform NEN-EN 1993-1-5 artikel 5.1 (2))

$$h_w / t = 53 > 72 * \varepsilon / \eta = 49 \rightarrow \text{niet akkoord} \rightarrow \text{weerstand tegen plooien toetsen}$$

Conclusie: voor de lijven geldt dat de weerstand tegen plooien door afschuiving conform NEN-EN 1993-1-5 moet zijn bepaald.

Buiging

Buiging wordt getoetst conform NEN-EN 1993-1-1 paragraaf 6.2.5. De elastische momentweerstand wordt in rekening gebracht.

$$M_{y,Ed} = 152 \text{ kNm} \quad [\text{Bijlage B-2 par. 3.1.1.1}]$$

$$M_{y,Rd} = 184 \text{ kNm} \quad [\text{paragraaf 6.1.2}]$$

$$M_{y,Ed} \leq M_{y,Rd} \rightarrow \text{akkoord}$$

De bijbehorende normaalspanning in de dekplaat is:

$$\sigma_{Ed} = M_{y,Ed} / W_{boven} = 89 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Met: } W_{boven} = 1.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 \quad [\text{paragraaf 6.1.2}]$$

Dwarskracht

Controle lokaal plooien conform NEN-EN 1993-1-5 paragraaf 5.3.

Relatieve plaatslankheid:

$$\lambda_w = h_w / (86.4 \cdot t \cdot \varepsilon) = 0.75$$

$$\text{Met: } h_w = 316 \text{ mm} \quad (\text{hoogte lijf})$$

$$t = 6 \text{ mm} \quad (\text{dikte lijf})$$

$$\varepsilon = \sqrt{(235 / 355)} = 0.814$$

Reductiefactor t.g.v. plaatplooien:

$$0.83 / \eta = 0.69 \leq \lambda_w \leq 1.08 \rightarrow X_w = 0.83 / \lambda_w = 1.1 \rightarrow \text{neem } 1.0$$

Van de lijven mag 100% worden gebruikt bij de berekening van de dwarskrachtweerstand. De elastische dwarskrachtweerstand wordt in rekening gebracht.

$$V_{z,Rd} = 778 \text{ kN} \quad [\text{paragraaf 6.1.2}]$$

$$V_{z,Ed} = 84.1 \text{ kN} \quad [\text{Bijlage B-2 par. 3.1.1.1}]$$

$$V_{z,Ed} \leq V_{z,Rd} \rightarrow \text{akkoord}$$

De bijbehorende schuifspanning in de dekplaat is verwaarloosbaar klein.

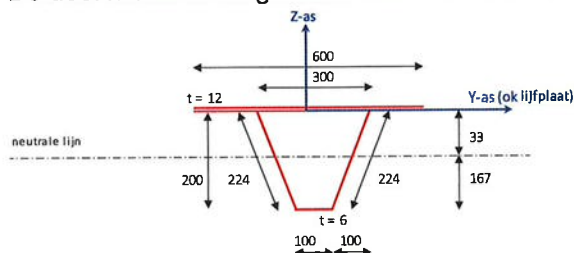
Interactie buiging en dwarskracht

Omdat de optredende dwarskracht ($V_{z,Ed}$) kleiner is dan 50% van de dwarskrachtweerstand ($V_{z,Rd}$), hoeft de interactie tussen buiging en dwarskracht niet te worden getoetst. Bovendien treden de maximale buiging en maximale dwarskracht niet op dezelfde positie in de hoofdliggers op.

6.2.4. Sterkte orthotrope lijfplaat

Profielklasse

De doorsnede wordt geclassificeerd conform NEN 1993-1-1 tabel 5.2.



De lijfplaat wordt op druk belast. Hiervoor geldt:

$$c = 300 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

(gereduceerde dikte i.v.m. corrosie)

$$\varepsilon = \sqrt{(235 / 355)} = 0.814$$

Voor inwendige delen op druk belast in profielklasse 3 geldt: $c / t \leq 42 * \varepsilon$.

$$c / t = 30 \leq 42 * \varepsilon = 34 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow \text{klasse 3 (hogere klasse niet noodzakelijk)}$$

Conclusie: voor de lijfplaat geldt dat de elastische momentcapaciteit kan worden bereikt voordat lokaal plooien optreedt.

De lijven worden op buiging belast. Hiervoor geldt:

$$c = 224 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

(gereduceerde dikte i.v.m. corrosie)

$$\varepsilon = \sqrt{(235 / 355)} = 0.814$$

Voor inwendige delen op buiging belast in profielklasse 3 geldt: $c / t \leq 124 * \varepsilon$.

$$c / t = 45 \leq 124 * \varepsilon = 100 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow \text{klasse 3}$$

Conclusie: voor de lijven geldt dat de elastische momentcapaciteit kan worden bereikt voordat lokaal plooien optreedt.

Voor lijven zonder dwarsverstijvers moet de weerstand tegen plooien door afschuiving volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 te zijn bepaald indien: $h_w / t_w > 72 * \varepsilon / \eta$.

Voor de lijven geldt:

$$h_w = 224 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \sqrt{(235 / 355)} = 0.814$$

$$\eta = 1.2$$

(conform NEN-EN 1993-1-5 artikel 5.1 (2))

$$h_w / t = 45 \leq 72 * \varepsilon / \eta = 49 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow \text{weerstand tegen plooien niet toetsen}$$

Conclusie: voor de lijven geldt dat de weerstand tegen plooien door afschuiving conform NEN-EN 1993-1-5 niet hoeft te zijn bepaald.

Buiging

Buiging wordt getoetst conform NEN-EN 1993-1-1 paragraaf 6.2.5. De elastische momentweerstand wordt in rekening gebracht.

$$M_{y,Ed} = 4.7 \text{ kNm} \quad [\text{Bijlage B-2 par. 3.1.1.2}]$$

$$M_{y,Rd} = 86.1 \text{ kNm} \quad [\text{paragraaf 6.1.4}]$$

$$M_{y,Ed} \leq M_{y,Rd} \rightarrow \text{akkoord}$$

Dwarskracht

Dwarskracht wordt getoetst conform NEN-EN 1993-1-1 paragraaf 6.2.6. De elastische dwarskrachtweerstand wordt in rekening gebracht.

$$V_{z,Rd} = 468 \text{ kN} \quad [\text{paragraaf 6.1.4}]$$

$$V_{z,Ed} = 3.3 \text{ kN} \quad [\text{Bijlage B-2 par. 3.1.1.2}]$$

$$V_{z,Ed} \leq V_{z,Rd} \rightarrow \text{akkoord}$$

Interactie buiging en dwarskracht

Omdat de optredende dwarskracht ($V_{z,Ed}$) kleiner is dan 50% van de dwarskrachtweerstand ($V_{z,Rd}$), hoeft de interactie tussen buiging en dwarskracht niet te worden getoetst.

NB. De verticale buiging en dwarskracht in de lijfplaten is dusdanig klein, dat de bijbehorende spanningen niet worden meegenomen bij de berekening van de hoofdliggers (zie volgend hoofdstuk). Bovendien treden de maximale verticale buiging en dwarskracht in de lijfplaten niet tegelijkertijd op met de maximale buiging en dwarskracht in de hoofdliggers.

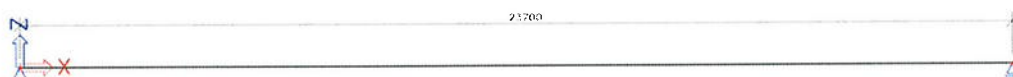
7. BEREKENING LANGSRICHTING – HOOFDLIGGERS

7.1. BEREKENING KRACHTSWERKING EN VERVORMINGEN

7.1.1. Schematisatie rekenmodel

De overspanning van het brugdek wordt gerealiseerd met een trogconstructie. Dat betekent dat de borstweringen de hoofdliggers vormen. Deze hoofdliggers bestaan uit een lijfplaat, bovenflens en onderflens. De onderflens wordt verkregen door de lijfplaat schuifvast te verbinden met de dekplaat. De hoofdliggers worden daarom geschematiseerd als liggers die overspannen tussen de landhoofden in langsrichting van het brugdek. Zowel de lijfplaten als de dekplaat worden verstijfd met troggen. Deze verhogen de sterkte of stijfheid van de hoofdliggers niet en worden daarom in dit hoofdstuk verder niet beschouwd.

De krachtswerking in de hoofdliggers is berekend middels een 2D-rekenmodel in SCIA Engineer. De dekplaat is gemodelleerd met een 1D-staafelement, zie onderstaande figuur. De overspanning tussen de opleggingen op de landhoofden is 23.700 m.



Figuur 13: Mechanicaschema hoofdliggers.

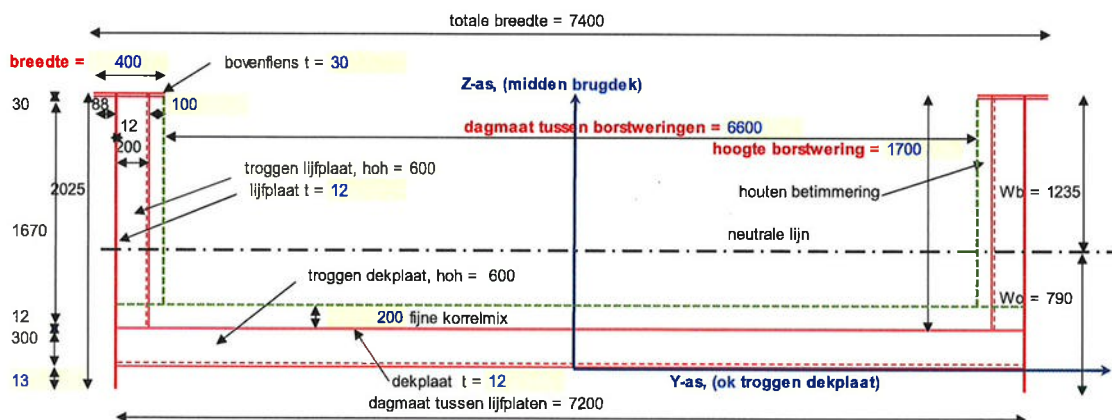
In SCIA Engineer is een equivalente rechthoekige doorsnede van de hoofdliggers ingevoerd waarbij de hoogte gelijk is gehouden aan de werkelijke hoogte (i.v.m. kromming door temperatuurbelasting). De volgende pagina bevat de berekening van het traagheidsmoment I_y van de trogconstructie. Per hoofdligger geldt 50% van dit traagheidsmoment. Dit resulteert in een doorsnede van $b \times h = 46.8 \times 2025 \text{ mm}^2$. Voor de elasticiteitsmodulus is $2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$ gehanteerd.

De hoofdliggers worden statisch bepaald opgelegd op de landhoofden, zie paragraaf 2.3. Daarom worden de opleggingen van de hoofdliggers als scharnierend geschematiseerd.

7.1.2. Doorsnede

Onderstaande figuur bevat een doorsnede van de het brugdek inclusief de berekening van de statische waarden en elastische capaciteit van de doorsnede op buiging en dwarskracht. Het betreft de capaciteit van de gehele trogconstructie.

De minimale doorsnede in het midden van de overspanning is beschouwd. Richting de opleggingen neem de lijfplaat in hoogte nog iets toe. Dit wordt verwaarloosd (conservatieve werkwijze).



Statische waarden en capaciteit van de doorsnede

	n (aantal)	I_z	I_y	reductie shear lag	reductie corrosie	Abruto mm^2	Anetio mm^2	e_z	S	e_z	$I(A(e_z')^2)$	I_{eigen}	I_{totaal}
bovenflens	2	30.0	400	1.00	2.0	24000	22288	1997	44.5E+6	1220	33.2E+9	1.5E+6	33.2E+9
lijfplaat	2	1995	12	1.00	2.0	47880	39860	985	39.2E+6	207	1.7E+9	13.2E+9	14.9E+9
dekplaat	1	12	7200	0.87	0.0	86400	75168	306	23.0E+6	-471	16.7E+9	902.0E+3	16.7E+9
						158280	137316	777	107E+6		51.6E+9	13.2E+9	64.8E+9
W_{boven}		64.76E+9	/	1235	=	52.5E+6 mm^3							
W_{onder}		64.76E+9	/	790	=	81.9E+6 mm^3							
M_{yRd}		52.46E+6	*	355	=	18.6E+9 Nmm					18622 kNm	per brugdek	
											9311	per hoofdligger	
A_v					=	39.86E+3 mm^2							
V_{zRd}		39.86E+3	*	355	/	1.73	=	8.17E+6 N			8170 kN	per brugdek	
											4085	per hoofdligger	

Bij de berekening van de statische waarden en capaciteit van de doorsnede is wel rekening gehouden met shear lag (zie berekening op de volgende pagina) en corrosie (zie toelichting paragraaf 3.4.3) maar nog geen rekening gehouden met eventueel lokaal plooiën. De effecten van lokaal plooiën worden bij de doorsnedetoetsen meegenomen.

7.1.3. Reductie shear lag

Het effect van een niet-gelijkmatige spanningsverdeling in de brede onderflens door dwarskrachtvervorming wordt in rekening gebracht door een gereduceerde 'effectieve' flensbreedte. Dit effect wordt shear lag genoemd. De effectieve breedte van de onderflens wordt berekend conform NEN-EN 1993-1-5 paragraaf 3.2.

$$\begin{aligned} b_{\text{eff}} &= \beta \cdot b_0 = 3132 \text{ mm} && \text{(effectieve breedte onderflens)} \\ b_0 &= 7200 \text{ mm} / 2 = 3600 \text{ mm} && \text{(ongereducerde breedte onderflens)} \\ L_e &= 23700 \text{ mm} && \text{(afstand tussen momentennulpunten)} \\ \alpha_0 &= \sqrt{1 + A_{\text{sl}} / (b_0 \cdot t)} = 1.0 \\ \text{Met: } A_{\text{sl}} &= 0 && \text{(opp. langsverstijvingen binnen breedte } b_0) \\ K &= \alpha_0 \cdot b_0 / L_e = 0.152 \leq 0.70 \rightarrow \beta_1 = 1 / (1 + 6,4 \cdot K^2) \text{ conform tabel 3.1} \\ \beta_1 &= 1 / (1 + 6,4 \cdot K^2) = 0.87 && \text{(reductiefactor voor veldmoment)} \end{aligned}$$

7.1.4. Invoer en resultaten SCIA Engineer

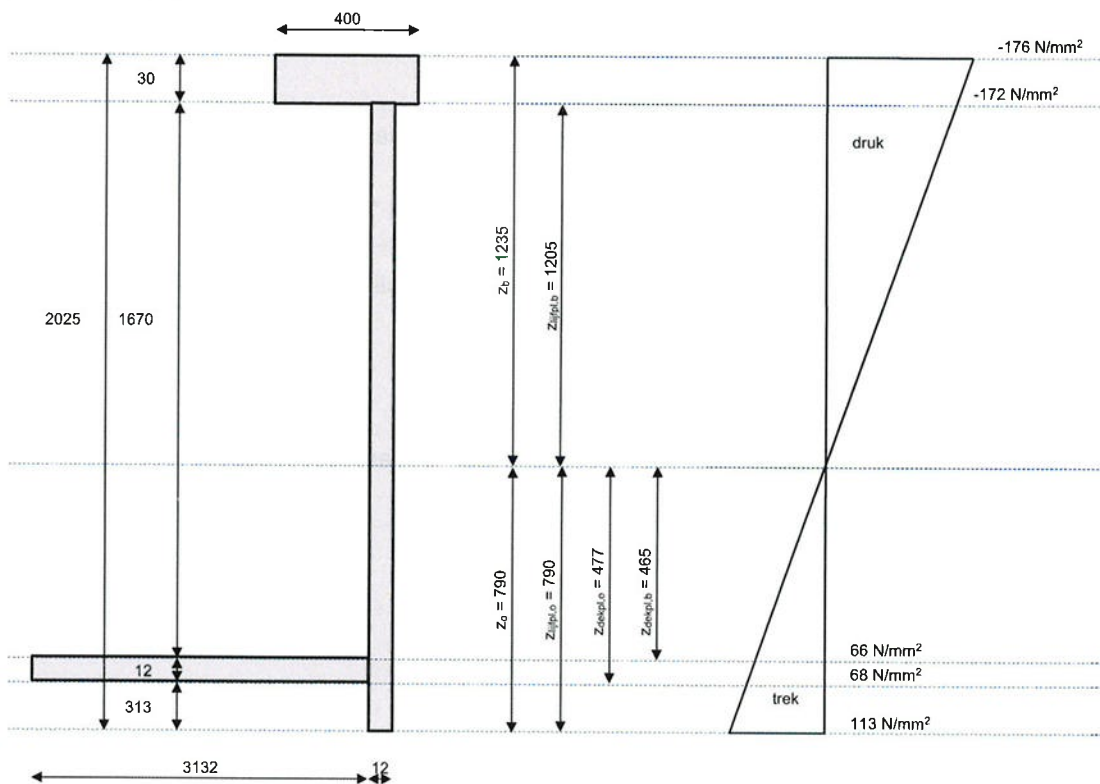
Bijlage C-1 en C-2 bevat respectievelijk de invoer en resultaten van het SCIA Engineer rekenmodel van de langsrichting (hoofdliggers).

7.2. RESULTATEN

7.2.1. Spanningsverdeling

Onderstaande figuur bevat de elastische spanningsverdeling ten gevolge van buiging in de hoofdligger in de UGT. Hierbij is wel rekening gehouden met shear lag en corrosie, maar nog geen rekening gehouden met eventueel lokaal plooien.

NB. De afmetingen van de doorsnede in onderstaande figuur betreffen de ongereduceerde afmetingen t.g.v. corrosie. De breedte van de onderflens is wel gereduceerd t.g.v. shear lag (zie vorige pagina, $b_{eff} = 3132$ mm).



Figuur 14: Doorsnede hoofdligger met elastische spanningsverdeling t.g.v. buiging in de UGT.

Bovenstaande spanningen in de UGT zijn berekend met (incl. corrosie en shear lag):

$$\sigma = M_{Ed} \cdot z / I_y$$

Met: $M_{y,Ed} = 4630$ kNm

[Bijlage C-2 par. 3.1.1.1]

$$I_y = 64.8 \cdot 10^9 / 2 = 32.4 \cdot 10^9$$

[paragraaf 7.1.2]

$$z = \text{conform bovenstaande figuur}$$

7.3. TOETSINGEN

7.3.1. Stijfheid

Doorbuiging

Er zijn geen formele eisen aan de doorbuiging van de hoofdliggers. Gezien de toog van de hoofdliggers wordt er, in verband met het uiterlijk van de constructie, geen eis aan de totale doorbuiging gesteld. In verband met het gebruik van de constructie, wordt de veranderlijke doorbuiging beperkt tot 3/1000 van de overspanning (of tweemaal de uitkraging) conform NEN 1990 bijlage A.1.4.3 (3) (4). Deze doorbuiging wordt getoetst in de BGT karakteristieke combinatie. Dit is een conservatieve benadering aangezien dit artikel de frequente belastingcombinatie voorschrijft.

Toetsing veranderlijke doorbuiging:

$$u_{z,tot} = 34.8 \text{ mm}$$

[Bijlage C-2 par. 2.1.1.1]

$$u_{z,pb} = 21.2 \text{ mm} \quad -/-$$

[Bijlage C-2 par. 2.2.2.1]

$$u_{z,vb} = 13.6 \text{ mm}$$

$$u_{z,max} = 3 * L / 1000 = 3 * 23700 / 1000 = 71.1 \text{ mm} \quad [\text{NEN-EN 1990 bijlage A.1.4.3 (4)}]$$

$$u_{z,vb} \leq u_{z,max} \rightarrow \text{akkoord}$$

NB. Dit is geen formele eis.

Trillingen

Trillingen zijn getoetst voor de orthotrope dekplaat en de hoofdliggers tezamen, zie paragraaf 6.2.1.

7.3.2. Sterkte

Profielklasse

De doorsnede wordt geclassificeerd conform NEN 1993-1-1 tabel 5.2.

De uitkragende bovenflens wordt op druk belast. Hiervoor geldt:

$$\begin{aligned}c &= 300 \text{ mm} \\t &= 28 \text{ mm} && \text{(gereduceerde plaatdikte i.v.m. corrosie)} \\ \varepsilon &= \sqrt{(235 / 355)} = 0.814\end{aligned}$$

Voor uitkragende flenzen op druk belast in profielklasse 3 geldt : $c / t \leq 14 * \varepsilon$.

$$c / t = 10.7 \leq 14 * \varepsilon = 11.4 \rightarrow \text{akkoord} \rightarrow \text{klasse 3}$$

Conclusie: voor de bovenflens geldt dat de elastische momentcapaciteit kan worden bereikt voordat lokaal plooien optreedt.

De lijven worden op druk+buiging belast. Hiervoor geldt:

$$\begin{aligned}c &= 1670 \text{ mm} \\t &= 10 \text{ mm} && \text{(gereduceerde plaatdikte i.v.m. corrosie)} \\ \Psi &= \sigma_{ten,Ed} / \sigma_{com,Ed} = 66 / 172 = 0.384 \\ \varepsilon &= \sqrt{(235 / \sigma_{com,Ed})} = 1.17 && \text{(gerekend met } \sigma_{com,Ed} = 172 \text{ N/mm}^2\text{)}\end{aligned}$$

Voor inwendige delen op druk+buiging belast in profielklasse 3 geldt: $c / t \leq 42 * \varepsilon / (0.67 - 0.33 * \Psi)$.

$$c / t = 167 \leq 42 * \varepsilon / (0.67 - 0.33 * \Psi) = 90 \rightarrow \text{niet akkoord} \rightarrow \text{klasse 4}$$

Conclusie: de lijfplaat voldoet niet aan de eisen voor doorsneden in klasse 3 en valt daarom in klasse 4. Voor deze klasse geldt dat de elastische momentcapaciteit niet kan worden bereikt voordat lokaal plooien optreedt. De lijfplaat wordt daarom getoetst op plaatplooien conform NEN-EN 1993-1-5.

Voor lijven zonder dwarsverstijvers moet de weerstand tegen plooien door afschuiving volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 te zijn bepaald indien: $h_w / t_w > 72 * \varepsilon / \eta$.

Voor de lijven geldt:

$$\begin{aligned}h_w &= 1670 \text{ mm} \\t &= 10 \text{ mm} \\ \varepsilon &= \sqrt{(235 / 355)} = 0.814 \\ \eta &= 1.2 && \text{(conform NEN-EN 1993-1-5 artikel 5.1 (2))}\end{aligned}$$

$$h_w / t = 167 > 72 * \varepsilon / \eta = 49 \rightarrow \text{niet akkoord} \rightarrow \text{weerstand tegen plooien toetsen}$$

Conclusie: voor de lijven geldt dat de weerstand tegen plooien door afschuiving conform NEN-EN 1993-1-5 moet zijn bepaald.

Buiging

Controle lokaal plooien conform NEN-EN 1993-1-5 paragraaf 4.4.

Relatieve plaatslankheid:

$$\lambda_p = \sqrt{(f_{yd} / \sigma_{cr})} = (b / t) / (28.4 * \varepsilon * \sqrt{k_\sigma}) = 2.12$$

Met:	b	= 1670 mm	(hoogte lijf tussen flenzen)
	t	= 10 mm	(gereduceerde dikte lijf i.v.m. corrosie)
	ε	= $\sqrt{(235 / 355)} = 0.81$	
	k_σ	= $7.81 - 6.29 * \Psi - 9.78 * \Psi^2 = 11.66$	(plooifactor)
Met:	Ψ	= $66 / -172 = -0.384$	(spanningsverhouding)

Reductiefactor t.g.v. plaatplooien:

$$\lambda_p \geq 0.5 + \sqrt{(0.085 - 0.55 * \Psi)} = 0.826 \rightarrow \rho = \lambda_p - 0.055 * (3 + \Psi) / \lambda_p^2 = 0.44$$

Van de lijfplaat in de drukzone mag slechts 44% worden gebruikt bij de berekening van de (elastische) momentweerstand. Omdat het lijf toch al een relatief klein aandeel had, wordt deze ter vereenvoudiging helemaal verwaarloosd bij de berekening van de momentweerstand. Zodoende wordt alleen de capaciteit van de flenzen meegenomen bij de berekening van de momentweerstand.

$$M_{y,f,Rd} = A_f * f_{yd} * z = 6730 \text{ kNm}$$

Met:	A_f	= $398 * 28 \text{ mm}^2$	(minimale oppervlakte per flens)
	f_{yd}	= 355 N/mm^2	
	z	= 1700 mm	(h.o.h.-afstand tussen flenzen)

$$M_{y,Ed} = 4630 \text{ kNm} \quad [\text{Bijlage C-2 par. 3.1.1.1}]$$

$$M_{y,Ed} \leq M_{y,f,Rd} \rightarrow \text{akkoord}$$

Knik gedrukte bovenflens

Door het buigend moment wordt de bovenflens op druk belast. De bovenflens kan worden beschouwd als een continu verend gesteunde staaf. De ondersteuning wordt verzorgd door de orthotrope lijfplaat van de hoofdliggers die op de dekplaat is ingeklemd. De volgende pagina bevat de toetsing van de bovenflens op knik.

De buigstijfheid van de ligger (d.w.z. dekplaat) is gereduceerd in verband met de stijfheid van de boutverbinding in het midden van de dekplaat. De extra vervorming van de boutverbinding is in de BGT karakteristieke combinatie 6.6 mm. De buigvervorming van de ligger is in deze combinatie 19.1 mm. Zie paragraaf 6.2.1. De reductie van de buigstijfheid is zodoende 26.3 %.

$$\text{De optredende staalspanning is } \sigma_{Ed} = f_{yd} * M_{y,Ed} / M_{y,f,Rd} = 244 \text{ N/mm}^2.$$

Toetsing continu verend gesteunde staaf

Toetsing conform NEN-EN 1993-1-1 NB.NA.2.4.3.

Gegevens ligger (d.w.z. dekplaat + troggen)

lengte	L	=	7200 mm	
breedte trog	b	=	600 mm	
traagheidsmoment per trog	I	=	9.16E+07 mm ⁴	Reductie 26.3 % toegepast.
traagheidsmoment per m	I	=	1.53E+08 mm ⁴	

Gegevens kolom (d.w.z. borstwering + troggen)

hoogte	H	=	1700 mm	
breedte trog	b	=	600 mm	
traagheidsmoment per trog	I	=	4.05E+07 mm ⁴	
traagheidsmoment per m	I	=	6.75E+07 mm ⁴	

Gegevens staaf (d.w.z. bovenflens)

Lengte	L	=	23700 mm	
afmeting in knikrichting	b	=	400 mm	
afmeting haaks op knikri.	t	=	30 mm	
traagheidsmoment	I	=	1.60E+08 mm ⁴	
oppervlakte	A	=	12000 mm ²	
traagheidsstraal	i	=	115 mm	
vloeigrens	f _{yd}	=	355 N/mm ²	

Gegevens overige

E-modulus	E	=	210000 N/mm ²	
veerstijfheid steunen	k _{st}	=	2273 N/mm	zie toelichting verderop
h.o.h.-afstand steunen	a _{st}	=	600 mm	
instabiliteitskromme			c	conform tabel 6.2
grenswaarde rel. slankheid 1	dakjeλ ₁	=	0.41	conform tabel NB.4
grenswaarde rel. slankheid 2	dakjeλ ₂	=	0.74	conform tabel NB.4
factor t.b.v. eff. veerstijfheid	φ ₁	=	0.64	conform tabel NB.4
imperfectiefactor	α	=	0.49	conform tabel 6.1
Referentieslankheid	λ ₁	=	76.4	conform art. 6.3.1.3 (1)

Berekening kniklengte en knikfactor conform art. C.2.4.3 (2)

beddingsconstante	β	=	1.86 N/mm ²	
effectieve veerstijfheid	k	=	1118 N/mm	
relatieve beddingsconstante	β _{rel}	=	1093	
kniklengte / staaf lengte	L _{cr} / L	=	0.195	conform tabel NB.5
kniklengte	L _{cr}	=	4622 mm	
relatieve slankheid	dakjeλ	=	0.524	conform art. 6.3.1.3 (1)
factor t.b.v. knikfactor	Φ	=	0.717	conform art. 6.3.1.2 (1)
knikfactor	χ	=	0.830	conform art. 6.3.1.2 (1)
effectieve veerstijfheid	k(1)	=	1098 N/mm	
effectieve veerstijfheid	k(2)	=	1118 N/mm	
effectieve veerstijfheid	k(3)	=	909 N/mm	

Toetsing staaf

optredende staalspanning	σ _{Ed}	=	244 N/mm ²	
knikfactor	χ	=	0.830	
vloeigrens	f _{yd}	=	355 N/mm ²	
maximale staalspanning	σ _{b,Rd}	=	294 N/mm ²	
Toetsing sterkte:	u.c.	=	0.83 < 1.0 akkoord	

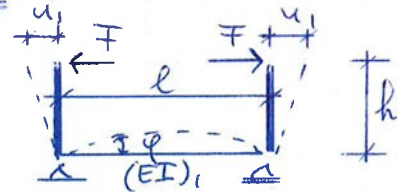
Veerstijfheid ondersteuning

Vervorming ligger =

$$\varphi = \frac{Ml}{2(EI)}$$

$$u_1 = \varphi * h$$

$$M = F * h$$

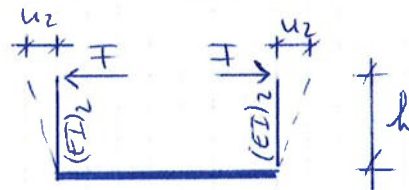


$$u_1 = \frac{F * h * l * h}{2(EI)_1} = \frac{F l h^2}{2(EI)_1}$$

$$K_1 = \frac{F}{u_1} = \frac{2(EI)_1}{l h^2}$$

Vervorming kolom =

$$u_2 = \frac{F h^3}{3(EI)_2}$$



$$K_2 = \frac{F}{u_2} = \frac{3(EI)_2}{h^3}$$

Vervorming totaal =

$$K_{st}^{-1} = K_1^{-1} + K_2^{-1} = \left(\frac{2(EI)_1}{l h^2} \right)^{-1} + \left(\frac{3(EI)_2}{h^3} \right)^{-1} \quad [N/mm]$$

Dwarskracht

Controle lokaal plooien conform NEN-EN 1993-1-5 paragraaf 5.3.

Relatieve plaatslankheid:

$$\lambda_w = h_w / (86.4 * t * \varepsilon) = 2.37$$

Met: $h_w = 1670 \text{ mm}$

(hoogte lijf tussen flenzen)

$t = 10 \text{ mm}$

(gereduceerde dikte lijf i.v.m. corrosie)

$\varepsilon = \sqrt{(235 / 355)} = 0.814$

Reductiefactor t.g.v. plaatplooien:

$$\lambda_w \geq 1.08 \rightarrow X_w = 1.37 / (0.7 + \lambda_w) = 0.446$$

Van de lijfplaat mag 44.6% worden gebruikt bij de berekening van de dwarskrachtweerstand.
De bijdrage van de flenzen wordt ter vereenvoudiging verwaarloosd.

$$V_{z,w,Rd} = X_w * f_{yd} * h_w * t / \sqrt{3} = 1530 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 795 \text{ kN}$$

[Bijlage C-2 par. 3.1.1.1]

$$V_{z,Ed} \leq V_{z,w,Rd} \rightarrow \text{akkoord}$$

Interactie buiging en dwarskracht

Omdat bij de momentweerstand alleen de flenzen zijn meegenomen ($M_{y,f,Rd}$) en bij de dwarskrachtweerstand alleen de lijfplaat is meegenomen ($V_{z,w,Rd}$), hoeft de interactie tussen buiging en dwarskracht niet te worden getoetst. Bovendien treden de maximale buiging en maximale dwarskracht niet op dezelfde positie in de hoofdliggers op.

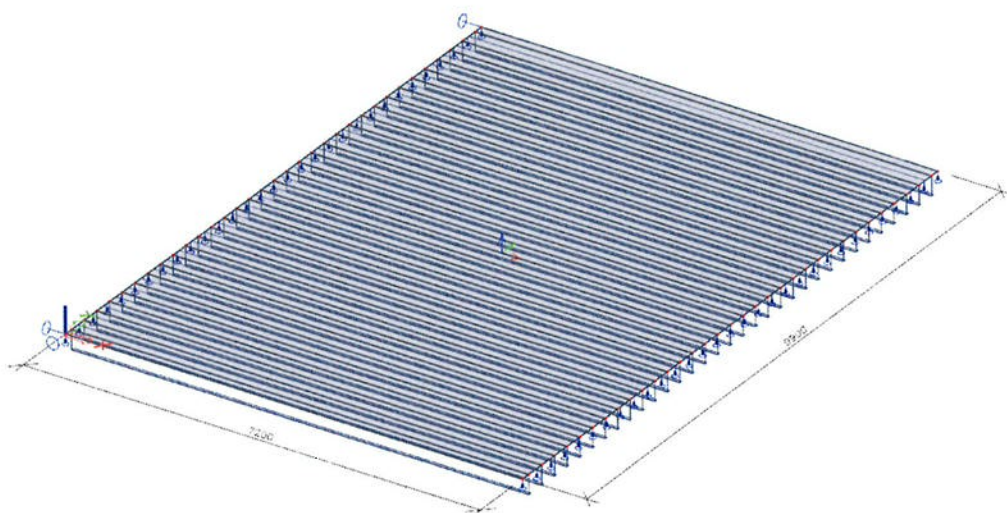
8. PLAATWERKING ORTHOTROPE DEKPLAAT

8.1. BEREKENING KRACHTSWERKING

8.1.1. Schematisatie rekenmodel

De dekplaat wordt verstijfd met troggen. Hierdoor ontstaat een orthotrope dekplaat met een hoge buigstijfheid dwars op de overspanningsrichting van het brugdek (y-richting) en een lage buigstijfheid evenwijdig aan de overspanningsrichting van het brugdek (x-richting). In hoofdstuk 6 is de orthotrope dekplaat geschematiseerd als een ligger die overspant tussen de hoofdliggers zónder spreiding van lokale wiellasten in dwarsrichting. Dit is voor de toetsingen van de orthotrope dekplaat als ligger een conservatieve werkwijze.

In dit hoofdstuk wordt de krachtswerking in langs- en dwarsrichting van de orthotrope dekplaat berekend mét spreiding van lokale wiellasten in dwarsrichting. De krachtswerking in de orthotrope dekplaat geschematiseerd als plaat, wordt berekend middels een 3D-rekenmodel in SCIA Engineer. De orthotrope dekplaat is gemodelleerd met een 2D-plaatelement met ribben, zie onderstaande figuur. Iedere trog wordt gesplitst in twee L-vormige ribben waarbij iedere rib gelijk is aan één lijf en de helft van de onderflens van een trog. De overspanning tussen de hoofdliggers is 7.200 m. In dwarsrichting van de dekplaat is een lengte van 9.9 m gemodelleerd. De h.o.h.-afstand van de ribben is 300 mm.



Figuur 15: Mechanicaschema plaatwerking orthotrope dekplaat.

De L-vormige ribben hebben een verticaal lijf van $300 \times 6 \text{ mm}^2$ en een horizontale onderflens van $50 \times 5 \text{ mm}^2$. De dekplaat heeft een dikte van 12 mm. Voor de elasticiteitsmodulus is $2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$ gehanteerd.

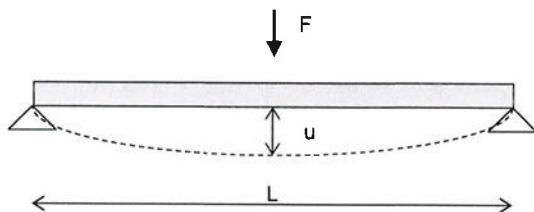
In een latere fase is gebleken dat de detaillering van de boutverbinding in het midden van de dekplaat geen berekening op basis van volledige continuïteit rechtvaardigt. De rotatiestijfheid van deze verbinding is niet alsnog meegenomen in het rekenmodel omdat de invloed op de vervormingen beperkt is (circa 26.3 %). En omdat de unity check van de dekplaat laag is (u.c. = 0.50 zie hoofdstuk 10).

8.1.2. Opleggingen

De orthotrope dekplaat draagt zijn belasting af aan de hoofdliggers. Deze hoofdliggers zijn torsieslap. Daarom worden de opleggingen van de orthotrope dekplaat als scharnierend geschematiseerd. Ten aanzien van de verticale stijfheid van de oplegging worden twee situaties beschouwd:

- Starre oplegging;
- Verende oplegging;

De verende oplegging van de orthotrope dekplaat is berekend middels onderstaand schema.



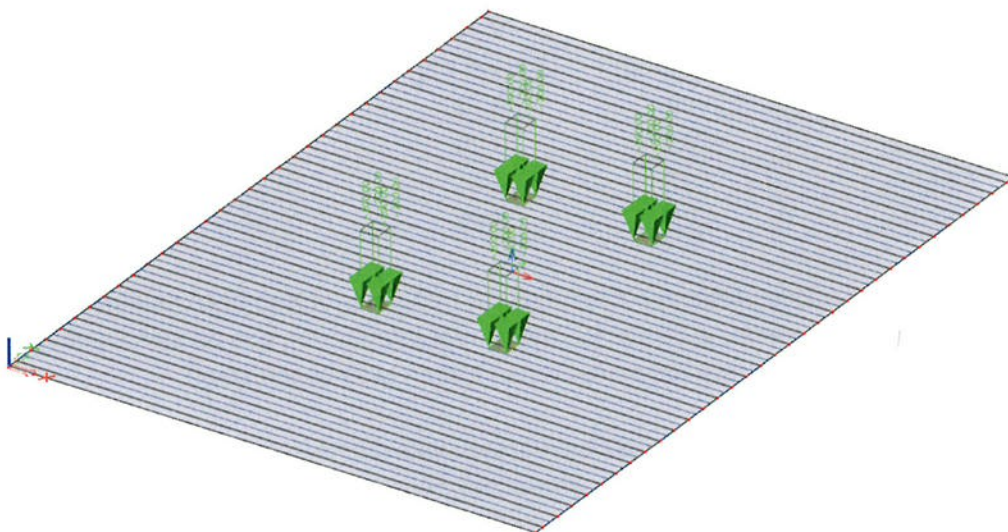
Figuur 16: Schema t.b.v. veerstijfheid oplegging orthotrope dekplaat.

K_v	$= F / u = 48 \cdot EI / L^3 = 25 \cdot 10^3 \text{ N/mm} (= 25 \text{ MN/m})$	
Met:	$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$	(elasticiteitsmodulus)
	$I = 64.8 \cdot 10^9 / 2 = 32.4 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$	(traagheidsmoment hoofdliggers)
	$L = 23700 \text{ mm}$	(overspanning hoofdliggers)

8.1.3. Belastingen

Er zijn vier belastingevallen beschouwd in het rekenmodel:

- BG01: Dienstvoertuig in het midden van de orthotrope dekplaat met wielprenten boven een rib (zie onderstaande figuur; $F = 4 \times 12.5 \text{ kN}$);
- BG02: Dienstvoertuig naast hoofdliggers met wielprenten boven een rib ($F = 4 \times 12.5 \text{ kN}$);
- BG03: Dienstvoertuig in het midden van de orthotrope dekplaat met wielprenten tussen twee ribben ($F = 4 \times 25 \text{ kN}$);
- BG04: Dienstvoertuig naast hoofdliggers met wielprenten tussen twee ribben ($F = 4 \times 25 \text{ kN}$);



Figuur 17: BG01: Dienstvoertuig in het midden van de orthotrope dekplaat met wielprenten boven een rib.

De gelijkmatig verdeelde belasting (mensenmassa) is niet maatgevend voor de dwarsbuiging in de orthotrope dekplaat.

De dwarsbuiging door het onbedoeld voertuig kan worden berekend door de dwarsbuiging door het dienstvoertuig te vermenigvuldigen met een factor $K = 1.10 \times 25.0 \text{ kN} / 12.5 \text{ kN} = 2.2$. De factor 1.1 komt door de kleinere h.o.h.-afstand van het onbedoeld voertuig (d.w.z. 1.3 m) dan van het dienstvoertuig (d.w.z. 1.75 m).

8.1.4. Invoer en resultaten SCIA Engineer

Bijlage D-1 en D-2 bevat respectievelijk de invoer en resultaten van het SCIA Engineer rekenmodel van de plaatwerking in de orthotrope dekplaat met een verende oplegging.

Bijlage D-3 en D-4 bevat respectievelijk de invoer en resultaten van het SCIA Engineer rekenmodel van de plaatwerking in de orthotrope dekplaat met een starre oplegging.

8.2. RESULTATEN

8.2.1. Langsrichting van orthotrope dekplaat (y-richting)

Onderstaande tabel bevat de maximum buiging en dwarskracht in langsrichting van de orthotrope dekplaat (y-richting) voor het rekenmodel met verende en starre opleggingen. De resultaten zijn gesommeerd per halve trog (d.w.z. over één rib en bijbehorende breedte van de dekplaat van 300 mm). De buiging en dwarskracht is afhankelijk van de mate van spreiding van lokale wiellasten in dwarsrichting van de orthotrope dekplaat.

Tabel 6: Buiging en dwarskracht in langsrichting van orthotrope dekplaat (y-richting) per halve trog.

	Verende opleggingen [Bijlage D-2 hfd. 2]		Starre opleggingen [Bijlage D-4 hfd. 2]	
	$M_{y,Ek}$ [kNm per rib]	$V_{z,Ek}$ [kN per rib]	$M_{y,Ek}$ [kNm per rib]	$V_{z,Ek}$ [kN per rib]
BG01	8.89	6.19	9.05	6.25
BG02	6.55	8.28	7.35	10.30
BG03	7.97	4.44	8.13	4.48
BG04	5.77	6.59	6.33	7.94

Uit bovenstaande volgt dat het rekenmodel met starre opleggingen maatgevend is voor de dwarsbuiging. Verder is de situatie dat de wiellasten boven een rib staan maatgevend ten opzichte van de situatie dat de wiellasten tussen twee ribben staan.

Bijlage D-5 bevat een vergelijk van maatgevende momenten en dwarskrachten per rib met de langsbuiging en dwarskracht per as van het dienstvoertuig. Hieruit volgt het aantal ribben danwel troggen dat in rekening kan worden gebracht.

NB. De getallen in bijlage D-5 wijken iets af van bovenstaande tabel door latere een wijziging van de netgrootte in SCIA Engineer. Dit heeft verder geen praktische consequenties.

Uit bijlage D-5 volgt dat bij buiging de wiellasten over 1.6 á 1.9 troggen verdeeld mogen worden. Maar bij dwarskracht geldt dat de wiellasten over slechts 0.9 á 1.0 trog verdeeld mogen worden.

8.2.2. Dwarsrichting van orthotrope dekplaat (x-richting)

De totale dwarsbuiging in de dekplaat (x-richting) is de som van globale en lokale dwarsbuiging.

Globale dwarsbuiging treedt op doordat een wiellast over meerdere troggen gespreid wordt. De dekplaat kan worden gezien als een verend ondersteunde ligger in dwarsrichting. Deze dwarsbuiging treedt zowel in lengte als breedte op over een relatief grote lengte. En de positieve buiging is veel groter dan de negatieve buiging.

NB. Positieve buiging geeft trek aan de onderzijde van de dekplaat.

