

RAPPORT

Toelichting op de constructie

RWZI Hengelo

Klant: Waterschap Vechtstromen

Referentie: BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CS-1509
Status: Definitief/2.0
Datum: 25 september 2026

Witteveen + Bos

WATERSCHAP vechtstromen

Haskoning
Enhancing Society Together

Projectgerelateerd

Haskoning Nederland B.V.
Laan 1914 35
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
+31 (0)88 348 20 00
www.haskoning.com
KvK 56515154

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Titel document:	Toelichting op de constructie
Sub titel:	RWZI Hengelo
Referentie:	BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CS-1509
Uw kenmerk	-
Status:	Definitief/2.0
Datum:	25 september 2026
Projectnaam:	KRW opgave Waterketen Vechtstromen
Projectnummer:	BJ2346
Opgesteld door:	Ir. T. Leban, T.W. [redacted] MSc
Gecontroleerd door:	Ir. J.P.A. [redacted]
Datum:	25-09-2026
Goedgekeurd door:	Ing. A.W. van Doorn
Datum:	25-09-2026

Classificatie
Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. De Ingenieursbureau combinatie Haskoning Nederland B.V. en Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van Haskoning Nederland B.V. en Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Versiegeschiedenis

Versie	Datum	Auteur	Wijzigingen
Concept 1.0	23-12-2025	[redacted]	Initiële versie aan WVS
Concept 2.0	5-3-2026	[redacted]	bijlage bij DO HEN
Definitief 1.0	3-4-2026	[redacted]	Definitieve versie + aanpassing metaalzoutendosering
Definitief 2.0	25-9-2026	[redacted]	Herziene definitieve versie

Inhoud

1	**Inleiding**	**3**
1.1	Projectbeschrijving	3
1.2	Doel van het document	3
1.3	Leeswijzer	3
2	**Algemene Uitgangspunten en Randvoorwaarden**	**4**
2.1	Programma van Eisen	4
2.2	Normen en richtlijnen	4
2.3	Gerelateerde ontwerpdocumenten	5
2.4	Gevolgklasse, levensduur en referentieperiode	5
2.5	Locatie	5
2.6	Niveaus peil, maaiveld en grondwater	5
2.7	Grondonderzoek en geotechnisch advies	6
2.8	Bouwkuip en bemaling	6
2.9	Bestaande gebouwen	6
2.10	Wegen	6
2.11	Spoorweg	6
2.12	Kabels en leidingen	7
2.13	Obstakels in ondergrond	7
3	**Constructieve uitgangspunten**	**8**
3.1	Materialen	8
3.2	Milieuklasse, dekking en scheurwijdte	8
3.2.1.1	Waterdichtheid	8
3.2.1.2	Vloeistofdichtheid	9
3.3	Conservering van de staalconstructies	9
3.4	Vervormingen	9
3.5	Waterdichtheid betonnen constructies	9
3.6	Brandveiligheid	10
3.7	Dilataties	10
3.8	Aansluitingen leidingwerk	10
3.9	Afschot in vloeren en goten	10
3.10	Toekomstige uitbreiding	10
3.11	Explosieveiligheid/ATEX	10
3.12	Aanrijdbeveiliging	10

3.13 Plaatsen en onderhoud installaties 10
3.14 Gebruik van transportmiddelen 10
3.15 Hijsvoorzieningen 10
3.16 Trillingen door installaties 11
3.17 Stootplaten 11

4 Belastingen en belastingcombinaties 12
4.1 Permanente belastingen 12
4.2 Veranderlijke belastingen 12
4.2.1 Algemeen 12
4.2.1.1 Waterdruk in reservoirs 12
4.2.1.2 Calamiteitensituatie 12
4.2.2 Specifieke veranderlijke belastingen 13
4.2.2.1 Technische/werktuigbouwkundige voorzieningen 13
4.2.2.2 Temperatuur 13
4.2.3 Buitengewone belastingen 13
4.2.3.1 Robuustheid 13
4.3 Belastingcombinaties 13
4.3.1.1 Momentaanfactoren per belastinggeval 14
4.3.1.2 Belastingcombinaties 14

5 Beschrijving van de constructie 15
5.1 Metaalzoutendosering 15
5.2 Actiefslibtanks (aanpassing bestaand) 16

6 Berekeningsresultaten 17
6.1 Metaalzoutendosering 17
6.2 Actiefslibtanks (aanpassing bestaand) 18

7 Aandachtspunten vervolgfase 20
7.1 Bestek- en/of uitvoeringsfase 20

Bijlagen
Bijlage A1 *Berekeningen metaalzoutendosering*
Bijlage A2 *Berekeningen actiefslibtanks*

1 Inleiding

1.1 Projectbeschrijving

In het kader van extra fosfor- en stikstofverwijdering (tot zeer lage gehaltes) gaat Waterschap Vechtstromen (WVS) een achttal RWZI's aanpassen. Eén van die zuiveringen is RWZI Hengelo.

Het project omvat een nieuw te realiseren constructie, namelijk:

- Metaalzoutendosering.

Daarnaast wordt een bestaande constructie aangepast, namelijk:

- Actiefslibtanks.

1.2 Doel van het document

In dit rapport zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten vastgelegd en wordt het principe van de diverse constructies beschreven. Waar van toepassing is de dimensionering van de constructies door middel van berekeningen onderbouwd. Het uitwerkingsniveau betreft het Definitief Ontwerp (DO).

1.3 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft achtereenvolgens:

- Algemene uitgangspunten en randvoorwaarden;
- Constructieve uitgangspunten;
- Belastingen en belastingcombinaties;
- Beschrijving van de constructie;
- Berekeningsresultaten;
- Aandachtspunten vervolgfase.

2 Algemene Uitgangspunten en Randvoorwaarden

2.1 Programma van Eisen

Het volgende Programma van Eisen is van toepassing op RWZI Hengelo:

- BJ2346-WBO-HEN-PE-RP-TM-0011 PvE RWZI generiek - def Hengelo.

In de Programma's van Eisen zijn geen specifieke punten opgenomen die relevant zijn voor deze uitwerking van de constructies.

2.2 Normen en richtlijnen

De volgende (relevante delen van de) normen, voorschriften en richtlijnen zijn van toepassing op het constructieve en geotechnische ontwerp:

- NEN-EN 1990 grondslagen van het constructief ontwerp;
- NEN-EN 1991-1-1 t/m 5 belastingen op constructies;
- NEN-EN 1991-1-6 belasting tijdens uitvoering;
- NEN-EN 1991-1-7 buitengewone belastingen;
- NEN-EN 1991-2 verkeersbelastingen;
- NEN-EN 1991-3 belastingen veroorzaakt door kranen en machines;
- NEN-EN 1991-4 silo's en opslagtanks;
- NEN-EN 1992 ontwerp en berekening van betonconstructies;
- NEN-EN 1993 ontwerp en berekening van staalconstructies;
- NEN-EN 1997-1 geotechnisch ontwerp van constructies - deel 1: Algemene regels;
- CUR-Aanbeveling 65 ontwerp vloeistofdichte voorzieningen.

Tevens zal gebruik worden gemaakt van onderstaande literatuur:

- Betonconstructies onder Temperatuur- en Krimpvervormingen, [redacted];
- Ontwerpen en dimensioneren van vloeistofkerende constructies [beton praktijk reeks] [redacted].

Aanvullend gelden vanuit WVS de volgende specifieke voorschriften:

- 'Ontwerpafspraken en vormgeving van technische gebouwen, installaties en verhardingen' d.d. 11 december 2023;
- 'Algemene civieltechnische uitvoeringsvoorwaarden', versie D.12 v2 d.d. 29 oktober 2022;
- 'WVS-standaard details' d.d. 8 december 2023.

2.3 Gerelateerde ontwerpdocumenten

Het constructief ontwerp is gebaseerd op de volgende algemene uitgangspunten:

- BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CS-0106 Geotechnisch funderingsadvies d.d. 05 mei 2026;
- BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CB-0079 Bemalingsadvies d.d. 08 april 2026.

2.4 Gevolgklasse, levensduur en referentieperiode

Het constructief ontwerp is gebaseerd op de volgende algemene uitgangspunten:

- Gevolg-/betrouwbaarheidsklasse CC2/RC2;
- Ontwerplevensduur en referentieperiode 50 jaar.

2.5 Locatie

De locatie betreft het terrein van RWZI Hengelo ten noordwesten van Hengelo, gelegen aan de Wegtersweg, zie figuur 2.1. De RWZI is gelegen op een bedrijventerrein, direct ten oosten van de spoorlijn Ten westen van de spoorlijn bevindt zich een natuur-/parkgebied.



Figuur 2.1 Locatie RWZI Hengelo

2.6 Niveaus peil, maaiveld en grondwater

Het peil varieert per constructie. Het maaiveld bevindt zich op ca. NAP +15,4-15,6 m. Voor elke constructie zijn het van toepassing zijnde peil en maaiveld op tekening aangegeven.

In een geohydrologisch advies is de minimale en maximale grondwaterstand vastgelegd. Voor de constructieberekeningen wordt voor de constructies onder maaiveld uitgegaan van een maximale grondwaterstand gelijk aan maaiveldniveau. Voor de minimale grondwaterstand wordt onderkant funderingsniveau aangehouden. Voor de constructie betreffen dit de meest ongunstige uiterste waarden.

2.7 Grondonderzoek en geotechnisch advies

Voor het grondonderzoek op de locatie van de nieuwbouw is een onderzoeksplan opgesteld. Op basis van de resultaten van geotechnisch onderzoek, bestaande uit sonderingen en boringen, is het geotechnisch advies opgesteld. De resultaten daarvan zijn opgenomen in BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CS-0106 Geotechnisch funderingsadvies d.d. 05 mei 2026.

De metaalzoutendosering zal op palen (avegaarpalen) worden gefundeerd vanwege de directe nabijheid van een bestaande constructie en het daardoor niet kunnen toepassen van een noodzakelijke grondverbetering.

2.8 Bouwkuip en bemaling

Het uitgangspunt is de realisatie van de verschillende onderdelen waar mogelijk uit te voeren in een open ontgraving, waar nodig met een (beperkte) bemaling. Zie hiervoor het bemalingsadvies met kenmerk BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CB-0079 d.d. 08 april 2026.

2.9 Bestaande gebouwen

In de directe nabijheid is bestaande bebouwing op de RWZI aanwezig. Overige bebouwing buiten het terrein betreft het industrieterrein (aan drie zijden) en bevindt zich op enige afstand. In het geotechnisch advies (BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CS-0106 Geotechnisch funderingsadvies d.d. 05 mei 2026) is de invloed van de nieuwbouw op de relevante bestaande bebouwing onderzocht (zoals ten aanzien van trillingen en bouwput).

2.10 Wegen

Op het terrein van de RWZI bevinden zich diverse wegen. De invloed van de bouwwerkzaamheden op deze wegen is als zijnde beperkt verondersteld.

2.11 Spoorweg

Een spoorweg bevindt zich direct ten westen van het terrein. De afstand tot de spoorweg is zodanig groot (minimaal ca. 25-30 m) dat dit buiten het directe invloedsgebied van de bouwwerkzaamheden voor de nieuwe constructies ligt. Dit volgens de vanuit ProRail geldende voorwaarden voor deze zonering (>11 m is buiten beperkingengebied). Voor de beschouwing van het invloedsgebied van de bemaling wordt verwezen naar het separate geohydrologische advies.

2.12 Kabels en leidingen

Er zijn in de ondergrond nabij/op de locatie van de nieuwbouw diverse bestaande kabels en leidingen aanwezig. Indien voor het ontwerp relevant zijn deze bij de geotechnische beschouwing meegenomen. Voor uitvoering zal de exacte invloed van de bouwwerkzaamheden op deze kabels en leidingen bepaald moeten worden. Waar nodig (bijvoorbeeld om vervormingen te beperken) zullen maatregelen getroffen moeten worden (bijvoorbeeld door het lokaal plaatsen van een grondkering).

2.13 Obstakels in ondergrond

Voor zover bekend bevinden er zich op de bouwlocatie verder geen funderingsresten of andere obstakels in de ondergrond ter plaatse van de nieuw te realiseren constructies.

3 Constructieve uitgangspunten

3.1 Materialen

Voor de betonconstructies gelden de volgende materiaaleigenschappen:

- In situ beton C30/37;
- Prefab beton minimaal C45/55;
- Betonstaalkwaliteit B500B.

Voor de staalconstructies gelden de volgende sterkteklassen:

- Constructiestaal S235 (tenzij anders aangegeven);
- Ondersabelingsmortel minimaal K70;
- Ankerbouten 4.6 of 8.8 (minimaal M16);
- Bouten en moeren 8.8 (minimaal M16).

3.2 Milieuklasse, dekking en scheurwijdte

De milieuklassen, dekking en maximaal toelaatbare scheurwijdte zijn globaal vastgesteld. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht.

Tabel 3.1 Overzicht dekking, milieuklassen en scheurwijdte

Onderdeel	Locatie	Milieuklasse	Minimale Dekking	Maximale scheurwijdte
vloeren (binnen)	binnen	XC3	25 mm	0,30 mm
fundatieplaten / vloeren (buiten)	bovenzijde onderzijde	XC4/XF3 XC4	30 mm 35 mm	0,30 mm 0,30 mm
keldervloeren (binnen)	bovenzijde onderzijde	XC3 XC4	25 mm 35 mm	0,30 mm 0,30 mm
buitenwanden	buitenzijde binnenzijde	XC4/XF1 XC4	30 mm 30 mm	0,30 mm 0,30 mm
binnenwanden	binnen	XC3	25 mm	0,30 mm
kolommen/balken	binnen	XC3	30 mm	0,30 mm
funderingsbalken/ vorstranden	buiten	XC4/XF1	35 mm	0,30 mm

Het eventueel van toepassing zijn van een agressieve omgeving, bijvoorbeeld door contact met proceswater, is niet van toepassing. Er is dus geen sprake van een bepaalde mate van agressiviteit, waardoor aanvullend geen XA-milieuklasse op onderdelen van toepassing is.

3.2.1.1 Waterdichtheid

Zie aanvullend paragraaf 3.5 ten aanzien van de waterdichtheid voor de waterkerende onderdelen. Dit is van toepassing op alle grondwaterkerende onderdelen en de vloeren en wanden van buffers/tanks/putten.

3.2.1.2 Vloeistofdichtheid

Voor bepaalde vloeren kan mogelijk een (tijdelijke) situatie voorkomen waarbij schadelijke/chemische stoffen lekken. In dat geval dienen deze vloeren of vloerdelen als vloeistofdicht conform CUR-Aanbeveling 65 te worden beschouwd of kunnen aanvullende maatregelen volstaan (direct reinigen bij een dergelijk calamiteit, coating). Voor de onderdelen in dit rapport worden geen eisen gesteld aan vloeistofdichtheid.

3.3 Conservering van de staalconstructies

Staalconstructies worden thermisch verzinkt uitgevoerd. Afname van de dikte als gevolg van corrosie van staal wordt in de berekeningen niet in rekening gebracht. Indien voor onderdelen vereist, wordt het staal roestvrij uitgevoerd (in RVS AISI 316).

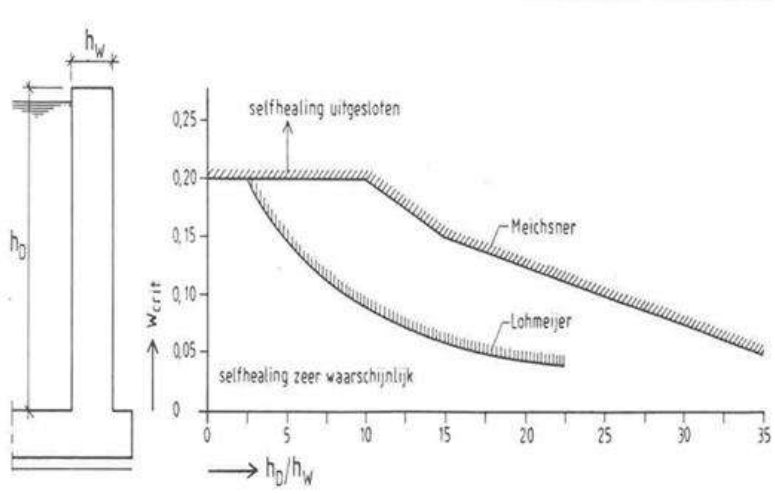
3.4 Vervormingen

Algemeen geldt: een toelaatbare horizontale vervorming van constructies met meer dan één bouwlaag bedraagt maximaal 1/500*H voor de totale vervorming en 1/300*h voor de vervorming per verdieping. In geval van één bouwlaag wordt voor industriële gebouwen 1/150*H aangehouden.

De toelaatbare totale verticale vervorming van de verdiepingsvloeren bedraagt maximaal 0,004*L en voor de dakvloeren 0,004*L. Voor dakvloeren is de bijkomende doorbuiging maximaal 0,004*L. De bijkomende doorbuiging voor verdiepingsvloeren of vrijdragende begane grondvloeren is maximaal 0,003*L.

3.5 Waterdichtheid betonnen constructies

Voor de waterdichtheid van vloeistofkerende in het werk te storten betonconstructies wordt waterdichtheidsklasse 1 conform Eurocode aangehouden. Dit houdt in dat eventuele lekken beperkt moeten blijven tot een kleine hoeveelheid en enkele vlekken of vochtplekken op het oppervlak zijn toegelaten. Concreet komt dit er op neer dat, indien de betondrukzone te klein wordt, ten opzichte van de standaard eis de scheurwijdte wordt beperkt om zo self-healing mogelijk te maken. De aan te houden scheurwijdte is daarbij afhankelijk van de verhouding waterhoogte/wanddikte met een maximum van 0,20 mm. Daarbij is toetsing volgens het Meichsner-criterium toegestaan, zie figuur 3.1.



Figuur 3.1 Criterium scheurwijdte conform Lohmeijer-Meichsner

3.6 Brandveiligheid

Op de staalconstructie zijn geen brandwerendheidseisen van toepassing.

3.7 Dilataties

Er worden geen dilataties in de constructies voorzien.

3.8 Aansluitingen leidingwerk

Daar waar leidingwerk vanuit het terrein aansluit op constructies kan mogelijke enige zetting optreden. De aansluitingen van leidingwerk worden daarom bij voorkeur van een flexibele verbinding voorzien. Indien dat niet mogelijk is het risico op zettingsverschillen beperkt door aanvullende ondersteuningen.

3.9 Afschot in vloeren en goten

Er is geen afschot in constructieve vloeren voorzien, maar indien benodigd wordt dit in een afwerkvloer aangebracht.

3.10 Toekomstige uitbreiding

Er zal geen rekening worden gehouden met een toekomstige uitbreiding van gebouwen en constructies.

3.11 Explosieveiligheid/ATEX

Er gelden geen eisen ten aanzien van de explosieveiligheid van gebouwen, of bepaalde ruimten daarvan.

3.12 Aanrijdbeveiliging

Algemeen wordt een aanrijdbeveiliging voorzien om een directe stootbelasting tegen constructies te voorkomen. Voor kritische zones, zowel binnen als buiten, zal alsnog een aanrijdbelasting in rekening worden gebracht. Dit is echter niet van toepassing.

3.13 Plaatsen en onderhoud installaties

Er zijn geen specifieke voorwaarden voor het plaatsen en onderhouden van de installaties.

3.14 Gebruik van transportmiddelen

Er is geen gebruik van transportmiddelen voorzien naast, op of in de constructies.

3.15 Hijsvoorzieningen

Er zijn geen hijsvoorzieningen opgenomen in het ontwerp.

3.16 Trillingen door installaties

Het uitgangspunt is dat de installaties in het gebouw geen significante trillingen in de constructie veroorzaken. Waar nodig dient mogelijk in de toepassing van trillingsdempers te worden voorzien.

3.17 Stootplaten

In afstemming met de terreininrichting is bepaald dat er geen toepassing van stootplaten noodzakelijk is.

4 Belastingen en belastingcombinaties

4.1 Permanente belastingen

Soortelijk gewicht van materialen:

- Grond 18 kn/m^3 (droog) / 20 kn/m^3 (nat);
- Water 10 kn/m^3;
- Beton 25 kn/m^3;
- Staal 78,5 kn/m^3.

Rustende belastingen:

- Bordes-/roostervloeren 0,50 kn/m^2.

4.2 Veranderlijke belastingen

4.2.1 Algemeen

De volgende belastingen zijn aangehouden:

- Water in reservoirs conform hydraulisch schema;
- Vloerbelasting (industrieel, categorie E) 5,0 kn/ m^2; F = 10 kn;
- Bordessen/roostervloeren 3,0 kn/ m^2, F= 4,0 kn;
- Trappenhuizen en trappen 4,0 kn/ m^2, F= 4,0 kn;
- Kabelkelders 3,0 kn/ m^2;
- Sneeuwbelasting conform Eurocode;
- Windbelasting gebied III, onbebouwd conform Eurocode;
- Temperatuur - klimaat conform Eurocode;
- Maaiveldbelasting 20 kn/m2.

4.2.1.1 Waterdruk in reservoirs

Zoals aangegeven wordt in de berekening voor het soortelijk gewicht van water 10 kN/m³ aangehouden. Er wordt rekening gehouden met de fysieke eigenschappen van de constructie. In de uiterste grenstoestand wordt dan ook gerekend met de minimale waarde van:

- 1,20 x hoogte water;
- 1,05 x hoogte wand[1].

4.2.1.2 Calamiteitensituatie

Er zijn geen specifieke calamiteitensituaties.

[1] *Belastingfactor van 1,05 wordt in rekening gebracht om de overstorthoogte en eventuele afwijkingen tijdens de bouw op te vangen.*

4.2.2 Specifieke veranderlijke belastingen

4.2.2.1 Technische/werktuigbouwkundige voorzieningen

Belastingen door installaties worden bepaald door de werktuigbouwkundige discipline (WTB) en/of leveranciers (derden). Afhankelijk van de grootte van de belastingen en configuratie, worden deze voorzieningen separaat in rekening gebracht.

In dit project is daar in ieder geval sprake van voor de volgende onderdelen:

- Tanks metaalzoutendosering;
- Mengers actiefslibtanks.

De specificaties van deze voorzieningen (afmetingen, gewicht) zijn vastgesteld en zijn, waar van toepassing en indien relevant, in rekening gebracht.

4.2.2.2 Temperatuur

Indien ondergronds en/of geïsoleerd zijn er geen significante temperatuurswisselingen van toepassing op de constructie van het gebouw. Temperatuurbelastingen behoeven daarom niet in rekening te worden gebracht. Constructies in de buitenlucht, direct aangestraald door de zon, zijn daarentegen wel onderhevig aan temperatuurbelastingen. Zoals in paragraaf 4.2.1 vermeld wordt hiervoor de eurocode aangehouden.

4.2.3 Buitengewone belastingen

Voor de buitengewone - en brandbelastingen geldt het volgende:

- Aanrijdbelastingen zie paragraaf 3.12, niet van toepassing;
- Brandwerendheid zie paragraaf 3.6, niet van toepassing;
- Explosies zie paragraaf 3.11, niet van toepassing.

4.2.3.1 Robuustheid

Ter voorkoming van disproportioneel bezwijken door belastingen met een onbekende oorzaak wordt de strategie volgens NEN-EN 1991-1-7 Bijlage A voor gevolgklasse CC2a gevolgd. Dit betekent de toepassing van effectieve horizontale trekbanden of effectieve verankering van vloeren aan wanden. Voor de in dit rapport beschreven constructies is de strategie niet relevant.

4.3 Belastingcombinaties

De Eurocode maakt voor de uiterste grenstoestand onderscheid in een viertal belastingcombinaties, namelijk EQU (verlies van statisch evenwicht), STR (intern bezwijken), GEO (vervormen van de grond) en FAT (vermoeiing). In dit geval zijn EQU en STR van toepassing. Voor de belastingcombinaties zijn tevens de bruikbaarheidsgrenstoestanden weergeven. De veiligheidsfactoren zijn gebaseerd op gevolgklasse CC2.

4.3.1.1 Momentaanfactoren per belastinggeval

In de volgende tabel zijn de aangehouden momentaanfactoren weergegeven voor de belangrijkste belastingen ten behoeve van het combineren van belastinggevallen.

Tabel 4.1 Momentaanfactoren per belastinggeval

Belastinggeval	ψ_0	ψ_1	ψ_2
vloerbelastingen (categorie E)	1,0	0,9	0,8
sneeuw	0	0,2	0
wind	0	0,2	0
temperatuur (geen brand)	0	0,5	0
voertuigen/maaiveldbelasting (verkeer)	0,8	0,8	0,4

4.3.1.2 Belastingcombinaties

In de volgende tabellen worden de verschillende belastingcombinaties inzichtelijk gemaakt.

Tabel 4.2. Combinaties EQU (evenwicht)

Vergelijking	Blijvende belasting (G_k)	Overheersende belasting ($Q_{k;1}$)	Gelijktijdig optredende variabele belasting ($Q_{k;i}$)	Referentie
	$\gamma_{G;sup}$	$\gamma_{Q;1}$	$\gamma_{Q;i}$*$\psi_{0;i}$	NEN-EN 1990, tabel A1.2 (set A)
6.10	1.1 of 0.9	1.5	1.5*$\psi_{0;i}$	NEN-EN 1990, NB

Tabel 4.3 Combinaties STR (UGT)

Vergelijking	Blijvende belasting (G_k)	Overheersende belasting ($Q_{k;1}$)	Gelijktijdig optredende variabele belasting ($Q_{k;i}$)	Referentie
	γ_G	$\gamma_{Q;1}$	$\gamma_{Q;i}$*$\psi_{0;i}$	NEN-EN 1990, tabel A1.2 (set B)
6.10a	1.35 of 0.9	-	1.5* $\psi_{0;i}$	NEN-EN 1990, NB
6.10b	1.2 of 0.9	1.5	1.5* $\psi_{0;i}$	NEN-EN 1990, NB

Tabel 4.4 Combinaties bruikbaarheidgrenstoestand (SLS)

Vergelijking	Blijvende belasting (G_k)	Overheersende belasting ($Q_{k;1}$)	Gelijktijdig optredende variabele belasting ($Q_{k;i}$)	Referentie
karakteristiek	1.0	1.0	1.0*$\psi_{0;i}$	NEN-EN 1990, tabel A1.4
frequent	1.0	1.0*$\psi_{1,1}$	1.0*$\psi_{2,i}$	NEN-EN 1990, tabel A1.4
quasi-blijvend	1.0	1.0*$\psi_{2,1}$	1.0*$\psi_{2,i}$	NEN-EN 1990, tabel A1.4

Tabel 4.5 Combinaties buitengewone ontwerpsituaties

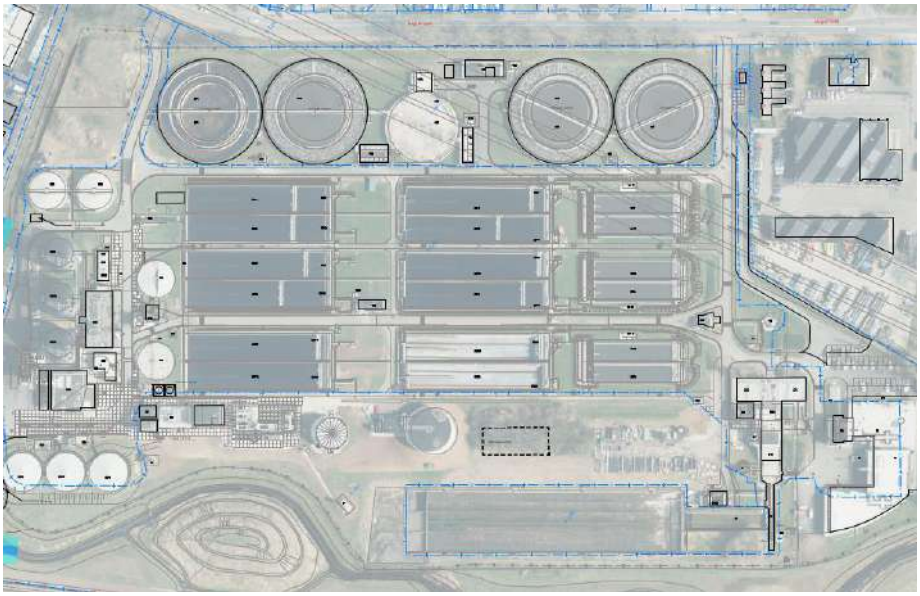
Vergelijking	Blijvende belasting (G_k)	Overheersende belasting ($Q_{k;1}$)	Gelijktijdig optredende variabele belasting ($Q_{k;i}$)	Referentie
	$\gamma_{G;sup}$ of $\gamma_{G;inf}$	$\psi_{1,1}$ of $\psi_{2,1}$	$\psi_{2,i}$	
6.11a	1.0	1*0*$\psi_{1,1}$ of $\psi_{2,1}$	1,0*$\psi_{2,i}$	NEN-EN 1990, NB

5 Beschrijving van de constructie

In de volgende paragrafen is per onderdeel een korte beschrijving van het principe van de constructie gegeven. Waar van toepassing is de nadere constructieve uitwerking opgenomen in hoofdstuk 6.

Het betreft achtereenvolgens de volgende onderdelen:

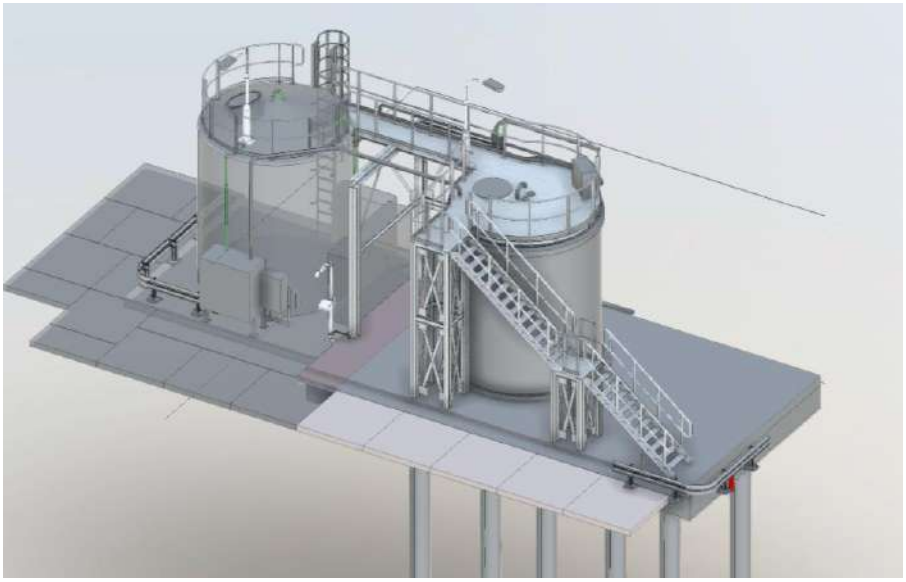
- Metaalzoutendosering;
- Actiefslibtanks (aanpassing bestaand).



Figuur 5.1 Plotplan nieuwe situatie

5.1 Metaalzoutendosering

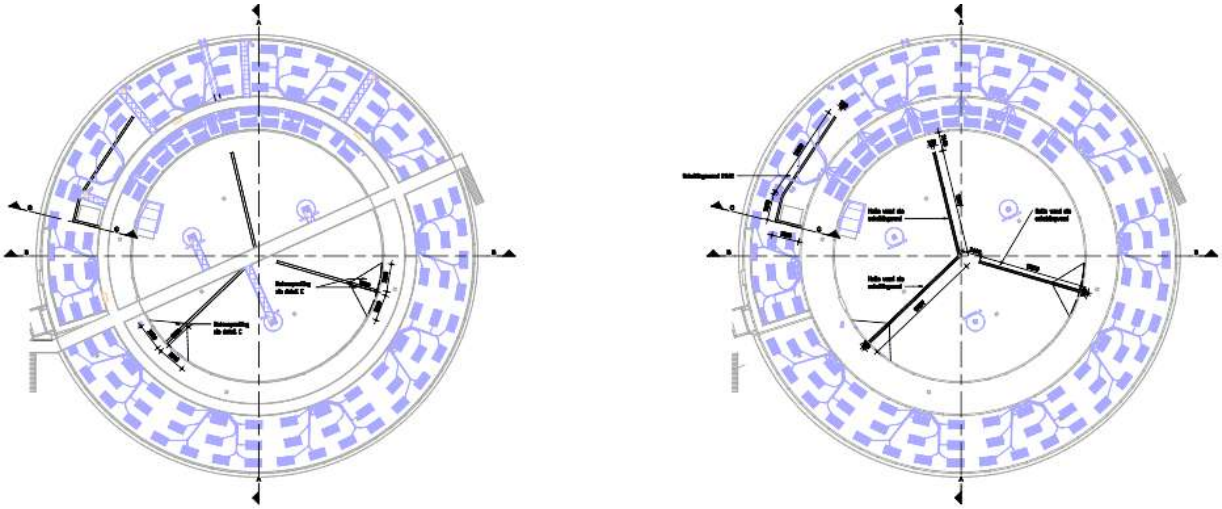
Een impressie van de metaalzoutendosering is weergegeven in Figuur 5.2. Voor de metaalzoutendosering is een op palen gefundeerde, betonnen opstelplaat voorzien voor de opstelling van een tweetal tanks. Aanvankelijk is één tank voorzien, in de toekomst kan eventueel een tweede tank worden bijgeplaatst. De plaat wordt voorzien van een vorstrand. Zie paragraaf 6.1 voor de constructieve uitwerking.



Figuur 5.2 Impressie metaalzoutendosering - 3D

5.2 Actiefslibtanks (aanpassing bestaand)

Een impressie van de actiefslibtank is weergegeven in Figuur 5.3. Voor de nieuwe situatie zal een nieuwe scheidingswand worden aangebracht in de buitenste ring van de tank en een drietal nieuwe wanden in de binnenste ring. Tevens zijn nieuwe bordessen voorzien ten behoeve van nieuw aan te brengen mengers. Zie paragraaf 6.2 voor de constructieve uitwerking.



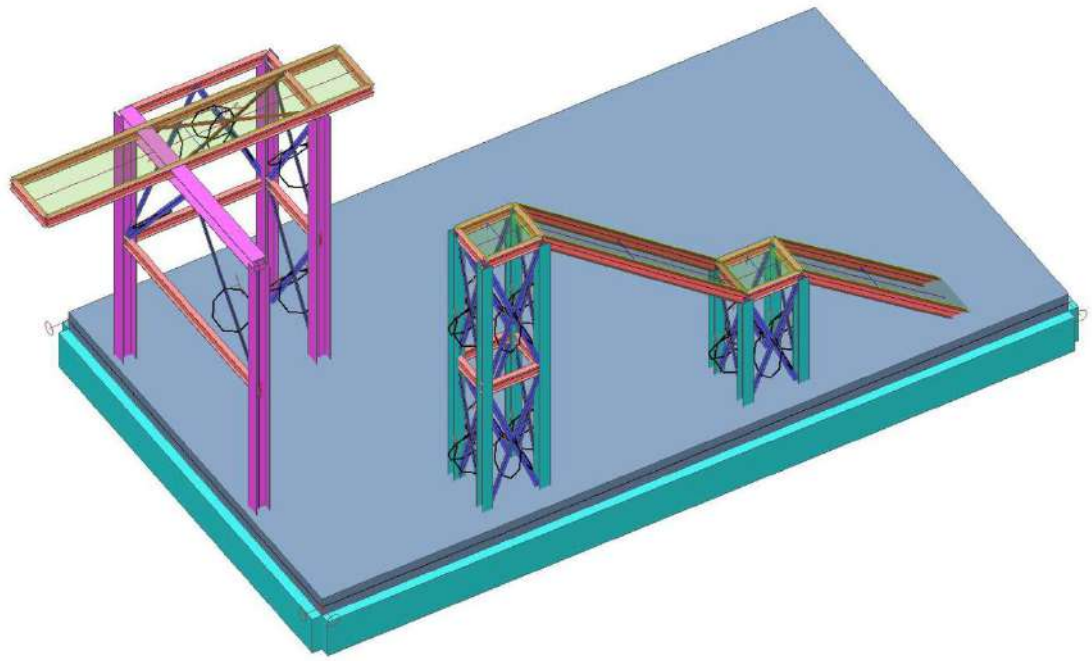
Figuur 5.3 Impressie aanpassing actiefslibtanks - bovenaanzicht

6 Berekeningsresultaten

In de volgende paragrafen is achtereenvolgens het resultaat van de berekeningen van de verschillende onderdelen beschreven. De daadwerkelijke berekeningen zijn opgenomen in bijlage A1 en A2.

6.1 Metaalzoutendosering

Er is een constructief model opgesteld in SCIA Engineer. Dit model is weergegeven in Figuur 6.1. Het rapport van het constructieve model en de resultaten van de berekeningen zijn te vinden in Bijlage A1.



Figuur 6.1 Impressie constructiemodel metaalzoutendosering

Betonconstructie

De betonnen elementen bestaan uit de plaat en de funderingsbalken. Alle elementen van de onderbouw zijn uitgevoerd in beton C30/37. De diktes van de afzonderlijke elementen zijn weergegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Betonnen elementen

Onderdeel	Dikte (mm)
Betonplaat	300
Randbalken	600x300 (h x b)

Indicatieve wapeningshoeveelheden

Er is globaal uit te gaan van de volgende wapeningshoeveelheden:

- Plaat 70 kg/m^3;
- Balken 100 kg/m^3.

Staalconstructie

Er zijn twee stalen constructies aanwezig: één is de stalen trap en de andere is het platform dat de twee tanks met elkaar verbindt. Alle stalen elementen van de bovenbouw zijn uitgevoerd in staal S235. De profielen van de afzonderlijke stalen elementen zijn te vinden in Tabel 6.2.

Tabel 6.2. Stalen elementen

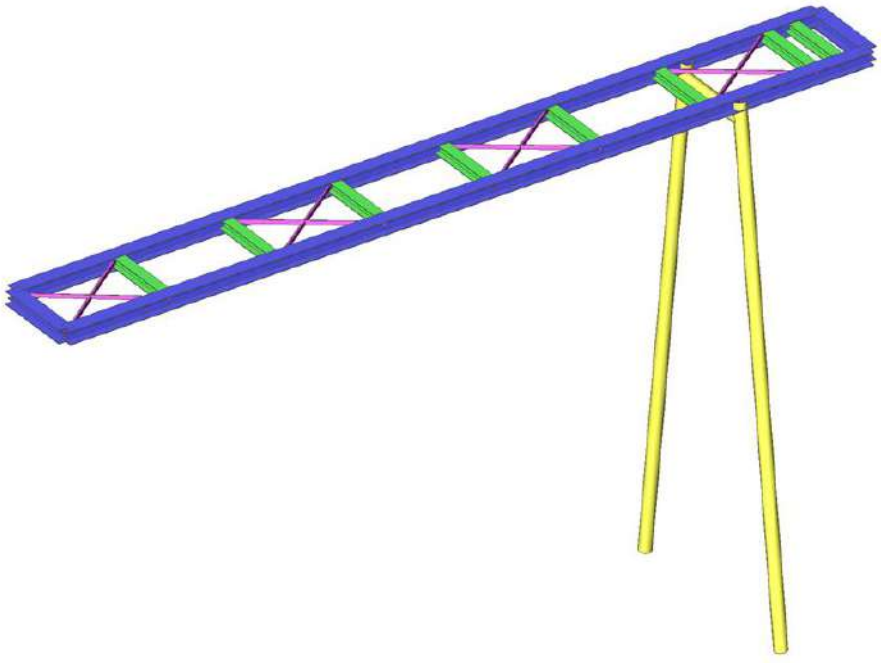
Onderdeel	Profiel	Kleur
Kolommen - trap	HEA160	Lichtblauw
Balken - trap	IPE160	Rood
Windverbanden	FL80x10	Donkerblauw
Kolommen - platform	HEA220	Roze
Primaire balken - platform	HEA220	Roze
Secundaire balken - platform	IPE160	Rood
Windverbanden - platform	FL80x10	Donkerblauw
Windverbanden - platform dak	L50x5	Donkerrood

Fundering

De metaalzoutenopslag wordt gefundeerd door in totaal 6 palen. Zie het geotechnisch advies (BJ2346-WBO-HEN-DO-RP-CS-0106 Geotechnisch funderingsadvies d.d. 05 mei 2026) voor de onderbouwing van de fundering.

6.2 Actiefslibtanks (aanpassing bestaand)

Er is een constructief model opgesteld in SCIA Engineer voor de nieuwe loopbruggen. Dit model is weergegeven in Figuur 6.2. Het rapport van het constructieve model en de resultaten van de berekeningen zijn te vinden in Bijlage A2.



Figuur 6.2 Impressie constructiemodel actiefslibtanks - nieuwe brug

Staalconstructie

Alle stalen elementen van de bovenbouw zijn uitgevoerd in staal S235. De profielen van de afzonderlijke stalen elementen zijn te vinden in Tabel 6.3.

Tabel 6.3. Stalen elementen

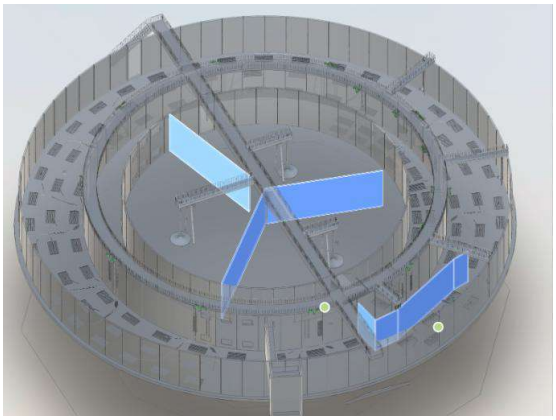
Onderdeel	Profiel	Kleur
Kolommen	CHS139.7/5.0	Geel
Primaire liggers	HEA160	Blauw
Secundaire liggers	HEA120	Groen
Stabiliteitsverbanden	L45x4	Roze

Bestaande betonnen brug

De nieuwe stalen brug, zoals hierboven weergegeven, wordt ondersteund door de bestaande betonnen ligger. De afmetingen en de hoeveelheid wapening van deze ligger zijn bekend. Het ontwerp is gecontroleerd met IDEA StatiCa om te controleren of de ligger de extra belastingen van de stalen brug veilig kan opnemen en dat is het geval.

Betonconstructie nieuwe wanden

De scheidingswanden zijn berekend ter bepaling van de dikte en een indicatie van de wapening. Ook is onderzocht of er risico op opdrijven bestaat wanneer de tank volledig wordt geleegd ten behoeve van het realiseren van de wanden. De betreffende wanden zijn weergegeven in Figuur 6.3. De resultaten van de berekening zijn te vinden in bijlage A2.



Figuur 6.3 Impressie nieuwe wanden in actiefslibtanks

Alle betonelementen zijn gemaakt van beton C30/37. De diktes van de afzonderlijke elementen zijn weergegeven in tabel 6.4. De wanden worden waar mogelijk gerealiseerd door gebruik te maken van prefab holle wanden.

Tabel 6.4. Betonnen elementen

Onderdeel	Dikte (mm)
Wanden binnenste ring	min. 300 (prefab holle wand)
Wand buitenste ring	min. 250 (in situ wand)

7 Aandachtspunten vervolgfase

In de volgende paragraaf zijn de aandachtspunten voor de vervolgfase aangegeven.

7.1 Bestek- en/of uitvoeringsfase

Voor de verdere uitwerking na het DO gelden de volgende aandachtspunten:

- Afstemming en uitwerking holle wanden met leverancier/aannemer (detaillering, indeling elementen);
- Detaillering betonconstructies (wapening);
- Detaillering staalconstructies (verbindingen);
- Uitwerking constructies specifiek ten behoeve van WTB-installaties.



Bijlage A1 *Berekeningen metaalzoutendosering*

Witteveen + Bos

WATERSCHAP vechtstromen

Haskoning
Enhancing Society Together

RWZI Hengelo - Metaalzoutopslag

Inhoudsopgave

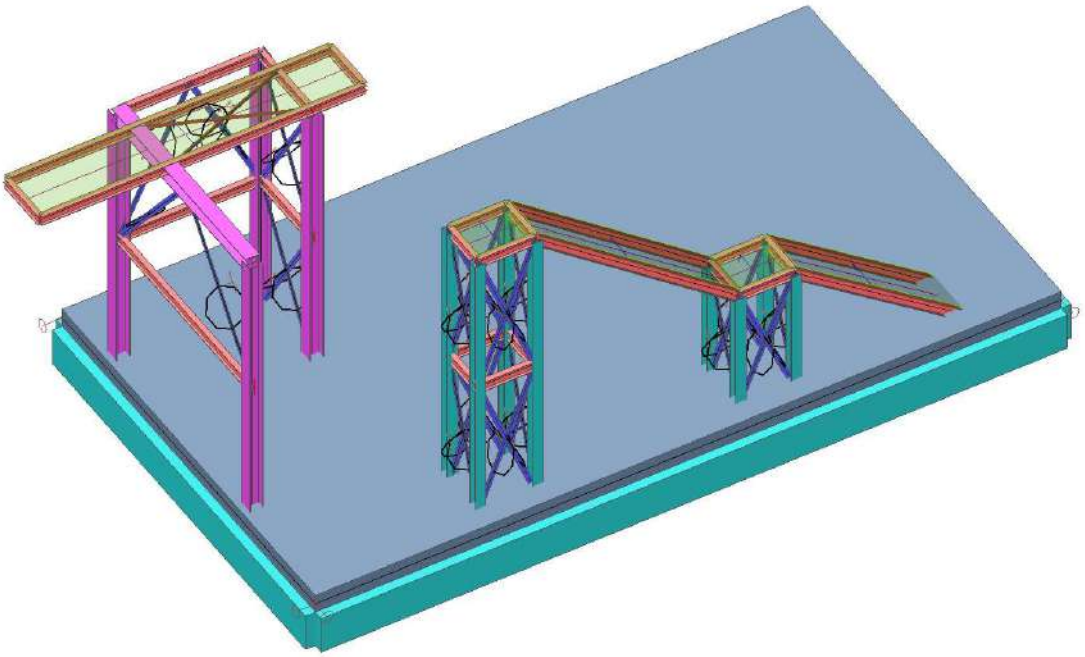
Belastingberekening	2
SCIA model	3
SCIA resultaten staal	35
SCIA resultaten beton	42
Wapeningsberekening	70

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 1
2. Structuur 2
   - 2.1. Rekenmodel 2
   - 2.2. Rekenmodel 3
   - 2.3. Rekenmodel 4
3. Materialen 5
4. Doorsneden 5
5. 2D-elementen 7
6. Rekenmodel 8
7. Rekenmodel 8
8. Staven 9
9. Supports 10
   - 9.1. Rekenmodel 10
   - 9.2. Rekenmodel 11
   - 9.3. Knoopsteunpunten 11
10. Belastingen 11
    - 10.1. Belastingsgevallen 11
    - 10.2. Belastinggroepen 12
    - 10.3. Combinaties 12
    - 10.4. Niet-lineaire combinaties 17
    - 10.5. Resultaatklasses 21
    - 10.6. Belastingsgevallen 23
      - 10.6.1. BG2 - Variabele bodembelasting 23
      - 10.6.2. BG3 - Opslagtank 1 - vol 23
      - 10.6.3. BG4 - Opslagtank 1 - leeg 24
      - 10.6.4. BG5 - Opslagtank 2 - vol 24
      - 10.6.5. BG6 - Opslagtank 2 - leeg 25
      - 10.6.6. BG7 - Windbelasting 1 25
      - 10.6.7. BG7 - Windbelasting 1 26
      - 10.6.8. BG7 - Windbelasting 1 26
      - 10.6.9. BG8 - Windbelasting 2 27
      - 10.6.10. BG8 - Windbelasting 2 27
      - 10.6.11. BG8 - Windbelasting 2 28
      - 10.6.12. BG9 - Windbelasting 3 28
      - 10.6.13. BG9 - Windbelasting 3 29
      - 10.6.14. BG9 - Windbelasting 3 29
      - 10.6.15. BG10 - Windbelasting 4 30
      - 10.6.16. BG10 - Windbelasting 4 30
      - 10.6.17. BG10 - Windbelasting 4 31
      - 10.6.18. BG11 - Permanente belasting 31
      - 10.6.19. BG12 - Variabele belasting 32

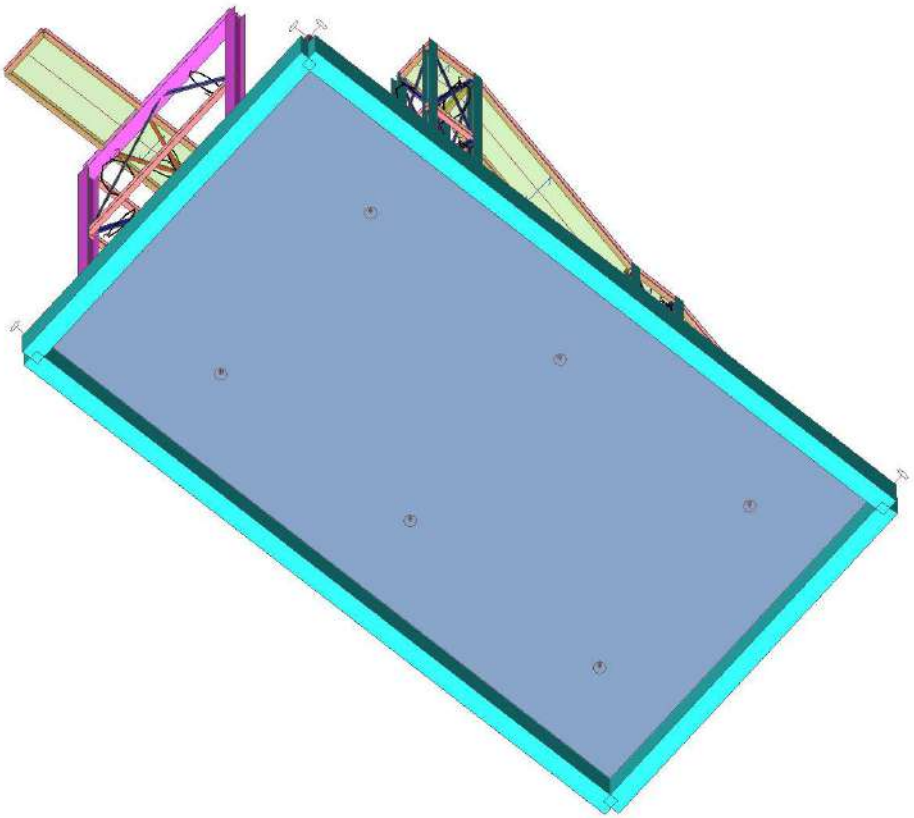
2. Structuur

2.1. Rekenmodel



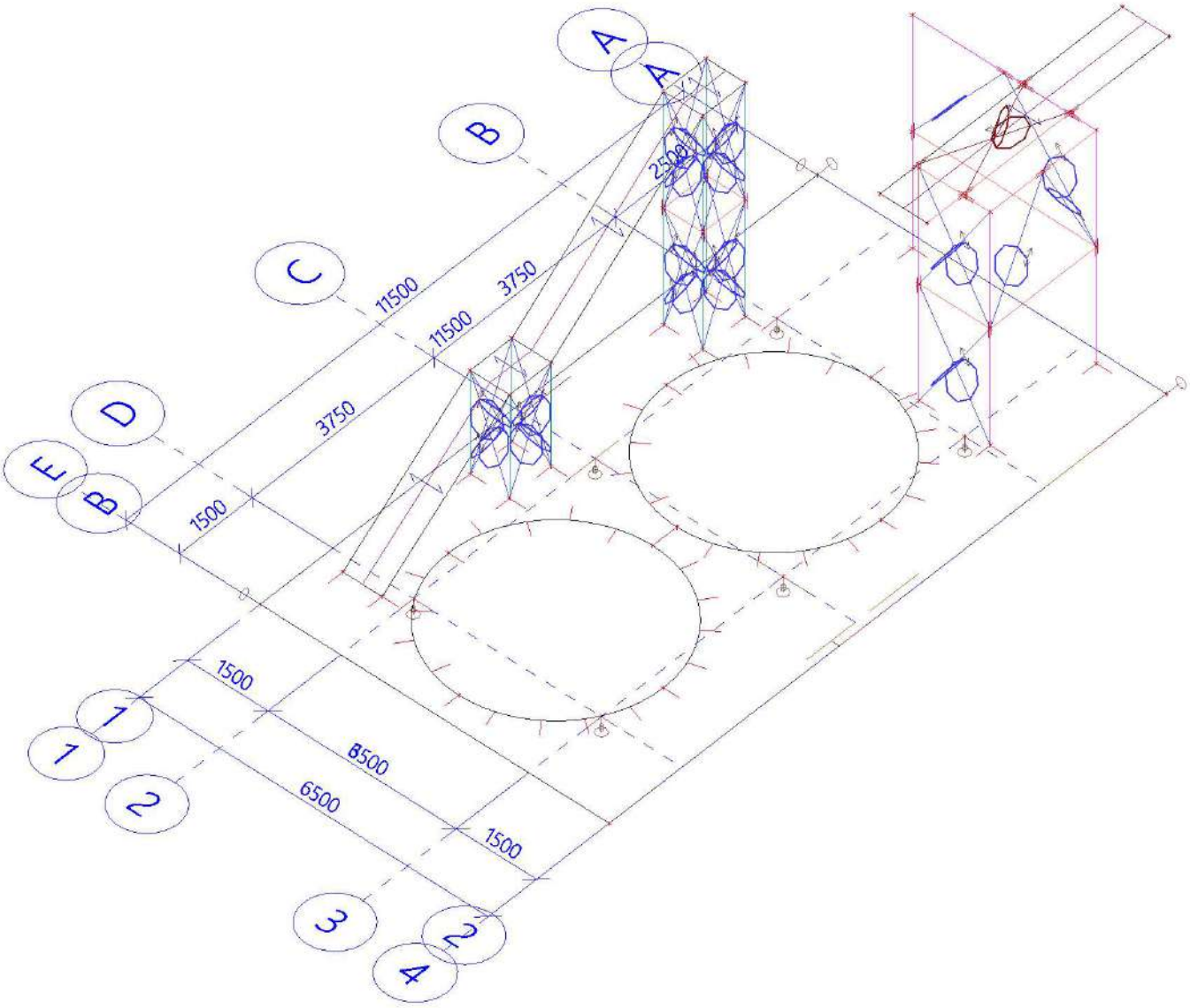


2.2. Rekenmodel





2.3. Rekenmodel



3. Materialen

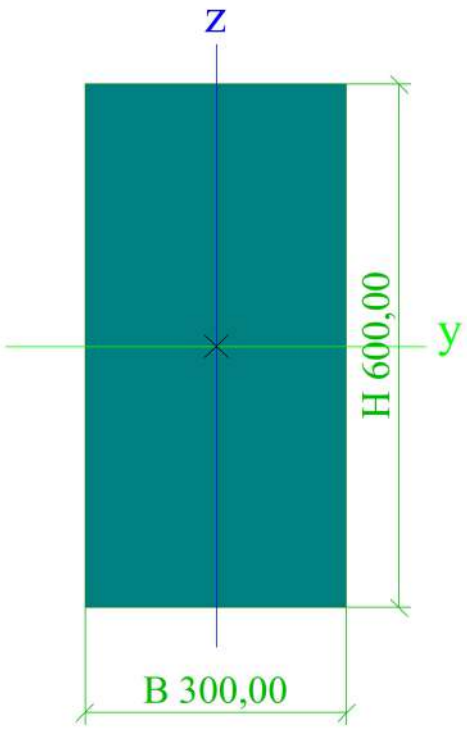
Staal EC3

Naam	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0.3	0,00	40,00	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,01e-003	40,00	80,00	215,0	360,0	

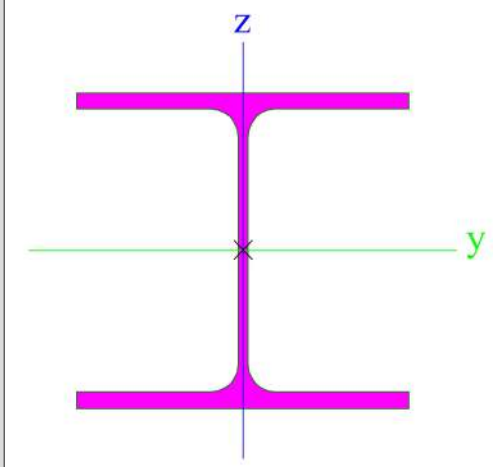
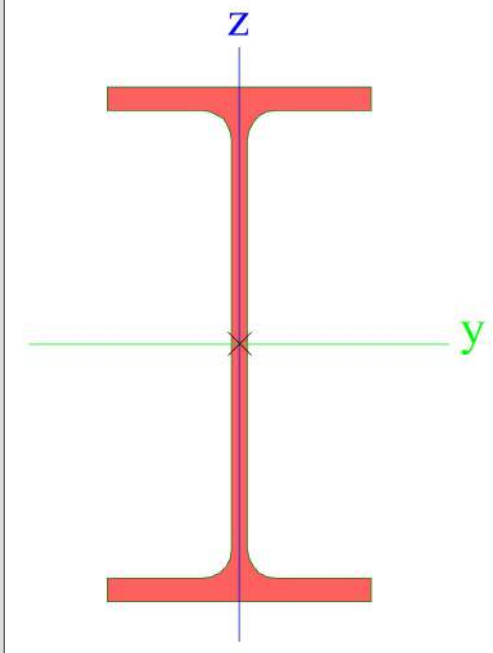
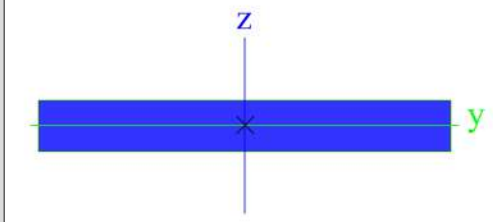
Beton EN 1992-2

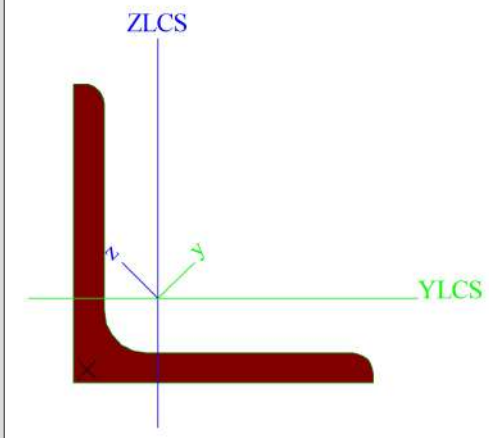
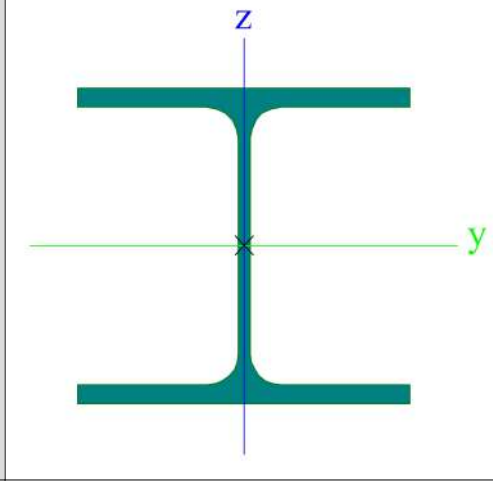
Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Kleur
C30/37(EN1992-2)	Beton	2500,00	1,0000e+04	0.2	4,1667e+03	0,01e-003	

4. Doorsneden

CS1	
Type	Rechthoek
Gedetailleerd	600,00; 300,00
Onderdeelmateriaal	C30/37(EN1992-2)
Kleur	
Afbeelding	

CS2	
Type	HEA220
Vormnorm	1 - I-doorsnede
Onderdeelmateriaal	S 235
Kleur	

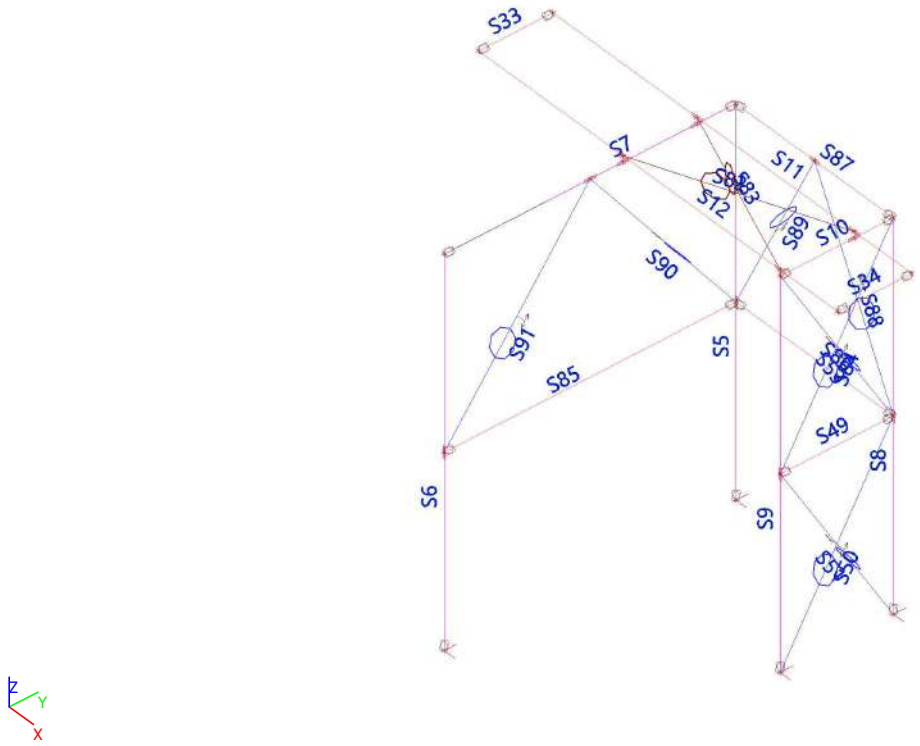
Afbeelding	
CS3	
Type	IPE160
Vormnorm	1 - I-doorsnede
Onderdeelmateriaal	S 235
Kleur	
Afbeelding	
CS5	
Type	FL80X10
Vormnorm	7 - Volledig rechthoekige doorsnede
Onderdeelmateriaal	S 235
Kleur	
Afbeelding	
CS6	
Type	L50X5

