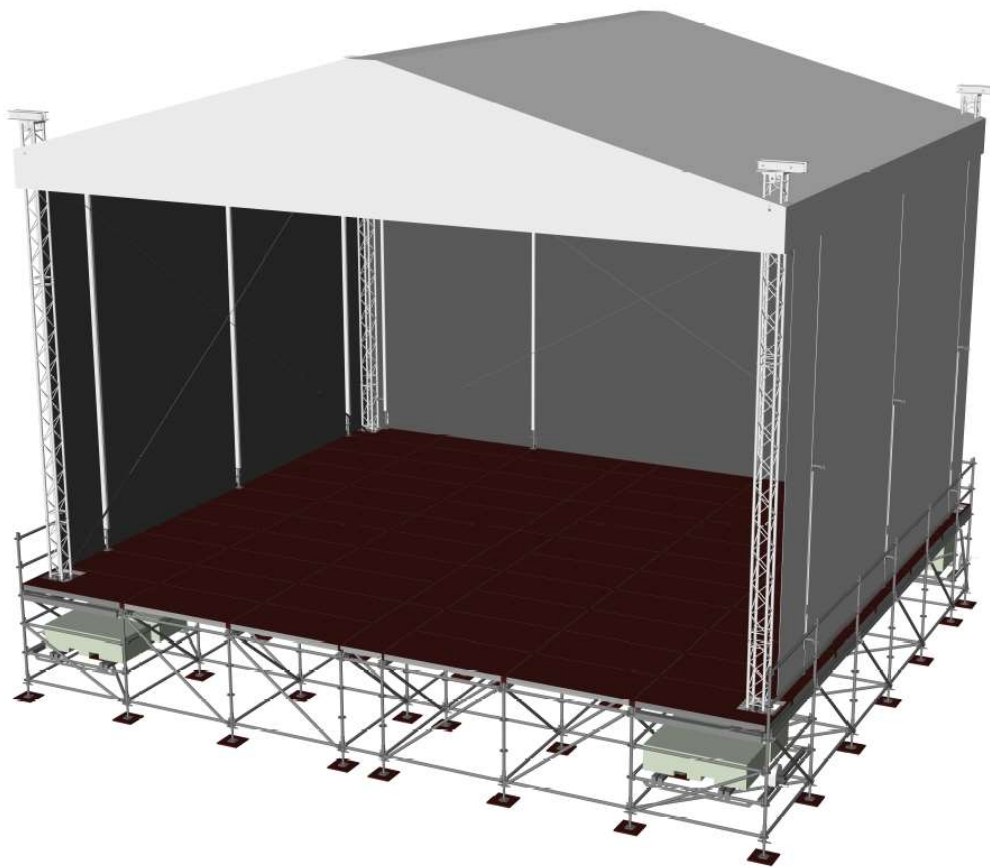


Technisch Constructie Dossier MPT-150

Van Ham Tenten & Podia B.V.

Revisie 1: 03-2022



Achtergrond

Deze rapportage dient inzichtelijk te maken wat de technisch statische grondslagen zijn van de bouwsels die wij in opdracht van onze opdrachtgevers ontwerpen en bouwen. Wij, Van Ham Tenten & Podia hechten een groot belang aan deze inzichtelijkheid. Niet omdat dit overheidswege moet, maar vooral omdat we vinden dat het bouwsels die wij ontwerpen en bouwen vrij van discussie moeten zijn als het gaat om de veiligheid.

Deze rapportage is bedoeld voor overheden met een vergunningsbevoegdheid. Zij kunnen zich op basis van dit document ervan verzekeren dat de door Van Ham Tenten & Podia aangeboden tijdelijke bouwsels op een veilige en verantwoorde manier gebouwd worden en voldoen aan de geldende normen binnen de evenementenwereld.

Van Ham Tenten & Podia is een totaalleverancier van tenten, houten vloeren, podia, tribunes en tijdelijke bouwsels voor evenementen. Ons assortiment bestaat onder andere uit:

- Evenementtenten, Festivalspantentent, Membraantentent, Circustentent, Pagodetentent, Paviljoententent, Opslaghallen en Speciale structuren
- Binnenpodia, (overdekte) Buitenpodia, Barriers en Steigerconstructies zoals: Voetgangersbruggen, Publiekstoegankelijke vloeren, Trapconstructies, Entreepoorten, Signingtorens, etc.
- Houten vlondervloeren

Martijn van den Broek, eigenaar van Van Ham Tenten & Podia, is zeer bekend en betrokken bij de "Richtlijn voor Constructieve Toetsingscriteria van de COBc". Vanuit de rol als voorzitter van de Technische commissie van de TVD (Branchevereniging van Nederlandse Tentenverhuurbedrijven) draagt Van Ham Tenten & Podia ook informatie aan omtrent de richtlijn. Martijn van den Broek is daarover in periodiek contact met Dhr. Bert Winkel, bestuurslid van de COBc en voorzitter van de COBc commissie die aan dit document werkt.

Ter referentie, de afgelopen jaren hebben we onder andere podia en diverse steigerconstructies gebouwd op de volgende locaties en evenementen:

- Awakenings Festival, gemeente Amsterdam
- Pussy Lounge At The Park, gemeente Breda
- Veteranendag, gemeente Den Haag
- Decibel Outdoor, gemeente Hilvarenbeek
- Marathon Eindhoven, gemeente Eindhoven
- Kingsland Festival, Groningen
- We Love The 90's, gemeente Nijmegen
- Intents Festival, gemeente Oisterwijk
- Solar Weekend Festival, gemeente Roermond
- FEI European Championship Jumping, gemeente Rotterdam
- Woo Hah!, gemeente Tilburg
- A State Of Trance, gemeente Utrecht
- By The Creek, gemeente Vianen
- Efteling Kaatsheuvel, gemeente Waalwijk
- Bospop, gemeente Weert

Tevens bouwen we geregeld buiten de landsgrenzen zoals:

- Tomorrowland, Boom (BE)
- Pukkelpop, Hasselt (BE)
- Dreamville, Rumst (BE)
- The Day Before Tomorrow, Brasschaat (BE)
- Electrize, Erkelenz (DE)

Inhoudsopgave

Technisch Constructie Dossier MPT-140.....	1
Achtergrond	2
Inhoudsopgave.....	3
1. Inleiding.....	5
2. Samenvatting toegepaste lasten statische berekening	6
Beschrijving bouwsel:.....	6
Ballast:.....	6
Windbelasting:	6
Windbelasting Dak:	6
Vloerbelasting:	6
(Hijs)Belasting Techniek:	6
Beheersmaatregelen:	6
3. Aanpak	7
Werkwijze	7
Gebruikte software	7
4. Algemene technische grondslagen	8
Type constructie	8
Toegepaste Bronnen.....	8
Toegepaste normen.....	8
Windbelasting.....	8
Sneeuwbelasting.....	8
Gebruikslasten	9
Steunpuntlasten/Reactiekrachten.....	9
Gebruikte materialen/onderdelen	10
Opbouw SCIA model.....	10
Spindels	10
Schoren.....	10
Liggers	10
Staanders.....	10
Belastingen	10
5. Uitgangspunten berekeningen.....	11
Lasten	11
Permanente lasten:	11
Variabele lasten:.....	11
Partiële factoren bij berekening EQU (Equilibrium / Evenwicht)	11
Partiële factoren bij berekening STR (Strength / Sterkte)	11
Toegepaste belastingcombinaties	12
Toelichting combinaties	12
6. Toegepaste belastingen	13
Eigen Gewicht	13
Extra Eigen Gewicht.....	14
Ballast	15

Betonblok	15
Belasting vloer Verticaal	17
Vrij publiekstoegankelijk	17
Gecontroleerd publiekstoegankelijk	17
Niet publiekstoegankelijk	17
Belasting vloer 10% Horizontaal	19
Vrij publiekstoegankelijk	19
Gecontroleerd publiekstoegankelijk	19
Niet publiekstoegankelijk	19
(Hijs)Belasting Techniek	21
Maximale negatieve krachten dak Z-richting	23
Windbelasting	24
Drukcoëfficiënten	24
Belasting Wind Y+	26
Belasting Wind X+	28
7. Toegepaste materialen	30
EN-10219-S235 JR	30
EN-10219-S235 JRH	30
8. Toegepaste profielen	31
48,3 x 3,2mm	31
48,3 x 2,3mm	31
100 x 50 x 3,2mm	32
9. Resultaten sterkte	33
10. Resultaten reactiekrachten	35
Positie knoopopleggingen	35
Reactiekrachten, Ondervulling & Gronddrukken	36
Verschuiven	39
11. Windbeperkingen In- en Out-Service	40
11. Conclusie	41
Bijlage A Tekeningen MPT	42
Bijlage B Riggingscapaciteit MPT	48
Bijlage C Beheersmaatregelen	50
Bijlage D Zwaarste belaste staanders	51

1. Inleiding

In deze rapportage wordt de statische berekening van het bouwsel uitgelicht met daarin de uitgangspunten van de berekening, uitleg van de belasting gevallen, weergave van de belasting combinaties en de conclusie van het doorgerekende bouwsel.

Het Prolyte dak is door ingenieursbureau **Krasenbrink & Bastians** berekend. In deze rapportage wordt een samenvatting gemaakt van het rapport van het dak aangevuld met de berekening van de onderbouw van het bouwsel.

Het is van belang te weten dat de uitgangspunten bij het berekenen gebaseerd zijn op: **NPR 8020-51** (Evenementen – Podiumconstructies – Belastingen en constructieve uitgangspunten) en **NEN-EN 13814** (Machines en constructies op kermisterreinen en amusementsparken – Veiligheid). Beide zijn afgeleiden van het Bouwbesluit, maar met andere uitgangspunten voornamelijk vanwege de tijdelijke aard van de bouwsels. Deze 2 normen zijn dé uitgangspositie binnen de evenementenwereld.

Het bouwsel wordt door middel van de statische berekening getoetst op **Evenwicht (EQU)** en **Sterkte (STR)** welke hieronder nader verklaard worden:

EQU (Equilibrium / Evenwicht)

Verlies van statisch evenwicht van de constructie, of van welk deel ervan ook, beschouwd als star lichaam, waarbij:
van
- Kleine variaties van de waarde of de ruimtelijke verdeling van blijvende belastingen afkomstig één enkele oorsprong van groot belang zijn, en
- De sterktes van de bouwmaterialen of de grond in het algemeen niet bepalend zijn.
(volgens NEN-EN 1990)

STR (Strength / Sterkte)

Intern bezwijken of buitensporige vervorming van de constructie of van constructieve elementen met in- de begrip van funderingen of staal, palen, kelderwanden; enz., waarbij de sterkte van bouwmaterialen van constructie bepalend is.
(volgens NEN-EN 1990)

Binnen de toetsing op sterkte wordt er beoordeeld op **Weerstand** en **Sterkte**. Beide begrippen worden hieronder nader verklaard:

Weerstand

Vermogen van een constructief element of onderdeel, of van een doorsnede van een constructief element of onderdeel van een constructie, om belastingen te weerstaan zonder mechanisch bezwijken, bijv. buig- weerstand, knikweerstand, trekweerstand
(volgens NEN-EN 1990)

Sterkte

Mechanische eigenschap die de geschiktheid aangeeft van een materiaal om belastingen te weerstaan, meestal uitgedrukt in spanningseenheden.
(volgens NEN-EN 1990)

Van bouwsels, waarbij de constructieve veiligheid niet relevant is en waarbij geen risico's van persoonlijk letsel bij falen te verwachten is, hoeft geen constructieve verantwoording te worden afgelegd, e.e.a. in overleg met de vergunningverlener.

Bij bouwsels waarbij de constructieve veiligheid niet relevant is kan o.a. gedacht worden aan:

- Podia waarvan de hoogte maximaal ca. 1 meter is, die een beperkte oppervlakte hebben en waarbij geen overkapping aanwezig is.
- Tenten met een vloeroppervlakte kleiner dan 50 m².

(volgens COBc Richtlijn voor Constructieve Toetsingscriteria bij een aanvraag voor een Evenementenvergunning)

2. Samenvatting toegepaste lasten statische berekening

Beschrijving bouwsel:

Het bouwsel beschrijft een tijdelijke constructie welke dienst doet als podium constructie en omvat de podium overkapping en bijbehorende onderbouw welke dienst doet als podiumvloer.