Lokale dwarsbuiging treedt op doordat een wiellast naar de ribben moet worden afgedragen. De dekplaat kan worden gezien als een star ondersteunde ligger in dwarsrichting. Deze dwarsbuiging treedt zowel in lengte als breedte op over een relatief kleine lengte. En de positieve buiging is van gelijke orde groote als de negatieve buiging. De maximale positieve lokale buiging (veldmoment) treedt op wanneer een wiellast tussen de ribben staat. De maximale negatieve buiging (steunpuntmoment) treedt op wanneer een wiellast boven een rib staat.

Onderstaande tabel bevat de maximum dwarsbuiging in de orthotrope dekplaat voor het rekenmodel met verende en starre opleggingen.

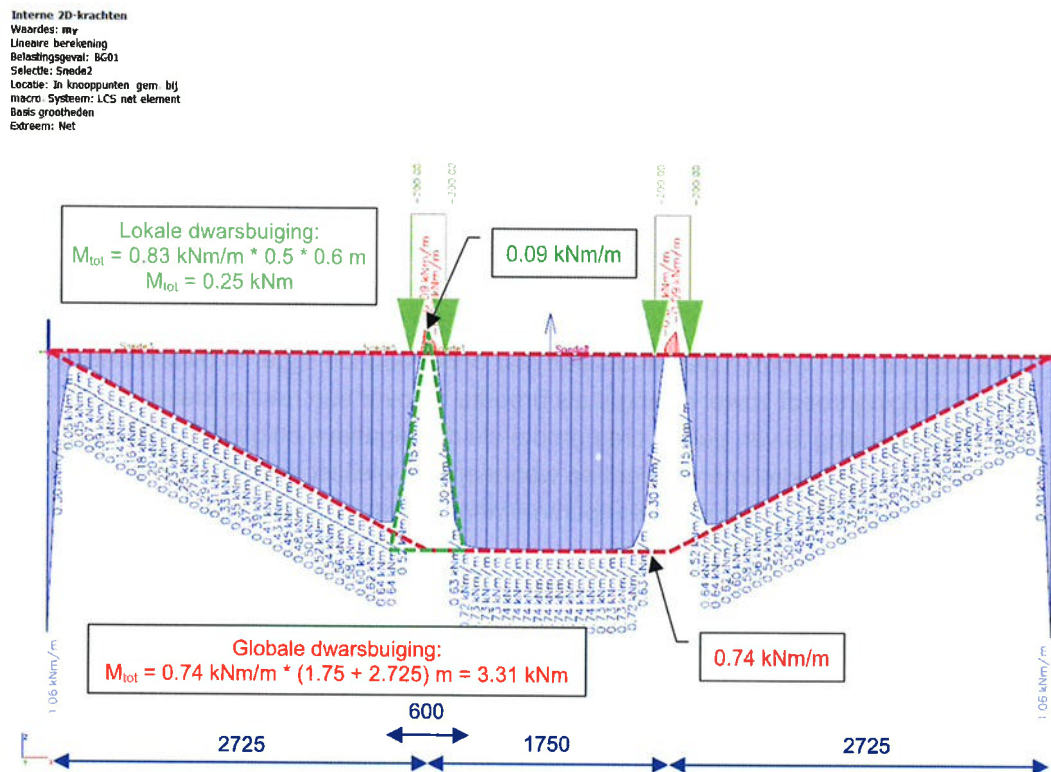
Tabel 7: Dwarsbuiging in orthotrope dekplaat (x-richting).

$m_{y,Ek}$ [kNm/m]	Verende opleggingen [Bijlage D-2 hfd. 3]			Starre opleggingen [Bijlage D-4 hfd. 3]		
	globaal	lokaal	totaal	globaal	lokaal	totaal
BG01	+0.74	-0.83	+0.74	+0.71	-0.83	+0.71
BG02	+0.59	-0.81	+0.59	+0.50	-0.78	+0.50
BG03	+0.57	+0.63	+1.20	+0.54	+0.63	+1.17
BG04	+0.45	+0.65	+1.10	+0.37	+0.66	+1.03

Uit bovenstaande volgt dat het rekenmodel met verende opleggingen maatgevend is voor de dwarsbuiging. Verder is de situatie dat de wiellasten tussen twee ribben staan maatgevend ten opzichte van de situatie dat de wiellasten boven een rib staan.

De volgende pagina's bevatten een verder grafische toelichting op de globale en lokale dwarsbuiging.

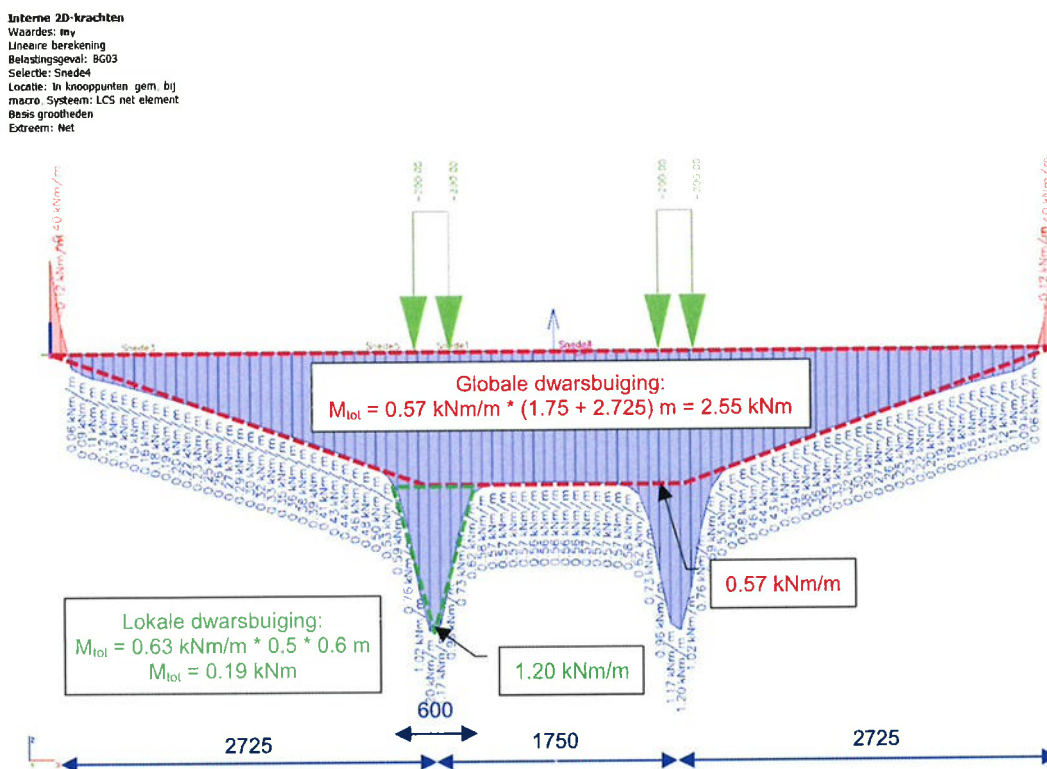
Onderstaande figuur geeft het verloop van de globale en lokale dwarsbuiging weer indien de wielprenten boven een rib staan.



Figuur 18: Globale en lokale dwarsbuiging in orthotrope dekplaat (BG01: Dienstvoertuig in het midden van de orthotrope dekplaat met wielprenten boven een rib).

Bijlage D-6 bevat een handmatige controle van de het globale en lokale dwarsmoment.

Onderstaande figuur geeft het verloop van de globale en lokale dwarsbuiging weer indien de wielprenten tussen twee ribben staan.



Figuur 19: Globale en lokale dwarsbuiging in orthotrope dekplaat (BG03: Dienstvoertuig in het midden van de orthotrope dekplaat met wielprenten tussen twee ribben).

Bijlage D-6 bevat een handmatige controle van de het totale globale en lokale dwarsmoment.

8.2.3. Spanningen t.g.v. plaatwerking

De maximale dwarsbuiging in de dekplaat is (zie paragraaf 8.2.2):

- Dienstvoertuig: $m_{EK} = 1.20 \text{ kNm/m}$;
- Onbedoeld voertuig: $m_{EK} = 2.2 * 1.20 = 2.64 \text{ kNm/m}$;

De normaalspanning ten gevolge van dwarsbuiging in de dekplaat wordt berekend met:

$$\sigma_{EK} = m_{EK} / W_{dekpl}$$

Met: $W_{dekpl} = 1/6 * 1000 * 12^2 = 24 * 10^3 \text{ mm}^3$

De normaalspanning ten gevolge van dwarsbuiging in de dekplaat is:

- Dienstvoertuig: $\sigma_{EK} = \pm 50 \text{ N/mm}^2$;
- Onbedoeld voertuig: $\sigma_{EK} = \pm 110 \text{ N/mm}^2$;

De schuifspanning in de dekplaat is maximaal ter plaatse van een wielprent. Aangehouden wordt een volledige belastingafdracht in dwarsrichting. De maximale schuifspanning in de dekplaat wordt daarom berekend met:

$$\tau_{EK} = F_{EK} / 2 * b * t$$

Met: $F_{EK} = 12.5 \text{ kN}$ voor het dienstvoertuig / 25.0 kN voor het onbedoeld voertuig
 $b = 250 \text{ mm}$ voor het dienstvoertuig / 200 mm voor het onbedoeld voertuig
 $t = 12 \text{ mm}$

De maximale schuifspanning in de dekplaat is:

- Dienstvoertuig: $\tau_{EK} = 2 \text{ N/mm}^2$;
- Onbedoeld voertuig: $\tau_{EK} = 5 \text{ N/mm}^2$;

De maximale normaalspanning t.g.v. langsbuiging in de dekplaat is (zie paragraaf 6.2.3):

- Dienstvoertuig / onbedoeld voertuig: $\sigma_{EK} = 89 / 1.35 = 66 \text{ N/mm}^2$ (o.b.v. $\gamma = 1.35$).

Onderstaande tabel bevat de spanningen ten gevolge van plaatwerking in de dekplaat.

Tabel 8: Spanningen t.g.v. plaatwerking dekplaat.

Belastinggeval	$\sigma_x \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$\tau_{xz} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$\sigma_y \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$\tau_{xy} \text{ [N/mm}^2\text{]}$
Dienstvoertuig	50	2	66	-
Onbedoeld voertuig	110	5	66	-

NB. Voor de gehanteerde richtingen in bovenstaande tabel geldt:

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

NB. De langsrichting is gelijk aan de dwarsrichting van de orthotrope dekplaat. De dwarsrichting is gelijk aan de langsrichting van de orthotrope dekplaat.

Voor de toetsing van de spanningen zie hoofdstuk 10.

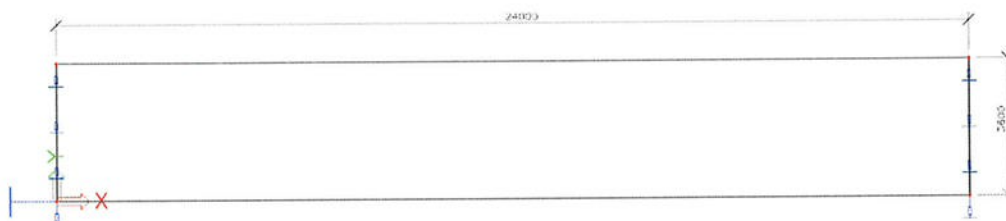
9. SCHIJFWERKING ORTHOTROPE DEKPLAAT

9.1. BEREKENING KRACHTSWERKING

9.1.1. Schematisatie rekenmodel

Horizontale belastingen op het brugdek worden afgedragen middels schijfwerving in de dekplaat. In dit hoofdstuk wordt de bijbehorende krachtswerking berekend. De dekplaat bestaat uit twee delen, gescheiden door de doorgaande boutverbinding. De horizontale belastingen worden daarom verdeeld over de twee dekplaatdelen.

De krachtswerking in de dekplaat wordt berekend middels een 2D-rekenmodel in SCIA Engineer. De dekplaat is gemodelleerd met een 2D-schijfelement, zie onderstaande figuur. De lengte van de dekplaat tussen de landhoofden is circa 24.0 m. De breedte van de dekplaat is $7.2 / 2 = 3.6$ m.



Figuur 20: Mechanicaschema schijfwerving orthotrope dekplaat.

De dekplaat heeft een dikte van 12 mm. Voor de elasticiteitsmodulus is $2.1 \cdot 10^5$ N/mm² gehanteerd.

De verticale kromming van de dekplaat wordt verwaarloosd.

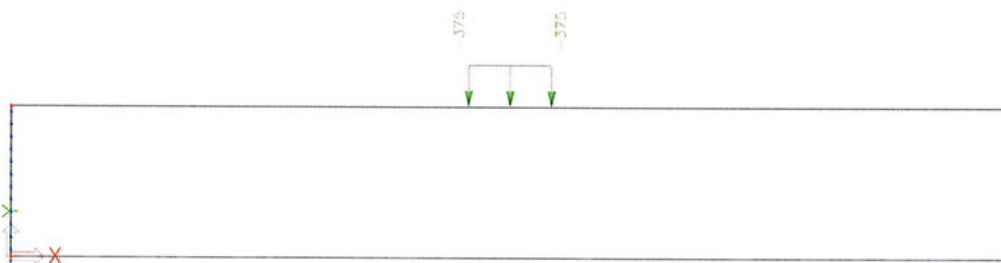
De dekplaat draagt zijn belasting af aan de dwarsblokkeringen ter plaatse van de landhoofden. Om theoretische piekspanningen in het rekenmodel te voorkomen worden de gehele korte kopzijden van de dekplaat voorzien van opleggingen. De horizontale belastingen kunnen hier aan de kopplaat van het brugdek worden afgedragen richting de dwarsblokkering. Inleiding van de reactiekrachten ter plaatse van de dwarsblokkeringen wordt getoetst middels een detailberekening in de UO-fase.

9.1.2. Belastingen

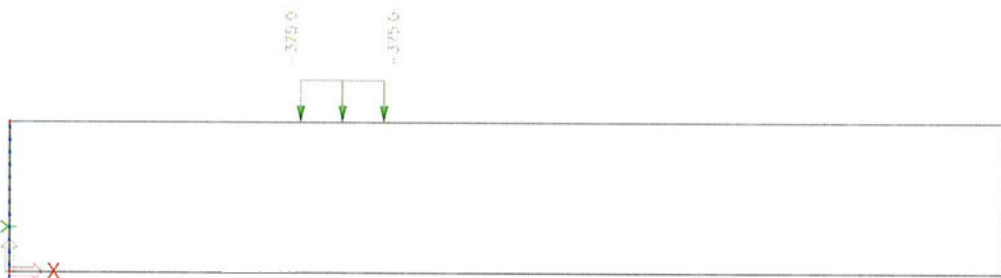
Er zijn drie belastingevallen beschouwd in het rekenmodel (zie onderstaande figuren):

- BG01: Stootbelasting in het midden van het brugdek ($q = 1500 \text{ kN} / 2 / 2.0 \text{ m} = 375 \text{ kN/m}$);
- BG02: Stootbelasting excentrisch op het brugdek ($q = 375 \text{ kN/m}$);
- BG03: Windbelasting ($q = 2.56 \text{ kN/m} / 2 = 1.3 \text{ kN/m}$);

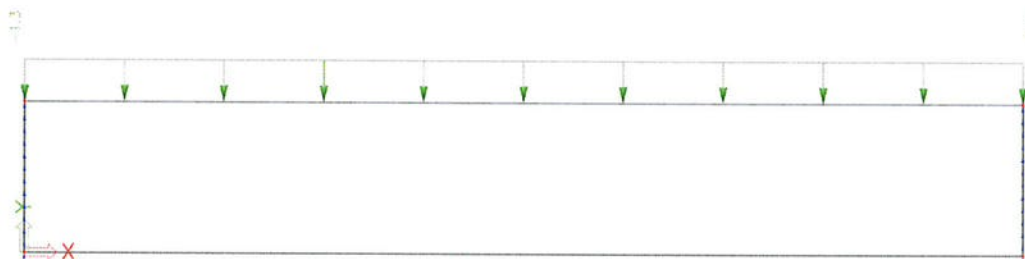
De horizontale belastingen worden verdeeld over de twee dekplaatdelen (zie vorige pagina).
De spanningen ter plaatse van de belastinginleiding (σ_y) moeten daarom worden verdubbeld.



Figuur 21: BG01: Stootbelasting in het midden van het brugdek.



Figuur 22: BG02: Stootbelasting excentrisch op het brugdek.



Figuur 23: BG03: Windbelasting.

9.1.3. Invoer en resultaten SCIA Engineer

Bijlage E-1 en E-2 bevat respectievelijk de invoer en resultaten van het SCIA Engineer rekenmodel van de schijfwerking in de orthotrope dekplaat.

9.2. RESULTATEN

9.2.1. Spanningen t.g.v. schijfwerking

Onderstaande tabel bevat de spanningen ten gevolge van schijfwerking in de dekplaat (zie bijlage E-2).

Tabel 9: Spanningen t.g.v. schijfwerking dekplaat.

Belastinggeval	σ_x [N/mm ²]	τ_{xz} [N/mm ²]	σ_y [N/mm ²]	τ_{xy} [N/mm ²]
Stootbelasting midden [Bijlage E-2 par. 2.1.1.1]	182	-	70	14
Stootbelasting excentrisch [Bijlage E-2 par. 2.1.2.1]	165	-	70	18
Wind [Bijlage E-2 par. 2.1.3.1]	4	-	-	-

NB. Voor de gehanteerde richtingen in bovenstaande tabel geldt:

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

NB. Het gehanteerde x-y-assenstelsel is gelijk aan het x-y-assenstelsel in het rekenmodel in SCIA Engineer.

Voor de toetsing van de spanningen zie hoofdstuk 10.

10. TOETSINGEN INTERACTIE PLAATWERKING EN SCHIJFWERKING

In dit hoofdstuk worden de spanningen in de dekplaat ten gevolge van plaatwerking (dwars- en langsbuiging) en schijfwerking getoetst.

Hierbij wordt de volgende werkwijze gehanteerd:

- Het volgende assenstelsel wordt gebruikt:
 - Langsrichting = x-richting = evenwijdig aan overspanningsrichting equiduct;
 - Dwarsrichting = y-richting = dwars op overspanningsrichting equiduct;
 - Verticaal = z-richting
- De spanningen worden getoetst aan de hand van het vloeicriterium van Von Mises, zie onderstaande formule. De spanningen σ_z en τ_{yz} zijn gelijk aan nul.
- De spanningen t.g.v. plaatwerking volgen uit paragraaf 8.2.3.
- De spanningen t.g.v. schijfwerking volgen uit paragraaf 9.2.1.
- Bij het opstellen van de belastingcombinaties zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
 - Het onbedoeld voertuig is maatgevend t.o.v. het dienstvoertuig.
 - De combinatie met extreme windbelasting is niet maatgevend.
 - De stootbelasting treedt niet op tegelijkertijd met het onbedoeld voertuig.
 - De stootbelasting in het midden van het brugdek is maatgevend t.o.v. de stootbelasting excentrisch op het brugdek.
- Hieruit volgen de beschouwde belastingcombinaties:
 - 1.35 * onbedoeld voertuig en 0.45 * wind;
 - 0.40 * dienstvoertuig en 1.00 * stootbelasting midden;

Vloeicriterium van Von Mises:

$$\sigma_{vgI,Ed} = \sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{y,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed}\sigma_{y,Ed} - \sigma_{y,Ed}\sigma_{z,Ed} - \sigma_{x,Ed}\sigma_{z,Ed} + 3\tau_{xy,Ed}^2 + 3\tau_{yz,Ed}^2 + 3\tau_{xz,Ed}^2} \leq f_y$$

Voor de toetsing van de totale spanningen zie de volgende pagina.

Karakteristieke waarde spanningen

belastinggeval	σ_x [N/mm ²]	τ_{xz} [N/mm ²]	σ_y [N/mm ²]	τ_{xy} [N/mm ²]
dienstvoertuig	50	2	66	0
onbedoeld voertuig	110	5	66	0
wind	4	0	0	0
stootbelasting midden	182	0	70	14
stootbelasting excentrisch	165	0	70	18

Rekenwaarde spanningen - belastingcombinatie 1

belastinggeval	γ_Q	σ_x [N/mm ²]	τ_{xz} [N/mm ²]	σ_y [N/mm ²]	τ_{xy} [N/mm ²]
dienstvoertuig	0	0	0	0	0
onbedoeld voertuig	1.35	149	7	89	0
wind	0.45	2	0	0	0
stootbelasting midden	0	0	0	0	0
stootbelasting excentrisch	0	0	0	0	0
totaal		150	7	89	0

Toetsing:

vergelijkspanning	$\sigma_{v,gl,Ed} =$	131	N/mm ²
vloegrens	$f_{yd} =$	355	N/mm ²
unity check	u.c. =	0.37	< 1.0 => akkoord

Rekenwaarde spanningen - belastingcombinatie 2

belastinggeval	γ_Q	σ_x [N/mm ²]	τ_{xz} [N/mm ²]	σ_y [N/mm ²]	τ_{xy} [N/mm ²]
dienstvoertuig	0.40	20	1	26	0
onbedoeld voertuig	0	0	0	0	0
wind	0	0	0	0	0
stootbelasting midden	1.00	182	0	70	14
stootbelasting excentrisch	0	0	0	0	0
totaal		202	1	96	14

Toetsing:

vergelijkspanning	$\sigma_{v,gl,Ed} =$	177	N/mm ²
vloegrens	$f_{yd} =$	355	N/mm ²
unity check	u.c. =	0.50	< 1.0 => akkoord

11. REACTIEKRACHTEN BRUGDEK

Dit hoofdstuk bevat een opgave van de reactiekrachten en vervormingen van het brugdek ten behoeve van de detailengineering van de opleggingen.

11.1. LANGS- EN DWARSBLOKERING

Onderstaande tabel bevat de horizontale belastingen per langs- en dwarsblokkering. De maximale belasting is vet gedrukt.

Tabel 10: Horizontale belastingen per langs- en dwarsblokkering.

Belastinggeval	Langsrichting $F_{x,tot}$ [kN]	Dwarsrichting $F_{y,tot}$ [kN]	Landhoofd 1 $R_x - R_y$ [kN]		Landhoofd 2 R_y [kN]
Verkeer horizontaal	80	0	80	0	0
Wind	25	62	25	0	31
Stootbelasting brugdek – midden	0	1500	0	750	750
Stootbelasting brugdek – excentrisch	0	1500	0	1000	500
Totaal combi 6.10b verkeer extreem	119	28	119	14	14
Totaal combi 6.10b wind extreem	81	94	81	47	47
Totaal combi 6.11b Stootbelasting midden	32	1500	32	750	750
Totaal combi 6.11b Stootbelasting excentrisch	32	1500	32	1000	500

Aan één zijde wordt het brugdek gefixeerd in langs- én dwarsrichting. Aan de andere zijde wordt het brugdek alleen gefixeerd in dwarsrichting (zie ook paragraaf 2.3). Aan deze laatste zijde dient in langsrichting deze volgende 'vrije vervormingsruimte' tussen het brugdek en landhoofd aanwezig te zijn:

- $\Delta h_1 = \pm 12$ mm t.g.v. temperatuur ($\Delta h = \Delta T \cdot \alpha \cdot L = 40 \text{ °C} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 23.700$);
- $\Delta h_2 = \pm 22$ mm t.g.v. vervorming landhoofden door veranderlijk belastingen;
- $\Delta h_{tot} = \Delta h_1 + \Delta h_2 = \pm 34$ mm;

Let op: bovenstaande vrije vervormingsruimte is exclusief bouwtoleranties.

11.2. VERTICALE OPLEGGINGEN

Onderstaande tabel bevat de verticale belastingen per glijoplegging. De maximale belasting is vet gedrukt.

Tabel 11: Verticale belastingen per glijoplegging.

Belastinggeval	Verticaal $F_{x,tot}$ [kN]
Eigen gewicht brugdek	120
Rustende belasting brugdek	300
Verkeer verticaal	200
Leuningbelasting	8.5
Wind	25
Stootbelasting brugdek – midden	< 145
Stootbelasting brugdek – excentrisch	145
Totaal combi 6.10b (UGT) verkeer extreem	790
Totaal combi 6.14b (BGT kar) verkeer extreem	630
Totaal combi 6.11b (CAL) stootbelasting excentrisch	650

Per glijoplegging moet met de volgende maximale hoekverdraaiing worden gerekend:

- Eigen gewicht: $\varphi_{max} = 0.8$ mrad;
- Rustende belasting: $\varphi_{max} = 2.0$ mrad;
- Combi 6.10b (UGT): $\varphi_{max} = 5.5$ mrad;
- Combi 6.14 b (BGT kar): $\varphi_{max} = 5.0$ mrad;

12. OVERDRACHT UITVOERINGSFASE

In dit hoofdstuk worden de risico's, aandachtspunten en onderdelen uit te werken in de uitvoeringsfase benoemd. Alleen het stalen brugdek wordt hierbij beschouwd.

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.
- 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.
- Het brugdek van weervast staal moet na ingebruikname regelmatig worden geïnspecteerd. De diktevermindering door corrosie moet worden vergeleken met de diktevermindering die in deze rapportage zijn aangehouden. Ook risicoplekken van de constructie moeten worden opgespoord. Dit zijn bijvoorbeeld plaatsen die continu vochtig kunnen zijn.
- Voor de troggen is uitgegaan van een gesloten kokerprofiel. Hierdoor zal aan de binnenzijde van de troggen geen corrosie optreden. De kopse kanten van de troggen dienen te worden dichtgelast.
- De vrije doorrijhoogte onder de brug dient minimaal 5 meter te bedragen gemeten vanaf bovenkant bestaande wegdek van de Peelstraat. Deze vrije hoogte is vergroot met 50 mm ten behoeve van bouwtoeranties, restzettingen van de landhoofden en doorbuiging van het brugdek onder veranderlijke belastingen ($u_{z,vb} \approx 15$ mm). De doorbuiging van het brugdek onder permanente belastingen worden gecompenseerd door het brugdek een extra zeeg mee te geven (zeeg = $u_{z,pb} \approx 35$ mm). De restzettingen van de landhoofden zijn zeer klein omdat de landhoofden inclusief grondaanvulling enkele maanden voor het brugdek worden gerealiseerd.
- Er wordt gemiddeld 200 mm fijn granulaat op het equiduct toegepast. Vanwege mogelijke afwijkingen in de werkelijke dikte wordt er met een lokale toeslag van 200 mm gerekend. Bij het aanbrengen van het fijn granulaat dient met deze randvoorwaarde rekening te worden gehouden.

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). Voor de randvoorwaarden van deze opleggingen zien paragraaf 2.3. Voor de belastingen en vervormingen zie hoofdstuk 11.
- Specificatie van de coating / conserveringslaag op de bovenzijde van de dekplaat (t.b.v. geen corrosie bovenzijde dekplaat).
- De verbindingen in het stalen brugdek zoals las- en boutverbindingen.
- Berekening en toetsing van de krachtswerking in het brugdek ten gevolge van de productie, transport, hijsen etc.
- Berekening en detaillering van transport- en hijsvoorzieningen.

BIJLAGE A BELASTINGCOMBINATIES

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas
Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen
Opgesteld : ir. K. van Cann
Gecontroleerd : ing. M.Th.M. Somers PMSE RC
Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng
Referentie : W18067_RAP002

Bijlage A - 1

					Combinatie	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lijende	Lij
--	--	--	--	--	------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-----

**BIJLAGE B INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
DWARSRICHTING (DEKPLAAT EN LIJFPLAAT)**

Bijlage B-1 Invoer rekenmodel

Bijlage B-2 Resultaten rekenmodel

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas
Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen
Opgesteld : ir. K. van Cann
Gecontroleerd : ing. M.Th.M. Somers PMSE RC
Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng
Referentie : W18067_RAP002



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Materialen, geometrie en opleggingen	2
2.1. Materialen	2
2.2. Doorsneden	2
2.3. Knopen	3
2.4. Staven	3
2.5. Knoopondersteuning	3
2.6. Rekenmodel	4
3. Belastingen en combinaties	5
3.1. Belastinggroepen	5
3.2. Belastingsgevallen	6
3.2.1. Belastingsgevallen - BG01	6
3.2.1.1. Puntlast op staaf	6
3.2.1.2. Lijnlast	6
3.2.1.3. Rekenmodel	6
3.2.2. Belastingsgevallen - BG02	7
3.2.2.1. Lijnlast	7
3.2.2.2. Rekenmodel	7
3.2.3. Belastingsgevallen - BG11	8
3.2.3.1. Lijnlast	8
3.2.3.2. Rekenmodel	8
3.2.4. Belastingsgevallen - BG12	9
3.2.4.1. Puntlast op staaf	9
3.2.4.2. Lijnlast	9
3.2.4.3. Rekenmodel	9
3.2.5. Belastingsgevallen - BG13	10
3.2.5.1. Puntlast op staaf	10
3.2.5.2. Lijnlast	10
3.2.5.3. Rekenmodel	10
3.2.6. Belastingsgevallen - BG14	11
3.2.6.1. Puntlast op staaf	11
3.2.6.2. Rekenmodel	11
3.2.7. Belastingsgevallen - BG15	12
3.2.7.1. Puntlast op staaf	12
3.2.7.2. Rekenmodel	12
3.2.8. Belastingsgevallen - BG16	13
3.2.8.1. Thermische belasting	13
3.2.8.2. Rekenmodel	13
3.2.9. Belastingsgevallen - BG17	14
3.2.9.1. Thermische belasting	14
3.2.9.2. Rekenmodel	14
3.2.10. Belastingsgevallen - BG18	15
3.2.10.1. Lijnlast	15
3.2.10.2. Rekenmodel	15
3.2.11. Belastingsgevallen - BG19	16
3.2.11.1. Lijnlast	16
3.2.11.2. Rekenmodel	16
3.2.12. Belastingsgevallen - BG20	17
3.2.12.1. Rekenmodel	17
3.2.13. Belastingsgevallen - BG21	18
3.2.13.1. Rekenmodel	18
3.3. Combinaties	19
3.4. Resultaatklassen	21
4. Berekening krachstverdeling	23
4.1. Instellingen net	23
4.2. Berekeningsverslag	23



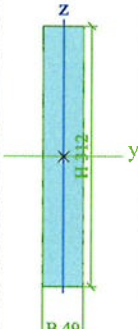
2. Materialen, geometrie en opleggingen

2.1. Materialen

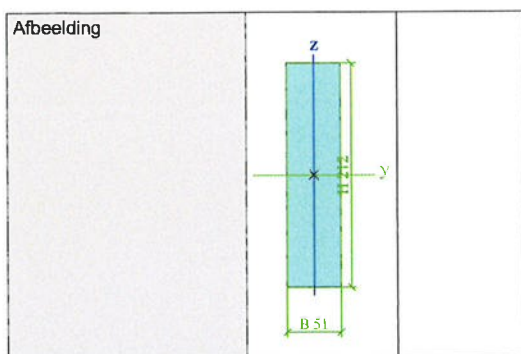
Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	μ	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S 235	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	235.0 215.0	360.0 360.0
S 355	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	355.0 335.0	490.0 470.0

2.2. Doorsneden

CS1 - Orthotrope dekplaat		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	312; 49	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	d	d
A [m²]	1.5322e-02	
A _y [m²], A _z [m²]	1.2769e-02	1.2769e-02
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	7.2222e-01	7.2222e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	25	156
α [deg]	0.00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	1.2429e-04	3.0795e-06
i _y [mm], i _z [mm]	90	14
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	7.9676e-04	1.2541e-04
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	1.1951e-03	1.8812e-04
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	4.24e+05	4.24e+05
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	6.68e+04	6.68e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	1.1046e-05	2.1812e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Afbeelding		

CS1 - Orthotrope lijfplaat		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	212; 51	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	d	d
A [m²]	1.0812e-02	
A _y [m²], A _z [m²]	9.0100e-03	9.0100e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	5.2600e-01	5.2600e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	26	106
α [deg]	0.00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	4.0495e-05	2.3435e-06
i _y [mm], i _z [mm]	61	15
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	3.8202e-04	9.1902e-05
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	5.7304e-04	1.3785e-04
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	2.03e+05	2.03e+05
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	4.89e+04	4.89e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	7.9306e-06	6.7804e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	0



Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting - Berekend door 2D EEM analyse
U	Omtrek per eenheidslengte
U	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$c_{Y,UCS}$	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$c_{Z,UCS}$	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{YZ,LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
$W_{el,y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el,z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief M_y moment
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief M_y moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief M_z moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief M_z moment
d_y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
d_z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I_t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I_w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

1. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0.000		0.000
K2	7.200		0.000
K3	0.000		1.700
K4	7.200		1.700

2.4. Staven

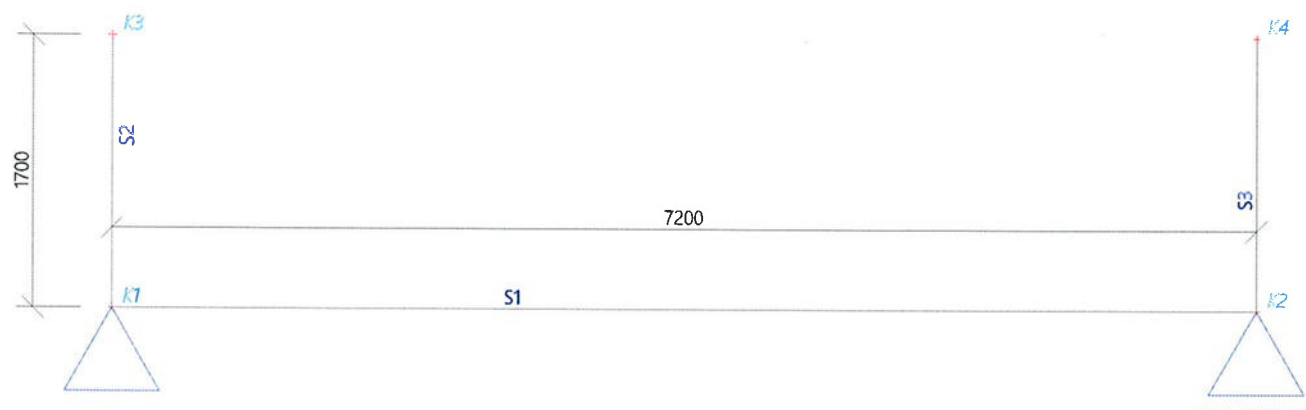
Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1	CS1 - Orthotrope dekplaat - Rechthoek (312; 49)	S 355	7.200	K1	K2	Balk (80)
S2	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek (212; 51)	S 355	1.700	K3	K1	Kolom (100)
S3	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek (212; 51)	S 355	1.700	K2	K4	Kolom (100)

2.5. Knoopondersteuning

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K1	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn2	K2	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij



2.6. Rekenmodel





3. Belastingen en combinaties

3.1. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG11	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG16	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG18	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG20	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning



3.2. Belastingsgevallen

3.2.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG01	Eigen gewicht	Permanent Standaard	LG1

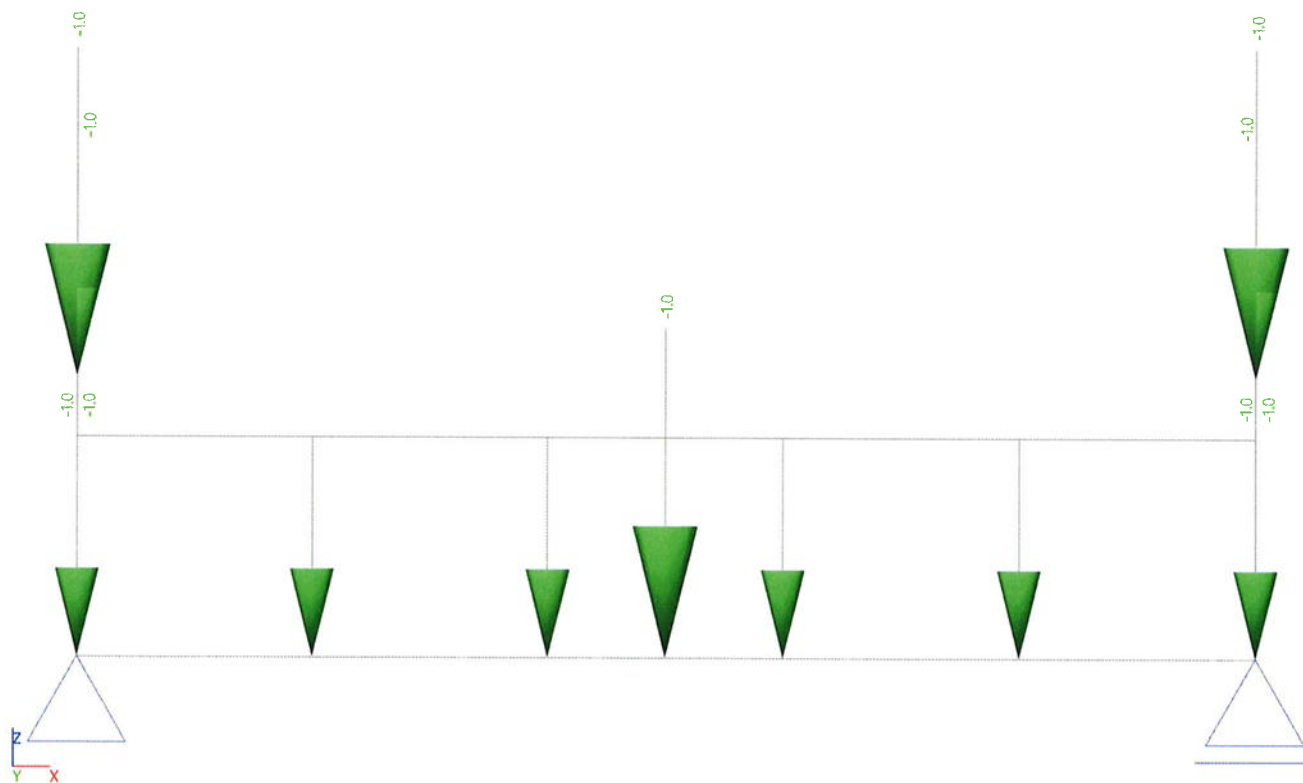
3.2.1.1. Puntlast op staaf

Naam	Staat Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F1	S1 BG01 - Eigen gewicht	GCS Z	-1.0 Kracht	0.500	Rela Vanaf begin	1

3.2.1.2. Lijnlast

Naam	Staat Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast1	S1 BG01 - Eigen gewicht	Kracht LCS	Z Gelijkmatic	-1.0	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast9	S3 BG01 - Eigen gewicht	Kracht GCS	Z Gelijkmatic	-1.0	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast10	S2 BG01 - Eigen gewicht	Kracht GCS	Z Gelijkmatic	-1.0	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.1.3. Rekenmodel





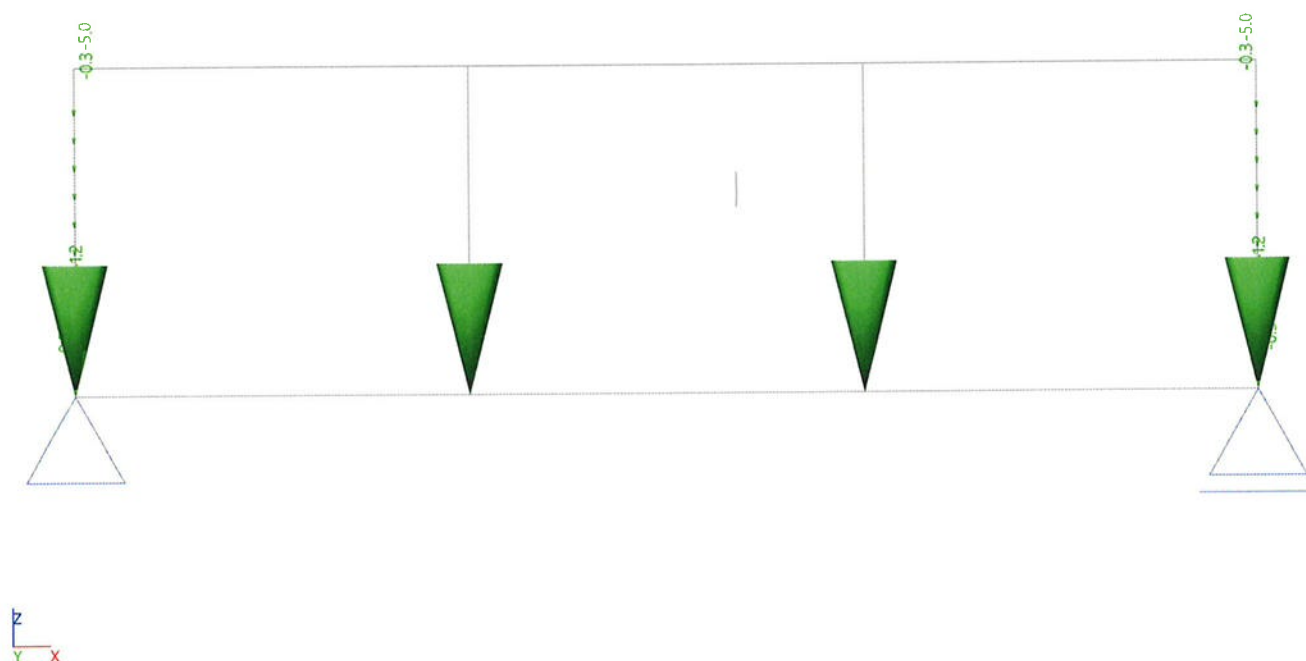
3.2.2. Belastingsgevallen - BG02

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

3.2.2.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast2	S1 BG02 - Rustende belasting	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-5.0	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast11	S3 BG02 - Rustende belasting	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-0.3	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast12	S2 BG02 - Rustende belasting	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-0.3	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.2.2. Rekenmodel





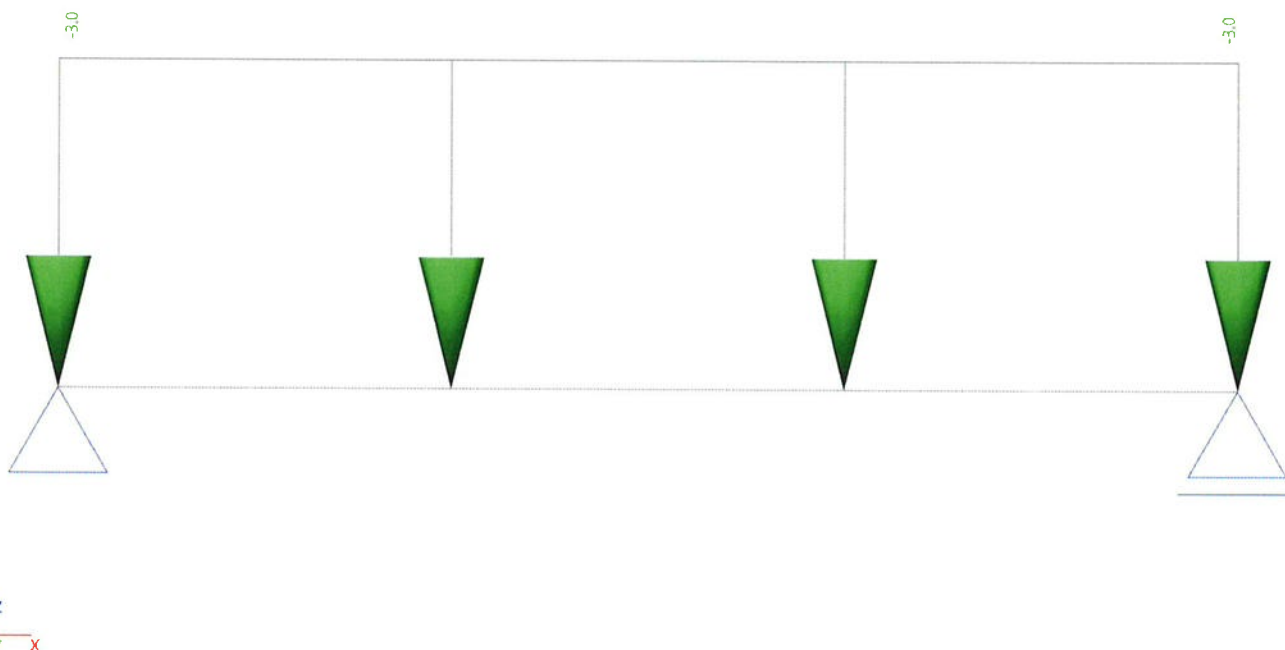
3.2.3. Belastingsgevallen - BG11

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

3.2.3.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast3	S1 BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-3.0	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.3.2. Rekenmodel