Vormnorm	4 - L-doorsnede
Onderdeelmateriaal	S 235
Kleur	
Afbeelding	
CS7	
Type	HEA160
Vormnorm	1 - I-doorsnede
Onderdeelmateriaal	S 235
Kleur	
Afbeelding	

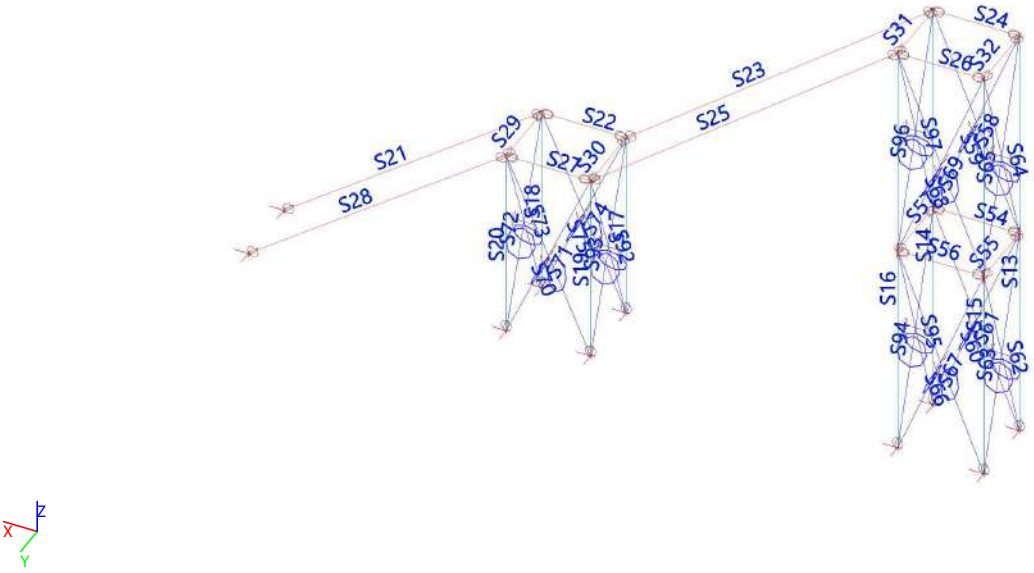
5. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	C30/37(EN1992-2)	constant	300,00

6. Rekenmodel



7. Rekenmodel



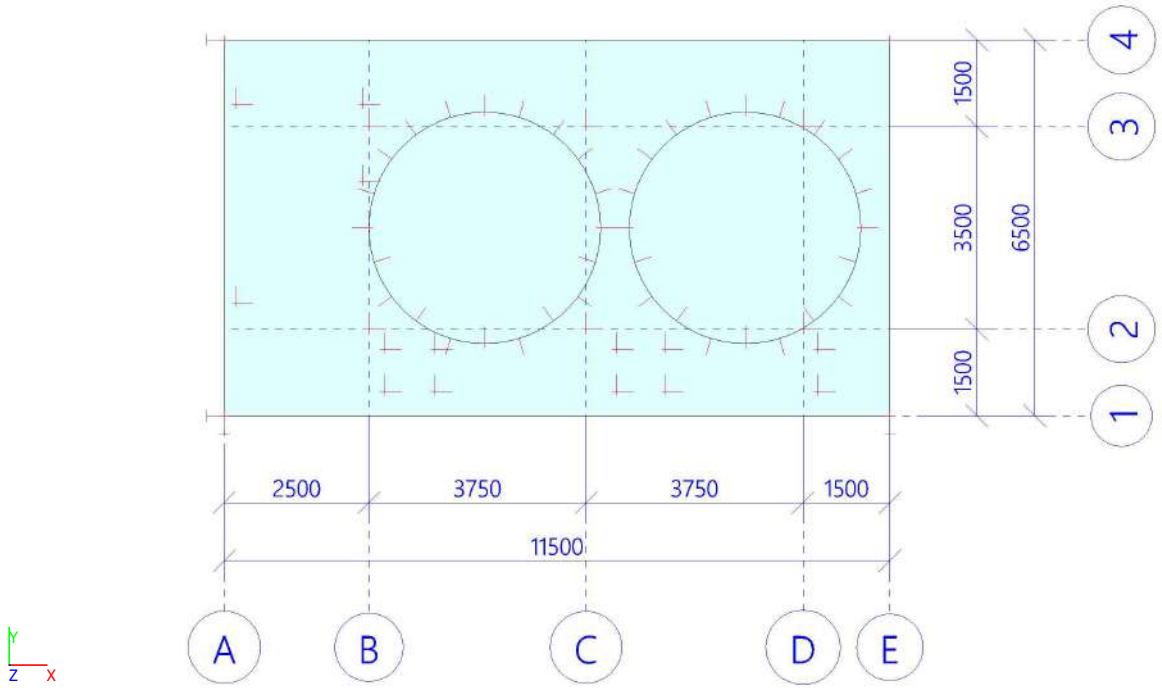
8. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Type	Breedte (krachten) [mm]
S1	CS1 - Rechthoek (600,00; 300,00)	C30/37(EN1992-2)	11,500	Plaatrib (92)	0,00
S2	CS1 - Rechthoek (600,00; 300,00)	C30/37(EN1992-2)	6,500	Plaatrib (92)	0,00
S3	CS1 - Rechthoek (600,00; 300,00)	C30/37(EN1992-2)	11,500	Plaatrib (92)	0,00
S4	CS1 - Rechthoek (600,00; 300,00)	C30/37(EN1992-2)	6,500	Plaatrib (92)	0,00
S5	CS2 - HEA220	S 235	4,500	Kolom (100)	
S6	CS2 - HEA220	S 235	4,500	Kolom (100)	
S7	CS2 - HEA220	S 235	3,427	Balk (80)	
S8	CS2 - HEA220	S 235	4,500	Kolom (100)	
S9	CS2 - HEA220	S 235	4,500	Kolom (100)	
S10	CS3 - IPE160	S 235	1,327	Balk (80)	
S11	CS3 - IPE160	S 235	5,000	Balk (80)	
S12	CS3 - IPE160	S 235	5,000	Balk (80)	
S13	CS7 - HEA160	S 235	4,510	Kolom (100)	
S14	CS7 - HEA160	S 235	4,510	Kolom (100)	
S15	CS7 - HEA160	S 235	4,510	Kolom (100)	
S16	CS7 - HEA160	S 235	4,510	Kolom (100)	
S17	CS7 - HEA160	S 235	2,000	Kolom (100)	
S18	CS7 - HEA160	S 235	2,000	Kolom (100)	
S19	CS7 - HEA160	S 235	2,000	Kolom (100)	
S20	CS7 - HEA160	S 235	2,000	Kolom (100)	
S21	CS3 - IPE160	S 235	3,304	Balk (80)	
S22	CS3 - IPE160	S 235	0,860	Balk (80)	
S23	CS3 - IPE160	S 235	4,012	Balk (80)	
S24	CS3 - IPE160	S 235	0,880	Balk (80)	
S25	CS3 - IPE160	S 235	4,012	Balk (80)	
S26	CS3 - IPE160	S 235	0,880	Balk (80)	
S27	CS3 - IPE160	S 235	0,860	Balk (80)	
S28	CS3 - IPE160	S 235	3,304	Balk (80)	
S29	CS3 - IPE160	S 235	0,730	Balk (80)	
S30	CS3 - IPE160	S 235	0,730	Balk (80)	
S31	CS3 - IPE160	S 235	0,730	Balk (80)	
S32	CS3 - IPE160	S 235	0,730	Balk (80)	
S33	CS3 - IPE160	S 235	0,870	Balk (80)	
S34	CS3 - IPE160	S 235	0,870	Balk (80)	
S49	CS3 - IPE160	S 235	1,327	Balk (80)	
S50	CS5 - FL80X10	S 235	2,612	Balk (80)	
S51	CS5 - FL80X10	S 235	2,612	Balk (80)	
S53	CS5 - FL80X10	S 235	2,612	Balk (80)	
S54	CS3 - IPE160	S 235	0,880	Balk (80)	
S55	CS3 - IPE160	S 235	0,730	Balk (80)	
S56	CS3 - IPE160	S 235	0,880	Balk (80)	
S57	CS3 - IPE160	S 235	0,730	Balk (80)	
S58	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S59	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S60	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S61	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S62	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	
S63	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	
S64	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	
S65	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	
S66	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S67	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S68	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S69	CS5 - FL80X10	S 235	2,421	Balk (80)	
S70	CS5 - FL80X10	S 235	2,177	Balk (80)	
S71	CS5 - FL80X10	S 235	2,177	Balk (80)	
S72	CS5 - FL80X10	S 235	2,129	Balk (80)	
S73	CS5 - FL80X10	S 235	2,129	Balk (80)	
S74	CS5 - FL80X10	S 235	2,177	Balk (80)	
S75	CS5 - FL80X10	S 235	2,177	Balk (80)	
S82	CS6 - L50X5	S 235	2,356	Balk (80)	
S83	CS6 - L50X5	S 235	2,356	Balk (80)	
S84	CS5 - FL80X10	S 235	2,612	Balk (80)	
S85	CS3 - IPE160	S 235	3,427	Balk (80)	

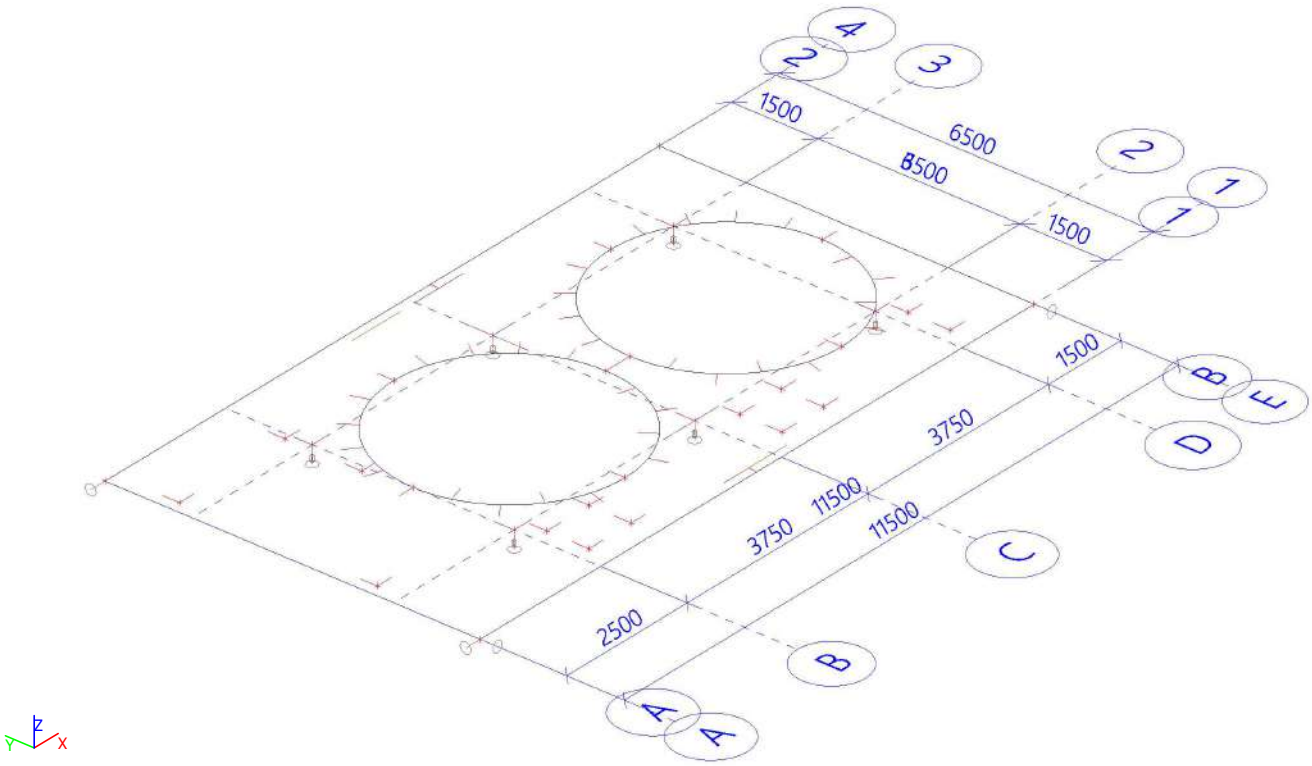
Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Type	Breedte (krachten) [mm]
S86	CS3 - IPE160	S 235	2,190	Balk (80)	
S87	CS3 - IPE160	S 235	2,190	Balk (80)	
S88	CS5 - FL80X10	S 235	2,502	Balk (80)	
S89	CS5 - FL80X10	S 235	2,502	Balk (80)	
S90	CS5 - FL80X10	S 235	2,828	Balk (80)	
S91	CS5 - FL80X10	S 235	2,828	Balk (80)	
S92	CS5 - FL80X10	S 235	2,129	Balk (80)	
S93	CS5 - FL80X10	S 235	2,129	Balk (80)	
S94	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	
S95	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	
S96	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	
S97	CS5 - FL80X10	S 235	2,370	Balk (80)	

9. Supports

9.1. Rekenmodel



9.2. Rekenmodel



9.3. Knoopsteunpunten

Naam	Knoop	Systeem	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn1	K69	GCS	Vrij	Vrij	Verend	1,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K70	GCS	Vrij	Vrij	Verend	1,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K71	GCS	Vrij	Vrij	Verend	1,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K72	GCS	Vrij	Vrij	Verend	1,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn5	K73	GCS	Vrij	Vrij	Verend	1,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn6	K74	GCS	Vrij	Vrij	Verend	1,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn7	K4	GCS	Vast	Vrij	Vrij		Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K2	GCS	Vrij	Vast	Vrij		Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K1	GCS	Vast	Vast	Vrij		Vrij	Vrij	Vrij

10. Belastingen

10.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1	Eigen gewicht	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z		
BG2	Variabele bodembelasting Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG3	Opslagtank 1 - vol Standaard	Variabel Statisch	LG3		Kort	Geen
BG4	Opslagtank 1 - leeg Standaard	Variabel Statisch	LG3		Kort	Geen
BG5	Opslagtank 2 - vol Standaard	Variabel Statisch	LG3		Kort	Geen
BG6	Opslagtank 2 - leeg	Variabel	LG3		Kort	Geen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
	Standaard	Statisch				
BG7	Windbelasting 1	Variabel	LG4		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG8	Windbelasting 2	Variabel	LG4		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG9	Windbelasting 3	Variabel	LG4		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG10	Windbelasting 4	Variabel	LG4		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG11	Permanente belasting	Permanent	LG1			
		Standaard				
BG12	Variabele belasting	Variabel	LG3		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				

10.2. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Standaard	Cat F : Voertuigen <30kN
LG3	Variabel	Standaard	Cat E : Opslagruimte
LG4	Variabel	Standaard	Wind

10.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT1	1.35 (tank 1)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,350
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,350
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT2	1.35 (tank 2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,350
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,350
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT3	1.35 (tank 1+2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,350
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,350
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT4	Variable soil load (tank 1)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,500
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT5	Variable soil load (tank 2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,500
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT6	Variable soil load (tank 1+2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,500
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT7	Variable load (tank 1)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT8	Variable load (tank 2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT9	Variable load (tank 1+2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT10	Ful tank 1 (Wind load 1)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
			BG7 - Windbelasting 1	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT11	Ful tank 2 (Wind load 1)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG7 - Windbelasting 1	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT12	Ful tank 1+2 (Wind load 1)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG7 - Windbelasting 1	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT13	Ful tank 1 (Wind load 2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
			BG8 - Windbelasting 2	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT14	Ful tank 2 (Wind load 2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG8 - Windbelasting 2	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT15	Ful tank 1+2 (Wind load 2)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele	1,200

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			bodembelasting	
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG8 - Windbelasting 2	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT16	Ful tank 1 (Wind load 3)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
			BG9 - Windbelasting 3	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT17	Ful tank 2 (Wind load 3)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG9 - Windbelasting 3	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT18	Ful tank 1+2 (Wind load 3)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG9 - Windbelasting 3	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT19	Ful tank 1 (Wind load 4)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
			BG10 - Windbelasting 4	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT20	Ful tank 2 (Wind load 4)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG10 - Windbelasting 4	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT21	Ful tank 1+2 (Wind load 4)	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
			BG10 - Windbelasting 4	1,500
			BG11 - Permanente belasting	1,200
			BG12 - Variabele belasting	1,500
UGT22	Empty tank + wind	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	0,900
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
			BG7 - Windbelasting 1	1,500
			BG11 - Permanente belasting	0,900
UGT23	Empty tank + wind	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	0,900
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
			BG8 - Windbelasting 2	1,500
			BG11 - Permanente belasting	0,900
UGT24	Empty tank + wind	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	0,900
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
			BG9 - Windbelasting 3	1,500
			BG11 - Permanente belasting	0,900
UGT25	Empty tank + wind	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	0,900
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
			BG10 - Windbelasting 4	1,500
			BG11 - Permanente belasting	0,900
BGT1	Ful tank 1 (Wind load 1)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG7 - Windbelasting 1	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT2	Ful tank 2 (Wind load 1)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG7 - Windbelasting 1	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT3	Ful tank 1+2 (Wind load 1)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG7 - Windbelasting 1	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT4	Ful tank 1 (Wind load 2)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG8 - Windbelasting 2	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT5	Ful tank 2 (Wind load 2)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG8 - Windbelasting 2	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT6	Ful tank 1+2 (Wind load 2)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG8 - Windbelasting 2	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT7	Ful tank 1 (Wind load 3)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG9 - Windbelasting 3	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT8	Ful tank 2 (Wind load 3)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele	1,000

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			bodembelasting	
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG9 - Windbelasting 3	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT9	Ful tank 1+2 (Wind load 3)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG9 - Windbelasting 3	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT10	Ful tank 1 (Wind load 4)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG10 - Windbelasting 4	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT11	Ful tank 2 (Wind load 4)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG10 - Windbelasting 4	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT12	Ful tank 1+2 (Wind load 4)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
			BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
			BG10 - Windbelasting 4	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT13	Empty tank (Wind load 1)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG7 - Windbelasting 1	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT14	Empty tank (Wind load 2)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG8 - Windbelasting 2	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT15	Empty tank (Wind load 3)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG9 - Windbelasting 3	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000
BGT16	Empty tank (Wind load 4)	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
			BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
			BG10 - Windbelasting 4	1,000
			BG11 - Permanente belasting	1,000
			BG12 - Variabele belasting	1,000

10.4. Niet-lineaire combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
NC_UGT1	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,350
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,350
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT4	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,500
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT7	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT10	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
		BG7 - Windbelasting 1	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT13	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
		BG8 - Windbelasting 2	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT16	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
		BG9 - Windbelasting 3	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT19	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,500
		BG10 - Windbelasting 4	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_BGT1	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG7 - Windbelasting 1	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT4	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
		BG8 - Windbelasting 2	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT7	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG9 - Windbelasting 3	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT10	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG10 - Windbelasting 4	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT13	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG7 - Windbelasting 1	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT14	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG8 - Windbelasting 2	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT15	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG9 - Windbelasting 3	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT16	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG10 - Windbelasting 4	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_UGT5	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,500
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT8	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT9	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT6	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,500
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT11	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG7 - Windbelasting 1	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT12	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG7 - Windbelasting 1	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT14	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG8 - Windbelasting 2	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT15	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG8 - Windbelasting 2	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT17	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG9 - Windbelasting 3	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT18	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG9 - Windbelasting 3	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT20	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG10 - Windbelasting 4	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT21	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG10 - Windbelasting 4	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,200
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_BGT2	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
		BG7 - Windbelasting 1	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
NC_BGT5	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	1,000
		BG8 - Windbelasting 2	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT3	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
		BG7 - Windbelasting 1	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT6	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
		BG8 - Windbelasting 2	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT8	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
		BG9 - Windbelasting 3	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT9	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
		BG9 - Windbelasting 3	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT11	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
		BG10 - Windbelasting 4	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_BGT12	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,000
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,000
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,000
		BG10 - Windbelasting 4	1,000
		BG11 - Permanente belasting	1,000
		BG12 - Variabele belasting	1,000
NC_UGT2	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,350
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,350
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT3	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,350
		BG2 - Variabele bodembelasting	1,200
		BG3 - Opslagtank 1 - vol	1,500
		BG5 - Opslagtank 2 - vol	1,500
		BG11 - Permanente belasting	1,350
		BG12 - Variabele belasting	1,500
NC_UGT22	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	0,900
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
		BG7 - Windbelasting 1	1,500
		BG11 - Permanente belasting	0,900

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
NC_UGT23	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	0,900
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
		BG8 - Windbelasting 2	1,500
		BG11 - Permanente belasting	0,900
NC_UGT24	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	0,900
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
		BG9 - Windbelasting 3	1,500
		BG11 - Permanente belasting	0,900
NC_UGT25	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	0,900
		BG4 - Opslagtank 1 - leeg	0,900
		BG6 - Opslagtank 2 - leeg	0,900
		BG10 - Windbelasting 4	1,500
		BG11 - Permanente belasting	0,900

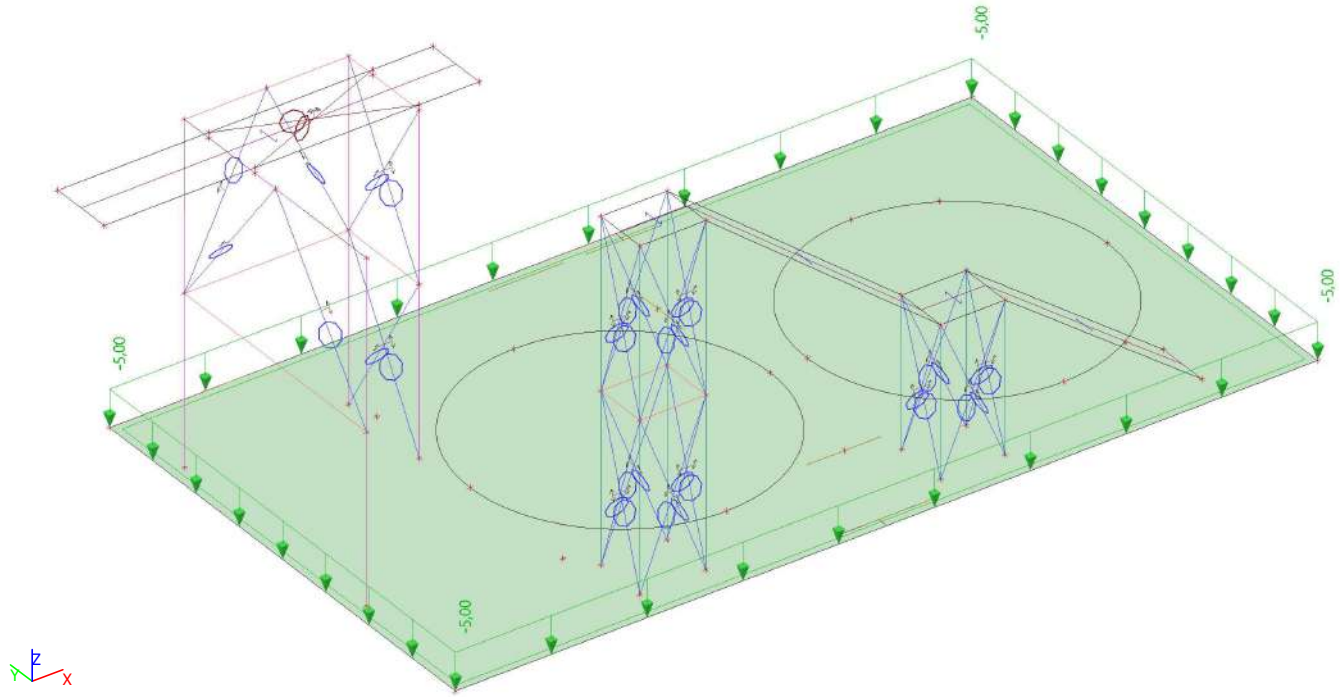
10.5. Resultaatklasses

Naam	Lijst
All UGT	UGT1 - Lineair - UGT
	UGT2 - Lineair - UGT
	UGT3 - Lineair - UGT
	UGT4 - Lineair - UGT
	UGT5 - Lineair - UGT
	UGT6 - Lineair - UGT
	UGT7 - Lineair - UGT
	UGT8 - Lineair - UGT
	UGT9 - Lineair - UGT
	UGT10 - Lineair - UGT
	UGT11 - Lineair - UGT
	UGT12 - Lineair - UGT
	UGT13 - Lineair - UGT
	UGT14 - Lineair - UGT
	UGT15 - Lineair - UGT
	UGT16 - Lineair - UGT
	UGT17 - Lineair - UGT
	UGT18 - Lineair - UGT
	UGT19 - Lineair - UGT
	UGT20 - Lineair - UGT
	UGT21 - Lineair - UGT
	UGT22 - Lineair - UGT
	UGT23 - Lineair - UGT
	UGT24 - Lineair - UGT
	UGT25 - Lineair - UGT
All BGT	BGT1 - Lineair - BGT
	BGT2 - Lineair - BGT
	BGT3 - Lineair - BGT
	BGT4 - Lineair - BGT
	BGT5 - Lineair - BGT
	BGT6 - Lineair - BGT
	BGT7 - Lineair - BGT
	BGT8 - Lineair - BGT
	BGT9 - Lineair - BGT
	BGT10 - Lineair - BGT
	BGT11 - Lineair - BGT
	BGT12 - Lineair - BGT
	BGT13 - Lineair - BGT
	BGT14 - Lineair - BGT
	BGT15 - Lineair - BGT
	BGT16 - Lineair - BGT
All UGT NC	NC_UGT1
	NC_UGT4
	NC_UGT7
	NC_UGT10
	NC_UGT13
	NC_UGT16

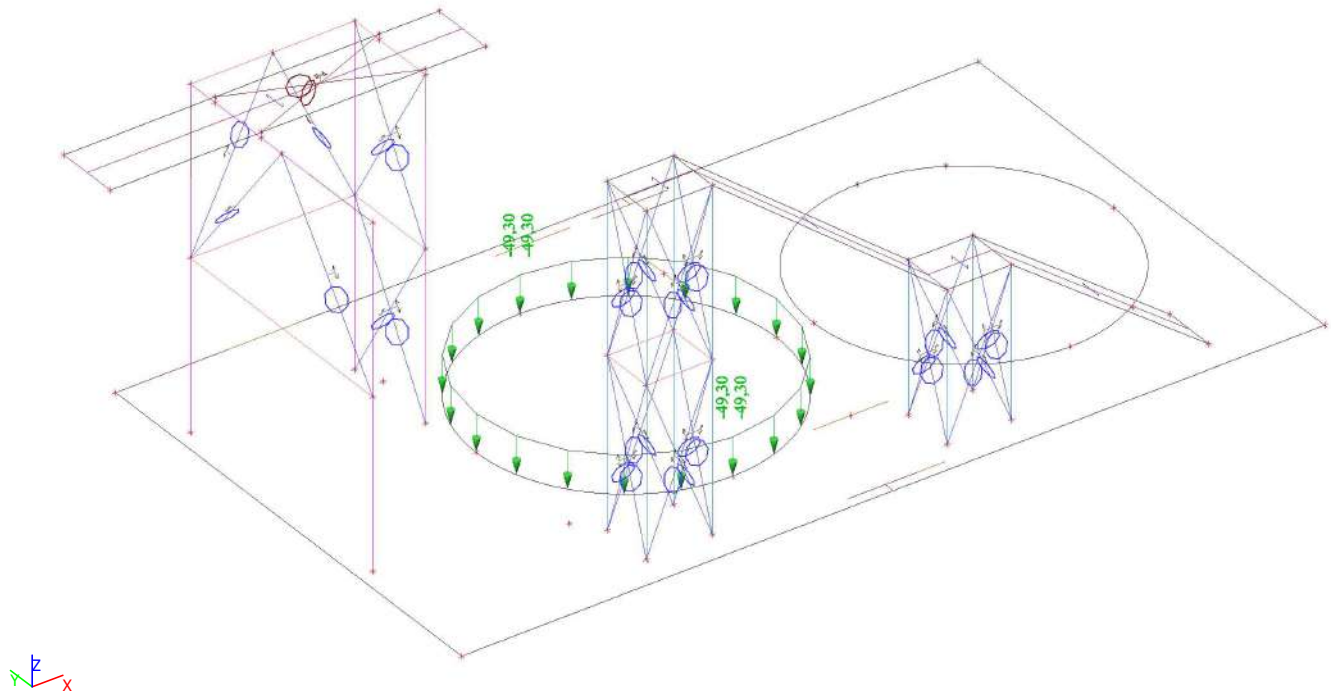
Naam	Lijst
	NC_UGT19
	NC_UGT5
	NC_UGT8
	NC_UGT9
	NC_UGT6
	NC_UGT11
	NC_UGT12
	NC_UGT14
	NC_UGT15
	NC_UGT17
	NC_UGT18
	NC_UGT20
	NC_UGT21
	NC_UGT2
	NC_UGT3
	NC_UGT22
	NC_UGT23
	NC_UGT24
	NC_UGT25
All BGT NC	NC_BGT1
	NC_BGT4
	NC_BGT7
	NC_BGT10
	NC_BGT13
	NC_BGT14
	NC_BGT15
	NC_BGT16
	NC_BGT2
	NC_BGT5
	NC_BGT3
	NC_BGT6
	NC_BGT8
	NC_BGT9
	NC_BGT11
	NC_BGT12