Het bouwsel beschrijft de volgende afmetingen:

Overall breedte: 13,16m
Overall diepte: 11,40m
Overall hoogte: 10,70m

De Bovenbouw van het bouwsel bestaat uit het Prolyte MPT systeem. Dit is een veelzijdig universeel truss systeem dat voor vele doeleinden inzetbaar is. In deze configuratie bestaat deze uit 4 torens en een dakgrid.

De zij- en achterkant kan worden voorzien van zeilen die gemakkelijk te verwijderen zijn bij o.a. harde wind zoals in de beheersmaatregelen beschreven.

Alle zeilen voldoen aan brandwerendheidsklasse M2 en doormiddel van de dakvorm wordt wateraccumulatie voorkomen.

De bovenbouw is door ingenieursbureau **Krasenbrink & Bastians** berekend. De resultaten uit dit rapport worden meegenomen in de berekening van het totaal. Op de bovenbouw worden in het rapport geen verdere toetsingen gedaan.

De onderbouw wordt opgebouwd uit het Layher Allround Systeem in combinatie met het Layher Event Vloersysteem om zo de podiumvloer te integreren. In de onderbouw is ook de ballast verwerkt die voor standvastigheid zorgt en verschuiven van het object tegengaat.

De koppeling tussen de onderbouw en podium overkapping wordt gemaakt middels van speciale frames. Deze bestaan uit liggers die van Layher Allround spiekoppen zijn voorzien en een tussenligger met baseplate waar de trussen en staalkabels van de podium overkapping aan gemonteerd worden. Hierdoor vormen de podium overkapping, podium vloer en onderbouw met ballast een geheel.

Ballast:

8 Betonblokken à 1200kg (Krasenbrink & Bastians)

Windbelasting: (volgens NEN-EN 13814)

Hoogte:	In-Service: ≤ 15m/s	Out-Service: ≤ 28m/s
0 ≤ 8 m	0,20 kN/m ²	0,35 kN/m ²
8 ≤ 20m	0,30 kN/m ²	0,50 kN/m ²
20 ≤ 35m	0,35 kN/m ²	0,90 kN/m ²

Windbelasting Dak:

In Service 0,25 kN/m² (Krasenbrink & Bastians)

Out Service 0,80 kN/m² (Krasenbrink & Bastians)

Vloerbelasting: (volgens NPR 8020-51):

Niet publiekstoegeankelijk: 1,5 kN/m² verticaal + 10% horizontaal

(Hijs)Belasting Techniek:

Zie bijlage B voor toegestane belastingen.

Beheersmaatregelen:

Bij dit bouwsel horen enkele beheersmaatregelen om de veiligheid van publiek, artiesten, personeel en andere aanwezige te waarborgen. Dit plan is te vinden in de conclusie **en** in bijlage C

3. Aanpak

Bij het maken van deze berekening wordt er gebruik gemaakt van verschillende softwarepakketten. Bij alle softwarepakketten heeft Van Ham Tenten & Podia volledige ondersteuning en onderhoudscontracten waardoor er constant de laatste versies van de software beschikbaar is.

Werkwijze

In het 3D rekenprogramma worden de profiel- en materiaaleigenschappen i.c.m. de opleggingen en staafaansluitingen toegewezen aan de desbetreffende staven en/of knopen om het model op te bouwen. Vervolgens worden de lasten volgens de uitgangspunten uit **NPR 8020-51** (Evenementen – Podiumconstructies – Belastingen en constructieve uitgangspunten) en **NEN-EN 13814** (Machines en constructies op kermisterreinen en amusementsparken – Veiligheid) toegepast i.c.m. **de maximaal toegestane en gegenereerde belastingen van het dak.**

Gebruikte software

Hieronder is een overzicht te vinden van de gebruikte softwarepakketten:

<i>Bricsys N.V. – BricsCAD</i>	BricsCAD is de basis van de tekensoftware die toegepast wordt en biedt vele delen door het gebruik van onze eigen bibliotheken met materialen en de pelling met het 3D rekenprogramma.
voor- kop-	
<i>AniVizzion – SCAD Re-Event</i>	SCAD Re-Event is een toevoeging op BricsCAD en bevat vele handige tools voor de evenementen wereld en steigerbouw.
specifiek	
<i>SCIA N.V. – SCIA Engineer</i>	SCIA Engineer is een 3D berekeningsprogramma die gebruikt maakt van het principe.
EEM	

4. Algemene technische grondslagen

Type constructie

De meeste bouwsels die Van Ham Tenten & Podia in opdracht van onze opdrachtgevers ontwerpt en bouwt vallen in de categorie 'ruimtesteigers'.

'Een ruimtesteiger is een steiger met meerdere staanderijen, zowel in dwars- als langsrichting. Op deze manier kan een groot werkoppervlak worden gecreëerd. Kenmerk is dat de steiger zijn stijfheid ontleent aan diagonalen die in principe in alle staanderijen zijn aangebracht.'

(volgens Richtlijn Steigers)

De ruimtesteiger wordt over het algemeen niet geborgd aan een bestaand object zoals dat bij een 'gevelsteiger' het geval is en daarom wordt er vaak een steunbeer en/of ballast toegevoegd om de standvastigheid te verzekeren.

Toegepaste Bronnen

Als basis voor de berekening is de rapportage van het ingenieursbureau **Krasenbrink & Bastians** gebruikt.

- **Statisch rapport 702 Report – Prolyte MPT Roofs 12x10/10x8/10x6/8x6 (Deel A + B)**

Toegepaste normen

Hieronder is een overzicht te vinden van de toegepaste normen:

NPR 8020-50	Evenementen – Podiumconstructies – Verantwoordelijkheden
NPR 8020-51	Evenementen – Podiumconstructies – Belastingen en constructieve uitgangspunten
NEN-EN 13814	Machines en constructies op kermisterreinen en amusementsparken - Veiligheid
NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991	Belastingen op constructies
NEN-EN 1993	Staalconstructies

Door **Krasenbrink & Bastians** gehanteerde normen voor berekening Prolyte dakconstructie "MPT":

DIN 4112/A1	"Fliegende Bauten"
DIN 1055-4	Windlasten

Windbelasting

Voor het berekenen van de windbelasting op het bouwsel wordt de rekenwijze van de Eurocode 1, deel 1-4 (**NEN-EN 1991-1-4**) inclusief Nationale Bijlage, als basis genomen.

Om extra weerstand te bieden tegen kantelen kan het eigen gewicht van de stellage aangevuld worden met ballast. Deze ballast wordt als een aparte belastinggroep opgenomen in de berekening.

Sneeuwbelasting

Het is in Nederland aannemelijk dat er buiten de periode van 1 november t/m 31 april geen sneeuw valt. Om deze reden is er geen toetsing gedaan met een belasting onder invloed van sneeuw. Mocht het toch voorkomen dat het gaat sneeuwen terwijl het bouwsel staat, dient deze sneeuwvrij gehouden te worden.

Gebruikslasten

Naast het eigen gewicht van de constructie, de ballast en de toegepaste windbelastingen, zijn er ook gebruikslasten. Deze lasten worden al **vroeg in het ontwerpproces van de constructie opgevraagd**, zodat er rekening mee gehouden kan worden. Alvorens het maken van de berekening worden deze gebruikslasten nogmaals opgevraagd om zo over de meest actuele waardes te beschikken.

Er wordt hierbij o.a. geïnformeerd naar:

- Gebruik/toegankelijkheid van de podiumvloeren
- Toegepaste technieklasten zoals audio, licht & video
- Gewichten en montage van decoratieve elementen
- Mogelijkheid van beheersmaatregelen
- Bijzondere belastingen

Bovenstaande aspecten maken deel uit van het **gebruiksplan van de constructie**.

De klant van de constructie is verantwoordelijk voor het gebruiksplan en daarmee de toegepaste gebruikslasten. De klant dient het doorgegeven gebruiksplan na te streven en wanneer hiervan afgeweken wordt, dient Van Ham Tenten & Podia hiervan op de hoogte gebracht te worden. Deze zal het nieuwe gebruiksplan vergelijken met de toegepaste belastingen en beoordelen of de statische berekening nog afdoende is, of er mogelijk extra toetsingen gedaan dienen te worden.

Steunpuntlasten/Reactiekrachten

Onder reactiekrachten wordt verstaan: *'De maximale reactiekrachten die het bouwsel zal overdragen aan de ondergrond'*. Het bouwsel zal deze krachten uitoefenen op de ondergrond via de voet van de spindel. Deze voet is 15 x 15cm en wordt standaard geplaatst op een "woodpad". Deze woodpads bestaan uit 21mm betonplex en hebben standaard een afmeting van 0,37m x 0,37m. De woodpad zorgt ervoor dat de kracht op de spindelvoet verdeeld wordt over een groter oppervlak en daarmee de verdeelde belasting daalt.

In verband met de tijdelijke aard van het bouwsel moet er anders gekeken worden naar het gedrag van de ondergrond dan bij permanente bouw. Hierdoor is er in de Europese norm voor evenementen (**NEN-EN 13814**) beschreven dat wanneer het terrein bereden kan worden met zware machinerie zoals vrachtwagens een draagvermogen tot **200kN/m²** aangehouden moet worden. Deze waarde is Europees bepaald met de kanttekening dat deze waarde in de praktijk hoger uit kan vallen.

Zowel het door **COBc** opgestelde document "**Richtlijn voor Constructieve Toetsingscriteria bij een aanvraag voor een Evenementenvergunning**" als in de **NPR 8020-51** wordt er verwezen naar deze overkoepelende, Europese norm voor evenementen.

De klant is verantwoordelijk voor een draagkrachtige ondergrond en dient zorg te dragen dat de berekende belastingen en spanningen opneembaar zijn. Wanneer de verdeelde lasten onder het bouwsel hoger zijn dan het draagvermogen van de ondergrond, dienen de krachten verlaagd te worden of verdeeld te worden over een groter oppervlak.

Gebruikte materialen/onderdelen

De onderbouw van het bouwsel wordt samengesteld uit onderdelen uit het modulaire **Layher Allround Systeem** welke door de jaren heen in verschillende sterkte klassen is geproduceerd en behoren tot **dé standaard in de bouw- en evenementensector**. De componenten van het Layher Allround Systeem bestaan uit buizen met geprefabriceerde knooppunten, waardoor het een systeemsteiger vormt.

De bovenbouw van het bouwsel is het MPT-dak van **Prolyte**.

“Het **MPT-dak** is een torenconstructie met een schuin dak, een ontwerp dat optimale sterkte garandeert. Het MPT-dak is voornamelijk geconfigureerd uit standaard spanten en is verkrijgbaar in verschillende maten.”

Dit deel van het bouwsel wordt verder in dit rapport niet specifiek getoetst daar deze toetsing door ingenieursbureau **Krasenbrink & Bastians** is uitgevoerd.

Opbouw SCIA model

Zoals eerder bij de ‘Werkwijze’ vermeld, wordt er als basis van het SCIA model gebruik gemaakt van een export van het 3D-model in SCAD. De export bestaat uit lijnen met zorgvuldig bepaalde eigenschappen, zodat het SCIA model gelijkwaardig op te bouwen is als het SCAD model. In dit model van de onderbouw worden de waarde uit het **Statisch rapport 702 Report – Prolyte MPT Roofs 12x10/10x8/10x6/8x6 (Deel B)** van ingenieursbureau **Krasenbrink & Bastians** toegevoegd om een zo volledig mogelijke berekening te maken van het gehele bouwsel.

Spindels

De spindels worden in SCIA ingevoerd als knooppoleggingen. Deze knooppoleggingen worden de eigenschap toegewezen dat ze in verticale richting (Z) enkel druk op kunnen nemen en de opneembare krachten in de X en Y richting frictieafhankelijk zijn van Z. Dit betekent dat dat SCIA rekent met een wrijvingscoëfficiënt om zo te bepalen of er voldoende verticale kracht is om de horizontale kracht op te nemen. Indien dit niet het geval is zal de spindel verschuiven.

Beide eigenschappen zorgen voor een ‘Niet-Lineariteit’ waardoor het noodzakelijk is een **2^e orde berekening** uit te voeren. SCIA heeft daarmee de mogelijkheid de krachten te herverdelen om zo tot een evenwicht te komen.