3.2.4. Belastingsgevallen - BG12

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG12	Verkeer vert - dienstvoertuig max M Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

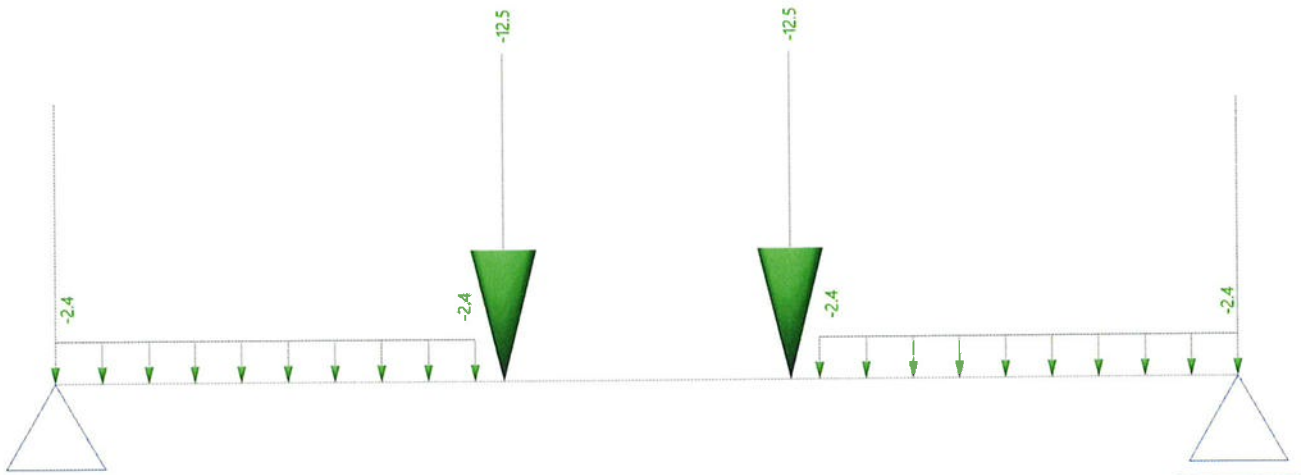
3.2.4.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F2	S1 BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	GCS Z	-12.5 Kracht	2.725	Abso Vanaf begin	2

3.2.4.2. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ [m] Pos x ₂ [m]	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast5	S1 BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-2.4	0.000 2.550	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast6	S1 BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-2.4	4.650 7.200	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.4.3. Rekenmodel





3.2.5. Belastingsgevallen - BG13

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG13	Verkeer vert - dienstvoertuig max V Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

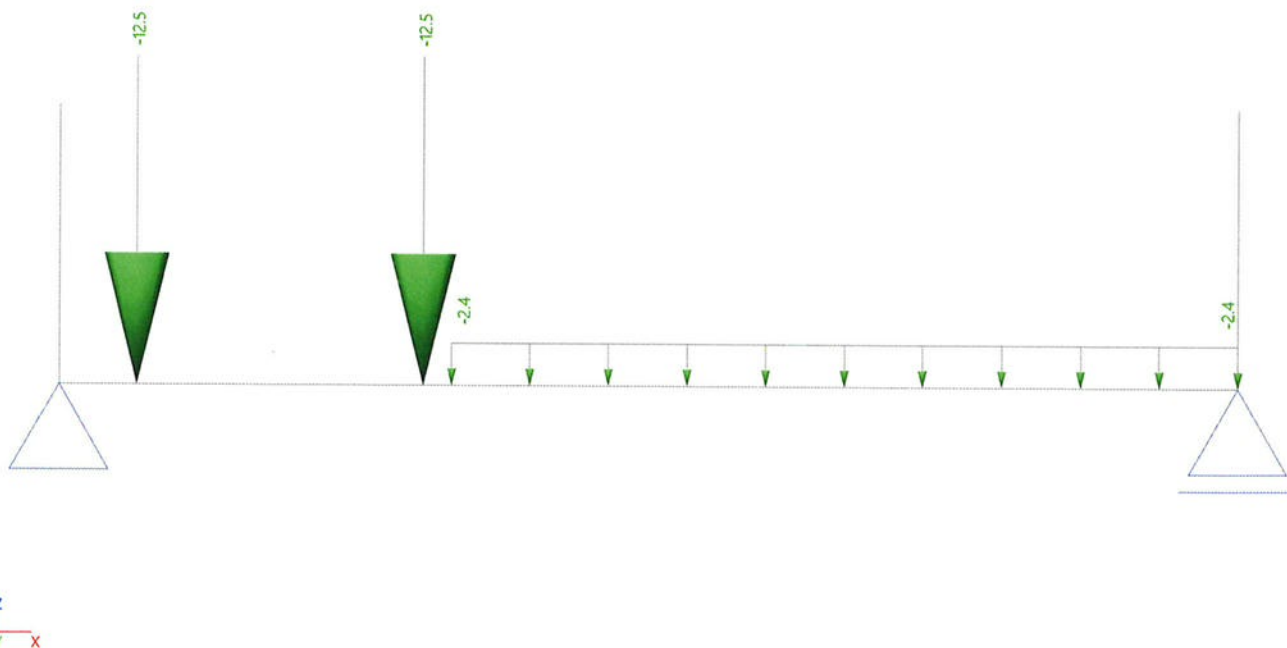
3.2.5.1. Puntlast op staaf

Naam	Staat Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F3	S1 BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	GCS Z	-12.5 Kracht	0.475	Abso Vanaf begin	2

3.2.5.2. Lijnlast

Naam	Staat Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ [m] Pos x ₂ [m]	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast4	S1 BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-2.4	2.400 7.200	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.5.3. Rekenmodel





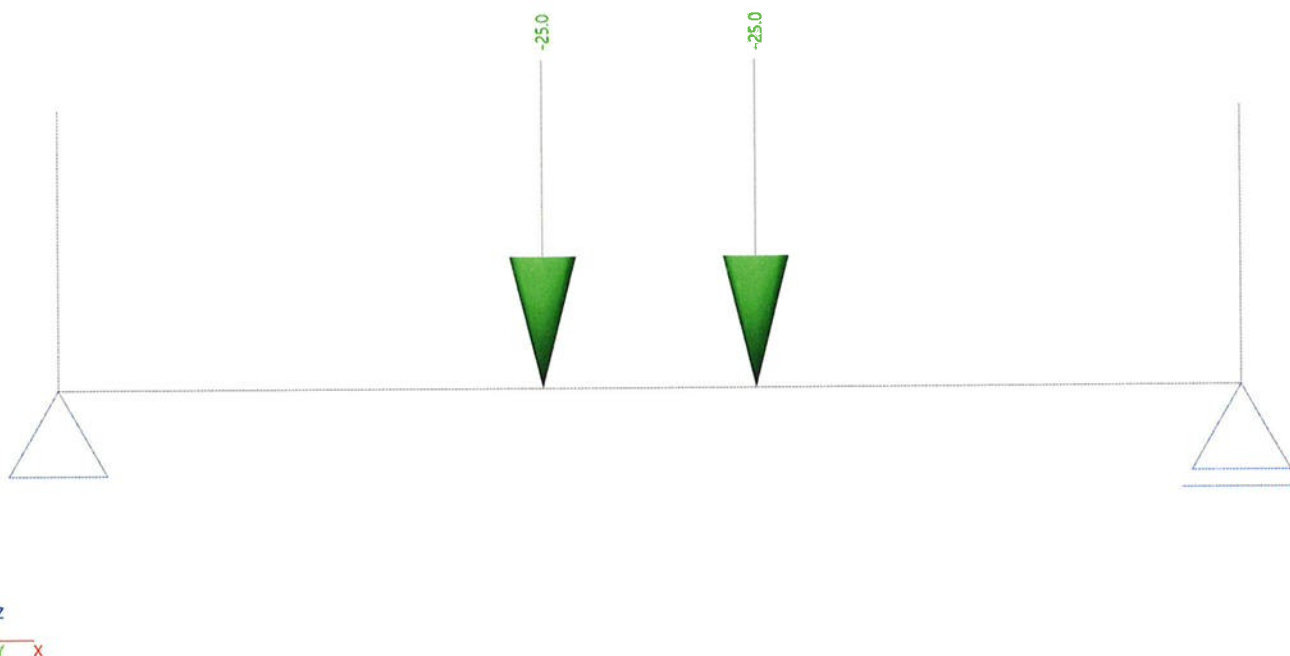
3.2.6. Belastingsgevallen - BG14

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG14	Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

3.2.6.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F4	S1 BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M	GCS Z	-25.0 Kracht	2.950	Abso Vanaf begin	2

3.2.6.2. Rekenmodel





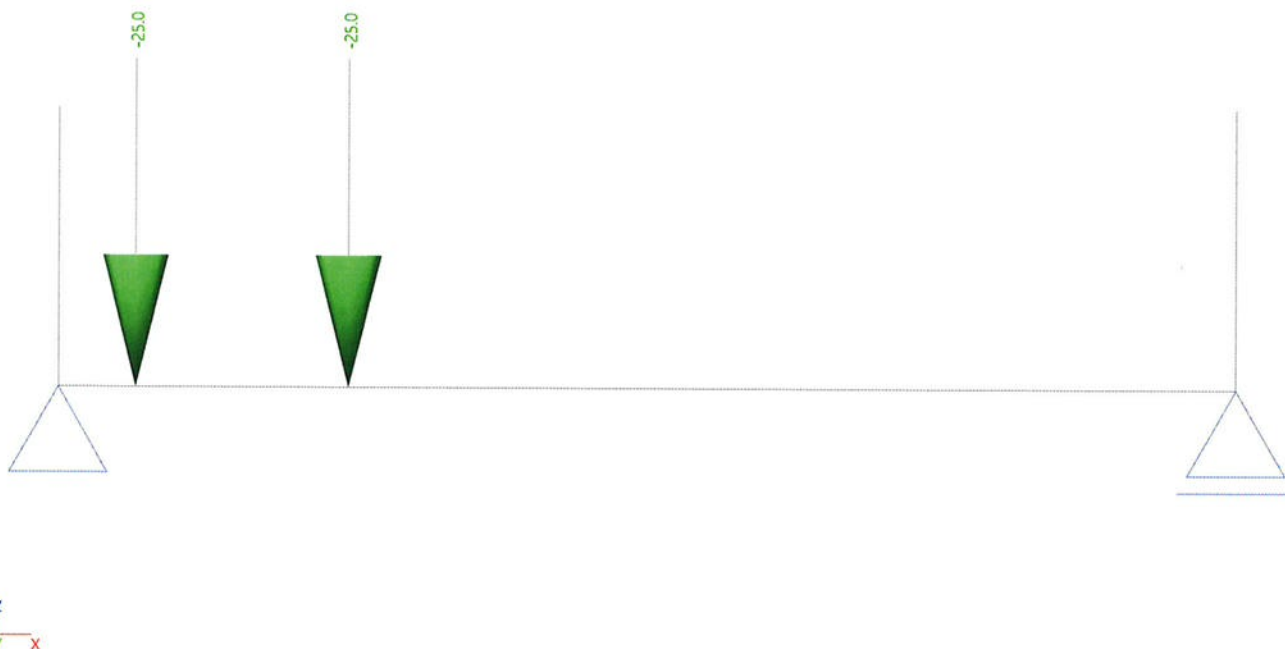
3.2.7. Belastingsgevallen - BG15

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG15	Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

3.2.7.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F5	S1 BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V	GCS Z	-25.0 Kracht	0.475	Abso Vanaf begin	2

3.2.7.2. Rekenmodel





3.2.8. Belastingsgevallen - BG16

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG16	Temperatuur zomer Standaard	Variabel Statisch	LG16	Kort	Geen

3.2.8.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K] -z - Onder delta [K]
Temp1	S1	BG16 - Temperatuur zomer	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	10.00 -10.00
Temp3	S3	BG16 - Temperatuur zomer	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	10.00 -10.00
Temp4	S2	BG16 - Temperatuur zomer	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	10.00 -10.00

3.2.8.2. Rekenmodel





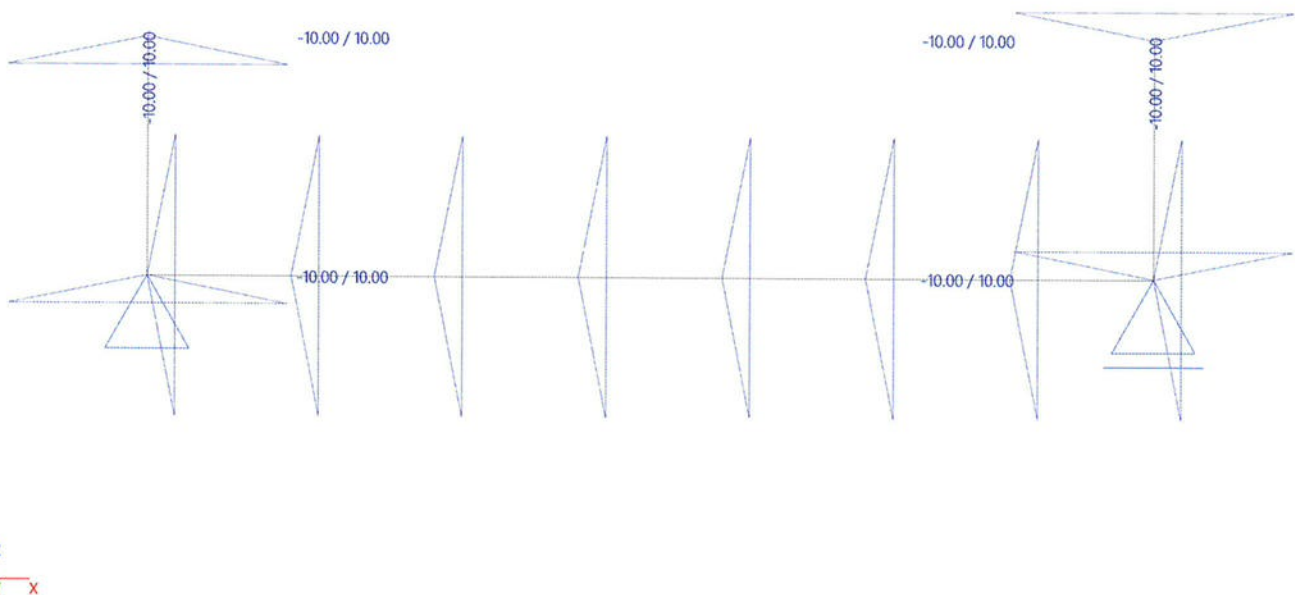
3.2.9. Belastingsgevallen - BG17

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG17	Temperatuur winter Standaard	Variabel Statisch	LG16	Kort	Geen

3.2.9.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K] -z - Onder delta [K]
Temp2	S1	BG17 - Temperatuur winter	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-10.00 10.00
Temp5	S3	BG17 - Temperatuur winter	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-10.00 10.00
Temp6	S2	BG17 - Temperatuur winter	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-10.00 10.00

3.2.9.2. Rekenmodel

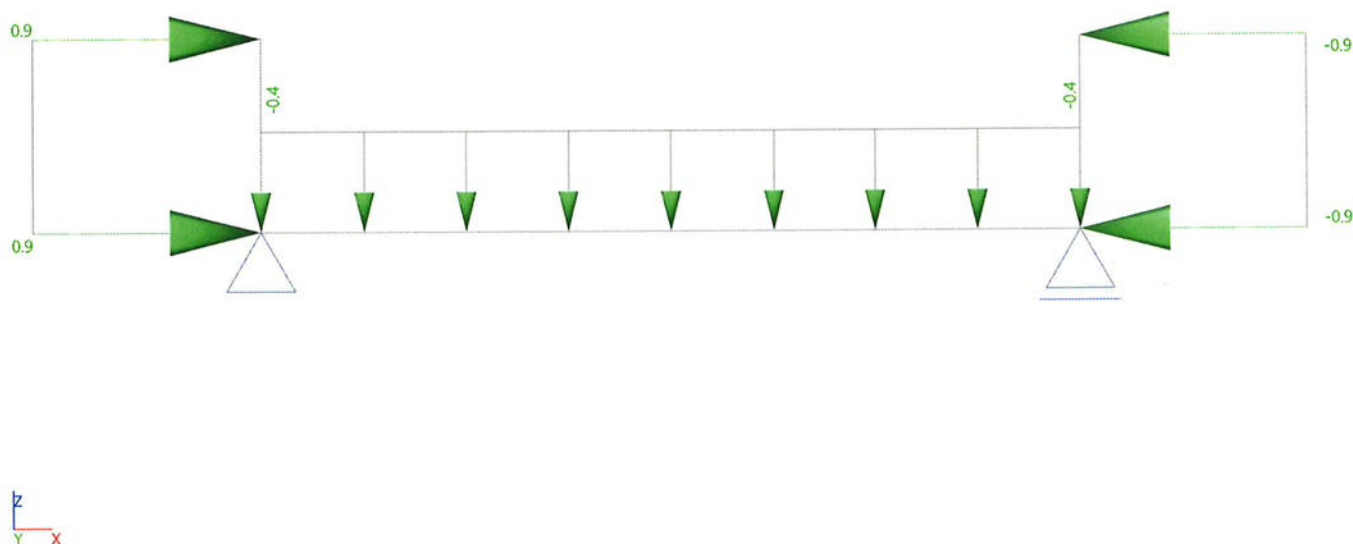


**3.2.10. Belastingsgevallen - BG18**

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG18	Windbelasting 1 Standaard	Variabel Statisch	LG18	Kort	Geen

3.2.10.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast7	S1 BG18 - Windbelasting 1	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-0.4	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast13	S2 BG18 - Windbelasting 1	Kracht GCS	X Gelijkmatig	0.9	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast14	S3 BG18 - Windbelasting 1	Kracht GCS	X Gelijkmatig	-0.9	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.10.2. Rekenmodel

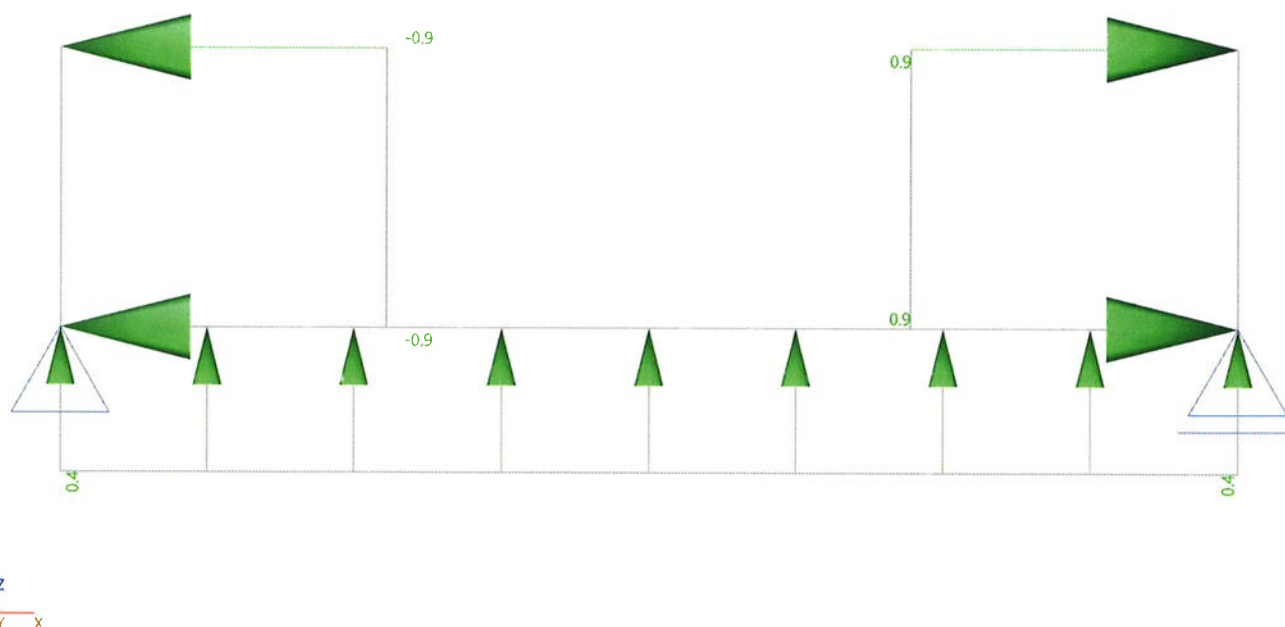
3.2.11. Belastingsgevallen - BG19

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG19	Windbelasting 2 Standaard	Variabel Statisch	LG18	Kort	Geen

3.2.11.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast8	S1 BG19 - Windbelasting 2	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	0.4	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast15	S3 BG19 - Windbelasting 2	Kracht GCS	X Gelijkmatig	0.9	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast16	S2 BG19 - Windbelasting 2	Kracht GCS	X Gelijkmatig	-0.9	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.11.2. Rekenmodel





3.2.12. Belastingsgevallen - BG20

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG20	Leuningbelasting 1 Standaard	Variabel Statisch	LG20	Kort	Geen

3.2.12.1. Rekenmodel





3.2.13. Belastingsgevallen - BG21

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG21	Leuningbelasting 2 Standaard	Variabel Statisch	LG20	Kort	Geen

3.2.13.1. Rekenmodel





3.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1	6.10a	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.30 1.30 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 0.45 0.45 0.54 0.54
2	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.20 1.20 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 0.00 0.00 0.45 0.45 0.54 0.54
3	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.20 1.20 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 1.50 1.50 0.54 0.54
4	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig	1.20 1.20 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.00 0.00 0.45 0.45 1.35 1.35
5	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.90 0.90 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 0.00 0.00 0.45 0.45 0.54 0.54
6	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.90 0.90 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 1.50 1.50 0.54 0.54
7	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.90 0.90 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 0.45 0.45 1.35 1.35
8	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.30 0.30 0.30 0.30 0.40 0.40
9	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	1.00 1.00 0.40 0.40



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.40 0.00 0.00 1.00 1.00 0.30 0.30 0.40 0.40
10	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.00 0.00 0.30 0.30 1.00 1.00 0.40 0.40
11	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.00 0.00 0.30 0.30 0.30 0.30 1.00 1.00
12	6.16b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting 1 BG19 - Windbelasting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.00 1.00 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.30 0.30 0.00 0.00 0.40 0.40
PB + 0,10 x mensenmassa		Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	1.00 1.00 0.10
PB		Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting	1.00 1.00

3.4. Resultaatklassen

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



Naam	Lijst
	7 - Omhullende - uiterst
Alle BGT kar	8 - Omhullende - bruikbaarheid 9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid
Alle BGT qua	12 - Omhullende - bruikbaarheid



4. Berekening krachstverdeling

4.1. 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]	1.000
Minimum lengte van staafelement [m]	0.100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000.000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1.000
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0.001
Gemiddelde afmeting van paneelelement [m]	1.000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

4.2. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D-elementen	11
Aantal netknopen	12
Aantal vergelijkingen	72
Buigtheorie	Mindlin
Belastingsgevallen	BG01, BG02, BG11, BG12, BG13, BG14, BG15, BG20, BG18, BG19, BG16, BG17, BG21
Start van de berekening	18.02.2019 14:24
Einde berekening	18.02.2019 14:24

Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG01	Lasten	0.0	0.0	-13.6
	reactie in de knopen	0.0	0.0	13.6
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG02	Lasten	0.0	0.0	-39.4
	reactie in de knopen	0.0	0.0	39.4
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG11	Lasten	0.0	0.0	-21.6
	reactie in de knopen	0.0	0.0	21.6
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG12	Lasten	0.0	0.0	-37.2
	reactie in de knopen	0.0	0.0	37.2
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG13	Lasten	0.0	0.0	-36.5
	reactie in de knopen	0.0	0.0	36.5
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG14	Lasten	0.0	0.0	-50.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	50.0
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG15	Lasten	0.0	0.0	-50.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	50.0



Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG20	Lasten	0.0	0.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG18	Lasten	0.0	0.0	-2.9
	reactie in de knopen	0.0	0.0	2.9
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG19	Lasten	0.0	0.0	2.9
	reactie in de knopen	0.0	0.0	-2.9
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG16	Lasten	0.0	0.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG17	Lasten	0.0	0.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG21	Lasten	0.0	0.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	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. Vervormingen	2
2.1. Resultaatklassen	2
2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar	2
2.1.1.1. Vervormingen van staaf	2
2.1.1.2. Vervormingen van staaf	2
2.1.1.3. 1D-vervormingen; u_x	3
2.1.1.4. 1D-vervormingen; u_z	3
2.2. Combinaties	4
2.2.1. Combinaties - $PB + 0,10 \times \text{mensenmassa}$	4
2.2.1.1. Vervormingen van staaf	4
2.2.1.2. Vervormingen van staaf	4
2.2.1.3. 1D-vervormingen; u_x	4
2.2.1.4. 1D-vervormingen; u_z	5
2.2.2. Combinaties - PB	6
2.2.2.1. Vervormingen van staaf	6
2.2.2.2. Vervormingen van staaf	6
2.2.2.3. 1D-vervormingen; u_x	6
2.2.2.4. 1D-vervormingen; u_z	7
3. Krachswerking	8
3.1. Resultaatklassen	8
3.1.1. Resultaatklassen - Alle UGT	8
3.1.1.1. Interne krachten in staaf	8
3.1.1.2. Interne krachten in staaf	8
3.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_z	9
3.1.1.4. Interne 1D-krachten; M_y	9



2. Vervormingen

2.1. Resultaatklassen

2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar

Naam	Lijst
Alle BGT kar	8 - Omhullende - bruikbaarheid 9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid

2.1.1.1. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Staaf

Selectie : S1

Klasse : Alle BGT kar

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fy [mrad]	Resultante [mm]
S1	7.200	10/1	0.0	0.0	-5.3	0.0
S1	7.200	10/2	0.0	0.0	-4.6	0.0
S1	3.600	8/3	0.0	-19.1	0.0	19.1
S1	0.000	10/4	0.0	0.0	4.1	0.0
S1	7.200	8/3	0.0	0.0	-8.6	0.0
S1	0.000	8/3	0.0	0.0	8.6	0.0

2.1.1.2. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Staaf

Selectie : S2, S3

Klasse : Alle BGT kar

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fy [mrad]	Resultante [mm]
S2	1.700	10/4	0.0	0.0	4.1	0.0
S2	0.000	8/5	0.0	9.7	5.4	9.7
S2	0.000	9/6	0.0	-0.7	-1.4	0.7
S2	0.000	9/7	0.0	15.9	10.3	15.9
S3	1.700	8/8	0.0	14.8	-9.0	14.8
S3	0.000	10/9	0.0	0.0	-2.4	0.0
S3	1.700	9/6	0.0	-0.7	1.4	0.7
S3	1.700	9/7	0.0	15.9	-10.3	15.9



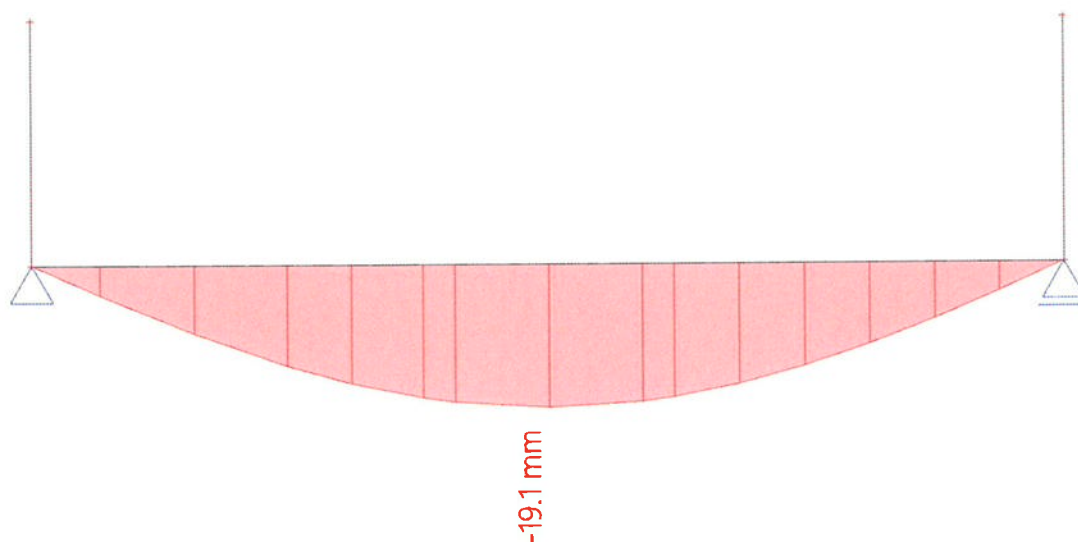
2.1.1.3. 1D-vervormingen; u_x

Waardes: u_x
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT kar
Assenstelsel: Globaal
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.1.4. 1D-vervormingen; u_z

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT kar
Assenstelsel: Globaal
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.2. Combinaties

2.2.1. Combinaties - PB + 0,10 x mensenmassa

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
PB + 0,10 x mensenmassa		Omhuellende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	1,00 1,00 0,10

2.2.1.1. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : S1

Combinaties : PB + 0,10 x mensenmassa

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fy [mrad]	Resultante [mm]
S1	0.000	PB + 0,10 x mensenmassa/10	0.0	0.0	3.7	0.0
S1	3.600	PB + 0,10 x mensenmassa/11	0.0	-8.8	0.0	8.8
S1	7.200	PB + 0,10 x mensenmassa/11	0.0	0.0	-3.9	0.0
S1	0.000	PB + 0,10 x mensenmassa/11	0.0	0.0	3.9	0.0

2.2.1.2. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : S2, S3

Combinaties : PB + 0,10 x mensenmassa

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fy [mrad]	Resultante [mm]
S3	1.700	PB + 0,10 x mensenmassa/11	0.0	6.6	-3.9	6.6
S2	0.000	PB + 0,10 x mensenmassa/11	0.0	6.6	3.9	6.6
S2	1.700	PB + 0,10 x mensenmassa/10	0.0	0.0	3.7	0.0
S3	0.000	PB + 0,10 x mensenmassa/11	0.0	0.0	-3.9	0.0

2.2.1.3. 1D-vervormingen; u_x

Waardes: u_x

Lineaire berekening

Combinatie: PB + 0,10 x mensenmassa

Assenstelsel: Globaal

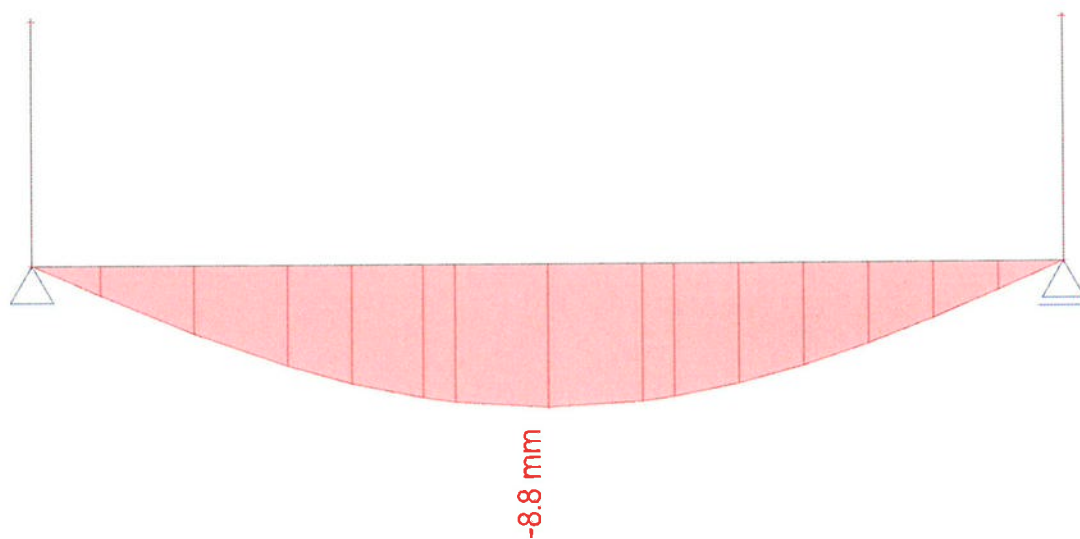
Extreme 1D: Globaal

Selectie: Alle



**2.2.1.4. 1D-vertormingen; u_z**

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Combinatie: PB + 0,10 x mensenmassa
Assenstelsel: Globaal
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.2.2. Combinaties - PB

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
PB		Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting	1.00 1.00

2.2.2.1. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : S1

Combinaties : PB

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]	Resultante [mm]
S1	0.000	PB/10	0.0	0.0	3.7	0.0
S1	3.600	PB/10	0.0	-8.4	0.0	8.4
S1	7.200	PB/10	0.0	0.0	-3.7	0.0

2.2.2.2. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : S2, S3

Combinaties : PB

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]	Resultante [mm]
S3	1.700	PB/10	0.0	6.3	-3.7	6.3
S2	0.000	PB/10	0.0	6.3	3.7	6.3
S2	1.700	PB/10	0.0	0.0	3.7	0.0
S3	0.000	PB/10	0.0	0.0	-3.7	0.0

2.2.2.3. 1D-ervormingen; u_x

Waardes: u_x

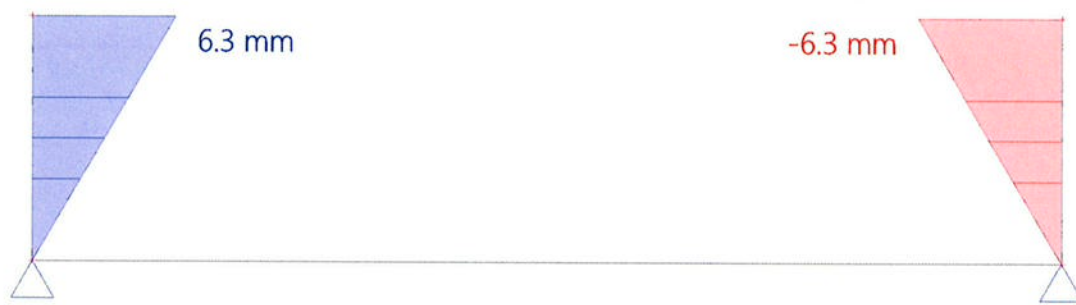
Lineaire berekening

Combinatie: PB

Assenstelsel: Globaal

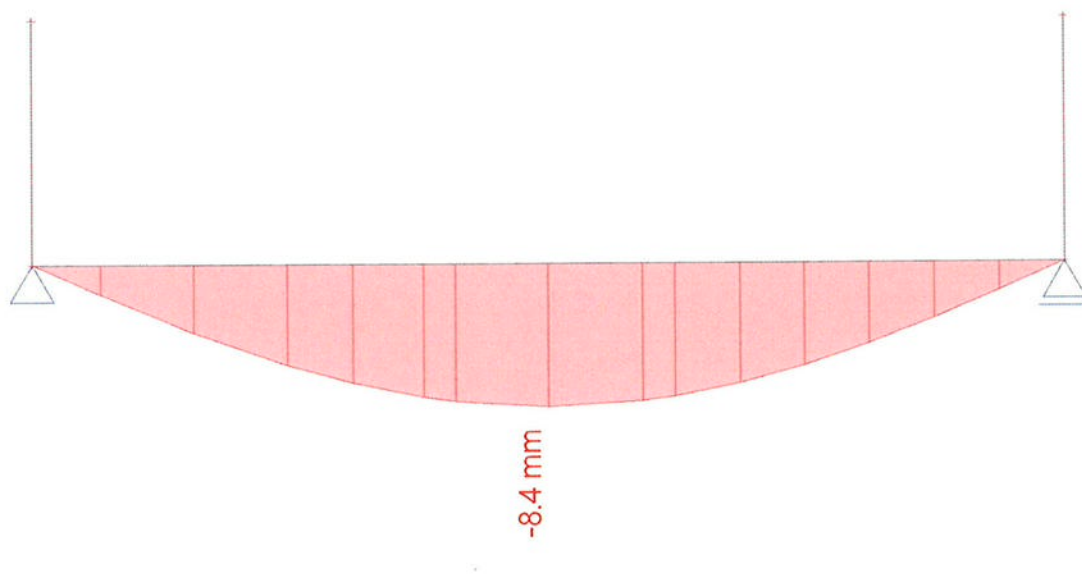
Extreme 1D: Globaal

Selectie: Alle



**2.2.2.4. 1D-vervormingen; u_z**

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Combinatie: PB
Assenstelsel: Globaal
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





3. Krachtswerking

3.1. Resultaatklassen

3.1.1. 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

3.1.1.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : S1

Klasse : Alle UGT

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S1	CS1 - Orthotrope dekplaat - Rechthoek	0.000	3/12	-3.3	41.7	3.6
S1	CS1 - Orthotrope dekplaat - Rechthoek	0.000	3/13	3.3	47.1	-3.6
S1	CS1 - Orthotrope dekplaat - Rechthoek	7.200	2/14	-1.7	-60.9	2.2
S1	CS1 - Orthotrope dekplaat - Rechthoek	0.000	2/15	-1.7	84.1	2.2
S1	CS1 - Orthotrope dekplaat - Rechthoek	0.000	4/16	3.1	38.9	-4.7
S1	CS1 - Orthotrope dekplaat - Rechthoek	3.600	2/14	-1.7	0.6	151.8

3.1.1.2. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : S2, S3

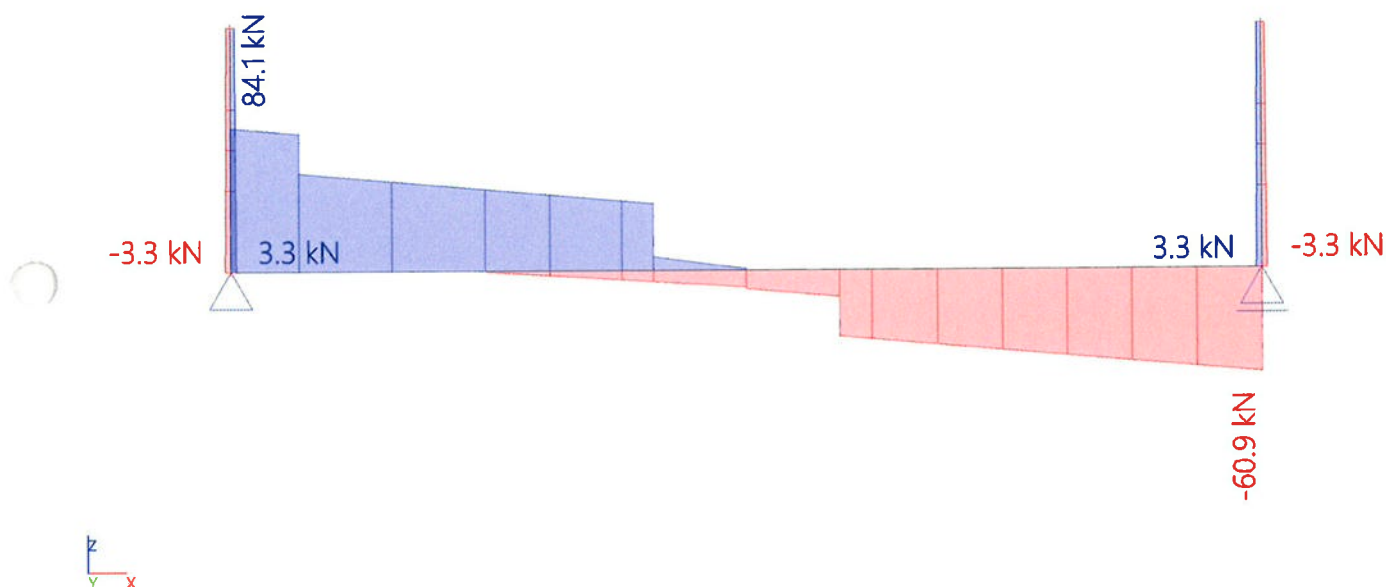
Klasse : Alle UGT

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S2	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek	1.700	1/17	-4.2	0.0	0.0
S2	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek	0.000	5/18	-0.9	0.0	0.0
S2	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek	1.700	3/19	-3.9	-3.3	-3.6
S2	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek	1.700	3/12	-3.9	3.3	3.6
S2	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek	1.700	4/20	-3.9	-3.1	-4.7
S2	CS1 - Orthotrope lijfplaat - Rechthoek	1.700	4/21	-3.9	3.1	4.7



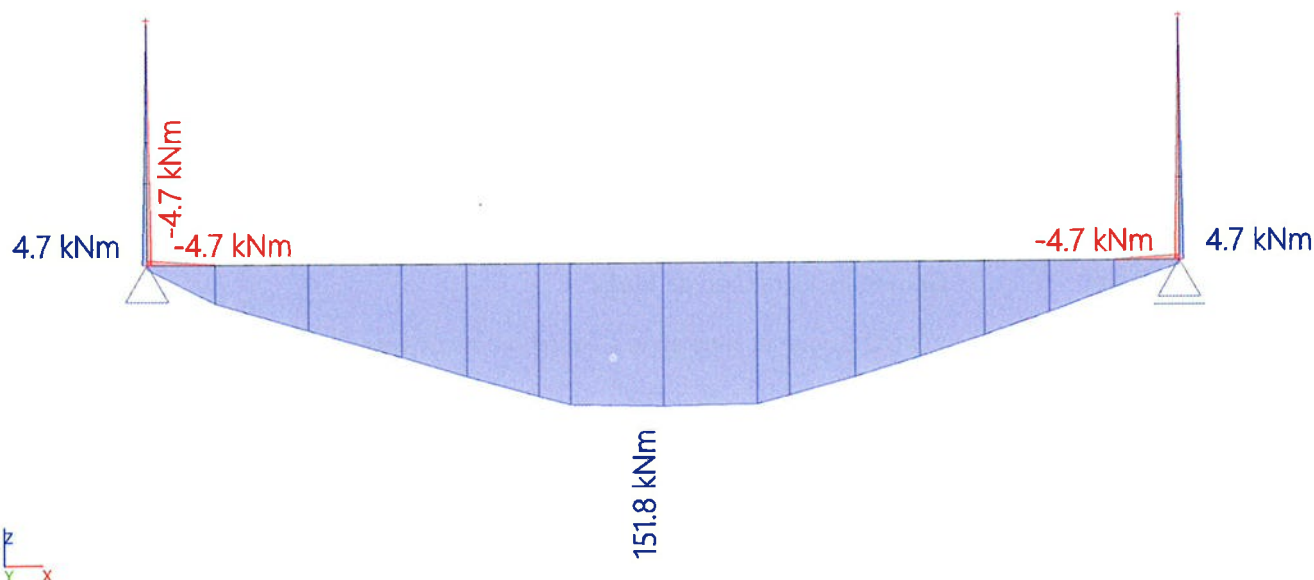
3.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