10.6. Belastingsgevallen

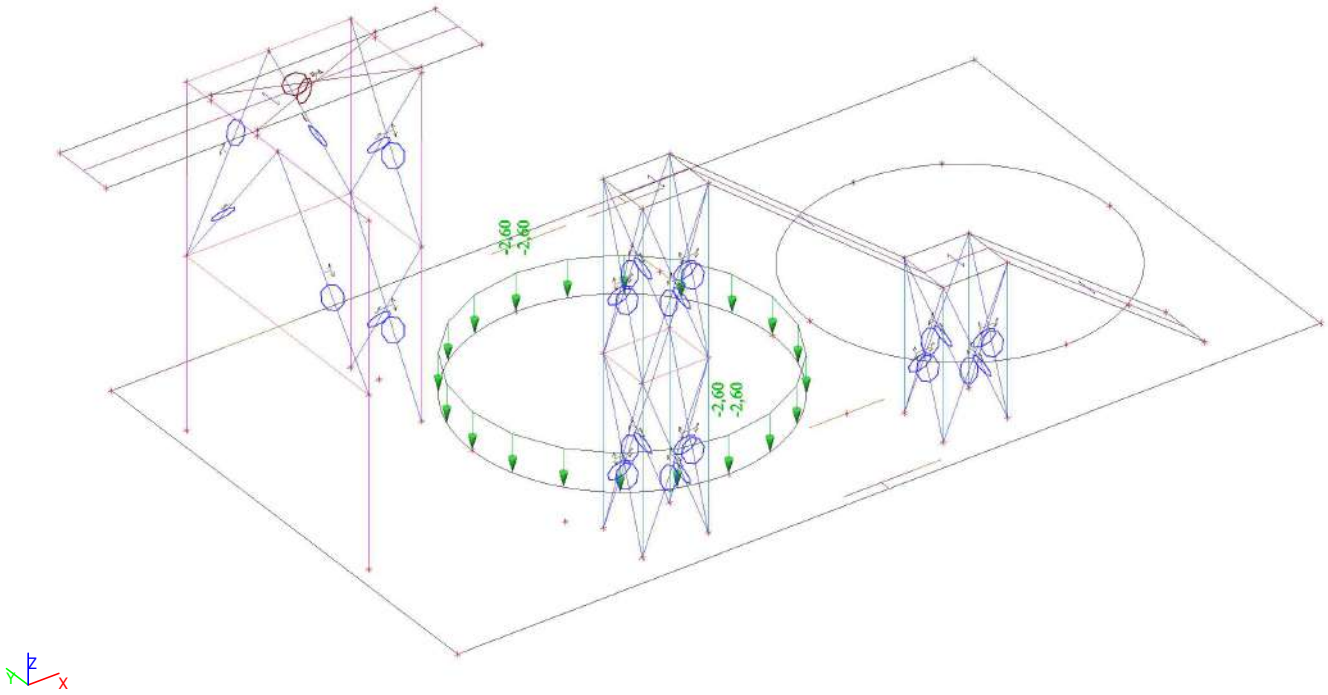
10.6.1. BG2 - Variabele bodembelasting



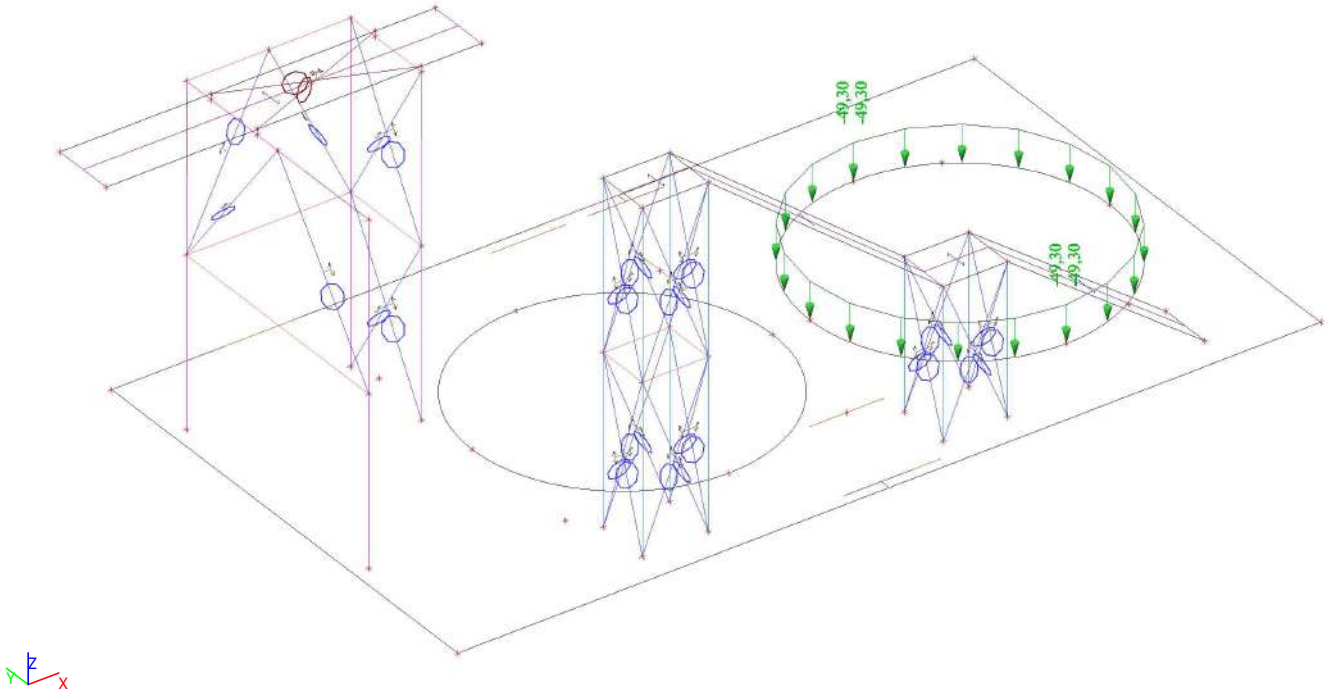
10.6.2. BG3 - Opslagtank 1 - vol



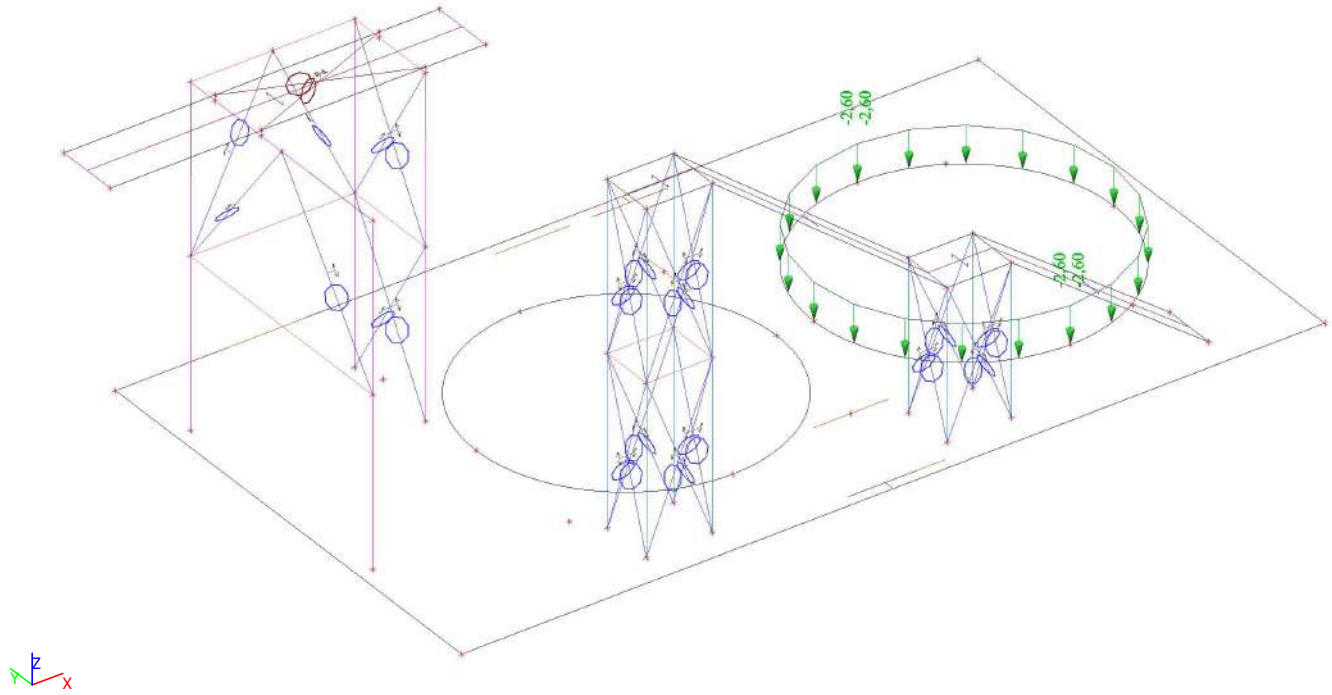
10.6.3. BG4 - Opslagtank 1 - leeg



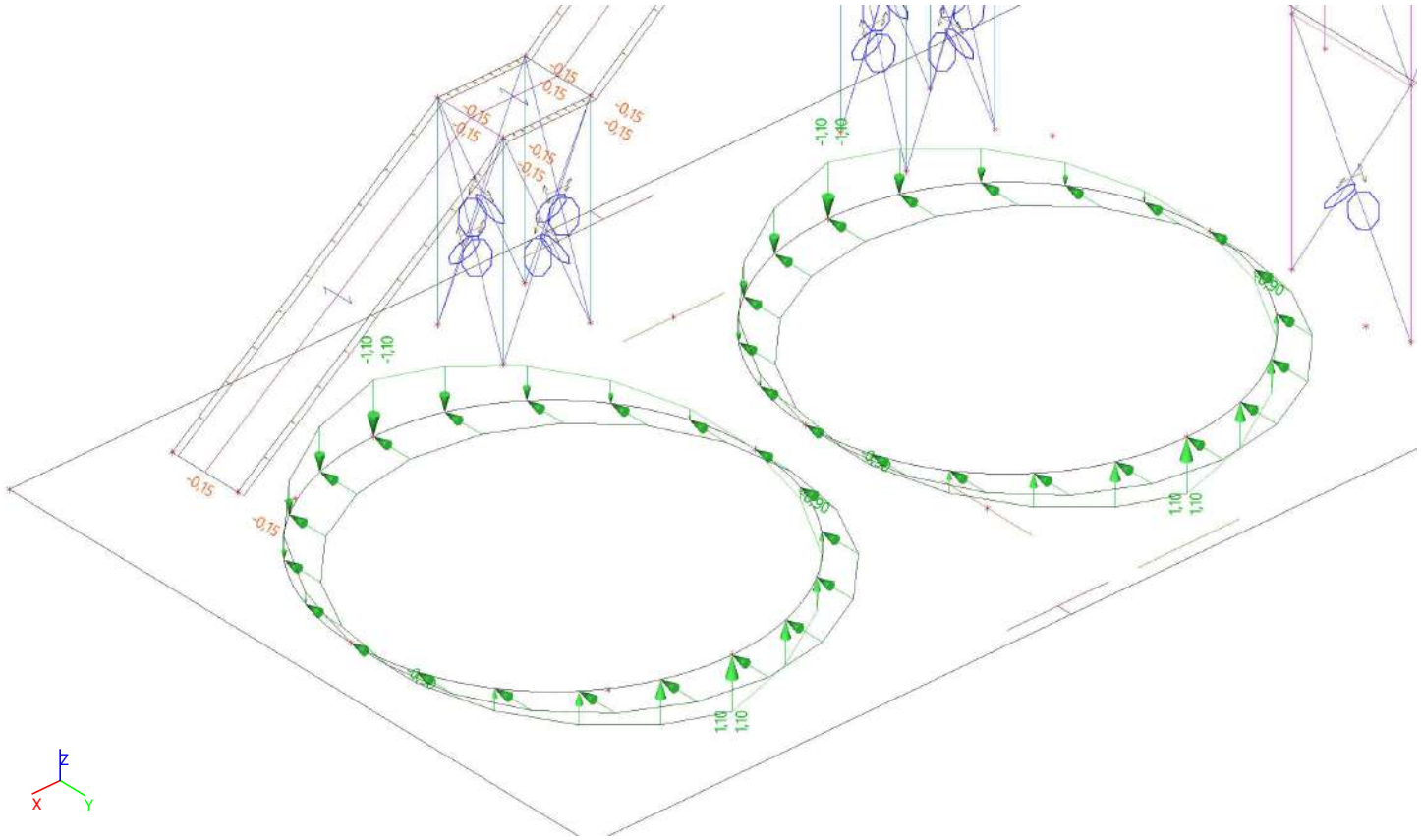
10.6.4. BG5 - Opslagtank 2 - vol



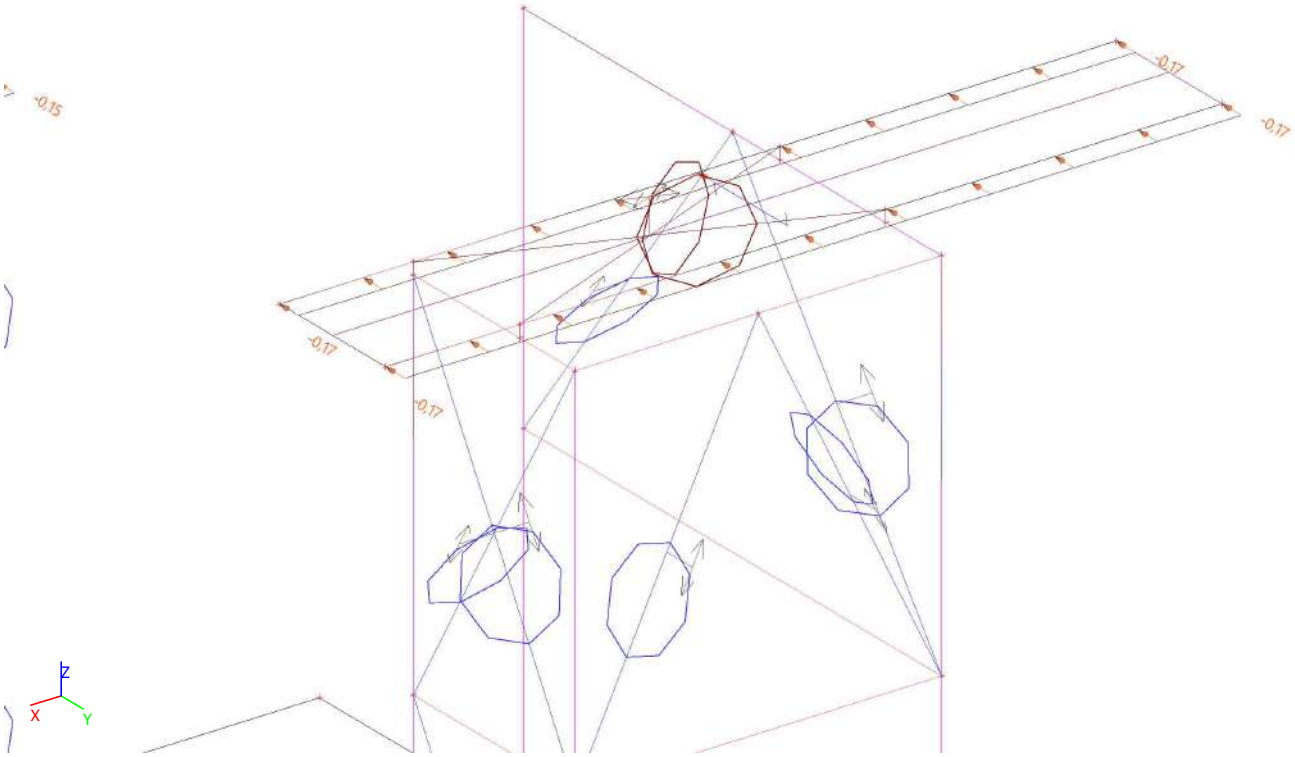
10.6.5. BG6 - Opslagtank 2 - leeg



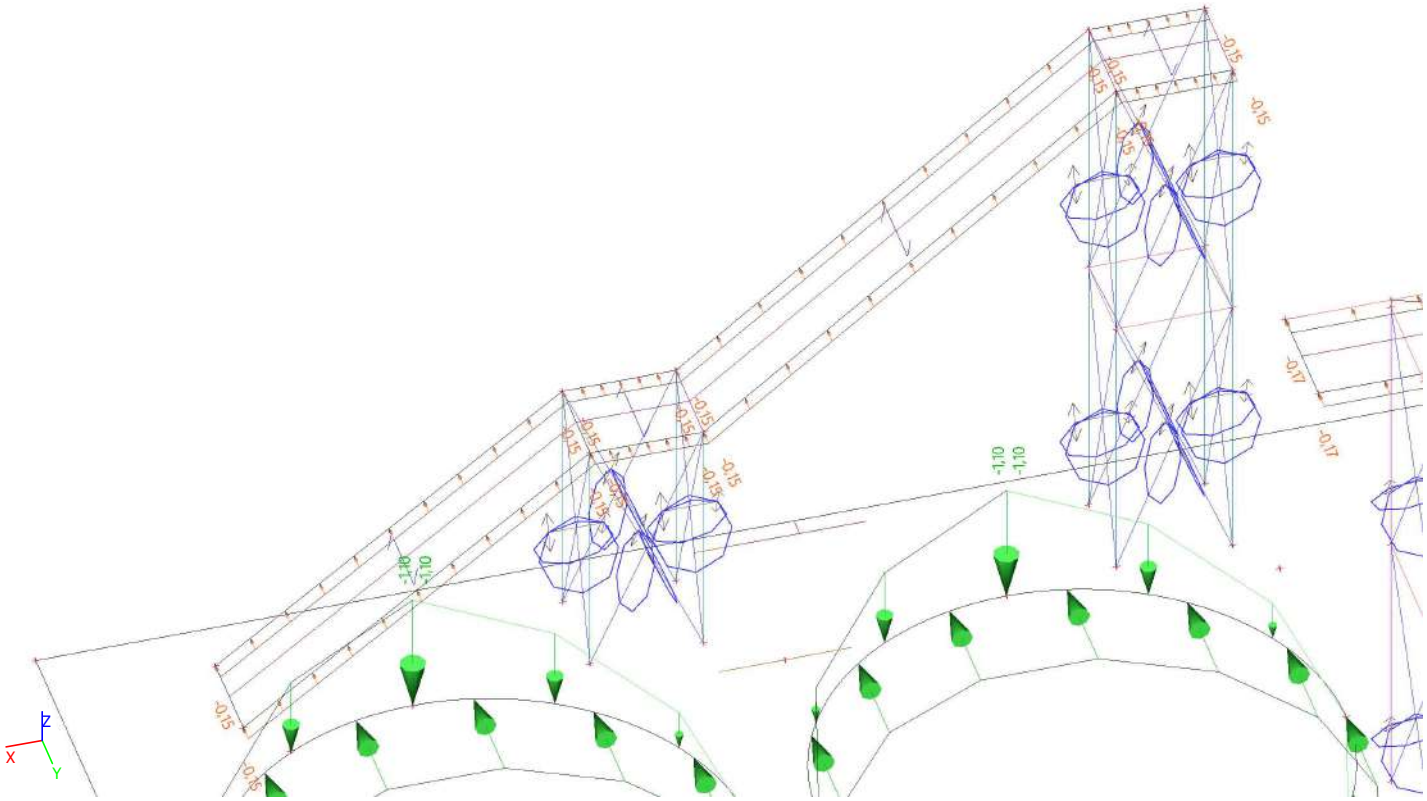
10.6.6. BG7 - Windbelasting 1



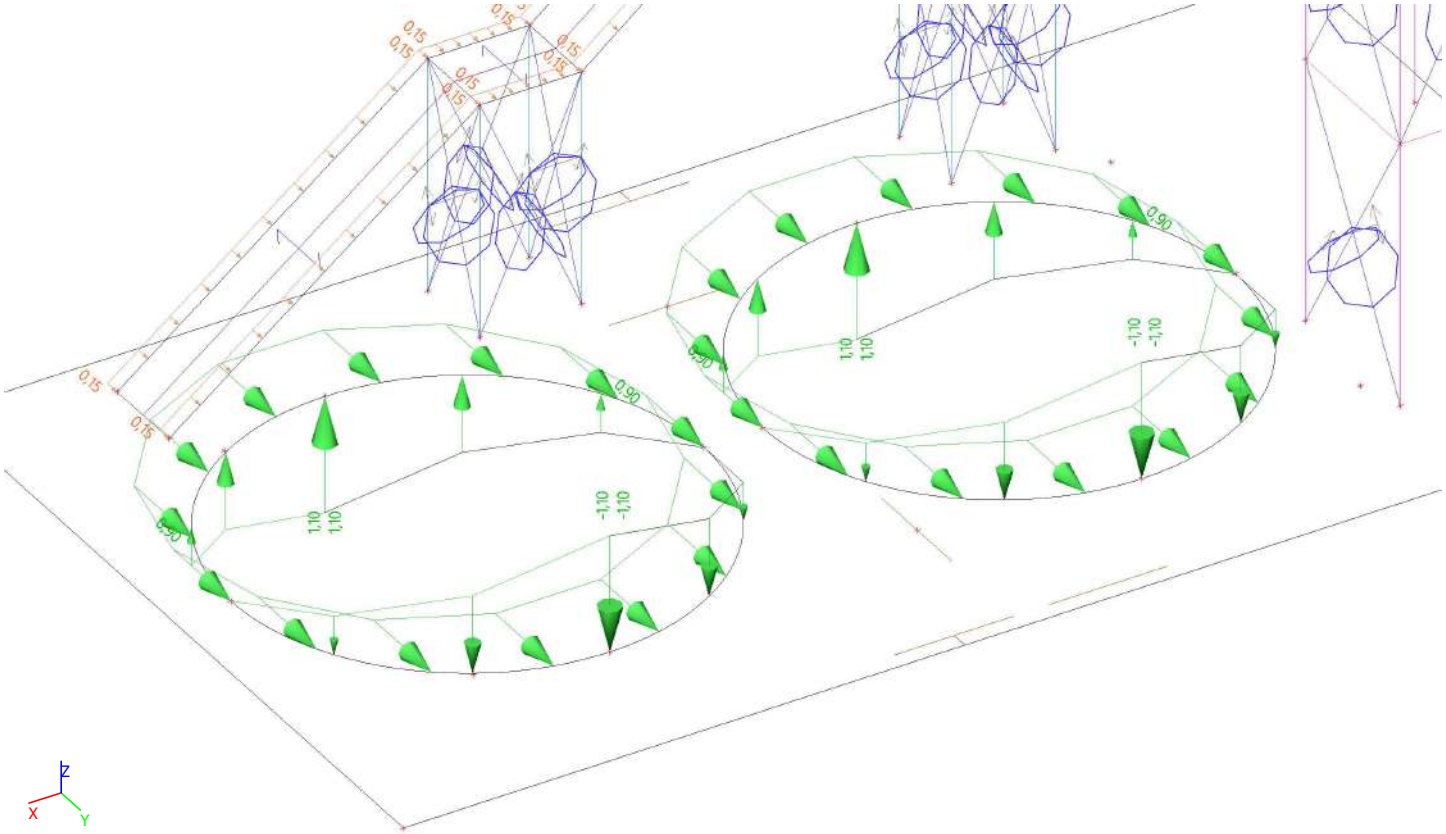
10.6.7. BG7 - Windbelasting 1



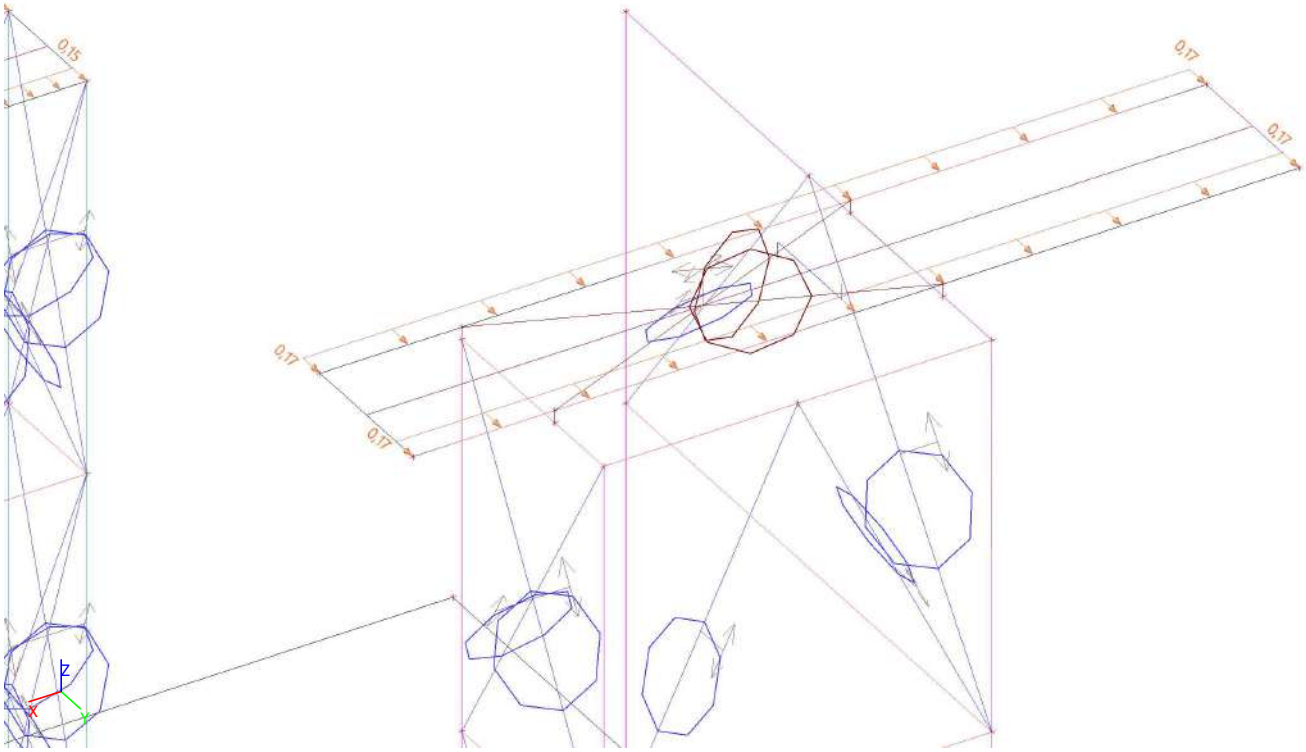
10.6.8. BG7 - Windbelasting 1



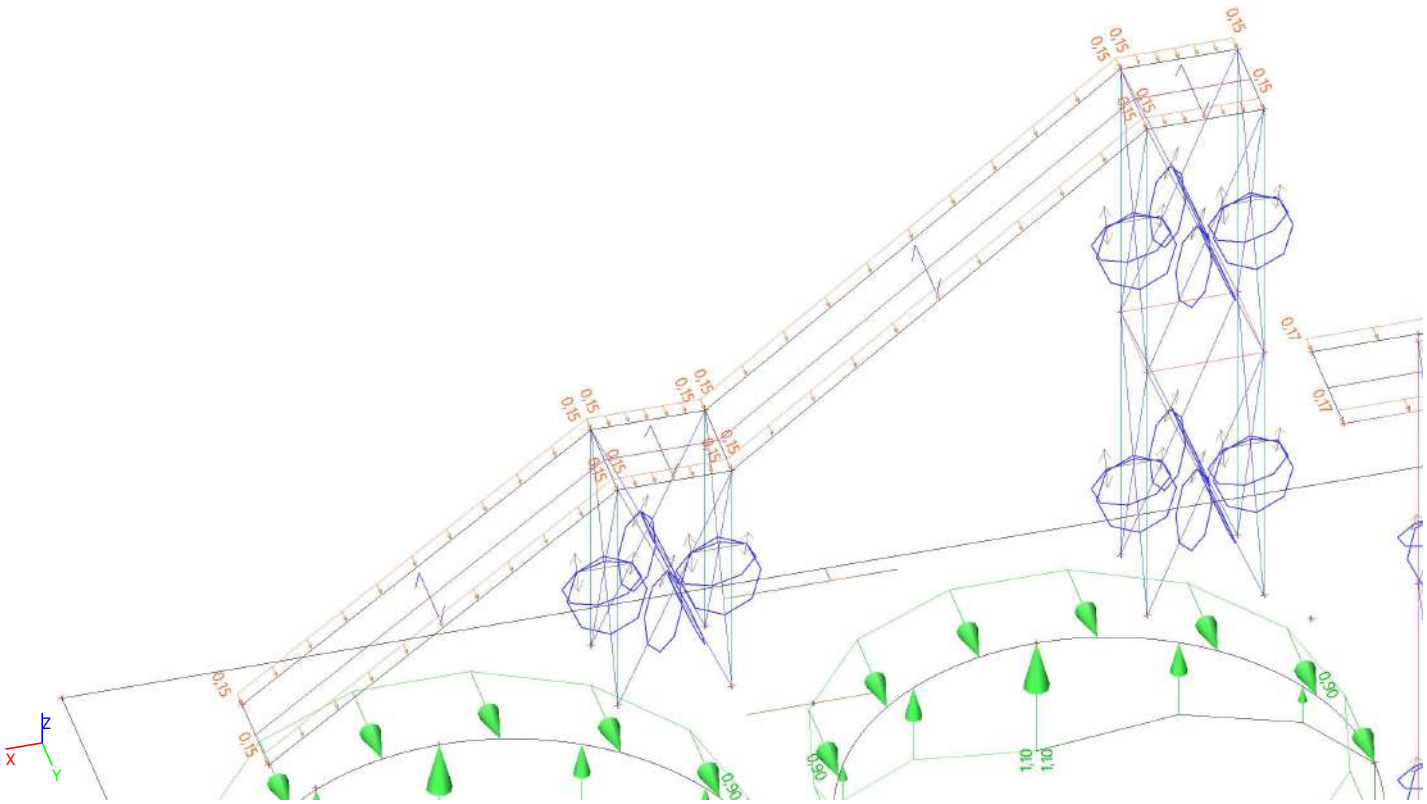
10.6.9. BG8 - Windbelasting 2



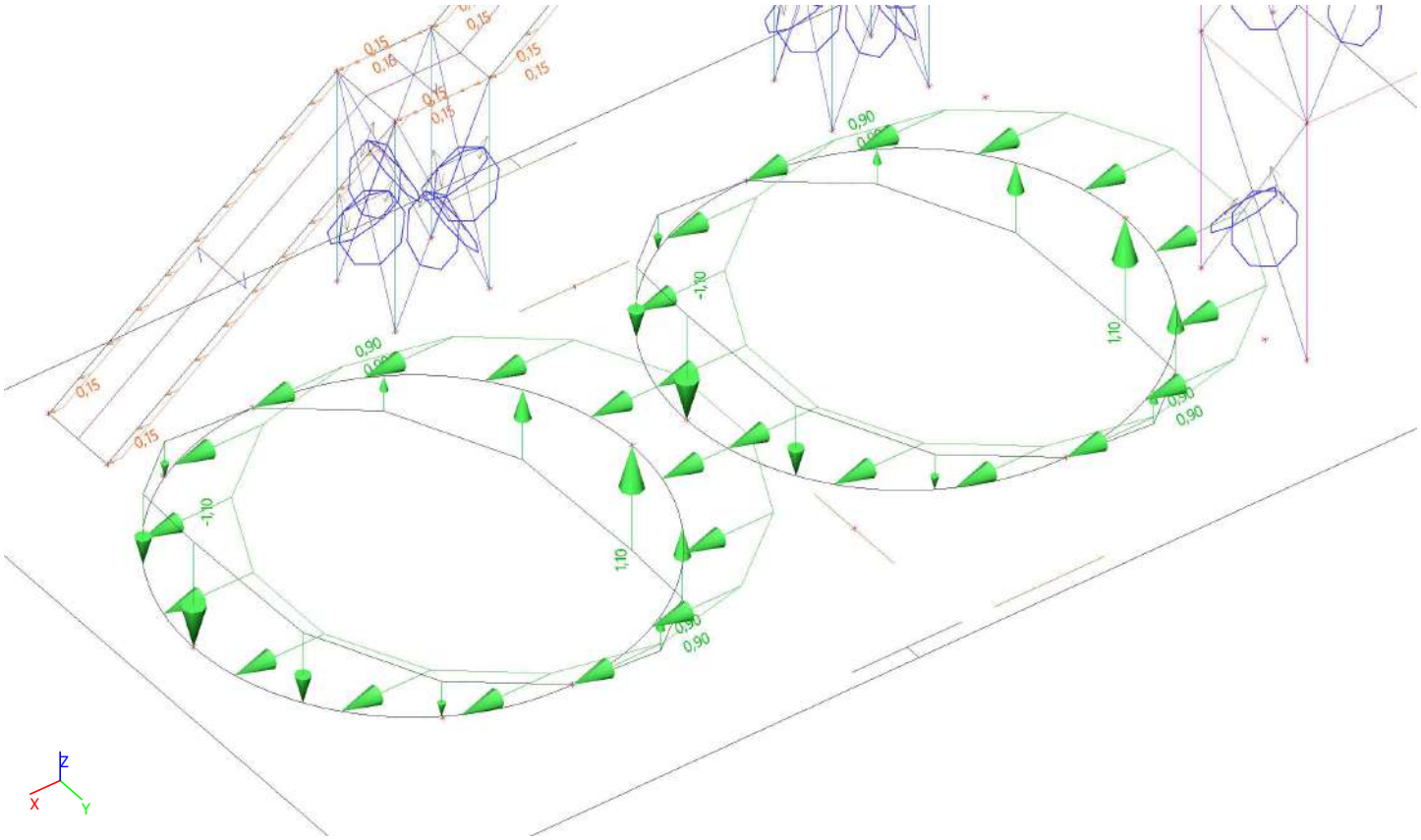
10.6.10. BG8 - Windbelasting 2



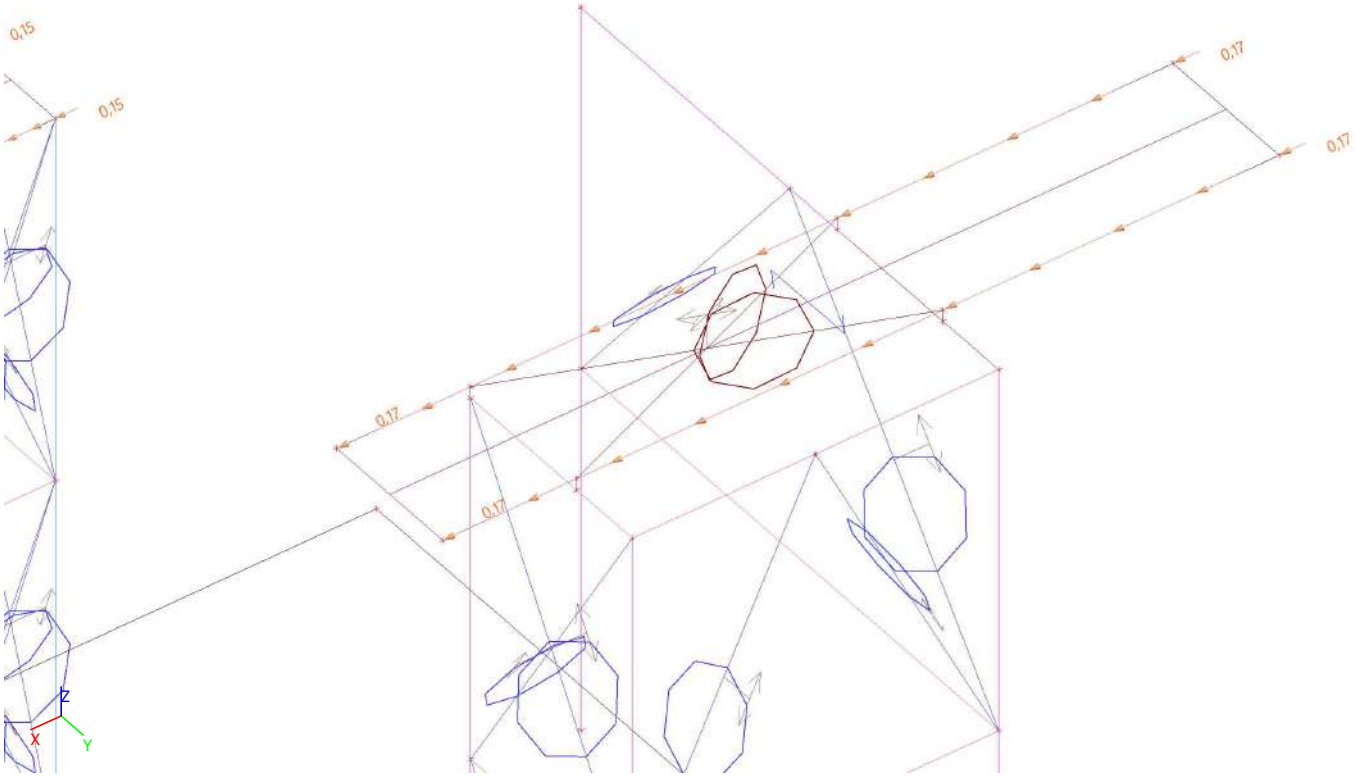
10.6.11. BG8 - Windbelasting 2



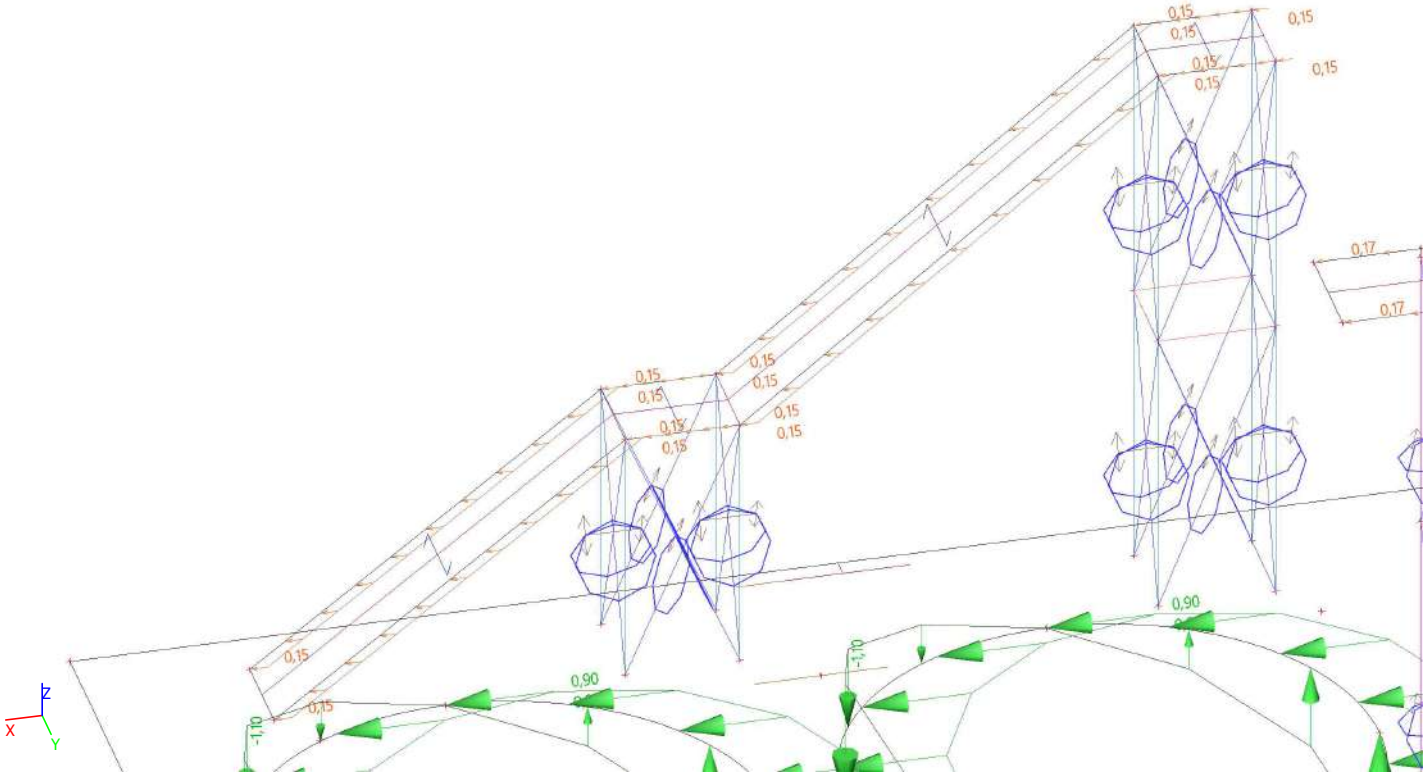
10.6.12. BG9 - Windbelasting 3



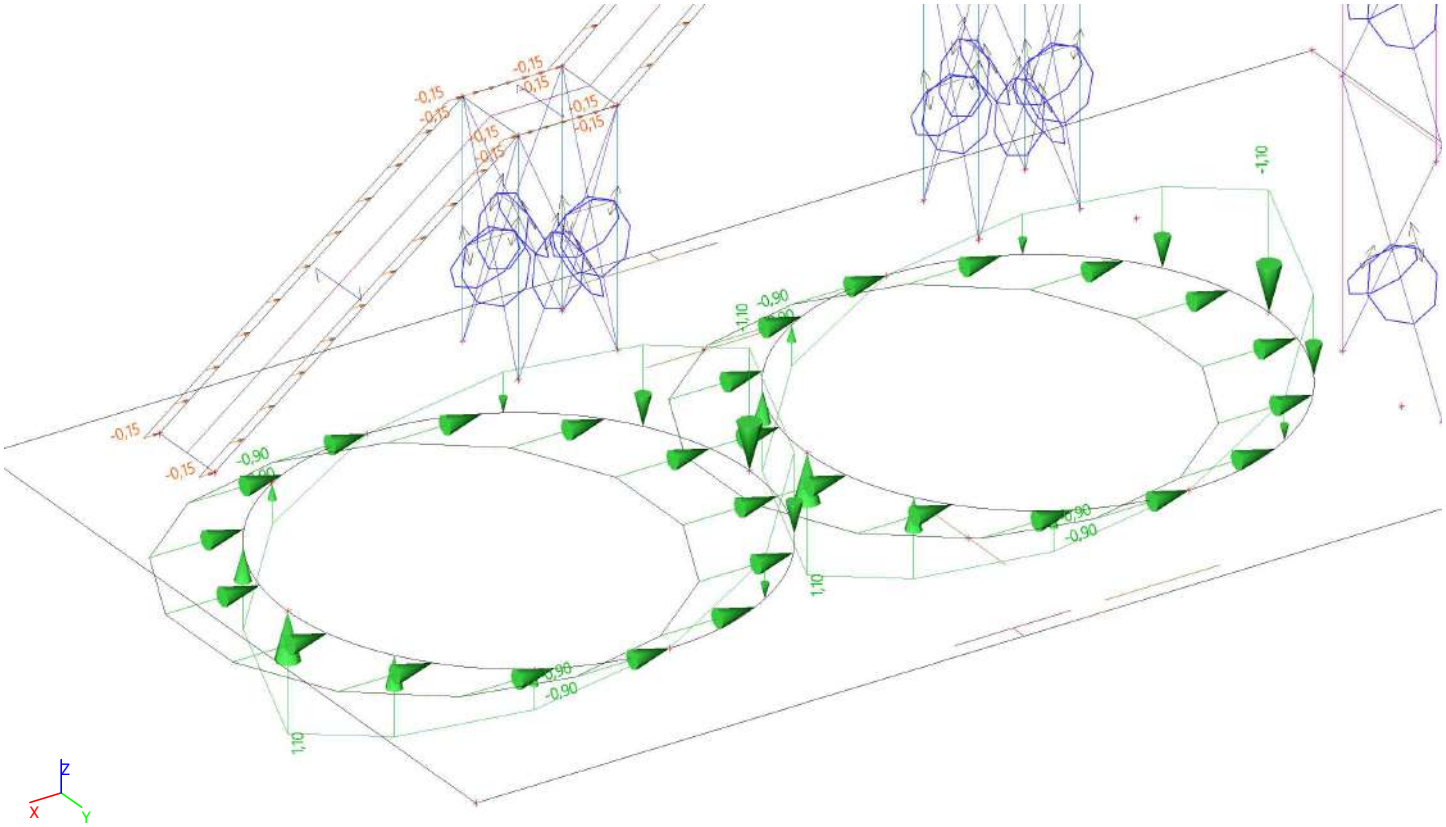
10.6.13. BG9 - Windbelasting 3



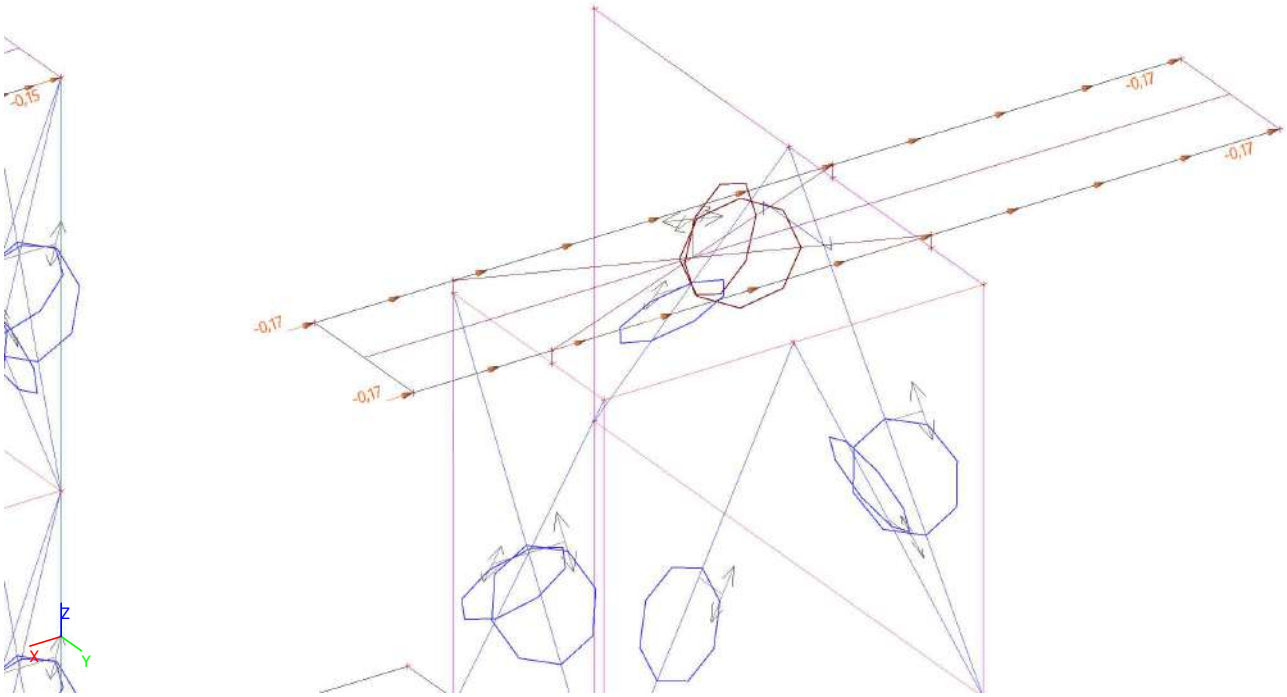
10.6.14. BG9 - Windbelasting 3



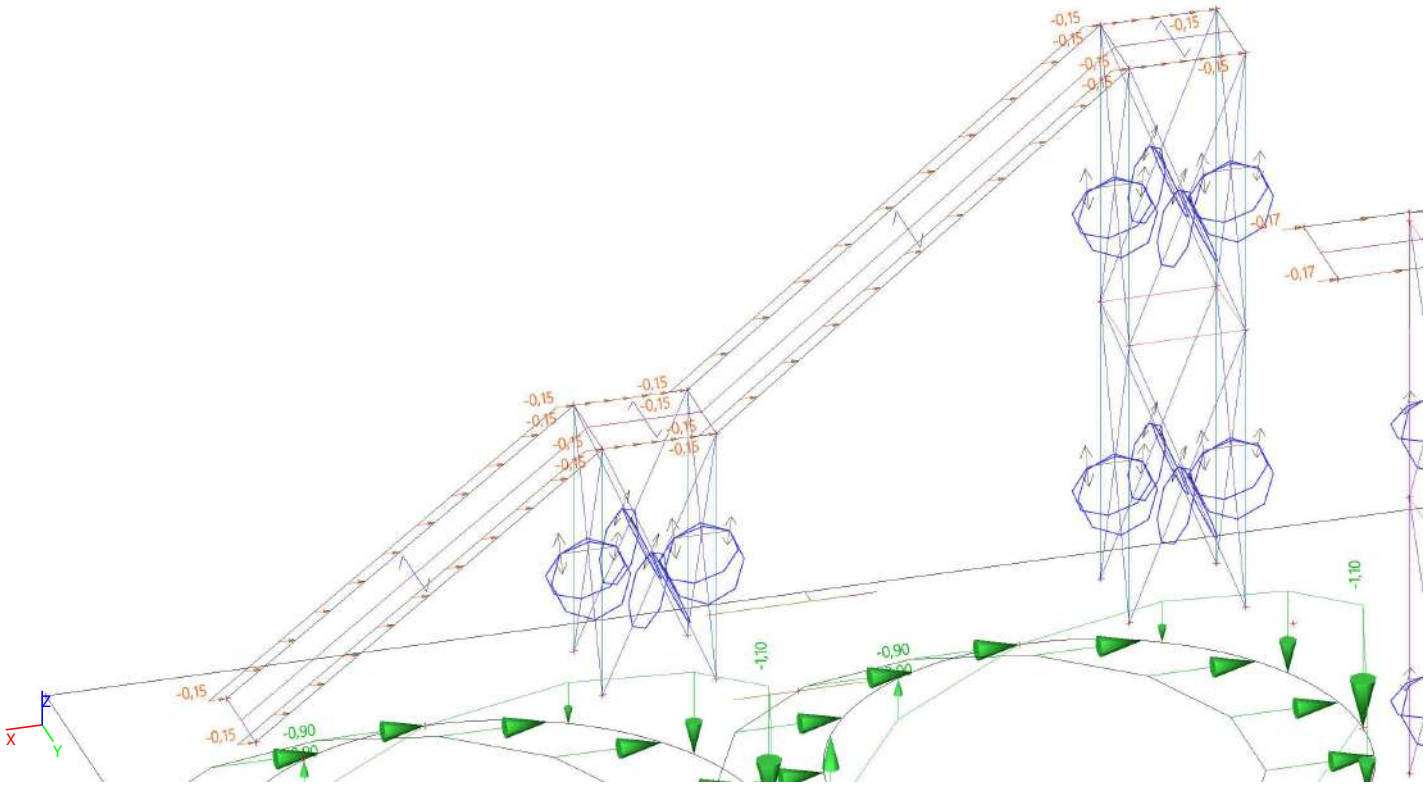
10.6.15. BG10 - Windbelasting 4



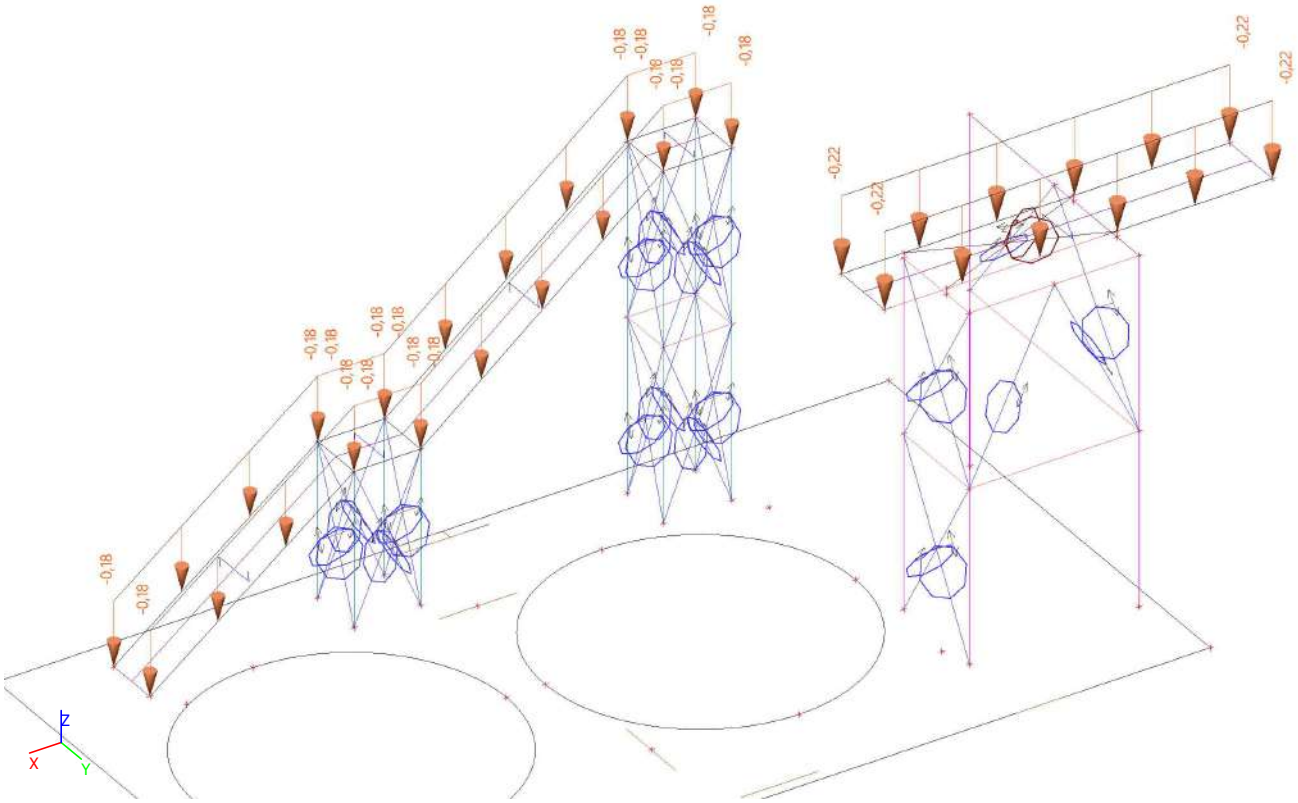
10.6.16. BG10 - Windbelasting 4



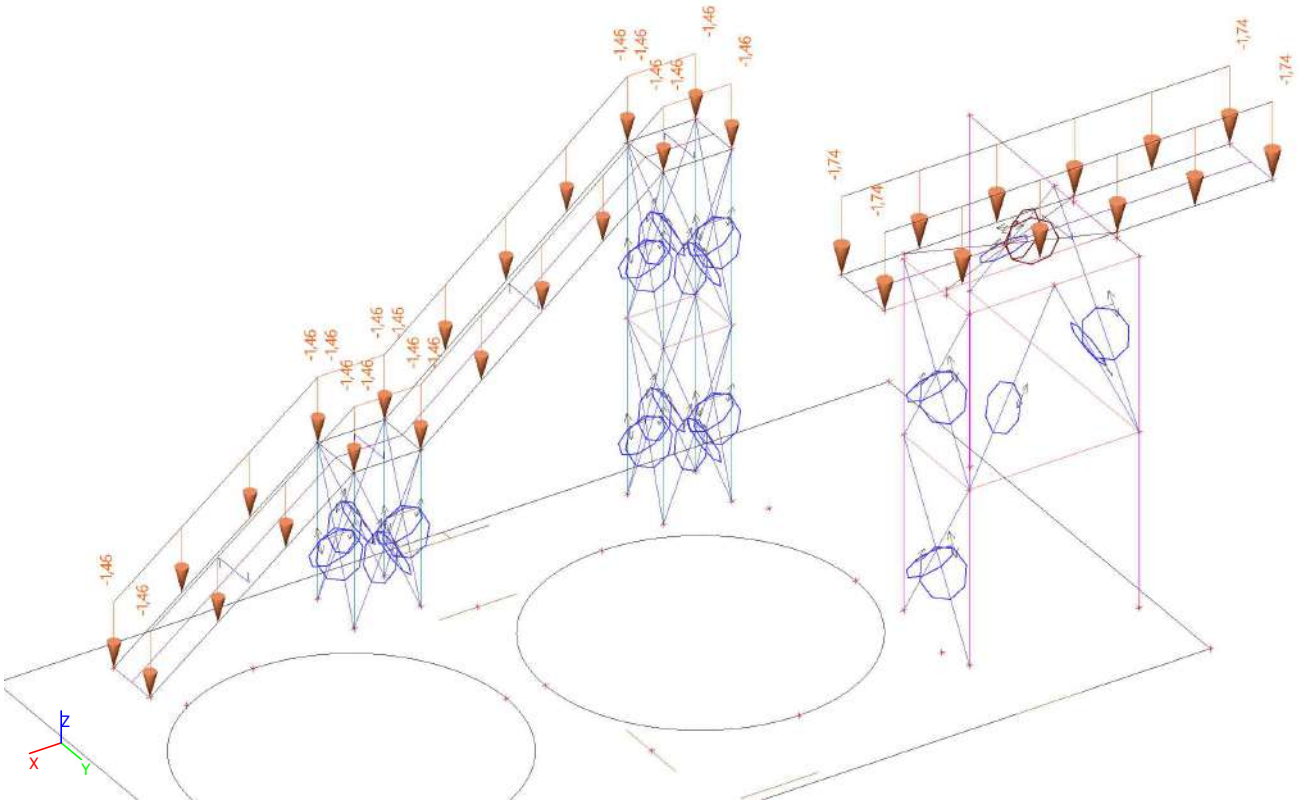
10.6.17. BG10 - Windbelasting 4



10.6.18. BG11 - Permanente belasting



10.6.19. BG12 - Variabele belasting



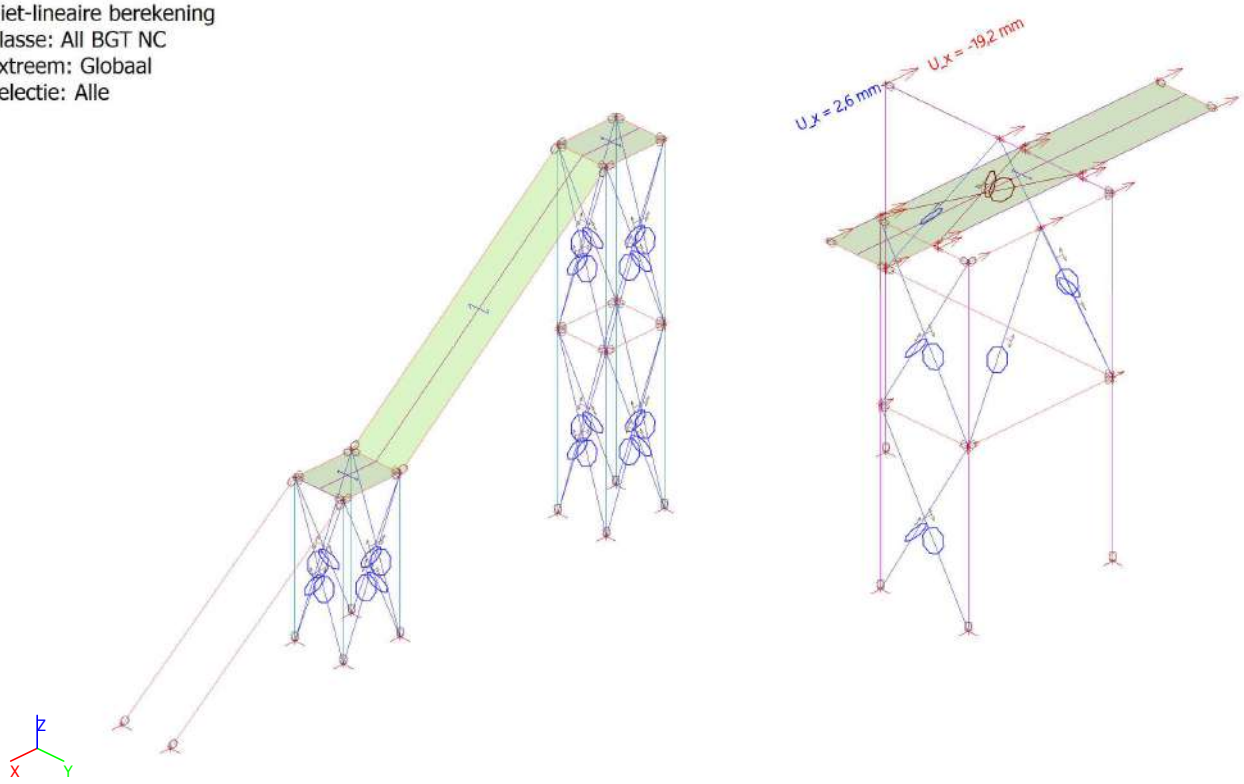
Project	RWZI Hengelo
Onderdeel	Metaalzoutenopslag
Auteur	LEBT
Datum	20-5-2025

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 1
2. Verplaatsing van knopen; U_x 1
3. Verplaatsing van knopen; U_y 2
4. Verplaatsing van knopen; U_z 2
5. Kolommen 3
   - 5.1. 1D-vervormingen; u_y 3
   - 5.2. 1D-vervormingen; u_z 3
   - 5.3. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle 4
   - 5.4. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall 4
6. Balken 5
   - 6.1. 1D-vervormingen; u_y 5
   - 6.2. 1D-vervormingen; u_z 5
   - 6.3. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle 6
   - 6.4. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall 6
7. Windversteviging 7
   - 7.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle 7
   - 7.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall 7

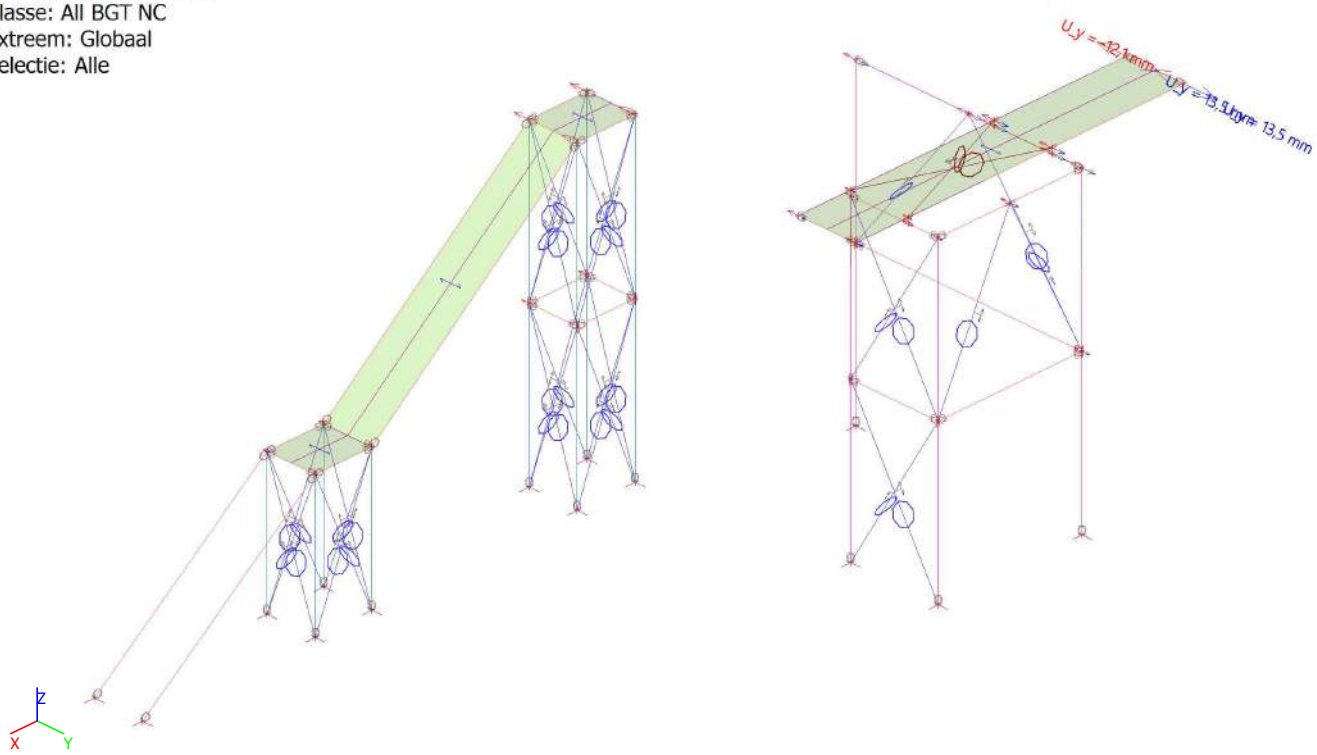
2. Verplaatsing van knopen; U_x

Waardes: **U_x**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



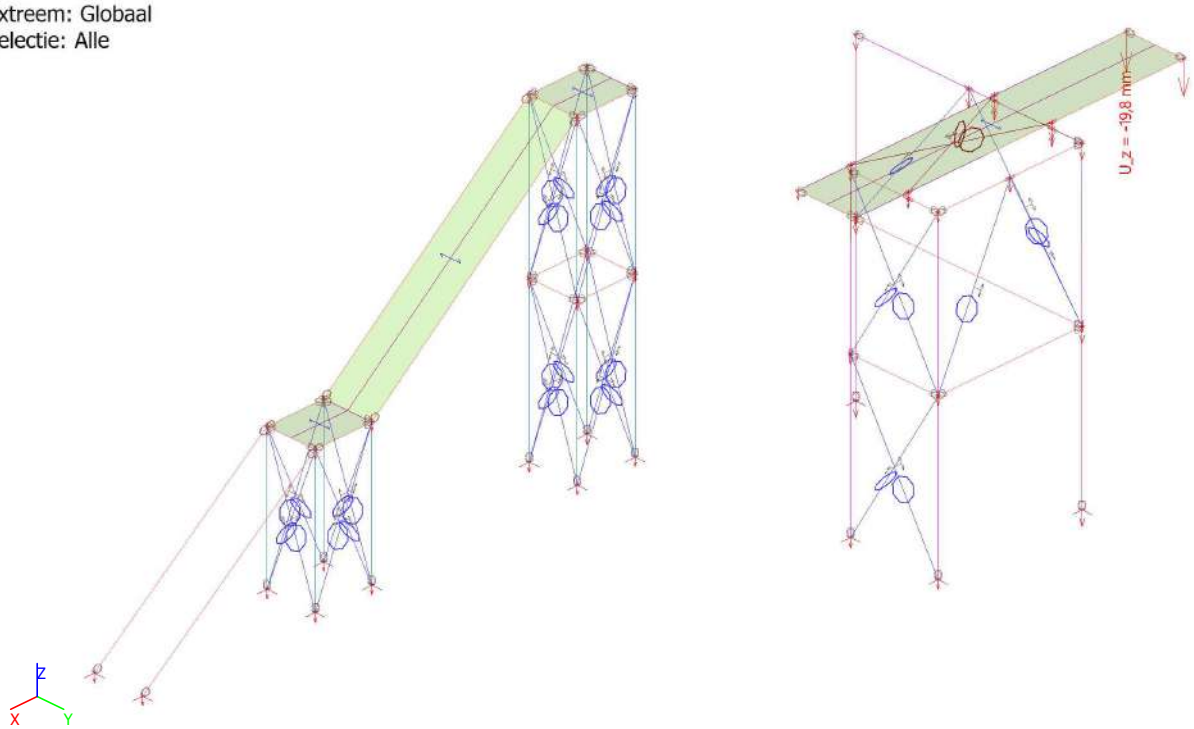
3. Verplaatsing van knopen; U_y

Waardes: **U_y**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



4. Verplaatsing van knopen; U_z

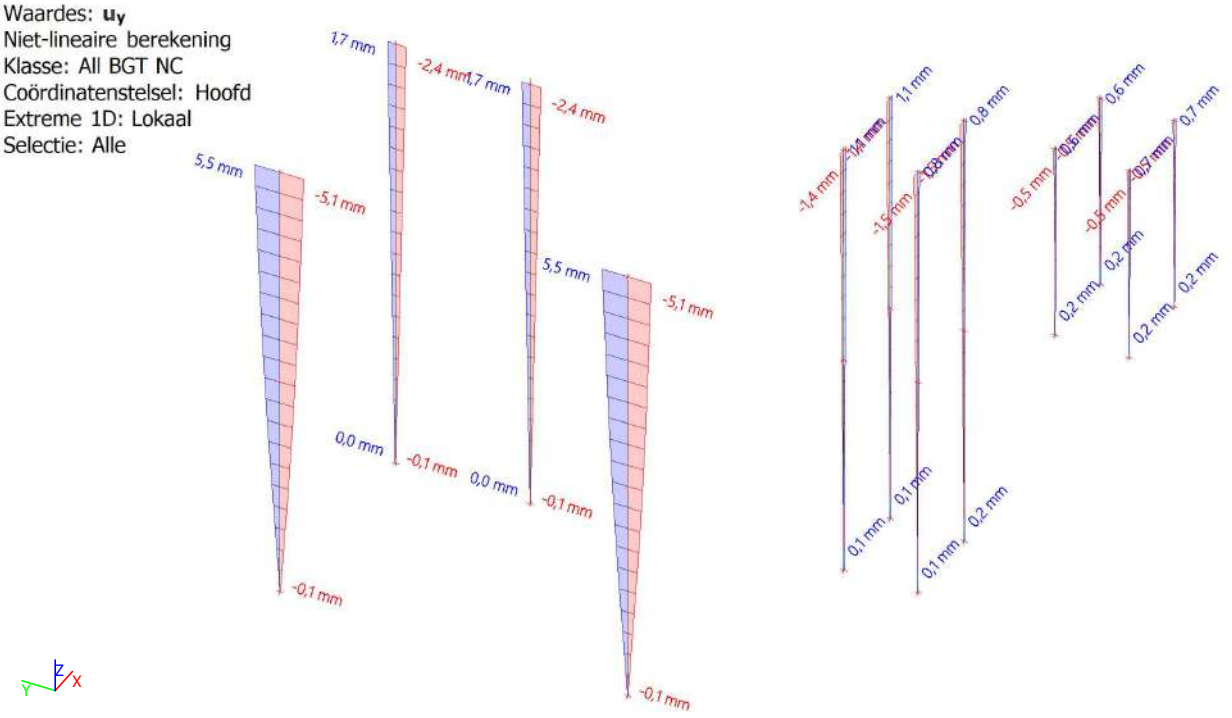
Waardes: **U_z**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



5. Kolommen

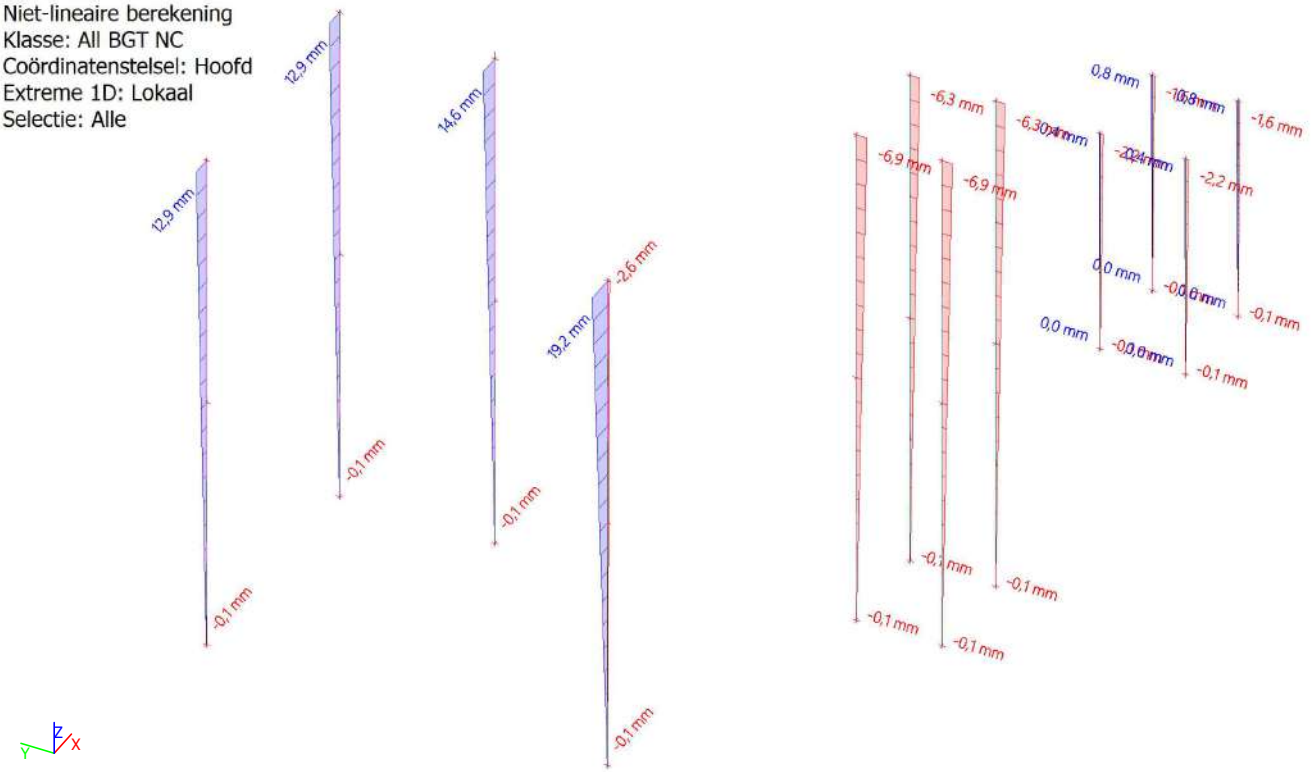
5.1. 1D-vervormingen; u_y

Waardes: u_y
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



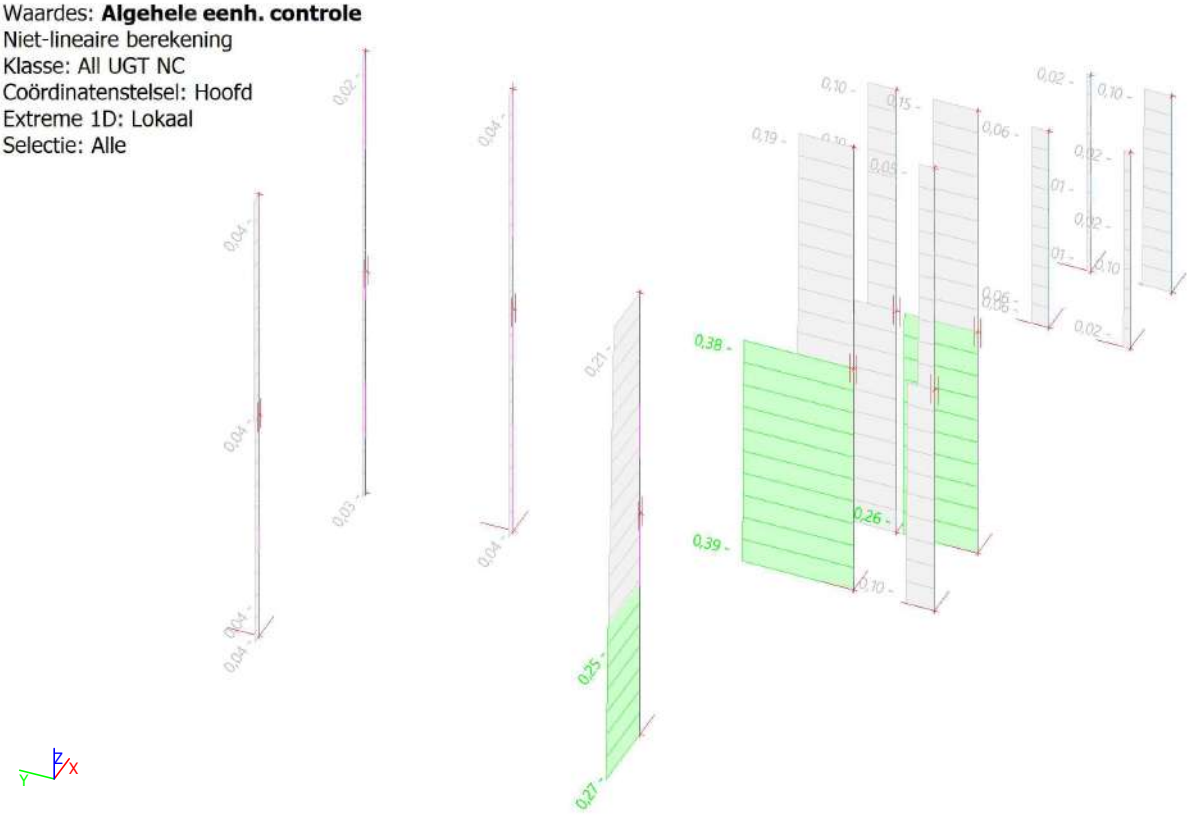
5.2. 1D-vervormingen; u_z

Waardes: u_z
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



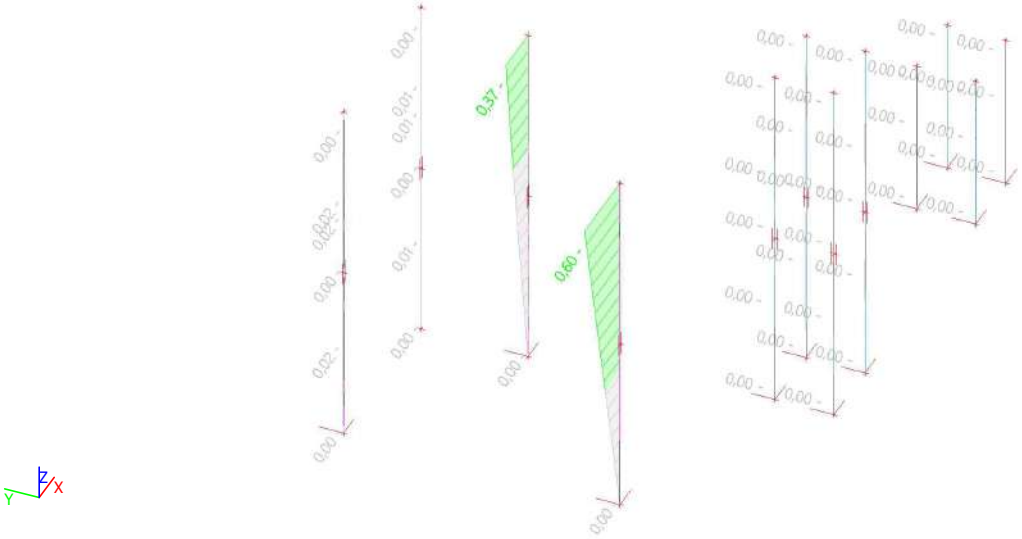
5.3. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle

Waardes: **Algehele eenh. controle**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All UGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



5.4. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall

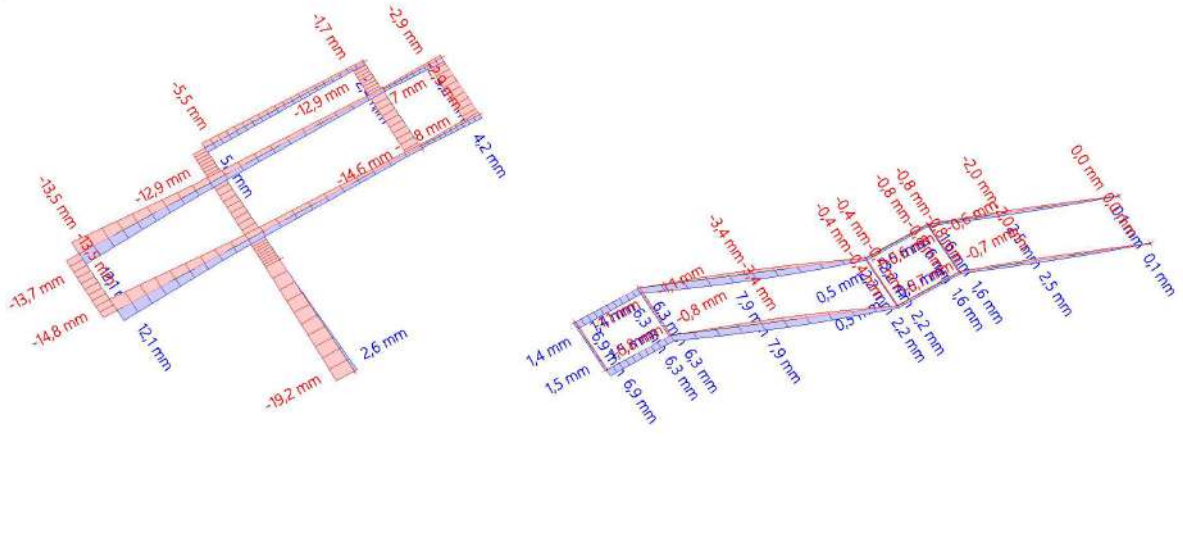
Waardes: **Check** Overall
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



6. Balken

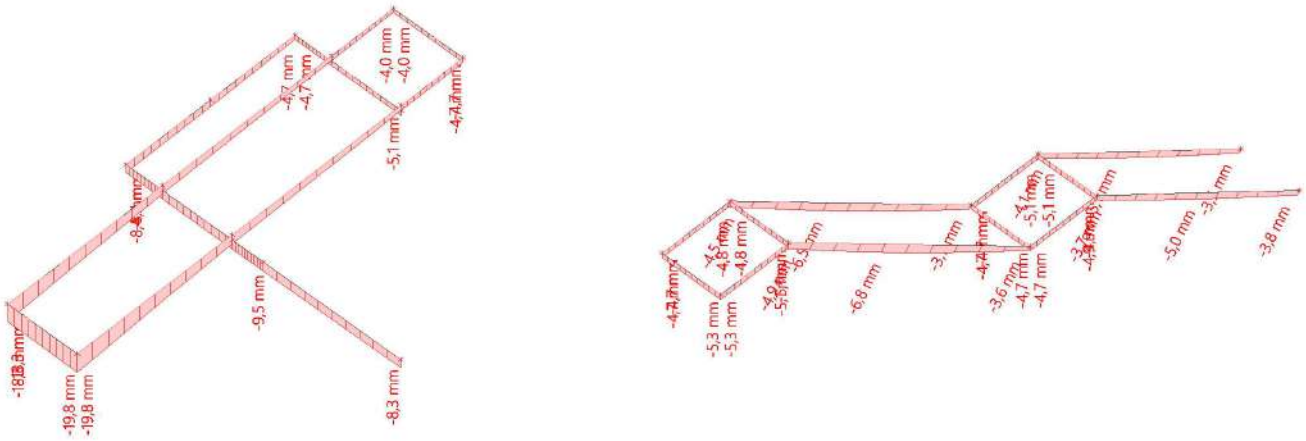
6.1. 1D-vervormingen; u_y

Waardes: u_y
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



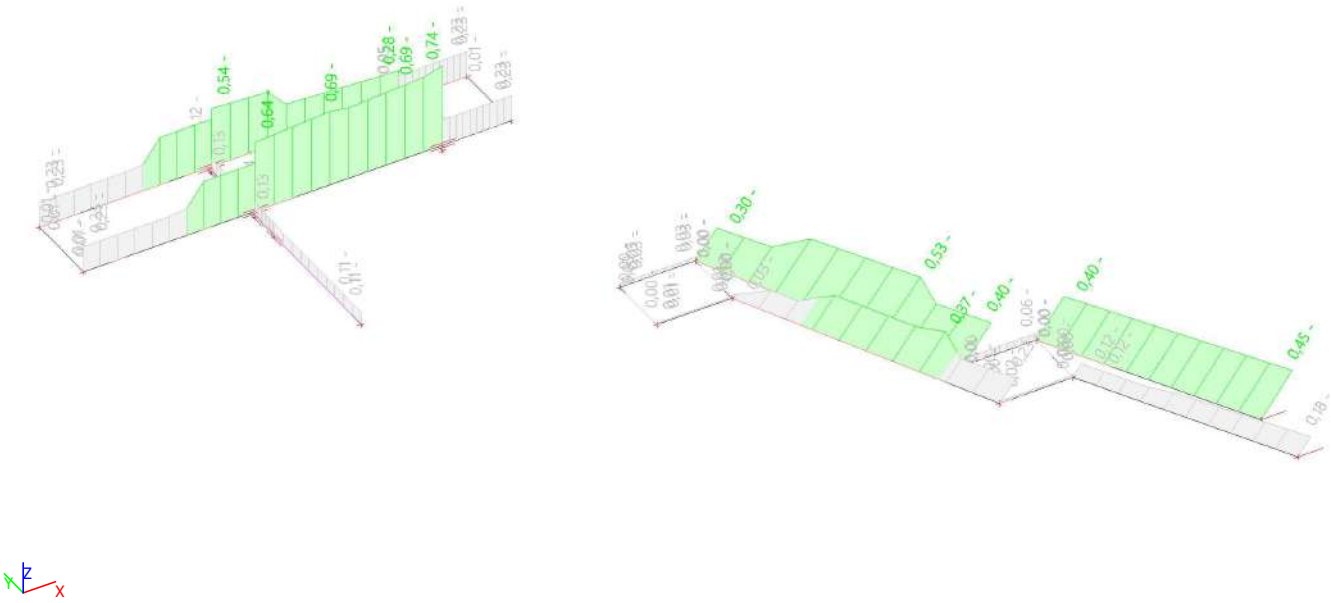
6.2. 1D-vervormingen; u_z

Waardes: u_z
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



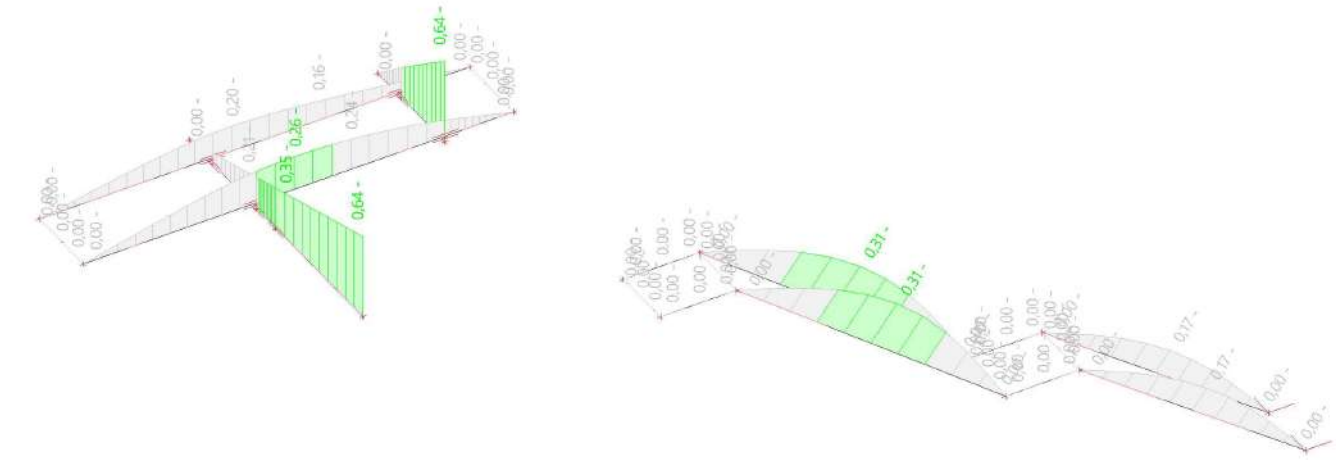
6.3. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle

Waardes: **Algehele eenh. controle**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All UGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



6.4. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall

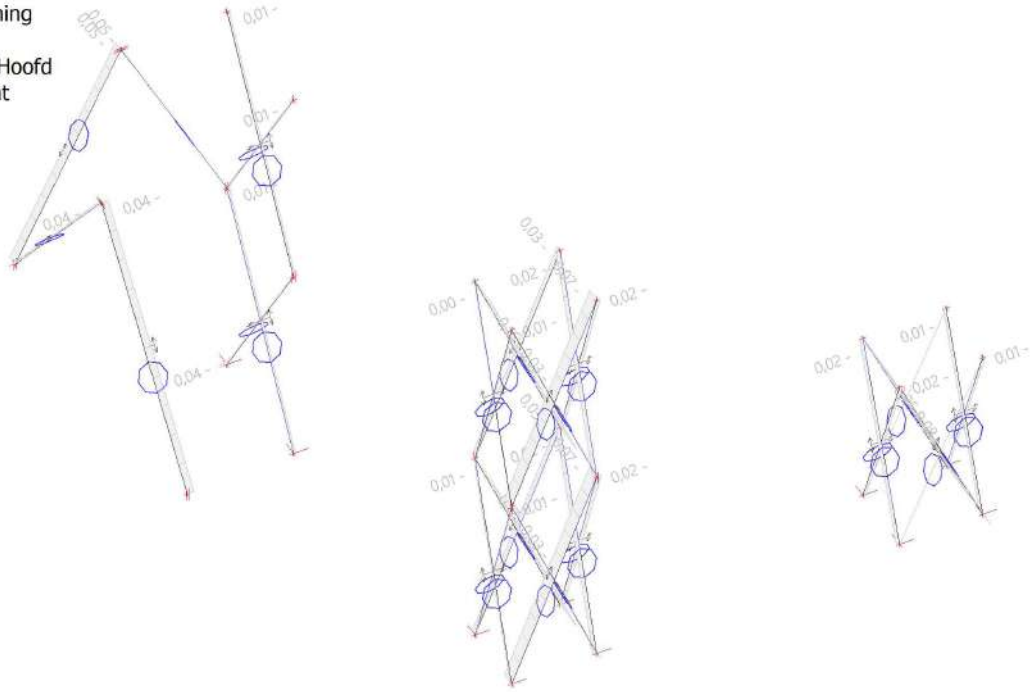
Waardes: **Check** Overall
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



7. Windversteviging

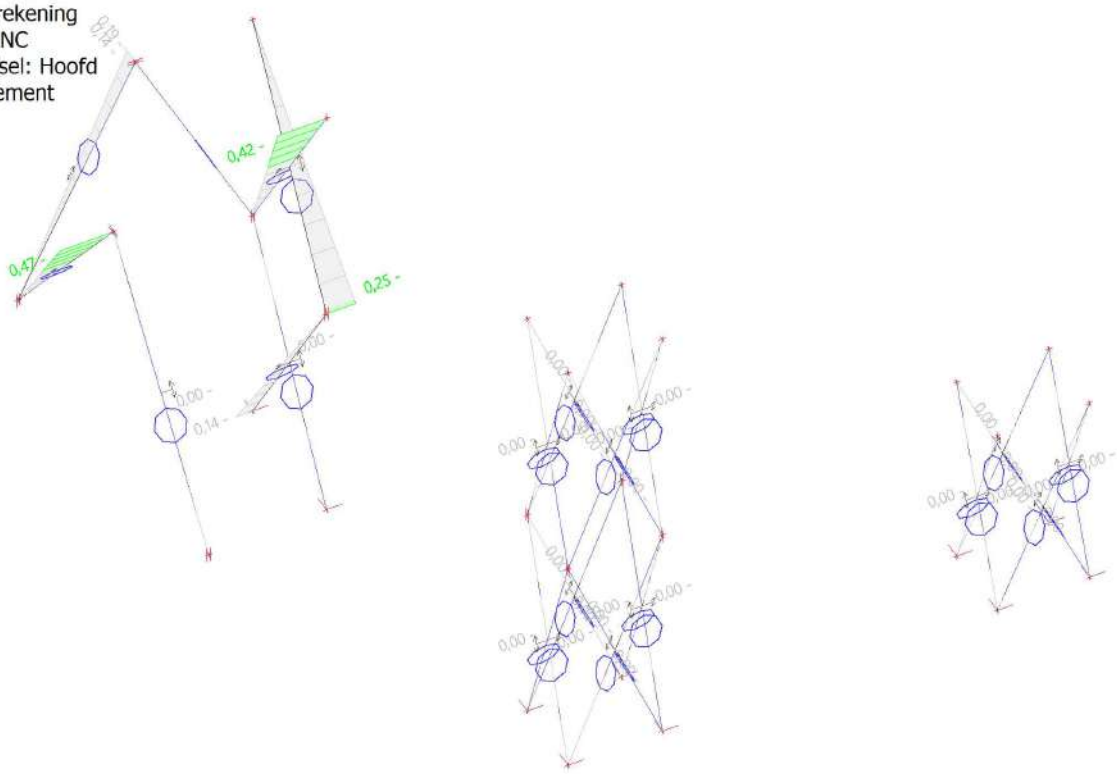
7.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle

Waardes: **Algehele eenh. controle**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All UGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



7.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall

Waardes: **Check** Overall
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



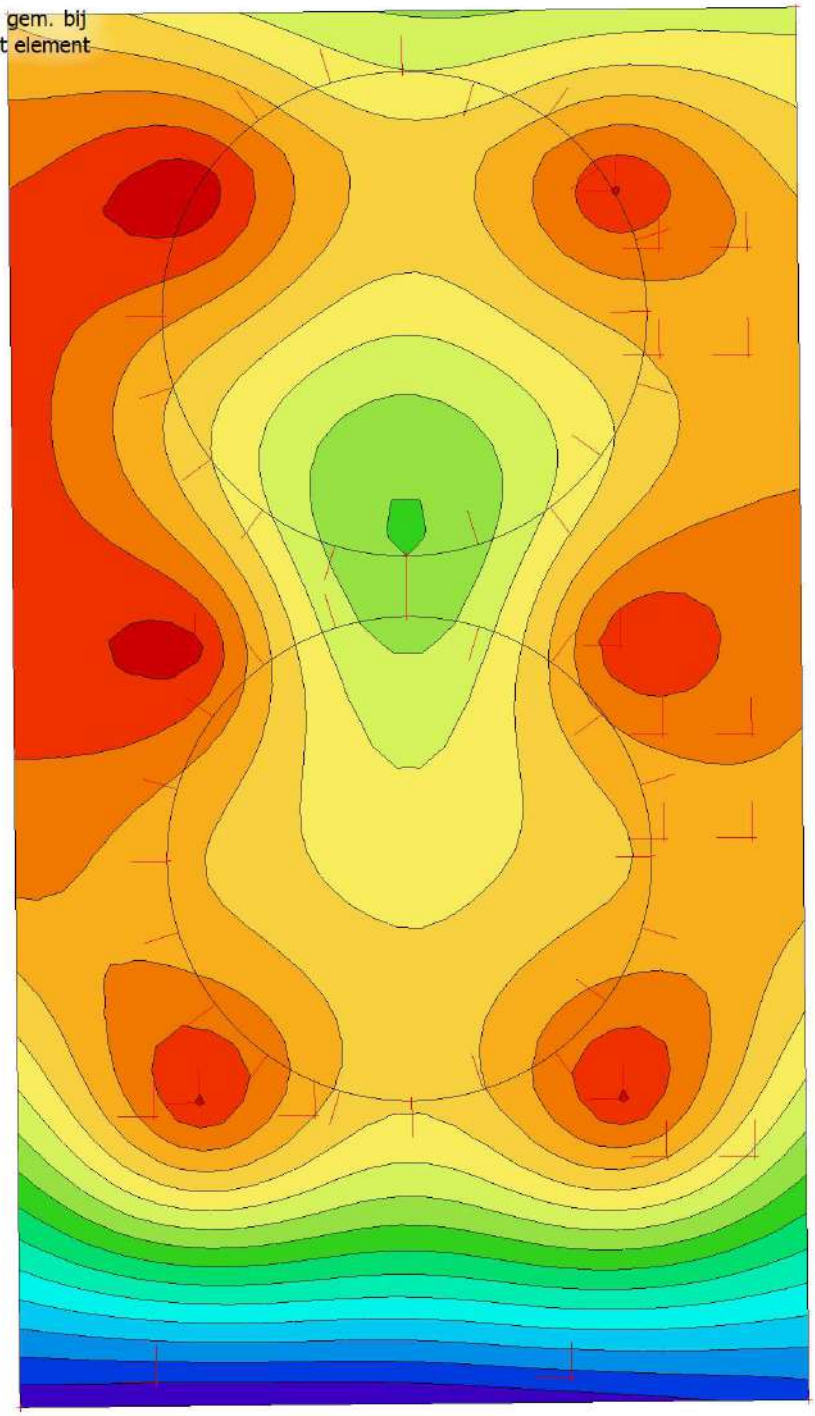
1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 1
2. Betonnen plaat 2
2.1. 2D-verplaatsing; u_z 2
2.2. Reacties; R_z 3
2.3. Interne 2D-krachten; m_xD+ 4
2.4. Interne 2D-krachten; m_xD+ 5
2.5. Interne 2D-krachten; m_xD+ 6
2.6. Interne 2D-krachten; m_xD+ 7
2.7. Interne 2D-krachten; m_xD- 8
2.8. Interne 2D-krachten; m_xD- 9
2.9. Interne 2D-krachten; m_yD+ 10
2.10. Interne 2D-krachten; m_yD+ 11
2.11. Interne 2D-krachten; m_yD+ 12
2.12. Interne 2D-krachten; m_yD+ 13
2.13. Interne 2D-krachten; m_yD- 14
2.14. Interne 2D-krachten; m_yD- 15
2.15. Interne 2D-krachten; n_xD 16
2.16. Interne 2D-krachten; n_xD 17
2.17. Interne 2D-krachten; n_xD 18
2.18. Interne 2D-krachten; n_xD 19
2.19. Interne 2D-krachten; n_yD 20
2.20. Interne 2D-krachten; n_yD 21
2.21. Interne 2D-krachten; q_maxb 22
3. Betonnen rib 23
3.1. Interne 1D-krachten; N 23
3.2. Interne 1D-krachten; N 23
3.3. Interne 1D-krachten; V_y 24
3.4. Interne 1D-krachten; V_y 24
3.5. Interne 1D-krachten; V_z 25
3.6. Interne 1D-krachten; V_z 25
3.7. Interne 1D-krachten; M_y 26
3.8. Interne 1D-krachten; M_y 26
3.9. Interne 1D-krachten; M_z 27
3.10. Interne 1D-krachten; M_z 27