Schoren

De schoren worden in SCIA ingevoerd met een offset van 50mm. Dit houdt in dat het profiel net als in de werkelijkheid 50mm naar buiten komt. Dit zorgt ervoor dat wanneer er krachten op de schoor komen, deze ook een torsiemoment in de staander opwekken. Daarbij krijgen de schoren ook een speling van 1mm zoals voorgeschreven door de fabrikant Layher. Deze speling komt voort uit de scharnierende verbinding van de kop aan de buis. Door het scharnier kan de schoor in de Y-richting ook geen krachten opnemen, deze staat daarom op ook ‘vrij scharnierend’.

Liggers

De liggers worden in SCIA ingevoerd als een profiel met een K2000+ spiekop. Zoals eerder vermeld bij ‘Gebruikte materialen/onderdelen’ zijn er verschillende sterkteklassen beschikbaar, maar wordt er gerekend met K2000+.

Standers

De standers worden in SCIA ingevoerd als een profiel zonder extra eigenschappen. De verbindingen met de liggers en schoren wordt aan deze componenten toegewezen, waardoor dit niet meer nodig is bij de standers.

Belastingen

De belastingen worden aangebracht als puntlasten, lijnlasten of vlaklasten. Het eigen gewicht berekend SCIA zelf. De vlaklasten worden door SCIA zelf overgezet naar lijnlasten naar de betreffende componenten met de daarbij horende geometrische verdeling op basis van inlaatoppervlakten.

5. Uitgangspunten berekeningen

Lasten

De lasten op het bouwsel kunnen onderverdeeld worden in 2 categorieën namelijk **Permanente lasten** en **Variabele lasten**.

Permanente lasten:

Onder permanente lasten vallen o.a. het eigen gewicht van het bouwsel en de ballast. Deze lasten werken permanent op de onderdelen van het bouwsel gedurende de gebruikperiode. Decoratieve voorwerpen of onderdelen van de techniek kunnen ook een permanent karakter krijgen wanneer deze gedurende de gehele gebruikperiode op een vaste positie in het bouwsel worden geplaatst.

Variabele lasten:

Andere lasten die geen permanent karakter hebben vallen onder de categorie Variabele lasten. In deze groep vallen o.a. publieksbelastingen en de windbelasting. Deze hebben geen permanente invloed op het bouwsel en hebben vaak een grote invloed op het evenwicht in het bouwsel.

Partiële factoren bij berekening EQU (Equilibrium / Evenwicht)

γ	<i>Partiële factor per type belasting</i>
1	Gunstig werkende delen van de permanente belasting
1.1	Ongunstig werkende delen van de permanente belasting
1.2	Ongunstig werkende windbelasting
1.3	Ongunstig werkende delen v/d belastingen anders dan de belastingen gegeven in item 2 en 3

Tabel 5.1. Partiële factoren bij berekening EQU volgens NPR 8020-51 / NEN-EN 13814

Partiële factoren bij berekening STR (Strength / Sterkte)

γ	<i>Partiële factor bij enkel permanente belastingen</i>
1.35	Permanente belastingen

Tabel 5.2. Partiële factoren bij berekening STR volgens NEN-EN 13814

γ	<i>Partiële factor bij permanente en veranderlijke belastingen</i>
1.1	Permanente belastingen
1.35	Veranderlijke belastingen

Tabel 5.3. Partiële factoren bij berekening STR volgens NEN-EN 13814

Toegepaste belastingcombinaties

Naam	Type	Eigen Gewicht	Eigen Gewicht (Extra)	Ballast	Vloer Verticaal	Vloer Horizontaal Y+	Vloer Horizontaal X+	Wind Y+	Wind X+	Reactiekrachten Dak	Wind Y+ Dak	Wind X+ Dak	Wind Y+ (dak) Out-service	Wind X+(dak) Out-service
EQU1	UGT	1,00	1,00	1,00	0	0	0	1,20	0	0	1,00	0	0	0
EQU2	UGT	1,00	1,00	1,00	0	0	0	1,20	0	0	0	1,00	0	0
EQU3	UGT	1,00	1,00	1,00	0	0	0	1,20	0	0	0	0	1,00	0
EQU4	UGT	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	1,20	0	0	0	0	1,00
STR1	UGT	1,10	1,10	1,10	1,35	1,35	0	1,35	0	1,00	1,00	0	0	0
STR2	UGT	1,10	1,10	1,10	1,35	0	1,35	0	1,35	1,00	0	1,00	0	0
STR3	UGT	1,10	1,10	1,10	1,35	1,35	0	1,35	0	1,00	0	0	1,00	0
STR4	UGT	1,10	1,10	1,10	1,35	0	1,35	0	1,35	1,00	0	0	0	1,00

Tabel 5.4. Toegepaste belastingcombinaties

Alle belasting gevallen uit de bovenstaande tabel worden op de volgende pagina's verder toegelicht.

Alle waarde uit rapportage's van derde worden 1 op 1 overgenomen daar deze waarde inclusief veiligheidsfactoren zijn.

Toelichting combinaties

Zoals te zien en eerder te lezen zijn er 2 categorieën combinaties; **EQU** en **STR**. Beide groepen combinaties toetsen een andere eigenschap van de constructie, maar bekijkt ook een ander gebruik van de constructie.

De combinaties **EQU (Equilibrium / Evenwicht)** zijn zo samengesteld dat de situatie net vóór show wordt getoetst. Dit is het moment waarbij het in de meeste gevallen niet meer wenselijk is een aanpassing te doen aan de constructie, techniek en/of decoratieve elementen. Het gewicht van de constructie, ballast, techniek en decoratie wordt meegenomen, alsmede de krachten ten gevolge van de wind in de desbetreffende richting, maar geen vloerbelasting onder invloed van personen op het podium. Met deze combinaties wordt de standzekerheid van de constructie getoetst.

De combinaties **STR (Strength / Sterkte)** zijn zo samengesteld dat de situatie tijdens de show wordt getoetst. Dit is het moment waarbij het niet mogelijk is aanpassingen aan de constructie, techniek en/of decoratieve elementen te doen zonder de show stil te leggen. Het gewicht van de constructie, ballast, vloerbelasting onder invloed van personen, techniek en decoratie wordt meegenomen, alsmede de krachten onder invloed van de wind in de desbetreffende richting. Met deze combinaties wordt de sterkte van de constructie getoetst.

Wanneer er bepaalde elementen als gevolg van het actieplan al in een eerder stadium verwijderd dienen te worden, wordt het gewicht hiervan in een apart belastinggeval gezet zodat deze naar wens buiten beschouwing kan worden gelaten.

6. Toegepaste belastingen

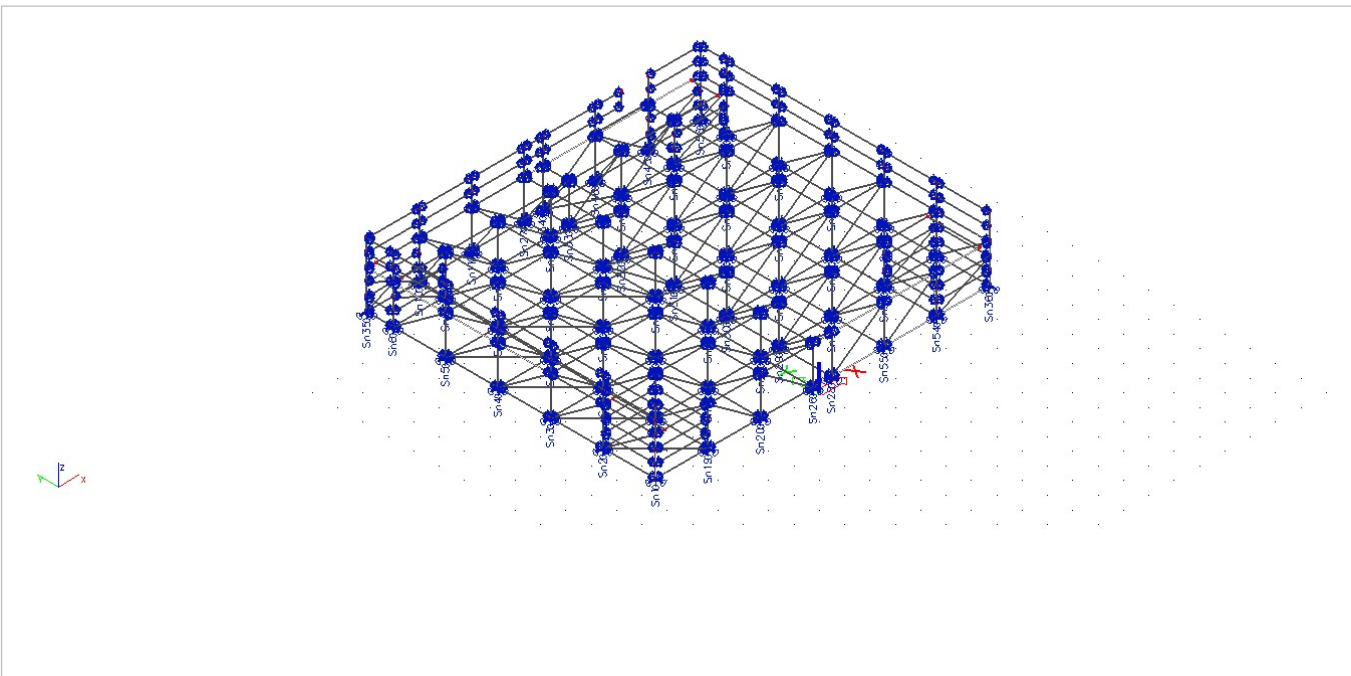
Verdeeld over de volgende pagina's zijn de belastingen weergegeven die op het model zijn toegepast. De uitgangspunten van de berekening en de toegepaste belastingcombinaties zijn al eerder in het document verklaard.

Eigen Gewicht

Het eigen gewicht van het bouwsel, zonder eventueel toegevoegde ballast. De toegevoegde ballast is in het belasting geval "Ballast" terug te vinden.

De onderstaande afbeeldingen geven de posities weer van het **eigen gewicht** en de profielen waarop deze krachten werken. Het eigen gewicht wordt door het programma zelf bepaald, afhankelijk van het profiel en materiaal dat toegewezen is aan de staven. Het eigen gewicht wordt 10% hoger genomen dan gecalculeerd door het programma vanwege de rozetten en koppen van het Layher Allround Systeem. Deze factor van 1,1 is opgenomen door een gravitatieconstante van $10,8 \text{ m/s}^2$ toe te passen.

Voor de bepaling van benodigde ballast per mast voor de bovenbouw is gesteld dat het eigengewicht van het geschoorde deel meegenomen mag worden. Dit gewicht bedraagt circa 4700 kg en zal voor het gemak afgerond worden in toelichting hieronder op 4500 kg. In de berekeningssoftware wordt uiteraard deze afronding niet toegepast.



Ballast

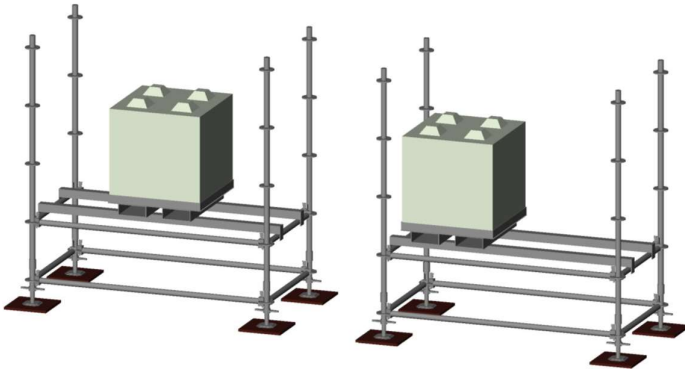
Het gewicht van de ballast die in het bouwsel geplaatst wordt. Deze ballast zorgt ervoor dat het bouwsel in evenwicht blijft bij elke belastingcombinatie. Ballast kan door van Ham Tenten & Podia geplaatst worden in de vorm van **betonblokken**.