3.1.1.4. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



**BIJLAGE C INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
LANGSRICHTING (HOOFDLIGGERS)**

Bijlage C-1 Invoer rekenmodel
Bijlage C-2 Resultaten rekenmodel

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas
Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen
Opgesteld : ir. K. van Cann
Gecontroleerd : ing. M.Th.M. Somers PMSE RC
Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng
Referentie : W18067_RAP002

**1. Inhoudsopgave**

1. Inhoudsopgave	1
2. Materialen, geometrie en opleggingen	2
2.1. Materialen	2
2.2. Doorsneden	2
2.3. Knopen	3
2.4. Staven	3
2.5. Knoopondersteuning	3
2.6. Rekenmodel	3
3. Belastingen en combinaties	4
3.1. Belastinggroepen	4
3.2. Belastingsgevallen	5
3.2.1. Belastingsgevallen - BG01	5
3.2.1.1. Lijnlast	5
3.2.1.2. Rekenmodel	5
3.2.2. Belastingsgevallen - BG02	6
3.2.2.1. Lijnlast	6
3.2.2.2. Rekenmodel	6
3.2.3. Belastingsgevallen - BG11	7
3.2.3.1. Lijnlast	7
3.2.3.2. Rekenmodel	7
3.2.4. Belastingsgevallen - BG12	8
3.2.4.1. Puntlast op staaf	8
3.2.4.2. Lijnlast	8
3.2.4.3. Rekenmodel	8
3.2.5. Belastingsgevallen - BG13	9
3.2.5.1. Puntlast op staaf	9
3.2.5.2. Lijnlast	9
3.2.5.3. Rekenmodel	9
3.2.6. Belastingsgevallen - BG14	10
3.2.6.1. Puntlast op staaf	10
3.2.6.2. Rekenmodel	10
3.2.7. Belastingsgevallen - BG15	11
3.2.7.1. Puntlast op staaf	11
3.2.7.2. Rekenmodel	11
3.2.8. Belastingsgevallen - BG16	12
3.2.8.1. Thermische belasting	12
3.2.8.2. Rekenmodel	12
3.2.9. Belastingsgevallen - BG17	13
3.2.9.1. Thermische belasting	13
3.2.9.2. Rekenmodel	13
3.2.10. Belastingsgevallen - BG18	14
3.2.10.1. Lijnlast	14
3.2.10.2. Rekenmodel	14
3.2.11. Belastingsgevallen - BG19	15
3.2.11.1. Lijnlast	15
3.2.11.2. Rekenmodel	15
3.2.12. Belastingsgevallen - BG20	16
3.2.12.1. Lijnlast	16
3.2.12.2. Rekenmodel	16
3.2.13. Belastingsgevallen - BG21	17
3.2.13.1. Lijnlast	17
3.2.13.2. Rekenmodel	17
3.3. Combinaties	18
3.4. Resultaatklassen	20
4. Berekening krachstverdeling	22
4.1. Instellingen net	22
4.2. Berekeningsverslag	22



2. Materialen, geometrie en oplettingen

2.1. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	μ	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S 235	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	235.0 215.0	360.0 360.0
S 355	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	355.0 335.0	490.0 470.0

2.2. Doorsneden

CS1		
Type	Rechthoek	
Uitgebeld	2025; 47	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	d	d
A [m ²]	9.4770e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	7.9008e-02	7.8975e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4.1436e+00	4.1436e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	23	1012
α [deg]	0.00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3.2385e-02	1.7297e-05
i _y [mm], i _z [mm]	585	14
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3.1985e-02	7.3921e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4.7977e-02	1.1088e-03
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	1.70e+07	1.70e+07
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	3.94e+05	3.94e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6.7532e-05	5.5272e-06
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
c _{y,ucs}	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
c _{z,ucs}	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _{y,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{z,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as

Verklaring van symbolen	
I _{yz,LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el,y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el,z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
W _{pl,y}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as



Verklaring van symbolen	
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl,y-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl,z+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl,z-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse

Verklaring van symbolen	
d_z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I_t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I_w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

2.3. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0.000		0.000
K2	23.700		0.000

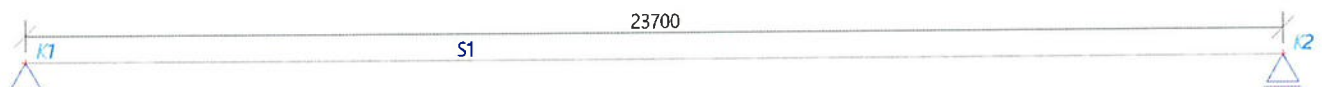
1. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1	CS1 - Rechthoek (2025; 47)	S 355	23.700	K1	K2	Balk (80)

2.5. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K1	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij
Sn2	K2	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij

2.6. Rekenmodel





3. Belastingen en combinaties

3.1. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG11	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG16	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG18	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning
LG20	Variabel	Exclusief	Cat A: Woning



3.2. Belastingsgevallen

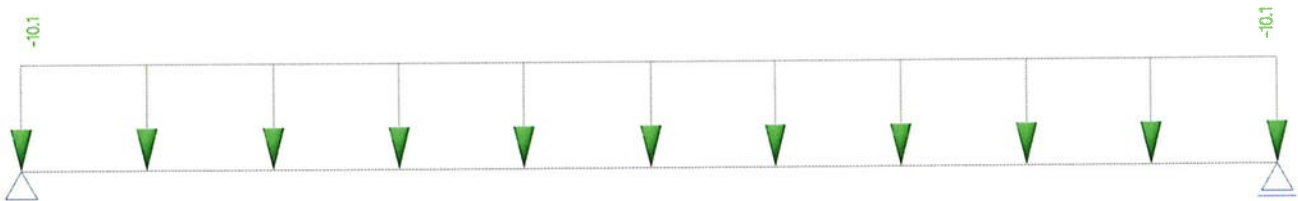
3.2.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG01	Eigen gewicht	Permanent Standaard	LG1

3.2.1.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast1	S1 BG01 - Eigen gewicht	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-10.1	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.1.2. Rekenmodel



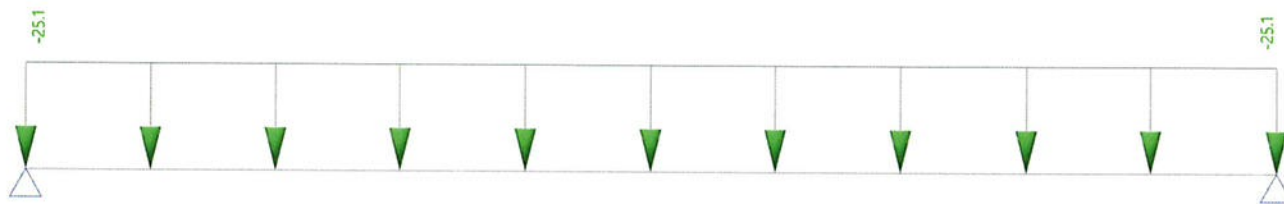
3.2.2. Belastingsgevalen - BG02

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

3.2.2.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast2	S1 BG02 - Rustende belasting	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-25.1	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.2.2. Rekenmodel





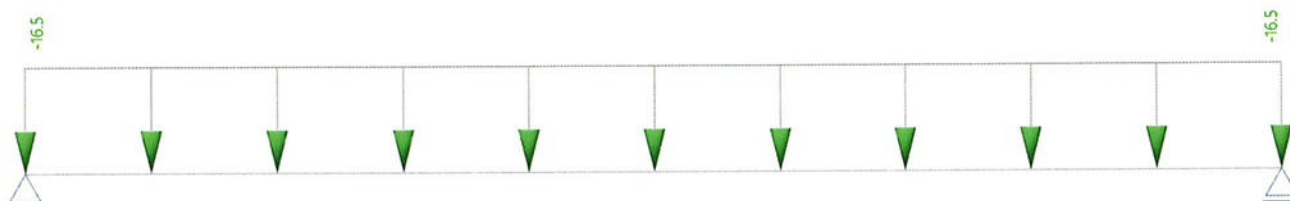
3.2.3. Belastingsgevallen - BG11

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

3.2.3.1. Lijnlast

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast3	S1 BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	Kracht LCS	Z Gelijkmatig	-16.5	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.3.2. Rekenmodel





3.2.4. Belastingsgevallen - BG12

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG12	Verkeer vert - dienstvoertuig max M Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

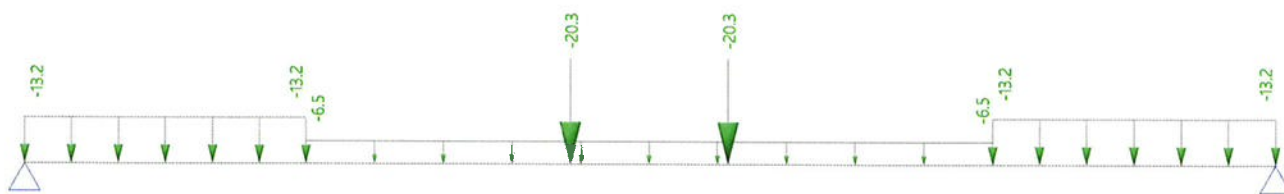
3.2.4.1. Puntlast op staaf

Naam	Staat Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F2	S1 BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	GCS Z	-20.3 Kracht	10.350	Abso Vanaf begin	2

3.2.4.2. Lijnlast

Naam	Staat Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P1 [kN/m] Waarde - P2 [kN/m]	Pos x1 [m] Pos x2 [m]	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast5	S1 BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-13.2	0.000 5.350	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast6	S1 BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-13.2	18.350 23.700	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast11	S1 BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-6.5	5.350 18.350	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.4.3. Rekenmodel





3.2.5. Belastingsgevallen - BG13

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG13	Verkeer vert - dienstvoertuig max V Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

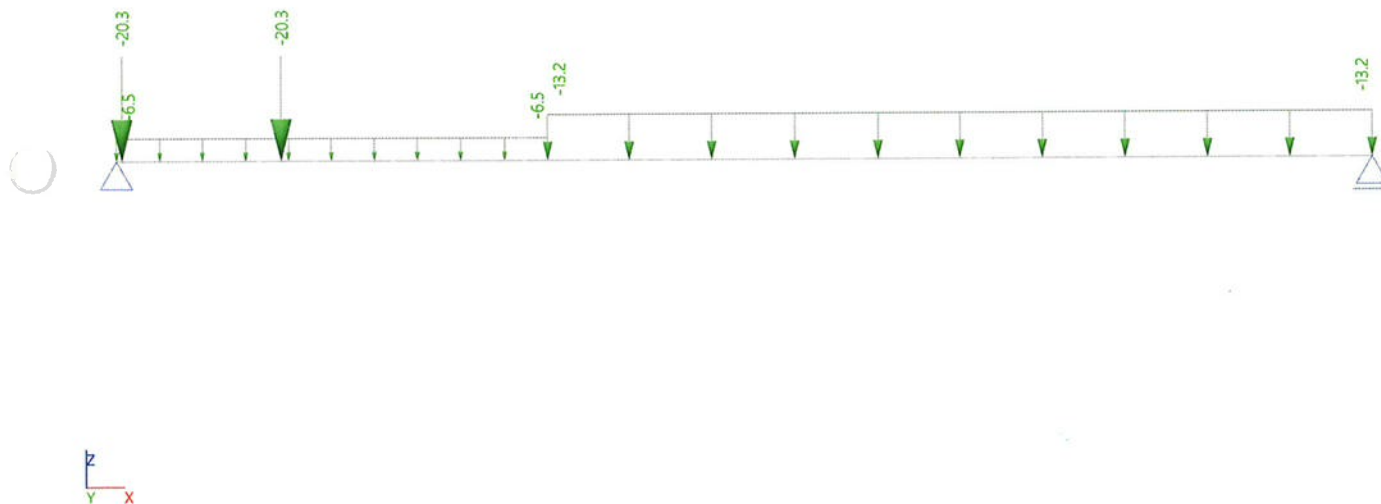
3.2.5.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaft Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F3	S1 BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	GCS Z	-20.3 Kracht	0.100	Abso Vanaf begin	2

3.2.5.2. Lijnlast

Naam	Staaft Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ [m] Pos x ₂ [m]	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast4	S1 BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-13.2	8.100 23.700	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000
Lijnlast12	S1 BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-6.5	0.000 8.100	Abso Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.5.3. Rekenmodel





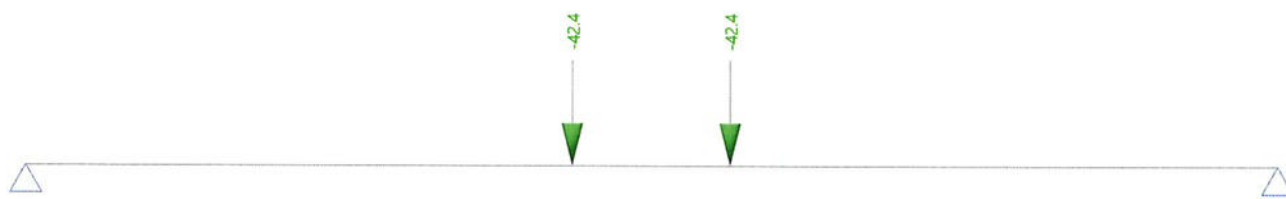
3.2.6. Belastingsgevallen - BG14

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG14	Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

3.2.6.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf Belastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F4	S1 BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M	GCS Z	-42.4 Kracht	10.350	Abso Vanaf begin	2

3.2.6.2. Rekenmodel





3.2.7. Belastingsgevallen - BG15

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG15	Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V Standaard	Variabel Statisch	LG11	Kort	Geen

3.2.7.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaflastingsgeval	Systeem Rich	Waarde - F [kN] Type	Pos x [m]	Coör Oors	Herh (n) Regelmatig
F5	S1 BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V	GCS Z	-42.4 Kracht	0.100	Abso Vanaf begin	2

3.2.7.2. Rekenmodel





3.2.8. Belastingsgevallen - BG16

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG16	Temperatuur zomer Standaard	Variabel Statisch	LG16	Kort	Geen

3.2.8.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K] -z - Onder delta [K]
Temp1	S1	BG16 - Temperatuur zomer	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	10.00 -10.00

3.2.8.2. Rekenmodel





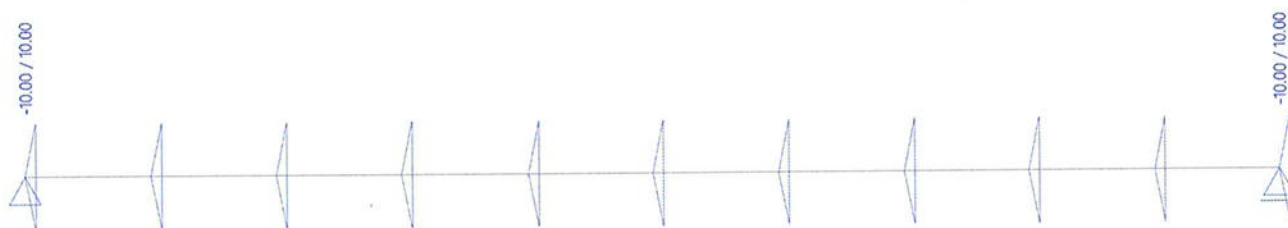
3.2.9. Belastingsgevallen - BG17

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG17	Temperatuur winter Standaard	Variabel Statisch	LG16	Kort	Geen

3.2.9.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K] -z - Onder delta [K]
Temp2	S1	BG17 - Temperatuur winter	0.000 1.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	-10.00 10.00

3.2.9.2. Rekenmodel





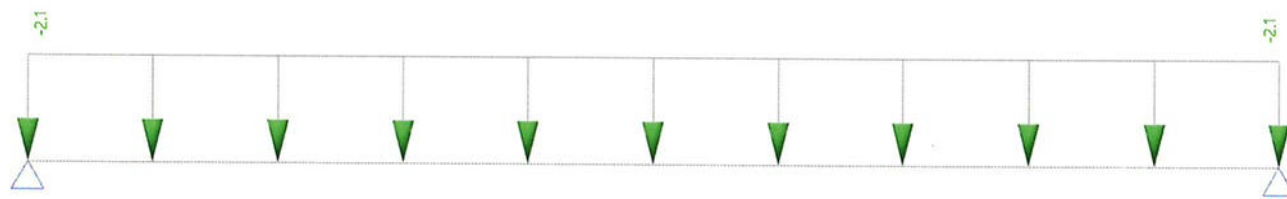
3.2.10. Belastingsgevallen - BG18

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG18	Windbelasting z-richting 1 Standaard	Variabel Statisch	LG18	Kort	Geen

3.2.10.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast7	S1 BG18 - Windbelasting z-richting 1	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-2.1	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.10.2. Rekenmodel





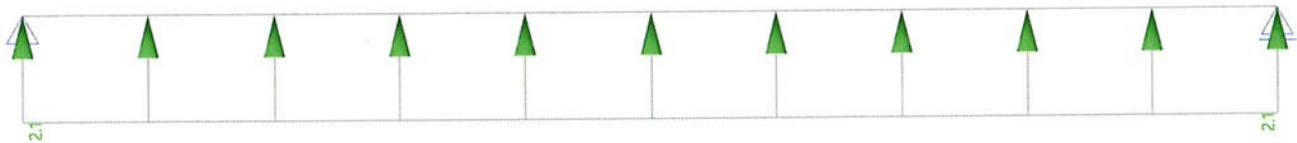
3.2.11. Belastingsgevallen - BG19

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG19	Windbelasting z-richting 2 Standaard	Variabel Statisch	LG18	Kort	Geen

3.2.11.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast8	S1 BG19 - Windbelasting z-richting 2	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	2.1	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.11.2. Rekenmodel





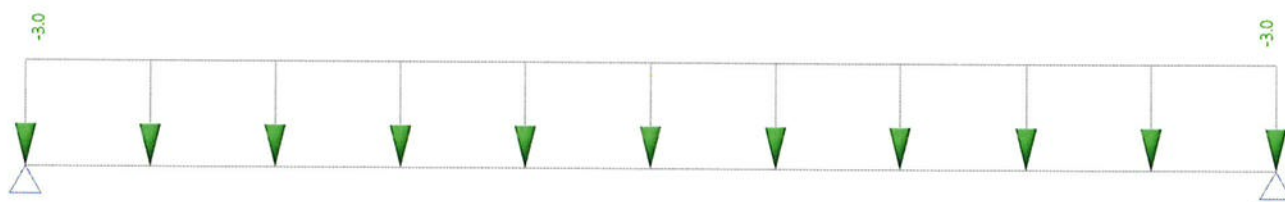
3.2.12. Belastingsgevalen - BG20

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG20	Leuningbelasting 1 Standaard	Variabel Statisch	LG20	Kort	Geen

3.2.12.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast9	S1 BG20 - Leuningbelasting 1	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	-3.0	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.12.2. Rekenmodel





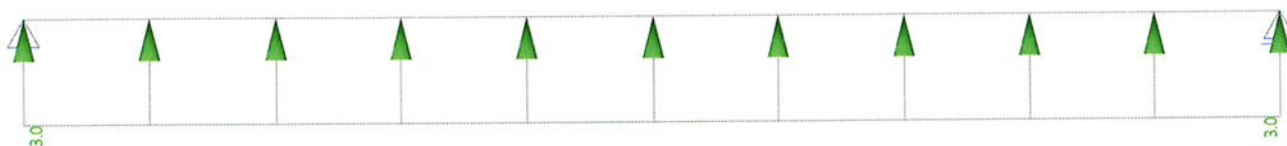
3.2.13. Belastingsgevalen - BG21

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG21	Leuningbelasting 2 Standaard	Variabel Statisch	LG20	Kort	Geen

3.2.13.1. Lijnlast

Naam	Staaf Belastingsgeval	Type Systeem	Rich Verdeling	Waarde - P ₁ [kN/m] Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₁ Pos x ₂	Coör Loc	Oors	Exc ey [m] Exc ez [m]
Lijnlast10	S1 BG21 - Leuningbelasting 2	Kracht GCS	Z Gelijkmatig	3.0	0.000 1.000	Rela Lengte	Vanaf begin	0.000

3.2.13.2. Rekenmodel





3.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1	6.10a	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.30 1.30 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 0.45 0.45 0.54 0.54
2	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.20 1.20 1.35 1.35 1.35 1.35 1.35 0.00 0.00 0.45 0.45 0.54 0.54
3	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.20 1.20 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 1.50 1.50 0.54 0.54
4	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig	1.20 1.20 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.00 0.00 0.45 0.45 1.35 1.35
5	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.90 0.90 1.35 1.35 1.35 1.35 0.00 0.00 0.45 0.45 0.54 0.54
6	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.90 0.90 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 1.50 1.50 0.54 0.54
7	6.10b	Omhullende - uiterst	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	0.90 0.90 0.54 0.54 0.54 0.54 0.54 0.00 0.00 0.45 0.45 1.35 1.35
8	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V BG16 - Temperatuur zomer BG17 - Temperatuur winter BG18 - Windbelasting z-richting 1 BG19 - Windbelasting z-richting 2 BG20 - Leuningbelasting 1 BG21 - Leuningbelasting 2	1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.30 0.30 0.30 0.30 0.40 0.40
9	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	1.00 1.00 0.40 0.40



Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	0.40
			BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M	0.00
			BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V	0.00
			BG16 - Temperatuur zomer	1.00
			BG17 - Temperatuur winter	1.00
			BG18 - Windbelasting z-richting 1	0.30
			BG19 - Windbelasting z-richting 2	0.30
			BG20 - Leuningbelasting 1	0.40
			BG21 - Leuningbelasting 2	0.40
10	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht	1.00
			BG02 - Rustende belasting	1.00
			BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	0.40
			BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	0.40
			BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	0.40
			BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M	0.00
			BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V	0.00
			BG16 - Temperatuur zomer	0.30
			BG17 - Temperatuur winter	0.30
			BG18 - Windbelasting z-richting 1	1.00
			BG19 - Windbelasting z-richting 2	1.00
			BG20 - Leuningbelasting 1	0.40
			BG21 - Leuningbelasting 2	0.40
11	6.14b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht	1.00
			BG02 - Rustende belasting	1.00
			BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	0.40
			BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	0.40
			BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	0.40
			BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M	0.00
			BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V	0.00
			BG16 - Temperatuur zomer	0.30
			BG17 - Temperatuur winter	0.30
			BG18 - Windbelasting z-richting 1	0.30
			BG19 - Windbelasting z-richting 2	0.30
			BG20 - Leuningbelasting 1	1.00
			BG21 - Leuningbelasting 2	1.00
12	6.16b	Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht	1.00
			BG02 - Rustende belasting	1.00
			BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	0.40
			BG12 - Verkeer vert - dienstvoertuig max M	0.40
			BG13 - Verkeer vert - dienstvoertuig max V	0.40
			BG14 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max M	0.40
			BG15 - Verkeer vert - onbedoeld voertuig max V	0.40
			BG16 - Temperatuur zomer	0.30
			BG17 - Temperatuur winter	0.30
			BG18 - Windbelasting z-richting 1	0.00
			BG19 - Windbelasting z-richting 2	0.00
			BG20 - Leuningbelasting 1	0.40
			BG21 - Leuningbelasting 2	0.40
PB + 0,10 x mensenmassa		Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht	1.00
			BG02 - Rustende belasting	1.00
			BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	0.10
PB		Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht	1.00
			BG02 - Rustende belasting	1.00

3.4. Resultaatklassen

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



Naam	Lijst
	7 - Omhullende - uiterst
Alle BGT kar	8 - Omhullende - bruikbaarheid 9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid
Alle BGT qua	12 - Omhullende - bruikbaarheid



4. Berekening krachstverdeling

4.1. 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]	1.000
Minimum lengte van staafelement [m]	0.100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000.000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1.000
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0.001
Gemiddelde afmeting van paneelelement [m]	1.000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

4.2. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D-elementen	5
Aantal netknopen	6
Aantal vergelijkingen	36
Buigtheorie	Mindlin
Belastingsgevallen	BG01, BG02, BG11, BG12, BG13, BG14, BG15, BG20, BG18, BG19, BG16, BG17, BG21
Start van de berekening	25.02.2019 10:19
Einde berekening	25.02.2019 10:19

Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG01	Lasten	0.0	0.0	-239.4
	reactie in de knopen	0.0	0.0	239.4
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG02	Lasten	0.0	0.0	-594.9
	reactie in de knopen	0.0	0.0	594.9
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG11	Lasten	0.0	0.0	-391.1
	reactie in de knopen	0.0	0.0	391.1
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG12	Lasten	0.0	0.0	-266.3
	reactie in de knopen	0.0	0.0	266.3
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG13	Lasten	0.0	0.0	-299.2
	reactie in de knopen	0.0	0.0	299.2
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG14	Lasten	0.0	0.0	-84.8
	reactie in de knopen	0.0	0.0	84.8
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG15	Lasten	0.0	0.0	-84.8
	reactie in de knopen	0.0	0.0	84.8



Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG20	Lasten	0.0	0.0	-71.1
	reactie in de knopen	0.0	0.0	71.1
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG18	Lasten	0.0	0.0	-49.8
	reactie in de knopen	0.0	0.0	49.8
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG19	Lasten	0.0	0.0	49.8
	reactie in de knopen	0.0	0.0	-49.8
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG16	Lasten	0.0	0.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG17	Lasten	0.0	0.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG21	Lasten	0.0	0.0	71.1
	reactie in de knopen	0.0	0.0	-71.1
	reactie op de lijnen	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. Vervormingen	2
2.1. Resultaatklassen	2
2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar	2
2.1.1.1. Vervormingen van staaf	2
2.1.1.2. 1D-vervormingen; u_z	2
2.2. Combinaties	3
2.2.1. Combinaties - PB + 0,10 x mensenmassa	3
2.2.1.1. Vervormingen van staaf	3
2.2.1.2. 1D-vervormingen; u_z	3
2.2.2. Combinaties - PB	4
2.2.2.1. Vervormingen van staaf	4
2.2.2.2. 1D-vervormingen; u_z	4
3. Krachtswerking	5
3.1. Resultaatklassen	5
3.1.1. Resultaatklassen - Alle UGT	5
3.1.1.1. Interne krachten in staaf	5
3.1.1.2. Interne 1D-krachten; V_z	5
3.1.1.3. Interne 1D-krachten; M_y	6



2. Vervormingen

2.1. Resultaatklassen

2.1.1. Resultaatklassen - Alle BGT kar

Naam	Lijst
Alle BGT kar	8 - Omhullende - bruikbaarheid 9 - Omhullende - bruikbaarheid 10 - Omhullende - bruikbaarheid 11 - Omhullende - bruikbaarheid

2.1.1.1. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Klasse : Alle BGT kar

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]	Resultante [mm]
S1	0.000	8/1	0.0	0.0	2.9	0.0
S1	10.350	8/2	0.0	-34.8	0.9	34.8
S1	0.000	11/3	0.0	0.0	2.6	0.0
S1	23.700	9/4	0.0	0.0	-5.0	0.0
S1	0.000	9/4	0.0	0.0	5.0	0.0

2.1.1.2. 1D-vervormingen; u_z

Waardes: u_z

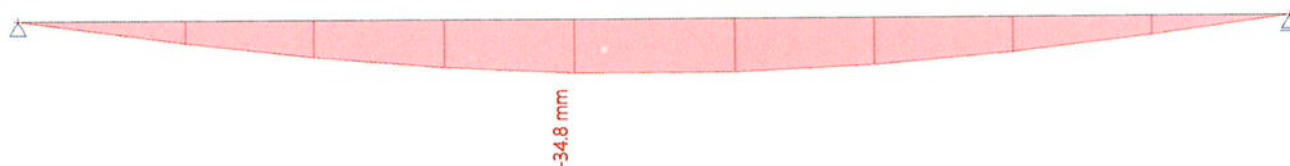
Lineaire berekening

Klasse: Alle BGT kar

Assenstelsel: Globaal

Extreme 1D: Globaal

Selectie: Alle





2.2. Combinaties

2.2.1. Combinaties - PB + 0,10 x mensenmassa

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
PB + 0,10 x mensenmassa		Omhuellende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting BG11 - Verkeer vert - mensenmassa	1.00 1.00 0.10

2.2.1.1. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Combinaties : PB + 0,10 x mensenmassa

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]	Resultante [mm]
S1	0.000	PB + 0,10 x mensenmassa/1	0.0	0.0	2.9	0.0
S1	10.350	PB + 0,10 x mensenmassa/5	0.0	-22.2	0.6	22.2
S1	23.700	PB + 0,10 x mensenmassa/5	0.0	0.0	-3.0	0.0
S1	0.000	PB + 0,10 x mensenmassa/5	0.0	0.0	3.0	0.0

2.2.1.2. 1D-vervormingen; u_z

Waardes: u_z

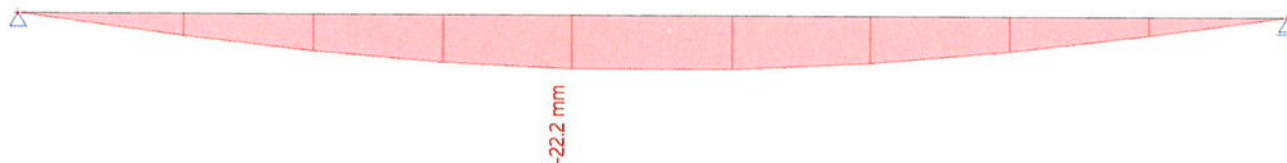
Lineaire berekening

Combinatie: PB + 0,10 x mensenmassa

Assenstelsel: Globaal

Extreme 1D: Globaal

Selectie: Alle





2.2.2. Combinaties - PB

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
PB		Omhullende - bruikbaarheid	BG01 - Eigen gewicht BG02 - Rustende belasting	1.00 1.00

2.2.2.1. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Combinaties : PB

Staaf	dx [m]	BG	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]	Resultante [mm]
S1	0.000	PB/1	0.0	0.0	2.9	0.0
S1	10.350	PB/1	0.0	-21.2	0.5	21.2
S1	23.700	PB/1	0.0	0.0	-2.9	0.0

2.2.2.2. 1D-vervormingen; u_z

Waardes: u_z

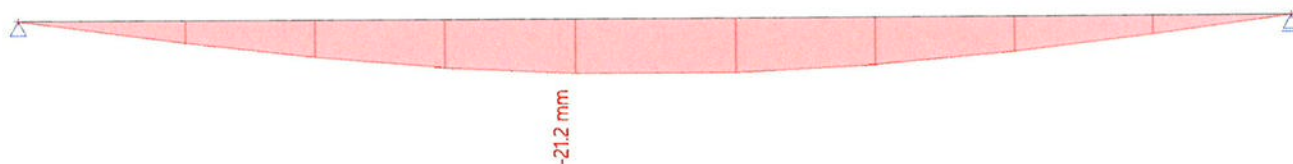
Lineaire berekening

Combinatie: PB

Assenstelsel: Globaal

Extremum 1D: Globaal

Selectie: Alle





3. Krachswerking

3.1. Resultaatklassen

3.1.1. 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

3.1.1.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : LCS

Selectie : Alle

Klasse : Alle UGT

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S1	CS1 - Rechthoek	0.000	1/6	0.0	542.3	0.0
S1	CS1 - Rechthoek	23.700	2/7	0.0	-794.9	0.0
S1	CS1 - Rechthoek	0.000	2/7	0.0	794.9	0.0
S1	CS1 - Rechthoek	0.000	1/8	0.0	585.0	0.0
S1	CS1 - Rechthoek	10.350	2/7	0.0	100.6	4634.3

3.1.1.2. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z

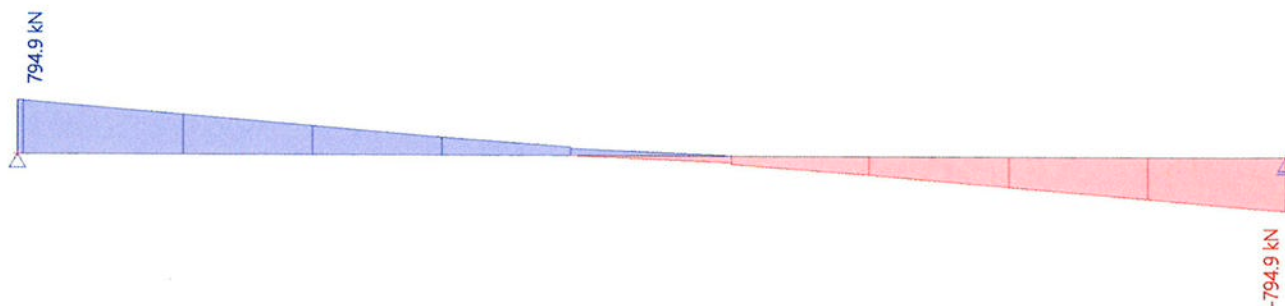
Lineaire berekening

Klasse: Alle UGT

Assenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Globaal

Selectie: Alle



**3.1.1.3. Interne 1D-krachten; M_y**

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



**BIJLAGE D INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
PLAATWERKING ORTOTROPE DEKPLAAT**

- Bijlage D-1 Invoer rekenmodel – verende oplegging
- Bijlage D-2 Resultaten rekenmode – verende oplegging
- Bijlage D-3 Invoer rekenmodel – starre oplegging
- Bijlage D-4 Resultaten rekenmodel – starre oplegging
- Bijlage D-5 Vergelijk maatgevende momenten en dwarskrachten per rib en per as
van het dienstvoertuig
- Bijlage D-6 Handmatige controle globale en lokale dwarsmoment

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas

Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen

Opgesteld : ir. K. van Cann

Gecontroleerd : ing. M.Th.M. Somers PMSE RC

Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng

Referentie : W18067_RAP002



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Materialen en geometrie	2
2.1. Materialen	2
2.2. Doorsneden	2
2.3. Knopen	3
2.4. 2D-elementen	3
2.5. Staven	3
2.6. Rekenmodel	5
3. Opleggingen	6
3.1. Knoopondersteuning	6
3.2. Ondersteuning op 2D elementranden	6
3.3. Rekenmodel	6
4. Sneden	7
4.1. Snede op plaat	7
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. Genereer vrije lasten	9
5.2.1.2. Vrije oppervlakte last	9
5.2.1.3. BG01 / Totale waarde	9
5.2.2. Belastingsgevallen - BG02	10
5.2.2.1. Genereer vrije lasten	10
5.2.2.2. Vrije oppervlakte last	10
5.2.2.3. BG02 / Totale waarde	10
5.2.3. Belastingsgevallen - BG03	11
5.2.3.1. Genereer vrije lasten	11
5.2.3.2. Vrije oppervlakte last	11
5.2.3.3. BG03 / Totale waarde	11
5.2.4. Belastingsgevallen - BG04	12
5.2.4.1. Genereer vrije lasten	12
5.2.4.2. Vrije oppervlakte last	12
5.2.4.3. BG04 / Totale waarde	12
5.3. Combinaties	13
5.4. Resultaatklassen	13
6. Berekening krachstverdeling	14
6.1. Instellingen net	14
6.2. Rekenmodel	14
6.3. Berekeningsverslag	14



2. Materialen en geometrie

2.1. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	μ	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S 235	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	235.0 215.0	360.0 360.0
S 355	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	355.0 335.0	490.0 470.0

2.2. Doorsneden

CS2		
Type	Hoek	
Uitgebreid	300; 50; 6; 6; 0	
Vormnorm	4 - L-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	b
A [m ²]	2.0719e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5.5610e-04	1.5962e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6.9733e-01	6.9733e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	6	131
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]	1.8596e-05	1.9190e-07
I _{yz,LCS} [m ⁴]	-8.4722e-07	
α [deg]	2.63	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1.8635e-05	1.5298e-07
i _y [mm], i _z [mm]	95	9
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1.1002e-04	4.0234e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1.7197e-04	1.1419e-05
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	6.11e+04	6.11e+04
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	4.05e+03	4.05e+03
d _y [mm], d _z [mm]	-9	-128
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2.4768e-08	2.2825e-39
β_y [mm], β_z [mm]	267	434
Afbeelding		

Verklaring van symbolen

Vormnorm	h - Hoogte b - Breedte t - Dikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet W1 - Boutafstand W2 - Boutafstand W3 - Boutafstand
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
c _{y,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
c _{z,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem

Verklaring van symbolen

I _{y,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{z,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{yz,LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el,y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el,z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as



Verklaring van symbolen	
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief M_y moment
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief M_y moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief M_z moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief M_z moment
d_y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt

Verklaring van symbolen	
d_z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I_t	Torsie constante
I_w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

2.3. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0.000	0.000	0.000
K2	7.200	0.000	0.000
K3	7.200	9.900	0.000
K4	0.000	9.900	0.000
K71	0.000	0.150	0.000
K72	7.200	0.150	0.000
K73	0.000	0.450	0.000
K74	7.200	0.450	0.000
K75	0.000	0.750	0.000
K76	7.200	0.750	0.000
K77	0.000	1.050	0.000
K78	7.200	1.050	0.000
K79	0.000	1.350	0.000
K80	7.200	1.350	0.000
K81	0.000	1.650	0.000
K82	7.200	1.650	0.000
K83	0.000	1.950	0.000
K84	7.200	1.950	0.000
K85	0.000	2.250	0.000
K86	7.200	2.250	0.000
K87	0.000	2.550	0.000
K88	7.200	2.550	0.000
K89	0.000	2.850	0.000
K90	7.200	2.850	0.000
K91	0.000	3.150	0.000
K92	7.200	3.150	0.000
K93	0.000	3.450	0.000
K94	7.200	3.450	0.000
K95	0.000	3.750	0.000
K96	7.200	3.750	0.000
K97	0.000	4.050	0.000
K98	7.200	4.050	0.000
K99	0.000	4.350	0.000
K100	7.200	4.350	0.000
K101	0.000	4.650	0.000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K102	7.200	4.650	0.000
K103	0.000	4.950	0.000
K104	7.200	4.950	0.000
K105	0.000	5.250	0.000
K106	7.200	5.250	0.000
K107	0.000	5.550	0.000
K108	7.200	5.550	0.000
K109	0.000	5.850	0.000
K110	7.200	5.850	0.000
K111	0.000	6.150	0.000
K112	7.200	6.150	0.000
K113	0.000	6.450	0.000
K114	7.200	6.450	0.000
K115	0.000	6.750	0.000
K116	7.200	6.750	0.000
K117	0.000	7.050	0.000
K118	7.200	7.050	0.000
K119	0.000	7.350	0.000
K120	7.200	7.350	0.000
K121	0.000	7.650	0.000
K122	7.200	7.650	0.000
K123	0.000	7.950	0.000
K124	7.200	7.950	0.000
K125	0.000	8.250	0.000
K126	7.200	8.250	0.000
K127	0.000	8.550	0.000
K128	7.200	8.550	0.000
K129	0.000	8.850	0.000
K130	7.200	8.850	0.000
K131	0.000	9.150	0.000
K132	7.200	9.150	0.000
K133	0.000	9.450	0.000
K134	7.200	9.450	0.000
K135	0.000	9.750	0.000
K136	7.200	9.750	0.000

2.4. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	D. [mm]
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	S 355	12

2.5. Staven

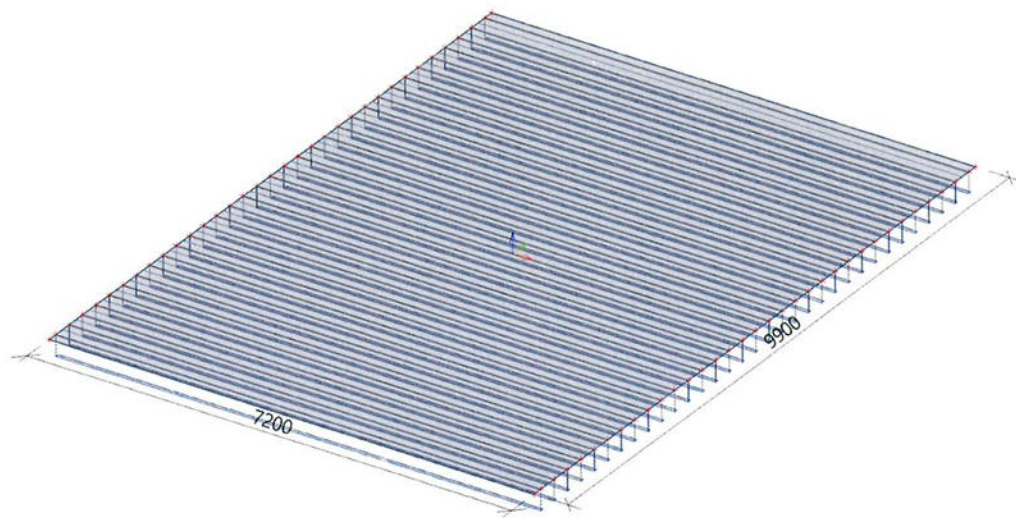
Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K71	K72	Plaatrib (92)



Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S2	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K73	K74	Plaatrib (92)
S3	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K75	K76	Plaatrib (92)
S4	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K77	K78	Plaatrib (92)
S5	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K79	K80	Plaatrib (92)
S6	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K81	K82	Plaatrib (92)
S7	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K83	K84	Plaatrib (92)
S8	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K85	K86	Plaatrib (92)
S9	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K87	K88	Plaatrib (92)
S10	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K89	K90	Plaatrib (92)
S11	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K91	K92	Plaatrib (92)
S12	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K93	K94	Plaatrib (92)
S13	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K95	K96	Plaatrib (92)
S14	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K97	K98	Plaatrib (92)
S15	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K99	K100	Plaatrib (92)
S16	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K101	K102	Plaatrib (92)
S17	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K103	K104	Plaatrib (92)
S18	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K105	K106	Plaatrib (92)
S19	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K107	K108	Plaatrib (92)
S20	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K109	K110	Plaatrib (92)
S21	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K111	K112	Plaatrib (92)
S22	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K113	K114	Plaatrib (92)
S23	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K115	K116	Plaatrib (92)
S24	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K117	K118	Plaatrib (92)
S25	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K119	K120	Plaatrib (92)
S26	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K121	K122	Plaatrib (92)
S27	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K123	K124	Plaatrib (92)
S28	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K125	K126	Plaatrib (92)
S29	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K127	K128	Plaatrib (92)
S30	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K129	K130	Plaatrib (92)
S31	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K131	K132	Plaatrib (92)
S32	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K133	K134	Plaatrib (92)
S33	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K135	K136	Plaatrib (92)