2. Betonnen plaat

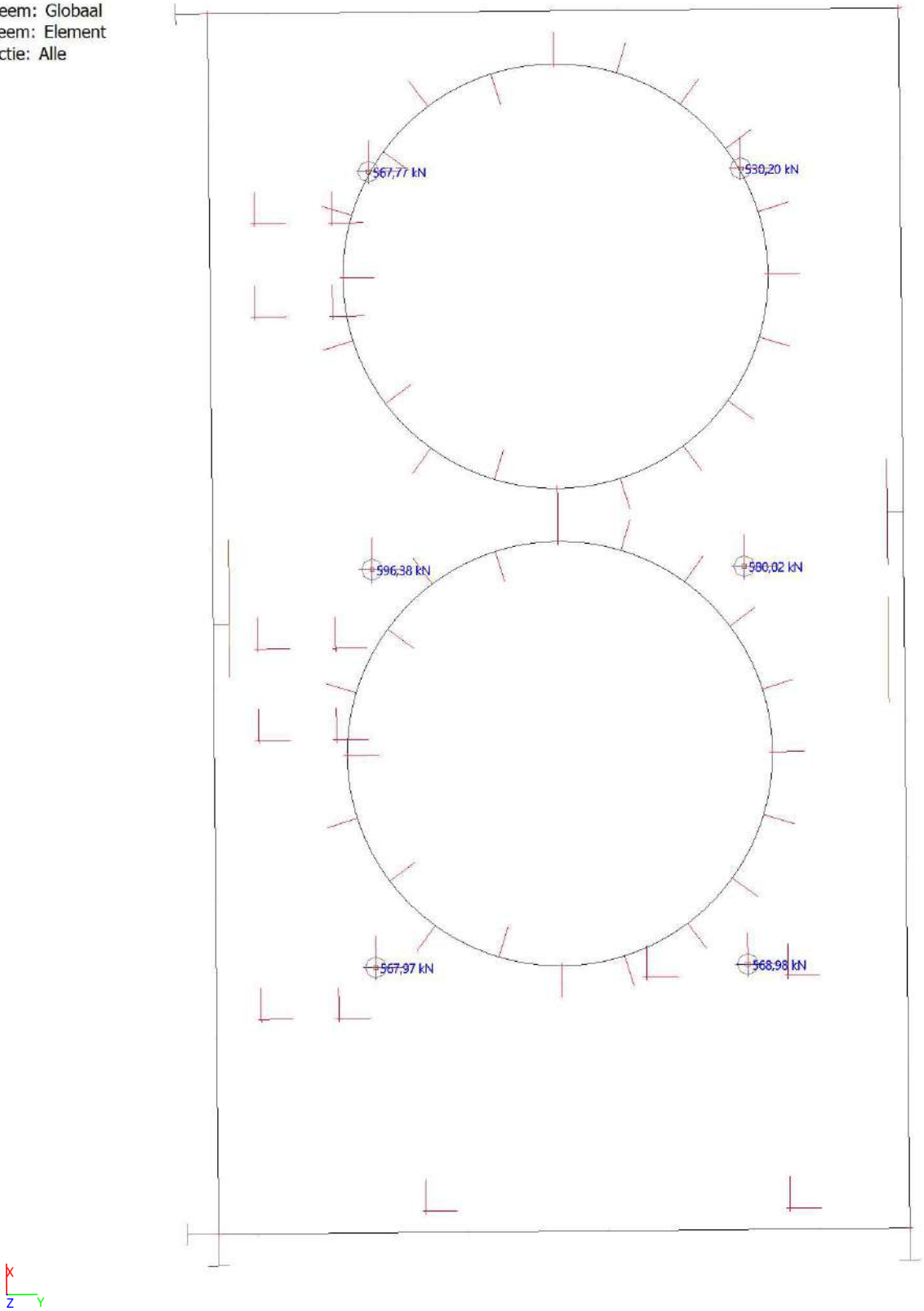
2.1. 2D-verplaatsing; u_z

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



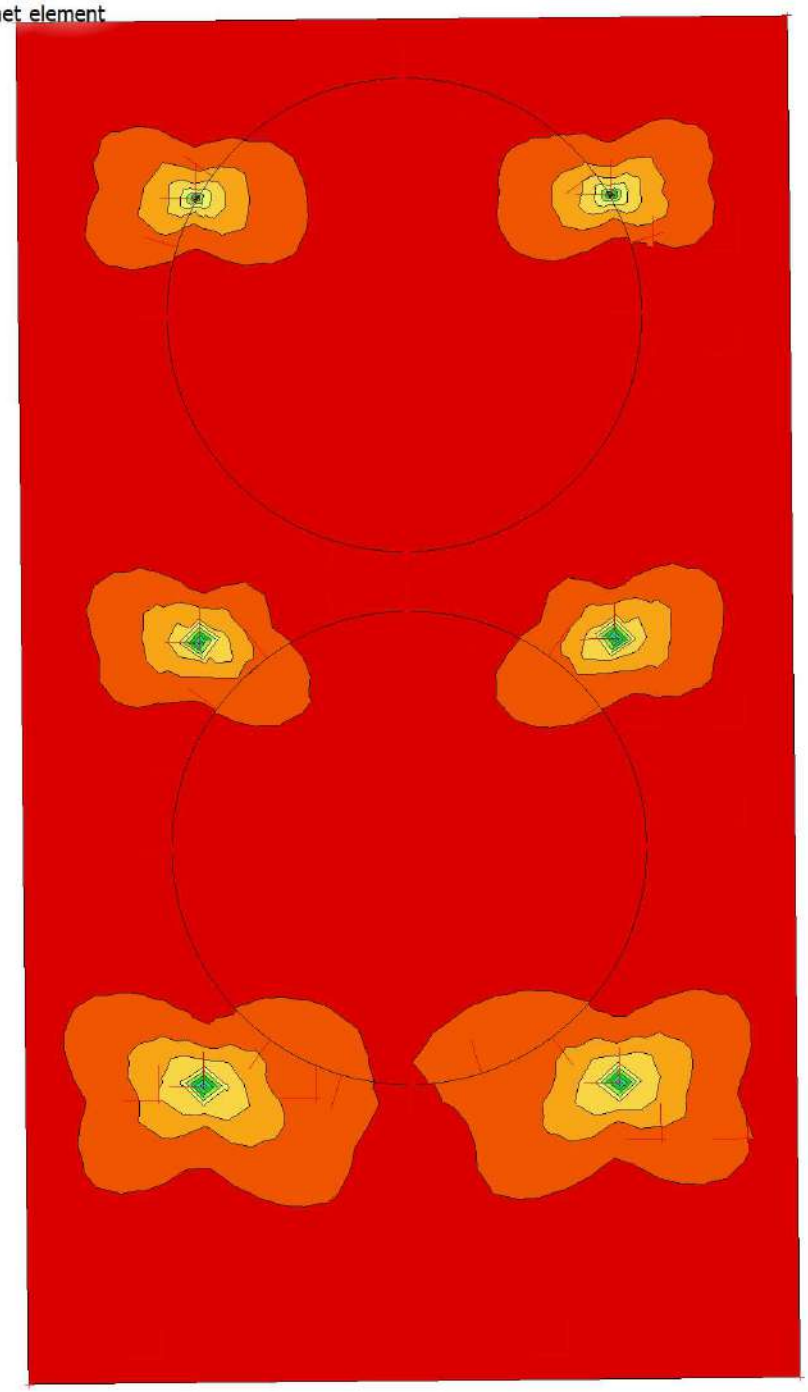
2.2. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



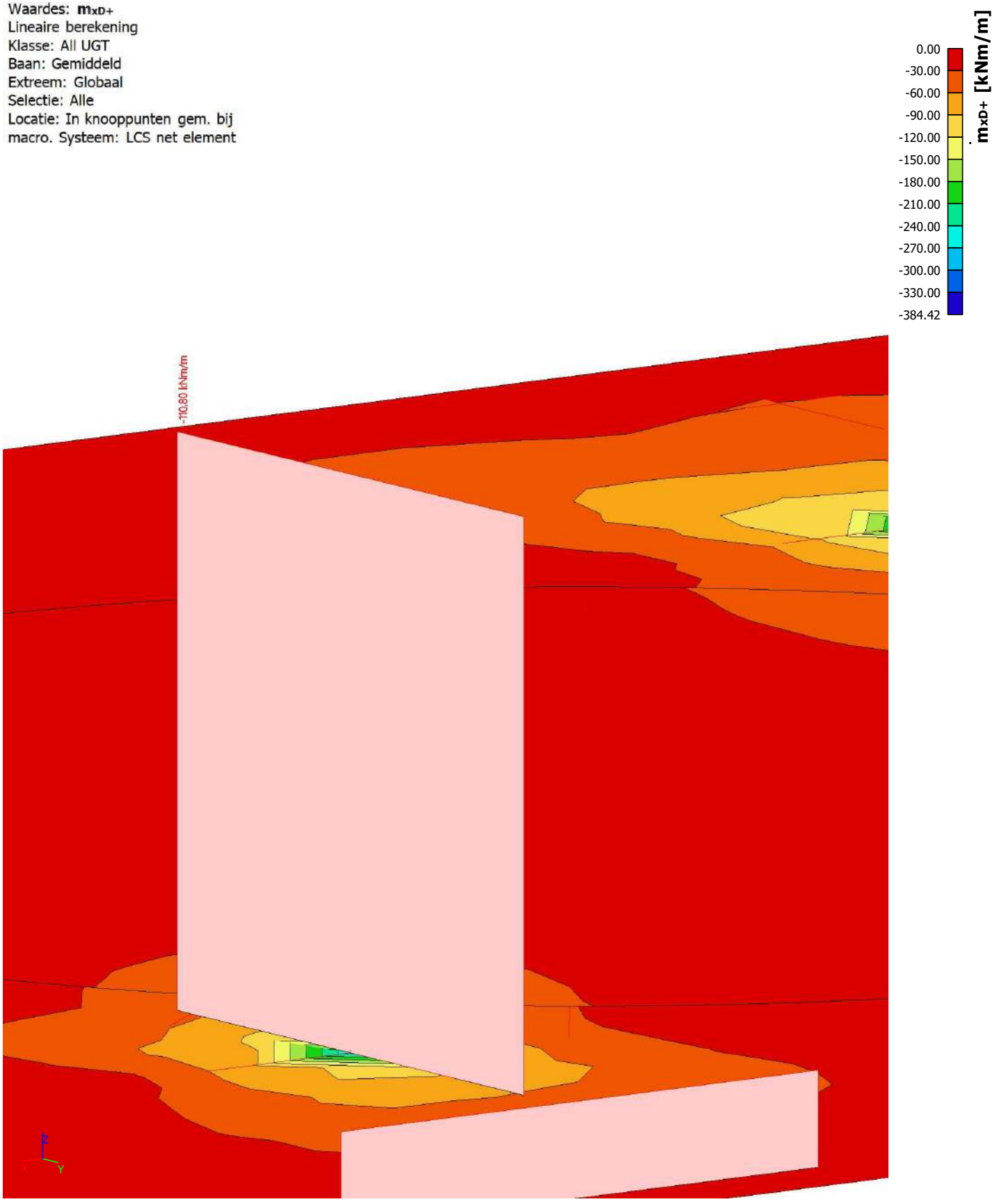
2.3. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



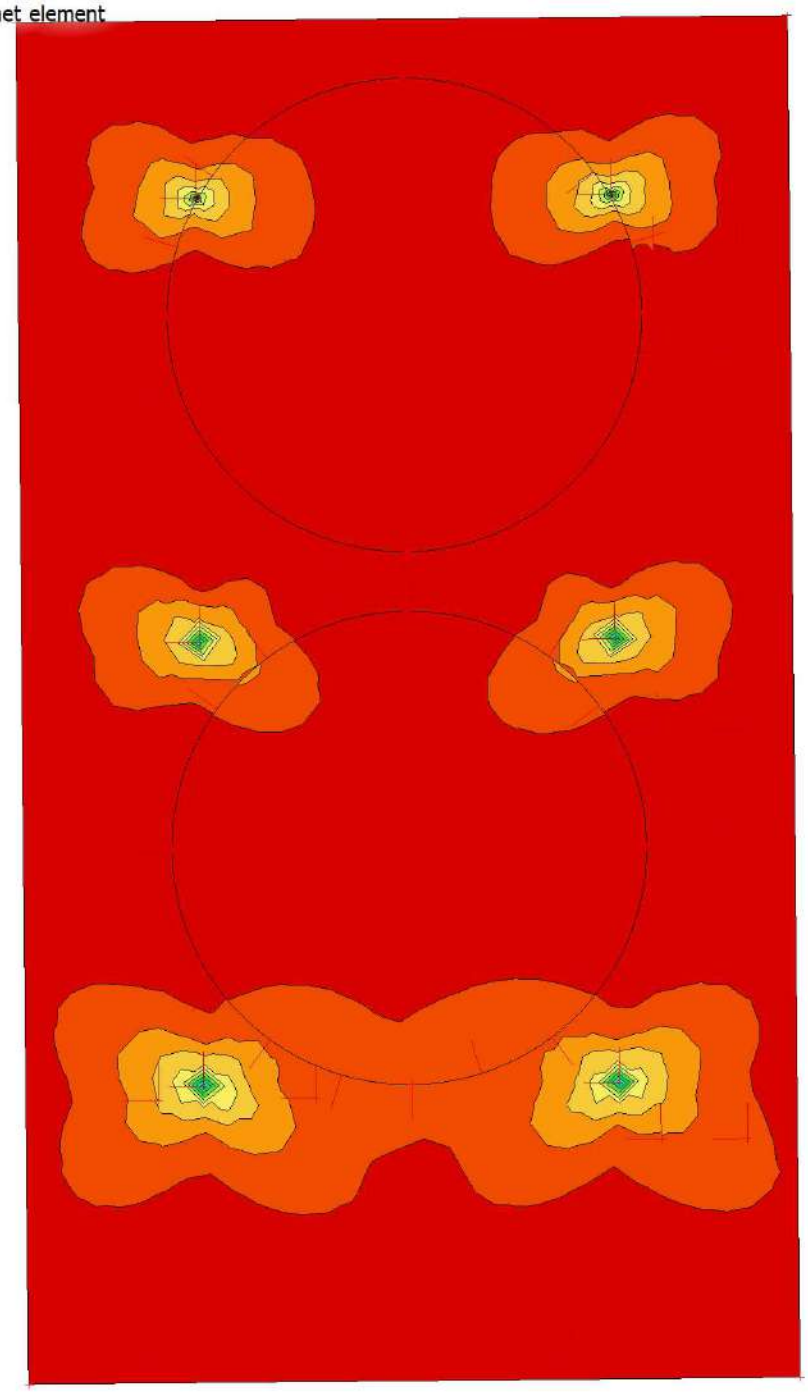
2.4. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



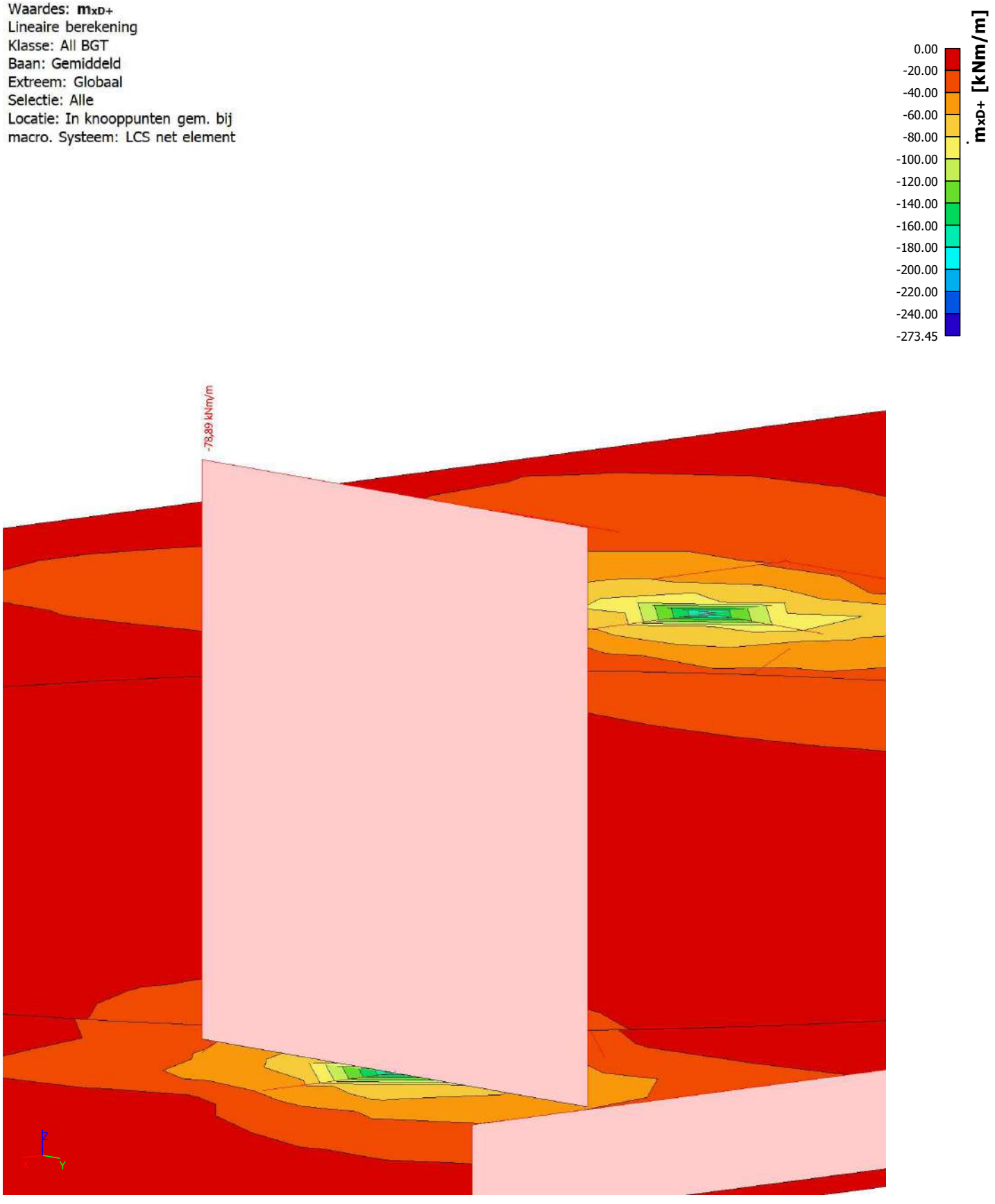
2.5. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



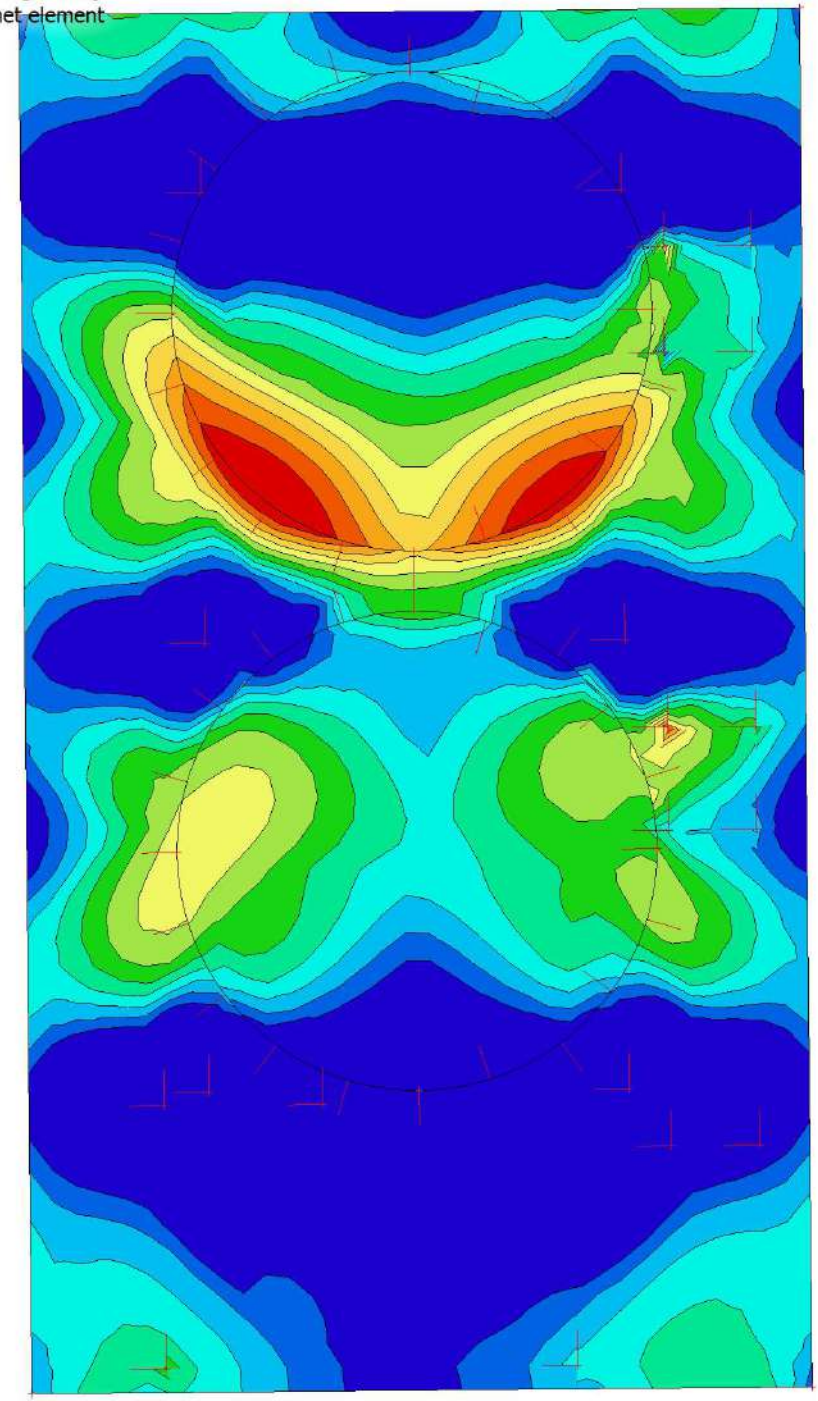
2.6. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



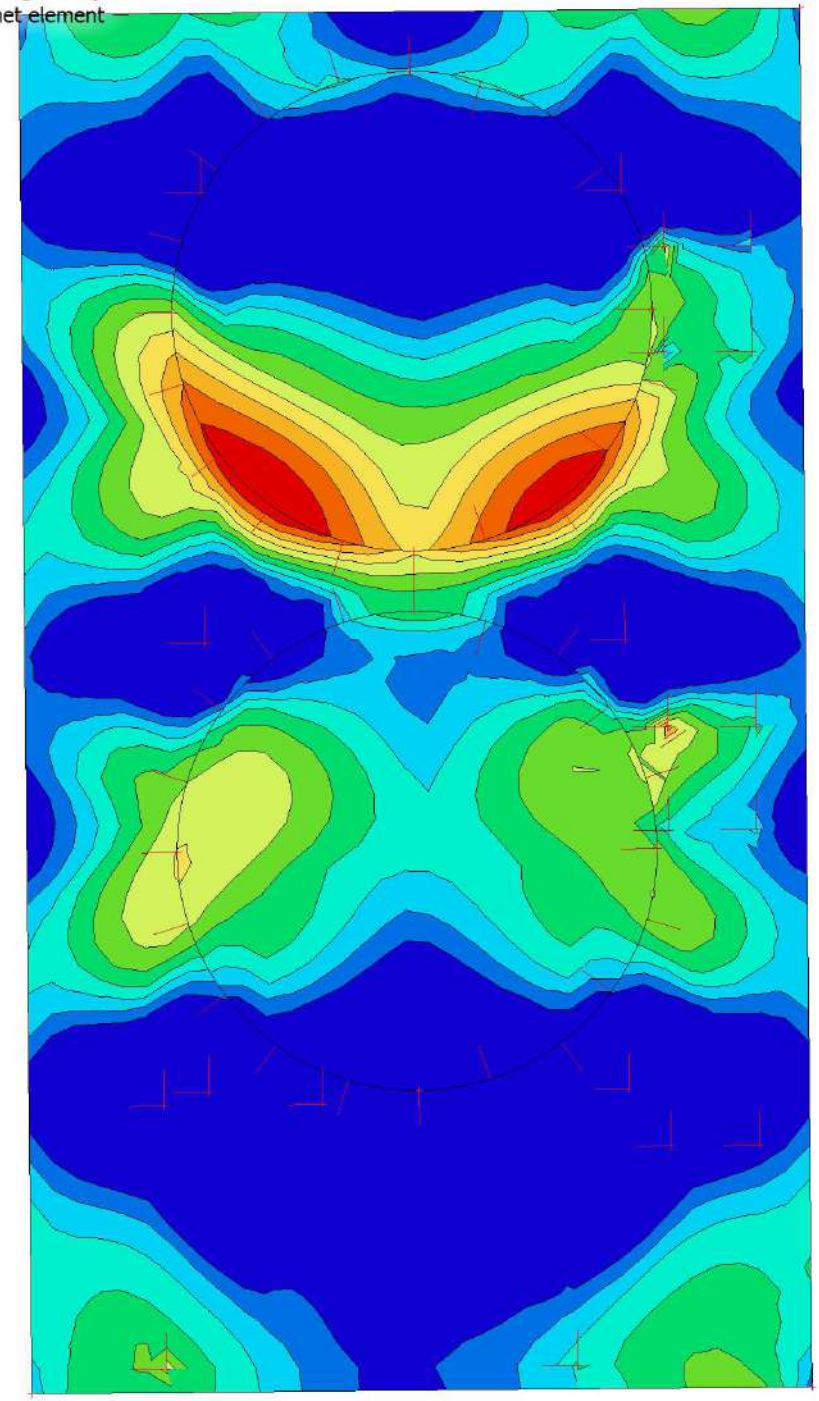
2.7. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



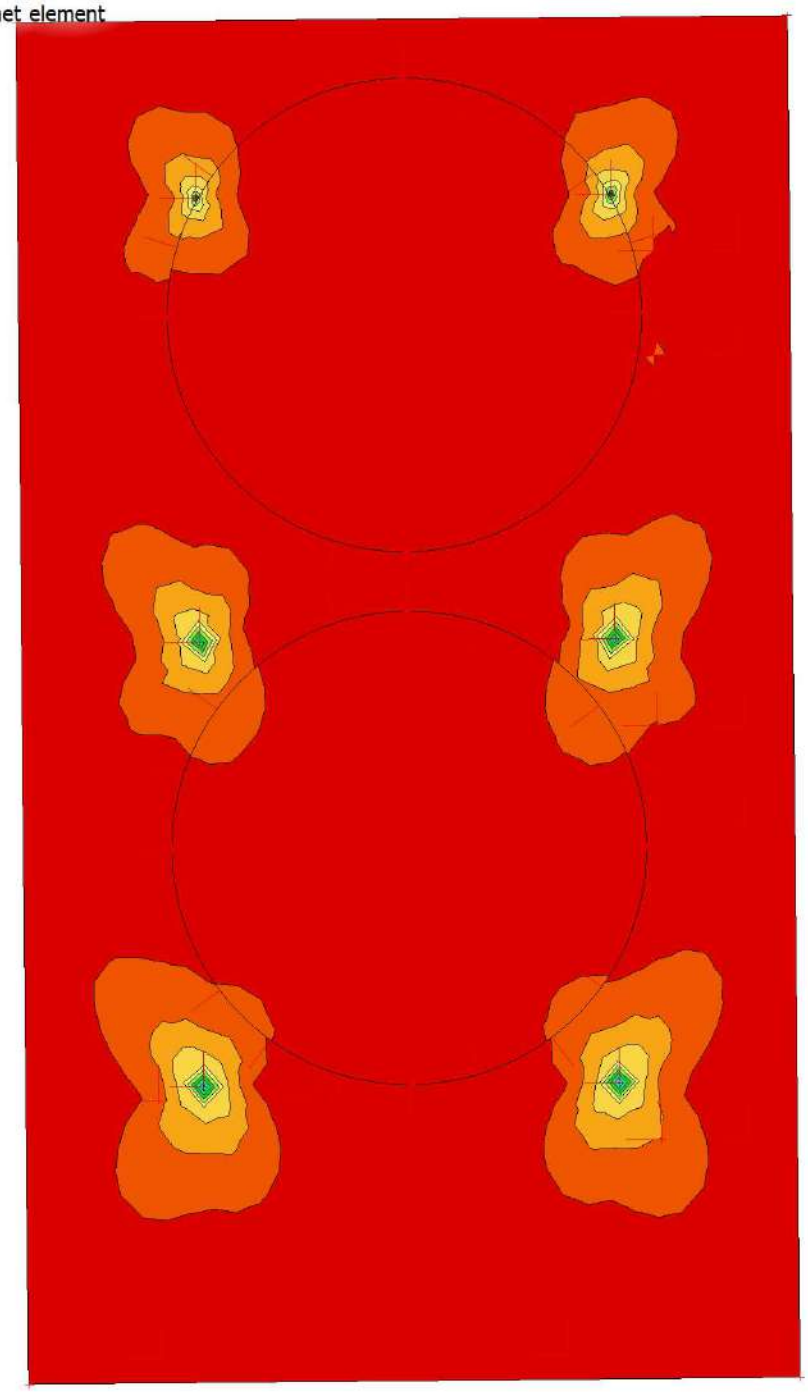
2.8. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



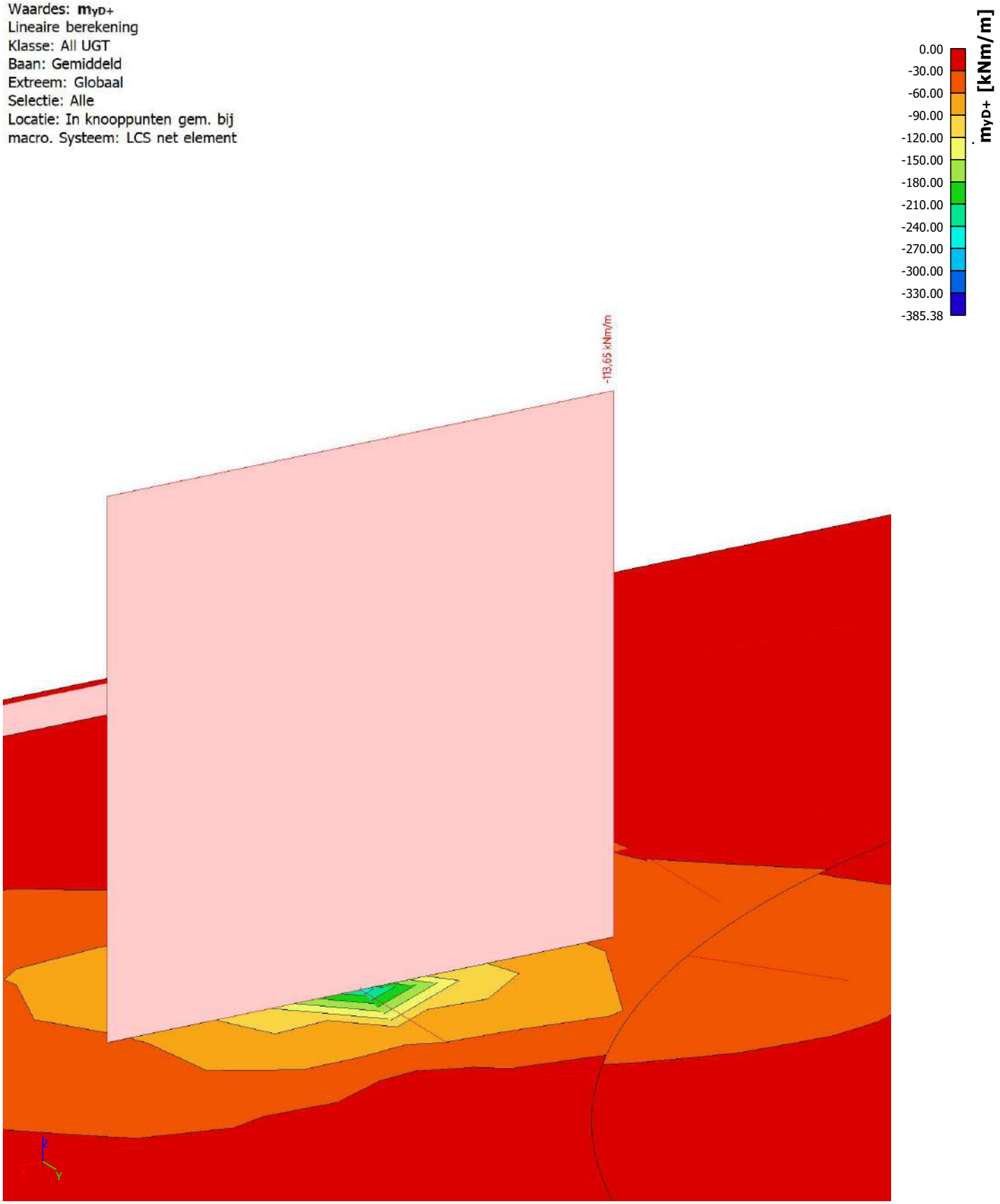
2.9. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



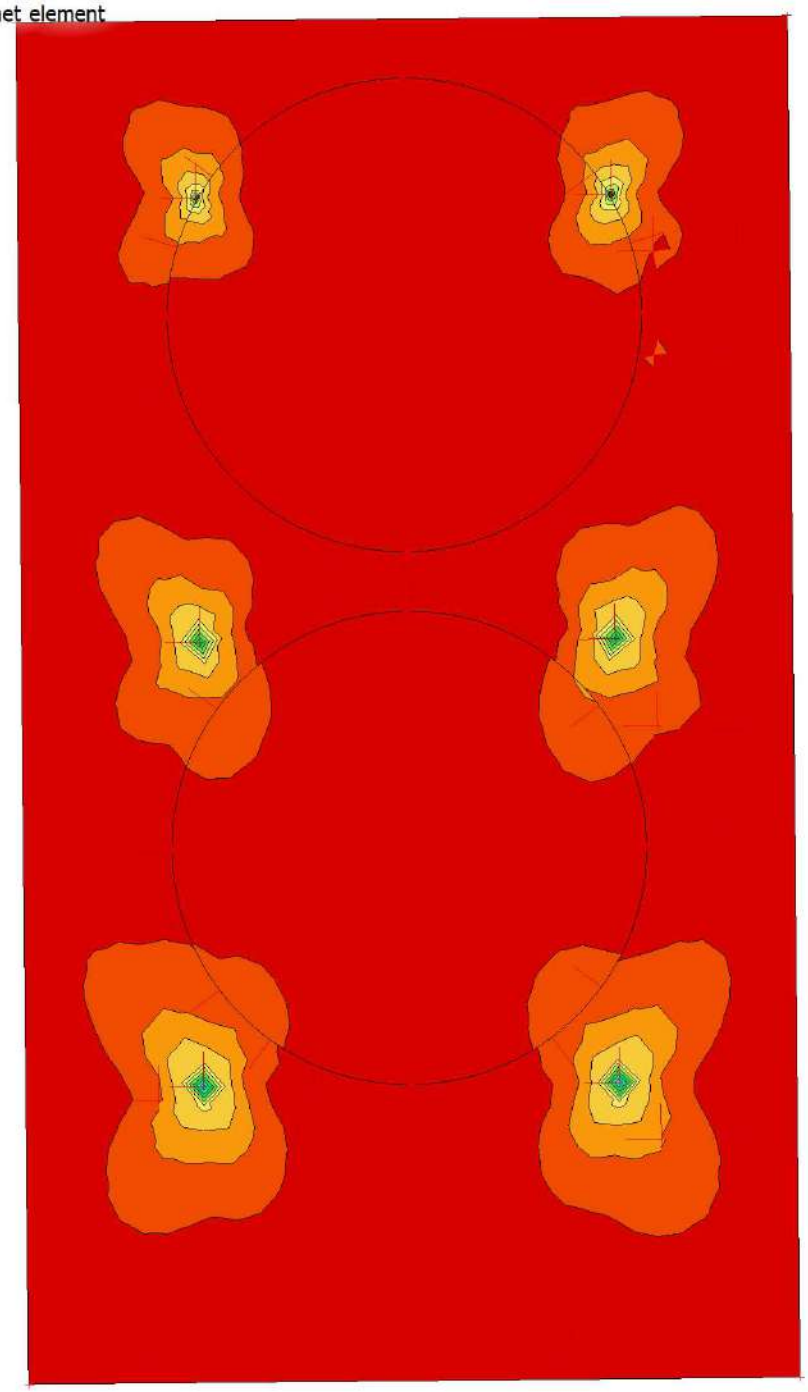
2.10. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



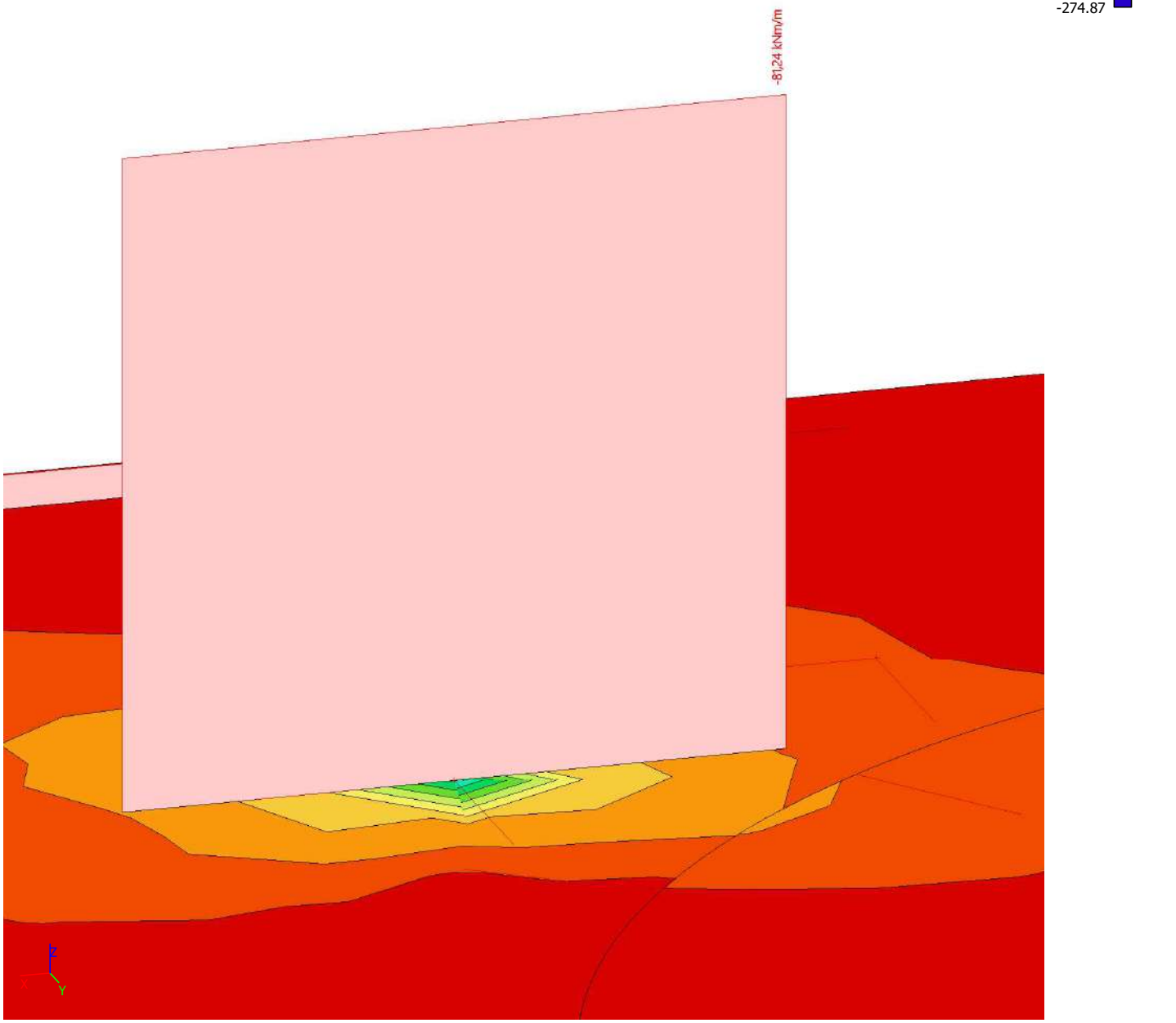
2.11. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



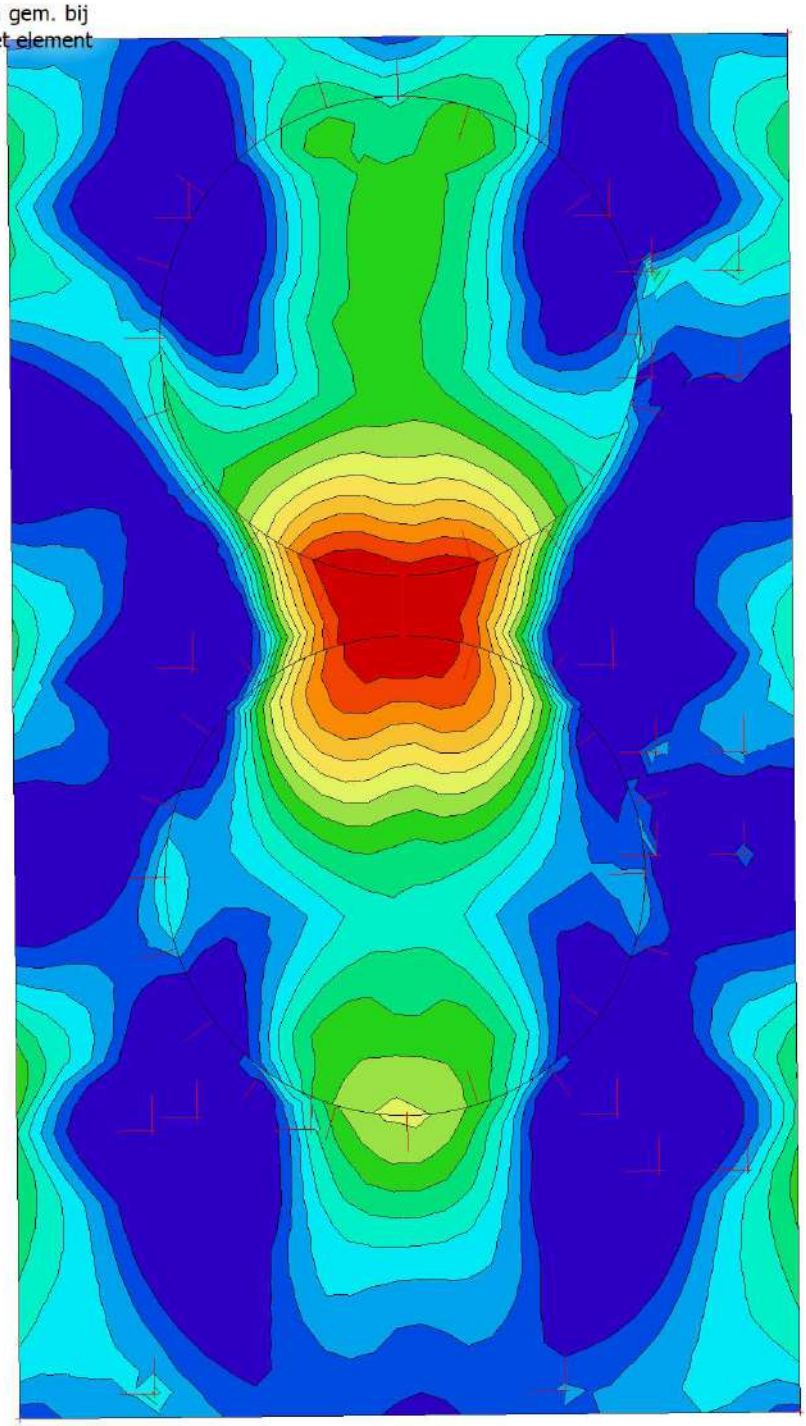
2.12. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



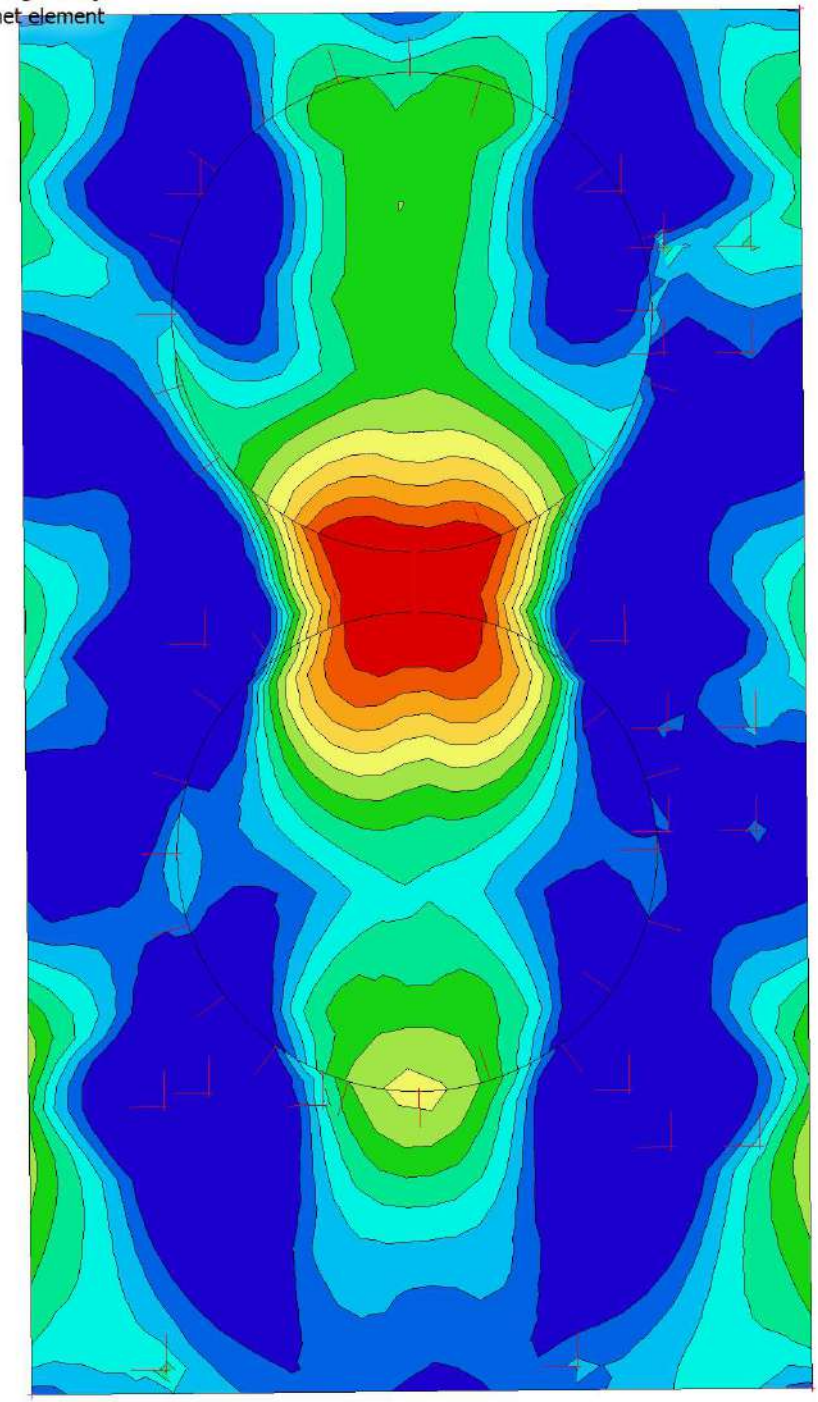
2.13. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



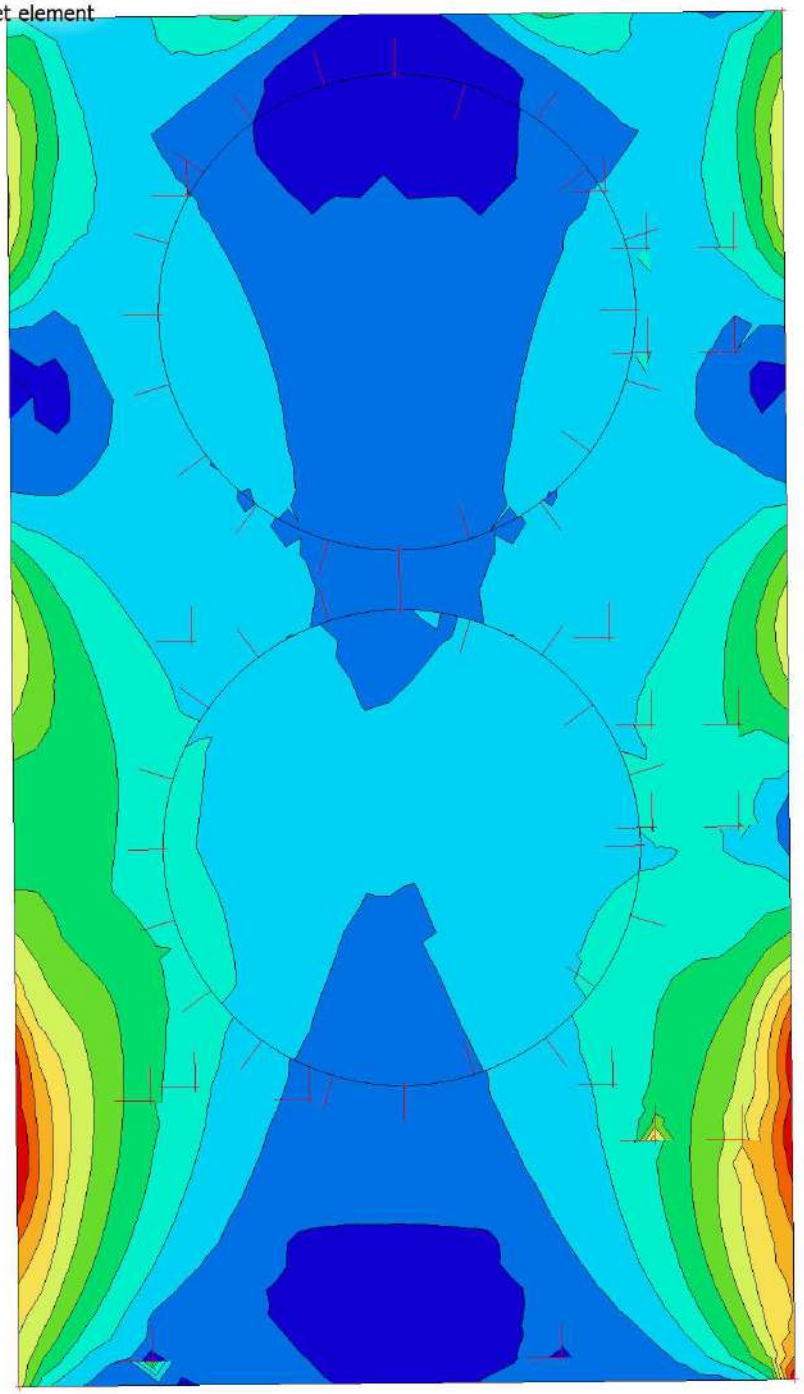
2.14. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



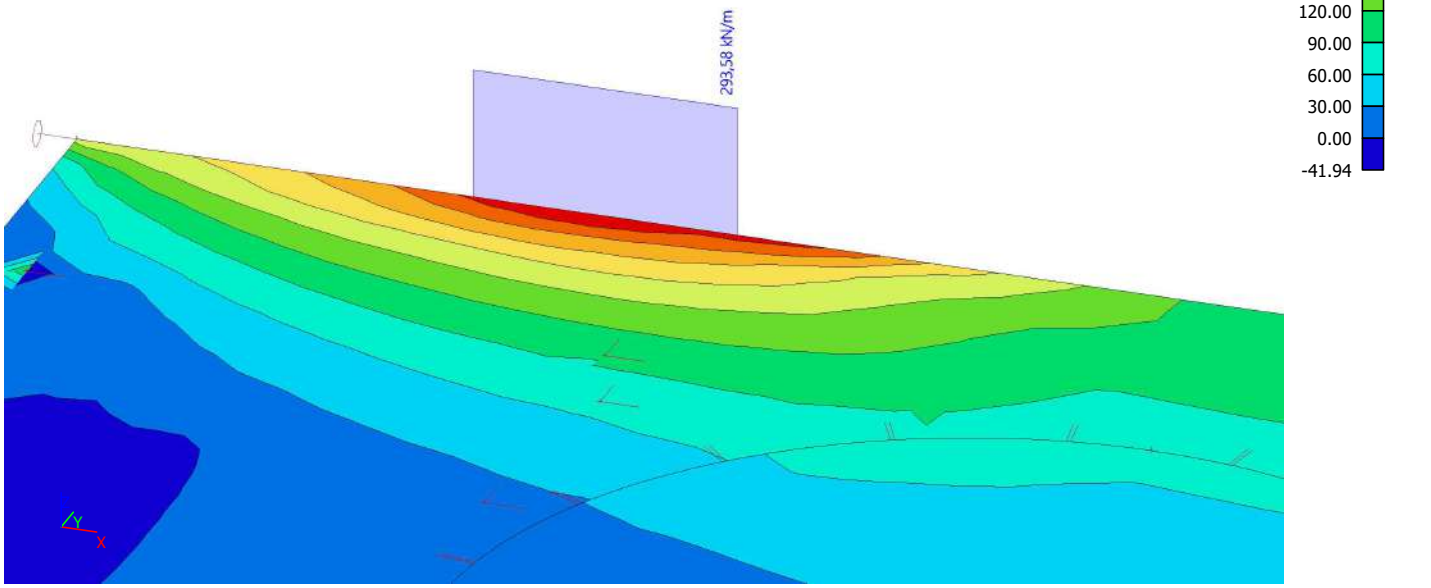
2.15. Interne 2D-krachten; n_xD

Waardes: n_{xD}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



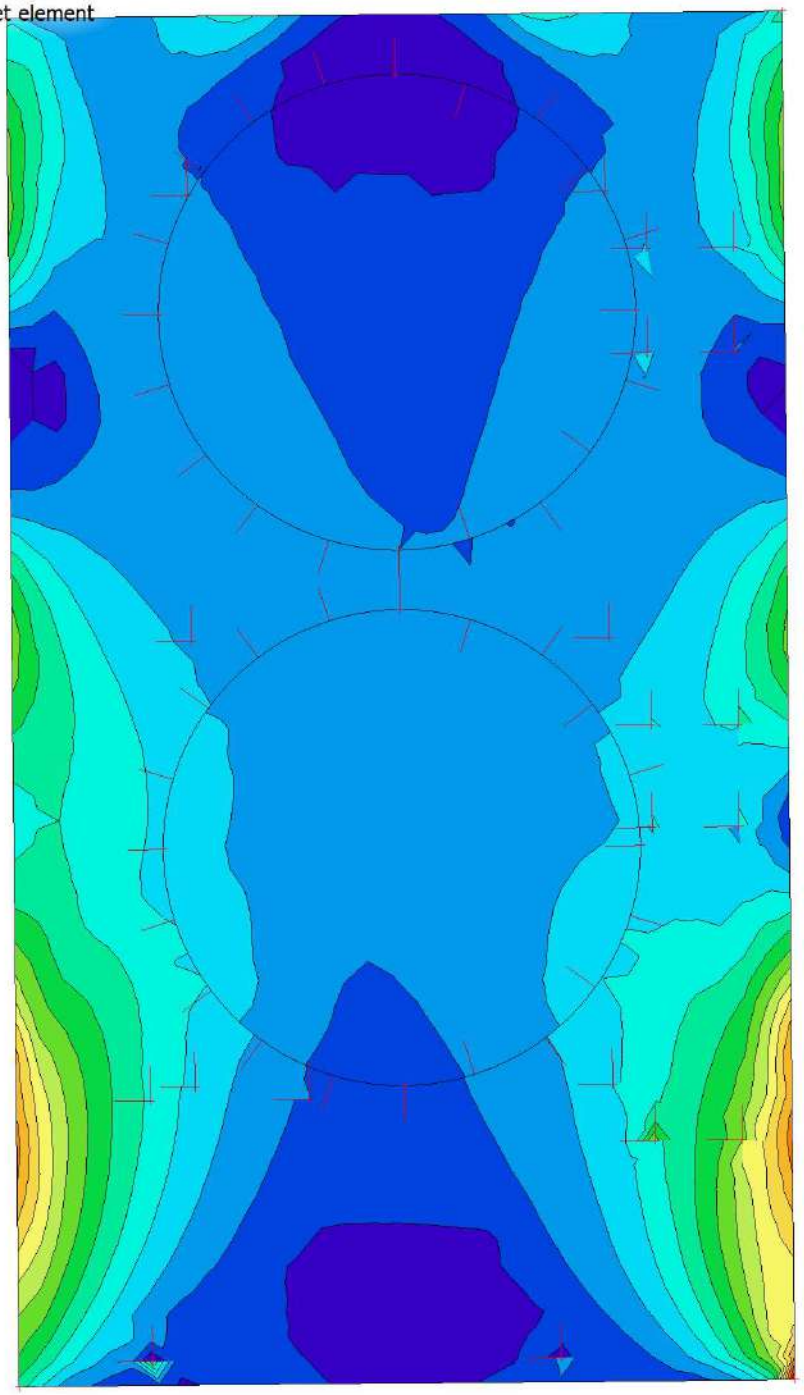
2.16. Interne 2D-krachten; n_xD

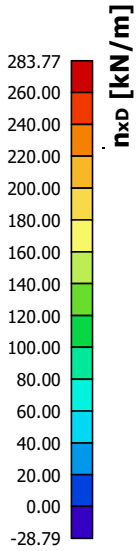
Waardes: n_{xD}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