Betonblok

Betonblokken heeft Van Ham Tenten & Podia in verschillende uitvoeringen. Het gewicht van de betonblokken zijn onderling gelijk (1200kg / 12kN) om het overzichtelijk te houden. De verschillende vormen hebben echter onderling voordelen, zo kunnen de Legiblokken in een vak van 1,03x1,03m en de betonblokken van 1,6x0,4 weer gemakkelijk onder de vloer toe te passen. De betonblokken worden op 2 stalen kokers geplaatst in het bouwsel. Deze kokers worden op liggers geplaatst en verdelen het gewicht zo over de constructie.

Een betonblok kan in het midden van een vak geplaatst worden, waardoor de verdeling naar de 4 staanders gelijk is. Echter kan het betonblok ook uit het midden gepositioneerd worden, waardoor er vrijheid ontstaat om met het zwaartepunt van het bouwsel te schuiven. Hierdoor is het mogelijk met een tactische plaatsing van de ballast de hoeveelheid ballast tot een minimum te beperken.

Afhankelijk van de geometrie van het bouwsel en de krachten die erop werken is het mogelijk te kiezen uit de verschillende soorten ballast.



Betonblok in het midden

Betonblok aan één kant

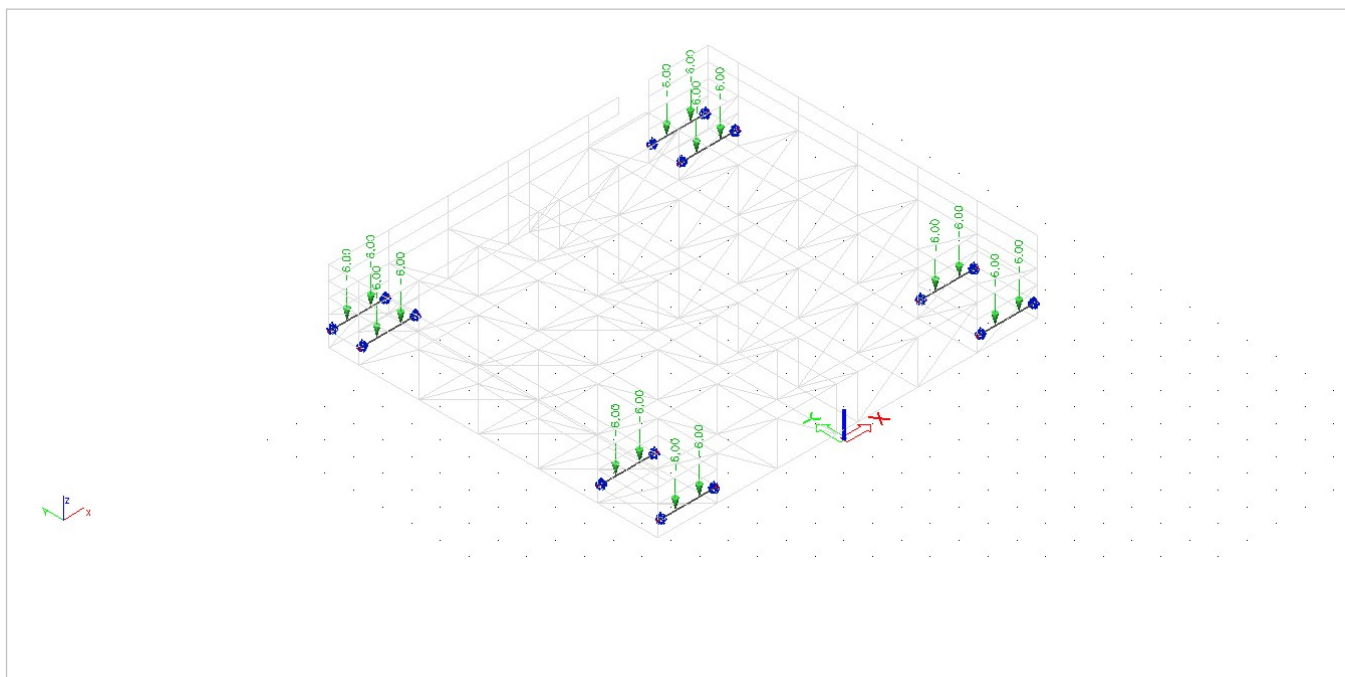
Afb. 6.1 Voorbeelden van ballast

Een Betonblok draagt de krachten, als gevolg van zijn gewicht, af via 2 stalen kokers naar 4 oplegpunten. De verdeling komt daarmee op $12 / 4 = 3\text{kN}$ per oplegpunt als deze in het midden van de kokers staat. Als deze uit het midden staat is de verdeling maximaal 75/25 wat uitkomt op $2 \times 4,5\text{kN}$ en $2 \times 1,5\text{kN}$ (samen 12kN). Van Ham Tenten & Podia heeft 3 verschillende ligger die deze krachten op kunnen nemen, namelijk de 'Dubbele buisligger', 'Versterkte buisligger' en 'Tralieligger'. De Versterkte buisligger kan zelfs 2 betonblokken dragen en de Tralieligger maar liefst 4.

Wanneer de ballast in de grondslag toegepast wordt, moet er een verbinding gemaakt worden tussen de staanders en de grondslag. Hier zijn speciale staanders voor.

De onderstaande afbeeldingen geven de posities weer van de **ballast** in het bouwsel en de profielen waarop deze krachten werken. De waarden in de afbeeldingen zeggen niets over de partiële factor die bovenop de belasting is toegepast.

In het bouwsel worden **8 Betonblokken** à 1200kg geplaatst. De ballastbepaling is overgenomen uit de berekening van de dakconstructie (Krasenbrink & Bastians). **Zie bijlage A.**



Belasting vloer Verticaal

Belasting op de vloerdelen in de stelling door personen of andere externe krachten die uitgeoefend worden op de vloerdelen. De vloerbelasting in de berekening wordt afgedragen op de hoofd- en subliggers. Deze liggers zijn vereenvoudigd opgenomen in de berekening als een koker van 100x50x3,2mm.

Afhankelijk van het gebruik van het bouwsel wordt er gerekend met verschillende belastingniveaus. Er zijn 3 verschillende belastingniveaus volgens **NPR 8020-51**:

Vrij publiekstoegankelijk

Gelijkmatig verdeelde verticale vloerbelasting Q_k : 5,0 kN/m² (dichte mensenmassa)

Gecontroleerd publiekstoegankelijk

Gelijkmatig verdeelde verticale vloerbelasting Q_k : 3,5 kN/m²

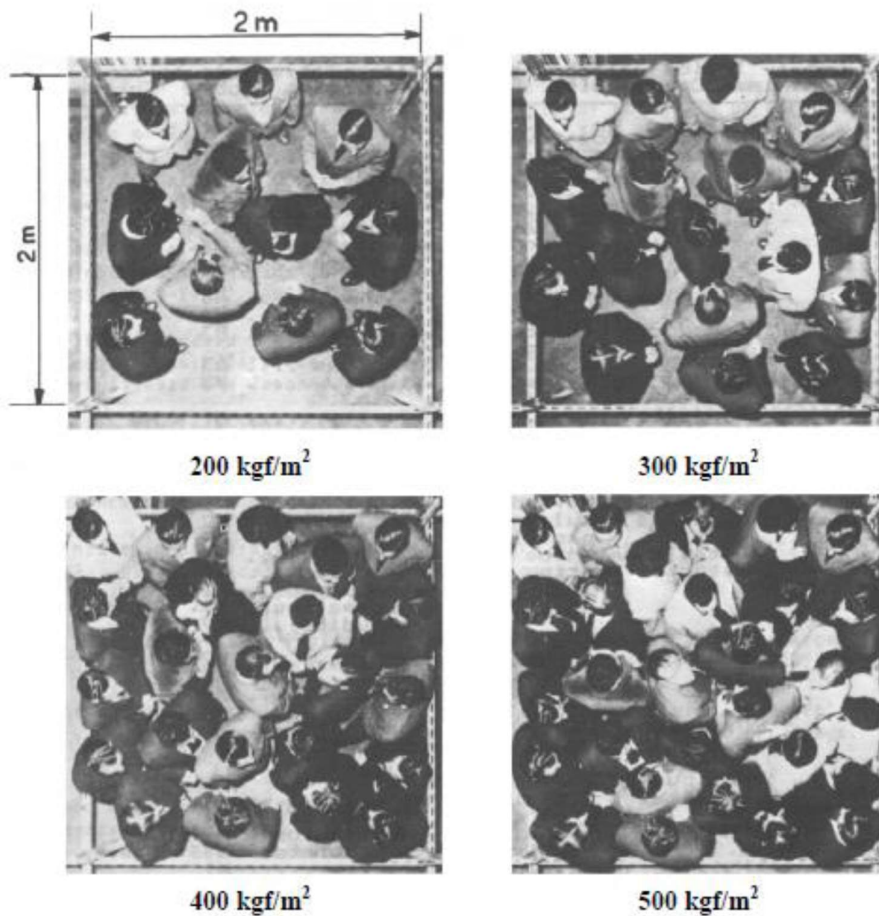
Niet publiekstoegankelijk

Gelijkmatig verdeelde verticale vloerbelasting Q_k : 1,5 kN/m²

Er kan ook een andere belasting worden toegepast buiten de genormeerde publieksbelasting om. Deze belasting is afhankelijk van het gebruiksplan van de klant/opdrachtgever en daardoor nader te bepalen per situatie.

Permanente vloerbelastingen zijn afhankelijk van het gebruiksplan van de klant/opdrachtgever en daardoor nader te bepalen per situatie en genereren meestal geen zijdelingse krachten.

De onderstaande afbeeldingen geven de posities weer van de **verticale vloerbelasting** op het bouwsel en de profielen waarop deze krachten werken. De waarden op de profielen worden door het programma zelf bepaald, afhankelijk van de verdeelde belasting en de geometrie van de profielen binnen het vloeroppervlak.



Afb. 6.2 Voorbeeld van publieksdichtheid bij corresponderende vloerlast.

Belasting vloer 10% Horizontaal

Zijdelingse belasting op de vloerdelen in het bouwsel bijvoorbeeld door het bewegen van personen. In het geval van een zijdelingse publieksbelasting bedraagt deze last volgens **NPR 8020-51** 10% van de verticale publieksbelasting en wordt zijwaarts op alle vloerdelen geplaatst. De belasting wordt in de berekening afgedragen op de vloerliggers. Deze liggers zijn vereenvoudigd opgenomen in de berekening als een koker van 100x50x3,2mm.

Afhankelijk van het gebruik van het bouwsel wordt er gerekend met verschillende belastingniveaus. Er zijn 3 verschillende belastingniveaus volgens **NPR 8020-51**:

Vrij publiekstoegankelijk

Gelijkmatig verdeelde horizontale vloerbelasting Q_k : 0,50 kN/m² (dichte mensenmassa)

Gecontroleerd publiekstoegankelijk

Gelijkmatig verdeelde horizontale vloerbelasting Q_k : 0,35 kN/m²

Niet publiekstoegankelijk

Gelijkmatig verdeelde horizontale vloerbelasting Q_k : 0,15 kN/m²

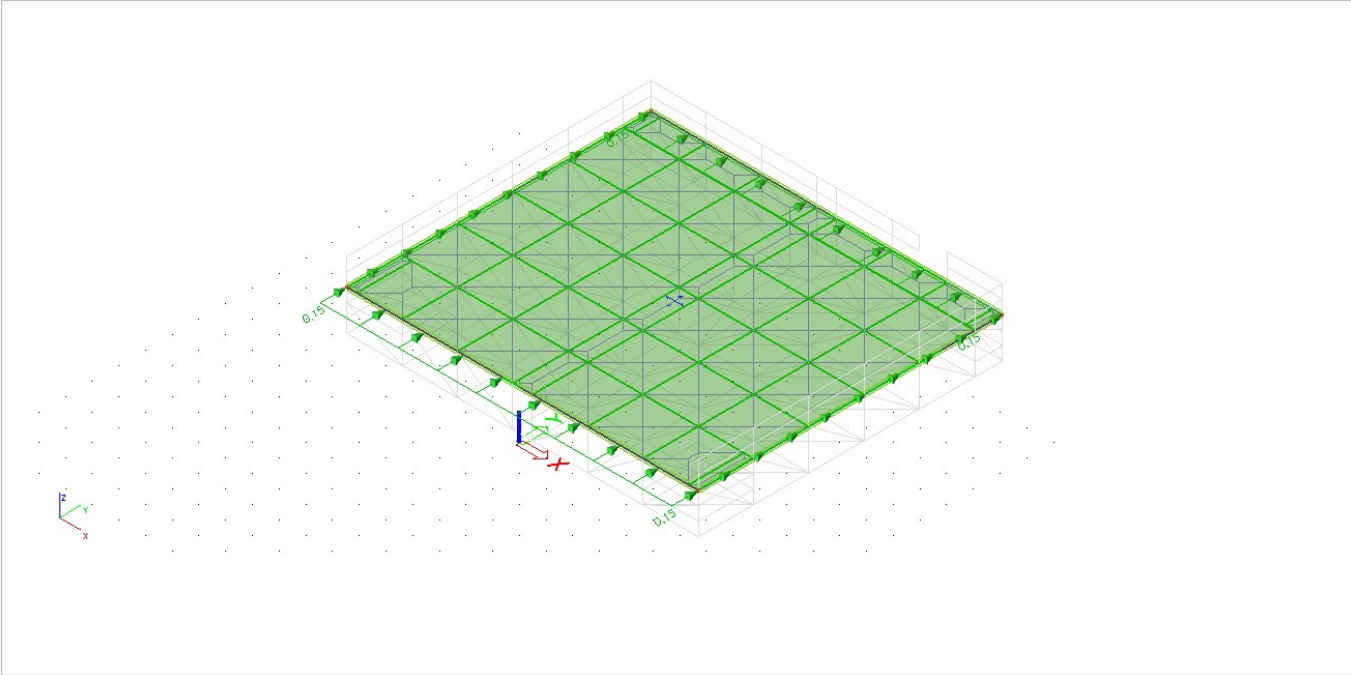
Er kan ook een andere belasting worden toegepast buiten de genormeerde publieksbelasting om. Deze belasting is afhankelijk van het gebruiksplan van de klant/opdrachtgever en daardoor nader te bepalen per situatie.