2.6. Rekenmodel





3. Opleggingen

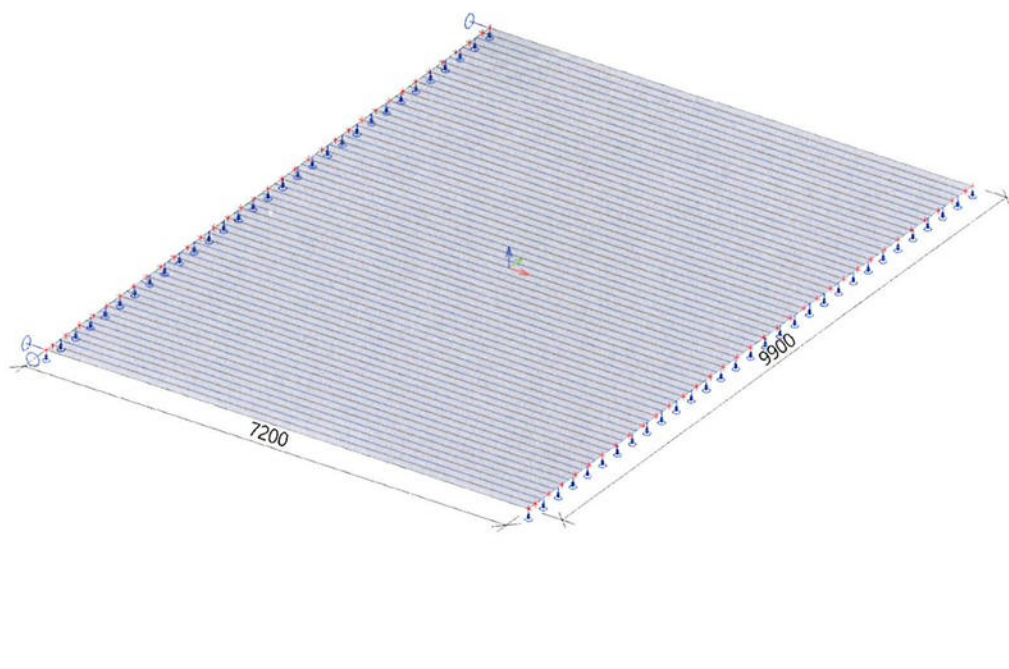
3.1. Knoopondersteuningen

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

3.2. Ondersteuning 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	Ry	Rz
Sle1	E1 2	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Vrij	Verend 2.5000e+01	Vrij	Vrij	Vrij
Sle2	E1 4	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Vrij	Verend 2.5000e+01	Vrij	Vrij	Vrij

3.3. Rekenmodel



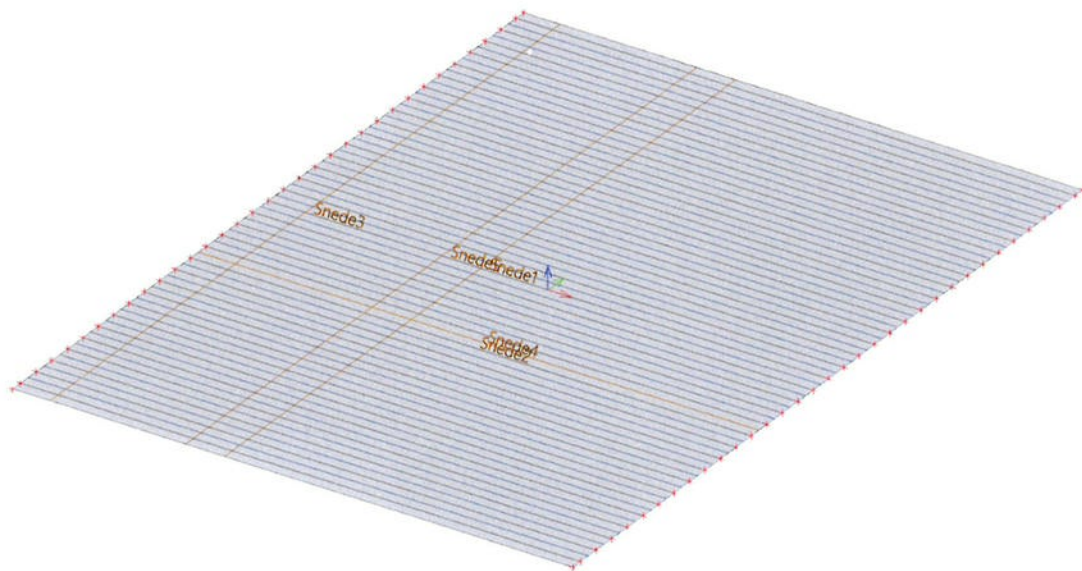


4. Sneden

4.1. Snede op plaat

Naam	Teken	Richting van snede
Snede1	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede2	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede3	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede4	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede5	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



5.2. Belastingsgevallen

5.2.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG01	dienstvoertuig midden boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

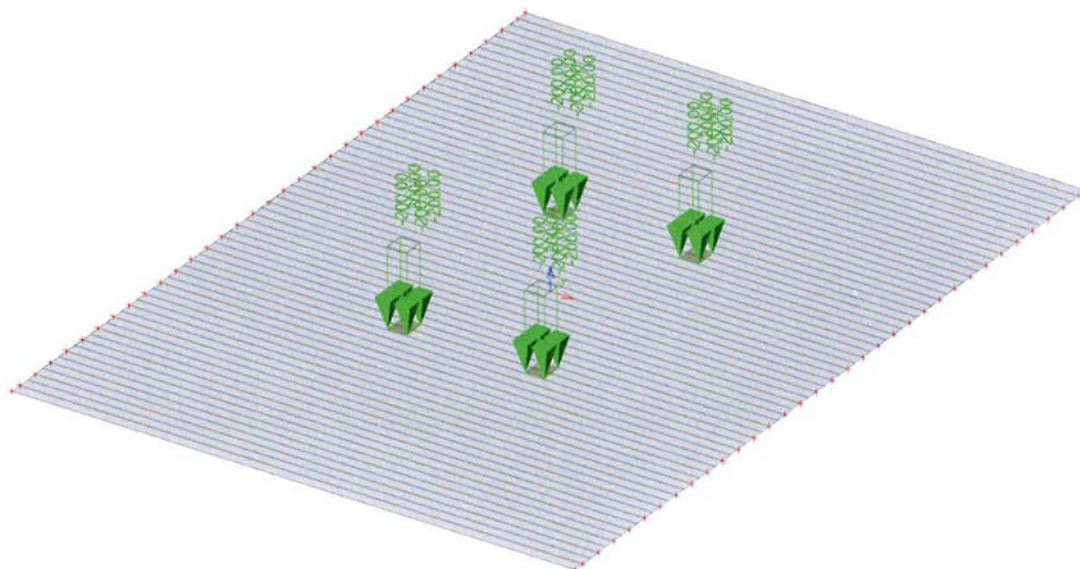
5.2.1.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF1	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1	-200.00	GCS Lengte
GFF2	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF2	-200.00	GCS Lengte
GFF3	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF3	-200.00	GCS Lengte
GFF4	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF4	-200.00	GCS Lengte

5.2.1.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF2	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF3	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF4	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.1.3. BG01 / Totale waarde





5.2.2. Belastingsgevallen - BG02

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG02	dienstvoertuig rand boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

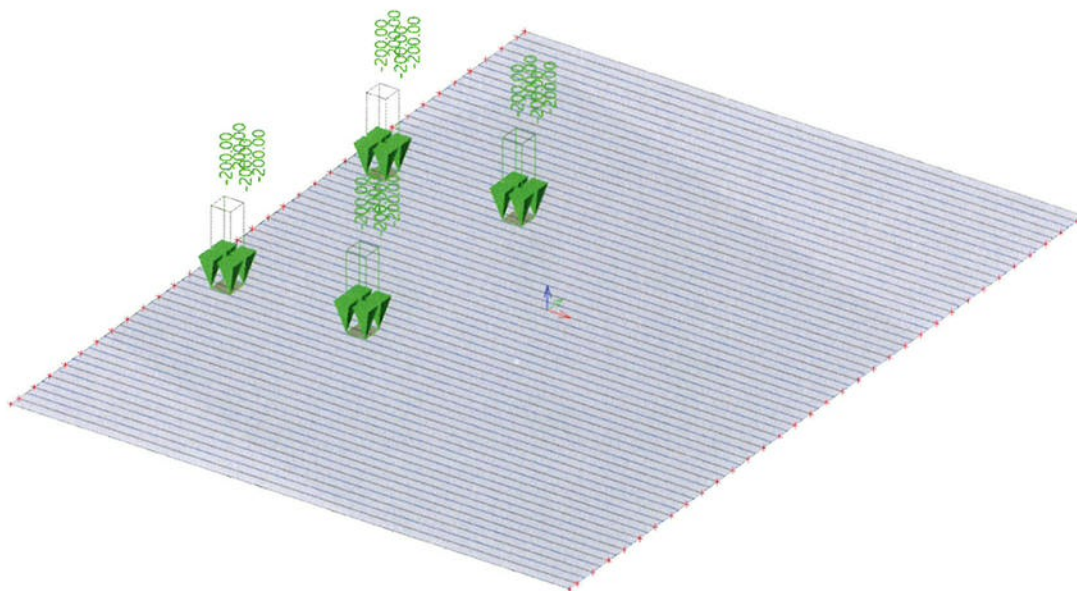
5.2.2.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF5	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF5	-200.00	GCS Lengte
GFF6	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF6	-200.00	GCS Lengte
GFF7	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF7	-200.00	GCS Lengte
GFF8	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF8	-200.00	GCS Lengte

5.2.2.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF5	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF6	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF7	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF8	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.2.3. BG01 / Totale waarde





5.2.3. Belastingsgevallen - BG03

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG03	dienstvoertuig midden tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

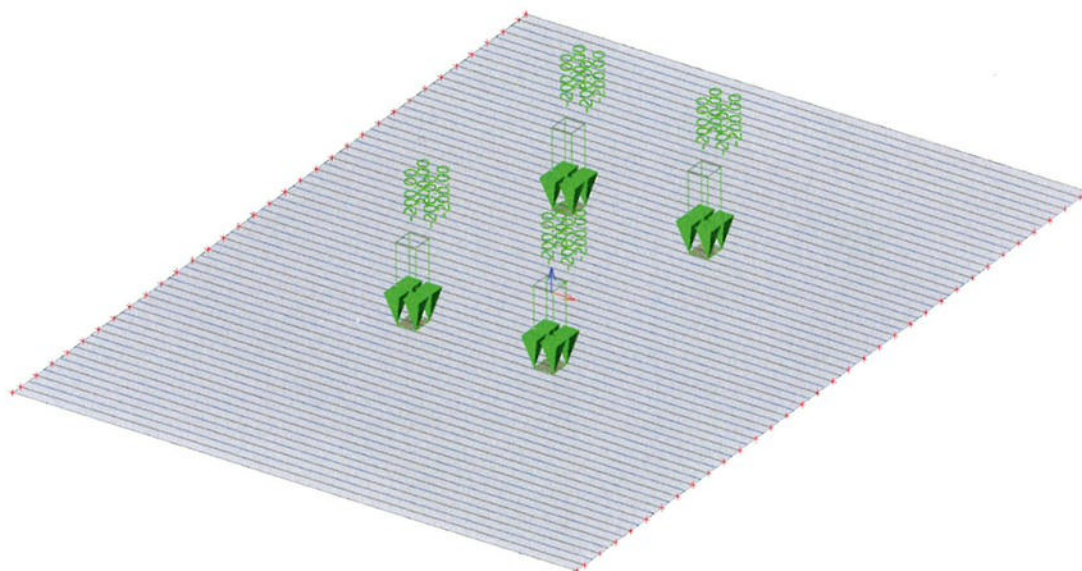
5.2.3.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF17	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF9	-200.00	GCS Lengte
GFF18	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF10	-200.00	GCS Lengte
GFF19	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF11	-200.00	GCS Lengte
GFF20	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF12	-200.00	GCS Lengte

5.2.3.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF9	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF10	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF11	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF12	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.3.3. BG01 / Totale waarde





5.2.4. Belastingsgevallen - BG04

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG04	dienstvoertuig rand tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

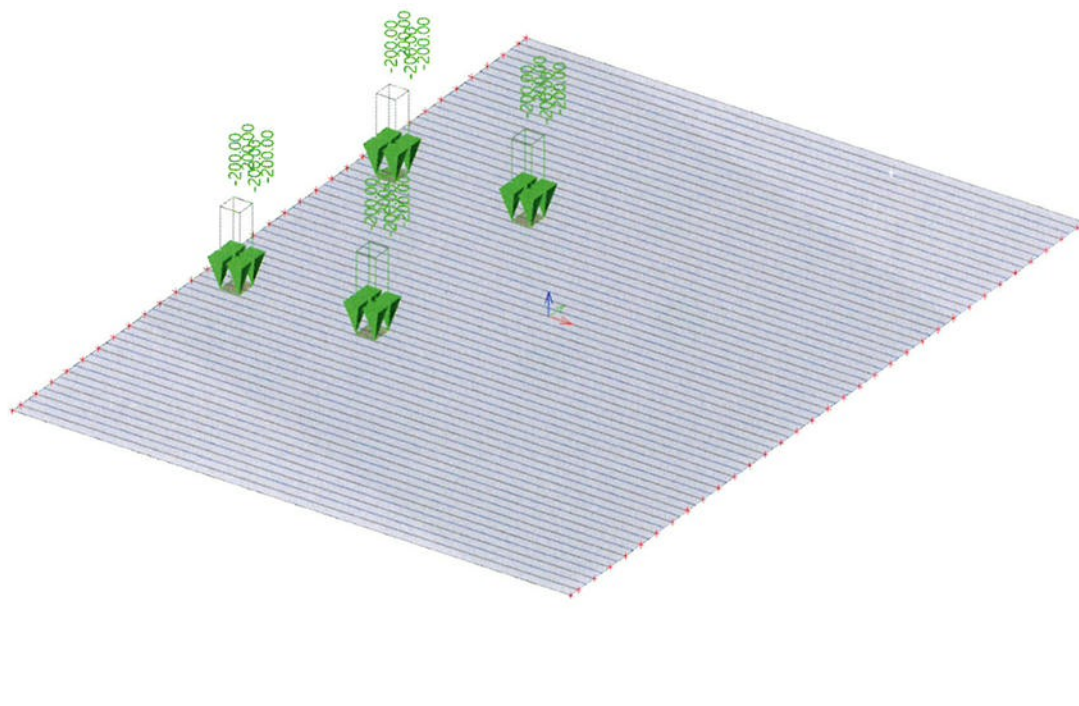
5.2.4.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF21	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF13	-200.00	GCS Lengte
GFF22	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF14	-200.00	GCS Lengte
GFF23	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF15	-200.00	GCS Lengte
GFF24	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF16	-200.00	GCS Lengte

5.2.4.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF13	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF14	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF15	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF16	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.4.3. BG01 / Totale waarde





5.3. Combinaties

Lege tabel

5.4. Resultaatklassen

Lege tabel

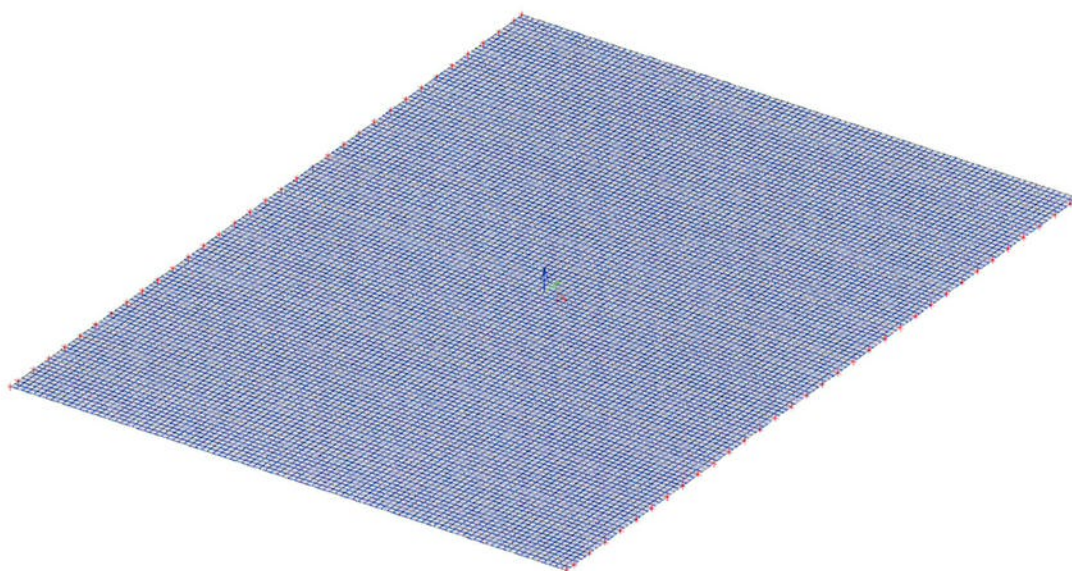


6. Berekening krachstverdeling

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]	0.075
Minimum lengte van staafelement [m]	0.100
Maximum lengte van staafelement [m]	0.150
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	12672
Aantal 1D-elementen	3168
Aantal netknopen	12901
Aantal vergelijkingen	77406
Buigtheorie	Mindlin
Belastingsgevallen	BG01, BG02, BG03, BG04
Start van de berekening	25.02.2019 11:41
Einde berekening	25.02.2019 11:42



Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG01	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00
BG02	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00
BG03	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00
BG04	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Krachtswerking langsrichting	2
2.1. Belastingsgevallen	2
2.1.1. Belastingsgevallen - BG01	2
2.1.1.1. Interne krachten in staaf	2
2.1.1.2. Interne 1D-krachten; M_y	3
2.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_z	3
2.1.2. Belastingsgevallen - BG02	4
2.1.2.1. Interne krachten in staaf	4
2.1.2.2. Interne 1D-krachten; M_y	5
2.1.2.3. Interne 1D-krachten; V_z	5
2.1.3. Belastingsgevallen - BG03	6
2.1.3.1. Interne krachten in staaf	6
2.1.3.2. Interne 1D-krachten; M_y	7
2.1.3.3. Interne 1D-krachten; V_z	7
2.1.4. Belastingsgevallen - BG04	8
2.1.4.1. Interne krachten in staaf	8
2.1.4.2. Interne 1D-krachten; M_y	9
2.1.4.3. Interne 1D-krachten; V_z	9
3. Krachtswerking dwarsrichting	10
3.1. Interne 2D-krachten; m_y	10
3.2. Interne 2D-krachten; m_y	10
3.3. Interne 2D-krachten; m_y	11
3.4. Interne 2D-krachten; m_y	11
3.5. Interne 2D-krachten; m_y	12
3.6. Interne 2D-krachten; m_y	12
3.7. Interne 2D-krachten; m_y	13
3.8. Interne 2D-krachten; m_y	13



2. Krachswerking langsricting

2.1. Belastingsgevallen

2.1.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG01	dienstvoertuig midden boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.1.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

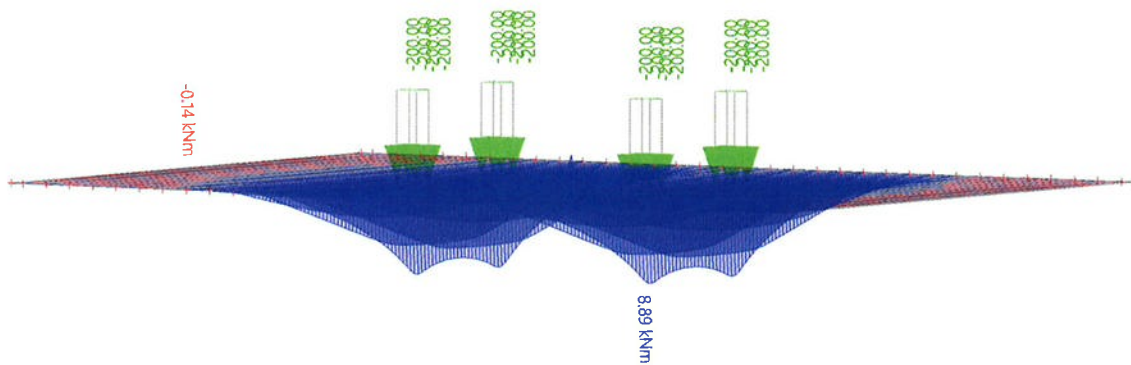
Belastingsgevallen : BG01

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S17	CS2 - Hoek	3.600	BG01	-16.20	0.00	0.00	0.00	0.57	0.02
S12	CS2 - Hoek	2.925	BG01	25.24	-0.06	-2.54	0.00	8.54	0.28
S14	CS2 - Hoek	6.150	BG01	1.12	-3.95	-1.30	0.29	1.68	0.04
S14	CS2 - Hoek	1.050	BG01	1.12	3.95	1.30	-0.29	1.68	0.04
S22	CS2 - Hoek	4.650	BG01	23.35	-0.11	-6.19	0.00	8.09	0.24
S22	CS2 - Hoek	2.550	BG01	23.35	0.11	6.19	0.00	8.09	0.24
S14	CS2 - Hoek	0.900	BG01	0.97	3.93	1.36	-0.29	1.46	0.03
S14	CS2 - Hoek	6.300	BG01	0.97	-3.93	-1.36	0.29	1.46	0.03
S1	CS2 - Hoek	3.600	BG01	2.85	0.00	0.00	0.00	-0.14	0.03
S22	CS2 - Hoek	2.775	BG01	24.93	-0.26	-0.03	0.01	8.91	0.27
S27	CS2 - Hoek	3.600	BG01	-7.75	0.00	0.00	0.00	0.27	-0.04
S12	CS2 - Hoek	2.775	BG01	24.94	0.11	-0.04	-0.01	8.90	0.30



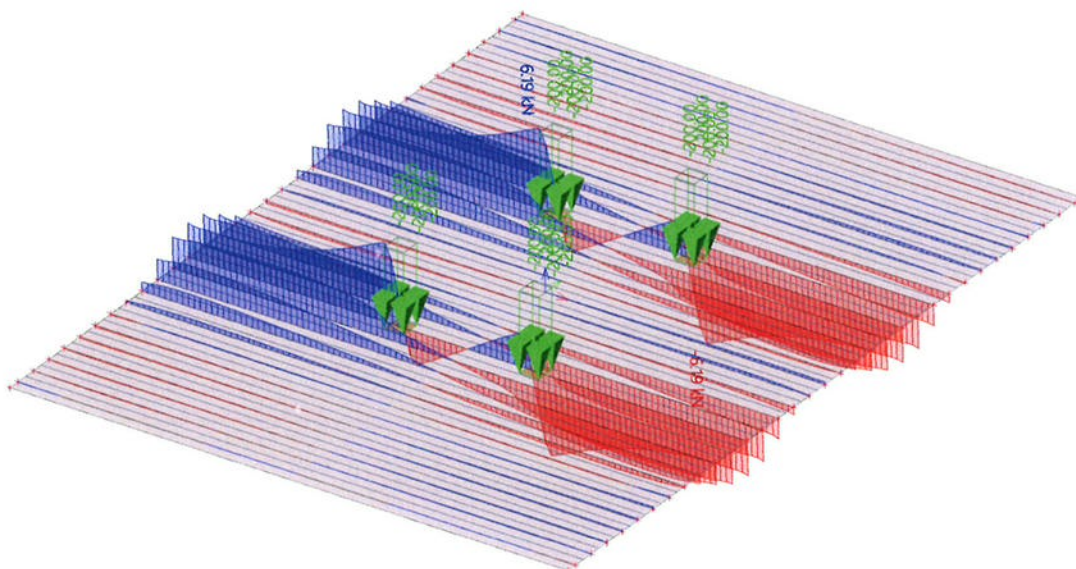
2.1.1.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG01
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG01
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.1.2. Belastingsgevallen - BG02

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG02	dienstvoertuig rand boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.2.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

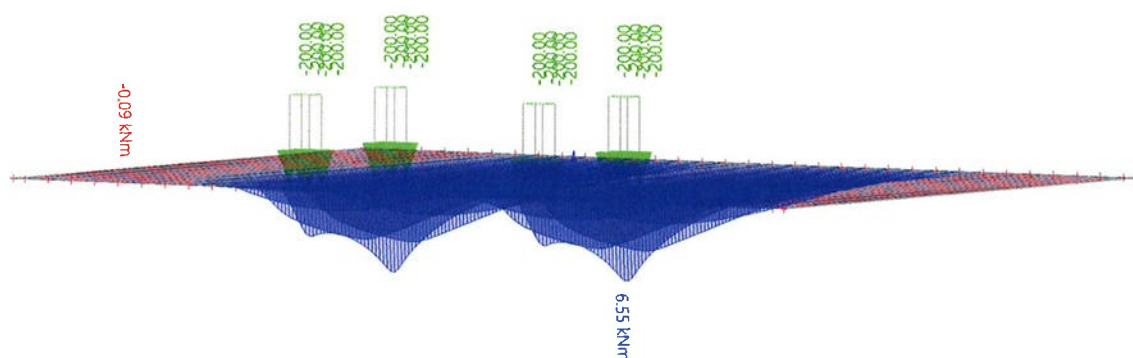
Belastingsgevallen : BG02

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S17	CS2 - Hoek	2.925	BG02	-9.49	-0.01	0.01	0.00	0.28	0.01
S12	CS2 - Hoek	2.250	BG02	16.40	0.00	-0.84	0.00	6.56	0.22
S20	CS2 - Hoek	0.675	BG02	-0.92	-3.79	1.46	0.27	1.06	0.09
S14	CS2 - Hoek	0.675	BG02	-0.94	3.86	1.13	-0.28	1.08	-0.02
S12	CS2 - Hoek	2.400	BG02	16.04	-0.27	-4.37	0.01	6.05	0.20
S22	CS2 - Hoek	0.300	BG02	2.83	0.15	8.28	0.00	2.24	0.07
S1	CS2 - Hoek	2.250	BG02	1.73	0.02	0.01	0.00	-0.09	0.02
S22	CS2 - Hoek	2.250	BG02	16.40	-0.13	-0.84	0.01	6.56	0.20
S13	CS2 - Hoek	0.375	BG02	0.94	2.59	3.66	-0.22	1.60	-0.04
S11	CS2 - Hoek	2.250	BG02	8.81	-0.23	-0.05	-0.02	4.29	0.23



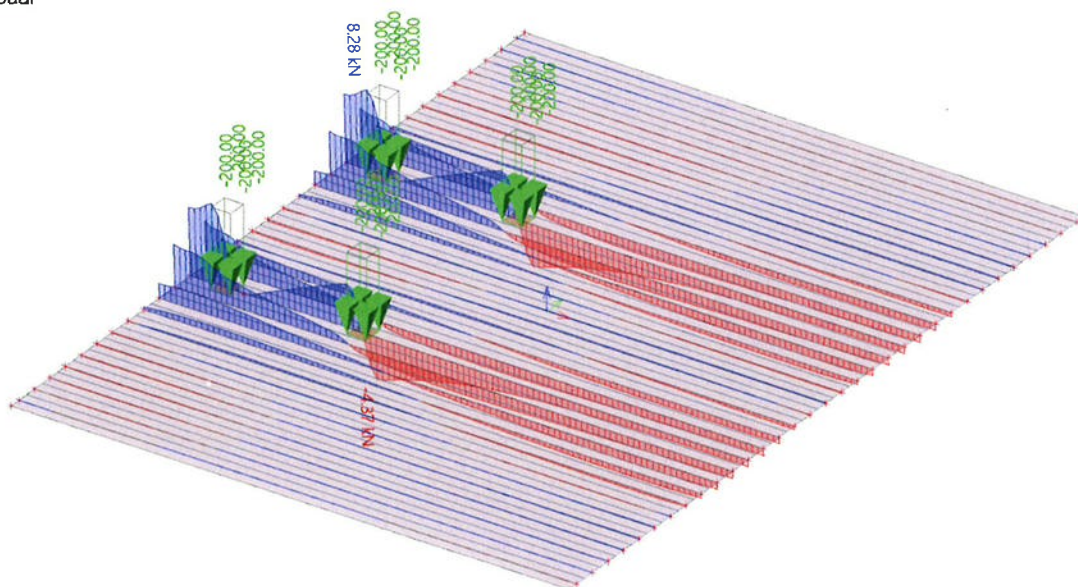
2.1.2.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.2.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.1.3. Belastingsgevallen - BG03

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG03	dienstvoertuig midden tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.3.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

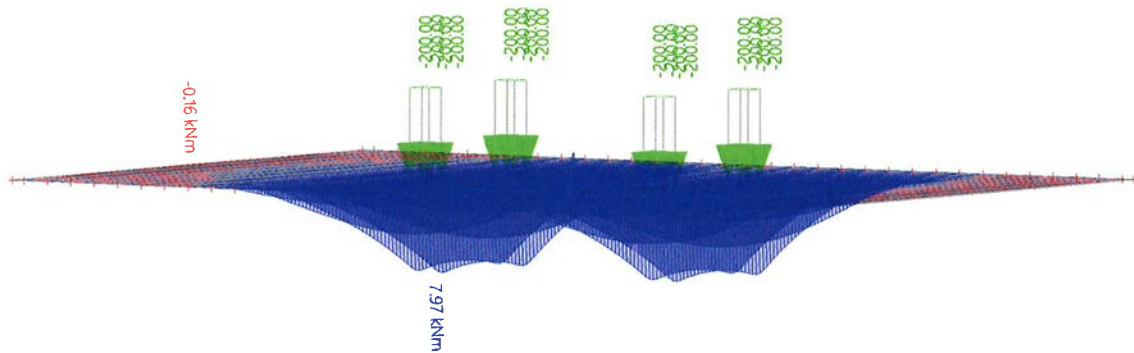
Belastingsgevallen : BG03

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S18	CS2 - Hoek	3.600	BG03	-15.82	0.00	0.00	0.00	0.65	0.03
S23	CS2 - Hoek	3.600	BG03	22.70	0.00	0.00	0.00	7.35	0.24
S20	CS2 - Hoek	0.975	BG03	-1.09	-3.94	1.13	0.27	1.14	0.05
S20	CS2 - Hoek	6.225	BG03	-1.09	3.94	-1.13	-0.27	1.14	0.05
S23	CS2 - Hoek	4.650	BG03	20.09	0.58	-4.45	0.13	7.35	0.14
S23	CS2 - Hoek	2.550	BG03	20.09	-0.58	4.45	-0.13	7.35	0.14
S14	CS2 - Hoek	1.050	BG03	3.69	3.44	1.95	-0.28	2.13	0.06
S14	CS2 - Hoek	6.150	BG03	3.69	-3.44	-1.95	0.28	2.13	0.06
S1	CS2 - Hoek	3.600	BG03	3.01	0.00	0.00	0.00	-0.16	0.03
S13	CS2 - Hoek	2.775	BG03	20.70	1.23	0.53	-0.05	7.99	0.15
S28	CS2 - Hoek	3.600	BG03	-6.99	0.00	0.00	0.00	0.13	-0.04
S12	CS2 - Hoek	2.700	BG03	21.23	-0.01	2.24	0.06	7.82	0.38



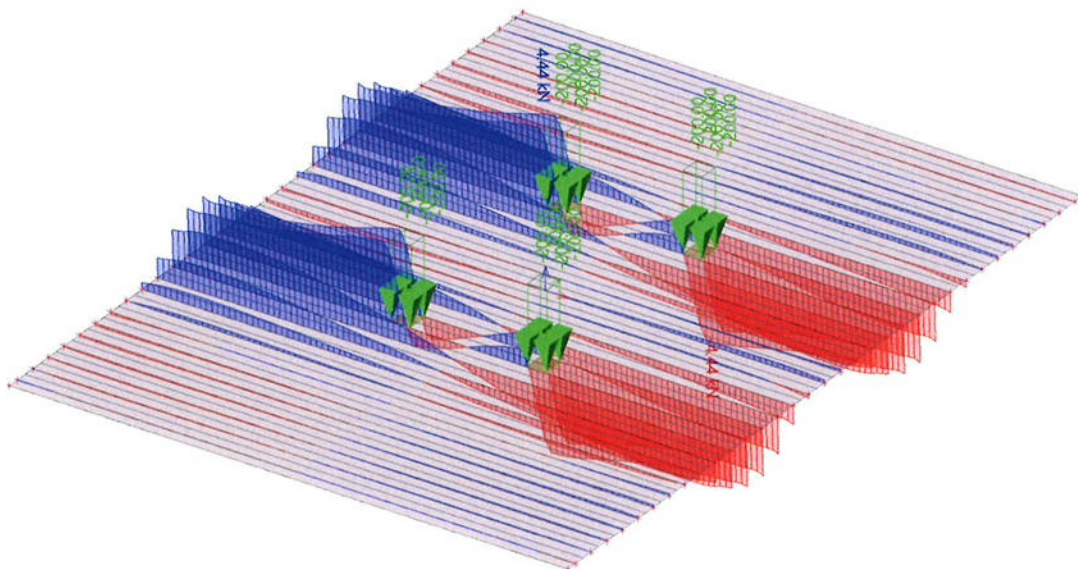
2.1.3.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.3.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.1.4. Belastingsgevallen - BG04

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG04	dienstvoertuig rand tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.4.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

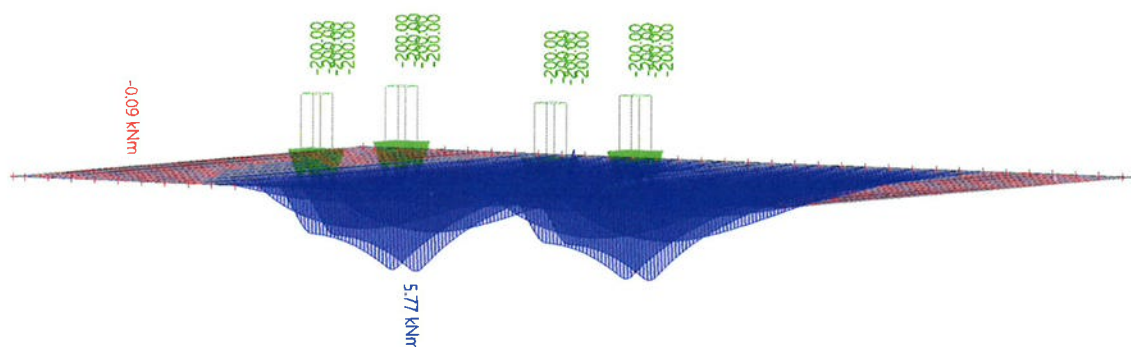
Belastingsgevallen : BG04

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S18	CS2 - Hoek	2.850	BG04	-9.26	-0.02	0.02	0.00	0.33	0.02
S12	CS2 - Hoek	2.250	BG04	13.95	-0.45	-0.51	-0.03	5.72	0.30
S20	CS2 - Hoek	0.675	BG04	-1.96	-3.63	0.86	0.25	0.63	0.07
S15	CS2 - Hoek	0.675	BG04	-1.97	3.64	0.55	-0.25	0.64	-0.03
S13	CS2 - Hoek	2.400	BG04	13.20	1.08	-2.78	0.09	5.46	0.10
S23	CS2 - Hoek	0.300	BG04	1.88	0.06	6.58	-0.13	1.92	-0.01
S14	CS2 - Hoek	0.600	BG04	0.54	3.62	2.02	-0.27	1.54	-0.02
S21	CS2 - Hoek	0.600	BG04	0.55	-3.55	2.33	0.27	1.52	0.12
S1	CS2 - Hoek	2.400	BG04	1.76	0.02	0.00	0.00	-0.09	0.02
S13	CS2 - Hoek	2.250	BG04	13.35	0.46	-0.56	0.03	5.78	0.07
S14	CS2 - Hoek	0.375	BG04	-0.02	3.16	2.30	-0.24	1.04	-0.03



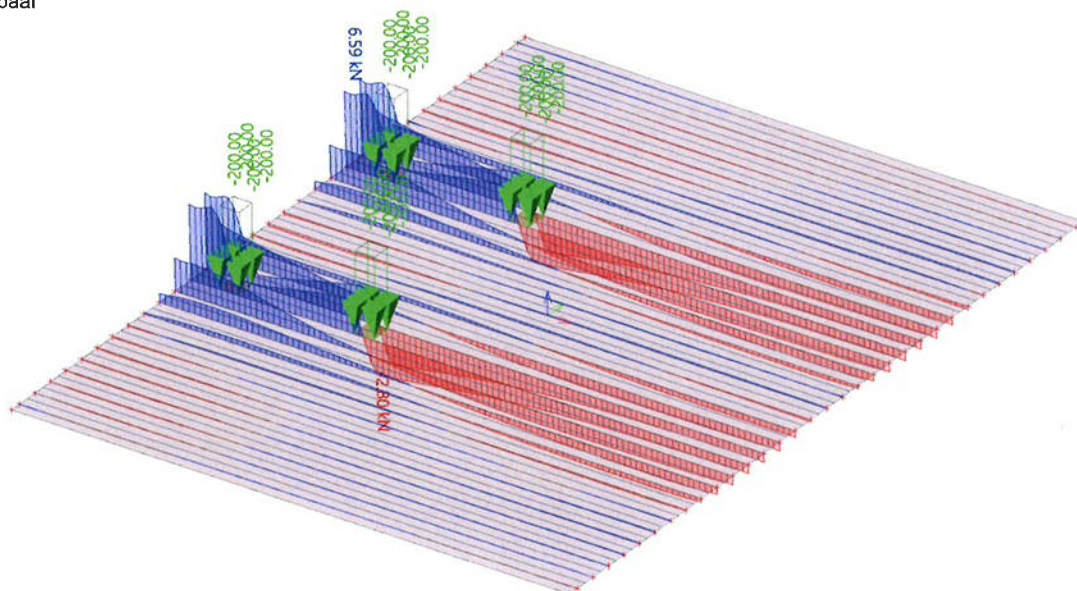
2.1.4.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG04
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.4.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG04
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle

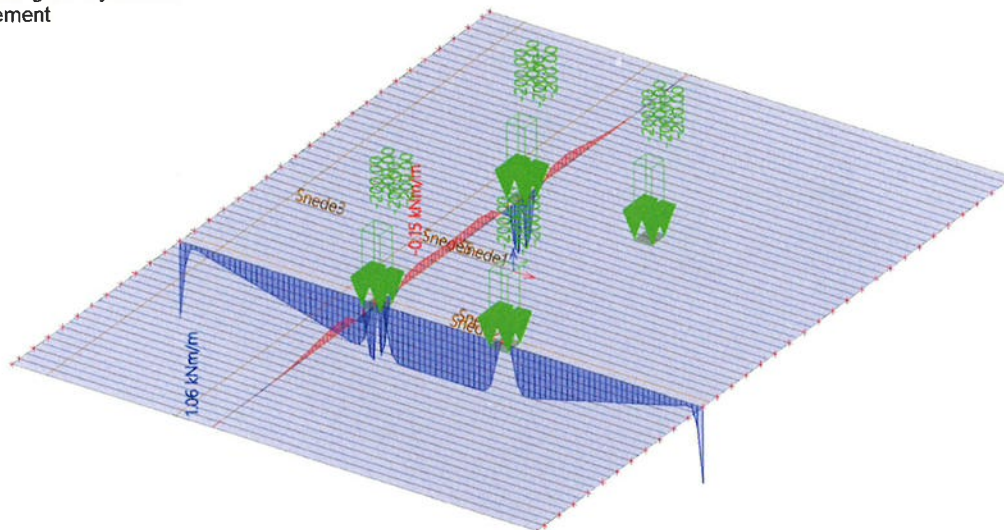




3. Krachswerking dwarsrichting

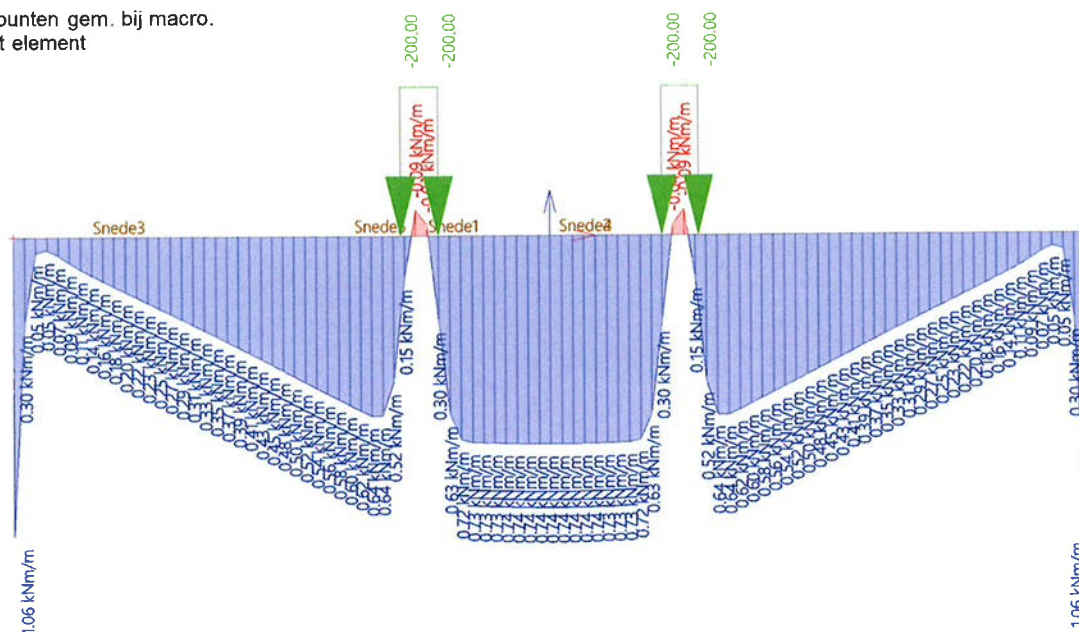
3.1. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG01
 Selectie: E1, Snede1, Snede2
 Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
 Systeem: LCS net element
 Basis grootheden
 Extreem: Globaal



3.2. Interne 2D-krachten; m_y

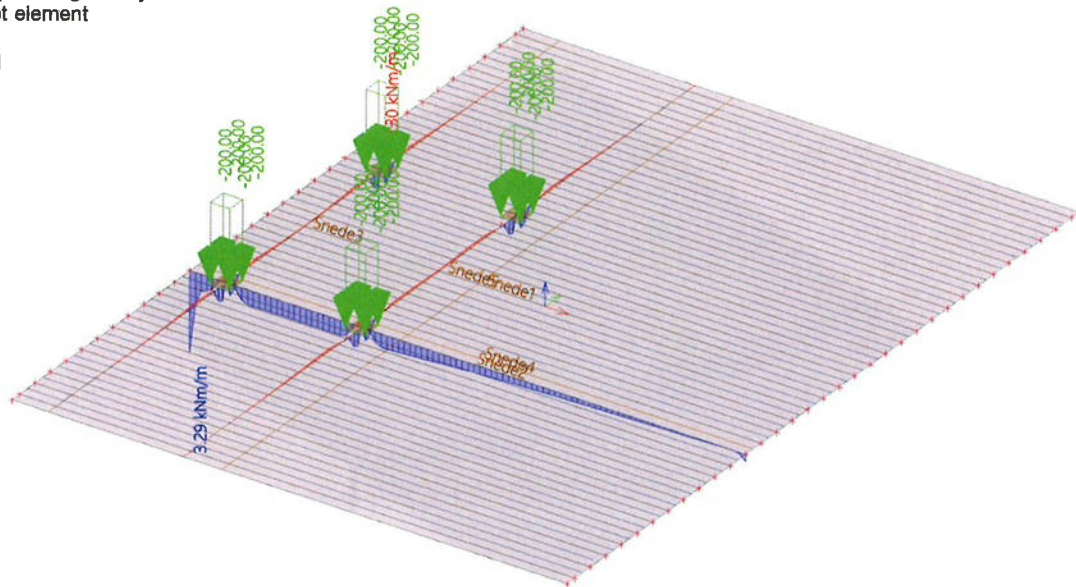
Waardes: m_y
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG01
 Selectie: Snede2
 Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
 Systeem: LCS net element
 Basis grootheden
 Extreem: Net