2.17. Interne 2D-krachten; n_xD

Waardes: n_{xD}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element

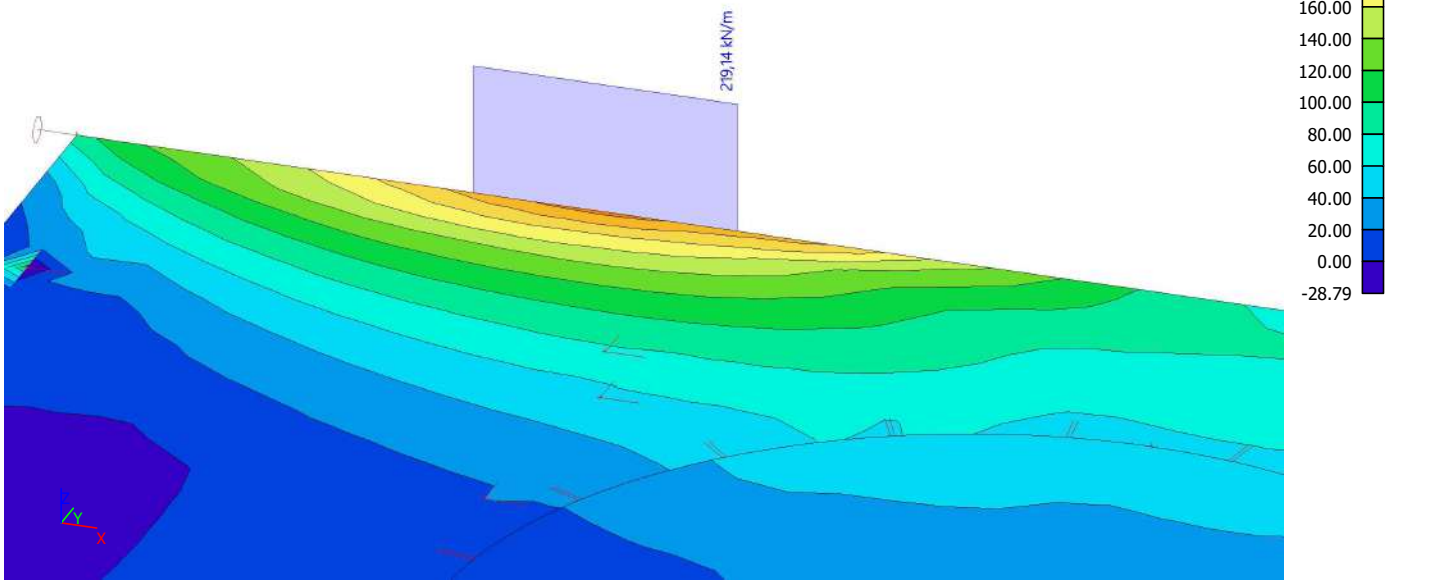






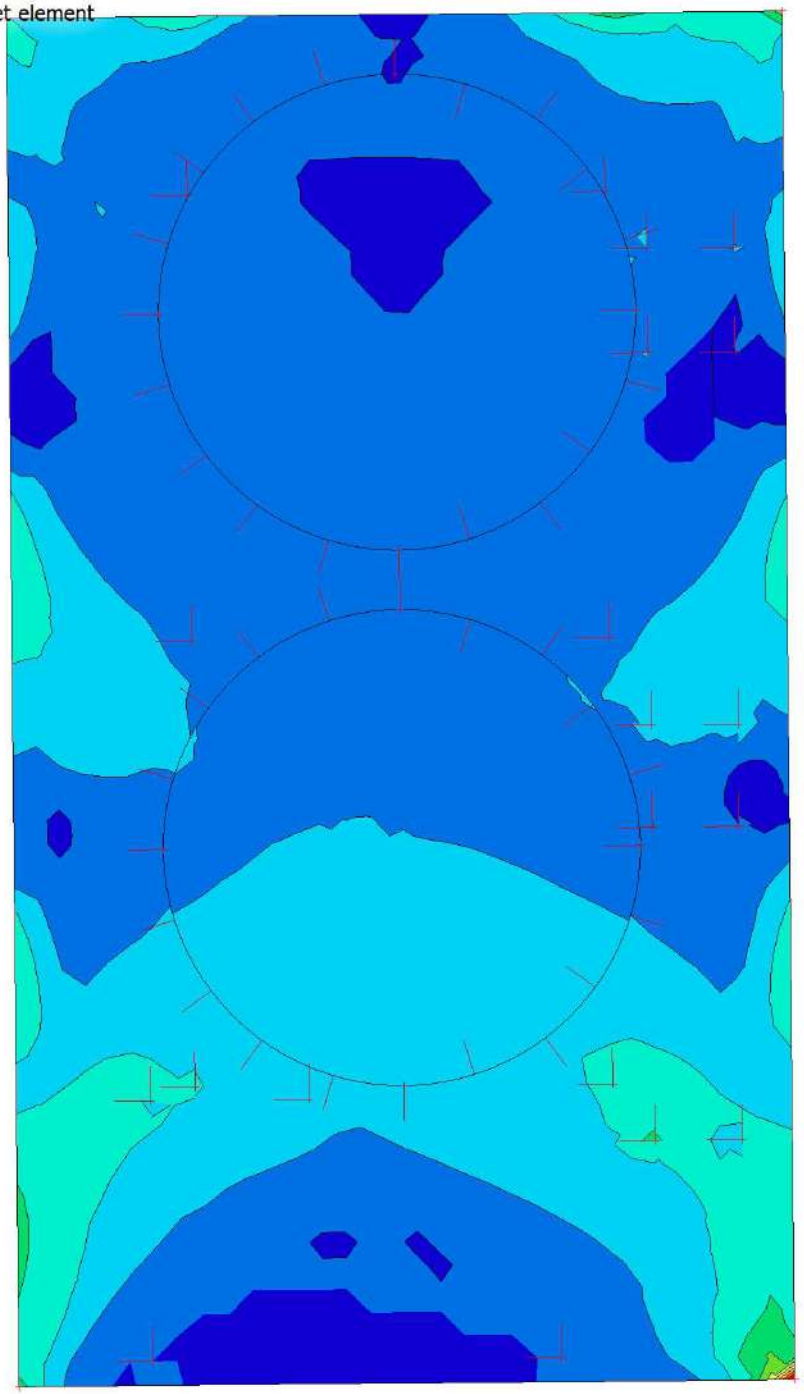
2.18. Interne 2D-krachten; n_xD

Waardes: n_{xD}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



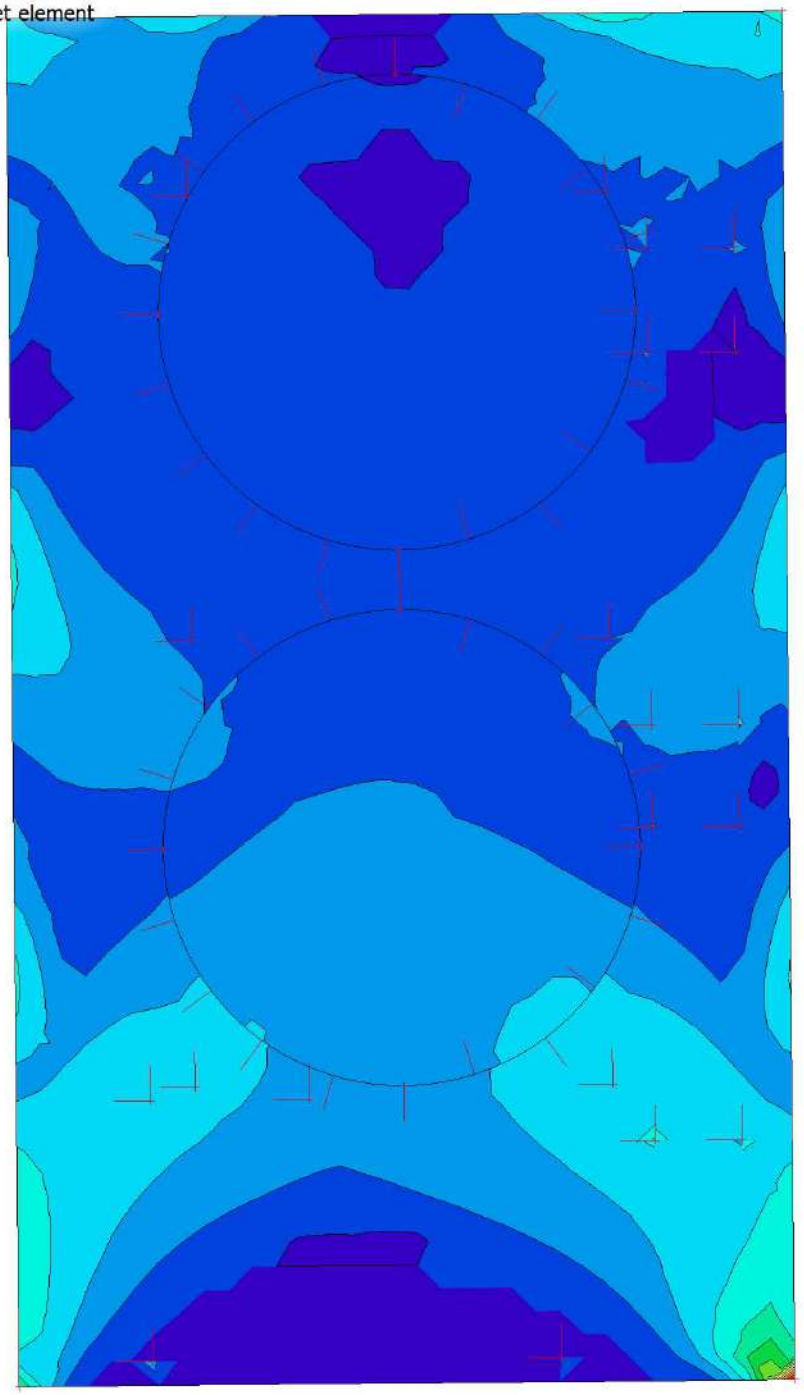
2.19. Interne 2D-krachten; n_yD

Waardes: n_{yD}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



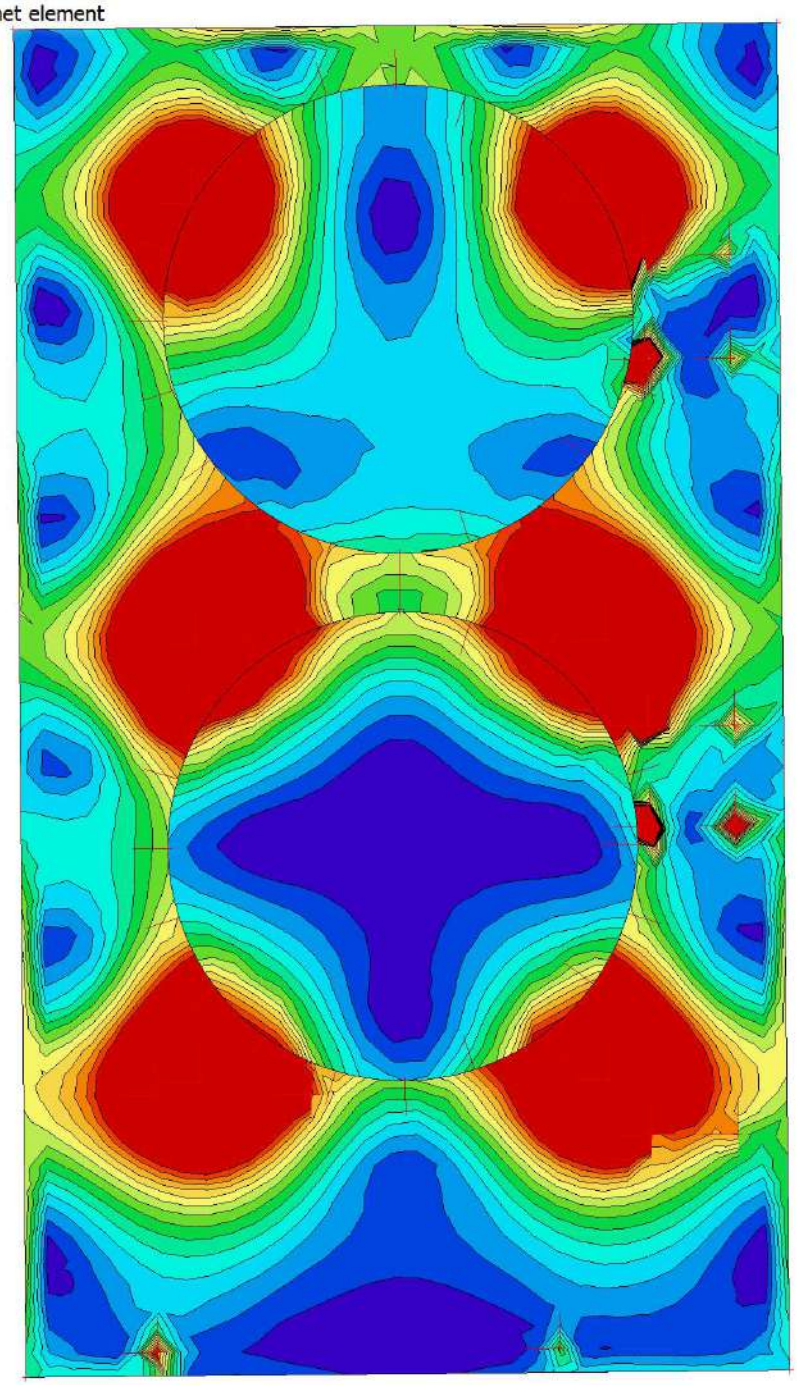
2.20. Interne 2D-krachten; n_yD

Waardes: n_{yD}
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



2.21. Interne 2D-krachten; q_maxb

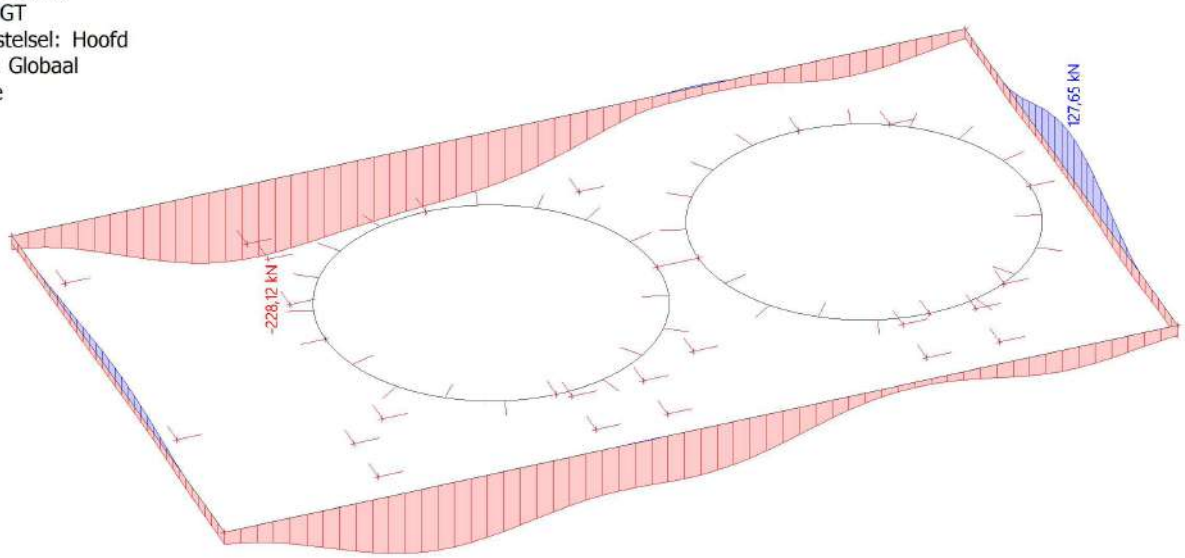
Waardes: q_{maxb}
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



3. Betonnen rib

3.1. Interne 1D-krachten; N

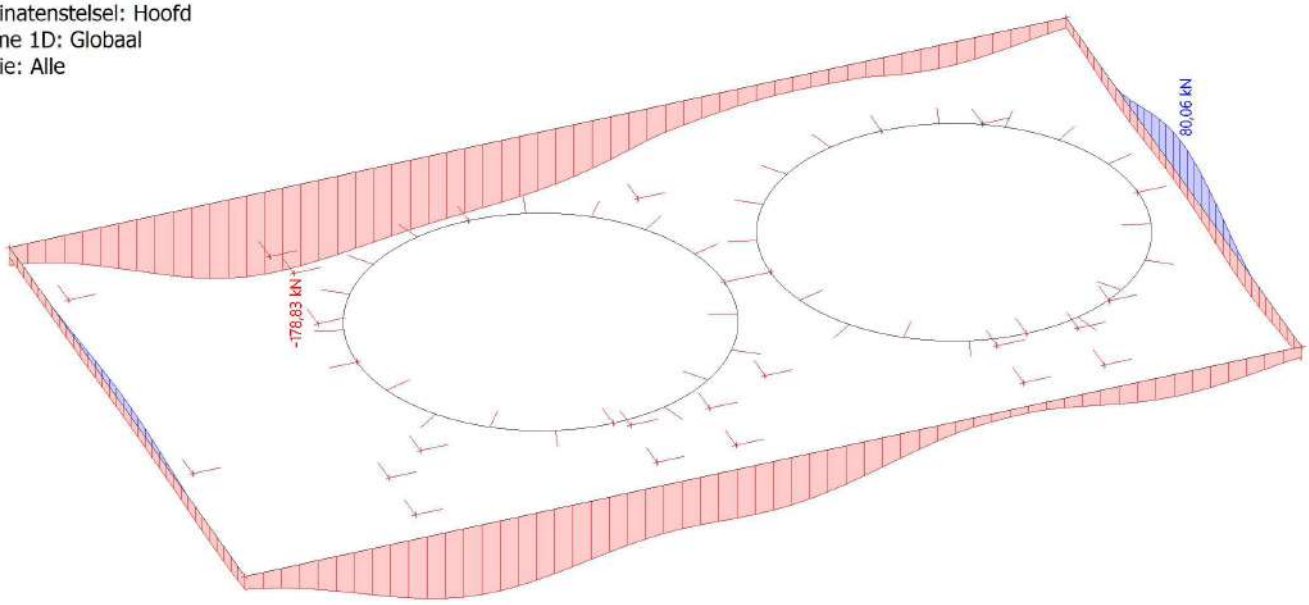
Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





3.2. Interne 1D-krachten; N

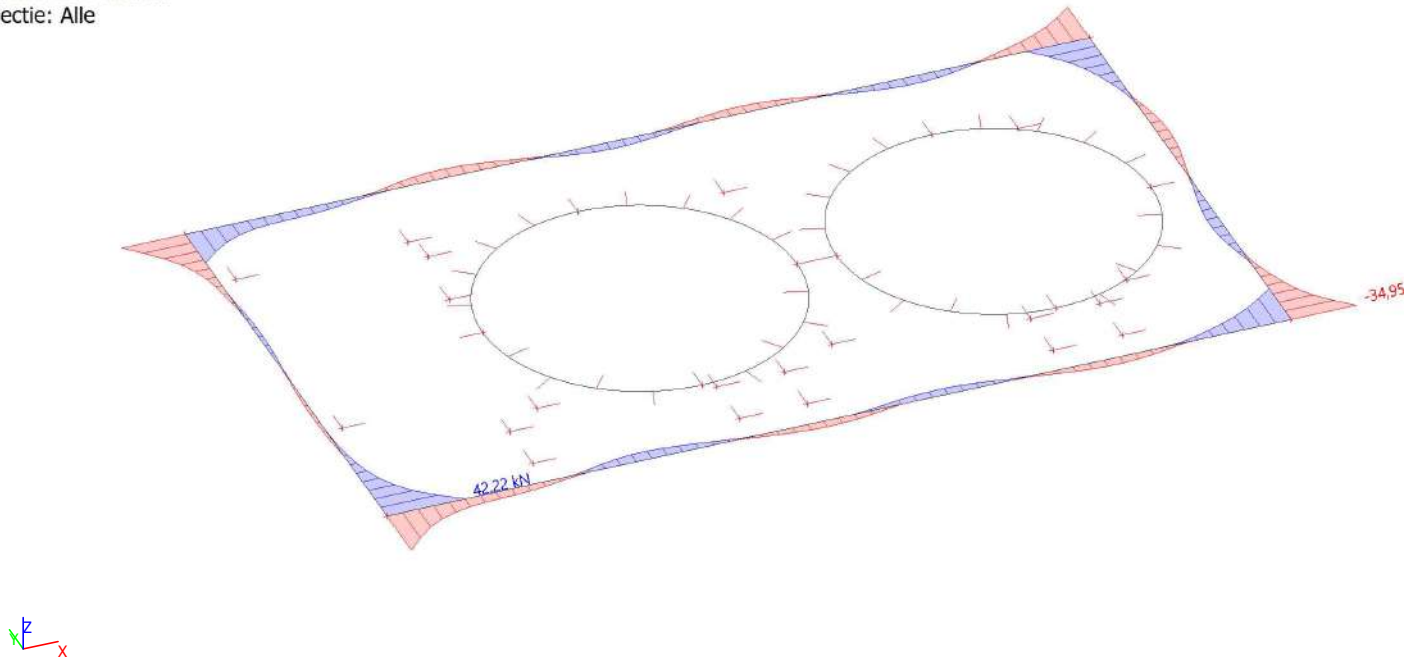
Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





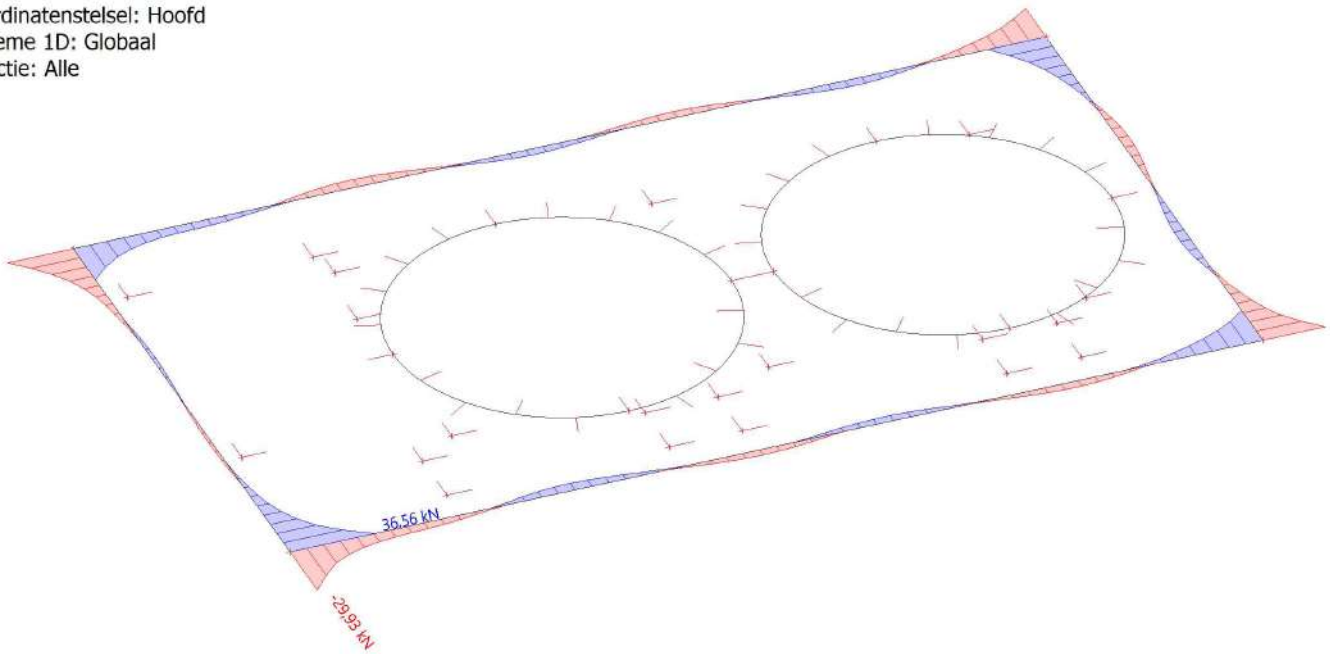
3.3. Interne 1D-krachten; V_y

Waardes: V_y
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



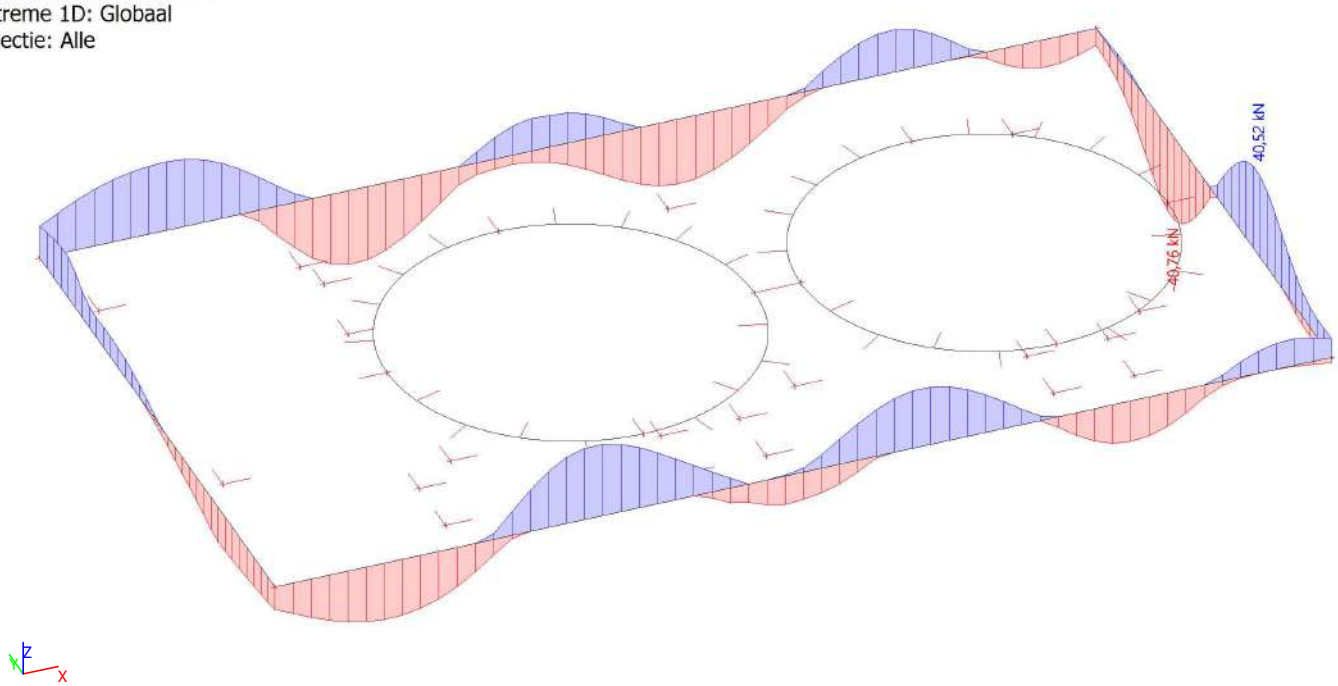
3.4. Interne 1D-krachten; V_y

Waardes: V_y
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



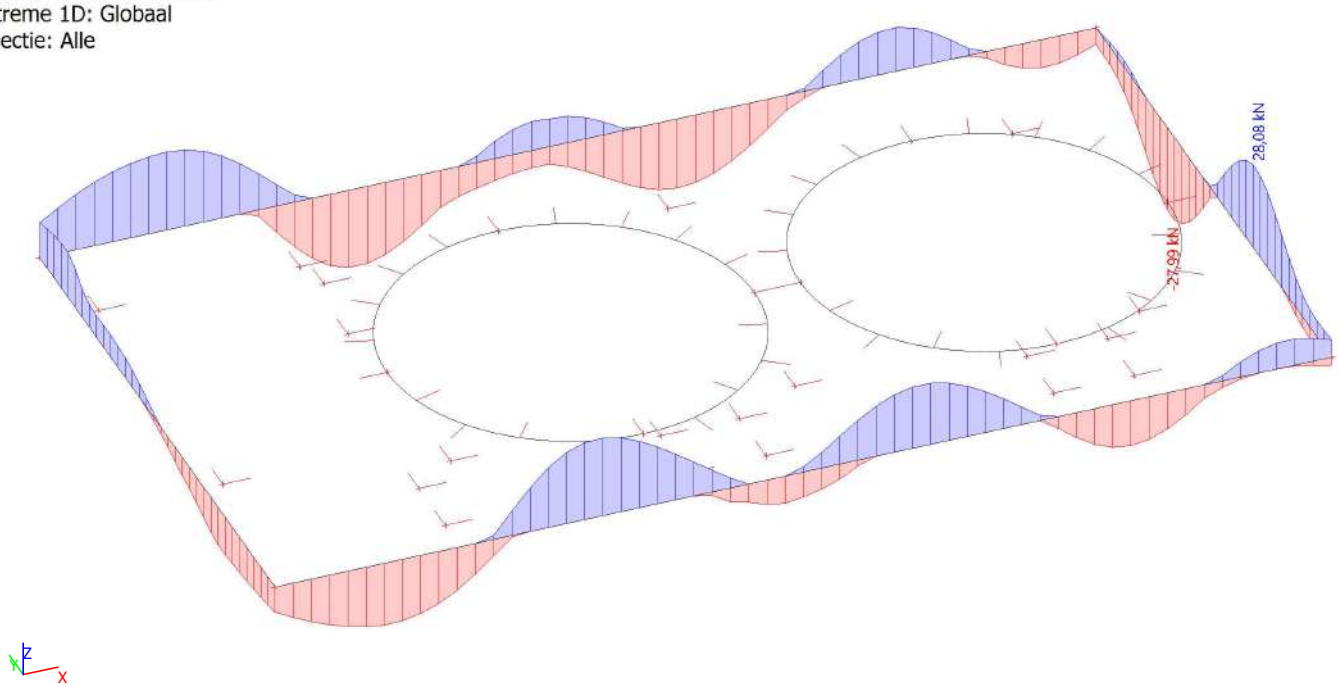
3.5. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



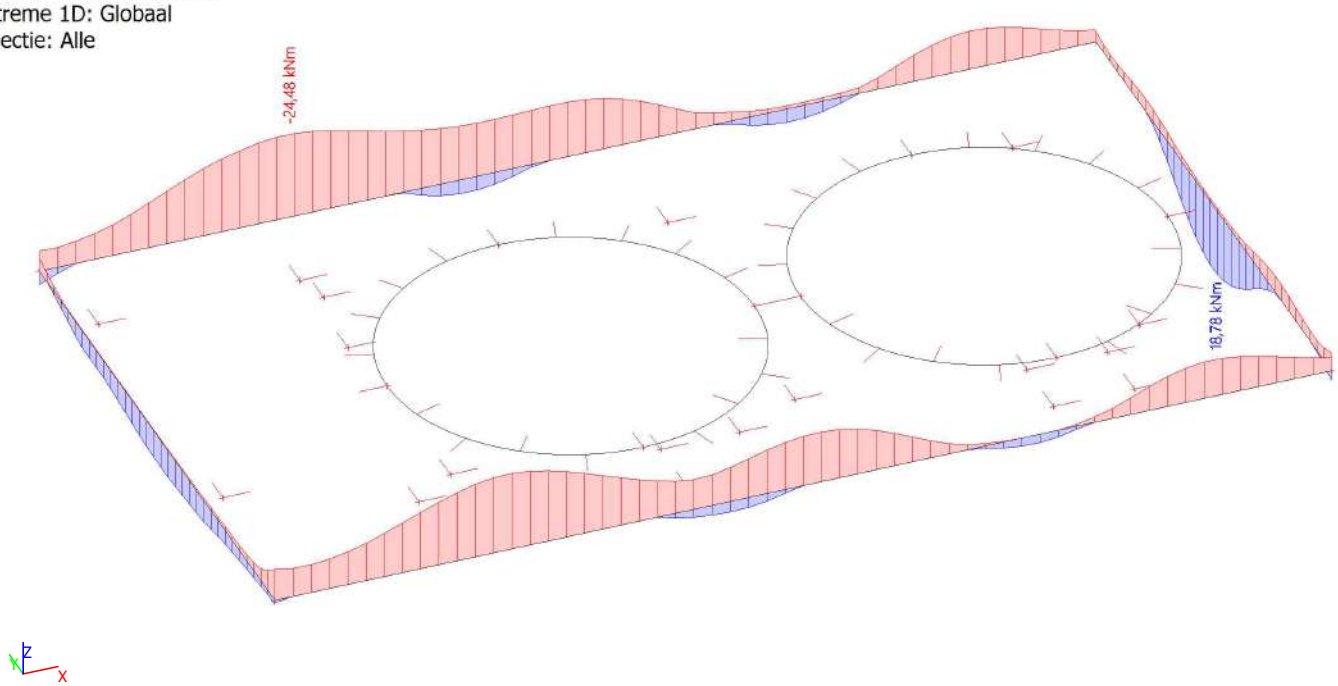
3.6. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



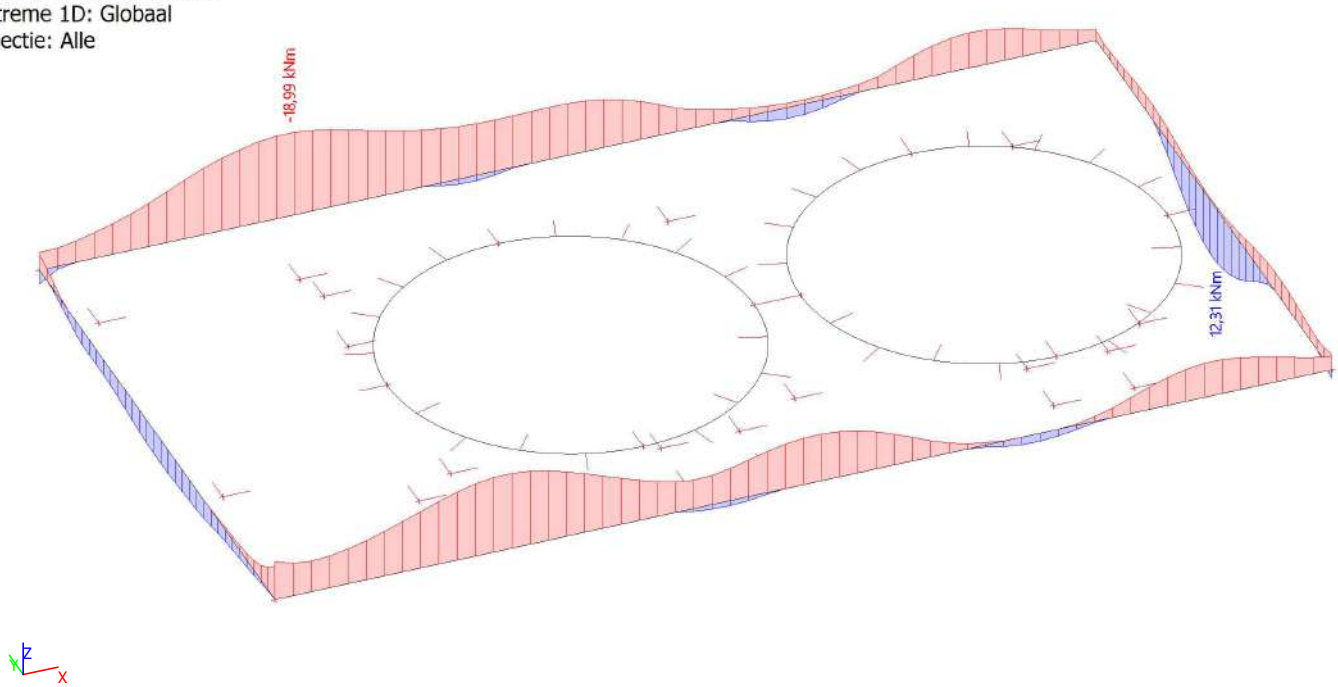
3.7. Interne 1D-krachten; M_y

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



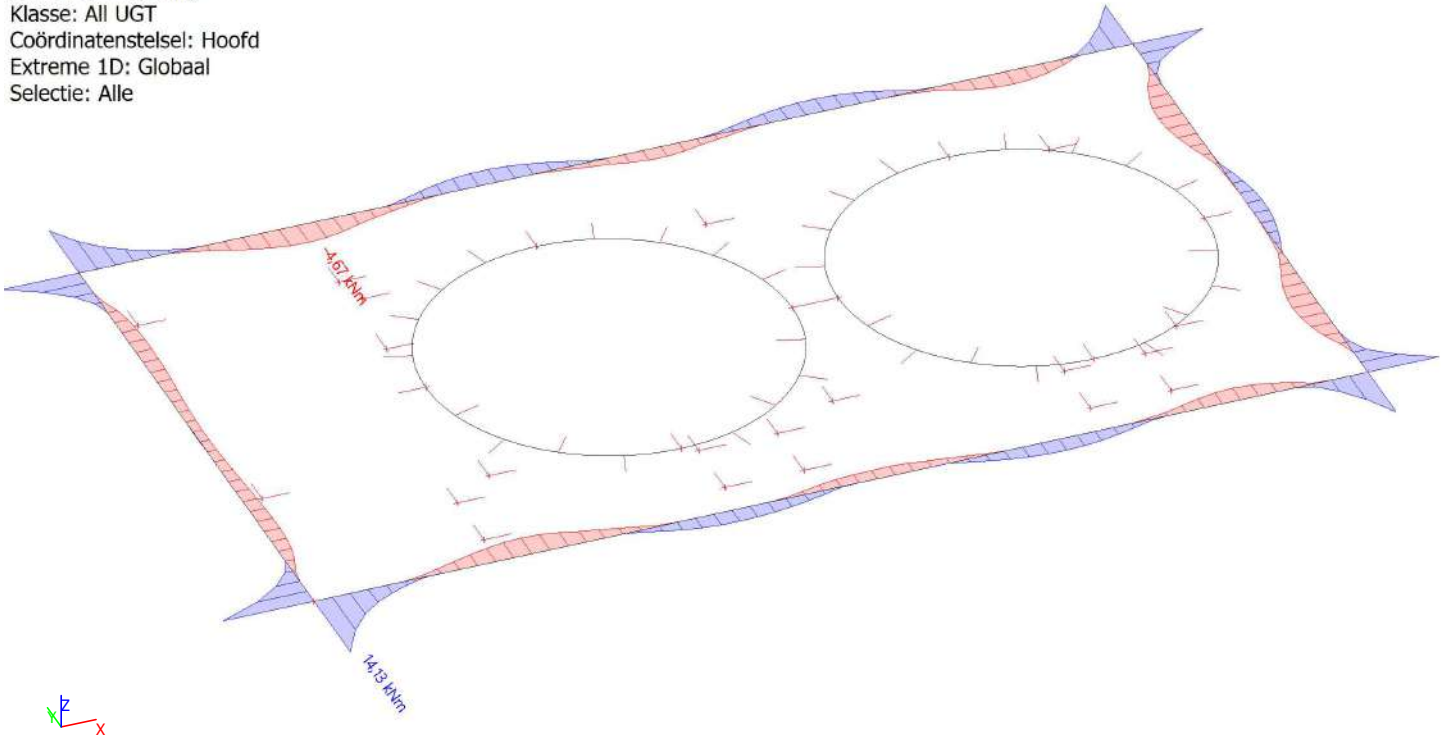
3.8. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



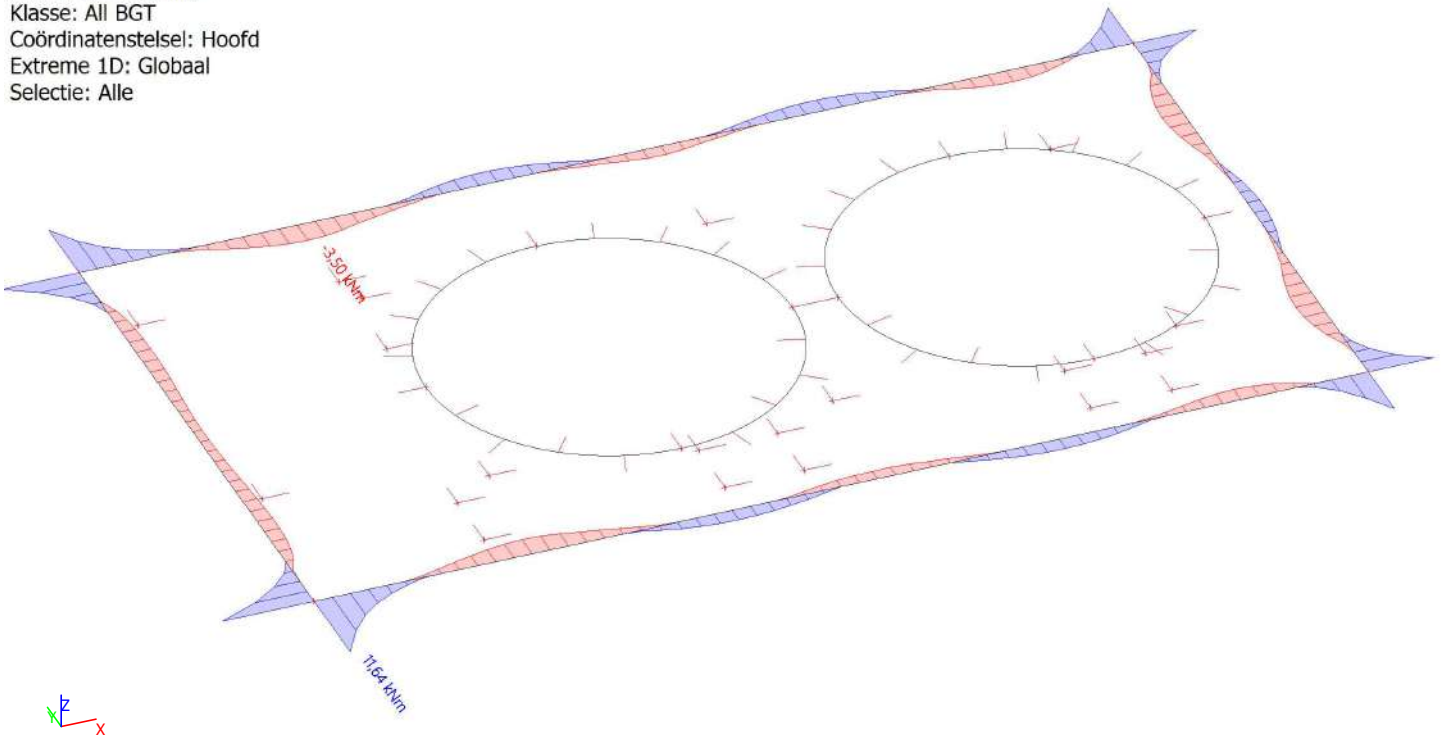
3.9. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: M_z
Lineaire berekening
Klasse: All UGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



3.10. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: M_z
Lineaire berekening
Klasse: All BGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



Plaat

	ULS	SLS	nxD - ULS (kN/m)	nxD - SLS (kN/m)	nyD - ULS (kN/m)	nyD - SLS (kN/m)
mxD+ (kNm/m)	-110,8	-78,89	90	80	/	/
mxD- (kNm/m)	51,3	34,74	60	40	/	/
myD+ (kNm/m)	-113,65	-81,24	/	/	90	60
myD- (kNm/m)	57,98	38,46	/	/	30	20
P (kN)	596	/	/	/	/	/

Funderingsbalk

	ULS	SLS
N (kN)	127,64	80,06
Vy (kN)	42,22	36,56
Vz (kN)	40,76	28,08
My (kNm)	24,48	18,99
Mz (kNm)	14,13	11,64

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Plaat - bovenwapening - X**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

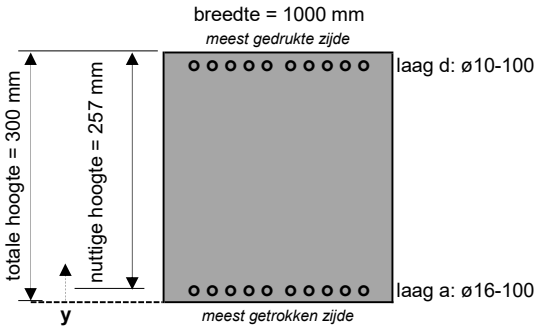
INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37	ontwerpsituatie:	
ductiliteitsklasse staal	=	**B**	**blijvend/tijdelijk**	
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²		

geometrie

hoogte doorsnede	=	**300** mm	constructietype:	
breedte doorsnede	=	**1000** mm	**plaat**	



belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**	
normaalkracht N	=	**80** kN (trek)	
normaalkracht N_{Ed}	=	**90** kN (trek)	
buigend moment M	=	**79** kNm	**δ = 1,00** (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)
buigend moment M_{Ed}	=	**111** kNm	

wapening

constructietype	=	**S4**	
milieuklasse trekzijde	=	**XC4**	
profillering wapening	=	**geribd**	
nominale dekking c_{nom}	=	**35** mm	
gekozen dekking c_{app}	=	**35** mm	
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]	

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø16**	**- 100**			2011	**43**	257
laag b							
laag c							
laag d	**ø10**	**- 100**			785	**260**	40

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 16,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 257 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **0** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20	N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000	N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143	N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9	N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175	%
rek beton ε_{cu3}	=	0,350	%

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435	N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000	N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000	%
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500	%
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217	%

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	46	mm
breukmoment M_{Rd}	=	195	kNm
aanwezig moment M_{Ed}	=	111	kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{111\ \text{kNm}}{195\ \text{kNm}} = 0,57 < 1,00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{46\ \text{mm}}{257\ \text{mm}} = 0,18 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 467 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	141	mm
scheurmoment M_r	=	48	kNm, gescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	78	mm
max. staalsp. σ_s	=	192	N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	0	N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	7,05 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	7,05 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	192 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = 0,16 mm
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 219 mm (VARCE 10 niet maatgevend)
tabel 7.1N → w_{max} = 0,30 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,16\ \text{mm}}{1,00} = 0,16$ mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 418 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Plaat - onderwapening - X**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

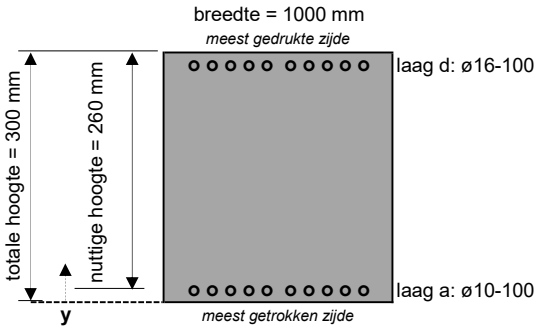
INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37		ontwerpsituatie:
ductiliteitsklasse staal	=	**B**		**blijvend/tijdelijk**
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²		

geometrie

hoogte doorsnede	=	**300** mm		constructietype:
breedte doorsnede	=	**1000** mm		**plaat**



belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**		
normaalkracht N	=	**40** kN (trek)		
normaalkracht N_{Ed}	=	**60** kN (trek)		
buigend moment M	=	**35** kNm	**δ = 1,00**	(t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)
buigend moment M_{Ed}	=	**52** kNm		

wapening

constructietype	=	**S4**		
milieuklasse trekzijde	=	**XC4**		
profillering wapening	=	**geribd**		
nominale dekking c_{nom}	=	**35** mm		
gekozen dekking c_{app}	=	**35** mm		
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]		

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø10**	**- 100**			785	**40**	260
laag b							
laag c							
laag d	**ø16**	**- 100**			2011	**257**	43

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 10,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 260 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **0** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20	N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000	N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143	N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9	N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175	%
rek beton ε_{cu3}	=	0,350	%

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435	N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000	N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000	%
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500	%
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217	%

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	36	mm
breukmoment M_{Rd}	=	84	kNm
aanwezig moment M_{Ed}	=	52	kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{52\ \text{kNm}}{84\ \text{kNm}} = 0,62 < 1,00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{36\ \text{mm}}{260\ \text{mm}} = 0,14 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 459 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	139	mm
scheurmoment M_r	=	47	kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	51	mm
max. staalsp. σ_s	=	213	N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	0	N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	4,38	N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18	N/mm² Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	4,38	N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14	N/mm² Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	213	N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400	N/mm² Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k	=	0,17	mm	
max. scheurafstand $s_{r,max}$	=	260	mm	
tabel 7.1N → w_{max}	=	0,30	mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,17\ \text{mm}}{1,00}$	= 0,17 mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 399 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Plaat - bovenwapening - Y**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

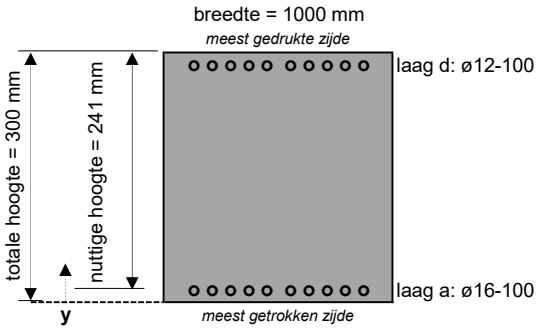
INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37	ontwerpsituatie: **blijvend/tijdelijk**
ductiliteitsklasse staal	=	**B**	
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²	

geometrie

hoogte doorsnede	=	**300** mm	constructietype: **plaat**
breedte doorsnede	=	**1000** mm	



belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**	
normaalkracht N	=	**60** kN (trek)	
normaalkracht N_{Ed}	=	**90** kN (trek)	
buigend moment M	=	**82** kNm	**δ = 1,00** (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)
buigend moment M_{Ed}	=	**114** kNm	

wapening

constructietype	=	**S4**
milieuklasse trekzijde	=	**XC4**
profillering wapening	=	**geribd**
nominale dekking c_{nom}	=	**35** mm
gekozen dekking c_{app}	=	**35** mm
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø16**	**- 100**			2011	**59**	241
laag b							
laag c							
laag d	**ø12**	**- 100**			1131	**247**	53

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 16,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 241 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **0** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175 %
rek beton ε_{cu3}	=	0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	52 mm
breukmoment M_{Rd}	=	182 kNm
aanwezig moment M_{Ed}	=	114 kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{114\ \text{kNm}}{182\ \text{kNm}} = 0,63 < 1,00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{52\ \text{mm}}{241\ \text{mm}} = 0,22 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 504 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	143 mm
scheurmoment M_r	=	47 kNm, gescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	77 mm
max. staalsp. σ_s	=	208 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	0 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	8,36 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	8,36 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	208 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = 0,22 mm
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 274 mm (VARCE 10 niet maatgevend)
tabel 7.1N → w_{max} = 0,30 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,22\ \text{mm}}{1,00}$ = 0,22 mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 402 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBERekening

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Plaat - onderwapening - Y**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

WAPENINGSBERekening RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materialen

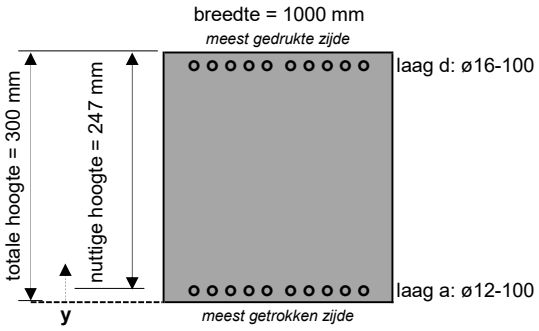
keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37	ontwerpsituatie:	
ductiliteitsklasse staal	=	**B**	**blijvend/tijdelijk**	
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²		

geometrie

hoogte doorsnede	=	**300** mm	constructietype:	
breedte doorsnede	=	**1000** mm	**plaat**	

belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**		
normaalkracht N	=	**20** kN (trek)		
normaalkracht N_{Ed}	=	**30** kN (trek)		
buigend moment M	=	**39** kNm	**δ = 1,00**	(t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)
buigend moment M_{Ed}	=	**58** kNm		



wapening

constructietype	=	**S4**		
milieuklasse trekzijde	=	**XC4**		
profillering wapening	=	**geribd**		
nominale dekking c_{nom}	=	**35** mm		
gekozen dekking c_{app}	=	**35** mm		
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]		

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø12**	**- 100**			1131	**53**	247
laag b							
laag c							
laag d	**ø16**	**- 100**			2011	**241**	59

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 12,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 247 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **0** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20	N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000	N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143	N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9	N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175	%
rek beton ε_{cu3}	=	0,350	%

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435	N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000	N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000	%
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500	%
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217	%

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	49	mm
breukmoment M_{Rd}	=	120	kNm
aanwezig moment M_{Ed}	=	58	kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{58\ \text{kNm}}{120\ \text{kNm}} = 0,48 < 1,00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{49\ \text{mm}}{247\ \text{mm}} = 0,2 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 475 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	144	mm
scheurmoment M_r	=	48	kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	64	mm
max. staalsp. σ_s	=	164	N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	0	N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	4,87 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	4,87 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	164 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = 0,15 mm
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 302 mm
tabel 7.1N → w_{max} = 0,30 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,15\ \text{mm}}{1,00} = 0,15$ mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 373 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

PONS VAN EEN RONDE OF RECHTHOEKIGE KOLOM DOOR EEN GEWAPEND BETONNEN PLAAT (EC2 6.4)

Dit rekenblad dient voor het toetsen van een gewapend betonnen plaat op pons. De toetsing is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1+NB artikel 6.4, met bepaling van β conform DIN-EN 1992-1-1/NA. De detaillering van eventuele ponswapening is getoetst volgens artikel 9.4.3.

INVOER

belasting op kolom

rekenwaarde ponskracht	V_{Ed}	=	596	kN
moment op kolom in y-richting	$M_{Ed,y}$	=	0	kNm
moment op kolom in z-richting	$M_{Ed,z}$	=	0	kNm
betonspanning in plaat, y-richting	σ_{cy}	=	0	N/mm²
betonspanning in plaat, z-richting	σ_{cz}	=	0	N/mm²
aard van belasting		=	blijvend / tijdelijk	

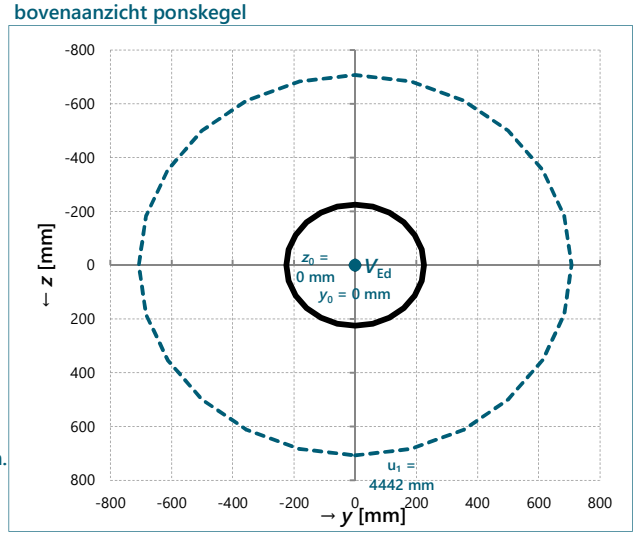
geometrie kolom

vorm van kolomdoorsnede		=	rond	-
diameter kolomdoorsnede	c	=	450	mm
positie van kolom		=	midden	-

eigenschappen plaat

plaatdikte	h	=	300	mm
sterkteklasse beton		=	C30/37	-

bovenaanzicht ponskegel



buigwapening	Ø [mm]		s [mm]	c [mm]
buigwapening y-richting	16	–	100	43
buigwapening z-richting	16	–	100	59
ponswapening (radiaal)	**Ø [mm]**		**s_r [mm]**	**staven/perim.**
ponswap. binnen 1e perimeter	0	–	150	12
ponswap. buiten 1e perimeter	0	–	150	8

hoek ponswapening en vlak plaat	α_{wap}	=	90	° (verticaal)	benaderde β-waarde toepassen?		=	nee -

SCHUIFCAPACITEIT

algemeen

toetspositie van kolom		=	midden	-	kar. cylinderdruksterkte beton	f_{ck}	=	30 N/mm²
gewogen effectieve plaatdikte	d	=	241	mm	rekenwaarde druksterkte beton	f_{cd}	=	20,0 N/mm²
effectieve wapeningsverhouding	ρ_l	=	0,008	-	effectieve sterkte ponswapening	$f_{ywd,ef}$	=	310,3 N/mm²

maximale schuifspanning in toetsingsdoorsneden (6.4.2/3/5)

lengte controleperimeter	u_1	=	4442	mm				
schuifspanning in perimeter	$v_{Ed;1}$	=	0,612	N/mm²	factor excentriciteit ponskracht	β	=	1,10 -
spanningsomtrek kolom	u_0	=	1414	mm				
schuifspanning in kolomomtrek	$v_{Ed;0}$	=	1,92	N/mm²				

schuifspanningscapaciteit zonder ponswapening (6.4.4)

betonspanning in plaat	σ_{cp}	=	0	N/mm²	factor betonspanning in plaat	k_1	=	0,0 -
min. schuifspanningscapaciteit	v_{min}	=	0,51	N/mm²	factor i.v.m. plaatdikte	k	=	1,91 -
schuifspanningscapaciteit beton	$v_{Rd,c}$	=	0,67	N/mm²	factor i.v.m. belastingduur	$C_{Rd;c}$	=	0,12 -

schuifspanningscapaciteit met ponswapening (6.4.5)

max. cap. perimeter incl. ponswap.	$v_{Rd,cs,max}$	=	1,07	N/mm²	factor i.v.m. schuifcapaciteit	k_{max}	=	1,6 -
schuifspanningscap. perimeter	$v_{Rd,cs}$	=	0,50	N/mm²	staaldsn. ponswapening/perimeter	A_{sw}	=	0 mm²
schuifspanningscap. rond kolom	$v_{Rd,max}$	=	4,22	N/mm²	factor i.v.m. gescheurd beton	v	=	0,53 -

CONTROLE SCHUIFSPANNING

toetsing kolomomtrek	$\frac{v_{Ed,0}}{v_{Rd,max}}$	=	$\frac{1,92}{4,22}$	= 0,46	≤ 1
toetsing zonder ponswapening	$\frac{v_{Ed,1}}{v_{Rd,c}}$	=	$\frac{0,61}{0,67}$	= 0,91	≤ 1
toetsing met ponswapening	$\frac{v_{Ed,1}}{v_{Rd,cs}}$	=	$\frac{0,61}{0,67}$	= 0,91	≤ 1

DETAILLERING PONSWAPENING

afstand tot eerste en laatste rij ponswapening (6.4.5)

uiterste perimeter met ponswap.	$u_{out,ef}$	=	4055	mm				
afst. dag kolom tot uiterste perim.	$a_{out,ef}$	=	420	mm				
verschuiving laatste rij ponswap.	kd	=	362	mm	factor verschuiving ponswapening	k	=	1,5 -

positionering benen ponswapening (9.4.3)

max. radiale afstand benen	$s_{r,max}$	=	181	mm				
toeg. tangentiële afstand benen	s_{t1}	=	370	mm	(binnen 1e controleperimeter u_1)			
max. tangentiële afstand benen	$s_{t1,max}$	=	362	mm				
minimale staaldoorsnede been	$A_{sw1,min}$	=	32	mm²	kar. vloeigrens ponswapening	f_{yk}	=	500 N/mm²
minimale diameter been	$Ø_{w1,min}$	=	6,4	mm				
toeg. tangentiële afstand benen	s_{t2}	=	507	mm	(buiten 1e controleperimeter u_1)			
max. tangentiële afstand benen	$s_{t2,max}$	=	482	mm				
minimale staaldoorsnede been	$A_{sw2,min}$	=	44	mm²				
minimale diameter been	$Ø_{w2,min}$	=	7,5	mm				

CONTROLE DETAILLERING

randwapening (6.4.2 (5))

extra randwapening benodigd = nee

algemeen

ponswapening niet nodig ($v_{Ed,1} < v_{Rd,c}$)

aantal toe te passen rijen n_r = 1 - (bij rijafstand 150 mm)

radiale afstand ponswapening $\frac{s_r}{s_{r,max}} = \frac{150\ mm}{181\ mm} = 0,83 \leq 1$

ponswapening binnen 1e perimeter

ponswapening binnen 1e perimeter niet nodig ($v_{Ed,1} < v_{Rd,c}$)

afst. dag kolom tot 1e ponswap.	$a_{in.max}$	=	121	mm	} (zone met 12Ø0−150 mm)
afst. dag kolom tot 1e perimeter	a_1	=	482	mm	

tangentiële afstand ponswap. $\frac{s_{t1}}{s_{t1,max}} = \frac{370\ mm}{362\ mm} = 1,02 \leq 1$

staafdiameter ponswapening $\frac{Ø_{w1,min}}{Ø_{w1}} = \frac{6,4\ mm}{0,0\ mm}$ #DIV/0! 1

ponswapening buiten 1e perimeter

ponswapening buiten 1e perimeter niet nodig ($a_{out;min} < a_1$)

afst. dag kolom tot 1e perimeter	a_1	=	482	mm	} (zone met 8Ø0−150 mm)
afst. dag kolom tot laatste ponsw.	$a_{out.min}$	=	59	mm	

tangentiële afstand ponswap. $\frac{s_{t2}}{s_{t2,max}} = \frac{507\ mm}{482\ mm} = 1,05 \leq 1$

staafdiameter ponswapening $\frac{Ø_{w2,min}}{Ø_{w2}} = \frac{7,5\ mm}{0,0\ mm}$ #DIV/0! 1

Witteveen Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Funderingsbalk - My**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37	ontwerpsituatie: **blijvend/tijdelijk**
ductiliteitsklasse staal	=	**B**	
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²	

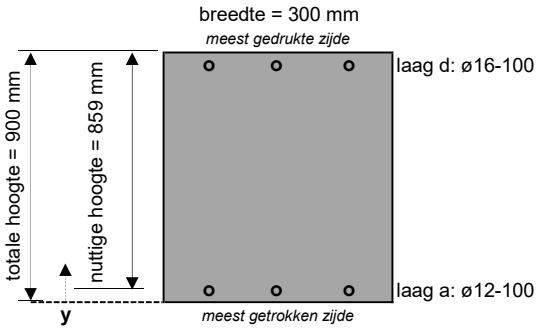
geometrie

hoogte doorsnede	=	**900** mm	constructietype: **balk**
breedte doorsnede	=	**300** mm	

belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**
normaalkracht N	=	**80** kN (trek)
normaalkracht N_{Ed}	=	**128** kN (trek)
buigend moment M	=	**19** kNm
buigend moment M_{Ed}	=	**25** kNm

δ = 1,00 (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)



wapening

constructietype	=	**S4**	
milieuklasse trekzijde	=	**XC4**	
profillering wapening	=	**geribd**	
nominale dekking c_{nom}	=	**35** mm	
gekozen dekking c_{app}	=	**35** mm	
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]	

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø12**	**- 100**			339	**41**	859
laag b							
laag c							
laag d	**ø16**	**- 100**			603	**857**	43

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 12,0 mm
s_r = 109 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 859 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **0** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175 %
rek beton ε_{cu3}	=	0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	33 mm
breukmoment M_{Rd}	=	73 kNm
aanwezig moment M_{Ed}	=	25 kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{25\ \text{kNm}}{73\ \text{kNm}} = 0,34 < 1,00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{33\ \text{mm}}{859\ \text{mm}} = 0,04 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 368 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	396 mm
scheurmoment M_r	=	115 kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	0 mm
max. staalsp. σ_s	=	186 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	0 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	0,00 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	0,00 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	186 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - conform §4.3.3 'Betonconstructies onder Temperatuur- en Krimpvervormingen', [redacted]

scheurwijdte w_k = 0,12 mm (onvoltooid scheurenpatroon)
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 312 mm
tabel 7.1N → w_{max} = 0,30 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,12\ \text{mm}}{1,00} = 0,12$ mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 263 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 2.2**
BEUGELWAPENING

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Dwarskracht - Vz**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

CONTROLE OP DWARSKRACHT RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE

De berekening is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1 + C2:2011, met NB:2011. Deze spreadsheet is niet geldig voor gedrongen constructies.