Permanente vloerbelastingen zijn afhankelijk van het gebruiksplan van de klant/opdrachtgever en daardoor nader te bepalen per situatie en genereren meestal geen zijdelingse krachten.

De onderstaande afbeeldingen geven de posities weer van de **horizontale vloerbelasting** op het bouwsel en de profielen waarop deze krachten werken. De waarden op de profielen worden door het programma zelf bepaald, afhankelijk van de verdeelde belasting en de geometrie van de profielen binnen het vloeroppervlak.

Op het bouwsel is/zijn de volgende belastingniveau(s) toegepast (de waarden in de afbeeldingen zeggen niets over de partiële factor die bovenop de belasting is toegepast):

Gecontroleerd publiekstoegankelijk Q_k : 0,15 kN/m²



(Hijs)Belasting Techniek

Het gewicht van de techniek incl. eventuele hijsmiddelen waarmee het bouwsel belast wordt. Onder techniek valt o.a. PA, LED, Licht en de Trussen waar deze vormen van techniek gemonteerd worden.

Voordat een gebruiker gebruiksbelasting aan de constructie hangt, dient dit overlegd te worden met Van Ham Tenten & Podia B.V.

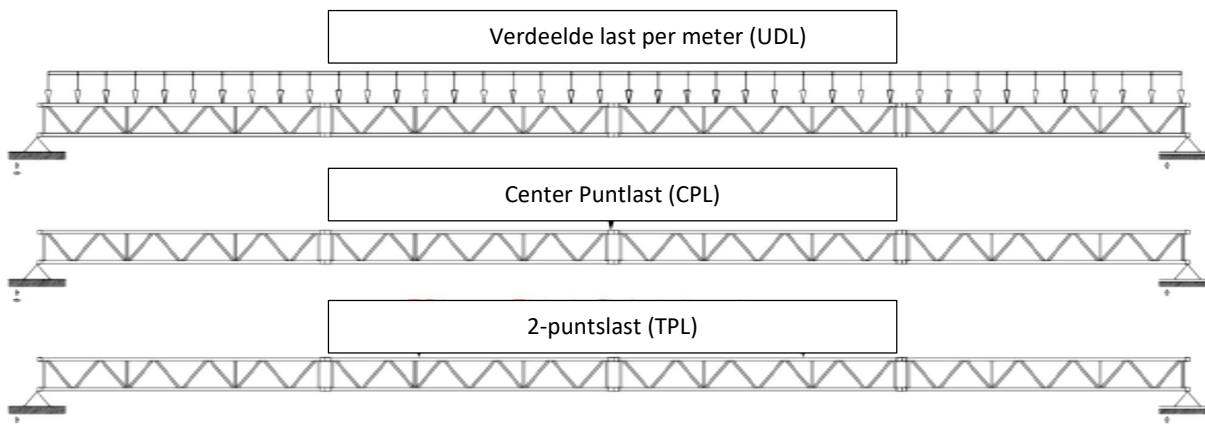
Hier toe dient een riggingplot aangeleverd te worden aan Van Ham Tenten & Podia B.V. Deze zal het riggingplot beoordelen en controleren op haalbaarheid.

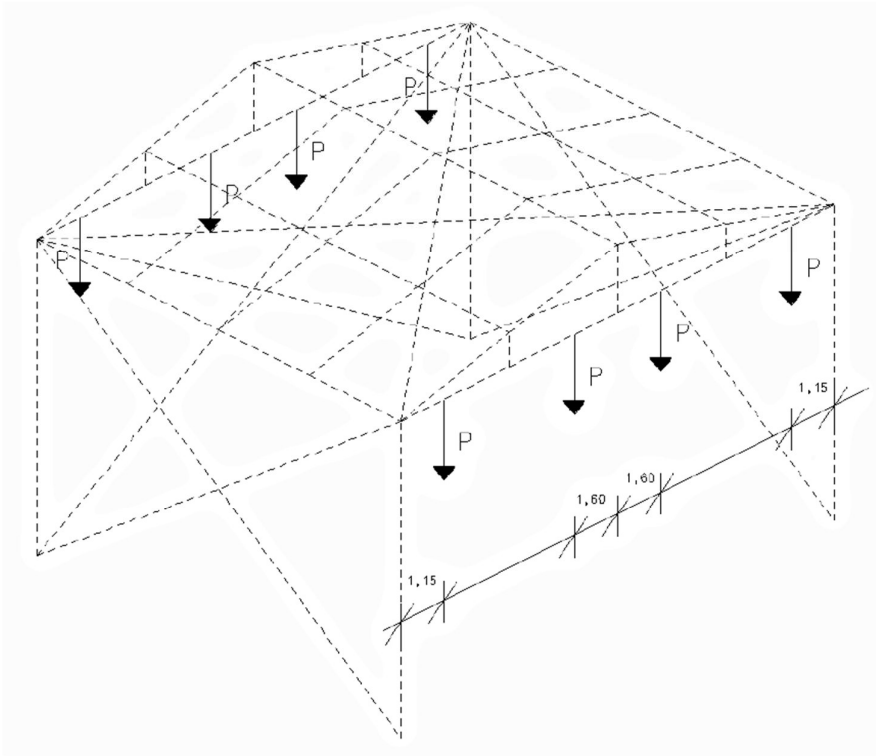
Gebruiker van de constructie is verantwoordelijk en aansprakelijk voor de gebruiksbelasting. De gebruiker dient de gebruiksinstructie van de constructie te aanvaarden en na te leven. Afwijkingen ten aanzien van het riggingplot zonder deze voor te leggen aan Van Ham Tenten & Podia B.V. zijn niet toegestaan.

De maximale gebruiksbelasting is bepaald middels een statische berekening. De gebruiksbelasting van de constructie wordt weergegeven in vier verschillende varianten. Deze varianten kunnen **alleen per variant** gebruikt te worden.

UDL	Uniformed Distributed Load - Gelijkmatic Verdeelde Belasting
CPL	Center Point Load - Centrale Puntlast
TPL	Third Point Load - Twee Puntlasten
FPL	Fourth Point Load - Drie Puntlasten

Naam	Eenheid	Maximale Gebruiksbelasting			
		A (Front)	B (Rear)	C (Side)	D (Ridge)
Verdeelde last per meter (UDL)	kg/m	100	50	60	60
Center puntlast (CPL)	kg	620	310	310	310
2-puntlast (TPL)	kg	500	250	250	250
4-puntlast (Zie Figuur 2)	kg	400	250	-	-





Zolang er binnen de maximale gebruikslasten per positie gebleven wordt, moeten lasten boven 100 kg ter hoogte van een knooppunt in de truss. Een last lager dan 100kg mag vrij geplaatst worden mits aan de eerder genoemde voorwaarde wordt voldaan.

Lasten dienen door een competent persoon (rigger) te worden aangebracht. De rigger dient rekening te houden met brandveiligheid en windvangend oppervlak van de aangebrachte lasten. Grote windvangende lasten dienen verwijderd te kunnen worden vóór het bereiken van een piekwindnsnelheid van 20,0m/s.

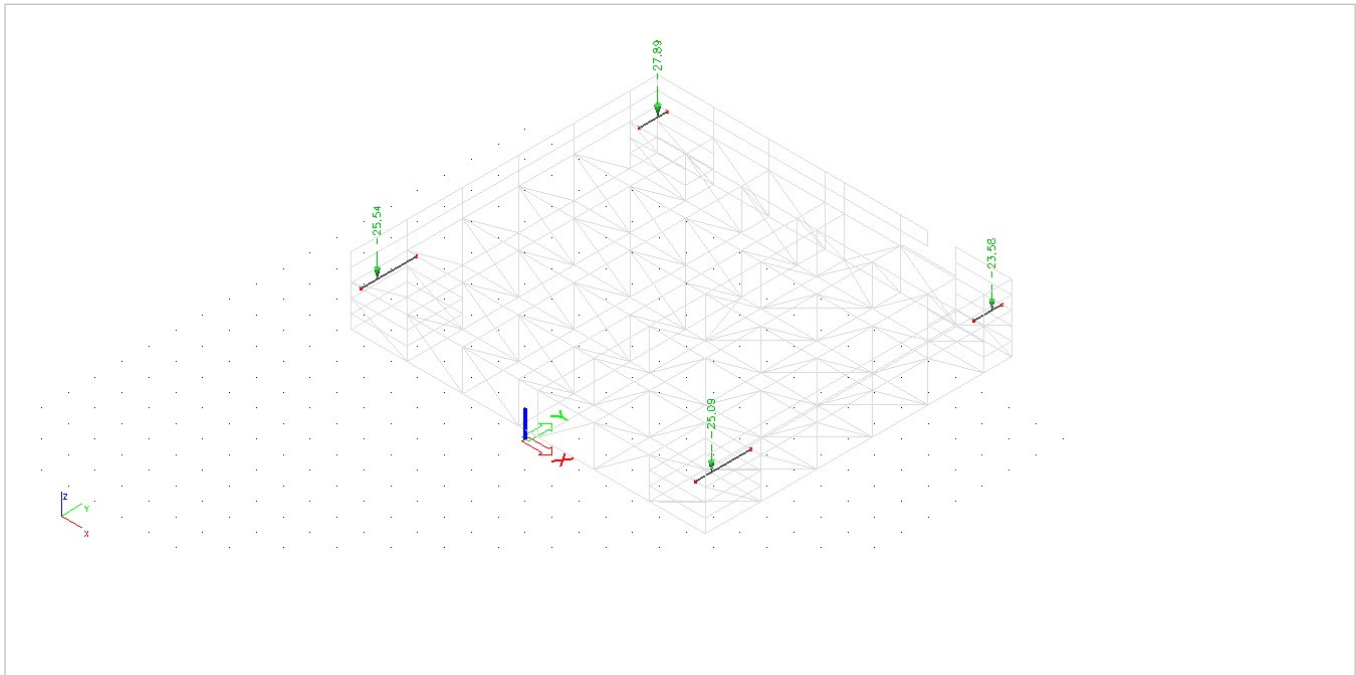
Doorbuiging is niet als limiterende factor meegenomen in de statische berekening. Toegestane belastingen zullen binnen de formule $L/100$ vallen. Alle toegestane gebruiksbelastingen zijn beschouwd als statische lasten. Bij een dynamische belasting dienen de toegestane belastingen verminderd te worden met een factor 1.2.

Maximale negatieve krachten dak Z-richting

Uit het rapport van Krasenbrink & Bastians zijn de reactiekrachten van het dak overgenomen. Deze zijn als puntlast op de bases aangebracht en worden bij de windlasten meegenomen.