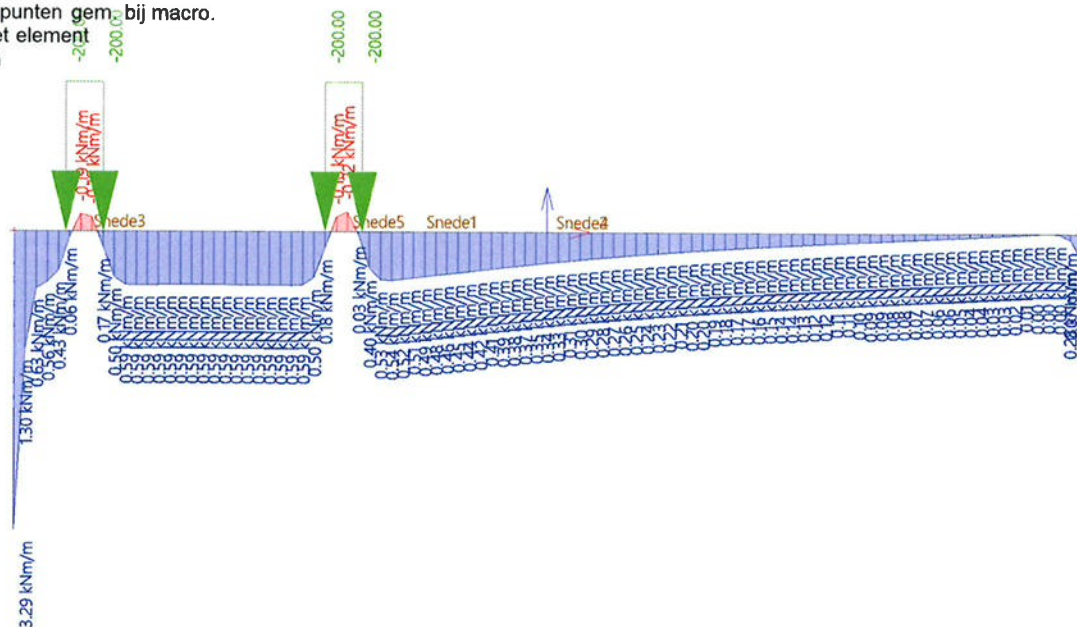
3.3. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Selectie: Snede2, Snede3, Snede5
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



3.4. Interne 2D-krachten; m_y

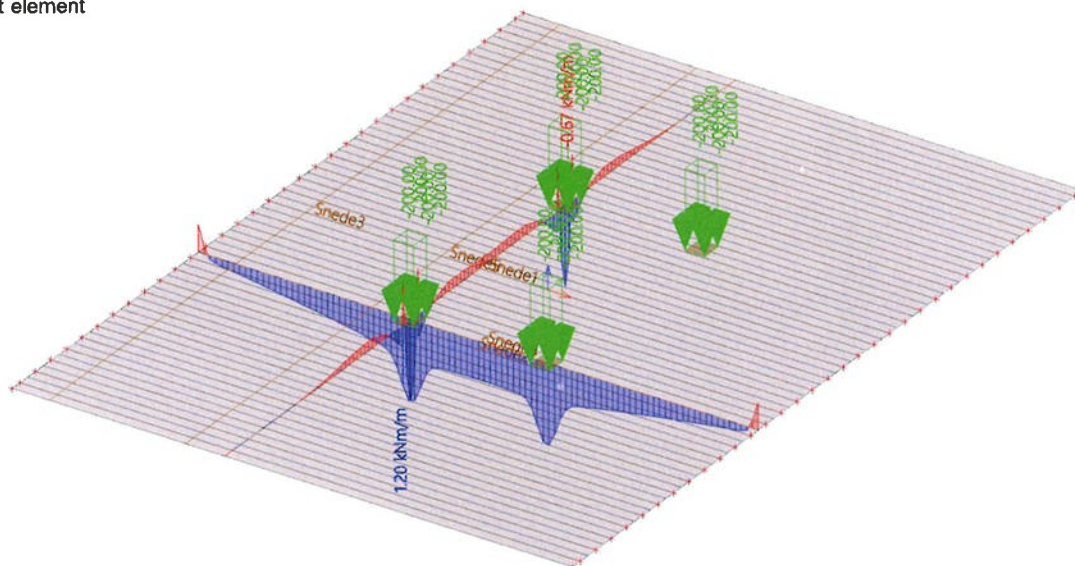
Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Selectie: Snede2
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Net





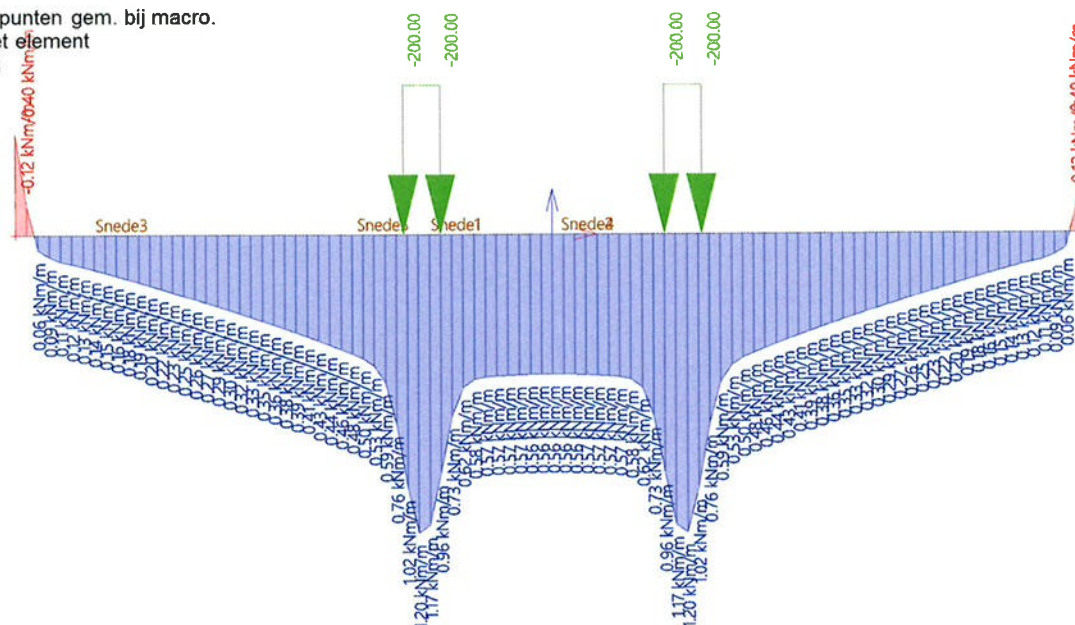
3.5. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Selectie: Snede1, Snede4
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



3.6. Interne 2D-krachten; m_y

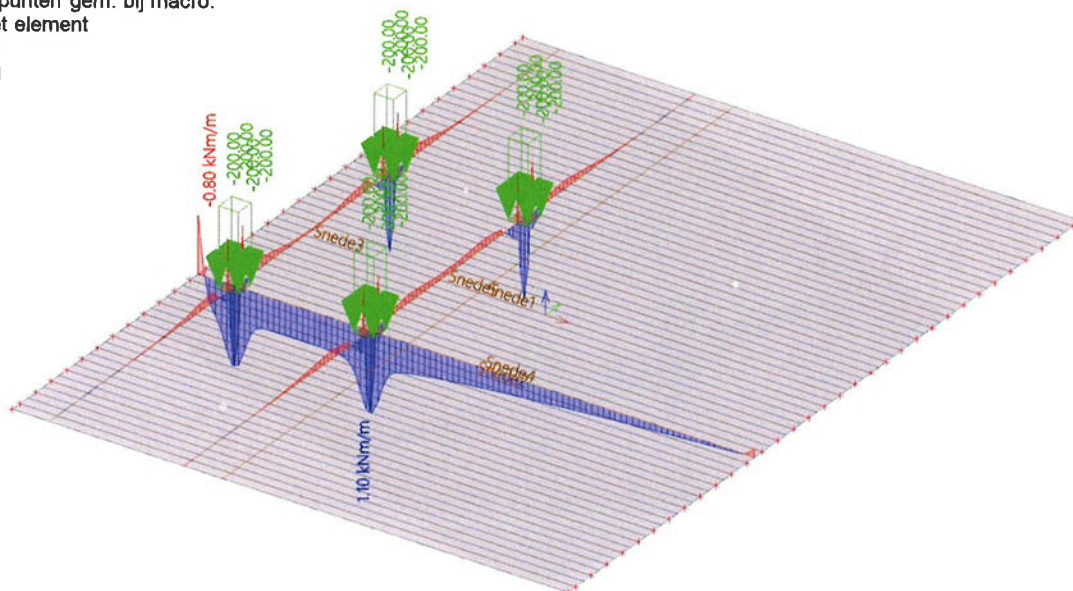
Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Selectie: Snede4
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Net





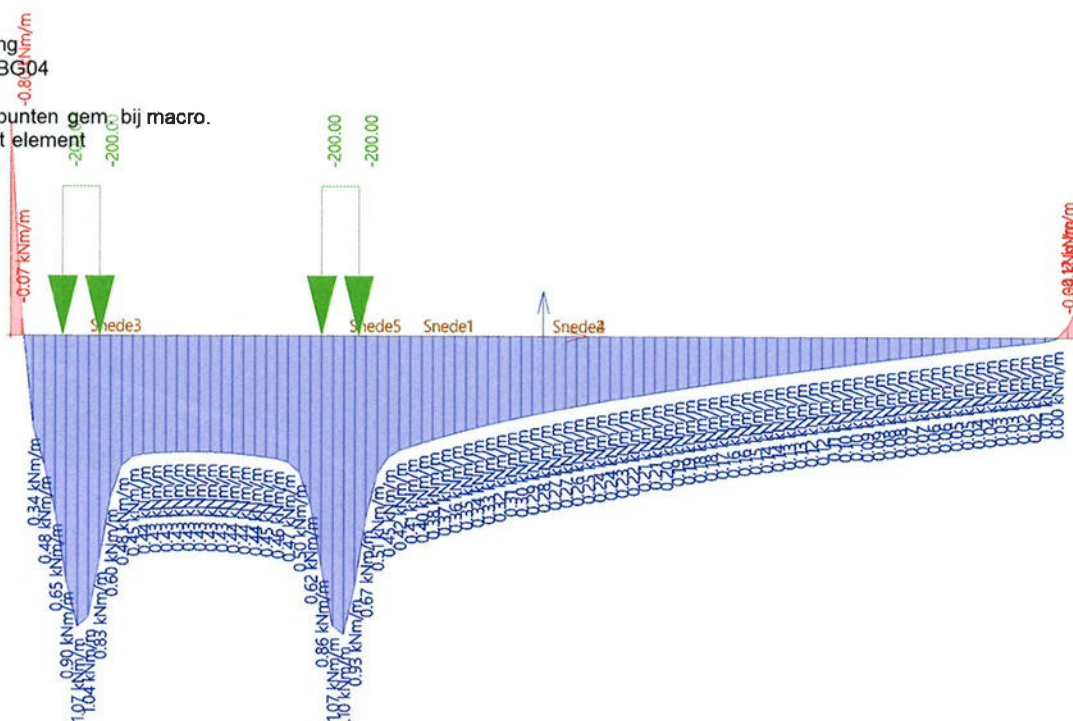
3.7. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG04
Selectie: Snede3..Snede5
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



3.8. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG04
Selectie: Snede4
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Net





1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Materialen en geometrie	2
2.1. Materialen	2
2.2. Doorsneden	2
2.3. Knopen	3
2.4. 2D-elementen	3
2.5. Staven	3
2.6. Rekenmodel	5
3. Opleggingen	6
3.1. Knoopondersteuning	6
3.2. Ondersteuning op 2D elementranden	6
3.3. Rekenmodel	6
4. Sneden	7
4.1. Snede op plaat	7
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. Genereer vrije lasten	9
5.2.1.2. Vrije oppervlakte last	9
5.2.1.3. BG01 / Totale waarde	9
5.2.2. Belastingsgevallen - BG02	10
5.2.2.1. Genereer vrije lasten	10
5.2.2.2. Vrije oppervlakte last	10
5.2.2.3. BG02 / Totale waarde	10
5.2.3. Belastingsgevallen - BG03	11
5.2.3.1. Genereer vrije lasten	11
5.2.3.2. Vrije oppervlakte last	11
5.2.3.3. BG03 / Totale waarde	11
5.2.4. Belastingsgevallen - BG04	12
5.2.4.1. Genereer vrije lasten	12
5.2.4.2. Vrije oppervlakte last	12
5.2.4.3. BG04 / Totale waarde	12
5.3. Combinaties	13
5.4. Resultaatklassen	13
6. Berekening krachstverdeling	14
6.1. Instellingen net	14
6.2. Rekenmodel	14
6.3. Berekeningsverslag	14



2. Materialen en geometrie

2.1. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	μ	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S 235	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	235.0 215.0	360.0 360.0
S 355	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	355.0 335.0	490.0 470.0

2.2. Doorsneden

CS2		
Type	Hoek	
Uitgebreid	300; 50; 6; 6; 0	
Vormnorm	4 - L-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	b	b
A [m ²]	2.0719e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5.5610e-04	1.5962e-03
A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	6.9733e-01	6.9733e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	6	131
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]	1.8596e-05	1.9190e-07
I _{yz,LCS} [m ⁴]	-8.4722e-07	
α [deg]	2.63	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1.8635e-05	1.5298e-07
i _y [mm], i _z [mm]	95	9
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1.1002e-04	4.0234e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1.7197e-04	1.1419e-05
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	6.11e+04	6.11e+04
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	4.05e+03	4.05e+03
d _y [mm], d _z [mm]	-9	-128
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2.4768e-08	2.2825e-39
β_y [mm], β_z [mm]	267	434
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Breedte t - Dikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet W1 - Boutafstand W2 - Boutafstand W3 - Boutafstand
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A ₀	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
c _{y,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
c _{z,UCS}	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem

Verklaring van symbolen	
I _{y,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{z,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{yz,LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el,y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el,z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as



Verklaring van symbolen	
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt

Verklaring van symbolen	
d_z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I_t	Torsie constante
I_w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

2.3. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0.000	0.000	0.000
K2	7.200	0.000	0.000
K3	7.200	9.900	0.000
K4	0.000	9.900	0.000
K71	0.000	0.150	0.000
K72	7.200	0.150	0.000
K73	0.000	0.450	0.000
K74	7.200	0.450	0.000
K75	0.000	0.750	0.000
K76	7.200	0.750	0.000
K77	0.000	1.050	0.000
K78	7.200	1.050	0.000
K79	0.000	1.350	0.000
K80	7.200	1.350	0.000
K81	0.000	1.650	0.000
K82	7.200	1.650	0.000
K83	0.000	1.950	0.000
K84	7.200	1.950	0.000
K85	0.000	2.250	0.000
K86	7.200	2.250	0.000
K87	0.000	2.550	0.000
K88	7.200	2.550	0.000
K89	0.000	2.850	0.000
K90	7.200	2.850	0.000
K91	0.000	3.150	0.000
K92	7.200	3.150	0.000
K93	0.000	3.450	0.000
K94	7.200	3.450	0.000
K95	0.000	3.750	0.000
K96	7.200	3.750	0.000
K97	0.000	4.050	0.000
K98	7.200	4.050	0.000
K99	0.000	4.350	0.000
K100	7.200	4.350	0.000
K101	0.000	4.650	0.000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K102	7.200	4.650	0.000
K103	0.000	4.950	0.000
K104	7.200	4.950	0.000
K105	0.000	5.250	0.000
K106	7.200	5.250	0.000
K107	0.000	5.550	0.000
K108	7.200	5.550	0.000
K109	0.000	5.850	0.000
K110	7.200	5.850	0.000
K111	0.000	6.150	0.000
K112	7.200	6.150	0.000
K113	0.000	6.450	0.000
K114	7.200	6.450	0.000
K115	0.000	6.750	0.000
K116	7.200	6.750	0.000
K117	0.000	7.050	0.000
K118	7.200	7.050	0.000
K119	0.000	7.350	0.000
K120	7.200	7.350	0.000
K121	0.000	7.650	0.000
K122	7.200	7.650	0.000
K123	0.000	7.950	0.000
K124	7.200	7.950	0.000
K125	0.000	8.250	0.000
K126	7.200	8.250	0.000
K127	0.000	8.550	0.000
K128	7.200	8.550	0.000
K129	0.000	8.850	0.000
K130	7.200	8.850	0.000
K131	0.000	9.150	0.000
K132	7.200	9.150	0.000
K133	0.000	9.450	0.000
K134	7.200	9.450	0.000
K135	0.000	9.750	0.000
K136	7.200	9.750	0.000

2.4. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	D. [mm]
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	S 355	12

2.5. Staven

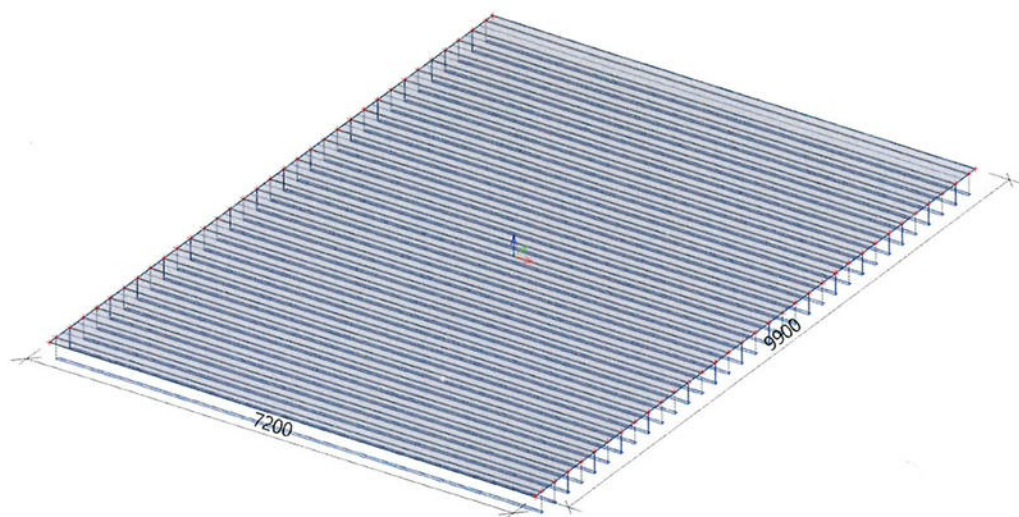
Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K71	K72	Plaatrib (92)



Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S2	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K73	K74	Plaatrib (92)
S3	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K75	K76	Plaatrib (92)
S4	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K77	K78	Plaatrib (92)
S5	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K79	K80	Plaatrib (92)
S6	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K81	K82	Plaatrib (92)
S7	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K83	K84	Plaatrib (92)
S8	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K85	K86	Plaatrib (92)
S9	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K87	K88	Plaatrib (92)
S10	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K89	K90	Plaatrib (92)
S11	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K91	K92	Plaatrib (92)
S12	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K93	K94	Plaatrib (92)
S13	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K95	K96	Plaatrib (92)
S14	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K97	K98	Plaatrib (92)
S15	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K99	K100	Plaatrib (92)
S16	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K101	K102	Plaatrib (92)
S17	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K103	K104	Plaatrib (92)
S18	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K105	K106	Plaatrib (92)
S19	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K107	K108	Plaatrib (92)
S20	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K109	K110	Plaatrib (92)
S21	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K111	K112	Plaatrib (92)
S22	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K113	K114	Plaatrib (92)
S23	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K115	K116	Plaatrib (92)
S24	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K117	K118	Plaatrib (92)
S25	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K119	K120	Plaatrib (92)
S26	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K121	K122	Plaatrib (92)
S27	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K123	K124	Plaatrib (92)
S28	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K125	K126	Plaatrib (92)
S29	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K127	K128	Plaatrib (92)
S30	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K129	K130	Plaatrib (92)
S31	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K131	K132	Plaatrib (92)
S32	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K133	K134	Plaatrib (92)
S33	CS2 - Hoek (300; 50; 6; 6; 0)	S 355	7.200	K135	K136	Plaatrib (92)



2.6. Rekenmodel





3. Opleggingen

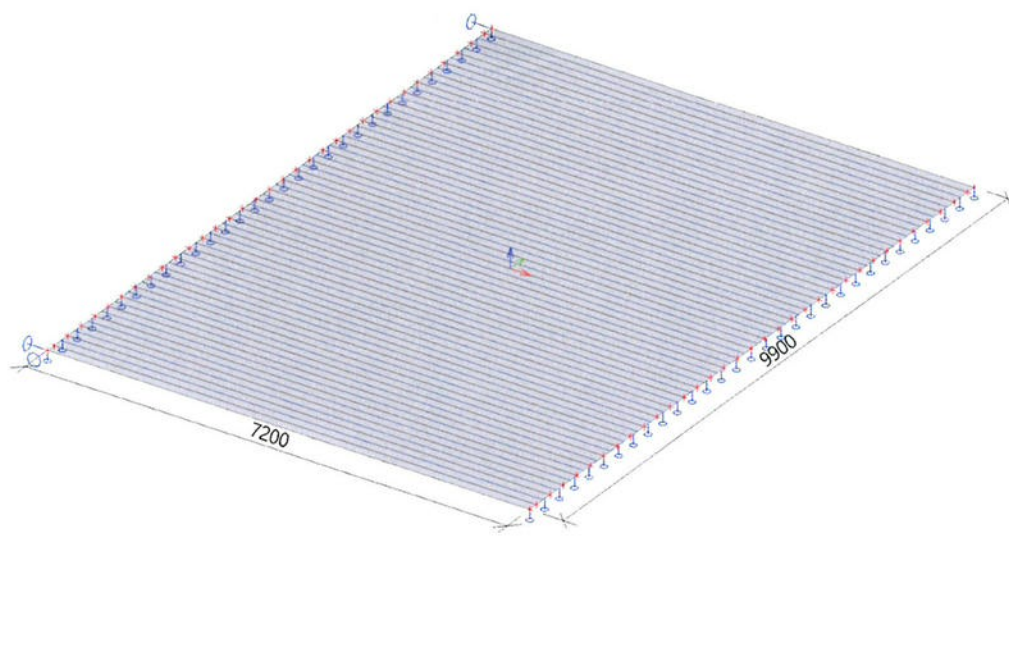
3.1. Knoopondersteuningen

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

3.2. 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	Ry	Rz
Sle1	E1 2	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sle2	E1 4	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

3.3. Rekenmodel



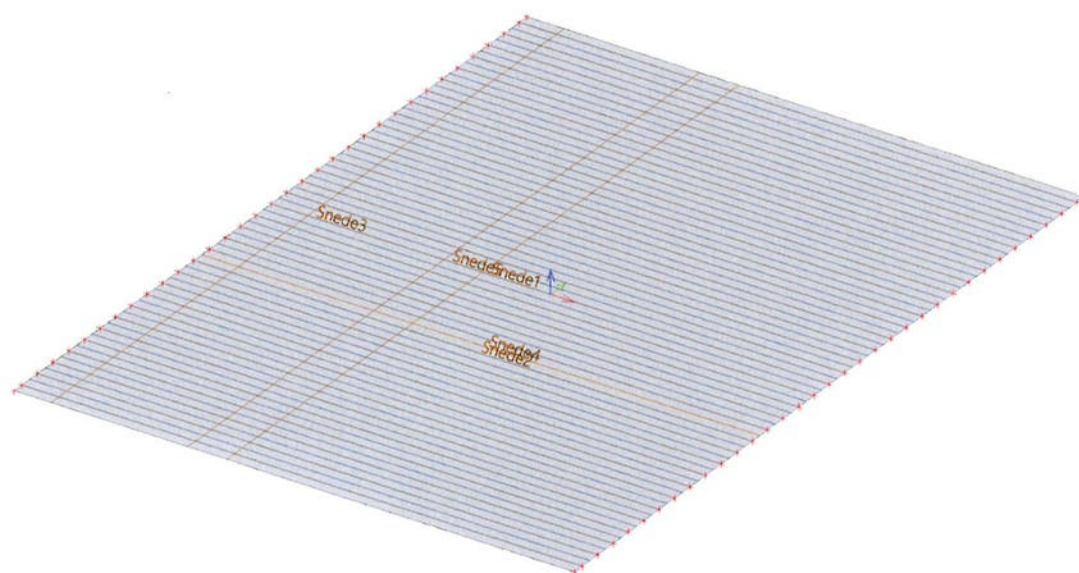


4. Sneden

4.1. Snede op plaat

Naam	Teken	Richting van snede
Snede1	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede2	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede3	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede4	Z richting	0.000000 / 0.000000 / 1.000000
Snede5	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



5.2. Belastingsgevallen

5.2.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG01	dienstvoertuig midden boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

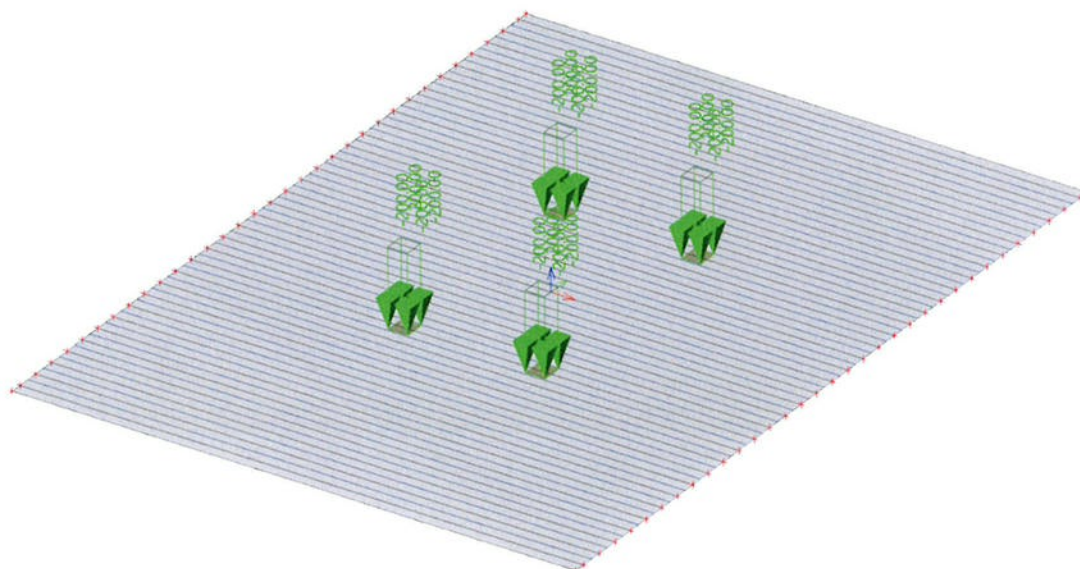
5.2.1.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF1	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1	-200.00	GCS Lengte
GFF2	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF2	-200.00	GCS Lengte
GFF3	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF3	-200.00	GCS Lengte
GFF4	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF4	-200.00	GCS Lengte

5.2.1.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF2	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF3	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF4	BG01 - dienstvoertuig midden boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.1.3. BG01 / Totale waarde





5.2.2. Belastingsgevallen - BG02

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG02	dienstvoertuig rand boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

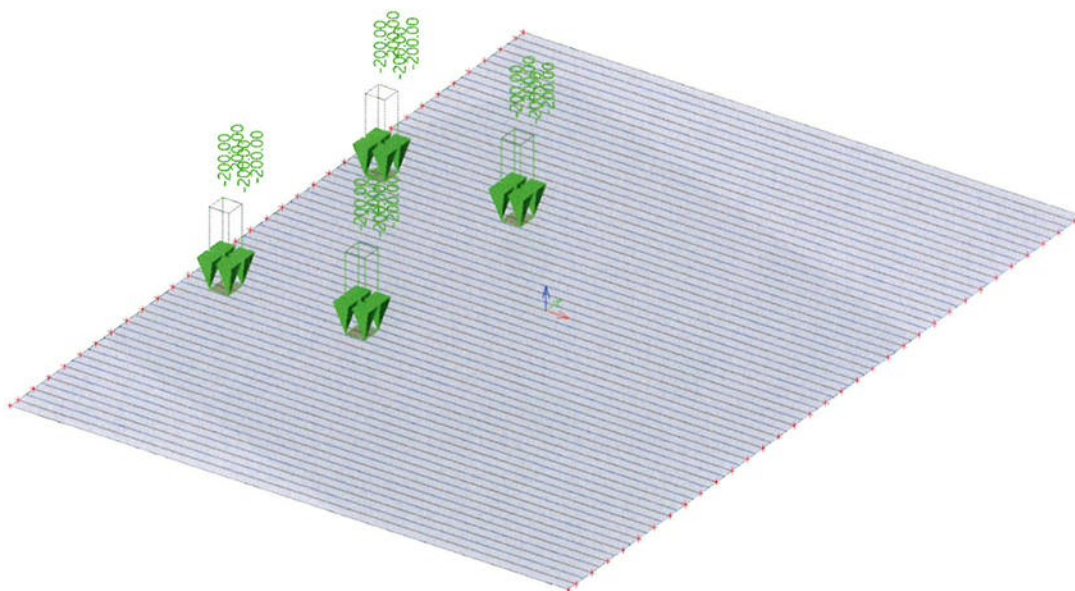
5.2.2.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF5	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF5	-200.00	GCS Lengte
GFF6	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF6	-200.00	GCS Lengte
GFF7	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF7	-200.00	GCS Lengte
GFF8	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF8	-200.00	GCS Lengte

5.2.2.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF5	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF6	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF7	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF8	BG02 - dienstvoertuig rand boven rib	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.2.3. BG01 / Totale waarde





5.2.3. Belastingsgevallen - BG03

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG03	dienstvoertuig midden tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

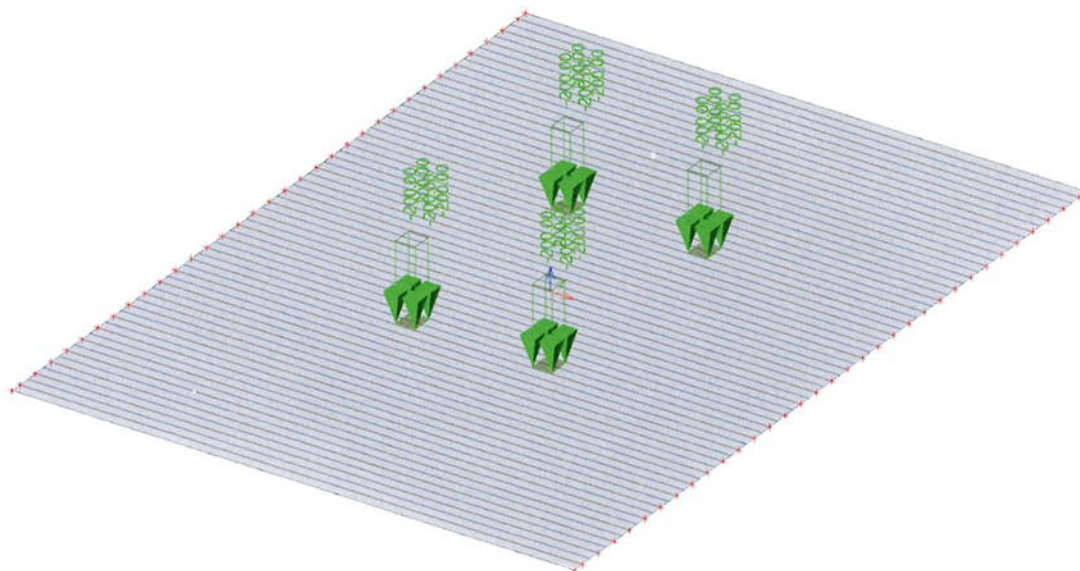
5.2.3.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF17	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF9	-200.00	GCS Lengte
GFF18	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF10	-200.00	GCS Lengte
GFF19	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF11	-200.00	GCS Lengte
GFF20	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF12	-200.00	GCS Lengte

2.3.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF9	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF10	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF11	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF12	BG03 - dienstvoertuig midden tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.3.3. BG01 / Totale waarde





5.2.4. Belastingsgevallen - BG04

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG04	dienstvoertuig rand tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

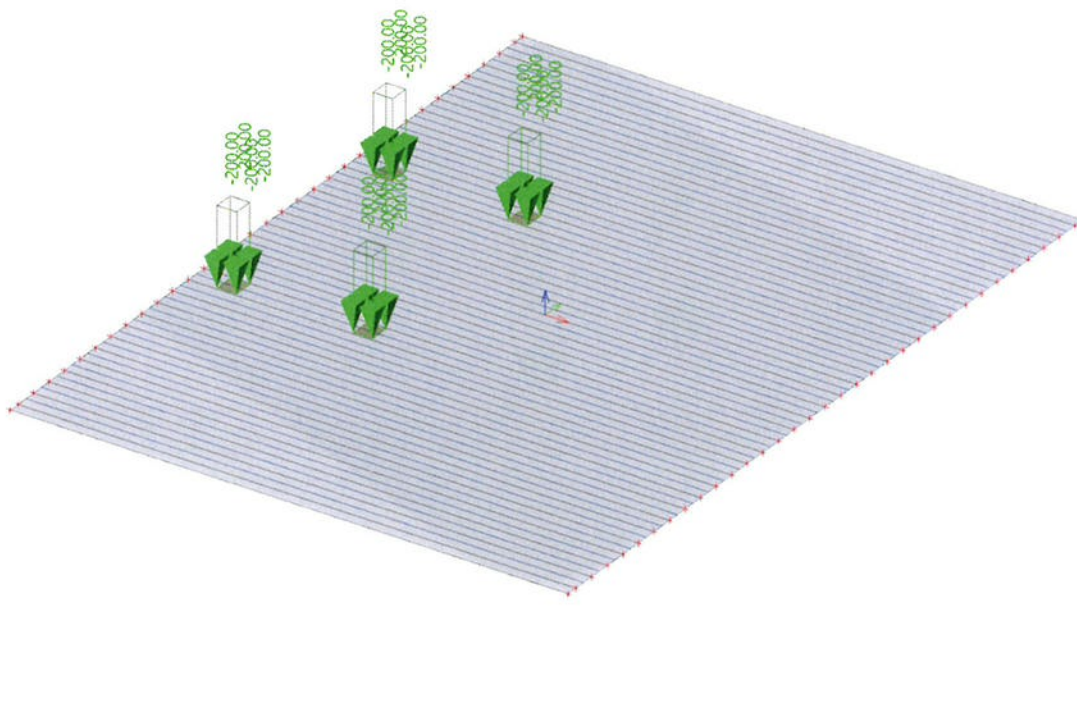
5.2.4.1. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingtype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m ²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF21	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF13	-200.00	GCS Lengte
GFF22	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF14	-200.00	GCS Lengte
GFF23	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF15	-200.00	GCS Lengte
GFF24	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF16	-200.00	GCS Lengte

5.2.4.2. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF13	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF14	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF15	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF16	BG04 - dienstvoertuig rand tussen ribben	Z	Kracht	Gelijkmatig	-200.00	Alle	Auto	GCS	Lengte

5.2.4.3. BG01 / Totale waarde





5.3. Combinaties

Lege tabel

5.4. Resultaatklassen

Lege tabel

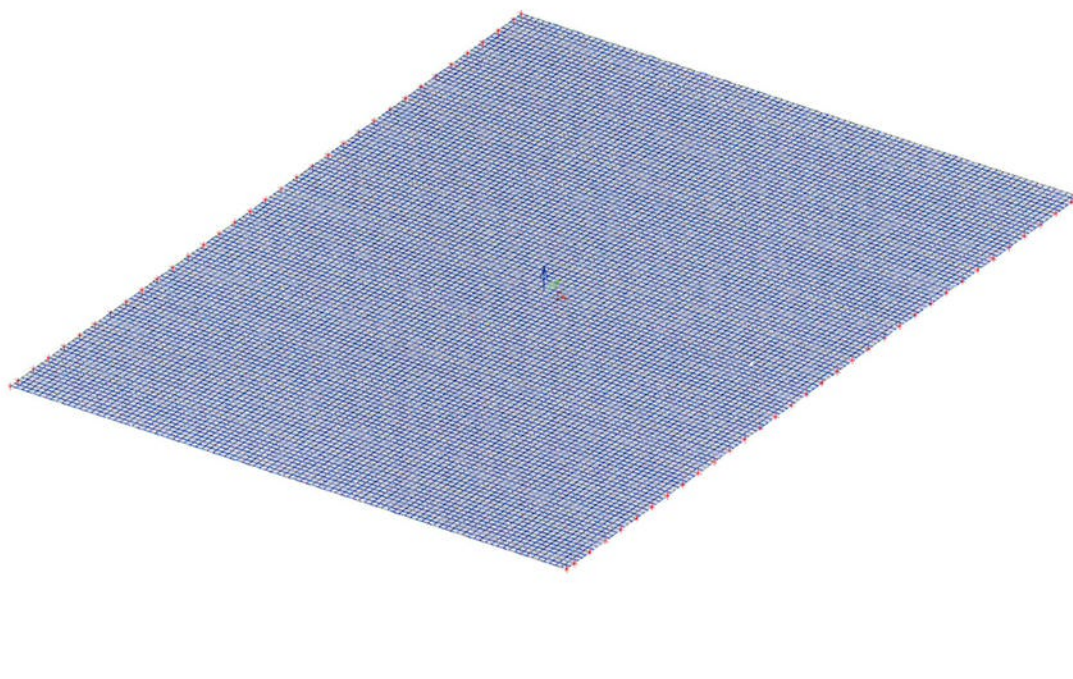


6. Berekening krachstverdeling

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]	0.075
Minimum lengte van staafelement [m]	0.100
Maximum lengte van staafelement [m]	0.150
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	12672
Aantal 1D-elementen	3168
Aantal netknopen	12901
Aantal vergelijkingen	77406
Buigtheorie	Mindlin
Belastingsgevallen	BG01, BG02, BG03, BG04
Start van de berekening	05.02.2019 12:16
Einde berekening	05.02.2019 12:17



Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG01	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00
BG02	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00
BG03	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00
BG04	Lasten	0.00	0.00	-50.00
	reactie in de knopen	0.00	0.00	0.00
	reactie op de lijnen	0.00	0.00	50.00
	contact 1D	0.00	0.00	0.00
	contact 2D	0.00	0.00	0.00



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Krachtswerking langsrichting	2
2.1. Belastingsgevallen	2
2.1.1. Belastingsgevallen - BG01	2
2.1.1.1. Interne krachten in staaf	2
2.1.1.2. Interne 1D-krachten; M_y	3
2.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_z	3
2.1.2. Belastingsgevallen - BG02	4
2.1.2.1. Interne krachten in staaf	4
2.1.2.2. Interne 1D-krachten; M_y	5
2.1.2.3. Interne 1D-krachten; V_z	5
2.1.3. Belastingsgevallen - BG03	6
2.1.3.1. Interne krachten in staaf	6
2.1.3.2. Interne 1D-krachten; M_y	7
2.1.3.3. Interne 1D-krachten; V_z	7
2.1.4. Belastingsgevallen - BG04	8
2.1.4.1. Interne krachten in staaf	8
2.1.4.2. Interne 1D-krachten; M_y	9
2.1.4.3. Interne 1D-krachten; V_z	9
3. Krachtswerking dwarsrichting	10
3.1. Interne 2D-krachten; m_y	10
3.2. Interne 2D-krachten; m_y	10
3.3. Interne 2D-krachten; m_y	11
3.4. Interne 2D-krachten; m_y	11
3.5. Interne 2D-krachten; m_y	12
3.6. Interne 2D-krachten; m_y	12
3.7. Interne 2D-krachten; m_y	13
3.8. Interne 2D-krachten; m_y	13



2. Krachswerking langsrichting

2.1. Belastingsgevallen

2.1.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG01	dienstvoertuig midden boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.1.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

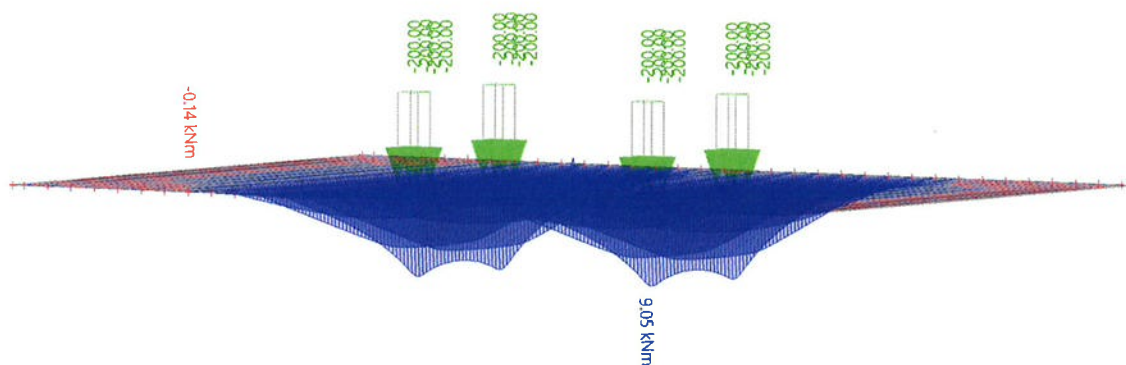
Belastingsgevallen : BG01

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S17	CS2 - Hoek	3.600	BG01	-16.82	0.00	0.00	0.00	0.45	0.01
S12	CS2 - Hoek	3.000	BG01	26.16	-0.02	-2.25	0.00	8.52	0.28
S14	CS2 - Hoek	6.225	BG01	1.07	-4.11	-1.34	0.30	1.58	0.04
S14	CS2 - Hoek	0.975	BG01	1.07	4.11	1.34	-0.30	1.58	0.04
S22	CS2 - Hoek	4.650	BG01	24.18	-0.11	-6.24	0.00	8.24	0.25
S22	CS2 - Hoek	2.550	BG01	24.18	0.11	6.24	0.00	8.24	0.25
S14	CS2 - Hoek	0.900	BG01	0.99	4.09	1.36	-0.30	1.46	0.03
S14	CS2 - Hoek	6.300	BG01	0.99	-4.09	-1.36	0.30	1.46	0.03
S1	CS2 - Hoek	3.600	BG01	2.81	0.00	0.00	0.00	-0.14	0.03
S22	CS2 - Hoek	2.775	BG01	25.82	-0.26	0.02	0.01	9.07	0.28
S27	CS2 - Hoek	3.600	BG01	-8.06	0.00	0.00	0.00	0.21	-0.04
S12	CS2 - Hoek	2.775	BG01	25.83	0.12	0.00	-0.01	9.07	0.30