INVOER

algemeen

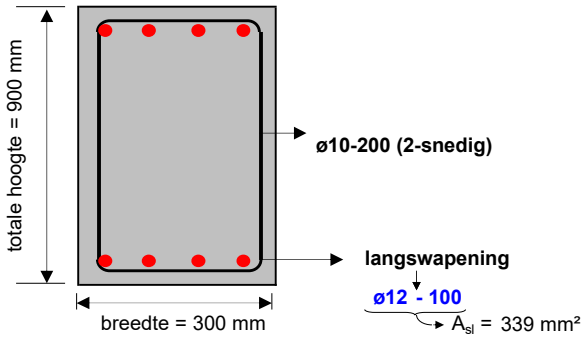
ontwerpsituatie	=	**blijvend/tijdelijk**
constructietype:	=	**plaat**

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²
drukdiagonaal maatgevend?	=	**nee**

geometrie

hoogte doorsnede h	=	**900** mm
breedte doorsnede b	=	**300** mm
nuttige hoogte d	=	849 mm



belastingen

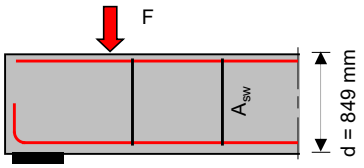
normaalkracht N_{Ed}	=	**128** kN (trek)
dwarskracht V_{Ed}	=	**41** kN

Staat een belasting F binnen een afstand van 0,5d < a < 2,0d van de rand van de oplegging? → **nee**

beugelwapening

aantal sneden beugel n	=	**2**
diameter beugel $Ø_{bgl}$	=	**ø10** mm
beugelafstand s_{bgl}	=	**200** mm
dekking op de beugel c	=	**35** mm

→ A_{sw} = 157 mm² ; A_{bgls} = 0,79 mm²/mm



gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
betontreksterkte f_{ctd}	=	1,35 N/mm² (met α_{ct} = 1)

gegevens staal

rekenwaarde vloeigrens f_{ywd}	=	435 N/mm²
langswap. verhouding ρ_l	=	0,0013
helling van de beugel α	=	90° (verticale beugels)

UITVOER

capaciteit beton

coëfficiënt $C_{Rd,c}$	=	0,12 (met γ_c = 1,5)
coëfficiënt k_1	=	0,15 (artikel 6.2.2)
coëfficiënt $\nu_1 = \nu$	=	0,53 (artikel 6.2.3)

$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}$ = 1,49

$\nu_{min} = 0{,}035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2}$ = 0,35

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / [b \times h]$ = 0,47 N/mm² → α_{cw} = 1,00

$\sigma_{cp;afgeperkt} = 0{,}2 \times f_{cd}$ = 4,00 N/mm²

De capaciteit van het beton wordt berekend conform artikel 6.2.2.

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 54 kN

$V_{Rd,c,min} = [\nu_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 70 kN

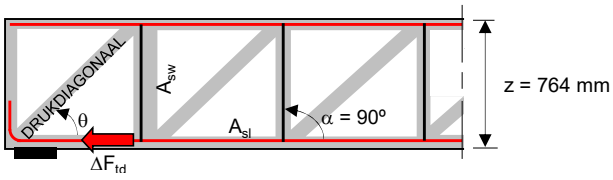
$V_{Rd,c,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times \nu_1 \times f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta}$ = 1210 kN

$V_{Rd,c}$ = 70 kN

capaciteit staal

inwendige hefboomsarm z	=	764 mm
min. vereiste beugelwap.	=	0,00 mm²/mm (plaat)
hoek drukdiagonaal θ_{sw}	=	21,8 ° (van de gekozen beugelwap.)
gekozen drukdiagonaal θ_h	=	**45,0** ° (21,8° ≤ θ ≤ 45°)

$V_{Rd,s} = f_{ywd} \times \frac{A_{sw}}{s} \times z \times \cot\theta$ = 261 kN (vergelijking 6.13)



benodigde beugels $A_{ben} = \frac{V_{Ed}}{z \times \cot\theta \times f_{ywd}} = \frac{41\text{ kN}}{764\text{ mm} \times \cot(45°) \times 435\text{ N/mm}^2}$ = 0,12 mm²/mm

Voor de ongescheurde delen is de dwarskrachtcapaciteit begrensd door de treksterkte van het beton. Hierbij geldt α_l = 1.

$V_{Rd,c,ongescheurd} = \frac{I_y \times b_w}{S} \times \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_l \times \sigma_{cp} \times f_{ctd}}$ = 196 kN

CONCLUSIE

capaciteit beton van $V_{Rd,c}$ = 70 kN > 41 kN → Voldoet, beugels zijn niet strikt noodzakelijk.

capaciteit beugels $\frac{A_{ben}}{A_{bgls}}$ = $\frac{\text{n.v.t.}}{0{,}79\text{ mm}^2/\text{mm}}$

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{41\text{ kN}}{261\text{ kN}}$ = 0,16 < 1,00 → voldoet

bijkomende trekkracht ΔF_{td} = 0,5 x V_{Ed} x [cotθ - cotα] = 0 kN

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBERekening

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Funderingsbalk - Mz**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

WAPENINGSBERekening RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37	ontwerpsituatie: **blijvend/tijdelijk**
ductiliteitsklasse staal	=	**B**	
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²	

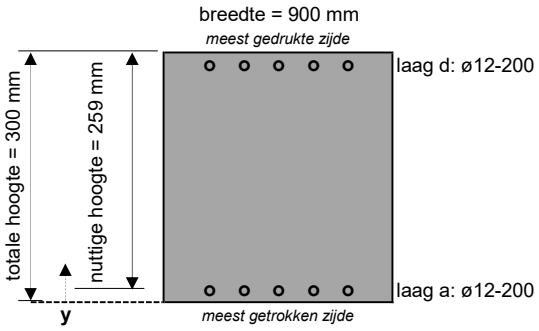
geometrie

hoogte doorsnede	=	**300** mm	constructietype: **balk**
breedte doorsnede	=	**900** mm	

belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**
normaalkracht N	=	**0** kN
normaalkracht N_{Ed}	=	**0** kN
buigend moment M	=	**12** kNm
buigend moment M_{Ed}	=	**14** kNm

δ = 1,00 (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)



wapening

constructietype	=	**S4**	
milieuklasse trekzijde	=	**XC4**	
profillering wapening	=	**geribd**	
nominale dekking c_{nom}	=	**35** mm	
gekozen dekking c_{app}	=	**35** mm	
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]	

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø12**	**- 200**			565	**41**	259
laag b							
laag c							
laag d	**ø12**	**- 200**			565	**259**	41

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 12,0 mm
s_r = 205 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 259 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **0** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175 %
rek beton ε_{cu3}	=	0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	29 mm
breukmoment M_{Rd}	=	66 kNm
aanwezig moment M_{Ed}	=	14 kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{14\ \text{kNm}}{66\ \text{kNm}} = 0,21 < 1,00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{29\ \text{mm}}{259\ \text{mm}} = 0,11 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 170 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	150 mm
scheurmoment M_r	=	42 kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	53 mm
max. staalsp. σ_s	=	88 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	0 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	1,94 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	1,94 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	88 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = 0,19 mm (onvoltooid scheurenpatroon)
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 312 mm
tabel 7.1N → w_{max} = 0,30 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,19\ \text{mm}}{1,00} = 0,19$ mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 313 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 2.2**
BEUGELWAPENING

project: **RWZI Hengelo - Metaalzoutenopslag**
projectcode: **141332**
onderdeel: **Dwarskracht - Vy**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **LEBT**
datum opmaak: 30-3-2026

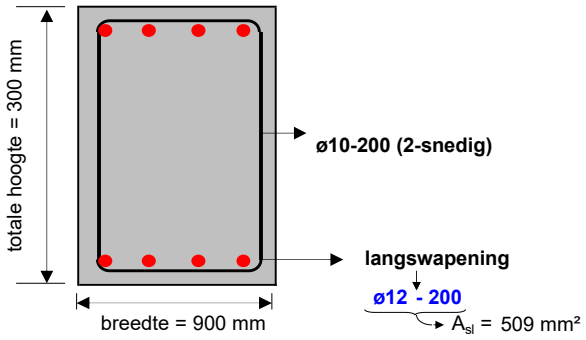
CONTROLE OP DWARSKRACHT RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE

De berekening is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1 + C2:2011, met NB:2011. Deze spreadsheet is niet geldig voor gedrongen constructies.

INVOER

algemeen

ontwerpsituatie = **blijvend/tijdelijk**
constructietype: = **plaat**



materialen

keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²
drukdiagonaal maatgevend? = **nee**

geometrie

hoogte doorsnede h = **300** mm
breedte doorsnede b = **900** mm
nuttige hoogte d = 249 mm

belastingen

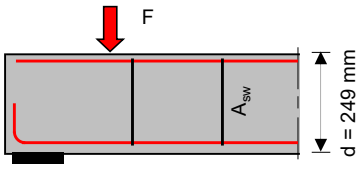
normaalkracht N_{Ed} = **128** kN (trek)
dwarskracht V_{Ed} = **43** kN

Staat een belasting F binnen een afstand van 0,5d < a < 2,0d van de rand van de oplegging? → **nee**

beugelwapening

aantal sneden beugel n = **2**
diameter beugel $Ø_{bgl}$ = **ø10** mm
beugelafstand s_{bgl} = **200** mm
dekking op de beugel c = **35** mm

→ A_{sw} = 157 mm²
A_{bgls} = 0,79 mm²/mm



gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = 20 N/mm²
betontreksterkte f_{ctd} = 1,35 N/mm² (met α_{ct} = 1)

gegevens staal

rekenwaarde vloeigrens f_{ywd} = 435 N/mm²
langswap. verhouding ρ_l = 0,0023
helling van de beugel α = 90° (verticale beugels)

UITVOER

capaciteit beton

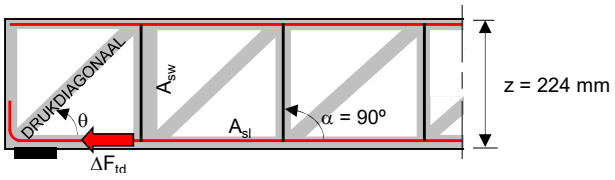
coëfficiënt $C_{Rd,c}$ = 0,12 (met γ_c = 1,5)
coëfficiënt k_1 = 0,15 (artikel 6.2.2)
coëfficiënt $\nu_1 = \nu$ = 0,53 (artikel 6.2.3)

$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}$ = 1,90
$\nu_{min} = 0{,}035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2}$ = 0,50
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / [b \times h]$ = 0,47 N/mm² → α_{cw} = 1,00
$\sigma_{cp;afgeperkt} = 0{,}2 \times f_{cd}$ = 4,00 N/mm²

capaciteit staal

inwendige hefboomsarm z = 224 mm
min. vereiste beugelwap. = 0,00 mm²/mm (plaat)
hoek drukdiagonaal θ_{sw} = 21,8 ° (van de gekozen beugelwap.)
gekozen drukdiagonaal θ_h = **45,0** ° (21,8° ≤ θ ≤ 45°)

$V_{Rd,s} = f_{ywd} \times \frac{A_{sw}}{s} \times z \times \cot\theta$ = 76,5 kN (vergelijking 6.13)



De capaciteit van het beton wordt berekend conform artikel 6.2.2.

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 81 kN
$V_{Rd,c,min} = [\nu_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 96 kN

$V_{Rd,c,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times \nu_1 \times f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta}$ = 1064 kN

$V_{Rd,c}$ = 96 kN

benodigde beugels $A_{ben} = \frac{V_{Ed}}{z \times \cot\theta \times f_{ywd}} = \frac{43\text{ kN}}{224\text{ mm} \times \cot(45°) \times 435\text{ N/mm}^2}$ = 0,44 mm²/mm

Voor de ongescheurde delen is de dwarskrachtcapaciteit begrensd door de treksterkte van het beton. Hierbij geldt α_l = 1.

$V_{Rd,c,ongescheurd} = \frac{I_y \times b_w}{S} \times \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_l \times \sigma_{cp} \times f_{ctd}}$ = 196 kN

CONCLUSIE

capaciteit beton van $V_{Rd,c}$ = 96 kN > 43 kN → Voldoet, beugels zijn niet strikt noodzakelijk.

capaciteit beugels $\frac{A_{ben}}{A_{bgls}}$ = n.v.t. / 0,79 mm²/mm

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{43\text{ kN}}{77\text{ kN}}$ = 0,56 < 1,00 → voldoet

bijkomende trekkracht ΔF_{td} = 0,5 x V_{Ed} x [cotθ - cotα] = 0 kN



Bijlage A2 *Berekeningen actiefslibtanks*

Witteveen + Bos

WATERSCHAP vechtstromen

Haskoning
Enhancing Society Together

RWZI Hengelo - Actiefslibtanks

Inhoudsopgave

Belastingberekening - nieuwe bruggen	2
SCIA model - nieuwe bruggen	3
SCIA resultaten - nieuwe bruggen	11
Belastingberekening - bestaande bruggen	20
SCIA model en resultaten - bestaande bruggen	21
Wapeningscontrole - bestaande bruggen	30

NIEUWE BRUGGEN

Installations	Vertical statische kracht	5,184	kN
Mengers	Vertical dynamische kracht	2,62	kN
	Totaal vertical kracht	7,804	kN
	Koppel	2,283	kNm

Permanente belasting - platform	Permanente belasting	0,5	kN/m2

Variabele belasting - platform	Variabele belasting	3	kN/m2

Windbelasting	10% verticale variabele belasting	0,3	kN/m2

1. Inhoudsopgave

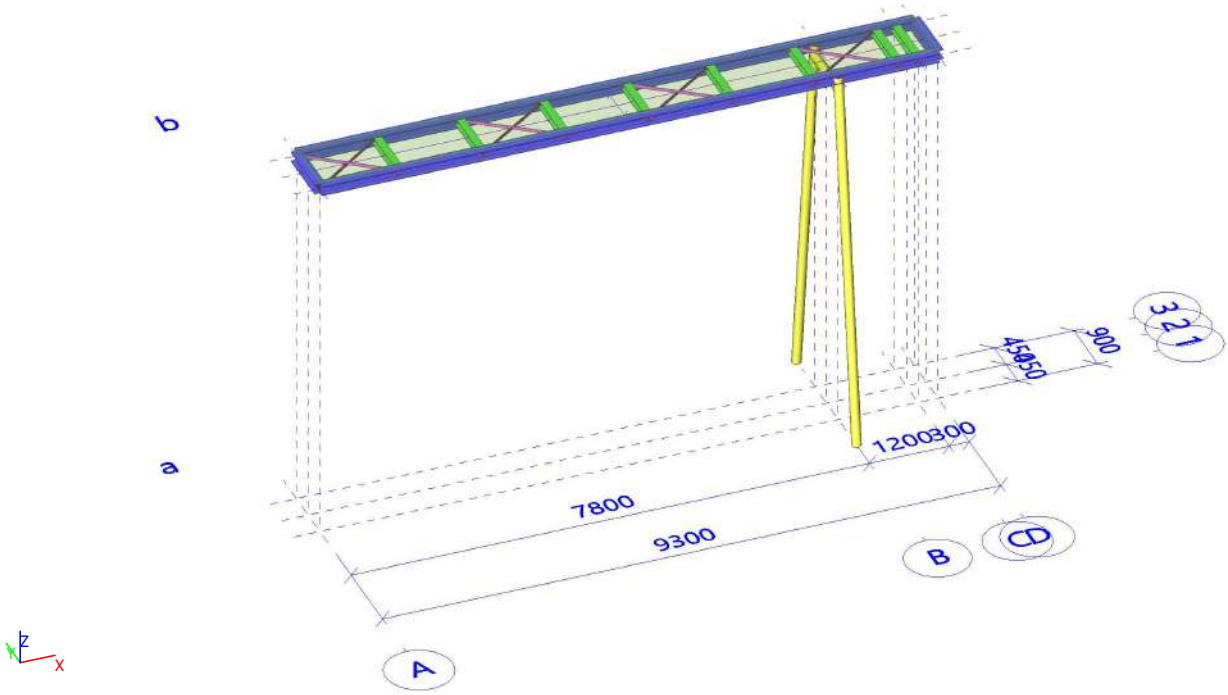
1. Inhoudsopgave 1
2. Project 1
3. Structuur 2
   - 3.1. Rekenmodel 2
   - 3.2. Rekenmodel 2
4. Ondersteunt 3
   - 4.1. Rekenmodel 3
   - 4.2. Knoopsteunpunten 3
   - 4.3. Lijnsteunpunten op staven 3
5. Materialen 3
6. Doorsneden 4
7. Belastigen 4
   - 7.1. Belastingsgevallen 4
   - 7.2. Belastinggroepen 4
   - 7.3. Combinaties 4
   - 7.4. Niet-lineaire combinaties 5
   - 7.5. Resultaatklasses 6
   - 7.6. Belastingsgevallen 6
     - 7.6.1. BG2 - Instalation 6
     - 7.6.2. BG3 - Permanente belasting - platform 7
     - 7.6.3. BG4 - Variabele belasting - platform 7
     - 7.6.4. BG5 - Windbelasting - x 8
     - 7.6.5. BG6 - Windbelasting - y 8

2. Project

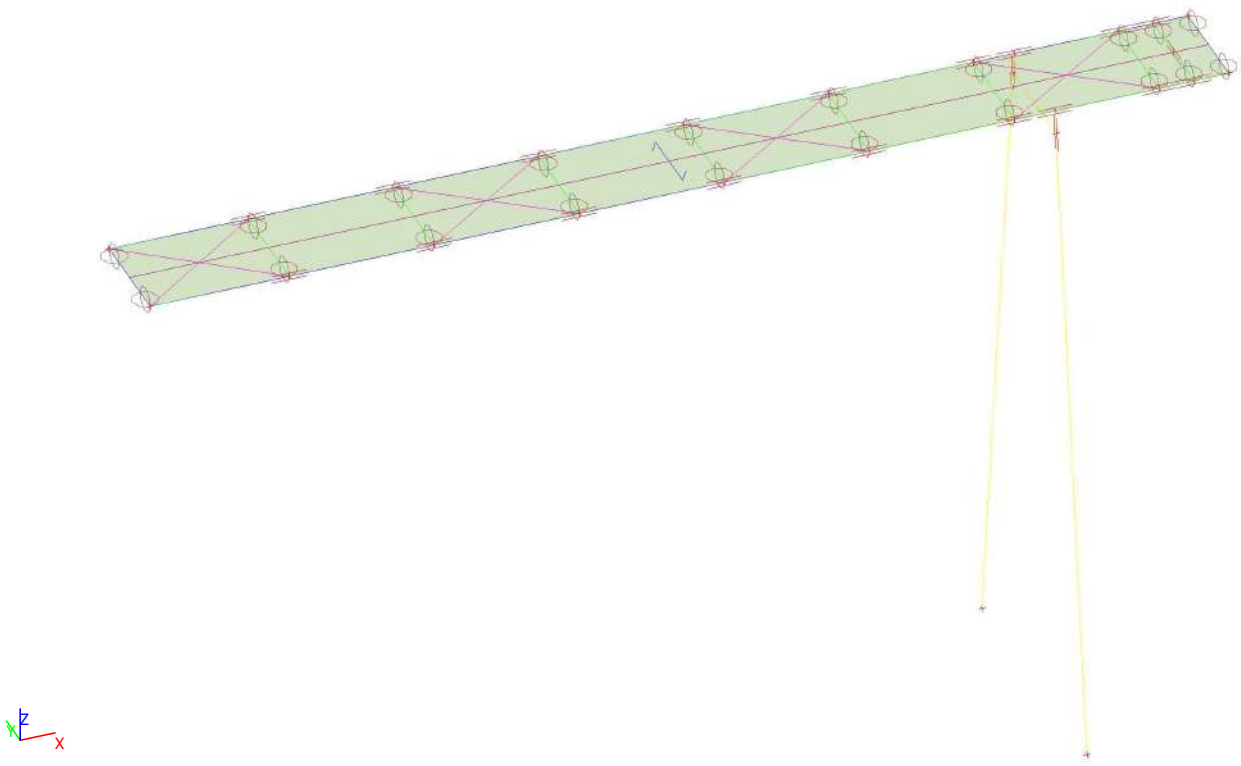
Gebruiker van licentie	[redacted]
Project	RWZI Hengelo
Onderdeel	Nieuwe bruggen + mengers
Omschrijving	-
Auteur	LEBT
Datum	15-7-2025
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	27
Aantal staven :	23
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	4
Aantal belastingsgevallen :	6
Aantal gebruikte materialen :	1
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Structuur

3.1. Rekenmodel

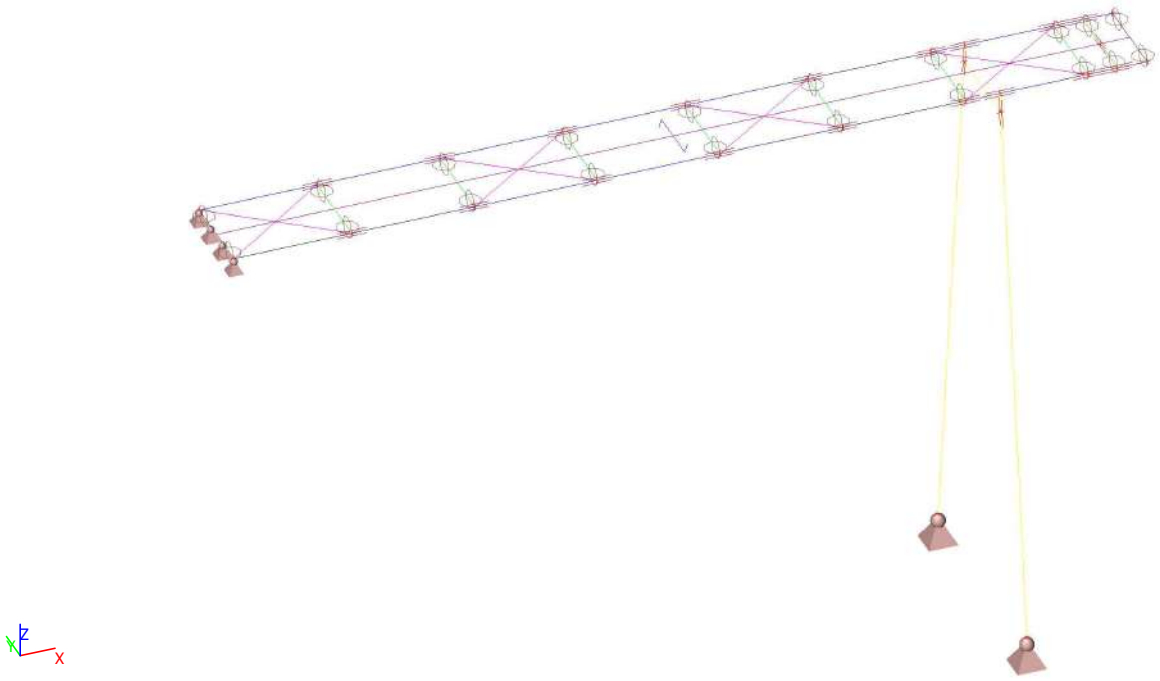


3.2. Rekenmodel



4. Ondersteunt

4.1. Rekenmodel



4.2. Knoopsteunpunten

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K5	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K7	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

4.3. Lijnsteunpunten op staven

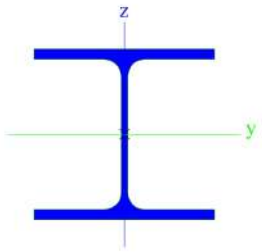
Naam	Type	Staaf Systeem	Pos x_1 Pos x_2	Coör Oors	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Slb1	Lijn	S4 LCS	0.000 1.000	Rela Vanaf begin	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

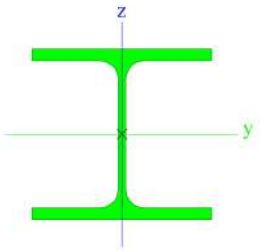
5. Materialen

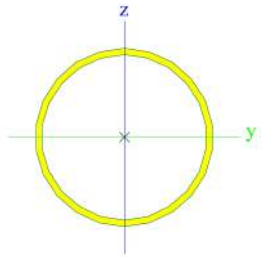
Staal EC3

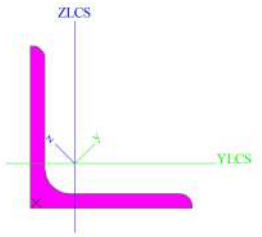
Naam	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa] G_{mod} [MPa]	μ α [m/mK]	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
S 235	7850,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,01e-003	0,00 40,00	40,00 80,00	235,0 215,0	360,0 360,0	

6. Doorsneden

CS1	
Type	HEA160
Onderdeelmateriaal	S 235
Afbeelding	

CS3	
Type	HEA120
Onderdeelmateriaal	S 235
Afbeelding	

CS2	
Type	CHS139.7/5.0
Onderdeelmateriaal	S 235
Afbeelding	

CS4	
Type	L45X4
Onderdeelmateriaal	S 235
Afbeelding	

7. Belastigen

7.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1	Eigen gewicht	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z		
BG2	Intalations Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG3	Permanente belasting - platform Standaard	Permanent	LG1			
BG4	Variabele belasting - platform Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5	Windbelasting - x Standaard	Variabel Statisch	LG3		Kort	Geen
BG6	Windbelasting - y Standaard	Variabel Statisch	LG3		Kort	Geen

7.2. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Standaard	Cat E : Opslagruimte
LG3	Variabel	Standaard	Wind

7.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
ULS1		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,350
			BG2 - Intalations	1,500
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,350
			BG4 - Variabele belasting -	1,500

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			platform	
ULS2		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Intalations	1,500
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
ULS3		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Intalations	1,500
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
			BG5 - Windbelasting - x	1,500
ULS4		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Intalations	1,500
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
			BG6 - Windbelasting - y	1,500
SLS1		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Intalations	1,000
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,000
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,000
			BG5 - Windbelasting - x	1,000
SLS2		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Intalations	1,000
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,000
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,000
			BG6 - Windbelasting - y	1,000

7.4. Niet-lineaire combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
NC_ULS1	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,350
		BG2 - Intalations	1,500
		BG3 - Permanente belasting - platform	1,350
		BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
NC_ULS2	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Intalations	1,500
		BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
		BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
NC_SLS1	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Intalations	1,000
		BG3 - Permanente belasting - platform	1,000
		BG4 - Variabele belasting - platform	1,000
		BG5 - Windbelasting - x	1,000
NC_ULS3	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Intalations	1,500
		BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
		BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
		BG5 - Windbelasting - x	1,500
NC_ULS4	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,200
		BG2 - Intalations	1,500
		BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
		BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
		BG6 - Windbelasting - y	1,500
NC_SLS2	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen gewicht	1,000
		BG2 - Intalations	1,000
		BG3 - Permanente belasting - platform	1,000

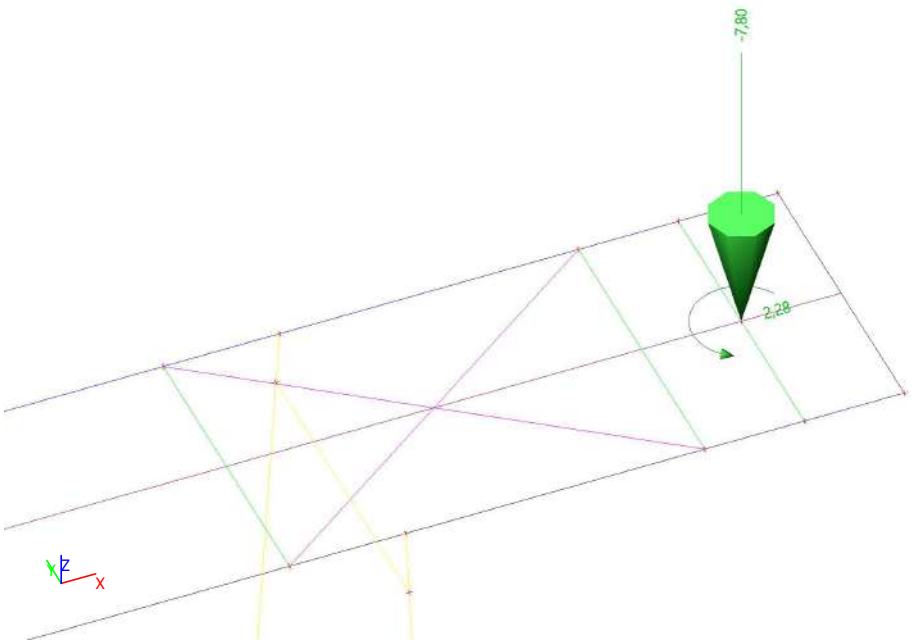
Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
		BG4 - Variabele belasting - platform	1,000
		BG6 - Windbelasting - y	1,000

7.5. Resultaatklasses

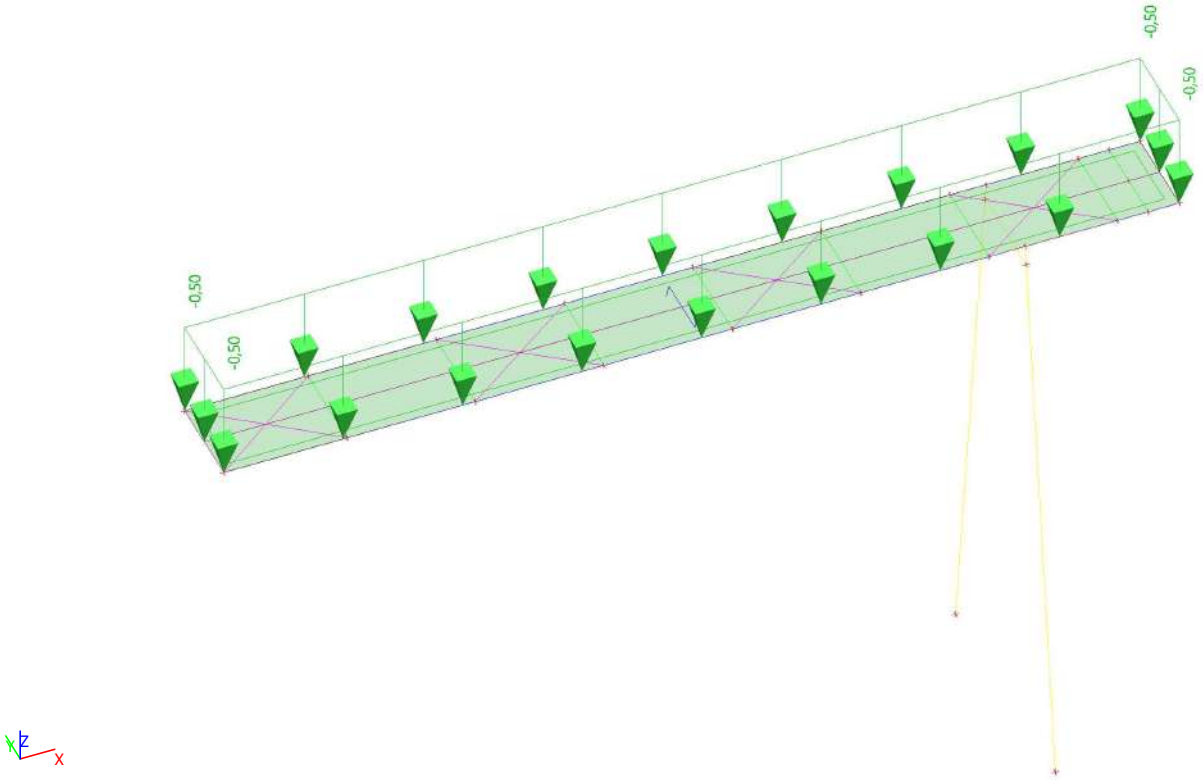
Naam	Lijst
Alle UGT	ULS1 - Lineair - UGT
	ULS2 - Lineair - UGT
	ULS3 - Lineair - UGT
	ULS4 - Lineair - UGT
Alle BGT	SLS1 - Lineair - BGT
	SLS2 - Lineair - BGT
All UGT - NC	NC_ULS1
	NC_ULS2
	NC_ULS3
	NC_ULS4
All BGT - NC	NC_SLS1
	NC_SLS2

7.6. Belastingsgevallen

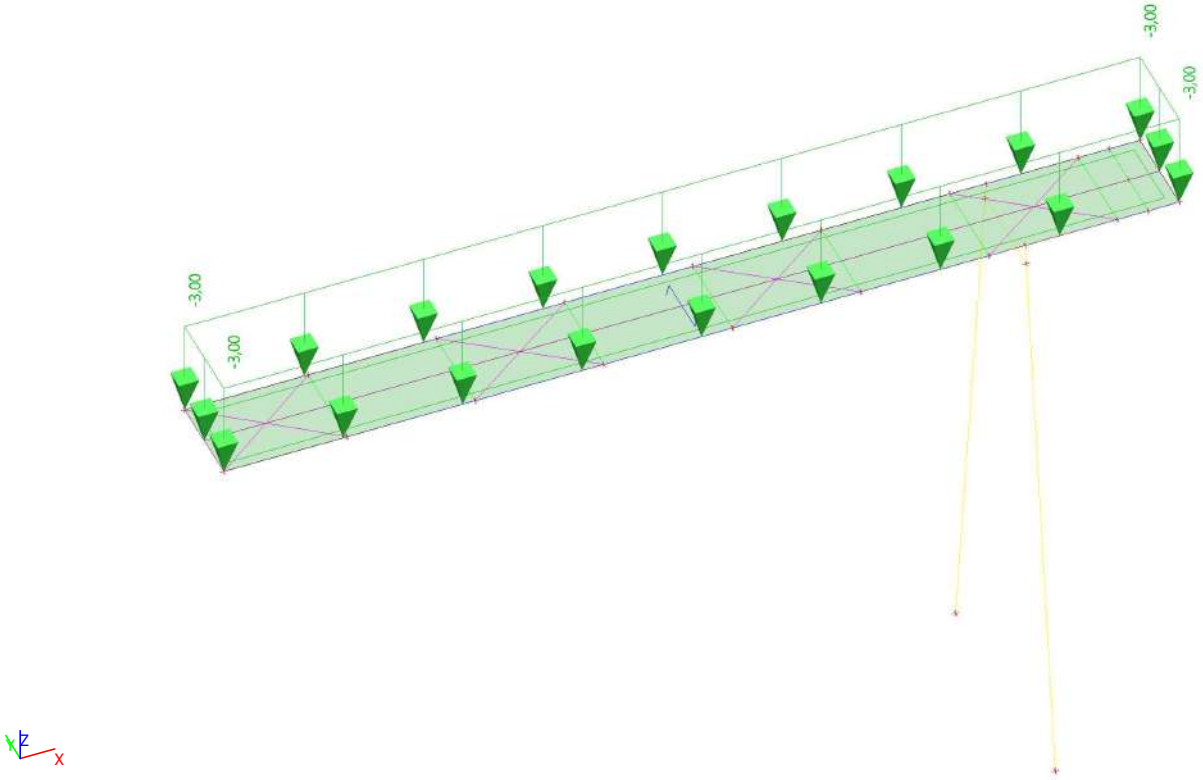
7.6.1. BG2 - Instalation



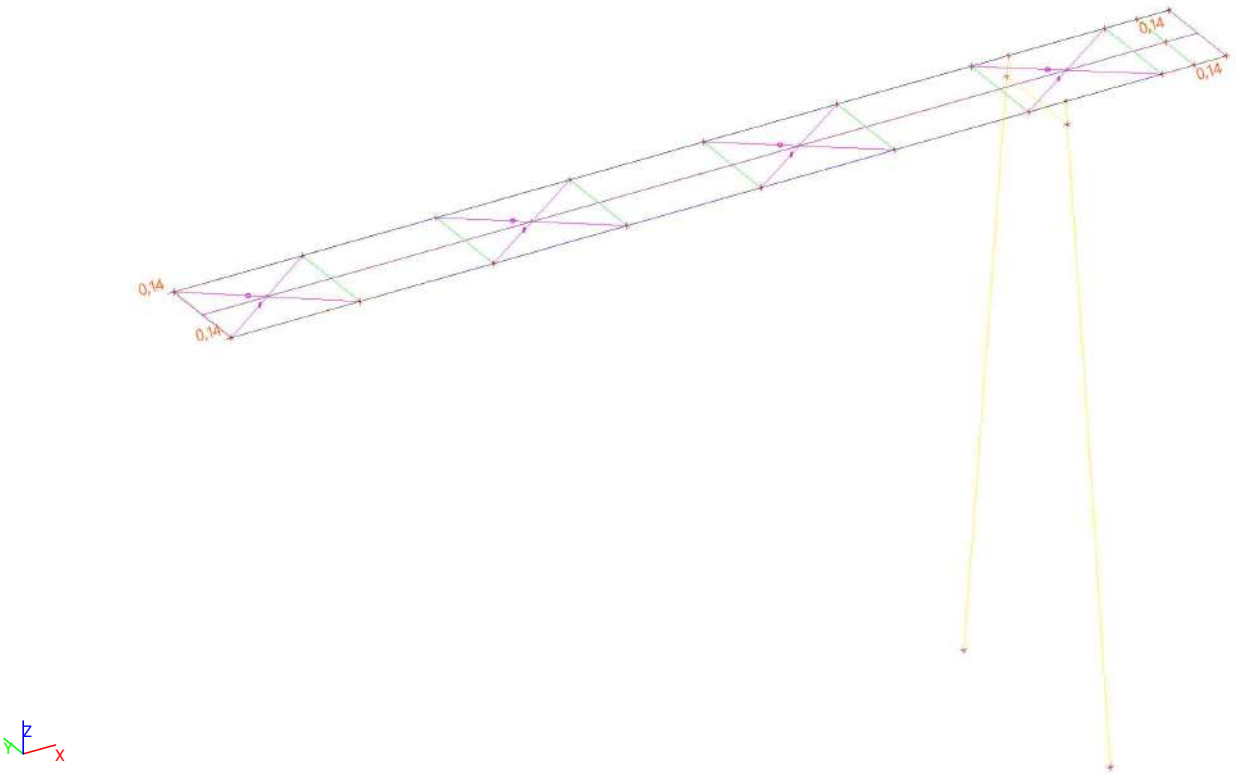
7.6.2. BG3 - Permanente belasting - platform



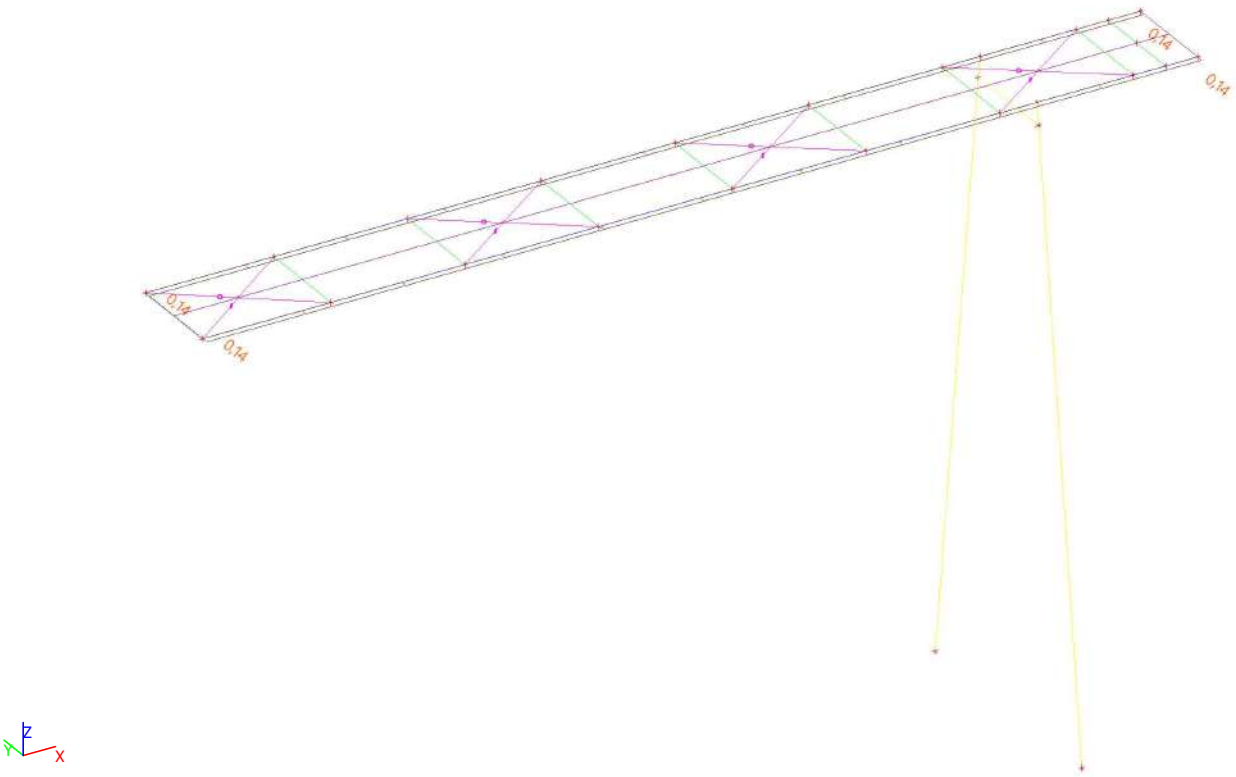
7.6.3. BG4 - Variabele belasting - platform



7.6.4. BG5 - Windbelasting - x



7.6.5. BG6 - Windbelasting - y



1. Inhoudsopgave

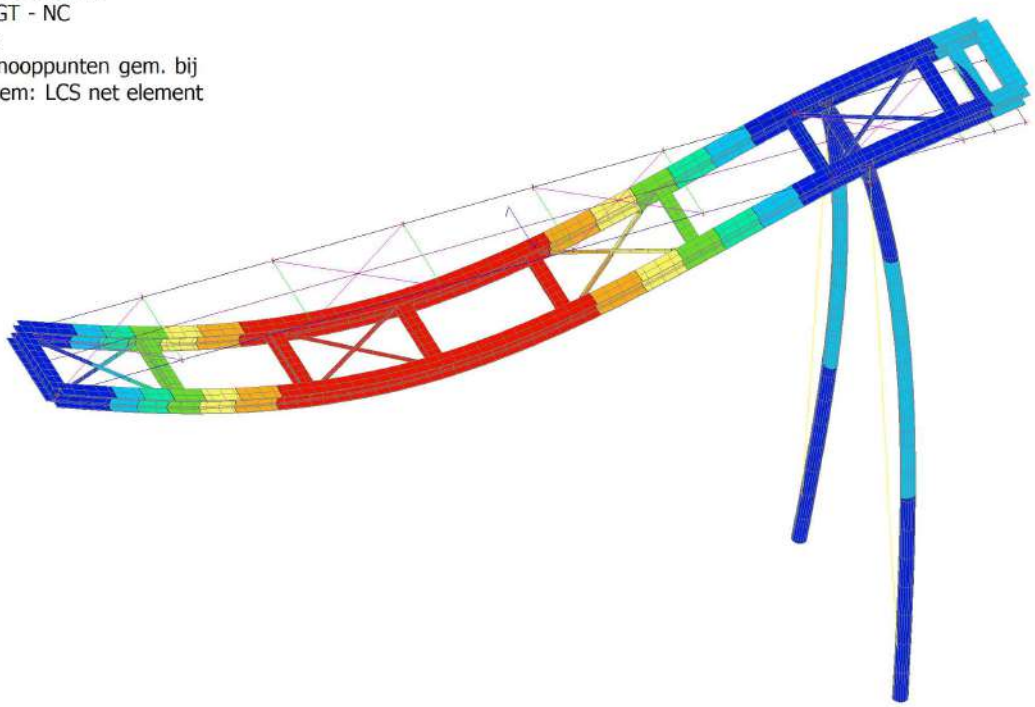
1. Inhoudsopgave 1
2. Project 1
3. 3D verplaatsing; U_total 2
4. Kolomen 2
4.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle 2
4.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall 3
5. Balken - groot 3
5.1. 1D-vervormingen; u_z 3
5.2. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle 4
5.3. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall 4
6. Balken - 5
6.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle 5
6.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall 5
7. Windversteviging 6
7.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle 6
7.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall 6
8. Reactiekrachten 7
8.1. Reacties; R_z 7
8.2. Reacties; R_z 7
8.3. Reacties; R_z 8
8.4. Reacties; R_z 8
8.5. Reacties; R_z 9
8.6. Reacties; R_z 9

2. Project

Gebruiker van licentie	[redacted]
Project	RWZI Hengelo
Onderdeel	Nieuwe bruggen + mengers
Omschrijving	-
Auteur	LEBT
Datum	15-7-2025
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	27
Aantal staven :	23
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	4
Aantal belastingsgevallen :	6
Aantal gebruikte materialen :	1
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. 3D verplaatsing; U_total

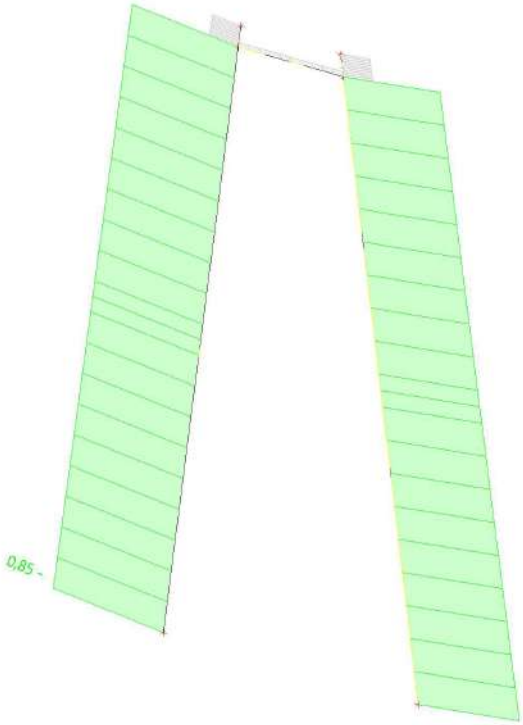
Waardes: **U_{total}**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT - NC
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



4. Kolomen

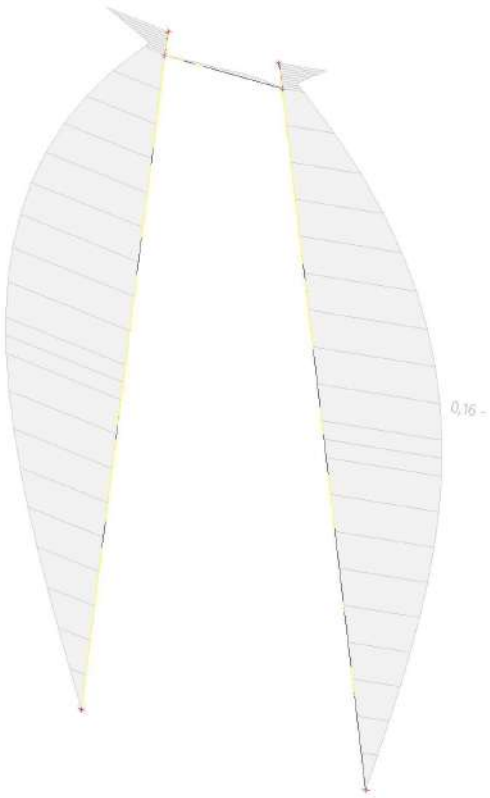
4.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle

Waardes: **Algehele eenh. controle**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All UGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS2 - CHS139.7/5.0



4.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall

Waardes: **Check** Overall
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle

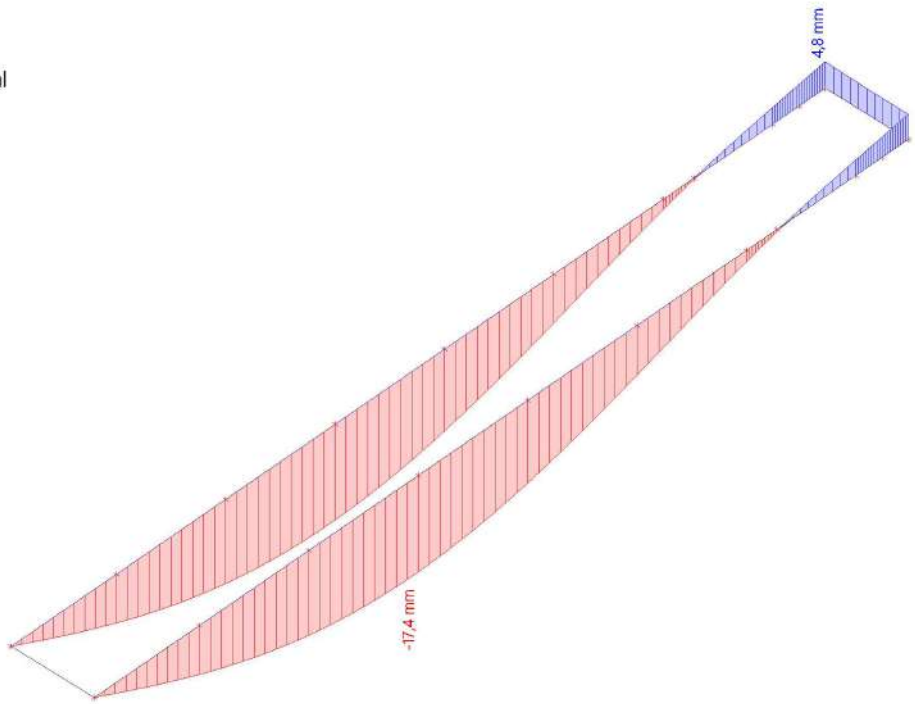




5. Balken - groot

5.1. 1D-vervormingen; u_z

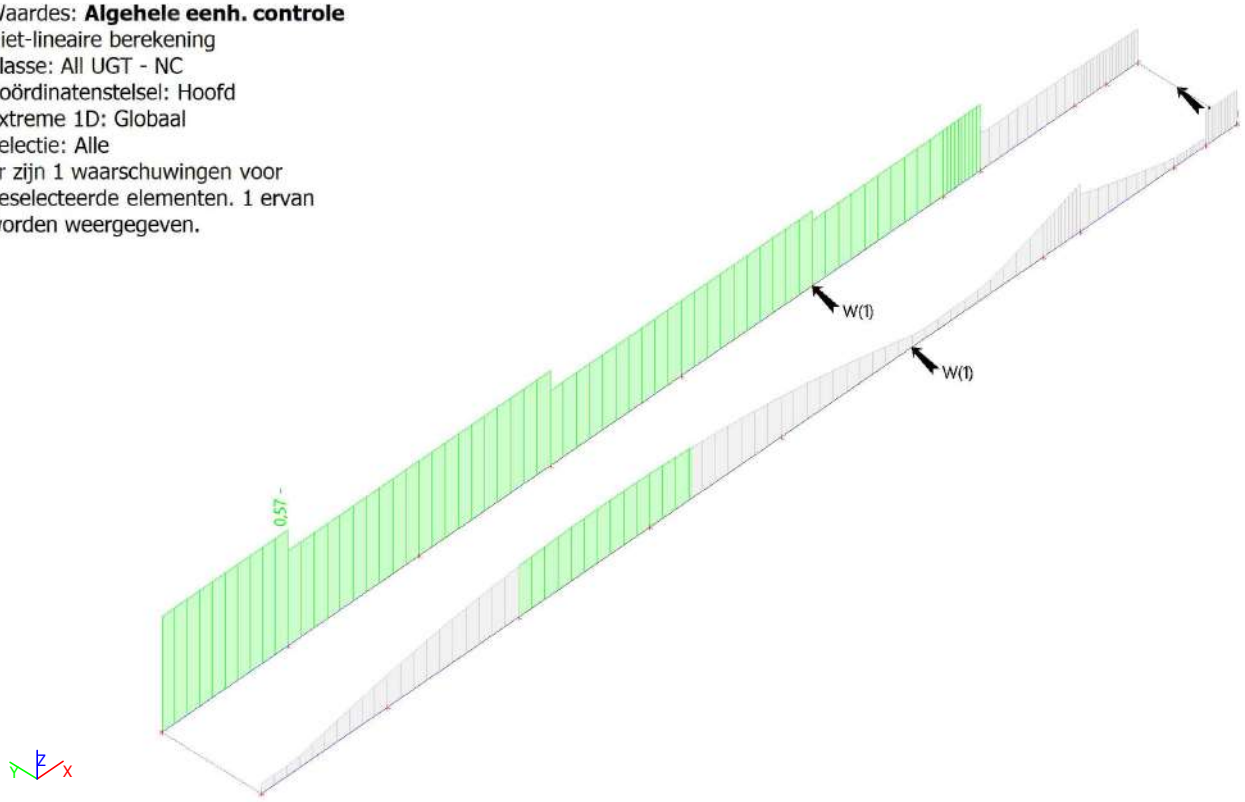
Waardes: u_z
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT - NC
Coördinatenstelsel: Globaal
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle





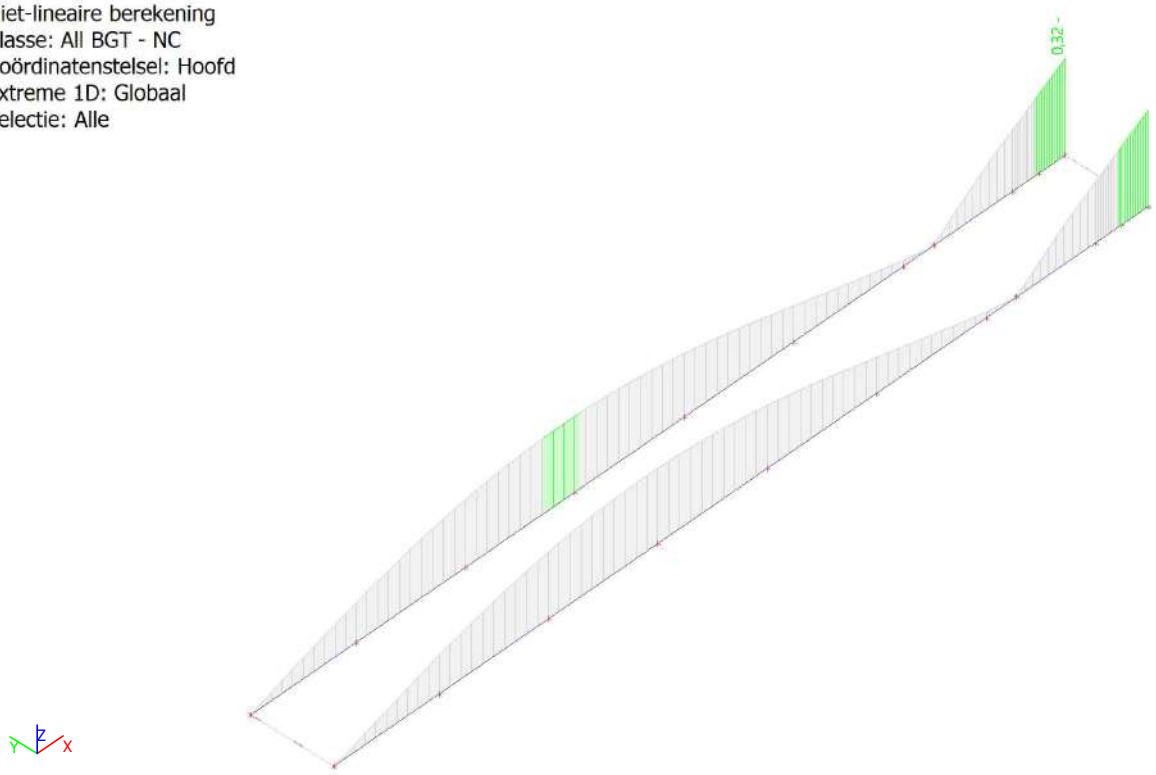
5.2. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle

Waardes: **Algehele eenh. controle**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All UGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Er zijn 1 waarschuwingen voor geselecteerde elementen. 1 ervan worden weergegeven.



5.3. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall

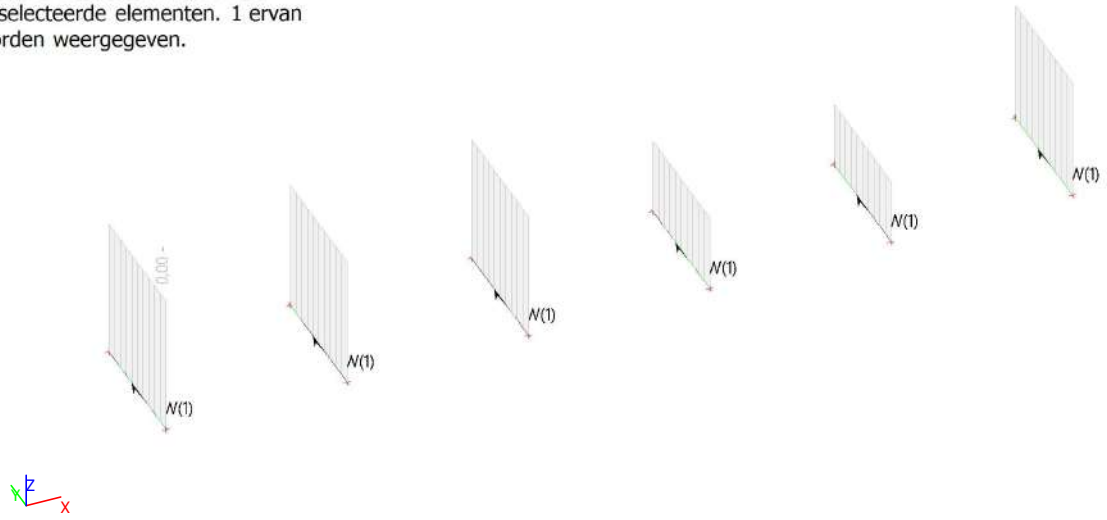
Waardes: **Check** Overall
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



6. Balken -

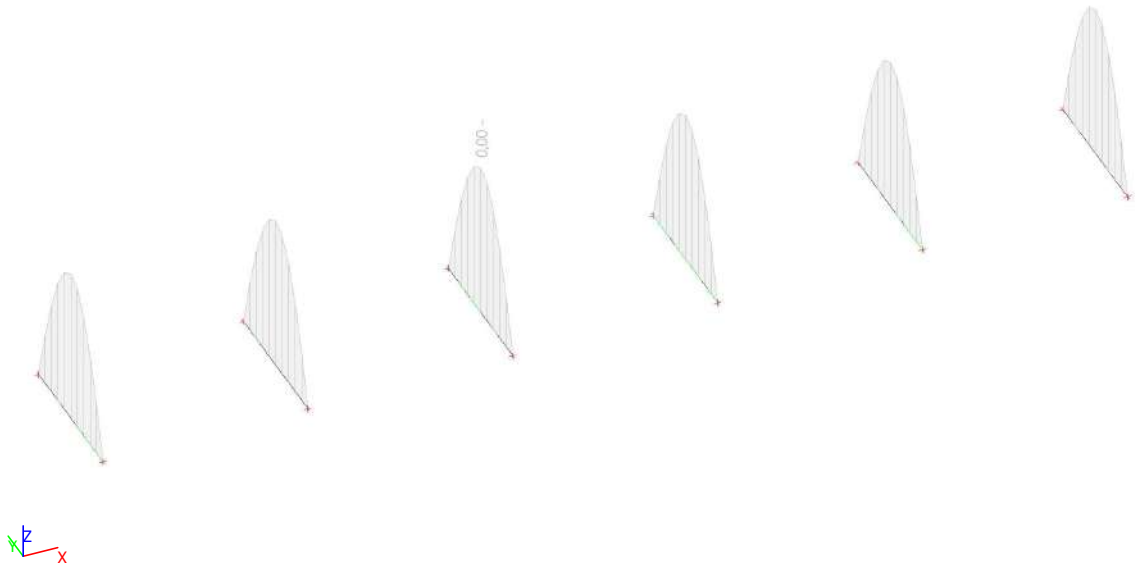
6.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle

Waardes: **Algehele eenh. controle**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All UGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Er zijn 1 waarschuwingen voor geselecteerde elementen. 1 ervan worden weergegeven.