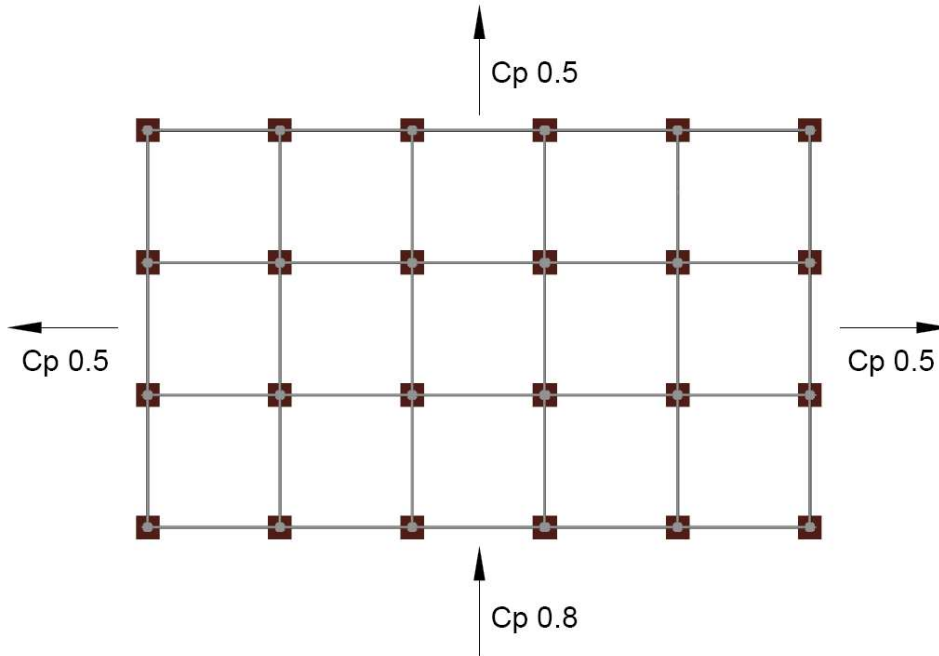
De negatieve kracht in Z richting wordt als aparte maximale kracht per staander op de constructie gezet. Dit geeft een overdreven reactie qua gronddrukken en sterkte maar toont wel aan dat de constructie deze kracht aankan en geeft een realistisch beeld van de **maximaal** optredende gronddrukken per steunpunt op de ondergrond.

Om te voorkomen dat deze kracht een vertekening geeft in de stabiliteitstoeting(EQU) wordt hij daarin niet meegenomen.



De drukcoëfficiënt bepaald mate waarin de stuwdruk uitwerking heeft op de verschillende oppervlakken. De waardes van de drukcoëfficiënten zijn o.a. afhankelijk van de vorm van het bouwsel en de positie van de windvlakken. Zo wordt er aan de voorzijde van het windvlak een druk gegenereerd en ontstaat er aan de achterzijde een zuigend effect.

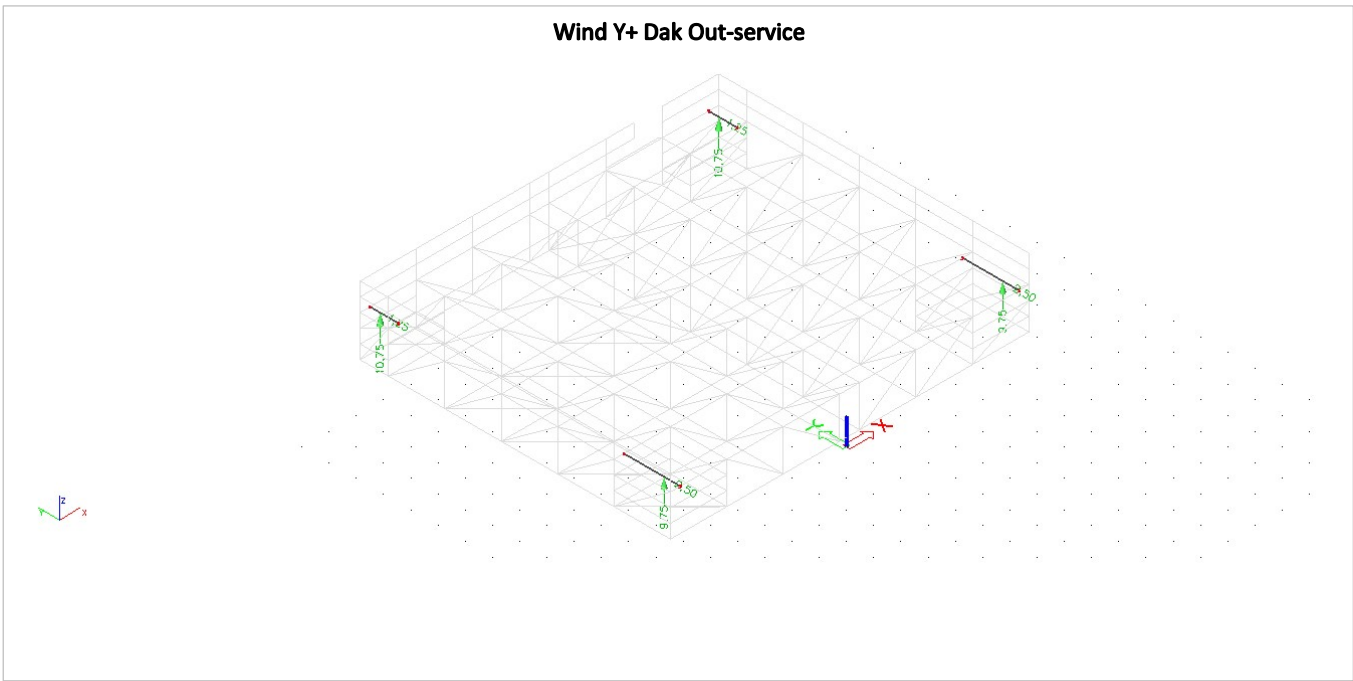
Ook beide zijdes zijn onderhevig aan zuiging, maar deze zijn gelijk aan elkaar en in tegengestelde richting. Hierdoor heffen deze krachten elkaar in de meeste gevallen op en hebben (gekeken naar de algehele standzekerheid en sterkte van de constructie) geen effect. Hierdoor wordt deze in de meeste gevallen niet getoetst.



Afb. 6.4 Bovenaanzicht van een fictieve grondslag met de drukcoëfficiënt C_p op de wanden van het bouwsel. Er treedt druk en zuiging op en de zijwaartse drukcoëfficiënten zijn gelijk in tegengestelde richting en heffen elkaar daarmee op.

Wanneer de Layher-constructie vrij blijft van windvlakken, wordt er alsnog gerekend met een windbelasting. De doorlaatbaarheid van de constructie is dan maximaal, maar er wordt alsnog een C_p van 0,3 aangehouden. De invoer van deze windlast vindt plaats op de voorzijde of dieper in de constructie. In de praktijk heeft deze last namelijk gedeeltelijk werking op die verschillende componenten over de gehele diepte van de constructie.

Wind Y+ Dak Out-service

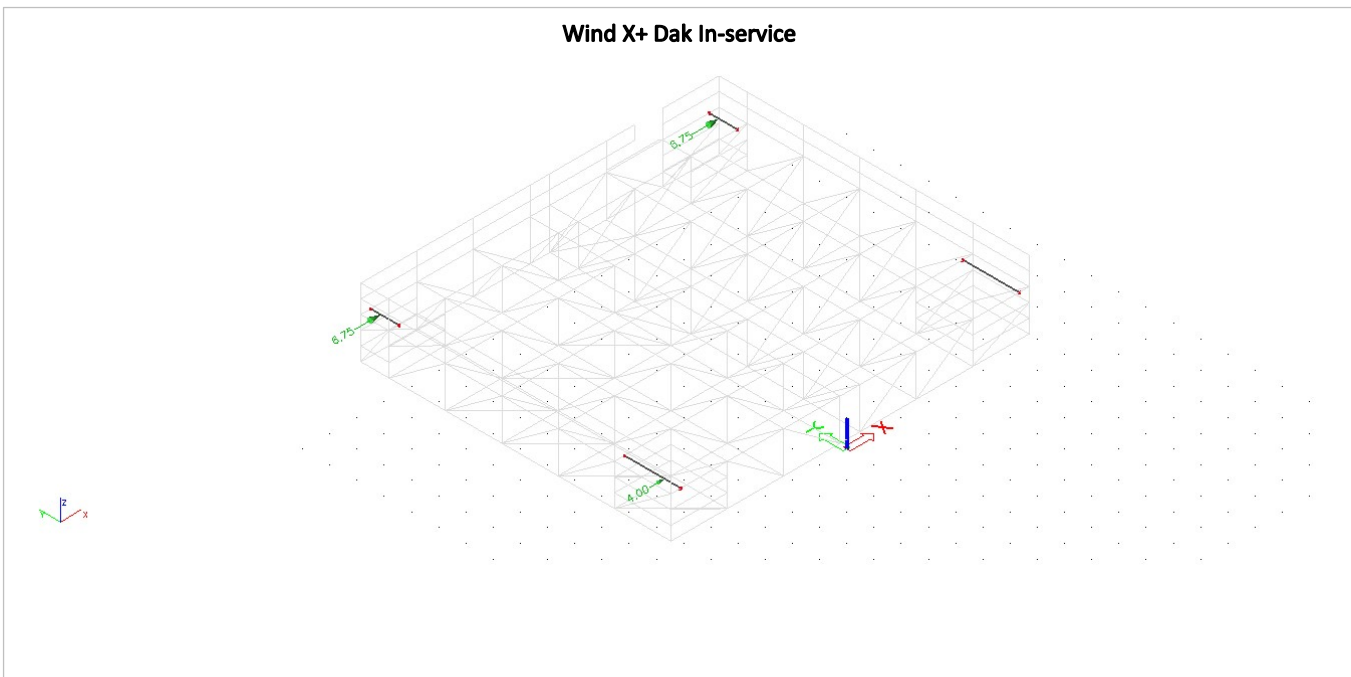
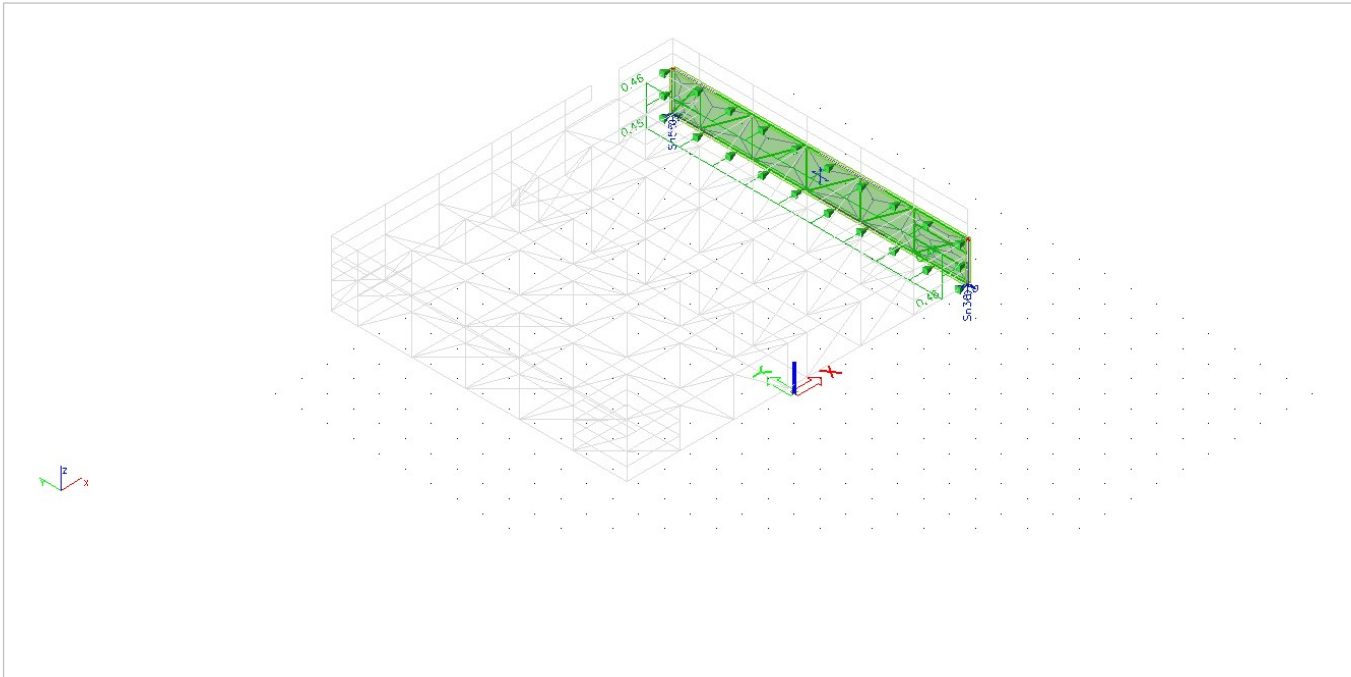