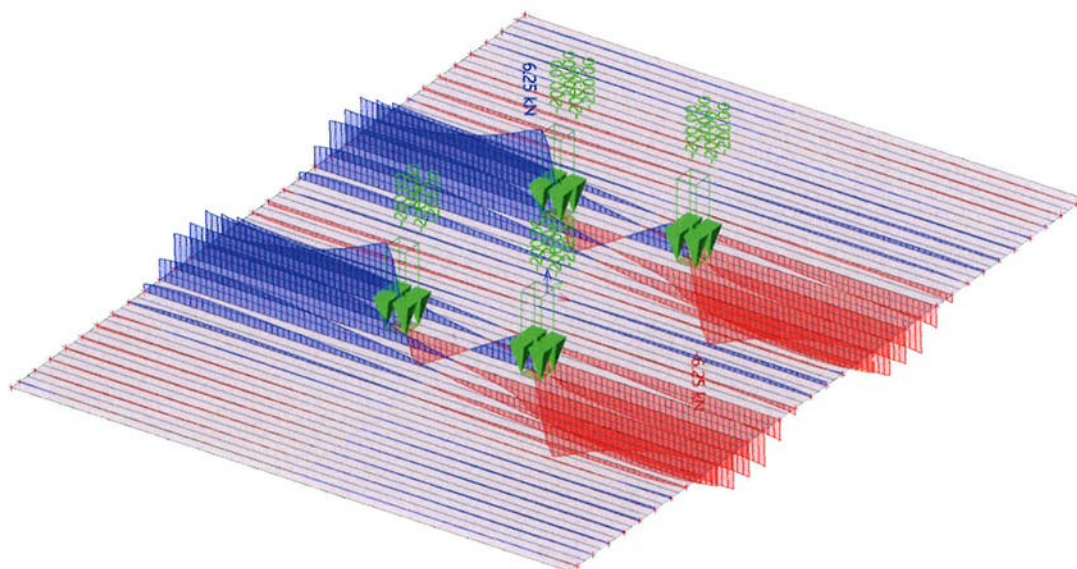
2.1.1.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG01
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG01
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.1.2. Belastingsgevallen - BG02

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG02	dienstvoertuig rand boven rib Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.2.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

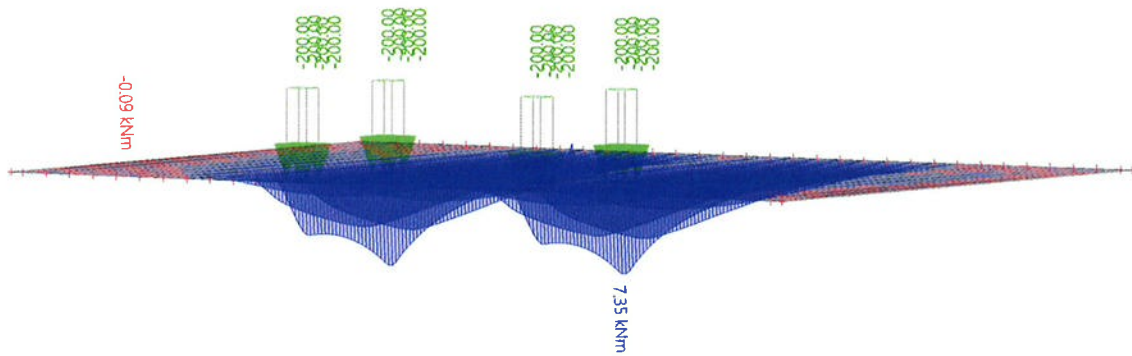
Belastingsgevallen : BG02

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S17	CS2 - Hoek	3.000	BG02	-9.47	-0.01	-0.03	0.00	0.27	0.01
S12	CS2 - Hoek	2.175	BG02	21.08	0.22	1.54	-0.01	7.34	0.24
S20	CS2 - Hoek	0.675	BG02	-2.16	-4.11	1.16	0.29	0.79	0.08
S14	CS2 - Hoek	0.675	BG02	-2.19	4.18	0.80	-0.30	0.81	-0.03
S12	CS2 - Hoek	2.400	BG02	20.41	-0.28	-4.76	0.01	6.80	0.22
S22	CS2 - Hoek	0.000	BG02	-0.99	0.41	10.30	-0.01	0.04	0.00
S13	CS2 - Hoek	0.375	BG02	0.05	3.17	3.37	-0.31	1.45	-0.06
S21	CS2 - Hoek	0.375	BG02	0.11	-2.89	3.59	0.29	1.42	0.15
S1	CS2 - Hoek	2.325	BG02	1.70	0.01	0.00	0.00	-0.09	0.02
S22	CS2 - Hoek	2.250	BG02	21.02	-0.14	-1.22	0.01	7.36	0.23
S11	CS2 - Hoek	2.250	BG02	9.18	0.00	0.14	-0.01	4.38	0.24



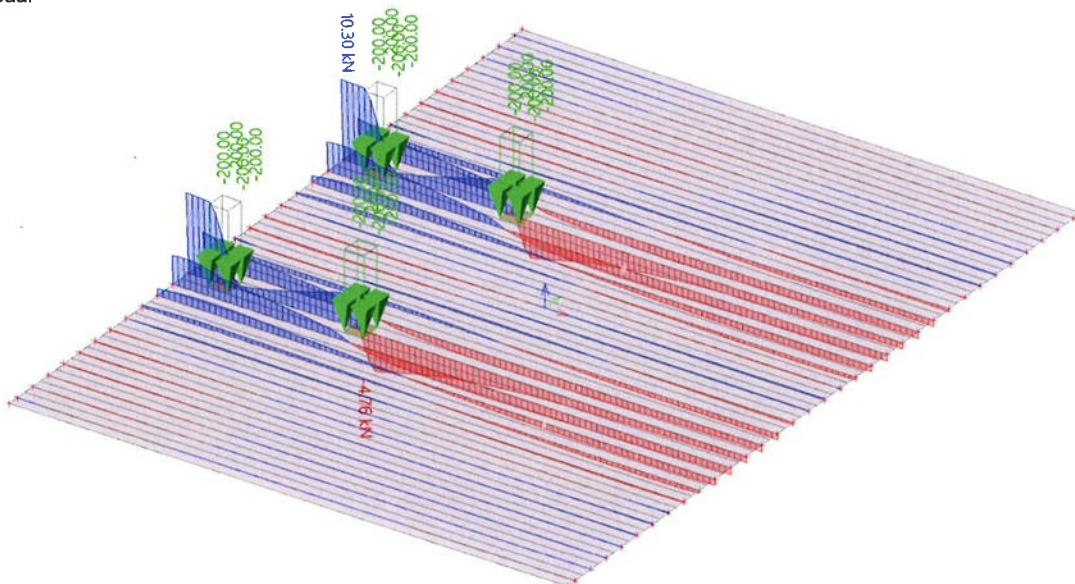
2.1.2.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.2.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.1.3. Belastingsgevallen - BG03

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG03	dienstvoertuig midden tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.3.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

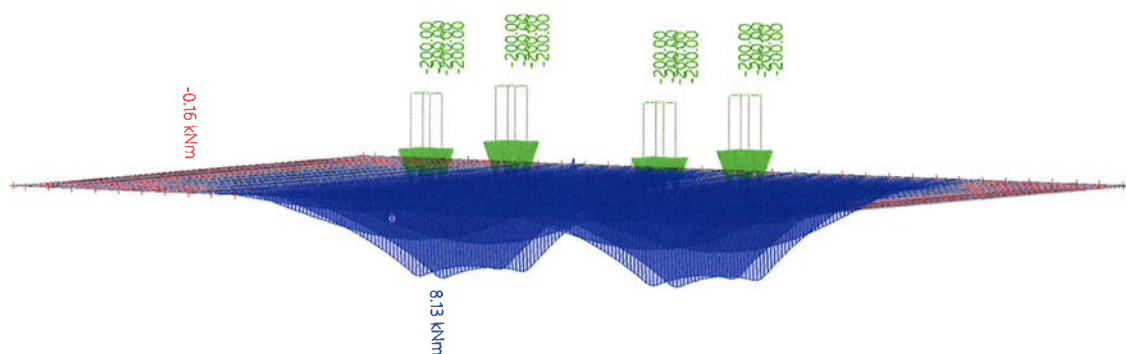
Belastingsgevallen : BG03

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S18	CS2 - Hoek	3.600	BG03	-16.44	0.00	0.00	0.00	0.53	0.02
S23	CS2 - Hoek	3.600	BG03	23.59	0.00	0.00	0.00	7.52	0.24
S15	CS2 - Hoek	6.300	BG03	-1.16	-4.10	-0.78	0.29	1.04	0.01
S15	CS2 - Hoek	0.900	BG03	-1.16	4.10	0.78	-0.29	1.04	0.01
S23	CS2 - Hoek	4.650	BG03	20.89	0.55	-4.48	0.13	7.50	0.15
S23	CS2 - Hoek	2.550	BG03	20.89	-0.55	4.48	-0.13	7.50	0.15
S14	CS2 - Hoek	1.050	BG03	4.04	3.58	1.98	-0.29	2.20	0.06
S14	CS2 - Hoek	6.150	BG03	4.04	-3.58	-1.98	0.29	2.20	0.06
S1	CS2 - Hoek	3.600	BG03	2.97	0.00	0.00	0.00	-0.16	0.03
S13	CS2 - Hoek	2.775	BG03	21.58	1.25	0.56	-0.05	8.15	0.15
S28	CS2 - Hoek	3.600	BG03	-7.13	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.04
S12	CS2 - Hoek	2.700	BG03	22.06	-0.02	2.27	0.06	7.97	0.38



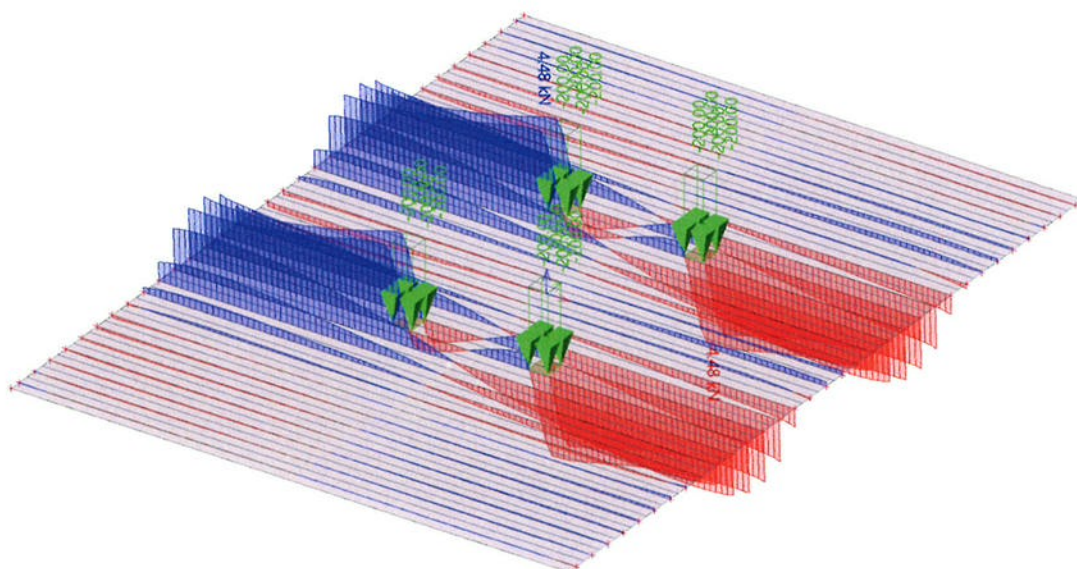
2.1.3.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



2.1.3.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





2.1.4. Belastingsgevallen - BG04

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG04	dienstvoertuig rand tussen ribben Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

2.1.4.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd, Rib / Integratiestrook

Selectie : Alle

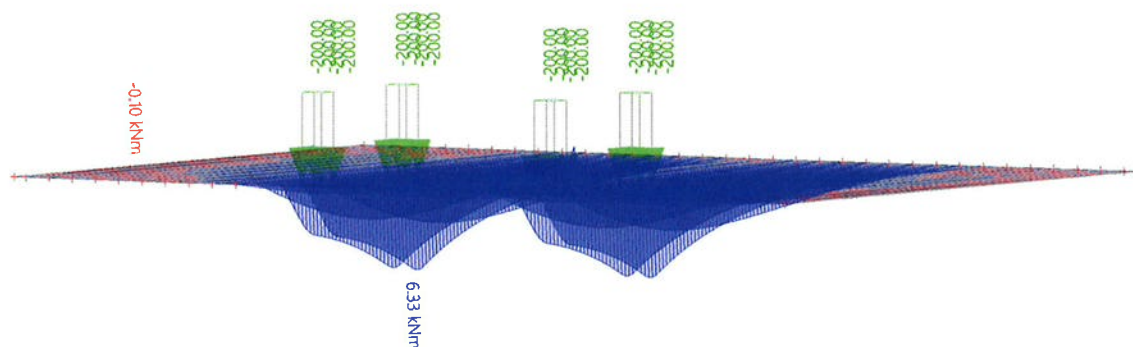
Belastingsgevallen : BG04

Staat	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S18	CS2 - Hoek	3.000	BG04	-9.29	-0.01	-0.02	0.00	0.30	0.01
S12	CS2 - Hoek	2.175	BG04	17.06	0.67	0.97	0.02	6.25	0.32
S21	CS2 - Hoek	0.600	BG04	-1.35	-3.95	1.99	0.32	1.15	0.12
S14	CS2 - Hoek	0.600	BG04	-1.32	4.02	1.65	-0.32	1.18	-0.04
S13	CS2 - Hoek	2.400	BG04	16.27	0.91	-2.94	0.09	6.00	0.12
S23	CS2 - Hoek	0.000	BG04	-0.67	-0.31	7.92	-0.07	0.03	0.00
S1	CS2 - Hoek	2.475	BG04	1.72	0.01	0.00	0.00	-0.10	0.02
S13	CS2 - Hoek	2.250	BG04	16.52	0.28	-0.70	0.02	6.34	0.08
S14	CS2 - Hoek	0.450	BG04	-1.39	3.91	1.64	-0.31	0.90	-0.05
S12	CS2 - Hoek	2.250	BG04	17.06	-0.28	-0.66	-0.02	6.26	0.33



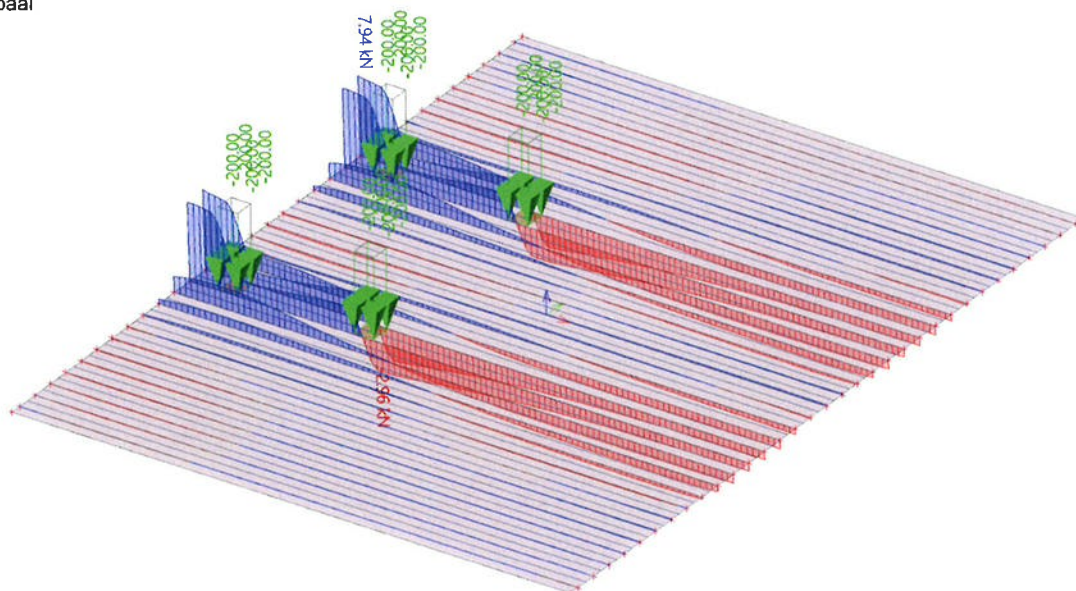
2.1.4.2. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG04
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Globaal
 Selectie: Alle



2.1.4.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG04
 Assenstelsel: Hoofd
 Extreme 1D: Globaal
 Selectie: Alle

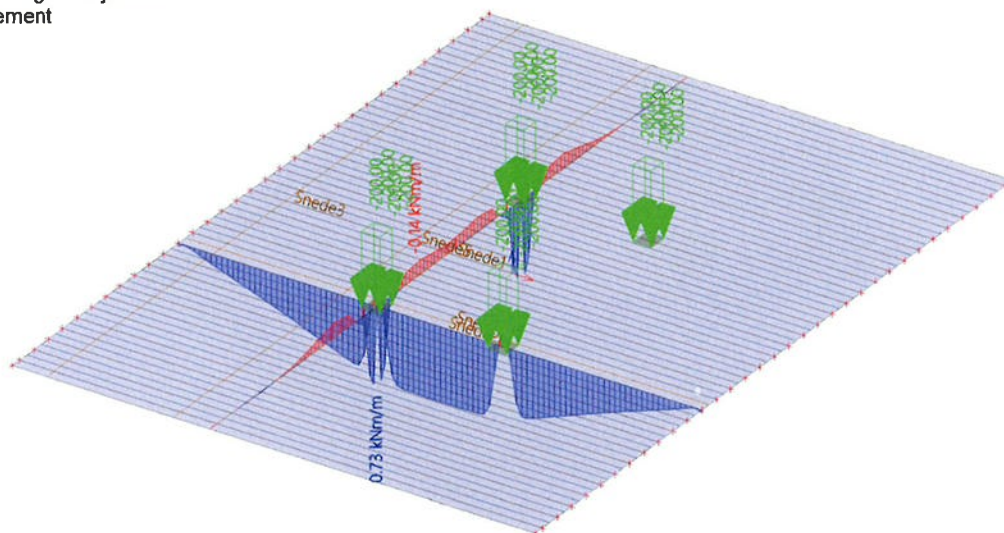




3. Krachswerking dwarsrichting

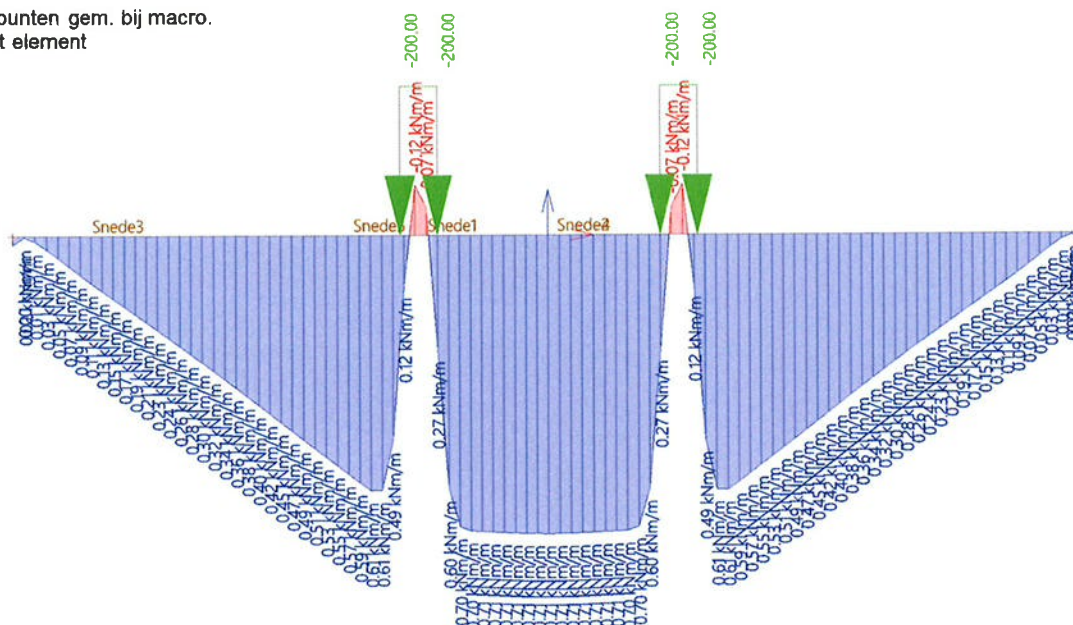
3.1. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG01
 Selectie: E1, Snede1, Snede2
 Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
 Systeem: LCS net element
 Basis grootheden
 Extreem: Globaal



3.2. Interne 2D-krachten; m_y

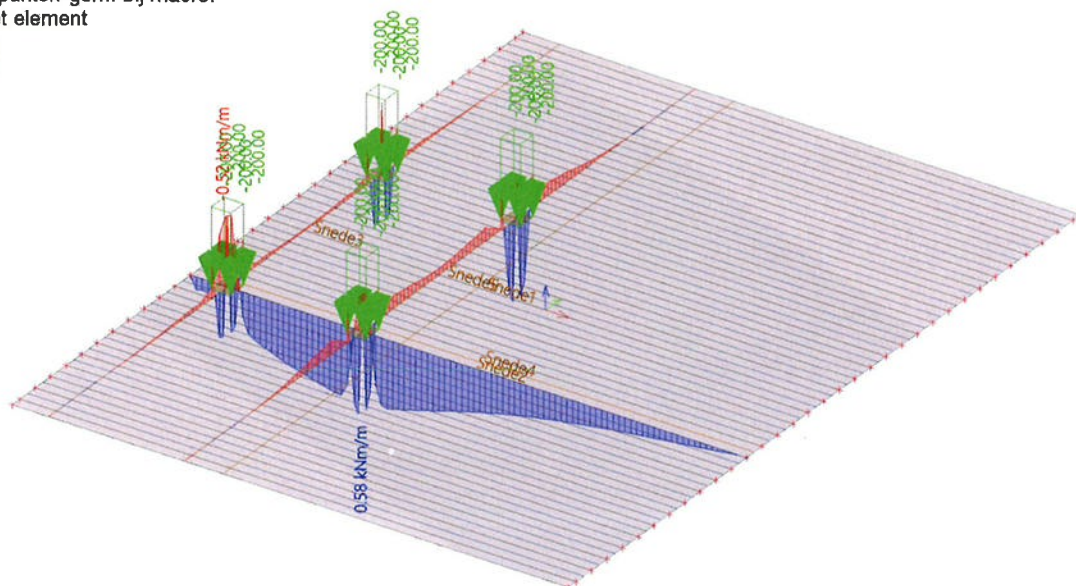
Waardes: m_y
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG01
 Selectie: Snede2
 Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
 Systeem: LCS net element
 Basis grootheden
 Extreem: Net





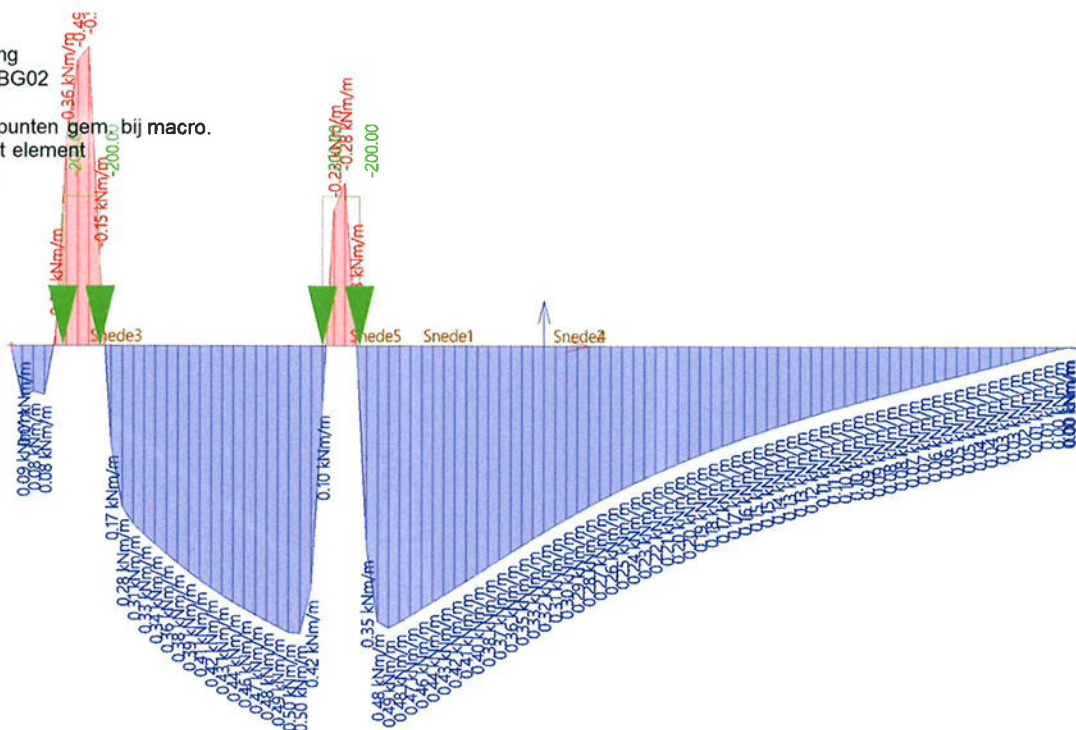
3.3. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Selectie: Snede2, Snede3, Snede5
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



3.4. Interne 2D-krachten; m_y

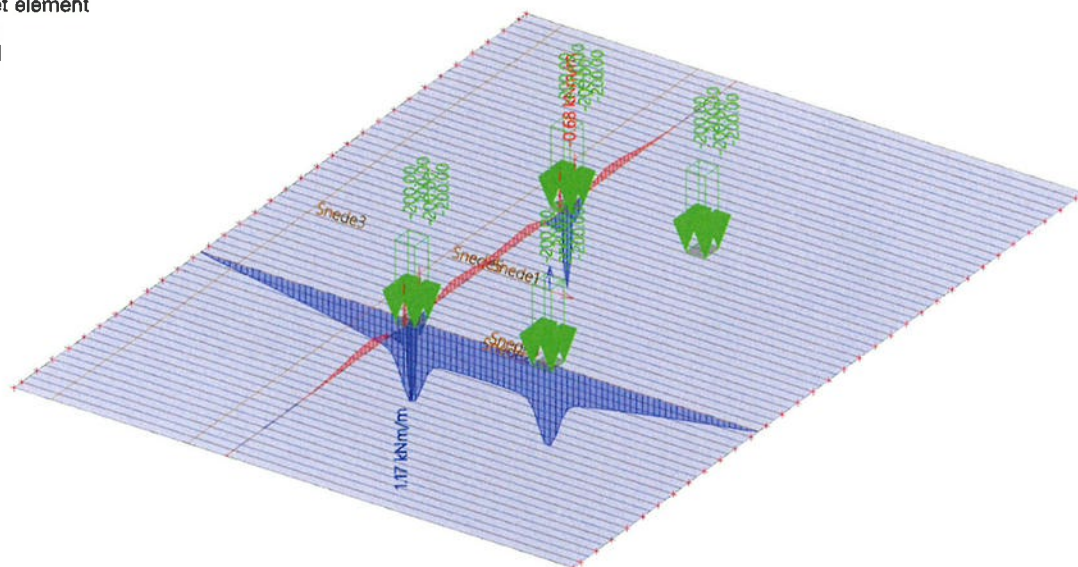
Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Selectie: Snede2
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Net





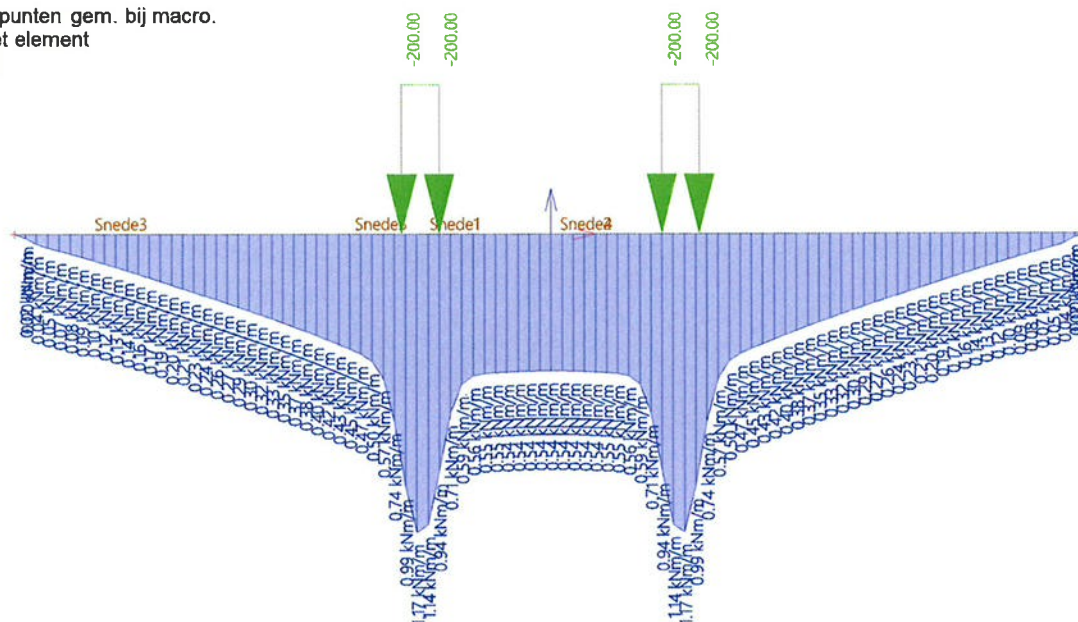
3.5. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Selectie: Snede1, Snede4
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



3.6. Interne 2D-krachten; m_y

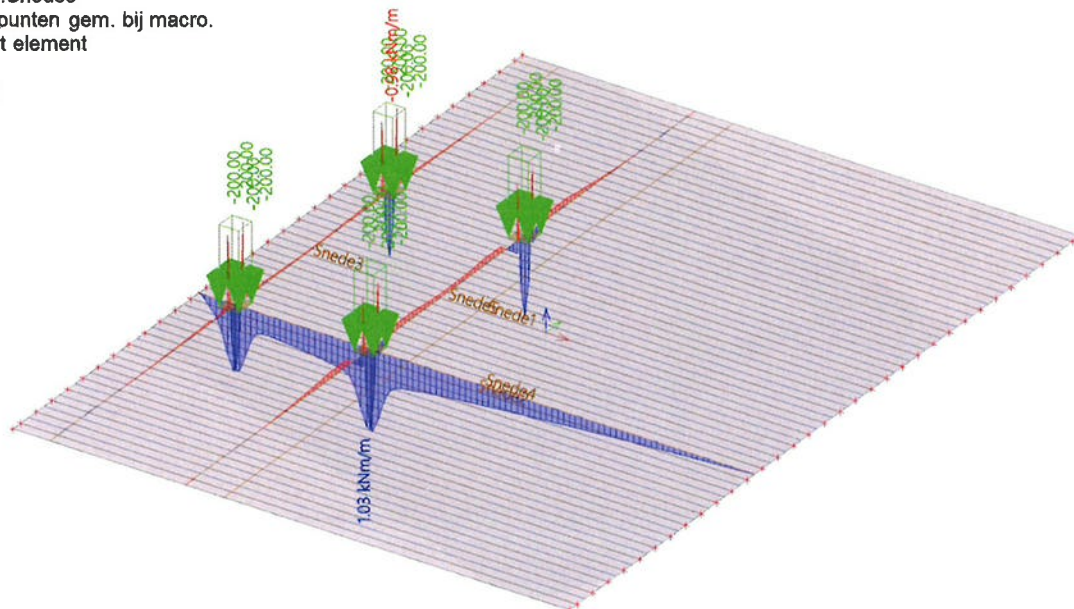
Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Selectie: Snede4
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Net





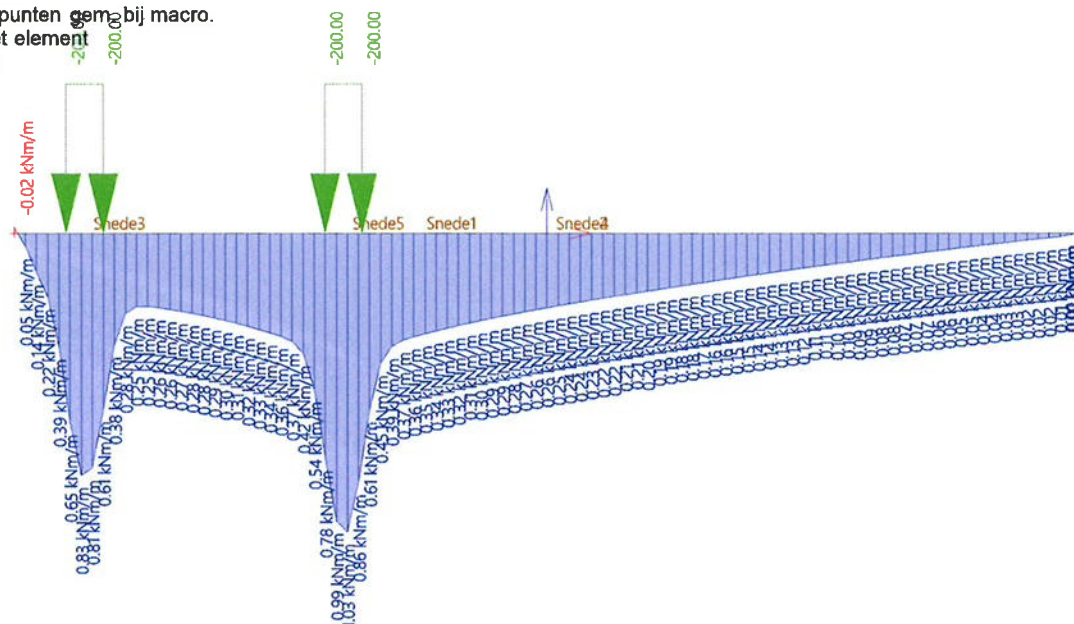
3.7. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG04
Selectie: Snede3..Snede5
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



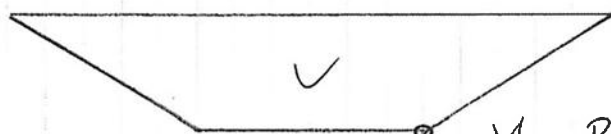
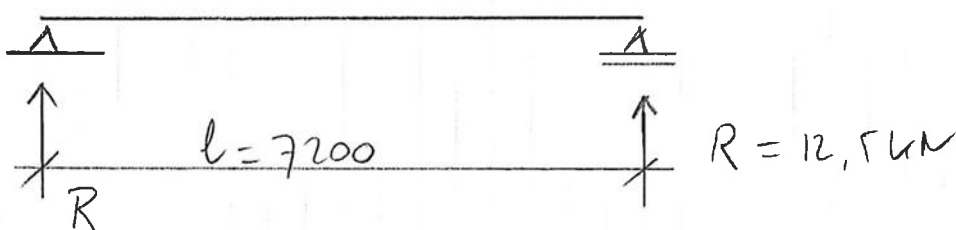
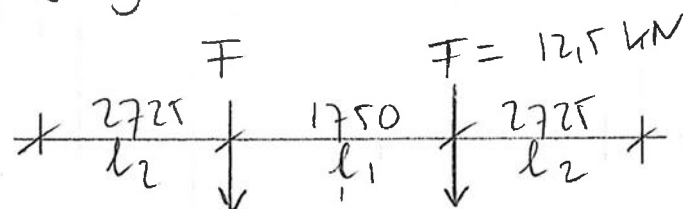
3.8. Interne 2D-krachten; m_y

Waardes: m_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG04
Selectie: Snede4
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Net



Spreading wiellasten in dwarsrichting met aslasten in midden overspanning

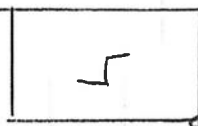
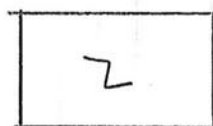
- Buiging =



$$SCIA = M_{\max} = 2 \times 8,84 = 17,7 \text{ kNm} \rightarrow n = \frac{34,1}{17,7} = 1,9 \text{ stuks}$$

↑
zie udnop

- Dwarskracht =

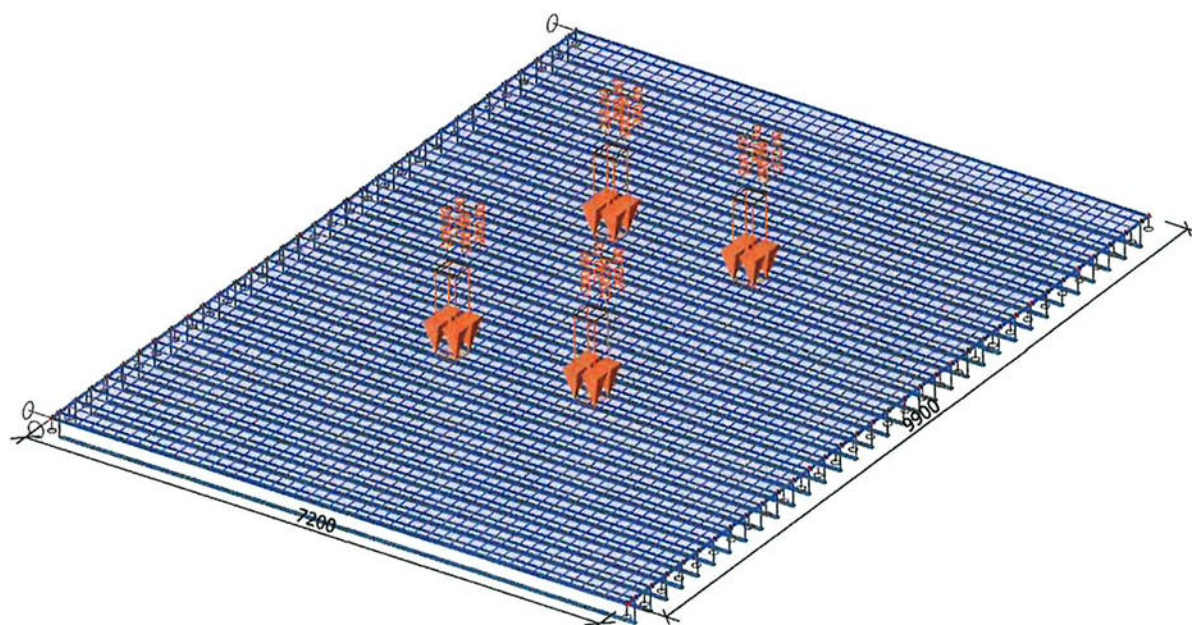


$$V = 12,5 \text{ kN}$$

$$SCIA = M_{\max} = 2 \times 6,14 = 12,2 \text{ kN}$$

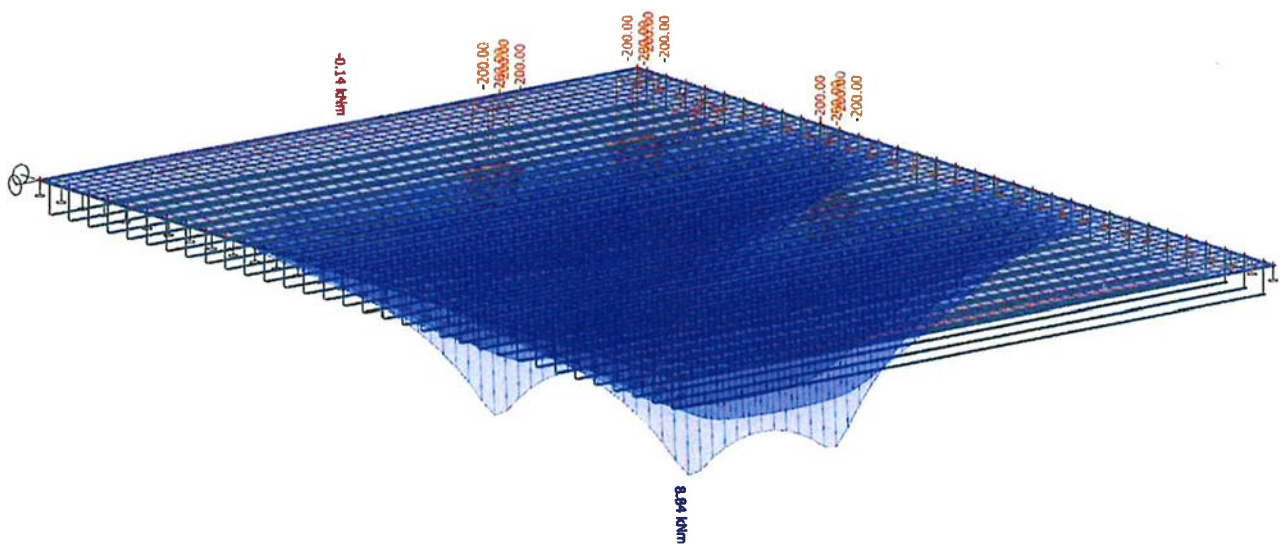
↑
zie udnop

$$n = \frac{12,5}{12,2} = 1,0 \text{ stuks}$$



Result : _____

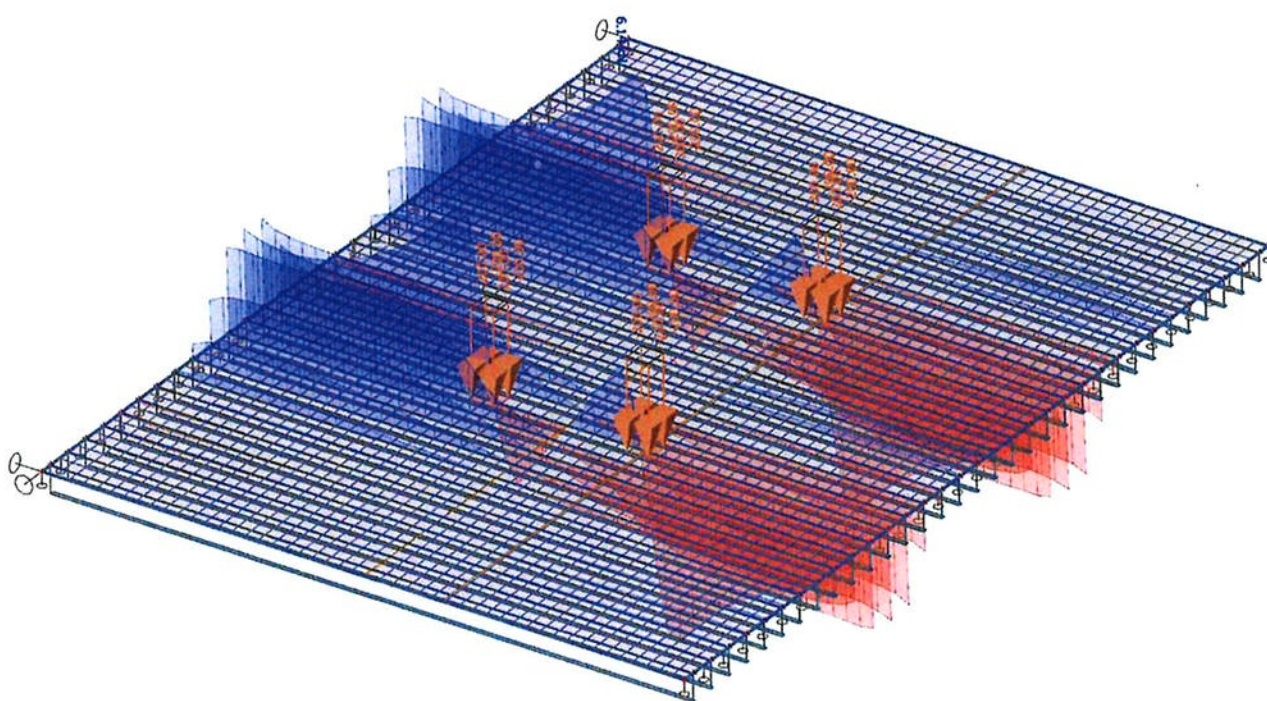
Project : -
Printed : 04.02.2019 14:10



Result : Interne 1D-krachten

Project : -

Printed : 04.02.2019 14:16

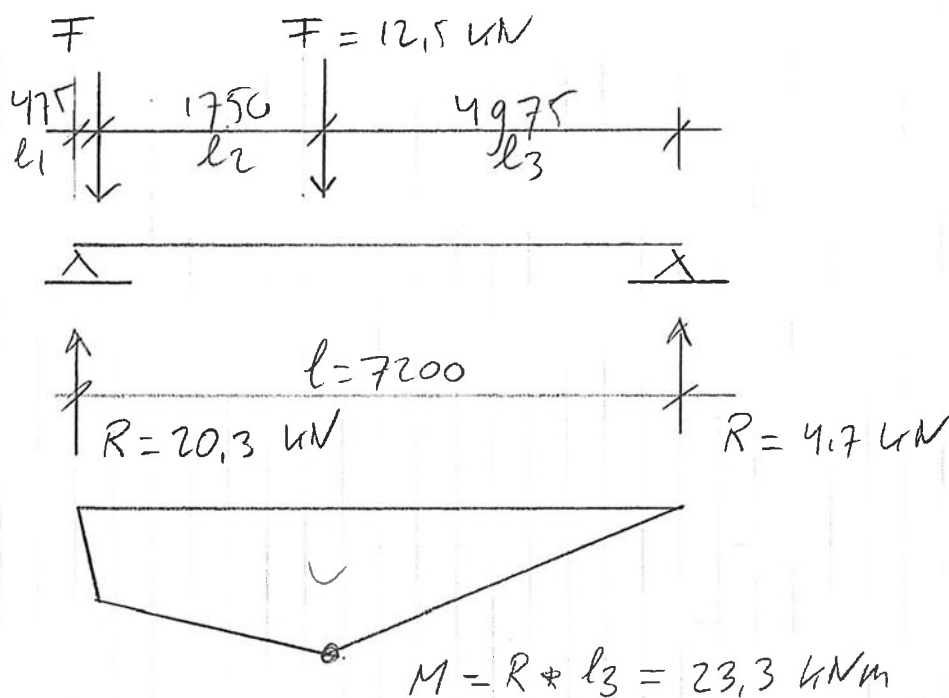


Result : Interne 1D-krachten

Project : -
Printed : 04.02.2019 14:08

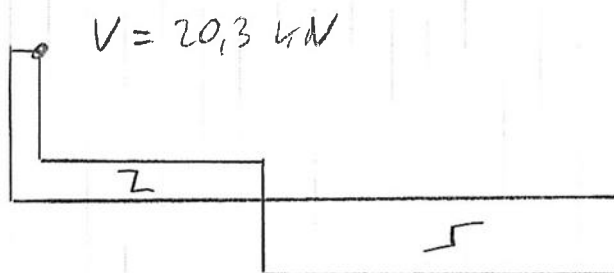
Spreiding wiellasten in dwarsrichting met aslasten t.p.v. oplegging