6.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall

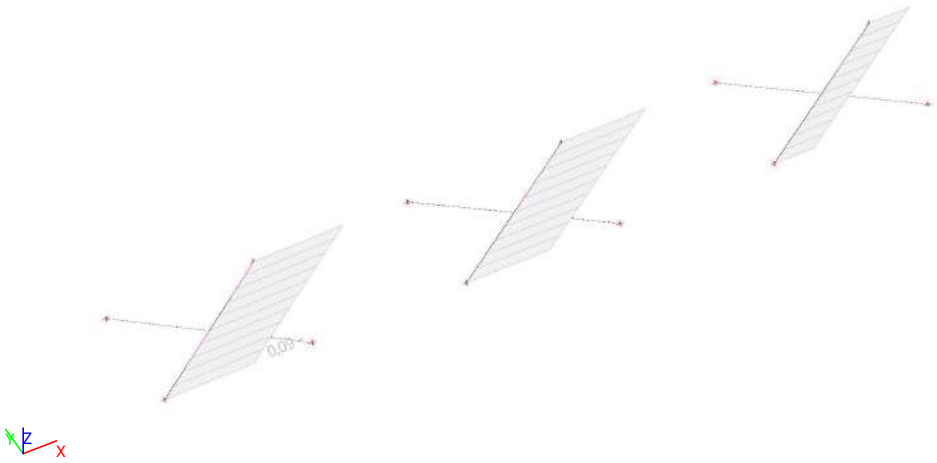
Waardes: **Check** Overall
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



7. Windversteviging

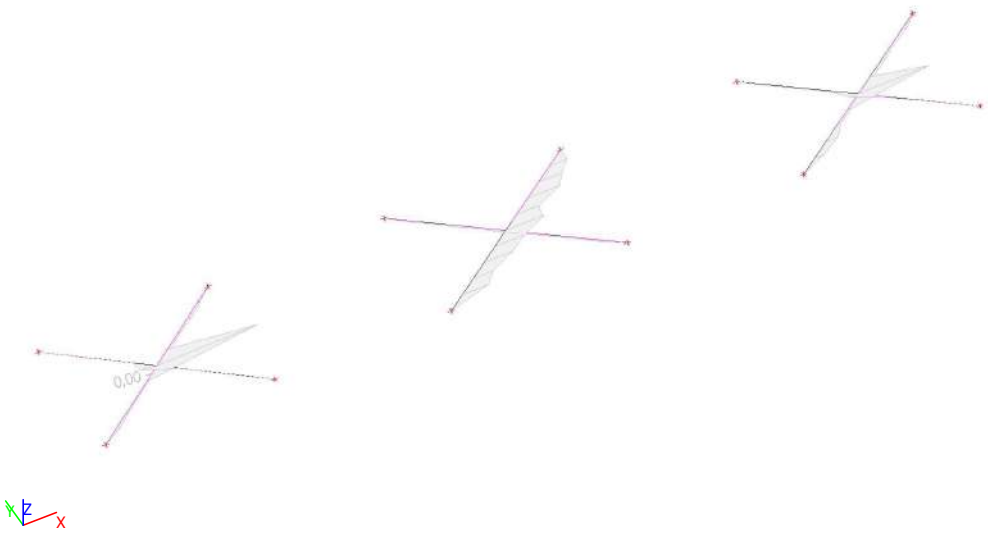
7.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole; Gehele controle

Waardes: **Algehele eenh. controle**
Niet-lineaire berekening
Klasse: All UGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



7.2. EC-EN 1993 BGT staalcontrole; Check Overall

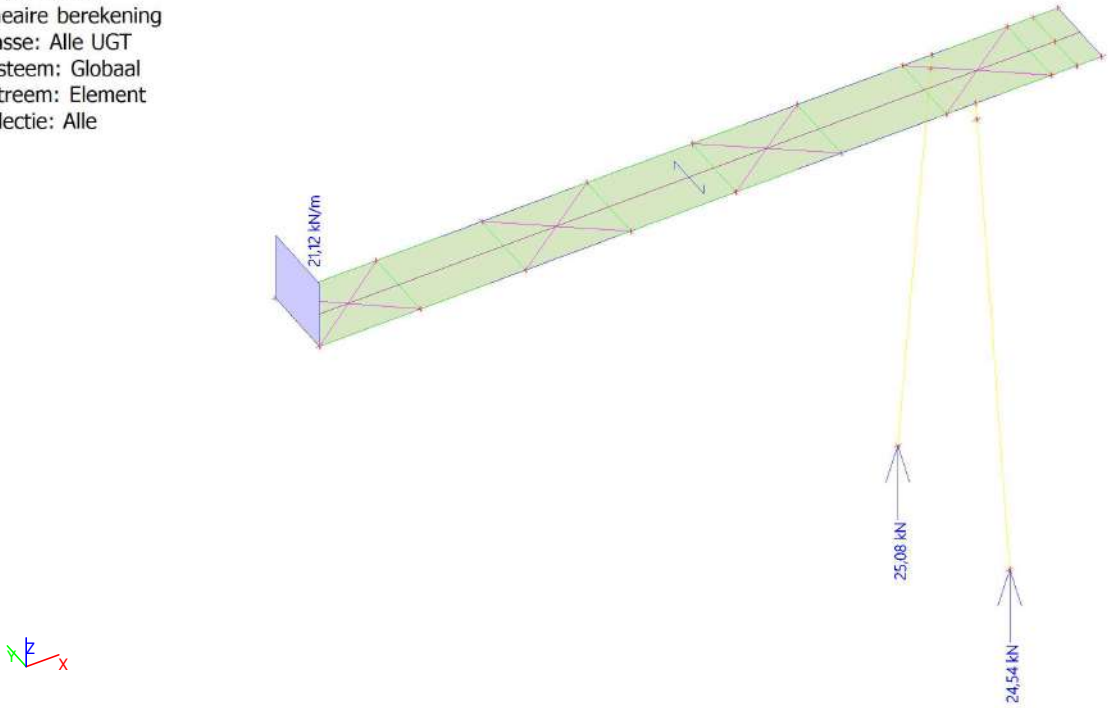
Waardes: **Check** Overall
Niet-lineaire berekening
Klasse: All BGT - NC
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



8. Reactiekrachten

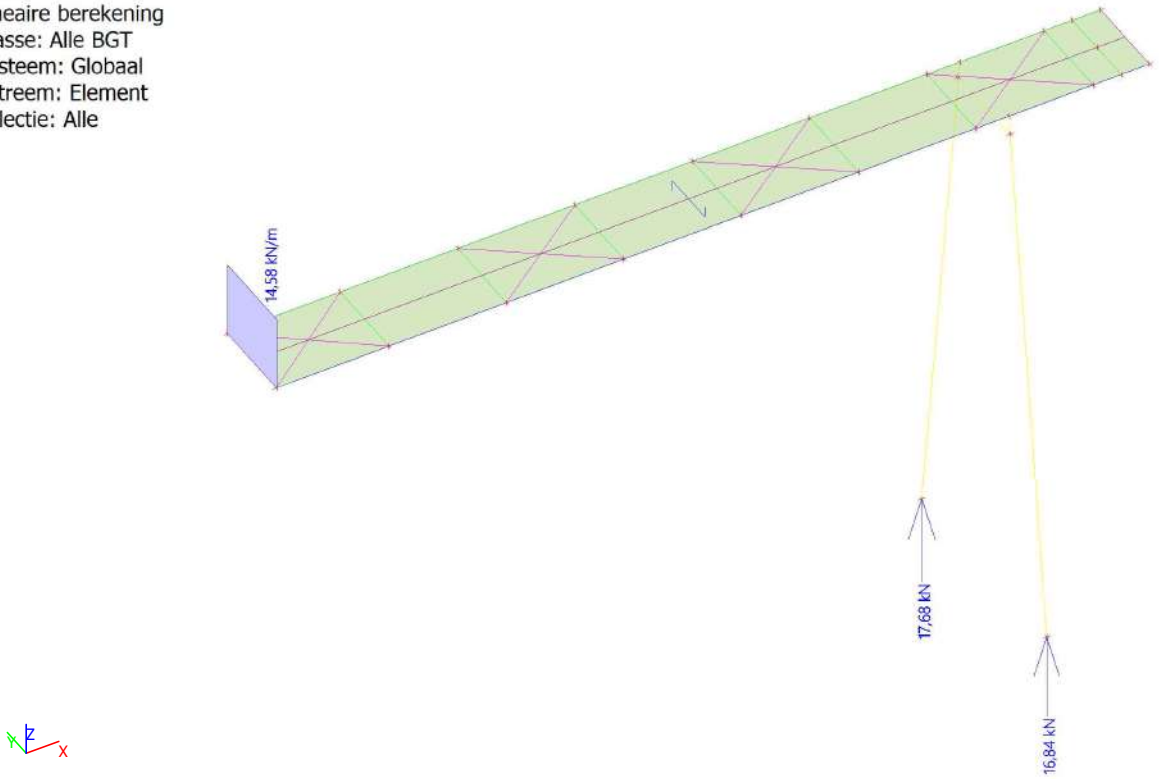
8.1. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



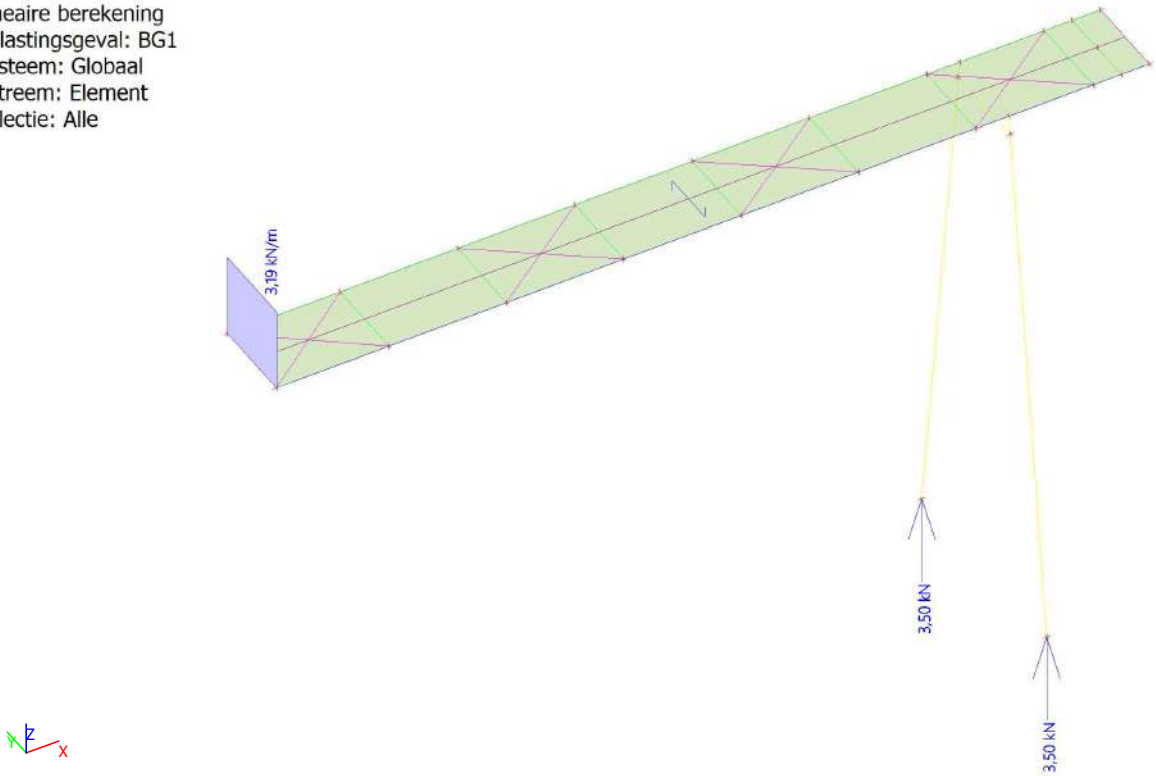
8.2. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



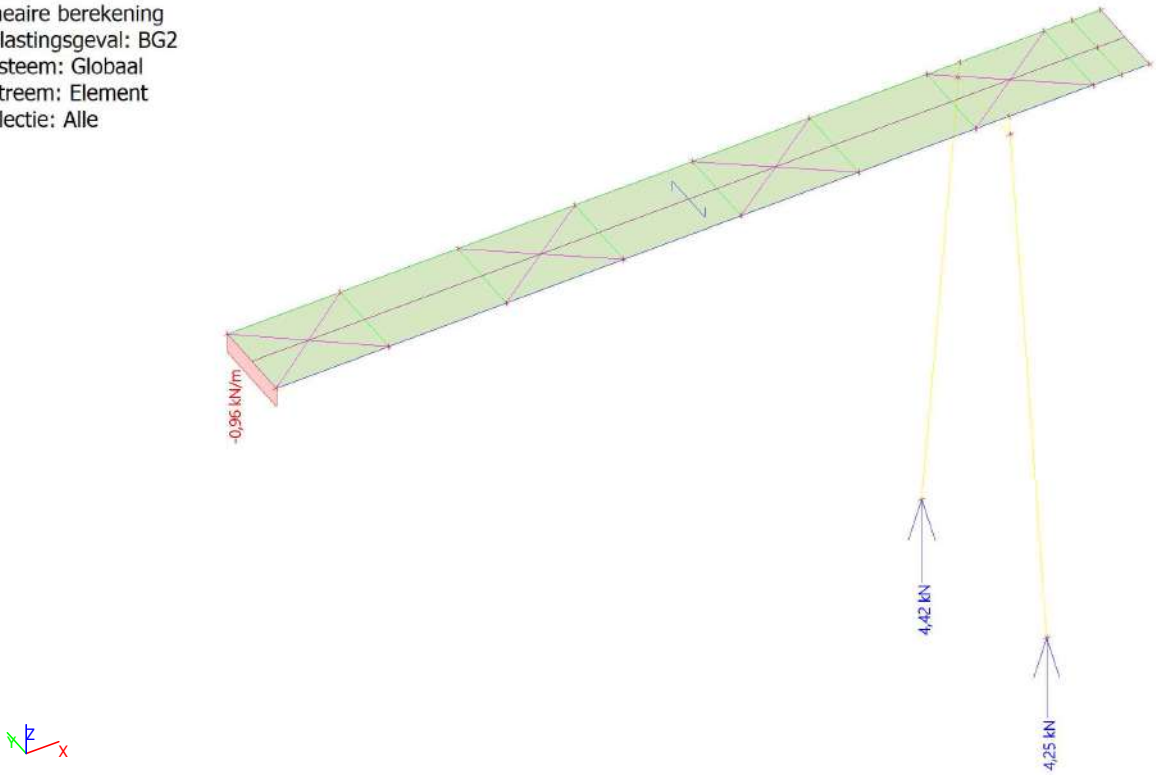
8.3. Reacties; R_z

Waardes: **Rz**
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG1
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



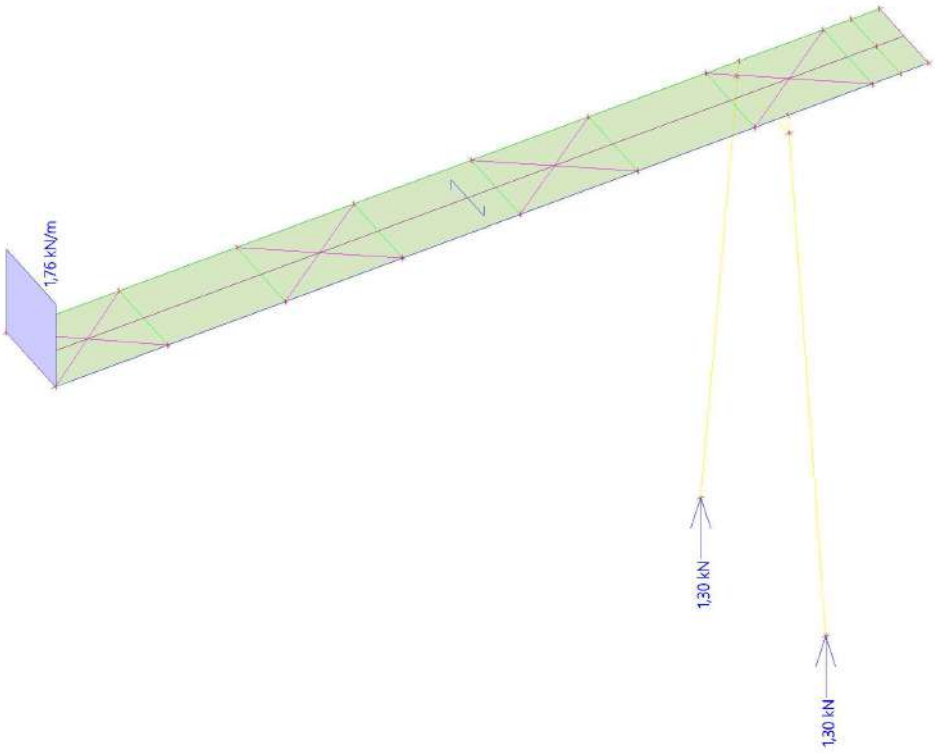
8.4. Reacties; R_z

Waardes: **Rz**
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG2
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



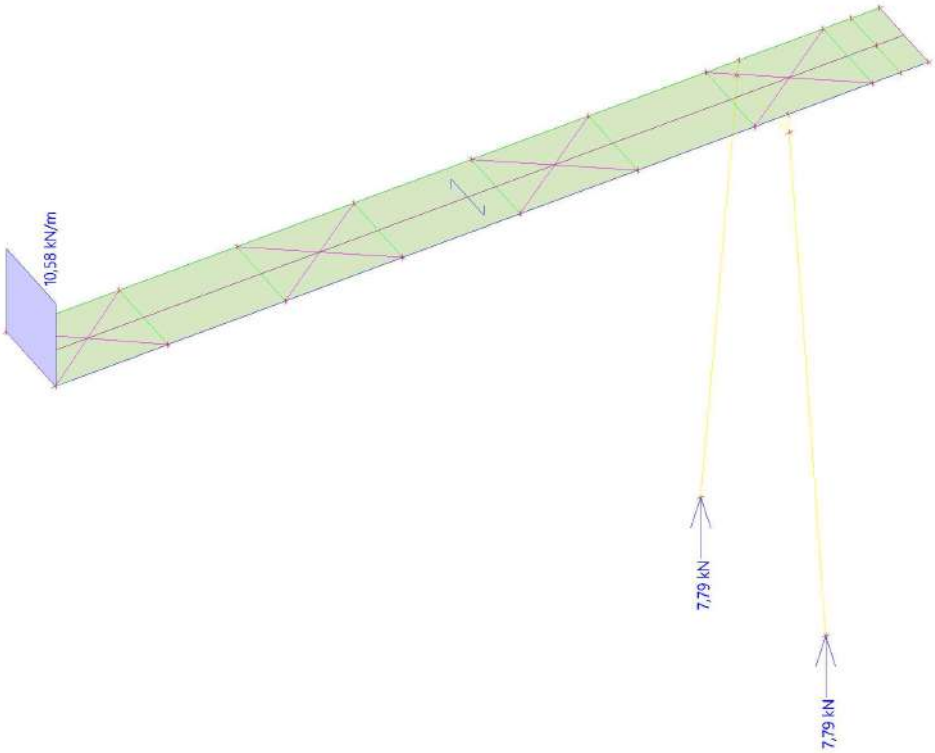
8.5. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG3
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



8.6. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



BESTAANDE BRUGGEN

Permanente belasting - platform	Permanente belasting	1	kN/m

Variabele belasting - platform	Variabele belasting - gebied	3	kN/m2
	Breedte	1,5	m
	Variabele belasting - lijn	4,5	kN/m

Nieuwe bruggen	Mengers	-1	kN
	Permanente belasting - platform	2	kN
	Variabele belasting - platform	11	kN
	Eigen gewicht	4	kN

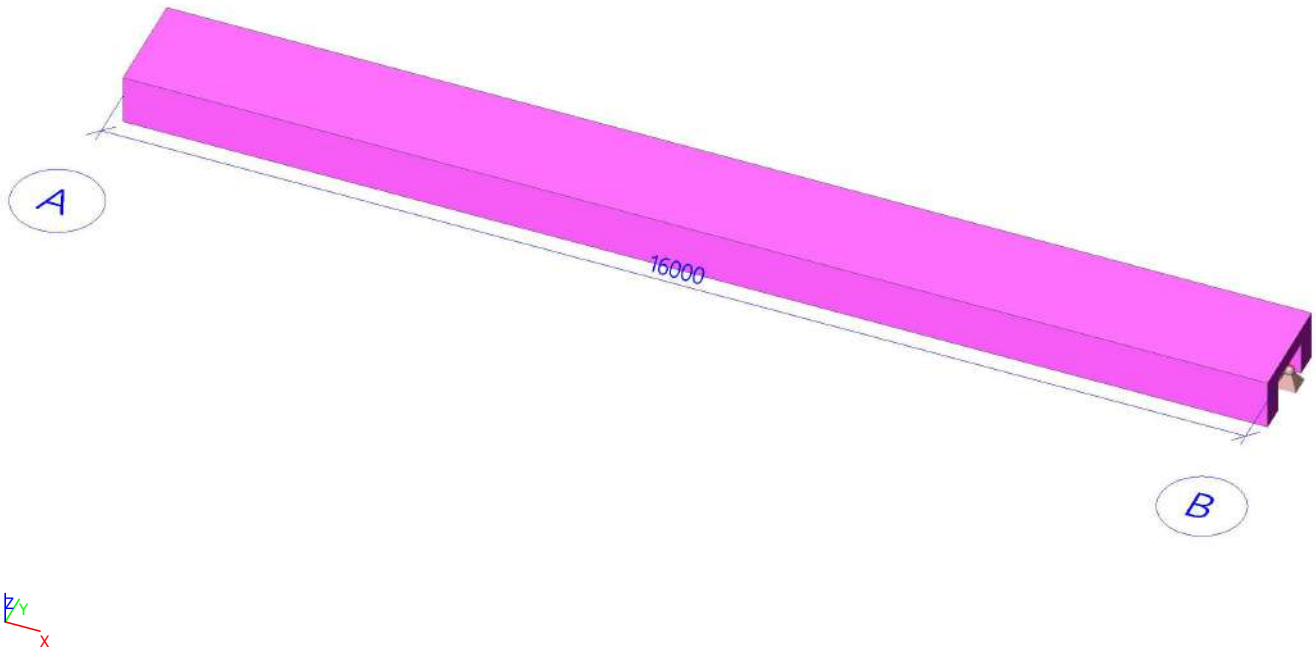
1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 1
2. Project 1
3. Rekenmodel 2
4. Knoopsteunpunten 2
5. Doorsneden 2
6. Externe afbeelding 3
7. Materialen 3
8. Belastigen 3
8.1. Belastingsgevallen 3
8.2. Belastinggroepen 4
8.3. Combinaties 4
8.4. Resultaatklasses 4
8.5. Belastingsgevallen 5
8.5.1. BG2 - Instalations 5
8.5.2. BG3 - Permanente belasting - platform 5
8.5.3. BG4 - Variabele belasting - platform 6
8.5.4. BG5 - Eigen gewicht - 1 6
9. Resultaten 7
9.1. Interne 1D-krachten; V_z 7
9.2. Interne 1D-krachten; V_z 7
9.3. Interne 1D-krachten; V_z 8
9.4. Interne 1D-krachten; M_y 8
9.5. Interne 1D-krachten; M_y 9
9.6. Interne 1D-krachten; M_y 9

2. Project

Gebruiker van licentie	[redacted]
Project	RWZI Hengelo
Onderdeel	Bestaande brug
Omschrijving	-
Auteur	LEBT
Datum	15-7-2025
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	3
Aantal staven :	1
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	5
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

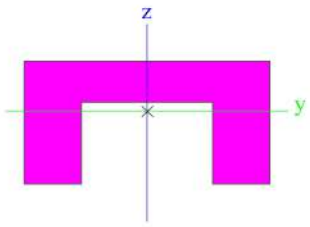
3. Rekenmodel



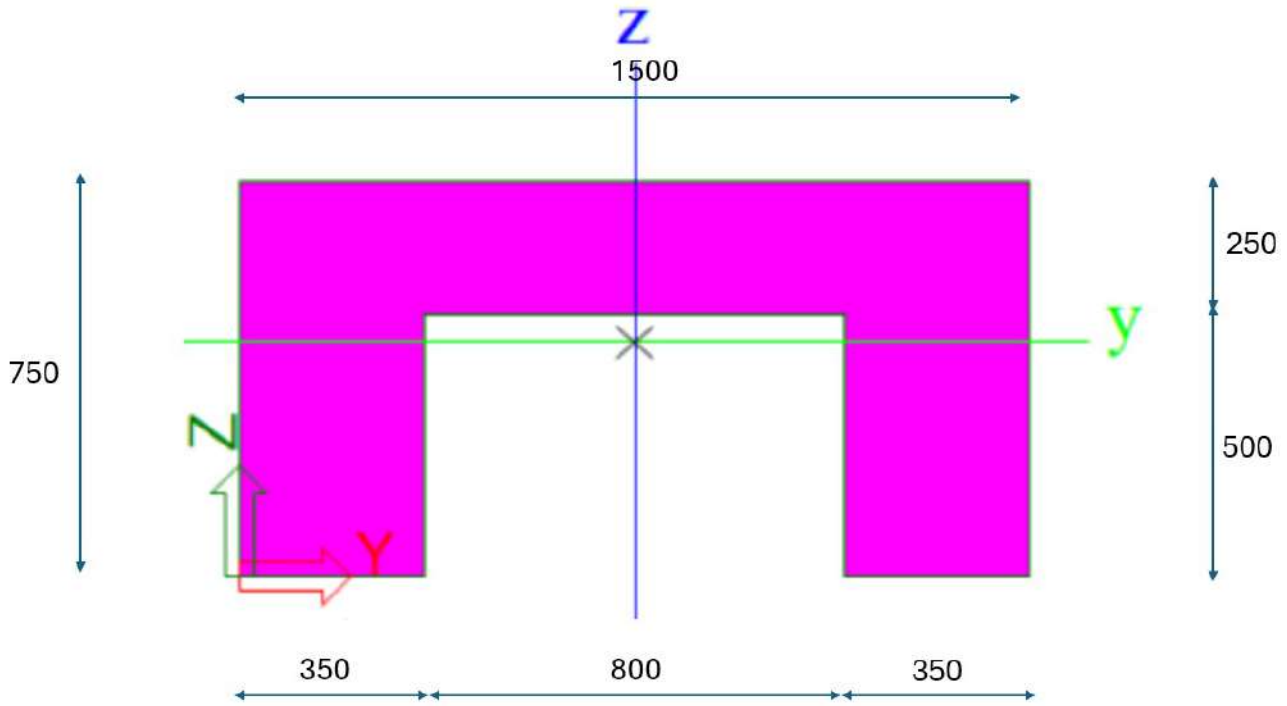
4. Knoopsteunpunten

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

5. Doorsneden

CS1	
Type	Grafische doorsnede
Onderdeelmateriaal	C30/37(EN1992-2)
Kleur	
Afbeelding	

6. Externe afbeelding



7. Materialen

Wapening EC2

Naam	Type	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	$f_{y.k}$ [MPa]
B 500B	Betonstaal	7850,00	2,0000e+05	8,3333e+04	0,01e-003	500,0

Beton EN 1992-2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Kleur
C30/37(EN1992-2)	Beton	2500,00	1,0000e+04	0.2	4,1667e+03	0,01e-003	

8. Belastigen

8.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1	Eigen gewicht	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z		
BG2	Instalations Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG3	Permanente belasting - platform	Permanent Standaard	LG1			
BG4	Variabele belasting - platform Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5	Eigen gewicht - 1	Permanent	LG1			

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
		Standaard				

8.2. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Standaard	Cat E : Opslagruimte

8.3. Combinaties

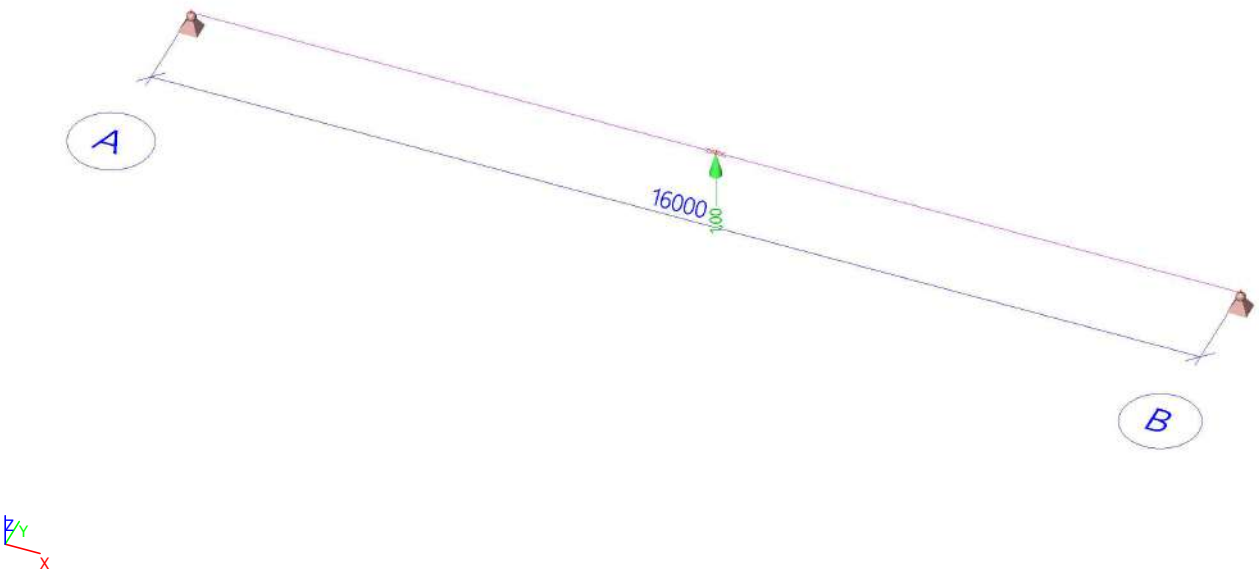
Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
ULS1		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,350
			BG2 - Instalations	1,500
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,350
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
			BG5 - Eigen gewicht - 1	1,350
ULS2		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG2 - Instalations	1,500
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
			BG5 - Eigen gewicht - 1	1,200
ULS3		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,200
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,200
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,500
			BG5 - Eigen gewicht - 1	1,200
SLS1		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Instalations	1,000
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,000
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,000
			BG5 - Eigen gewicht - 1	1,000
SLS2		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,000
			BG4 - Variabele belasting - platform	1,000
			BG5 - Eigen gewicht - 1	1,000
quasi		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,000
			BG2 - Instalations	0,800
			BG3 - Permanente belasting - platform	1,000
			BG4 - Variabele belasting - platform	0,800
			BG5 - Eigen gewicht - 1	1,000

8.4. Resultaatklasses

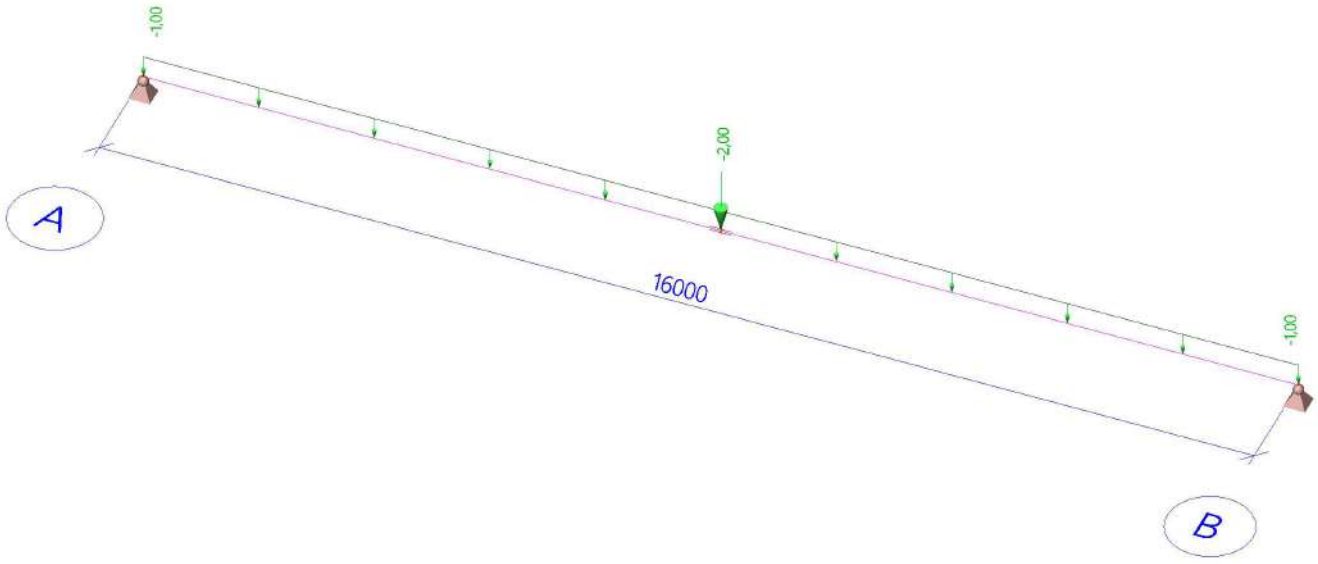
Naam	Lijst
Alle UGT	ULS1 - Lineair - UGT
	ULS2 - Lineair - UGT
	ULS3 - Lineair - UGT
Alle BGT	SLS1 - Lineair - BGT
	SLS2 - Lineair - BGT

8.5. Belastingsgevallen

8.5.1. BG2 - Instalations

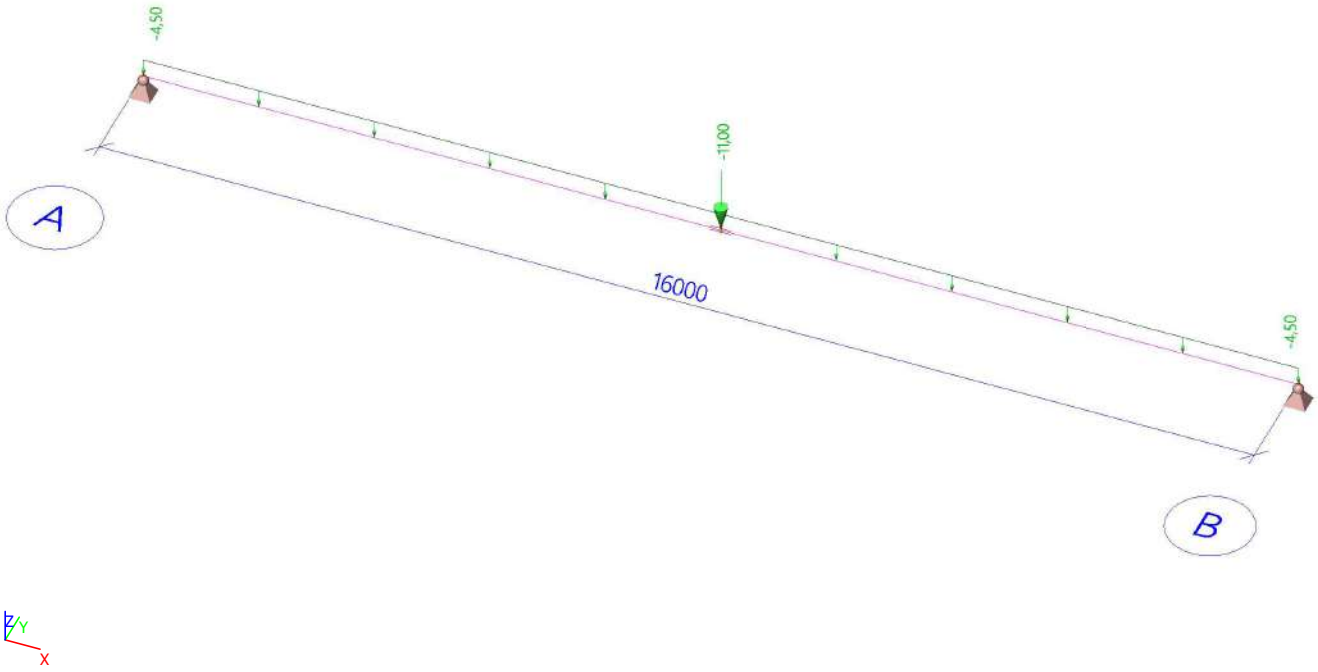


8.5.2. BG3 - Permanente belasting - platform

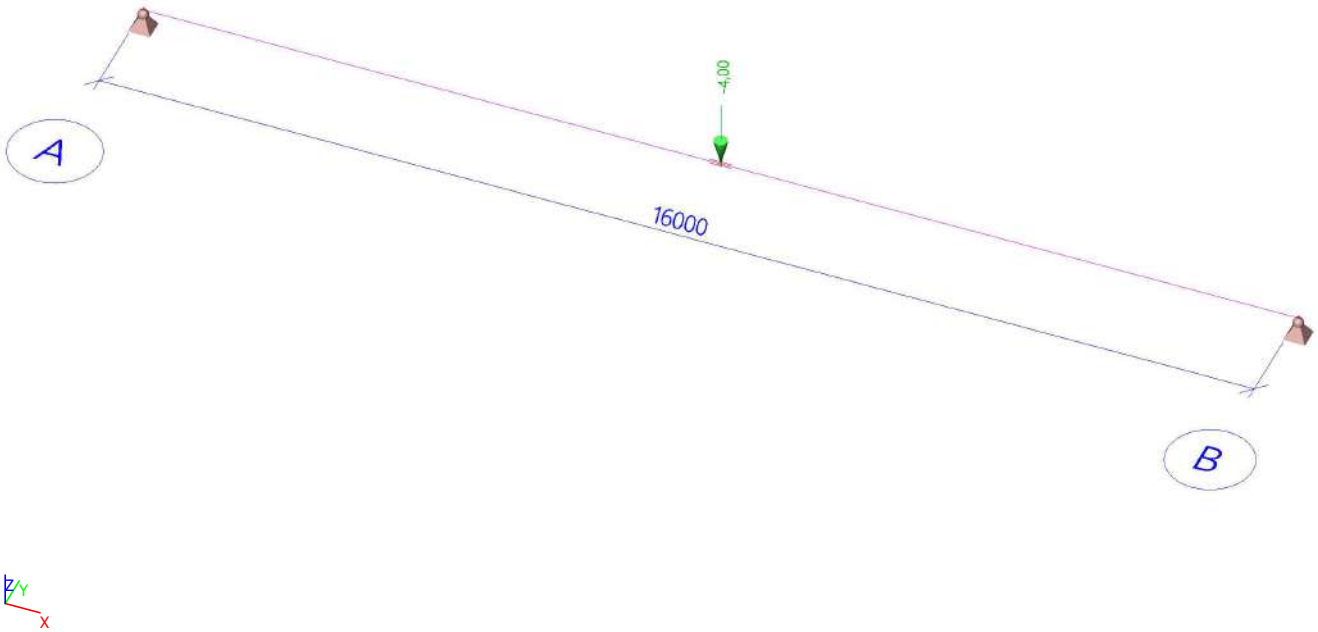




8.5.3. BG4 - Variabele belasting - platform



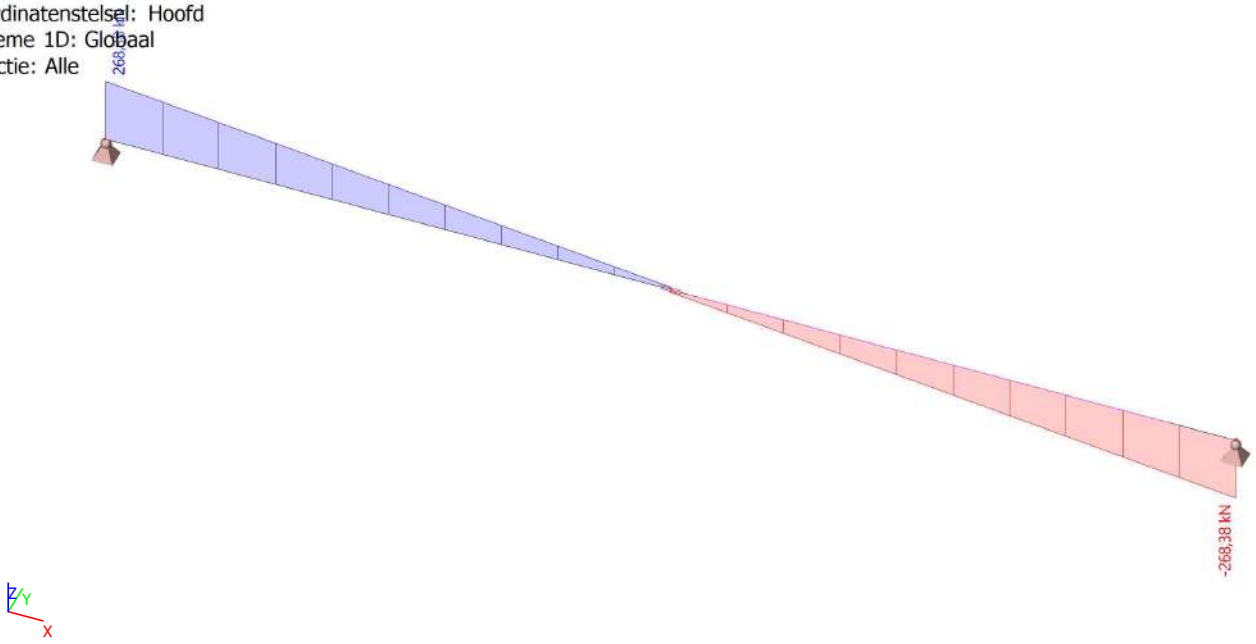
8.5.4. BG5 - Eigen gewicht - 1



9. Resultaten

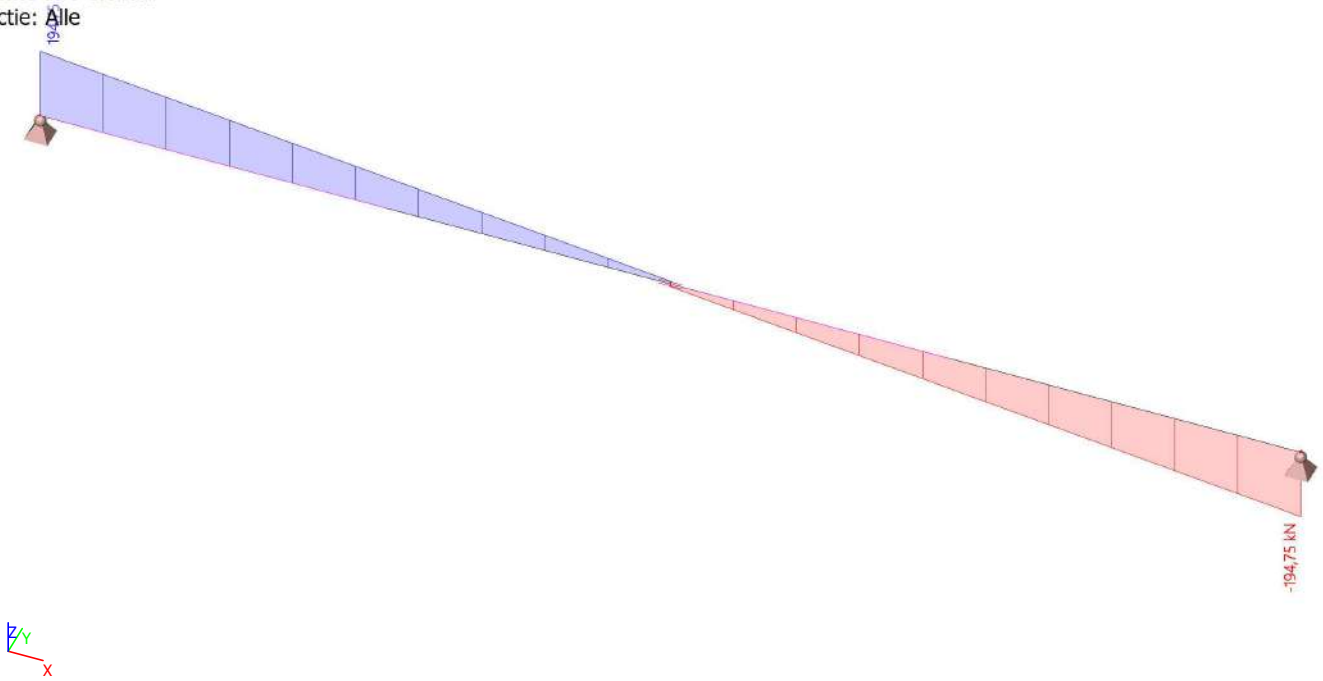
9.1. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



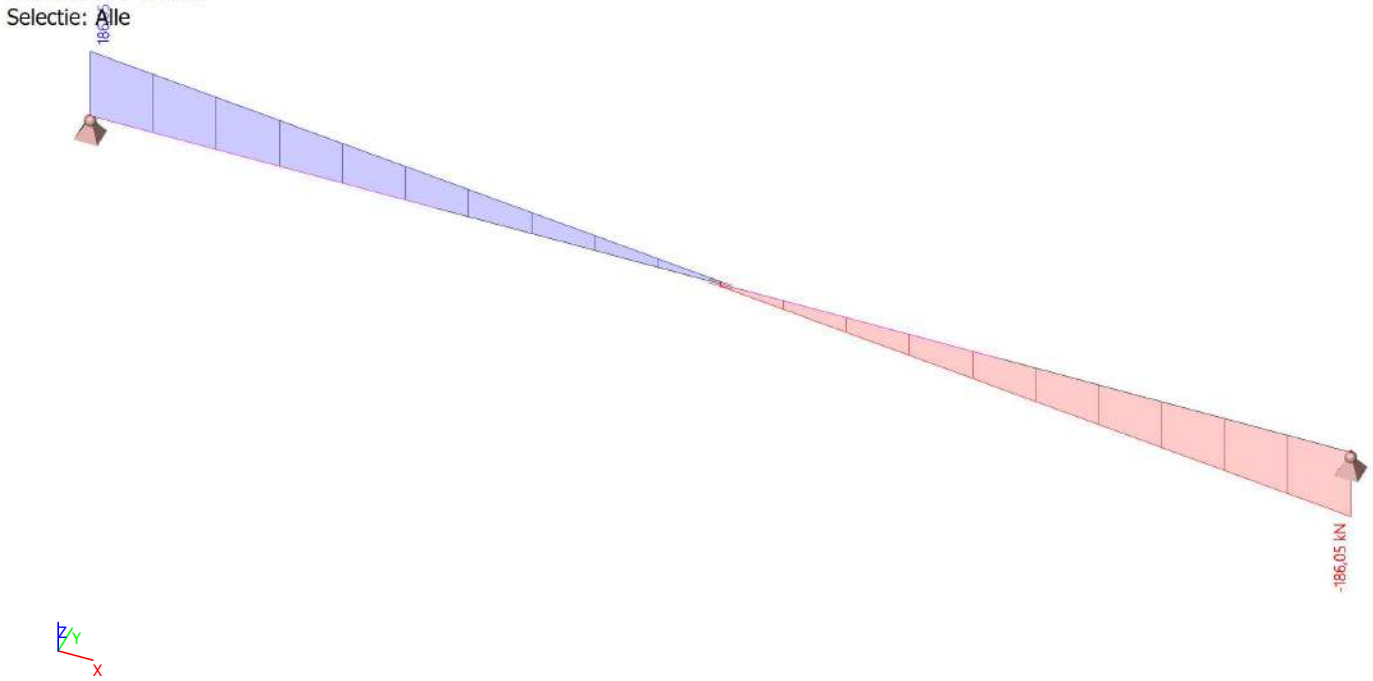
9.2. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



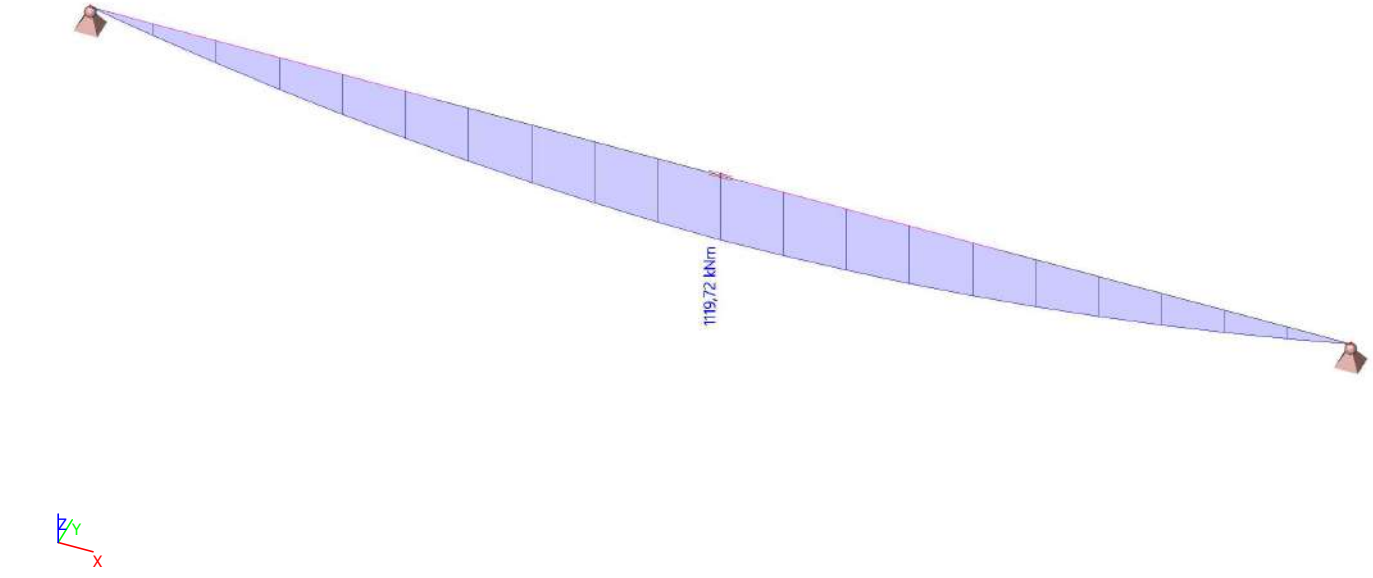
9.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Combinatie: quasi
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



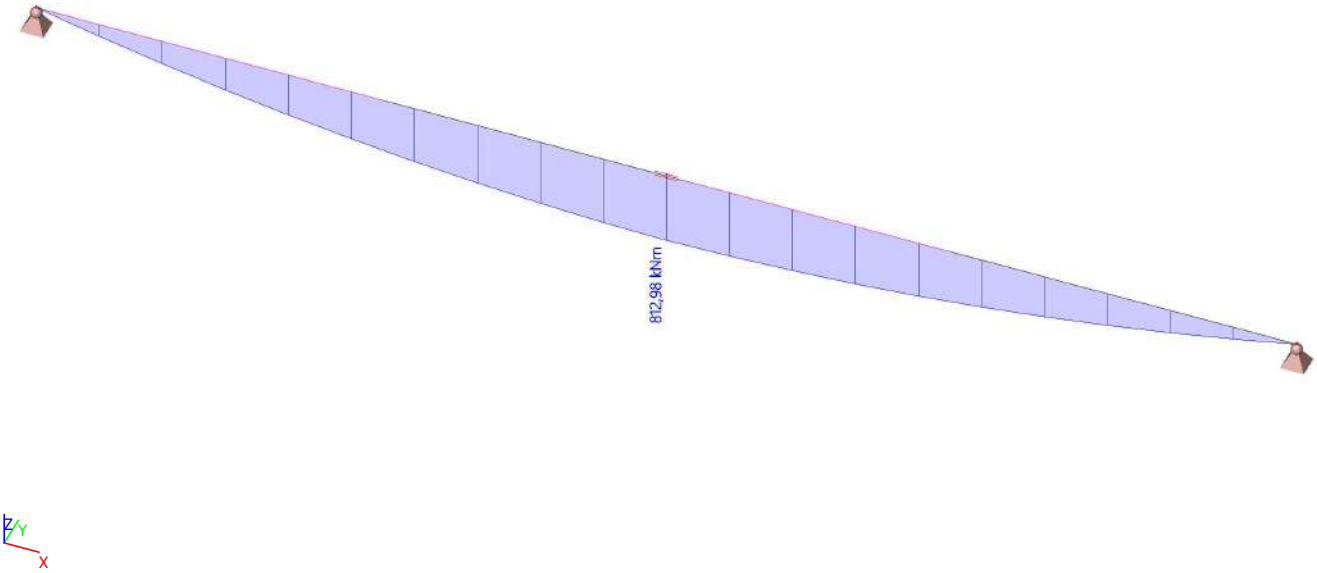
9.4. Interne 1D-krachten; M_y

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



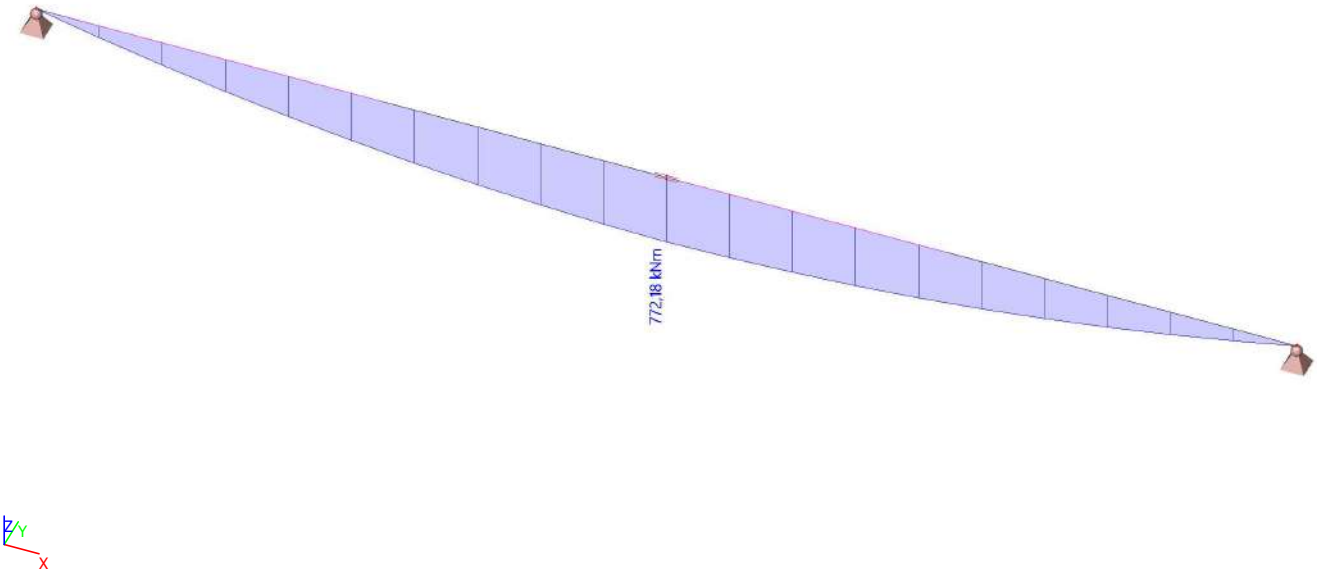
9.5. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



9.6. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Combinatie: quasi
Coördinatenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



Project:

Project number:

Author:

Table of contents

1 Project data
2 Sectional checks
2.1 Section S 1
3 List of design members
4 List of reinforced sections
5 List of used materials

1 Project data

Project title	
Author	
Date of creation	16-7-2025
Version	24.0.0.4380

National code

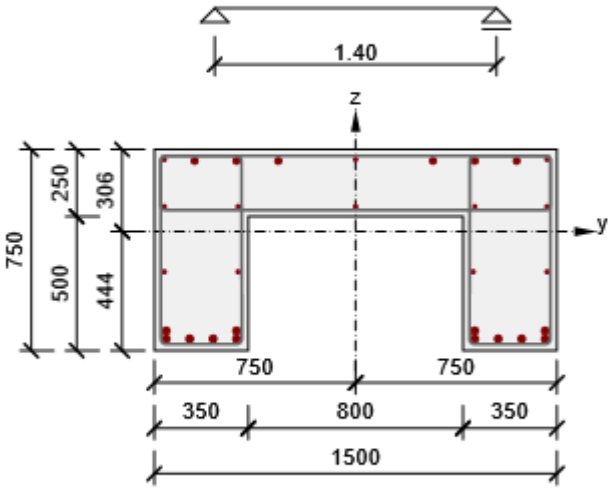
National code	EN 1992-1-1:2014-12, NEN:2011/NB:2016/A1:2020
Design working life	50 years

2 Sectional checks

2.1 Section S 1

2.1.1 Extreme S 1 - E 1

Design member	M 1
Reinforced cross-section	R 1



Concrete: C30/37
Age: 28.0 d
Reinforcement: (B 500B)
3ø14 (462mm²), z = 269 mm
6ø25 (2945mm²), z = 264 mm
5ø14 (770mm²), z = 93 mm
4ø14 (616mm²), z = -150 mm
4ø28 (2463mm²), z = -370 mm
8ø28 (4926mm²), z = -400 mm
Stirrups:
ø12 - 200 mm
ø12 - 200 mm
ø12 - 200 mm
Cover:
Other edges: 30 mm

2.1.1.1 Load effects - internal forces

Load type	Combination type	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Total	Fundamental ULS	0.0	0.0	269.0	0.0	1120.0	0.0
Total	Characteristic	0.0	0.0	0.0	0.0	813.0	0.0
Total	Frequent	0.0	0.0	0.0	0.0	773.0	0.0

2.1.1.2 Overall

Governing type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Detailing	0.0	1120.0	0.0			1000.0	Not OK

Type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Capacity N-M-M	0.0	1120.0	0.0			48.0	OK
Shear	0.0			269.0	0.0	48.0	OK
Torsion					0.0	0.0	OK
Interaction	0.0	1120.0	0.0	269.0	0.0	54.0	OK
Stress Limitation	0.0	813.0	0.0			49.8	OK
Crack Width	0.0	773.0	0.0			59.5	OK
Flexural slenderness	0.0	0.0	0.0			0.0	OK
Detailing	0.0	1120.0	0.0			1000.0	Not OK

Limit value of the exploitation of the cross-section: 100.0 %

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Shear is resisted by concrete, shear reinforcement is required according to detailing provisions, see 6.2.2
⚠	It is not possible to create equivalent thin-walled section for torsion check, but it is not necessary because torsional moment is zero.
⚠	Loads for quasi-permanent combination have not been input. Check of stress limitation according to clause 7.2 (3) has not been done.
⚠	Upper or lower design value of internal forces of one of SLS combinations caused to happen concrete stress higher than concrete tensile strength (section is cracked). Based on code and calculation settings it is assumed that the concrete resists no tension in SLS checks for all combinations of current extreme. The assumptions for SLS checks in other extremes of current section are not influenced.
⚠	The action of concrete in tension is excluded because the cracks appear, see clause 7.1 (2)
ℹ	The check according to provision 7.2(5) is switched off, because the national value k3 is equal to zero and the check can never be satisfactory.
⚠	Loads for quasi-permanent combination have not been input. Check of cases where calculations may be omitted according to clause 7.4.2 has not been done.
✖	Clear distance (horizontal and vertical) between individual parallel bars or horizontal layers of parallel bars is less than the value given by clause 8.2 (2)
✖	The condition for maximal spacing of longitudinal reinforcement acc. to clause 9.2.3 (4) is not satisfactory

2.1.1.3 Capacity N-M-M

Results presented for combination : Fundamental ULS

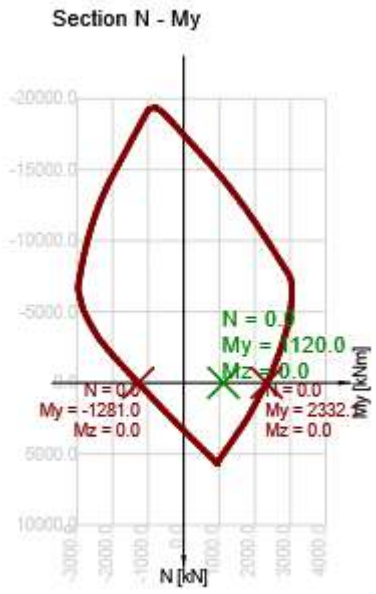
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Type	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	1120.0	0.0	Nu-Mu-Mu	48.0	100.0	OK

Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	0.0	0.0	0.0
M_y [kNm]	1120.0	2332.1	-1281.0
M_z [kNm]	0.0	0.0	0.0

Nonconformity

No nonconformities



Explanation

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
Type	Nu-Mu-Mu: Cross-sectional resistance is determined assuming proportional change of all components of acting internal forces (the eccentricity of normal force remains constant) until interaction surface is reached. The change of acting internal forces can be interpreted as the movement along the line connecting the origin of coordinate system (0,0,0) and the point of acting internal forces (NEd, MEdy, MEdz). Two points of intersection of the connecting line and interaction surface, which can be found, represent two sets of forces of resistance. Three resistance forces are determined in each point of intersection by the program: normal force capacity NRd, and capacities in flexure MRdy and MRdz
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
F_{Ed}	The applied design force caused by external load (without effects of prestressing)
F_{Rd1}	First set of forces of resistance resulting from first point of intersection reached at interaction surface
F_{Rd2}	Second set of forces of resistance resulting from second point of intersection reached at interaction surface

2.1.1.4 Shear

Results presented for combination : Fundamental ULS

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Check zone	Clause	Value [%]	Limit [%]	Check
269.0	0.0	559.8	without reduction	6.2.3(3)	48.0	100.0	OK

Design and resistance shear forces

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
269.0	327.1	2598.8	2538.3	559.8	559.8

Input values and intermediate results of shear design

n_c	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	σ^*_{cp} [MPa]	α_{cw} [-]
4	2262	8005	700	687	619	45.0	90.0	0.0	1.00

$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0.12	1.54	0.15	0.02	0.0	192.2	0.4	0.53	0.60

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Shear is resisted by concrete, shear reinforcement is required according to detailing provisions, see 6.2.2

Explanation

Symbol	Explanation
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
V_{Rd}	Final value of the design shear resistance
Check zone	Type of zone in which check is performed
Clause	The number of clause (type of method) used for shear check
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$V_{Rd,r}$	Limit value of design shear force considered without reduction by Beta factor acc. (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Design value of the shear force which can be sustained by the yielding of shear reinforcement
n_c	Number of branches of shear reinforcement
a_{sw}	The cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length
A_{sl}	The area of the tensile longitudinal reinforcement
b_w	The width of the cross-section effective for shear.
d	Effective depth of the cross-section
z	The inner lever arm
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force
α	The angle between shear reinforcement and the beam axis perpendicular to the shear force
σ^*_{cp}	The mean compressive stress (measured positive) in the concrete due to the design axial force taking account of the reinforcement. σcp* serves for determining αcw (see. EN 1992-1-1, chap. 6.2.3 (3))
α_{cw}	Coefficient taking account of the state of the stress in the compression chord
$C_{Rd,c}$	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k_1	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
ρ_l	Reinforcement ratio of the tensile longitudinal reinforcement
σ_{cp}	The mean compressive stress (measured positive) in the concrete cross-section due to the design axial force. σcp is limited to value 0,2·fcd (EN 1992-1-1 chap. 6.2.2 (1))
σ_{wd}	Design stress of the shear reinforcement, see note 2 of clause 6.2.3 (3)
v_{min}	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
v	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance
v_1	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance

2.1.1.5 Torsion

Results presented for combination : Fundamental ULS

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	135.4	0.0	100.0	OK

Design and resistance torsional moments

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	$T_{Rd,sl}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0.0	135.4	528.8	186.8	92.0	135.4

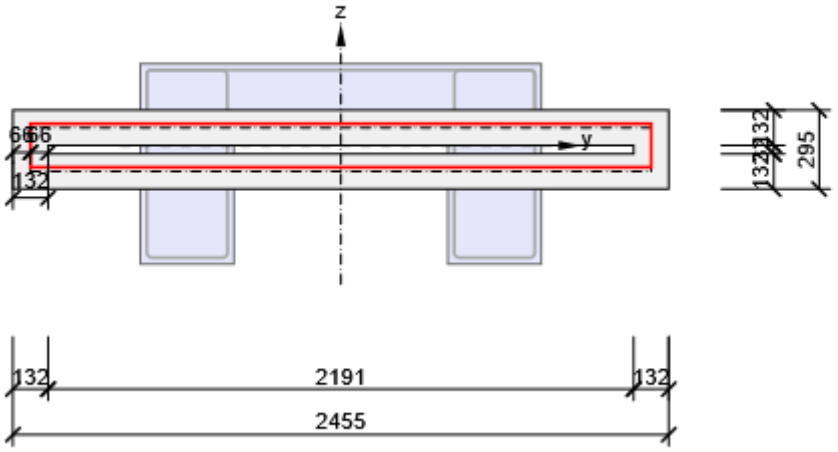
Input values and intermediate results of torsion design

A_k [mm^2]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	A_{sp} [mm^2]	θ [°]
379876	4973	132	565	1385	0	45.0

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	It is not possible to create equivalent thin-walled section for torsion check, but it is not necessary because torsional moment is zero.