Belasting Wind X+

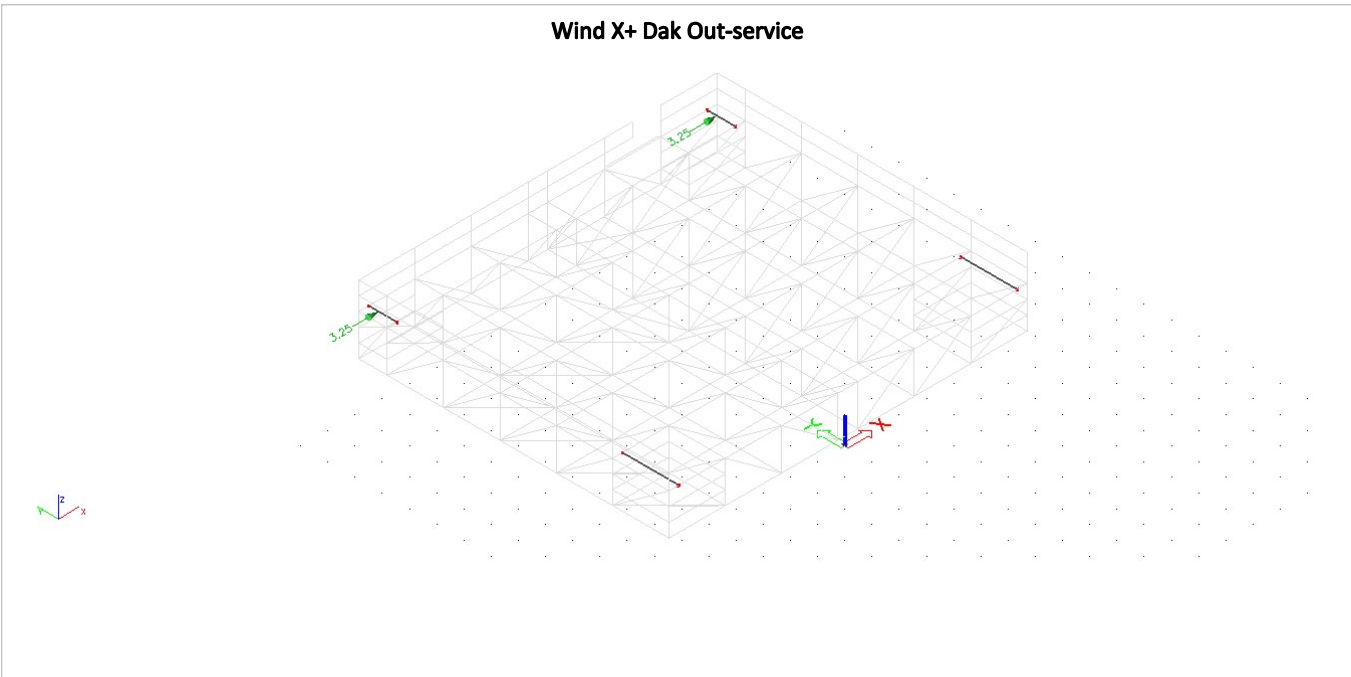
De onderstaande afbeeldingen geven de posities weer van **wind** op het bouwsel en de profielen waarop deze krachten werken. De waarden op de profielen worden door het programma zelf bepaald, afhankelijk van de verdeelde belasting en de geometrie van de profielen binnen het windvlak.

De waarden in de afbeeldingen zeggen niets over de partiële factor die bovenop de belasting is toegepast, de C_p waarde is al wel verwerkt.

Er wordt hier zowel naar de **In-** als **Out-service** situatie gekeken.



Wind X+ Dak Out-service



7. Toegepaste materialen

Hieronder staan de toegepaste materialen in de berekening weergegeven met de bijbehorende technische informatie.

EN-10219-S235 JR

Dit is een koud vervormd (EN-10219) buisprofiel met een minimum vloeigrens van 235 N/mm² voor dikten niet groter dan 16mm, met een gespecificeerde kerfslagwaarde ≥ 27 Joule bij kamertemperatuur (JR), 20 °C.

Het materiaal S235 JR valt onder het werkstofnummer: 1.0038

De staalsoort S235 JR welke gebruikt is in de statische berekening heeft de volgende mechanische eigenschappen aangeleverd door de fabrikant, Layher:

Dichtheid	7850	kg/m ³
Elasticiteitsmodulus (E-modulus)	210000	N/mm ²
Vloeigrens F _{yk}	235	N/mm ²
Trekgrens F _{uk}	360	N/mm ²
Materiaalfactor γ_M	1,1	

Tabel 7.1. Tabel met de mechanische eigenschappen voor EN-10219-S235 JR

EN-10219-S235 JRH

Dit is een koud vervormd (EN-10219) buisprofiel met een verhoogde minimum vloeigrens van 320 N/mm² voor dikten niet groter dan 16mm, met een gespecificeerde kerfslagwaarde ≥ 27 Joule bij kamertemperatuur (JR), 20 °C.

Het materiaal S235 JRH valt onder het werkstofnummer: 1.0039

De staalsoort S235 JRH welke gebruikt is in de statische berekening heeft de volgende mechanische eigenschappen aangeleverd door de fabrikant, Layher:

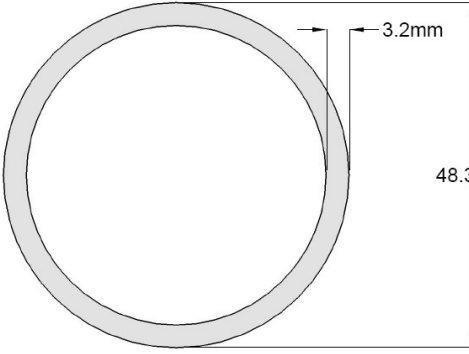
Dichtheid	7850	kg/m ³
Elasticiteitsmodulus (E-modulus)	210000	N/mm ²
Vloeigrens F _{yk}	320	N/mm ²
Trekgrens F _{uk}	360	N/mm ²
Materiaalfactor γ_M	1,1	

Tabel 7.2. Tabel met de mechanische eigenschappen voor EN-10219-S235 JRH

8. Toegepaste profielen

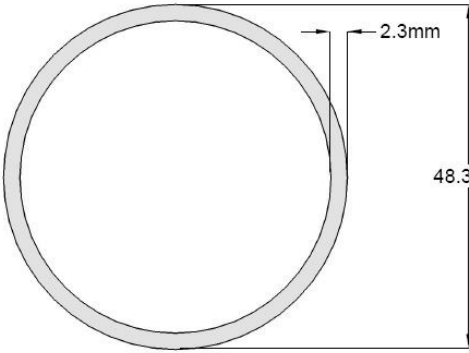
Hieronder staan de profielen weergegeven welke gebruikt zijn in de berekening met bijbehorende technische informatie.

48,3 x 3,2mm



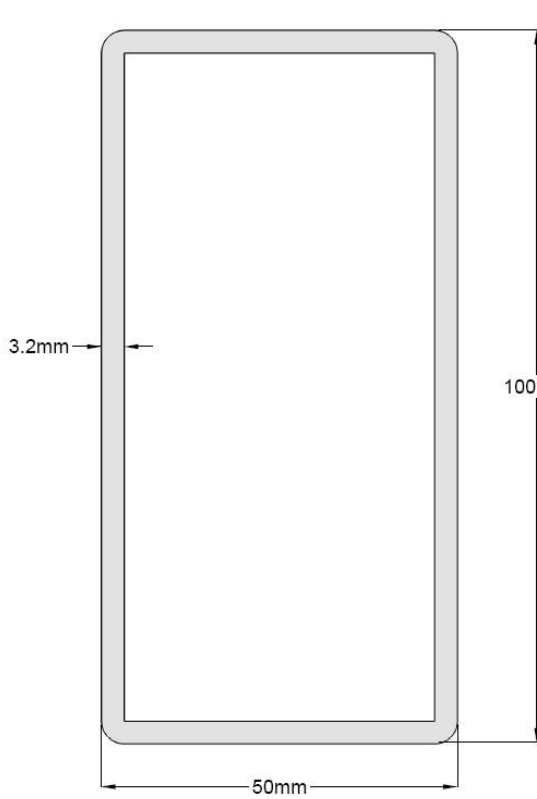
Dimensies	Buitendiameter	48,3 mm
	Wanddikte	3,2 mm
Oppervlakte	A_x	453,3 mm ²
	A_y	228,55 mm ²
	A_z	228,55 mm ²
Traagheidsmoment	I_x	231522,2 mm ⁴
	I_y	115809,5 mm ⁴
	I_z	115809,5 mm ⁴
Zwaartepunt	Y-richting	24,15 mm
	Z-richting	24,15 mm
Materiaal		EN-10219 - S235JRH

48,3 x 2,3mm



Dimensies	Buitendiameter	48,3 mm
	Wanddikte	2,3 mm
Oppervlakte	A_x	332,31 mm ²
	A_y	166,83 mm ²
	A_z	166,83 mm ²
Traagheidsmoment	I_x	176166,9 mm ⁴
	I_y	88098,6 mm ⁴
	I_z	88098,6 mm ⁴
Zwaartepunt	Y-richting	24,15 mm
	Z-richting	24,15 mm
Materiaal		EN-10219 - S235JR

100 x 50 x 3,2mm



Dimensies	Hoogte	100 mm
	Breedte	50 mm
	Wanddikte	3,2 mm
Oppervlakte	A_x	911,31 mm ²
	A_y	202,97 mm ²
	A_z	573,34 mm ²
Traagheidsmoment	I_x	933610,2 mm ⁴
	I_y	1168424 mm ⁴
	I_z	390609,5 mm ⁴
Zwaartepunt	Y-richting	25 mm
	Z-richting	50 mm
Materiaal		EN 10219 - S235JRH

9. Resultaten sterkte

De sterkte van de constructie wordt op verschillende manieren getoetst. Doormiddel van de technische documentatie van Layher worden de verdeelde lasten en puntlasten op liggers gecontroleerd alsmede de trek en drukkrachten op schoren. Het draagvermogen van de staanders wordt door het EEM-programma gecontroleerd. Hier zijn geen vaste waarden van, omdat o.a. kniklengtes en afschoringen variëren per constructie en toepassing.

Het controleren van de sterkte van de liggers wordt gedeeltelijk bij het tekenen van de constructie al gedaan. De keuze van het type ballastdrager wordt bijvoorbeeld bij het tekenen van de constructie al bepaald alsmede de liggers waar bijvoorbeeld een truss met lampen aan komt. Deze waarden worden bij de klant opgevraagd en daarbij de correcte ligger bepaald.

Het controleren van de sterkte van de schoren wordt gedaan aan de hand van maximale trek en drukkrachten opgegeven in de documentatie van Layher. De waarden die aangehouden worden zijn van Layher Allround sterkteklasse K2000+. De maximale trek- en drukkrachten zijn verwerkt in een geprogrammeerd Excel-bestand. De optredende trek- en drukkrachten in de schoren worden geëxporteerd vanuit het EEM-programma en geïmporteerd in het Excel-bestand. De optredende trek en drukkrachten worden vergeleken met de gedocumenteerde maximale trek- en drukkrachten en daaruit rolt een Unity Check waarde.