- Buiging =



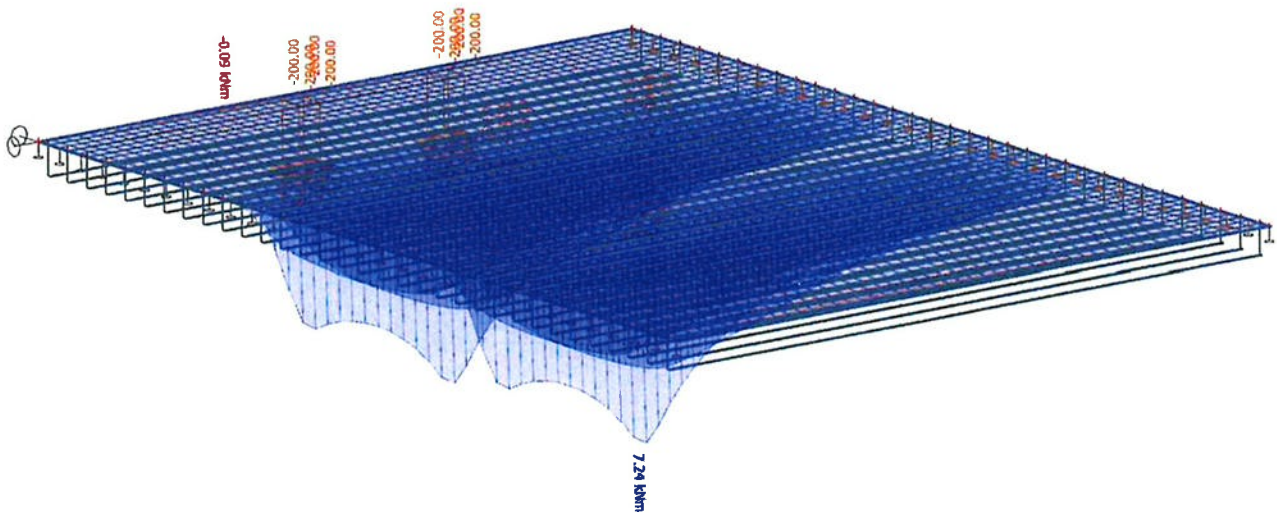
SCIA = $M_{max} = 2 \cdot 7,24 = 14,5$ kNm $\rightarrow n = \frac{23,3}{14,5} = 1,6$ stuks
 zie verduop

- Dwarskracht =



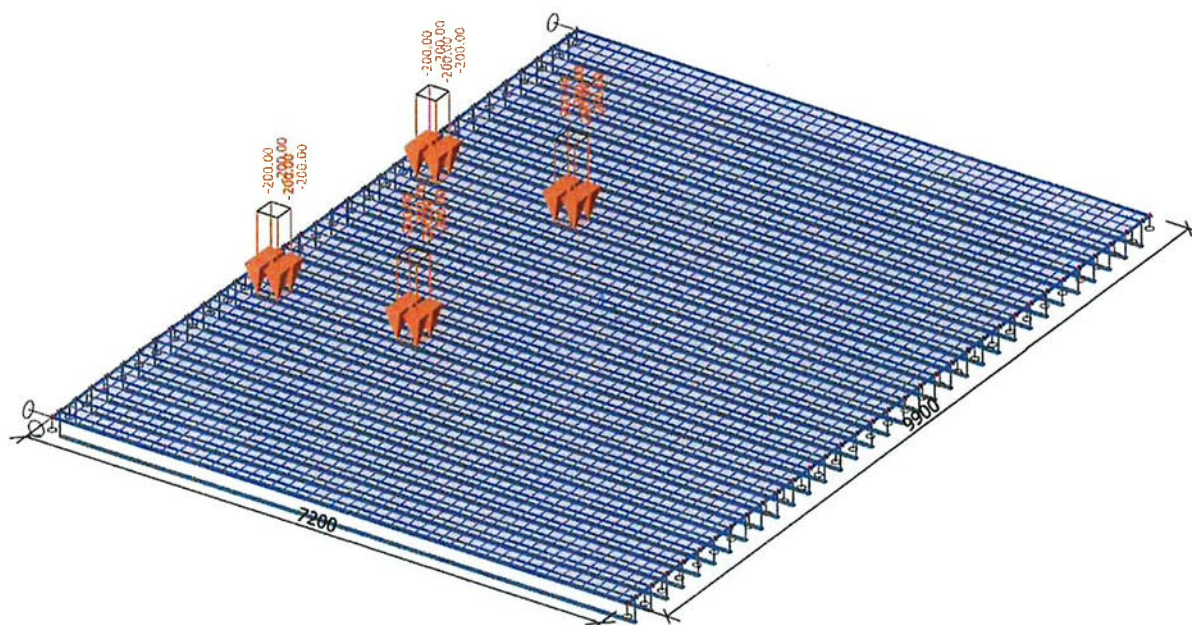
SCIA = $V_{max} = 2 \cdot 11,02 = 22,0$ kN $\rightarrow n = \frac{20,3}{22,0} = 0,9$ stuks
 zie verduop

ber.	gec.	wijz.	
------	------	-------	--



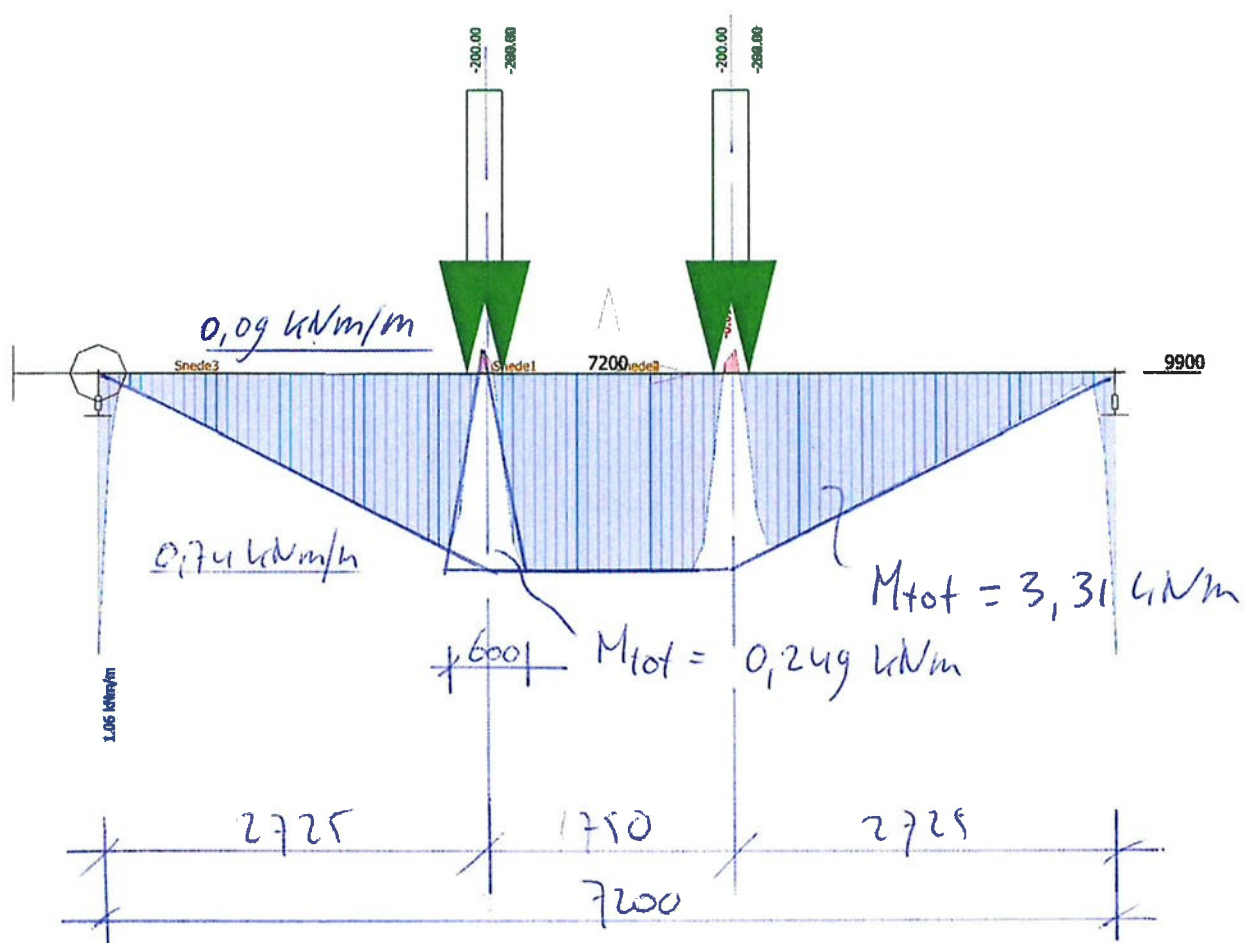
Result : Interne 1D-krachten

Project : -
Printed : 04.02.2019 14:16



Result : _____

Project : -
Printed : 04.02.2019 14:11

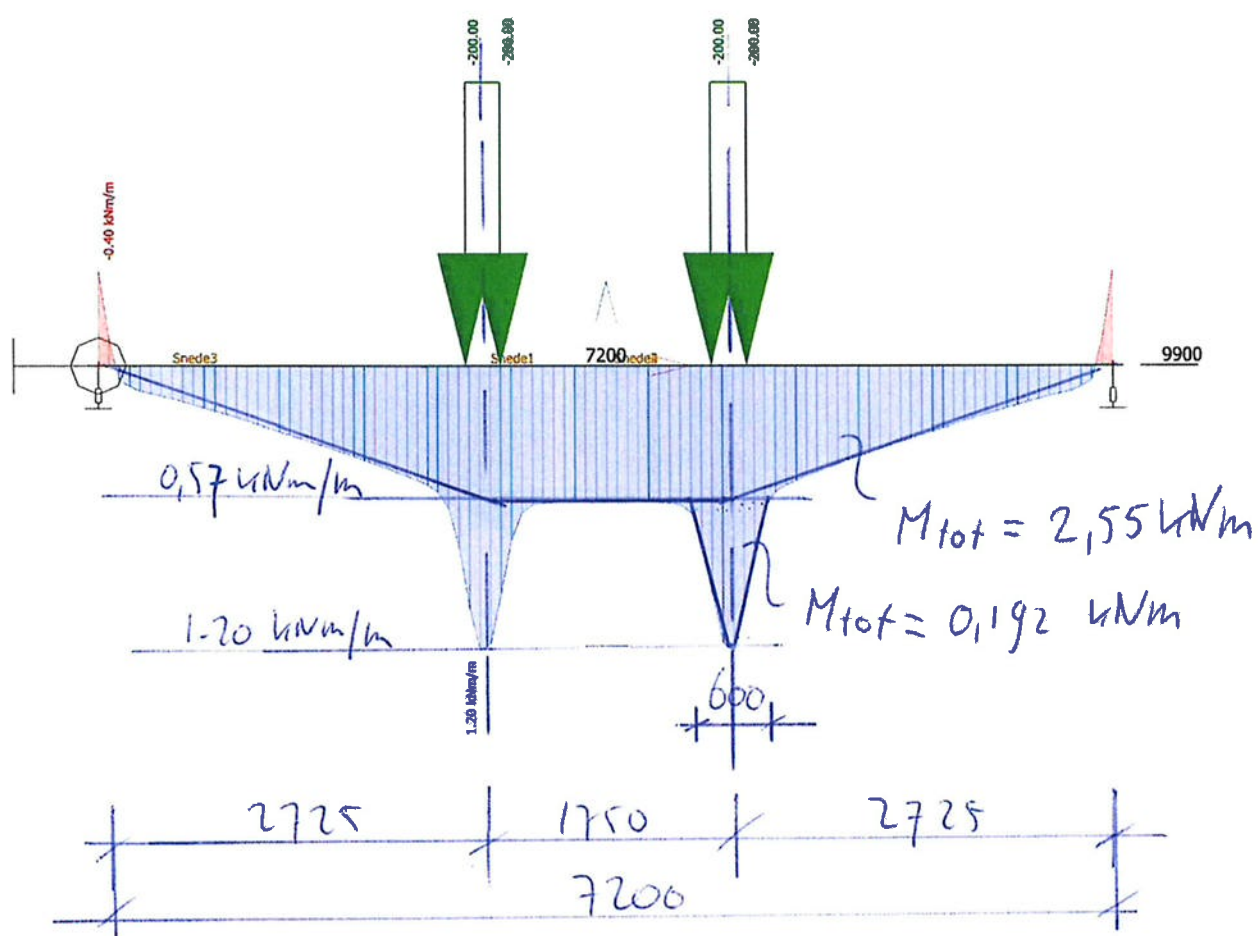
Wielasten op rib

Result : Interne 2D-krachten

Project : -

Printed : 04.02.2019 15:16

Wielasten tussen ribben



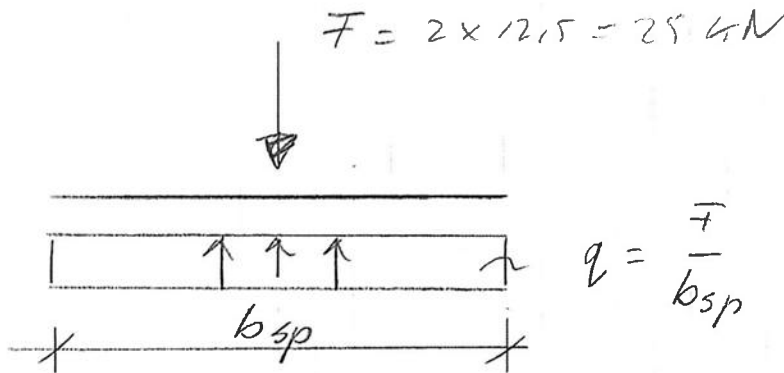
Result : Interne 2D-krachten

Project : -

Printed : 04.02.2019 15:04

Globale dwarsbuiging

Schema =



$$M = q \frac{1}{2} b_{sp} \frac{1}{4} b_{sp} = \frac{1}{8} q b_{sp}^2 = \frac{1}{8} F b_{sp}$$

- Wiellast tussen ribben =

$$b_{sp} = 0,8 \text{ m} \rightarrow q = 31,25 \text{ kN/m} \rightarrow M = 2,5 \text{ kNm}$$

- Wiellast op rib =

$$b_{sp} = 1,06 \text{ m} \rightarrow q = 23,50 \text{ kN/m} \rightarrow M = 3,3 \text{ kNm}$$

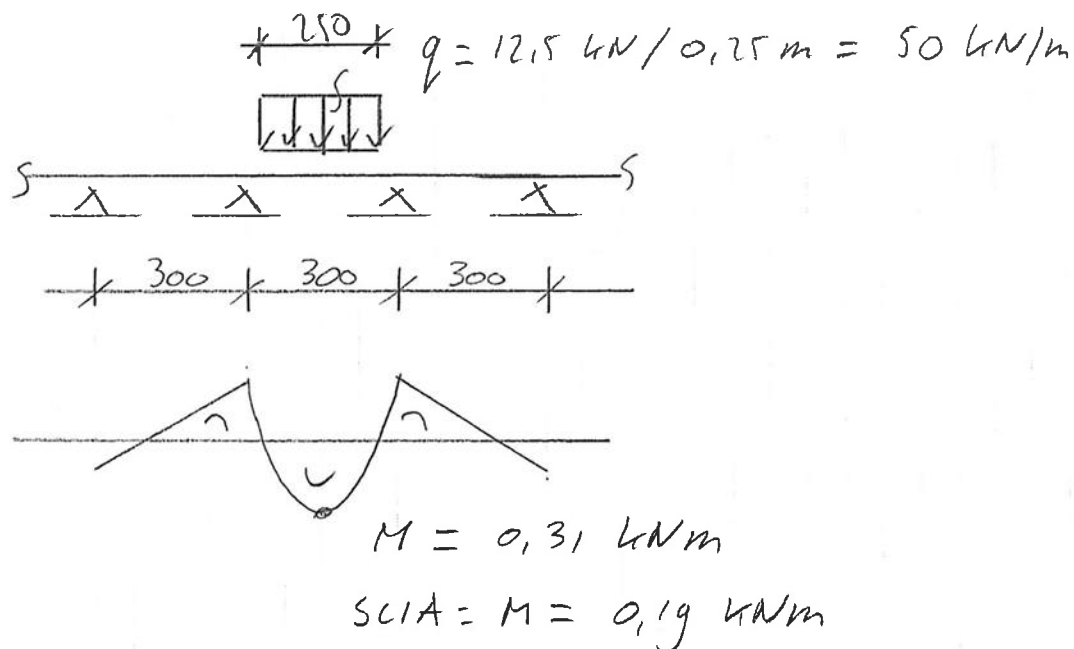
ber.

gec.

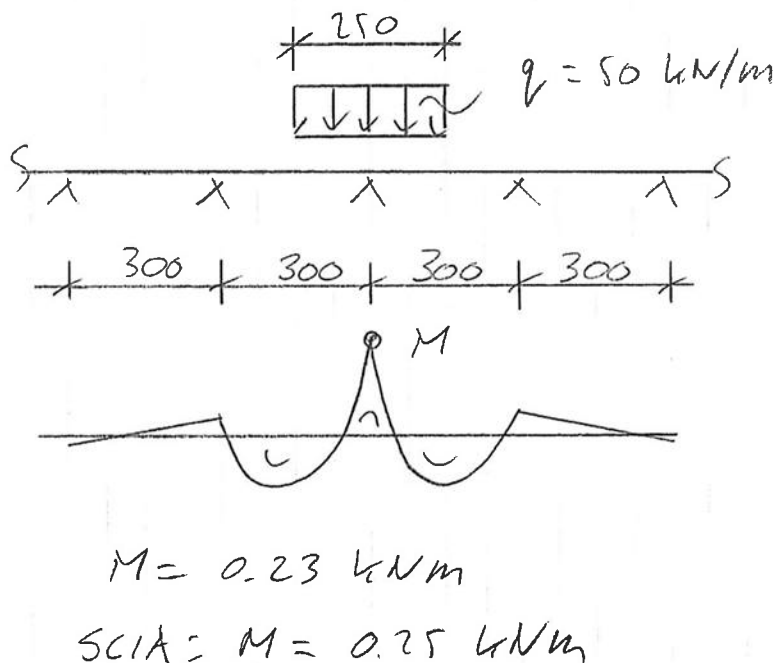
wijz.

Lokale dwarsbuiging

- Schema wiellast tussen ribben =



- Schema wiellast op rib =



**BIJLAGE E INVOER EN RESULTATEN REKENMODEL SCIA ENGINEER
SCHIJFWERKING ORTOTROPE DEKPLAAT**

Bijlage E-1 Invoer rekenmodel

Bijlage E-2 Resultaten rekenmodel

Opdrachtgever : Gemeente Horst aan de Maas
Project : VO/DO Equiduct Hippische Evenementenzone de Peelbergen
Opgesteld : ir. K. van Cann
Gecontroleerd : ing. M.Th.M. Somers PMSE RC
Vrijgegeven : ing. H.W. Moed MSEng
Referentie : W18067_RAP002



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Materialen en geometrie	2
2.1. Materialen	2
2.2. Knopen	2
2.3. 2D-elementen	2
2.4. Rekenmodel	2
3. Opleggingen	3
3.1. Knoopondersteuning	3
3.2. Ondersteuning op 2D elementrand	3
3.3. Rekenmodel	3
4. Belastingen en combinaties	4
4.1. Belastinggroepen	4
4.2. Belastingsgevallen	5
4.2.1. Belastingsgevallen - BG01	5
4.2.1.1. Lijnlast op 2D elementrand	5
4.2.1.2. BG01 / Totale waarde	5
4.2.2. Belastingsgevallen - BG02	6
4.2.2.1. Lijnlast op 2D elementrand	6
4.2.2.2. BG01 / Totale waarde	6
4.2.3. Belastingsgevallen - BG03	7
4.2.3.1. Lijnlast op 2D elementrand	7
4.2.3.2. BG01 / Totale waarde	7
5. Berekening krachstverdeling	8
5.1. Instellingen net	8
5.2. Rekenmodel	8
5.3. Berekeningsverslag	8



2. Materialen en geometrie

2.1. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	μ	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S 235	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	235.0 215.0	360.0 360.0
S 355	7850.0	2.1000e+05	8.0769e+04	0.00	0.3	355.0 335.0	490.0 470.0

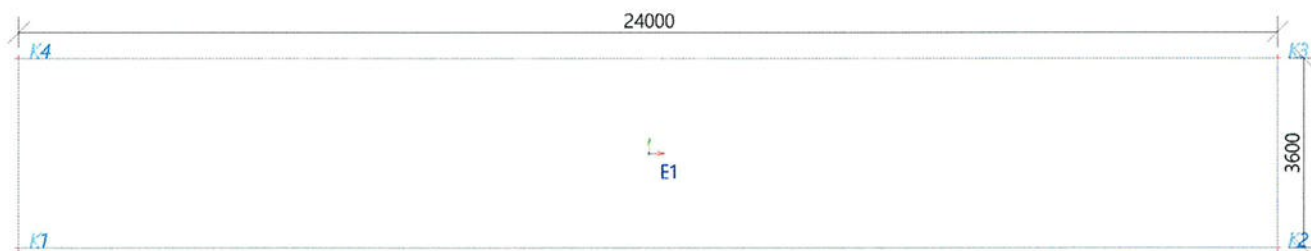
2.2. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0.000	0.000	
K2	24.000	0.000	
K3	24.000	3.600	
K4	0.000	3.600	

3. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Laag1	schaal (98)	Standaard	S 355	constant	12

2.4. Rekenmodel





3. Opleggingen

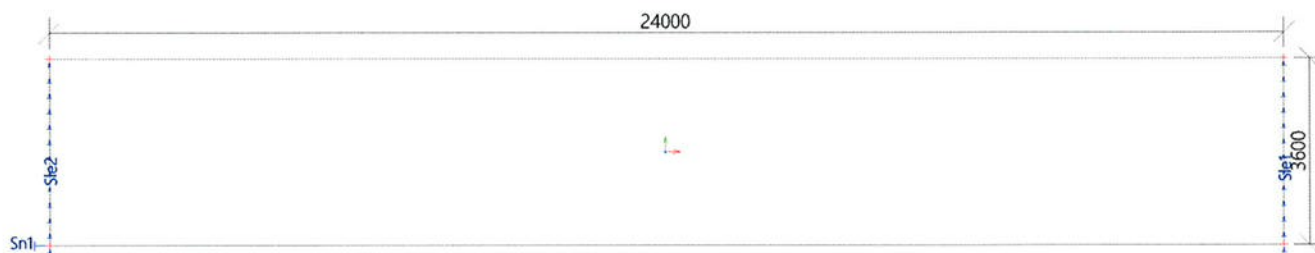
3.1. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Rz
Sn1	K1	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vrij

3.2. 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]	Rz
Sle1	E1 2	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Verend 1.0000e+01	Vrij
Sle2	E1 4	Vanaf begin Rela	0.000 1.000	Vrij	Verend 1.0000e+01	Vrij

3.3. Rekenmodel





4. Belastingen en combinaties

4.1. Belastinggroepen

Naam	Last
LG1	Permanent



4.2. Belastingsgevallen

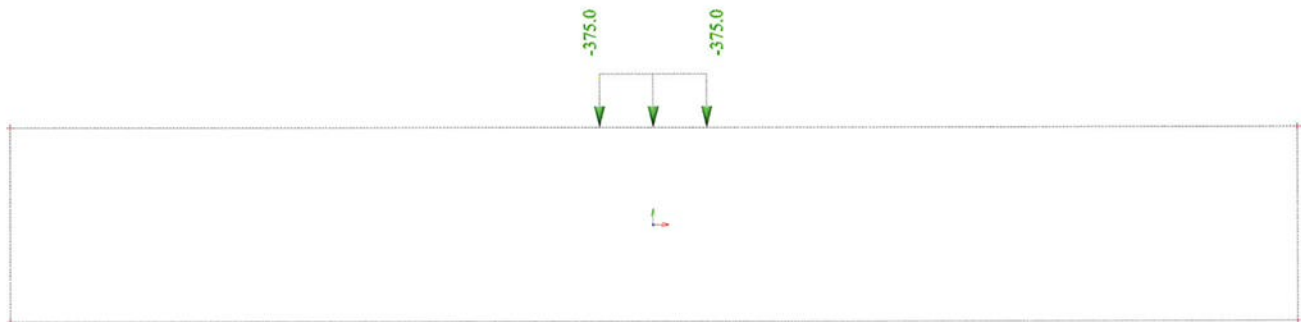
4.2.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG01	Stootbelasting midden	Permanent Standaard	LG1

4.2.1.1. 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
LFS2	E1 BG01 - Stootbelasting midden	Kracht GCS	Y Gelijkmatig	-375.0	11.000 13.000	Lengte Abso	3 Vanaf begin

4.2.1.2. BG01 / Totale waarde





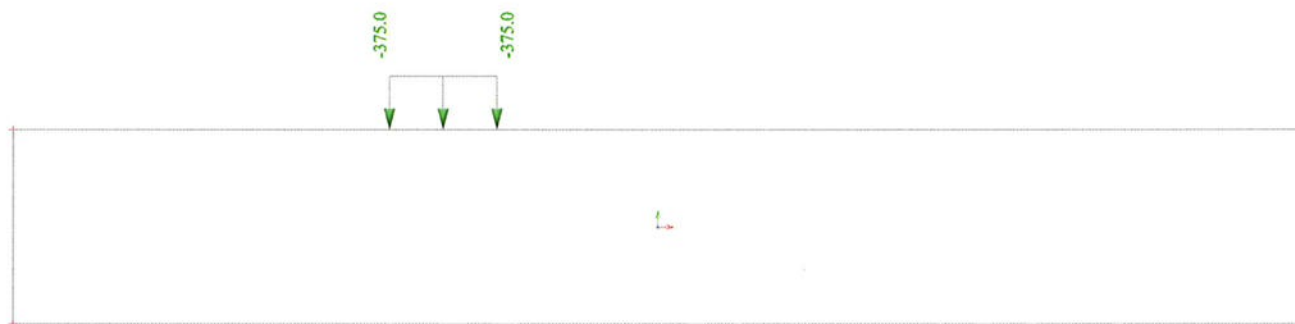
4.2.2. Belastingsgevallen - BG02

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG02	Stootbelasting excentrisch	Permanent Standaard	LG1

4.2.2.1. 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
LFS1	E1 BG02 - Stootbelasting excentrisch	Kracht GCS	Y Gelijkmatig	-375.0	15.000 17.000	Lengte Abso	3 Vanaf begin

4.2.2.2. BG01 / Totale waarde





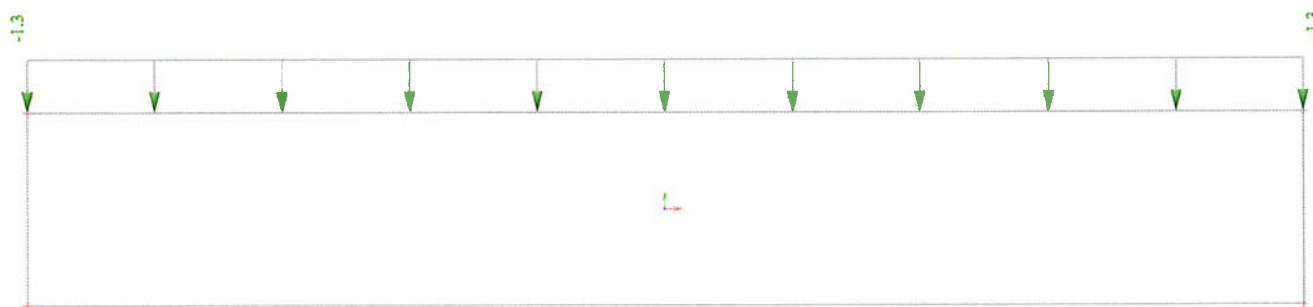
4.2.3. Belastingsgevalen - BG03

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

4.2.3.1. 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 Pos x ₂	Loc Coör	Rand Oors
LFS3	E1 BG03 - Windbelasting	Kracht GCS	Y Gelijkmatig	-1.3	0.000 1.000	Lengte Rela	3 Vanaf begin

4.2.3.2. BG01 / Totale waarde



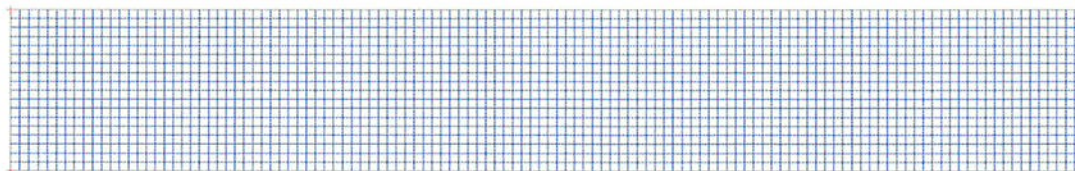


5. Berekening krachstverdeling

5.1. 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]	0.200
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

2. Rekenmodel



5.3. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	2160
Aantal 1D-elementen	0
Aantal netknopen	2299
Aantal vergelijkingen	6897
Belastingsgevallen	BG01, BG02, BG03
Start van de berekening	19.02.2019 10:12
Einde berekening	19.02.2019 10:12



Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG01	Lasten	0.0	-750.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	750.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG02	Lasten	0.0	-750.0	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	750.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG03	Lasten	0.0	-31.2	0.0
	reactie in de knopen	0.0	0.0	0.0
	reactie op de lijnen	0.0	31.2	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

**1. Inhoudsopgave**

1. Inhoudsopgave	1
2. Krachswerking	2
2.1. Belastingsgevallen	2
2.1.1. Belastingsgevallen - BG01	2
2.1.1.1. 2D element - Spanningen	2
2.1.1.2. 2D-spanning/-rek	2
2.1.1.3. 2D-spanning/-rek	3
2.1.1.4. 2D-spanning/-rek	3
2.1.2. Belastingsgevallen - BG02	4
2.1.2.1. 2D element - Spanningen	4
2.1.2.2. 2D-spanning/-rek	4
2.1.2.3. 2D-spanning/-rek	5
2.1.2.4. 2D-spanning/-rek	5
2.1.3. Belastingsgevallen - BG03	6
2.1.3.1. 2D element - Spanningen	6
2.1.3.2. 2D-spanning/-rek	6
2.1.3.3. 2D-spanning/-rek	7
2.1.3.4. 2D-spanning/-rek	7



2. Krachtswerking

2.1. Belastingsgevallen

2.1.1. Belastingsgevallen - BG01

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG01	Stootbelasting midden	Permanent Standaard	LG1

2.1.1.1. 2D element - Spanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Belastingsgevallen : BG01

Basis grootheden. In knopen, gem. op elem..

Staaf	BG	elem	sigx+ [MPa] sigx- [MPa]	sigy+ [MPa] sigy- [MPa]	sigxy+ [MPa] sigxy- [MPa]
E1	BG01	2100	-182.3	-31.6	0.0
E1	BG01	60	166.6	0.2	0.0
E1	BG01	2096	-178.1	-35.3	2.2
E1	BG01	1801	0.9	13.3	-9.1
E1	BG01	965	0.0	0.0	-13.8
E1	BG01	1075	0.0	0.0	13.8

2.1.1.2. 2D-spanning/-rek

Waardes: σ_x .

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG01

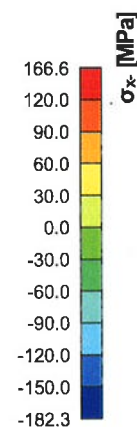
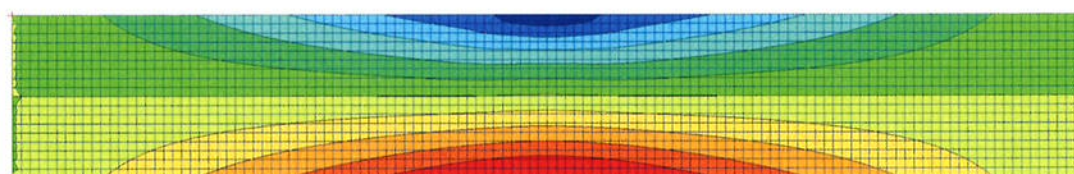
Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij macro.

Systeem: LCS net element

Basisspanning

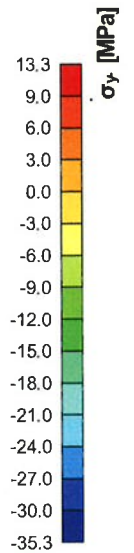
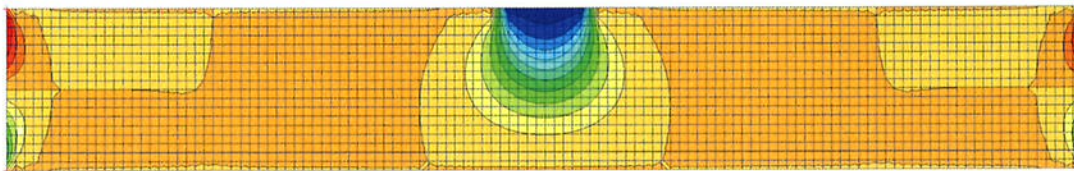
Extreem: Globaal





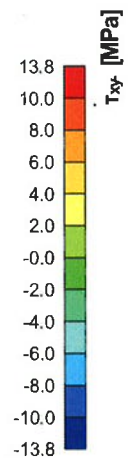
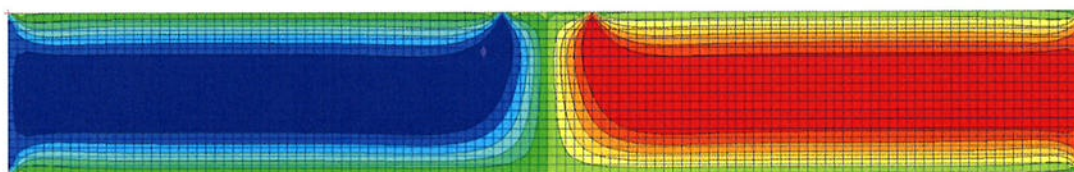
2.1.1.3. 2D-spanning/-rek

Waardes: σ_y .
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG01
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basisspanning
Extreem: Globaal



2.1.1.4. 2D-spanning/-rek

Waardes: τ_{xy} .
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG01
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basisspanning
Extreem: Globaal





2.1.2. Belastingsgevallen - BG02

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG02	Stootbelasting excentrisch	Permanent Standaard	LG1

2.1.2.1. 2D element - Spanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Belastingsgevallen : BG02

Basis grootheden. In knopen, gem. op elem..

Staaf	BG	elem	sigx+ [MPa] sigx- [MPa]	sigy+ [MPa] sigy- [MPa]	sigxy+ [MPa] sigxy- [MPa]
E1	BG02	2083	-164.6	-32.3	-0.5
E1	BG02	42	148.3	0.2	0.0
E1	BG02	2076	-155.0	-35.3	2.2
E1	BG02	1801	1.2	17.7	-12.1
E1	BG02	965	0.0	0.0	-18.4
E1	BG02	1965	-131.0	-15.4	11.4

2.1.2.2. 2D-spanning/-rek

Waardes: σ_x

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG02

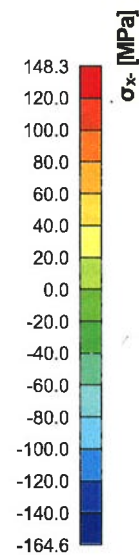
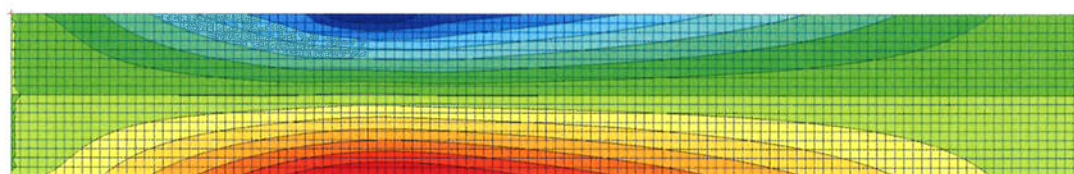
Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij macro.

Systeem: LCS net element

Basisspanning

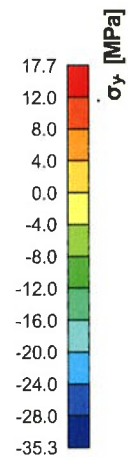
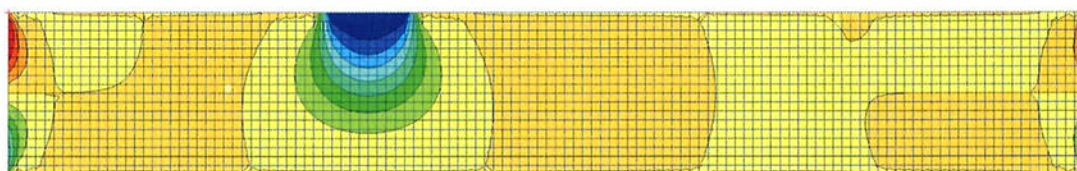
Extreem: Globaal





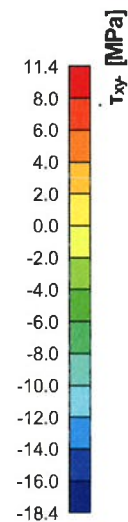
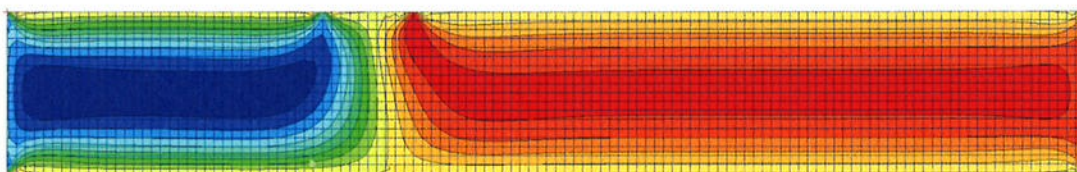
2.1.2.3. 2D-spanning/-rek

Waardes: σ_y .
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basisspanning
Extreem: Globaal



2.1.2.4. 2D-spanning/-rek

Waardes: τ_{xy} .
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG02
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basisspanning
Extreem: Globaal





2.1.3. Belastingsgevallen - BG03

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

2.1.3.1. 2D element - Spanningen

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Belastingsgevallen : BG03

Basis grootheden. In knopen, gem. op elem..

Staaf	BG	elem	sigx+ [MPa] sigx- [MPa]	sigy+ [MPa] sigy- [MPa]	sigxy+ [MPa] sigxy- [MPa]
E1	BG03	2100	-3.6	-0.1	0.0
E1	BG03	60	3.6	0.0	0.0
E1	BG03	121	0.0	-0.6	-0.4
E1	BG03	1801	0.0	0.4	-0.4
E1	BG03	964	0.0	-0.1	-0.5
E1	BG03	1076	0.0	-0.1	0.5

2.1.3.2. 2D-spanning/-rek

Waardes: σ_x .

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG03

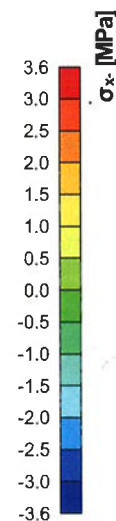
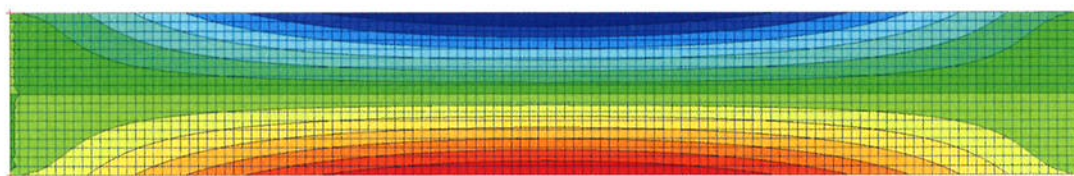
Selectie: Alle

Locatie: In knooppunten gem. bij macro.

Systeem: LCS net element

Basisspanning

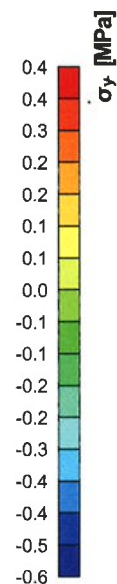
Extreem: Globaal





2.1.3.3. 2D-spanning/-rek

Waardes: σ_y -
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basisspanning
Extreem: Globaal



2.1.3.4. 2D-spanning/-rek

Waardes: τ_{xy} -
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG03
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro.
Systeem: LCS net element
Basisspanning
Extreem: Globaal