Equivalent thin-walled section for torsion check



Effective stirrup :
ø12 (B 500B) - 200mm

Explanation

Symbol	Explanation
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
T_{Rd}	Governing design torsional resistance moment
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
$T_{Rd,s}$	The design value of the torsional moment, which can be sustained by the yielding of torsion reinforcement
$T_{Rd,sl}$	The design value of the torsional moment, which can be sustained by the yielding of longitudal reinforcement
A_k	The area enclosed by the centre-lines of the connecting walls, including inner hollow areas
u_k	The perimeter of the area Ak
t_{eff}	The effective wall thickness
a_{sw}	Cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length used for torsion check
A_{sl}	Area of longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
A_{sp}	Area of prestressing reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force

2.1.1.6 Interaction

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value V+T [%]	Value V+T+M [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	1120.0	0.0	269.0	0.0	44.2	54.0	54.0	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (concrete)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	Eq. 6.31 [%]	Eq. 6.29 [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
327.1	135.4	2598.8	528.8	82.2	10.4	10.4	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (longitudinal reinforcement)

A_{sl} [mm^2]	F_{sl} [kN]	$F_{sl,lim}$ [kN]	Value [%]	Limit [%]	Check
12182	269.0	5675.7	4.7	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (shear reinforcement)

a_{sw} [mm^2/m]	F_{sw} [kN]	$F_{sw,lim}$ [kN]	Value [%]	Limit [%]	Check
565	108.7	245.9	44.2	100.0	OK

Interaction check of shear, torsion, bending and normal force

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta\varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta\varepsilon_t$ [1e-4]	Extreme in bar	Value [%]	Limit [%]	Check
1523.9	269.0	0.0	0.6	0.0	1	54.0	100.0	OK

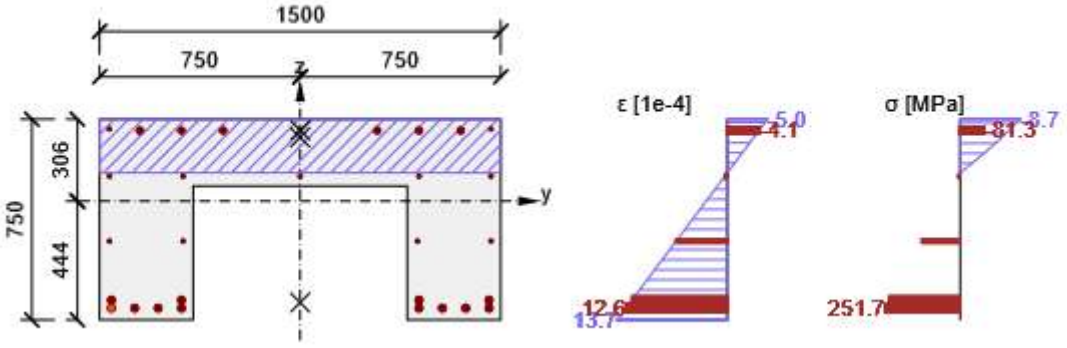
Detailed check of reinforcement

Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta\varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta\sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
1	-706	-400	0.6	12.6	450.0	11.8	251.7	465.9	54.0	OK

Nonconformity

No nonconformities

Stress and strain distributions in the cross-section



Explanation

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
M_{Edy}	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
M_{Edz}	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
Value V+T	Utilization of the cross-section (for interaction of shear and torsion) related to the limit value
Value V+T+M	Utilization of the cross-section (for interaction of shear, torsion and bending) related to the limit value
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
Eq. 6.31	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.29) EN 1992-1-1
A_{sl}	Cross-sectional area of longitudinal reinforcement used for shear and/or torsion check. In case of torsion, it is area of reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
F_{sl}	Tensile force due to shear and torsion in longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
$F_{sl,lim}$	Limit value of tensile force in longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance (Fsl,lim=Asl*fyd)
a_{sw}	The cross-sectional area (per unit length) of the most utilized stirrup leg due to shear and torsion
F_{sw}	Tensile force (per unit length) in the most utilized stirrup leg due to shear and torsion.
$F_{sw,lim}$	Load bearing resistance (per unit length) of the most utilized stirrup length due to shear and torsion (usually Fsw,lim=asw*fywd)
F_b	Resultant force in longitudinal reinforcement due to bending and normal force
$\Delta F_{td,s}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to shear calculated as VEd * cotθ. Additional force is applied to the centroid of the area resisting shear.
$\Delta F_{td,t}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to torsion
$\Delta\varepsilon_s$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear
$\Delta\varepsilon_t$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to torsion
Extreme in bar	Number of the non-prestressed bar with the extreme value of the check
Bar	Number of reinforcement bar with the extreme value of the check
y_i	y-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
z_i	z-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
$\Delta\varepsilon_{st}$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear and torsion
ε	Strain in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
ε_{lim}	Limit value of strain in the bar/tendon
$\Delta\sigma_{st}$	Additional tensile stress in the bar/tendon due to shear and torsion
σ	Stress in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
σ_{lim}	Limit value of the stress in the bar/tendon

2.1.1.7 Stress limitation

Stress limitation - short-term effect

Type of check	Component type	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Limit [%]	Check
7.2(2)-Char	Concrete fibre	7	-9.0	-18.0	49.8	100.0	OK

Stress limitation - long-term effect

Type of check	Component type	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Limit [%]	Check
7.2(2)-Char	Concrete fibre	8	-5.5	-18.0	30.7	100.0	OK

Detailed check of concrete - short-term effect

Type of check	Fibre	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
7.2(2)-Char	7	750	306	0.0	813.0	0.0	-9.0	-18.0	49.8	OK

Detailed check of reinforcement - short-term effect

Type of check	Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
7.2(5)-Char	1	-706	-400	0.0	813.0	0.0	169.8	0.0	0.0	OK

Detailed check of concrete - long-term effect

Type of check	Fibre	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
7.2(2)-Char	8	-750	306	0.0	813.0	0.0	-5.5	-18.0	30.7	OK

Detailed check of reinforcement - long-term effect

Type of check	Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
7.2(5)-Char	8	706	-400	0.0	813.0	0.0	177.2	0.0	0.0	OK

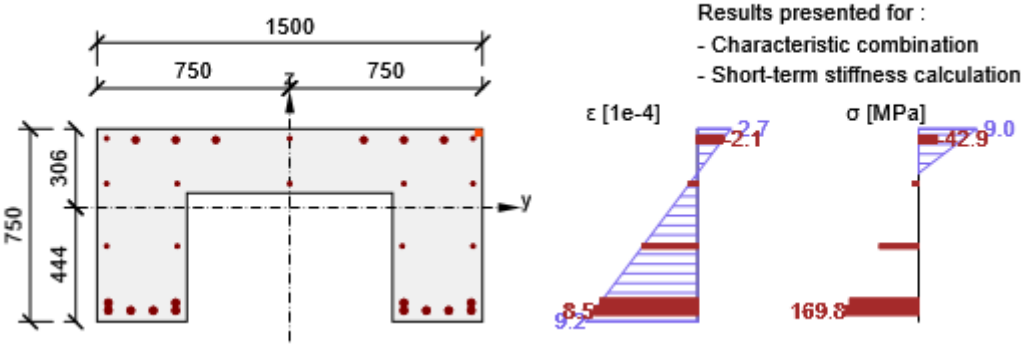
Creep coefficient

Way of assessment	h_0 [mm]	A_c [mm^2]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Use γ_{lt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatic	264	725000	5500	18250.0	28.0	7.0	65.0	No	1.91

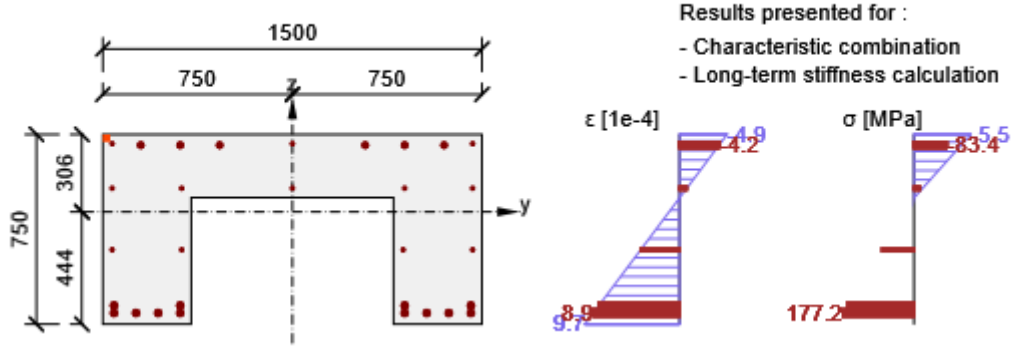
Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Loads for quasi-permanent combination have not been input. Check of stress limitation according to clause 7.2 (3) has not been done.
⚠	Upper or lower design value of internal forces of one of SLS combinations caused to happen concrete stress higher than concrete tensile strength (section is cracked). Based on code and calculation settings it is assumed that the concrete resists no tension in SLS checks for all combinations of current extreme. The assumptions for SLS checks in other extremes of current section are not influenced.
⚠	The action of concrete in tension is excluded because the cracks appear, see clause 7.1 (2)
ℹ	The check according to provision 7.2(5) is switched off, because the national value k3 is equal to zero and the check can never be satisfactory.

Stress and strain distributions in the cross-section



Stress and strain distributions in the cross-section



Explanation

Symbol	Explanation
Type of check	The number of clause and the type of SLS combination used for the calculation of stress limitation
Component type	Specification of type of css component (concrete fibre/bar/tendon) with extreme value of the check
Index	Number of concrete fibre, reinforcement bar or tendon with the extreme value of the check
σ	Stress in css component (fibre/bar/tendon...) calculated for appropriate SLS combination
σ_{lim}	Limit value of the stress in css component (fibre/bar/tendon...) calculated for appropriate SLS combination
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
Fibre	Number of concrete fibre with the extreme value of the check
y_i	y-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
z_i	z-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
N	Normal force for appropriate SLS combination
M_y	Bending moment around y axis for appropriate SLS combination
M_z	Bending moment around z axis for appropriate SLS combination
Bar	Number of reinforcement bar with the extreme value of the check
h_0	The notional size = 2Ac /u, where Ac is the concrete cross-sectional area and u is the perimeter of that part which is exposed to drying
A_c	The cross-sectional area of the concrete
u	The perimeter of that part which is exposed to drying
t	The age of concrete at the moment considered
t_0	The age of concrete at loading
t_s	The age of the concrete at the beginning of drying shrinkage (or swelling). Normally this is at the end of curing
RH	is the factor to account for relative humidity
Use γ_{lt}	Use long-term delayed strain estimation factor acc. to Annex B, clause B.105 (103)
$\varphi(t,t_0)$	Calculated value of creep coefficient

2.1.1.8 Crack width

Crack width - short-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	0.0	773.0	0.0	0.105	0.200	52.3	100.0	OK

Crack width - long-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	0.0	773.0	0.0	0.119	0.200	59.5	100.0	OK

Intermediate results and coefficients for crack width calculation - short-term effect

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm^2]	$A_{s,eff}$ [mm^2]	$A_{p,eff}$ [mm^2]	$\rho_{p,eff}$ [-]
172	134	696	93816	7389	0	0.08

k_t [-]	ε_{sm}-ε_{cm} [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.60	6.4	0.80	0.50	3.40	0.43

c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
30	8.7	-2.6	162	28	161.5

Intermediate results and coefficients for crack width calculation - long-term effect

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm^2]	$A_{s,eff}$ [mm^2]	$A_{p,eff}$ [mm^2]	$\rho_{p,eff}$ [-]
251	134	696	93698	7389	0	0.08

k_t [-]	ε_{sm}-ε_{cm} [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.40	7.3	0.80	0.50	3.40	0.43

c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
30	9.2	-4.7	162	28	168.5

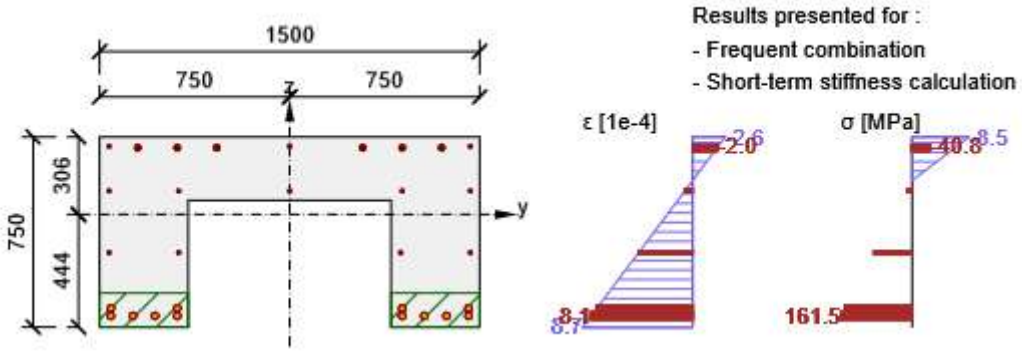
Creep coefficient

Way of assessment	h_0 [mm]	A_c [mm^2]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Use γ_{lt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatic	264	725000	5500	18250.0	28.0	7.0	65.0	No	1.91

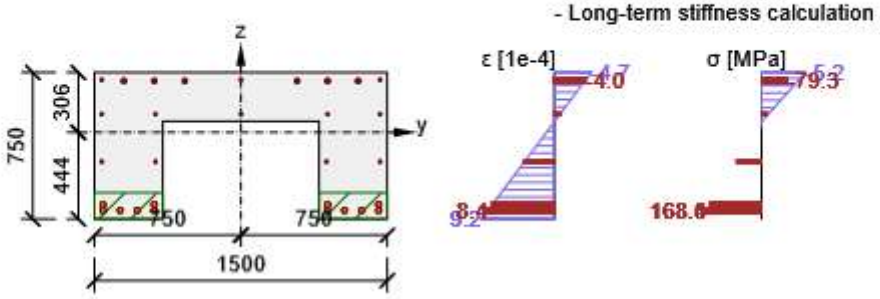
Nonconformity

No nonconformities

Stress and strain distributions in the cross-section



Stress and strain distributions in the cross-section



Explanation

Symbol	Explanation
Combination	Combination used for calculation including rsup or rinf coefficient acc. to 5.10.9
N	Normal force for frequent combination
M_y	Bending moment around y axis for frequent combination
M_z	Bending moment around z axis for frequent combination
w_k	The crack width calculated according to 7.3.4
w_{lim}	Limit value of crack width according to table 7.1N
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
x	Depth of compression zone (position of neutral axis)
$h_{c,eff}$	Depth of effective tension area of the concrete surrounding the reinforcement or prestressing tendons (7.3.2 (3))
d	Effective depth of the cross-section
$A_{c,eff}$	Effective area of the concrete in tension surrounding the reinforcement or prestressing tendons
$A_{s,eff}$	Effective area of reinforcing steel within effective area of the concrete
$A_{p,eff}$	Effective area of prestressing steel within effective area of the concrete
$\rho_{p,eff}$	Ratio of the effective area of prestressing and reinforcing steel and effective area of the concrete in tension
k_t	Factor dependent on the duration of the load (7.3.4 (2))
k_1	Coefficient which takes account of the bond properties of the bonded reinforcement (7.3.4 (3))
k_2	Coefficient which takes account of the distribution of strain
c	Thickness of concrete cover of main longitudinal reinforcement
ε_1	Greater tensile strain at the boundaries of the section considered, assessed on the basis of a cracked section
ε_2	Lesser tensile strain at the boundaries of the section considered, assessed on the basis of a cracked section
$s_{r,max}$	Maximum final crack spacing
Φ	Diameter of bar or equivalent diameter of bar for more diameters of bars within effective tension area of the concrete
σ_s	Maximum stress in the tension reinforcement assuming a cracked section
h_0	The notional size = 2Ac /u, where Ac is the concrete cross-sectional area and u is the perimeter of that part which is exposed to drying
A_c	The cross-sectional area of the concrete
u	The perimeter of that part which is exposed to drying
t	The age of concrete at the moment considered
t_0	The age of concrete at loading
t_s	The age of the concrete at the beginning of drying shrinkage (or swelling). Normally this is at the end of curing
RH	is the factor to account for relative humidity
Use γ_{lt}	Use long-term delayed strain estimation factor acc. to Annex B, clause B.105 (103)
$\varphi(t,t_0)$	Calculated value of creep coefficient

2.1.1.9 Flexural slenderness

N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	λ [-]	$λ_d$ [-]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	100.0	OK

l_n [mm]	l_{eff} [mm]	d [mm]	K	ρ [%]	$ρ_0$ [%]	ρ' [%]	$σ_s$
1000	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Loads for quasi-permanent combination have not been input. Check of cases where calculations may be omitted according to clause 7.4.2 has not been done.

Explanation

Symbol	Explanation
N	Normal force for quasi-permanent combination
M_y	Bending moment around y axis for quasi-permanent combination
M_z	Bending moment around z axis for quasi-permanent combination
λ	Span to depth ratio
$λ_d$	Limiting span/depth ratio multiplied by correction factors to allow for the type of reinforcement used acc. 7.4.2(2) and other variables
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
l_n	Clear distance between the faces of the supports
l_{eff}	Effective span of a member
d	Effective depth of the cross-section
K	Factor to take into account the different structural systems
ρ	Required tension reinforcement ratio at mid-span to resist the moment due to the design loads (at support for cantilevers)
$ρ_0$	Reference reinforcement ratio
ρ'	Required compression reinforcement ratio at mid-span to resist the moment due to design loads (at support for cantilevers)
$σ_s$	Tensile steel stress at mid-span (at support for cantilevers) under the design load at SLS

2.1.1.10 Detailing rules

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$Ratio_{long}$ [%]	$Ratio_{shear}$ [%]	Governing [%]	Limit [%]	Check
0.0	1120.0	0.0	1000.0	67.7	1000.0	100.0	Not OK

Check of detailing provisions of longitudinal reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
The minimum reinforcement ratio for longitudinal rebars (9.2.1.1 (1)) [mm2]	8005	955	11.9	OK
The maximum reinforcement ratio for longitudinal rebars (9.2.1.1(3)) [%]	1.68	4.00	42.0	OK
The minimum clear distance of longitudinal rebars (8.2 (2)) [mm]	2	28	1000.0	Not OK
The maximum axial distance of longitudinal reinforcement (9.2.3 (4)) [mm]	444	350	126.9	Not OK

Check detailing provisions of shear reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
The minimum reinforcement ratio for shear reinforcement (9.2.2 (5)) [%]	0.32	0.09	27.1	OK
The maximum longitudinal spacing between stirrups (9.2.2 (6)) [mm]	200	300	66.7	OK
The maximum longitudinal spacing of the torsion stirrups (9.2.3(3)) [mm]	200	295	67.7	OK
The maximum transverse distance of stirrups legs (9.2.2 (8)) [mm]	301	500	60.2	OK
The minimum value of the multiplier of mandrel diameter for stirrups (8.3 (2)) [-]	0.00	0.00	0.0	Off

Input values and intermediate results for detailing

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm^2]	$b_t * d$ [mm^2]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
700	687	725000	680737	500.0	434.8	30.0	2.9	20.0

Nonconformity

	Nonconformities
⊗	Clear distance (horizontal and vertical) between individual parallel bars or horizontal layers of parallel bars is less than the value given by clause 8.2 (2)
⊗	The condition for maximal spacing of longitudinal reinforcement acc. to clause 9.2.3 (4) is not satisfactory

Explanation

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
$Ratio_{long}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for longitudinal reinforcement
$Ratio_{shear}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for shear reinforcement
Governing	Governing ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules
Limit	Limit ratio representing detailing rules
Check	Result of the check
Type	Type of checked detailing provisions
$Value_{calc}$	Calculated or input quantity, which expresses given detailing rule
$Value_{lim}$	Limit value of the quantity, which expresses given detailing rule
Ratio	Ratio of calculated or input quantity, which expresses given detailing rule, to its limit value

2.1.1.11 Response N-M-M

Results presented for combination : Fundamental ULS

$N_{Ed,tot}$ [kN]	$M_{Ed,ytot}$ [kNm]	$M_{Ed,ztot}$ [kNm]	Concrete fibre	Extreme in bar	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	1120.0	0.0	8	8	51.5	100.0	OK

Plane of strain

x [mm]	x_{lim} [mm]	d [mm]	z [mm]	ε_x [1e-4]	φ_z [1e-4]	φ_y [1e-4]
214	367	687	619	2.2	0.0	-24.4

Forces in components of cross-section

Component of css	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	A [mm^2]	y_i [mm]	z_i [mm]
Concrete	-1523.9	355.3	0.0	320714	0	233
Reinforcement in tension	1810.1	689.2	0.0	8005	0	-381
Reinforcement in compression	-286.1	75.6	0.0	4177	0	264
Total	0.0	1120.0	0.0			

Detailed check of concrete

Fibre	y_i [mm]	z_i [mm]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
8	-750	306	-5.2	-35.0	-9.1	-20.0	45.3	OK

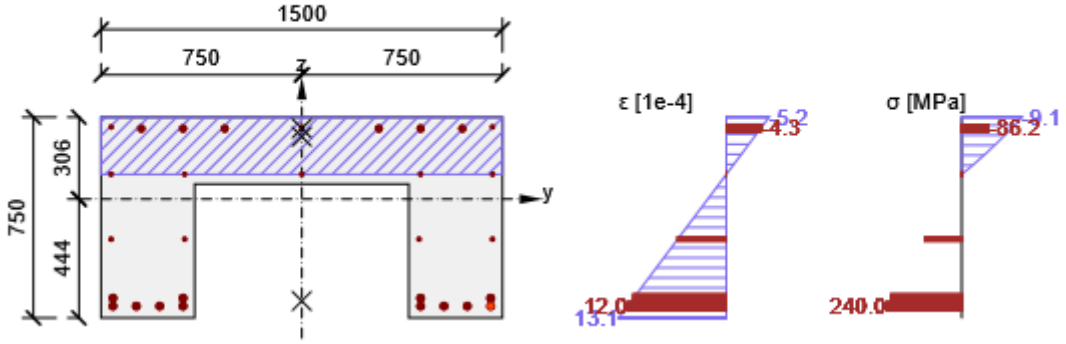
Detailed check of reinforcement

Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
8	706	-400	12.0	450.0	240.0	465.9	51.5	OK

Nonconformity

No nonconformities

Stress and strain distributions in the cross-section



Explanation

Symbol	Explanation
$N_{Ed,tot}$	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
$M_{Ed,ytot}$	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
$M_{Ed,ztot}$	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
Concrete fibre	Number of the fibre with the extreme value of the check
Extreme in bar	Number of the non-prestressed bar with the extreme value of the check
Value	Utilization of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
x	Depth of compression zone (position of neutral axis)
x_{lim}	Limit depth of compression zone (position of neutral axis)
d	Effective depth of the cross-section
z	The inner lever arm
ε_x	Axial strain
φ_z	Tangent of the angle between 'z' axis and its perpendicular projection into plane of strain (around 'y' axis)
φ_y	Tangent of the angle between 'y' axis and its perpendicular projection into plane of strain (around 'z' axis)
Component of css	Type of component of the css
N	The value of normal force resisted by component of the css
M_y	The value of bending moment around 'y' axis resisted by component of css
M_z	The value of bending moment around 'z' axis resisted by component of css
A	Area of css component (fibre/bar/tendon...)
y_i	y-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
z_i	z-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
Fibre	Number of concrete fibre with the extreme value of the check
ε	Strain in current css component (fibre/bar/tendon...) calculated for ULS
ε_{lim}	Limit value of strain in css component (fibre/bar/tendon...)
σ	Stress in css component (fibre/bar/tendon...) calculated for appropriate SLS combination
σ_{lim}	Limit value of the stress in css component (fibre/bar/tendon...) calculated for appropriate SLS combination
Bar	Number of reinforcement bar with the extreme value of the check

3 List of design members

Design member M 1

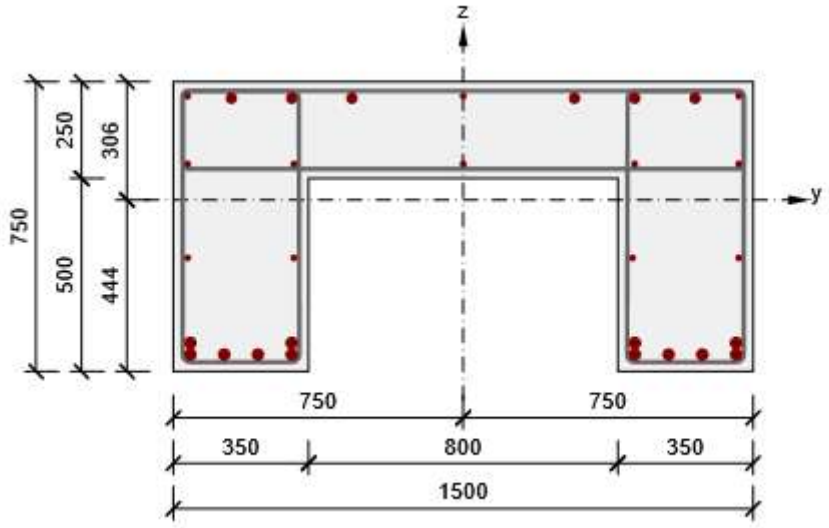
Member type	Beam
Exposure class	XC3, XD1
Relative humidity	65.0 %
Φ_{inf}	Calculated
Structural member importance	Major
Coefficient kx (7.3.1(5))	1.00

Flexural slenderness data

Clear distance between faces of the supports (5.3.2.2 (1)) m	Width of supporting element (5.3.2.2 (1))		Support condition	
	Left mm	Right mm	Left	Right
1.00	400	400	Non-continuous member	Non-continuous member

4 List of reinforced sections

Reinforced section R 1



Cross-section components

General cross-section, Material: C30/37

Cross-section characteristics

A [mm^2]	S_y [mm^3]	S_z [mm^3]	I_y [mm^4]	I_z [mm^4]	C_{gy} [mm]	C_{gz} [mm]	i_y [mm]	i_z [mm]
725000	0	0	34702765805	189604166667	0	0	219	511

Concrete cover related to cross-section edges

1	30 mm
2	30 mm
3	30 mm
4	30 mm
5	30 mm
6	30 mm
7	30 mm
8	30 mm



Longitudinal reinforcement [kg/m]	Shear reinforcement [kg/m]	Total mass [kg/m]	Reinforcement / m3 concrete [kg/m^3]
96	32	128	176

Longitudinal reinforcement

Bar	Ø [mm]	Material	Y [mm]	Z [mm]
5	28	B 500B	444	-400
6	28	B 500B	531	-400

Bar	Ø [mm]	Material	Y [mm]	Z [mm]
7	28	B 500B	619	-400
8	28	B 500B	706	-400
9	28	B 500B	-706	-370
10	28	B 500B	706	-370
11	25	B 500B	600	264
12	25	B 500B	444	264
13	25	B 500B	288	264
14	25	B 500B	-288	264
15	25	B 500B	-444	264
16	25	B 500B	-600	264
17	14	B 500B	-713	93
18	14	B 500B	-438	93
19	14	B 500B	0	93
20	14	B 500B	444	93
21	14	B 500B	713	93
22	14	B 500B	713	269
23	14	B 500B	0	269
24	14	B 500B	-713	269
25	14	B 500B	-713	-150
26	14	B 500B	713	-150
27	14	B 500B	-438	-150
28	14	B 500B	438	-150
1	28	B 500B	-706	-400
2	28	B 500B	-619	-400
3	28	B 500B	-531	-400
4	28	B 500B	-444	-400
29	28	B 500B	-444	-370
30	28	B 500B	444	-370

Stirrups

Stirrup	Ø [mm]	Material	Distance [mm]	Closed	Shear check	Torsion check	Diameter of mandrel
1	12	B 500B	200	Yes	Yes	Yes	0.00
2	12	B 500B	200	Yes	Yes	Yes	0.00
3	12	B 500B	200	Yes	Yes	Yes	0.00

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-713	93
1	2	713	93
1	3	713	269
1	4	-713	269
2	1	-706	-400
2	2	-444	-400
2	3	-444	264
2	4	-713	269
3	1	444	-400
3	2	706	-400
3	3	713	269

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]
3	4	444	264

5 List of used materials

Concrete

Name	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	v [-]	Unit mass [kg/m^3]
C30/37	30.0	38.0	2.9	32836.6	0.20	2500
	ε_{c2} = 20.0 1e-4, ε_{cu2} = 35.0 1e-4, ε_{c3} = 17.5 1e-4, ε_{cu3} = 35.0 1e-4, Exponent - n: 2.00, Aggregate size = 16 mm, Cement class: R (s = 0.20), Diagram type: Parabolic					

Explanation

Symbol	Explanation
f_{ck}	Characteristic compressive cylinder strength of concrete at 28 days
f_{cm}	Mean value of concrete cylinder compressive strength
f_{ctm}	Mean value of axial tensile strength of concrete
E_{cm}	Secant modulus of elasticity of concrete
ε_c	Compressive strain in the concrete at the peak stress fc
ε_{cu}	Ultimate compressive strain in the concrete

Reinforcement Steel

Name	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	v [-]	Unit mass [kg/m^3]
B 500B	500.0	540.0	200000.0	0.20	7850
	f_{tk}/f_{yk} = 1.08, ε_{uk} = 500.0 1e-4, Type: Bars, Bar surface: Ribbed, Class: B, Fabrication: Hot rolled, Diagram type: Bilinear with an inclined top branch				

Explanation

Symbol	Explanation
f_{yk}	Characteristic yield strength of reinforcement
f_{tk}	Characteristic tensile strength of reinforcement
E	Modulus of elasticity of reinforcement steel
ε_{uk}	Characteristic strain of reinforcement or prestressing steel at maximum load

NOTITIE

Onderwerp	Actiefslibtank dimensionering scheidingswanden en opdrijven tank

1 INLEIDING

Voor het project voor Vechtstromen worden in Hengelo vier bestaande actiefslibtanks gerenoveerd. Hierbij worden de scheidingswanden in de mixer en een andere binnenwand nieuw geplaatst.

1.1 Doel

Het doel van deze notitie is om de scheidingswanden te dimensioneren qua dikte en qua wapeningshoeveelheid. Ook moet nagegaan worden of er opdrijfgevaar is wanneer de tank helemaal leeg wordt gemaakt.

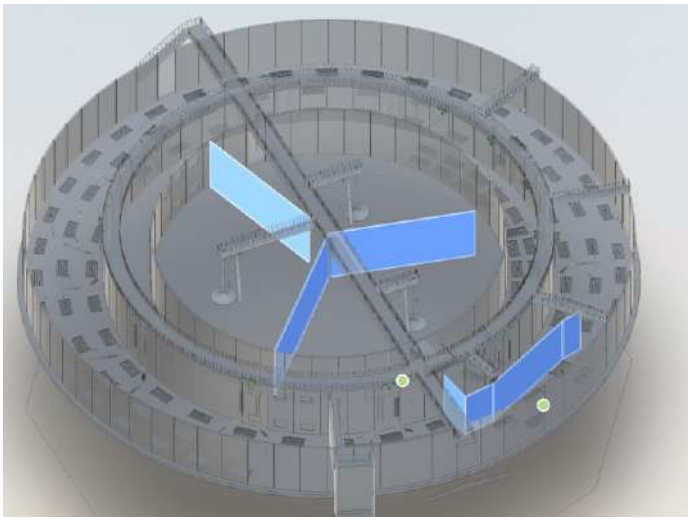
1.2 Uitgangspunten

- Beton:
  - In situ: C30/37
  - Prefab: minimaal C45/55
  - Betonstaal: B500B
  - Milieuklasse: XC4
  - Maximale scheurwijdte: 0,30 mm
  - Minimale dekking: 30 mm
- Voor windbelasting:
  - Windgebied II → basis windsnelheid $v_{b,o}$ = 27,0 m/s
  - Bovenkant wand 3,5 m boven maaiveld
  - Omgeving onbebouwd

2 DIMENSIONERING SCHEIDINGSWANDEN

Zie afbeelding 2.1 voor de te vervangen wanden van de tank. De wanden in het midden van de tank worden holle wanden en de wand in de buitenste ring wordt in het werk gestort. De wanden zijn alleen aan de onderkant met de vloer (en op een paar plekken met de bestaande wanden) momentvast verbonden. De voorkeur voor deze momentvaste verbinding is een enkele rij stekken.

Afbeelding **Error! No text of specified style in document.**.1: Te vervangen wanden actiefslibtank



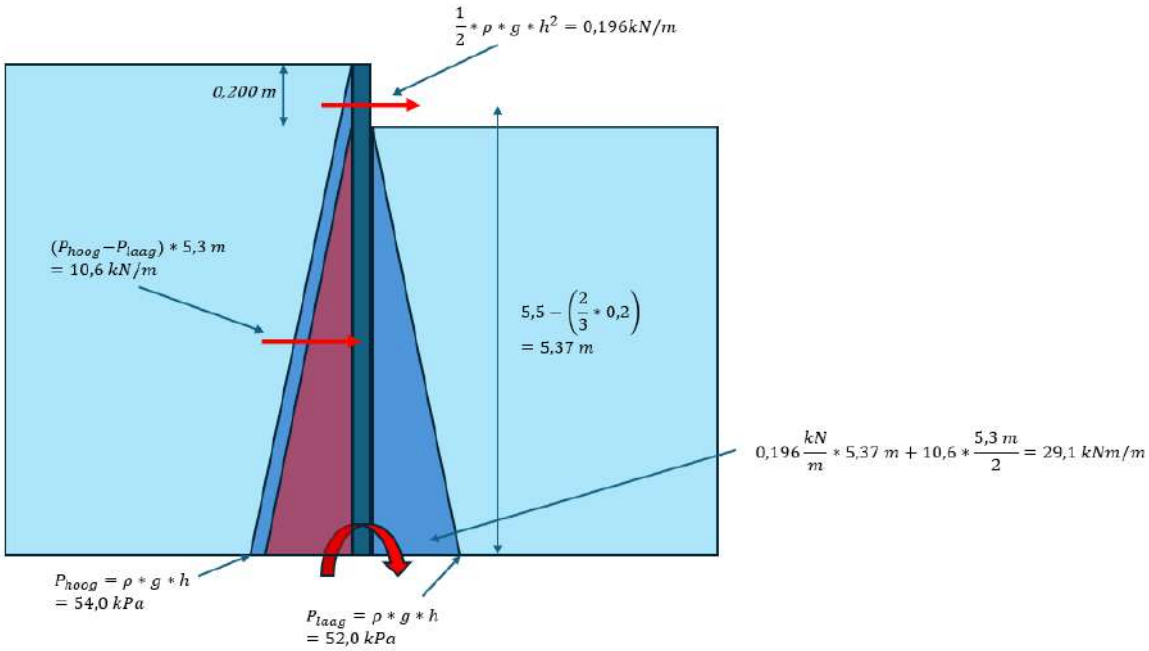
2.1 Belasting

De enige belastingen die op de wanden werken zijn het eigengewicht, windbelasting en een hydrostatisch drukverschil tussen beide kanten van de wand t.g.v. stroming in de tank veroorzaakt door de mixers. De windbelasting en de belasting t.g.v. het drukverschil werken horizontaal op de wand, deze belastingen worden omgezet in een moment in de verbinding van de wand met de vloerplaat. Dit moment is belangrijk voor het dimensioneren van de stekken, aangezien er wordt aangenomen dat deze stekken het gehele moment moeten opnemen.

2.1.1 Drukverschil door stroming

Door de mixers in de tank ontstaat stroming, door deze stroming kan een peilverschil ontstaan tussen het water aan de twee kanten van de wanden. Het maximum hiervan wordt aangenomen op een hydrostatisch drukverschil van 0,20 m. Deze belasting heeft het grootste effect op het moment onderin de wand wanneer de tanks vol zijn, zie afbeelding 2.2. Deze belasting leidt tot een moment in de verbinding van de wand met de vloer van 1,05 kNm per meter breedte van de wand.

Afbeelding **Error! No text of specified style in document.**.2 Maatgevende belasting hydrostatisch drukverschil



2.1.2 Windbelasting

Zie aannames voor benodigde gegevens van de wand en omgeving voor de berekening van de windbelasting aan de hand van de Eurocode.

$$q_p = \frac{1}{2} * \rho * v^2 = \frac{1}{2} * 1{,}25 * 27{,}0 = 456\ N/m^2$$

Voor het bepalen van de winddrukcoëfficiënt valt de dunne wand volledig in zone A, dit geeft:

Tabel **Error! No text of specified style in document.**.1 winddrukcoëfficiënten

	coëfficiënt
Druk (loefzijde)	0,8
Zuiging (lijzijde)	-0,5

De wind zorgt voor de volgende belasting op de wand:

$$0{,}456 \frac{kN}{m^2} * (0{,}8 - -0{,}5) = 0{,}593\ \frac{kN}{m^2}$$

Dit levert een moment onderaan de wand van:

$$0{,}593 \frac{kN}{m^2} * 5{,}5 * \frac{5{,}5}{2} = 8{,}97 \frac{kNm}{m}$$

2.2 Wanden binnenste ring

Er wordt vanuit gegaan dat het moment onderin de wand volledig wordt opgenomen in de enkele stekkenrij. Aangezien er een enkele stekkenrij wordt uitgevoerd, is de momentarm van de stekken om dit moment op te vangen gelijk aan de helft van de dikte van de wand. Als eerste iteratie wordt een dikte van de wand van 220 mm genomen; 70 mm dikke schillen en 80 mm tussenruimte voor de holle wanden, een kleinere dikte is niet praktisch wegens dekking voor wapening, ruimte tussen wapening (max. korrelgrootte 32 mm) etc.
Er wordt vanuit gegaan dat de tanks (volledig) gevuld zijn, dus slankheid van de wand speelt niet echt een rol hier. Met dit gegeven kan de benodigde trekkracht in de stekken worden berekend:

$$d_{muur} = 220\ mm \rightarrow momentarm\ stekken = 110\ mm$$
$$q_{stek} = \frac{29{,}1 + 8{,}97\frac{kNm}{m}}{0{,}11\ m} = 346\ kN/m$$

Eerste iteratie: 5 stekken per meter met diameter 16 mm.

$$F_{stek} = 69{,}3\ kN$$
$$\sigma_{sd} = 69{,}3 * \frac{10^3}{\pi * (\frac{16}{2})^2} = 345\ MPa$$
$$f_{yd}(B500B) = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{500}{1{,}15} = 435\ MPa$$

Qua vloeisterkte van het staal zijn 5 stekken met een diameter van 16 mm per meter voldoende. Nu moet ook gekeken worden naar de benodigde verankeringslengte. Als eerste wordt gekeken naar de aanhechtspanning van het beton op de stekken:

$$f_{bd} = 2{,}25 * \eta_1 * \eta_1 * f_{ctd} = 2{,}25 * 1 * 1 * 1{,}33 = 2{,}99\ MPa$$
$$\eta_1 = 1{,}0 \quad (goede\ plaatsing)$$
$$\eta_2 = 1{,}0 \quad (geribde\ staven)$$
$$f_{ctd} = \frac{2{,}0}{1{,}5} = 1{,}33\ MPa$$

Benodigde verankeringslengte:

$$l_{bd,rqd} = \frac{\varphi * \sigma_{sd}}{4 * f_{bd}} = \frac{16 * 345}{5 * 2{,}99} = 368\ mm$$

Volgens eurocode is de minimale verankeringslengte:

$$l_{b,min} = max\{0{,}3 * l_{b,rqd}; 10 * \varphi; 100\ mm\} = 10 * \varphi = 160\ mm < 368\ mm$$

Qua wapening in de 'schillen' van de holle wand is een wapeningsnet van 10-150 mm voldoende. Zie bijlage voor het rekensheet van de wapening in de doorsnede. **Met een wapeningsnet van 10-150 mm treedt bij de maatgevende belasting verwaarloosbare scheurvorming op** (zeker lager dan de bovengrens van 0,30 mm) **en een U.C. van 0,85 voor het buigend moment**, dus het voldoet.

De **theoretische** dimensionering is als volgt:
- Holle wand: 220 mm dik, wapeningsnet 10-150 mm in beide schillen
- Stekken: 1 rij, h.o.h. 200 mm, diameter 16 mm en verankeringslengte 368 mm

In de praktijk kunnen er echter ook andere factoren een rol spelen, de voornaamste factor is een scheefstand van de wand. Volgens de eurocode moet er rekening worden gehouden met een maximale scheefstand tussen de 1:200 en 1:250, er wordt uitgegaan van 1:200.

$$e_{ZP,wand} = \frac{5{,}5\ m}{2} * \frac{1}{200} = 13{,}8\ mm$$

$$M_{exc} = 25\frac{kN}{m^3} * 0{,}17 * 5{,}5\ m * 0{,}0138\ m = 0{,}323\frac{kNm}{m}$$

Dat is vergeleken met het moment t.g.v. het hydrostatisch drukverschil en de wind erg weinig, en niet echt significant. Het is wel verstandig om de verankeringslengte te vergroten naar 400 mm om wat marge te creëren. De stekken zullen 200 mm diep in de vloerplaat verankerd zijn en 200 mm diep in de wand. De dimensionering van de holle wanden is dus als volgt:

- **Holle wand: 220 mm dik met wapeningsnet 10-150 mm in beide schillen**
- **Stekken: 1 rij, h.o.h. 200 mm, diameter 16 mm en verankeringslengte 400 mm; 200 mm in de vloerplaat en 200 mm in de wand**

2.3 Wand buitenste ring

Qua belasting verschilt deze wand niet veel met de wanden in de binnenste ring, echter wordt deze wand in het werk gestort. Deze wand kan in principe minder dik worden uitgevoerd aangezien er alleen rekening gehouden moet worden met dekking, ruimte tussen wapening en stekken, en de diameter van de staven zelf. Bij de holle wanden moet de dekking aanwezig zijn aan twee kanten van het wapeningsnet in de schillen. De maximale korrelgrootte van het in situ beton is 32 mm, dit geeft benodigde ruimte tussen wapening van:

$$tussenruimte \geq max\{staafdiameter; 1{,}0 * D_{max}; 25\ mm\} = 32\ mm$$

De minimum praktische wanddikte van de in situ wanden zijn dus (32 mm ruimte tussen wapening en stekken):

$$d_{min} = 2 * \left(c + \varphi_{net} + \frac{1}{2}\varphi_{stek} + 32\right) = 2 * (30 + 8 + 8 + 32) = 156\ mm$$

Er wordt afgerond naar 160 mm.

Als de stappen zoals in hoofdstuk 2.1 worden gevolgd, is de maatgevende spanning in de stekken t.g.v. het hydrostatische drukverschil en de windbelasting 474 MPa. Dit is meer dan de vloeigrens van het staal (435 MPa). In deze wand moet dus een extra stek per meter worden aangebracht. Met **6 stekken per meter** komt de spanning in het staal op **395 MPa** te liggen.

Vervolgens wordt er weer gekeken naar de benodigde verankeringslengte:

$$l_{bd,rqd} = \frac{\varphi * \sigma_{sd}}{6 * f_{bd}} = \frac{16 * 395}{6 * 2{,}99} = 352\ mm$$

Om wederom mat marge te houden voor praktische factoren als scheefstand e.d. wordt ervoor gekozen hier een verankeringslengte van **375 mm** toe te passen; 200 mm in de vloerplaat en 175 mm in de wand.

Voor deze wand is een zwaarder wapeningsnet nodig wegens het grotere buigend moment, 10-100 mm is hier voldoende, rekensheet is wederom te vinden in de bijlage. Met dit wapeningsnet ontstaat onder de maatgevende belasting wederom **verwaarloosbare scheurvorming en een U.C. voor het buigend moment van 0,92**. Dit geeft de volgende dimensionering:

- **In situ wand: 160 mm dik met dubbel wapeningsnet 10-100 mm**
- **Stekken: 1 rij, h.o.h. 333 m, diameter 12 mm en verankeringslengte 375 mm; 200 mm in de vloerplaat en 175 mm in de wand.**

3 OPDRIJFGEVAAR

Tijdens de bouwfase zal de tank leeggepompt worden, er moet nagegaan worden of de gehele tank niet op zal drijven als gevolg hiervan. Een aantal factoren is hier van belang:
- Grondwaterstand → wordt initieel aangenomen ter hoogte van maaiveld → NAP + 15,5 m
- Volume tank onder grondwaterstand
- Gewicht lege tank

Vervolgens kan met de wet van Archimedes worden bepaald of de lege tank zal opdrijven:

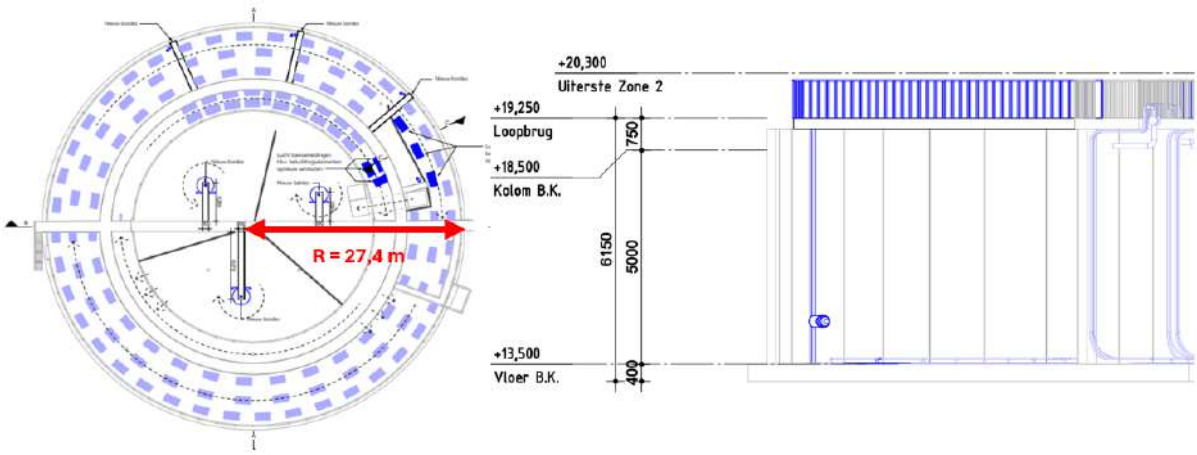
$$F_{op} = \rho_{water} * V_{tank,onder\ gws} * g \quad en \quad F_{neer} = \sum gewicht\ onderdelen\ lege\ tank$$

$$opdrijven\ gebeurt\ wanneer\ F_{op} > F_{neer}$$

3.1 Volume tank onder grondwaterstand

Allereerst wordt gekeken naar het volume van de tank onder de grondwaterstand. Dit volume kan gezien worden als een grote cilinder met een paar extra volumes. De straal van deze cilinder is 27,4 m en is 2,0 m hoog (tot maaiveld/grondwaterstand), zie afbeelding 3.1.

Afbeelding **Error! No text of specified style in document.**.3 Afmetingen actiefslibtank



De vloerplaat heeft een straal van een halve meter groter dan de cilinder; 27,9 m. Ook zijn er nog de recirculatiekelder en de overloopgoot die bijdragen aan het totale volume. Het totale volume van de tank onder grondwaterstand is te zien in tabel 3.1.

Tabel **Error! No text of specified style in document.**.2 Volume tank onder grondwaterstand

onderdeel	berekening	volume [m^3]
cilinder	pi * R^2 * h = 3,14 * (27,4 m)^2 * 2,0 m	4.717
vloerplaat	pi * R^2 * h = 3,14 * (27,9 m)^2 * 0,40 m	976
recirculatiekelder	2 delen l * b* h 10,5 * 2,5 * 1,55 + 2,75 * 2,5 * 2,35	56,8
overloopgoot	l * b * h = 3,5 * 2,0 * 4,45	31,2
	Totaal	**5.783**

3.2 Gewicht lege tank

Voor het gewicht van de lege tank wordt de gehele tank meegenomen (bestaande bouw), dit kan onderverdeeld worden in de volgende elementen:

- Vloer
- Wanden (bestaan vri[redacted]el geheel uit elementen met een volume van 2,46 m^3 gewapend beton)
  - Buitenste wand
  - Midden wand
  - Binnenste wand
- Bordessen
- Recirculatiekelder
- Overloopgoot

Tabel **Error! No text of specified style in document.**.3 Gewicht lege tank

onderdeel	volume [m^3]	soortelijk gewicht [kN/m^3]	gewicht [kN]
vloer	**976**	25	24.400
buitenste wand	71 * 2,46 + 3,69 = [redacted]		
midden wand	49 * 2,46 + 3,69 +3 * 2,19 = **131**	25	3.270
binnenste wand	38 * 2,46 + 3,69 +3 * 2,09 = **103**	25	2.586
bordessen	44,9 + 23,5 + 20,8 + 36,1 = **125**	25	3.133
recirculatiekelder	**23**	25	575
overloopgoot	**17**	25	425
Totaal	**1553**	-	**38.850**

3.3 Verticale krachtensom

Zelfs zonder partiele factoren, 0,9 voor gunstig/gewicht lege tank en 1,1 voor opwaartse kracht (Archimedes), is er een netto kracht omhoog. Er moet alsnog gebruik worden gemaakt van partiele factoren, de verticale krachtensom is als volgt:

$$F_{op} - F_{neer} = \gamma_{ongunstig} * 5783\ m^3 * 9{,}81 \frac{kN}{m^3} - \gamma_{gunstig} * 38850\ kN = 1{,}1 * 56731 - 0{,}9 * 38850 = 27{,}4\ MN$$

Als de tank leeg wordt gezet zonder maatregelen zal de tank opdrijven. De netto opwaartse kracht, met toegepaste partiële factoren, is 27,4 mega newton.

3.4 Grondwaterstand zonder opdrijven

In de ideale situatie gaat de tank niet opdrijven, de maximale grondwaterstand waarbij dat net niet optreed is als volgt:

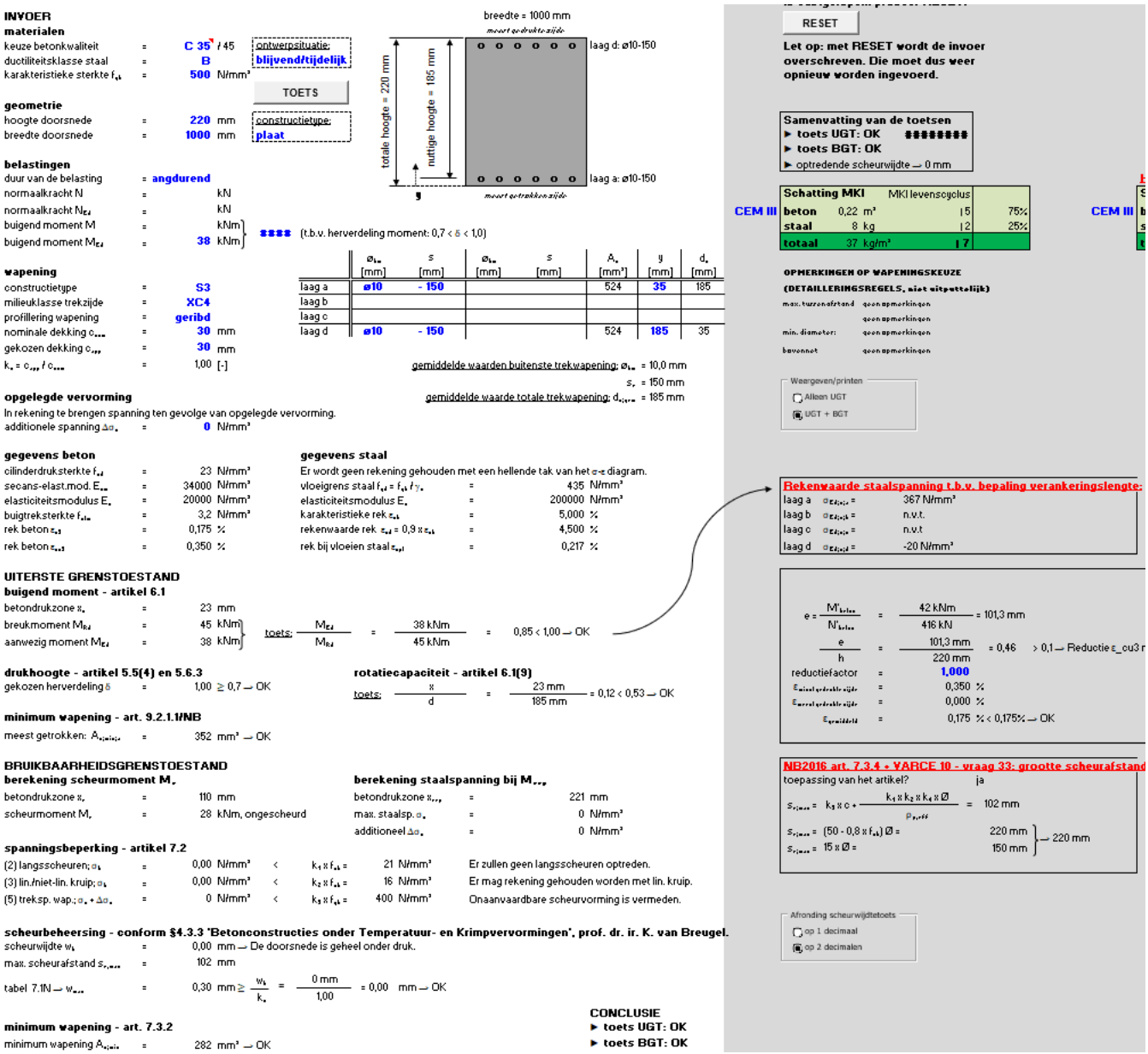
- Tank diameter 27,9m heeft een oppervlakte van 2445 m^2, de onderkant van de tank ligt op 13,1 m NAP;
- Het lege gewicht van de tank staat in tabel 3.2 op 38850 kN;

Indien de grondwaterstand zich op 14.3 m + NAP bevind wordt de verticale krachtensom als volgt

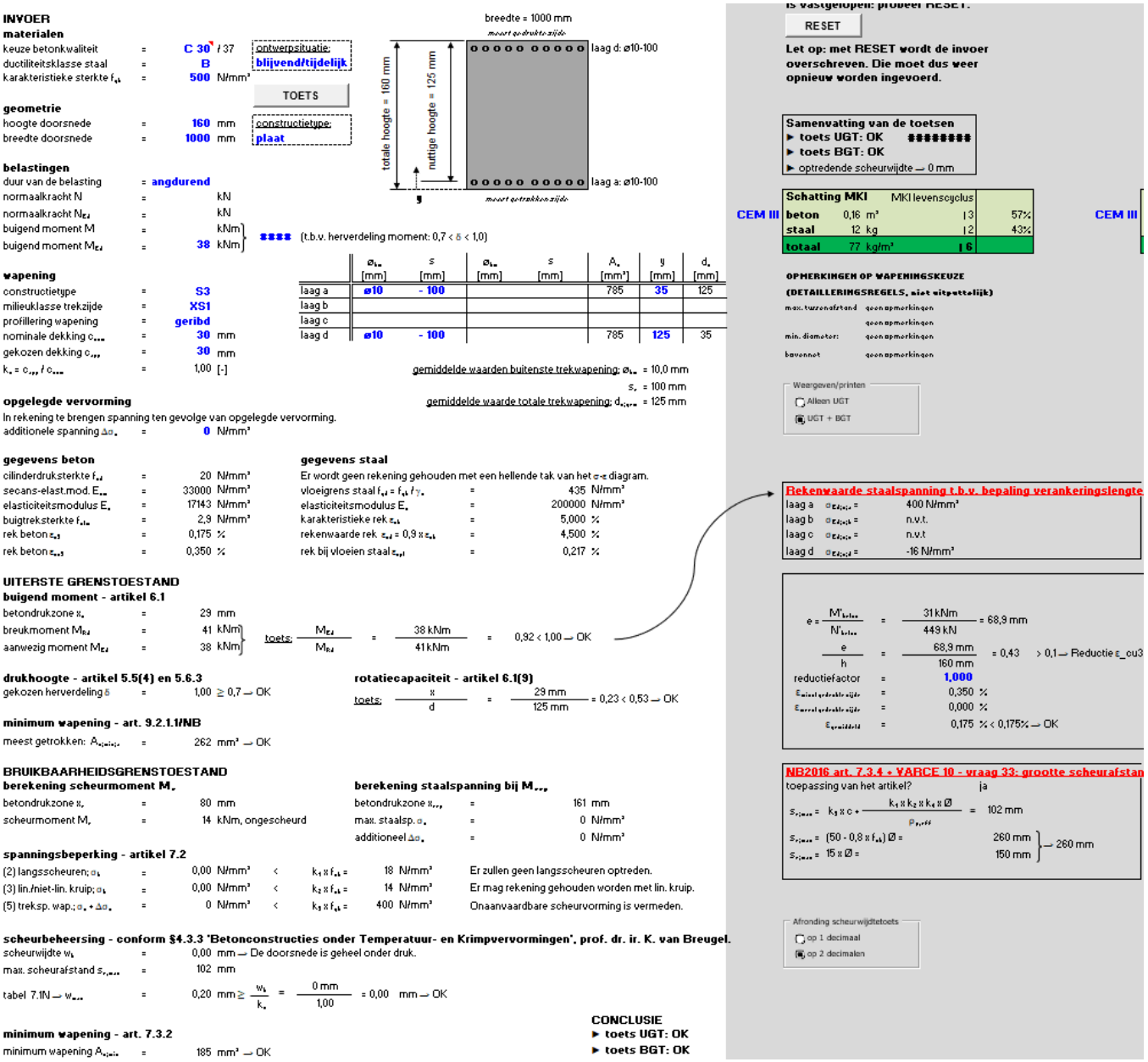
$$F_{op} - F_{neer} = \gamma_{ongunstig} * 2.445\ m^2 * 1.2m * 9{,}81 \frac{kN}{m^3} - \gamma_{gunstig} * 38.850\ kN = 1{,}1 * 28.782 - 0{,}9 * 38850$$
$$= -3.304kN$$

BIJLAGE:

Afbeelding I.1 rekensheet wapening beton doorsnede holle wand



Afbeelding I.4 rekensheet wapening beton doorsnede in situ wand



INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit = C 30 / 37 — ontwerpsituatie: blijvend/tijdelijk
ductiliteitsklasse staal = B
karakteristieke sterkte f_{yk} = 500 N/mm²

TOETS

geometrie

hoogte doorsnede = 160 mm — constructietype: plaat
breedte doorsnede = 1000 mm

breedte = 1000 mm
totale hoogte = 160 mm
nuttige hoogte = 125 mm
laag d: ø10-100
laag a: ø10-100

belastingen

duur van de belasting = angdurend
normaalkracht N = kN
normaalkracht N_{Ed} = kN
buigend moment M = kNm
buigend moment M_{Ed} = 38 kNm ####

(t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)

wapening

constructietype = S3
milieuklasse trekzijde = XS1
profillering wapening = geribd
nominale dekking c_{nom} = 30 mm
gekozen dekking c_{min} = 30 mm
$k_c = c_{min} / c_{nom}$ = 1,00 [-]

	$ø_{bx}$ [mm]	s [mm]	$ø_{by}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d [mm]
laag a	ø10	- 100			785	35	125
laag b							
laag c							
laag d	ø10	- 100			785	125	35

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{bx}$ = 10,0 mm
s_x = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{x;tot}$ = 125 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_c$ = 0 N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = 20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm} = 33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c = 17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm} = 2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3} = 0,175 %
rek beton ε_{cu3} = 0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.
vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = 435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s = 200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk} = 5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$ = 4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{yd} = 0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u = 29 mm
breukmoment M_{Rd} = 41 kNm
aanwezig moment M_{Ed} = 38 kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{38\ kNm}{41\ kNm} = 0,92 < 1,00$ — OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 — OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{29\ mm}{125\ mm} = 0,23 < 0,53$ — OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

meest getrokken: $A_{s;min;x}$ = 262 mm² — OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r = 80 mm
scheurmoment M_r = 14 kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{Ed}

betondrukzone x_{Ed} = 161 mm
max. staalsp. σ_s = 0 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_c$ = 0 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_s = 0,00 N/mm² < $k_4 \times f_{ck}$ = 18 N/mm² — Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_s = 0,00 N/mm² < $k_2 \times f_{ck}$ = 14 N/mm² — Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_c$ = 0 N/mm² < $k_3 \times f_{yk}$ = 400 N/mm² — Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - conform §4.3.3 'Betonconstructies onder Temperatuur- en Krimpvervormingen', prof. dr. ir. K. van Breugel.

scheurwijdte w_k = 0,00 mm — De doorsnede is geheel onder druk.
max. scheurafstand $s_{r;max}$ = 102 mm
tabel 7.1N — w_{max} = 0,20 mm ≥ $\frac{w_k}{k_c} = \frac{0\ mm}{1,00}$ = 0,00 mm — OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 185 mm² — OK

CONCLUSIE
- toets UGT: OK
- toets BGT: OK

is vastgelopen: probeer RESET.

RESET

Let op: met RESET wordt de invoer overschreven. Die moet dus weer opnieuw worden ingevoerd.

Samenvatting van de toetsen
- toets UGT: OK ########
- toets BGT: OK
- optredende scheurwijdte — 0 mm

Schatting MKI		MKI levenscyclus	
beton	0,16 m³	I 3	57%
staal	12 kg	I 2	43%
totaal	77 kg/m³	I 6	

CEM III

CEM III

OPMERKINGEN OP WAPENINGSKEUZE
(DETAILLERINGSREGELS, niet uitputtelijk)

max. tussenafstand: geen opmerkingen
geen opmerkingen
min. diameter: geen opmerkingen
bovennet: geen opmerkingen

Weergeven/printen
- Alleen UGT
- UGT + BGT

Rekenwaarde staalspanning t.b.v. bepaling verankeringslengte

laag a $\sigma_{Ed;min;a}$ = 400 N/mm²
laag b $\sigma_{Ed;min;b}$ = n.v.t.
laag c $\sigma_{Ed;min;c}$ = n.v.t
laag d $\sigma_{Ed;min;d}$ = -16 N/mm²

$e = \frac{M'_{tot;d}}{N'_{tot;d}} = \frac{31\ kNm}{449\ kN} = 68,9$ mm
$\frac{e}{h} = \frac{68,9\ mm}{160\ mm} = 0,43 > 0,1$ — Reductie ε_{cu3}
reductiefactor = 1,000
$\varepsilon_{max;gedrukte\ zijde}$ = 0,350 %
$\varepsilon_{min;getrokken\ zijde}$ = 0,000 %
$\varepsilon_{gemiddeld}$ = 0,175 % < 0,175% — OK

NB2016 art. 7.3.4 + VARCE 10 - vraag 33: grootte scheurafstan

toepassing van het artikel? ja

$s_{r;max} = k_3 \times c + \frac{k_1 \times k_2 \times k_4 \times Ø}{\rho_{p;eff}}$ = 102 mm
$s_{r;max}$ = (50 - 0,8 × f_{ck}) Ø = 260 mm
$s_{r;max}$ = 15 × Ø = 150 mm
→ 260 mm

Afronding scheurwijdtetoets
- op 1 decimaal
- op 2 decimalen



Witteveen + Bos

WATERSCHAP vechtstromen

Haskoning
Enhancing Society Together