Staaf	Omschrijving	Materiaal	Belastingcombinatie	Max.Trek (kN)	Optredende Trek (kN)	Unity Check Trek
S385	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR2	17,85	4,37	0,24
S388	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR2	17,85	3,55	0,19
S387	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR2	17,85	3,51	0,19
S344	Schoor 2,07 x 1,0m	S 235 JR	STR2	17,85	3	0,16
S398	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR2	17,85	2,79	0,15

Tabel 9.1 Resultaten Schoren Unity Check (Enkel de 5 meest belaste staven weergegeven trek)

Staaf	Omschrijving	Materiaal	Belastingcombinatie	Max.Druk (kN)	Optredende Druk (kN)	Unity Check Druk
S383	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR1	-14,85	-6,31	0,42
S382	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR1	-14,85	-6,2	0,41
S417	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR1	-14,85	-6,13	0,41
S418	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR1	-14,85	-6,11	0,41
S361	Schoor 2,07 x 1,5m	S 235 JR	STR2	-14,85	-6,05	0,40

Tabel 9.2 Resultaten Schoren Unity Check (Enkel de 5 meest belaste staven weergegeven druk)

De sterkte van de staanders wordt door het EEM-programma berekend. De sterkte van de staanders is afhankelijk van het profiel en het materiaal. De eigenschappen van de componenten die aangehouden worden zijn van Layher Allround sterkteklasse K2000+. De componenten van sterkteklasse LW zijn sterker, maar worden door elkaar gebruikt bij Van Ham Tenten & Podia B.V., waardoor rekenen met K2000+ altijd de veilige keuze is.

Bij de Unity Check worden er vele controles gedaan op o.a. spanning, doorbuiging, afschuiving, knik, kip en torsie. De waarde die in de kolom 'Unity Check' weergegeven wordt geven de mate van belasting aan ten opzichte van de limiet van de staaf. Een waarde hoger dan 1 betekent dat er meer kracht uitgeoefend wordt op de staaf dan deze fysiek aan kan en zal bezwijken.

Staaf	Omschrijving	Materiaal	Belastingcombinatie	Unity Check Trek
S337	Staander	S 235 JRH	STR1	0,50
S338	Staander	S 235 JRH	STR1	0,50
S285	Staander	S 235 JRH	STR1	0,48
S333	Staander	S 235 JRH	STR2	0,48
S292	Staander	S 235 JRH	STR2	0,46

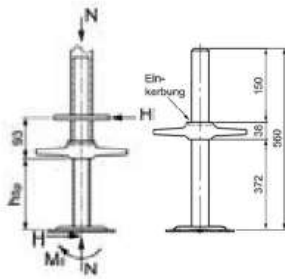
Tabel 9.3 Resultaten Staanders Unity Check (Enkel de 5 meest belaste staven weergegeven)

De volledige berekening van de 5 zwaarst belaste staanders is te vinden in bijlage D: zwaarst belaste staanders

Berekening spindel hoogte

Aan de hand van onderstaande tabel en de waarde uit Scia kan de uitspindelhoogte worden berekend.

FUSSSPINDEL 60



Ersatzquerschnittswerte der Spindel

- A = 3,84 cm²
- W_{el} = 2,61 cm³
- W_{pl} = 3,26 cm³
- I = 3,74 cm⁴

Material: EN 10219-S235JRH

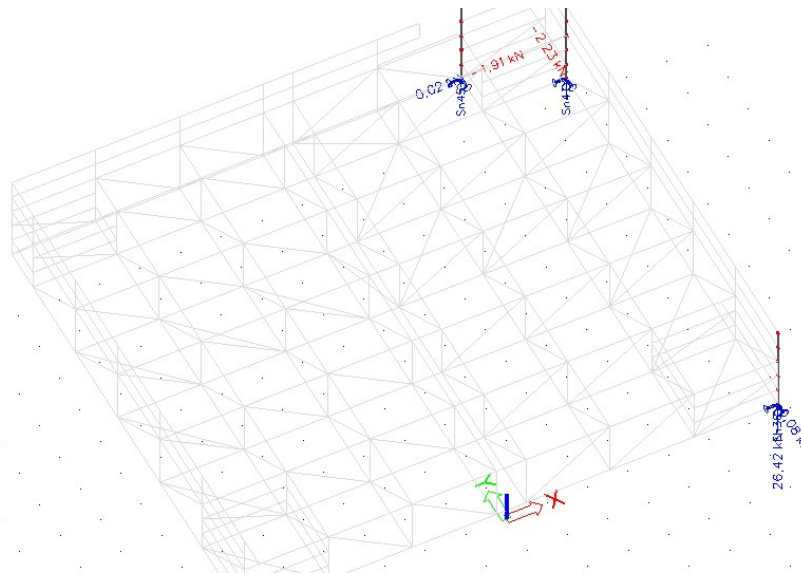
→ Rollgewinde: $f_{y, k} = 280,0 \text{ N/mm}^2$

Tab. 12 Belastung Fußspindeln

Aus-spindel-länge h_{sp} [cm]	Zulässige Vertikallast N [kN]* bei gleichzeitiger Wirkung einer Horizontallast H [kN]																								Zul. Horizontallast H [kN] wenn N = 0		
	H = 0,0		H = 0,5		H = 1,0		H = 1,5		H = 2,0		H = 2,5		H = 3,0		H = 3,5		H = 4,0		H = 4,5		H = 5,0		H = 5,5			H = 6,0	
	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂		N ₁	N ₂
0	39	53	39	51	39	51	39	51	39	50	39	49	39	49	38	-	38	-	37	-	36	-	36	-	35	-	26,3
5	39	52	39	51	39	50	39	48	38	-	37	-	36	-	35	-	34	-	33	-	32	-	31	-	30	-	7,8
10	39	51	39	49	38	-	37	-	36	-	34	-	33	-	30	-	29	-	28	-	26	-	25	-	-	-	4,6
15	39	49	38	-	36	-	35	-	33	-	31	-	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2
20	38	-	36	-	34	-	32	-	29	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
25	37	-	34	-	31	-	28	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
30	35	-	31	-	27	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7
35	32	-	27	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5
37	30	-	25	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4

*Die zulässigen Vertikallasten wurden berechnet unter Anwendung des Berechnungsmodells nach DIN EN 12811-1, Abs. 10.2.3.2. Zur Erfassung der Biegesteifigkeit des Ständerrohres, der Schnittgrößenanteile aus Theorie II. Ordnung und der maximalen Beanspruchbarkeit der Ständer wurden folgende Raumgüste mit Rastermaß 2,57 x 2,57 m berücksichtigt:
2,00 m Lagenhöhe für Stieldruckkräfte $N_1 \leq 39 \text{ kN}$
1,50 m Lagenhöhe für Stieldruckkräfte $39 \text{ kN} < N_2 \leq 54 \text{ kN}$

(-) Bei dieser Kombination von Ausspindellänge und Horizontallast ist die Biegebeanspruchbarkeit der Spindel überschritten.



Maximale reactiekracht horizontaal: 2,23kN

Maximale reactiekracht vertikaal: 26,42kN

H= 2,23<2,5 (kN)

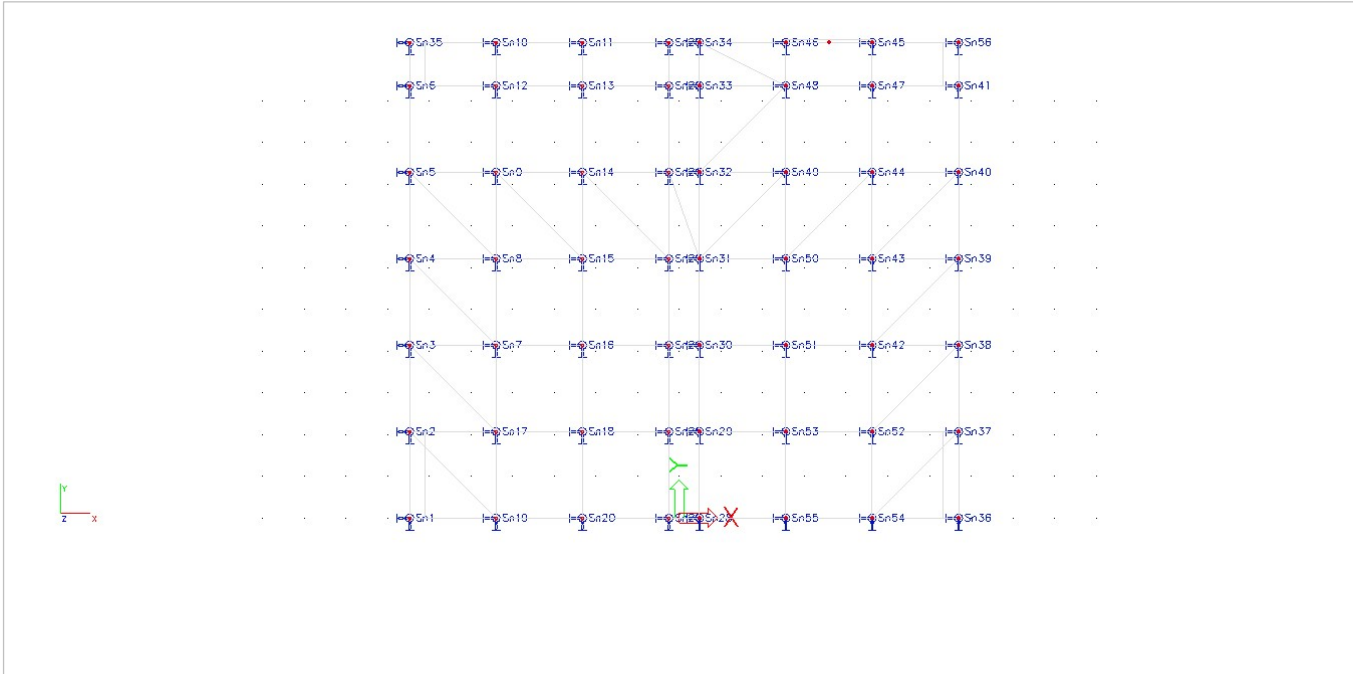
V= 26,42<27 (kN)

Geeft een maximale uitspindelhoogte van **20cm**

10. Resultaten reactiekrachten

In onderstaande tabellen staan de reactiekrachten van de knooppleggingen per belastingcombinatie weergegeven. De positie van de knooppleggingen is in de afbeeldingen weergegeven.

Positie knooppleggingen



Reactiekrachten, Ondervulling & Gronddrukken

Onder reactiekrachten wordt verstaan: *'De maximale reactiekrachten die het bouwsel zal overdragen aan de ondergrond'*. Het bouwsel zal deze krachten uitoefenen op de ondergrond via de voet van de spindel. Deze voet is 15 x 15cm en wordt standaard geplaatst op een "woodpad". Deze woodpads bestaan uit 21mm betonplex en hebben standaard een afmeting van 0,37m x 0,37m. De woodpad zorgt ervoor dat de kracht op de spindelvoet verdeeld wordt over een groter oppervlak en daarmee de verdeelde belasting daalt.

In verband met de tijdelijke aard van het bouwsel moet er anders gekeken worden naar het gedrag van de ondergrond dan bij permanente bouw. Hierdoor is er in de Europese norm voor evenementen (**NEN-EN 13814**) beschreven dat wanneer het terrein bereden kan worden met zware machinerie zoals vrachtwagens een draagvermogen van **200kN/m²** aangehouden moet worden. Deze waarde is Europees bepaald met de kanttekening dat deze waarde in de praktijk **hoger uit kan vallen**.

Zowel het door **COBc** opgestelde document "**Richtlijn voor Constructieve Toetsingscriteria bij een aanvraag voor een Evenementenvergunning**" als in de **NPR 8020-51** wordt er verwezen naar deze overkoepelende, Europese norm voor evenementen.

De klant is verantwoordelijk voor een draagkrachtige ondergrond en dient zorg te dragen dat de berekende belastingen en spanningen opneembaar zijn. Wanneer de verdeelde lasten onder het bouwsel hoger zijn dan het draagvermogen van de ondergrond, dienen de krachten verlaagd te worden of verdeeld te worden over een groter oppervlak.

De spindels worden in SCIA ingevoerd als **knoopopleggingen**. Deze knoopopleggingen worden de eigenschap toegewezen dat ze in verticale richting (Z) enkel druk op kunnen nemen en de opneembare krachten in de X en Y richting **frietie-afhankelijk** zijn van Z. Dit betekent dat SCIA rekent met een wrijvingscoëfficiënt om zo te bepalen of er voldoende verticale kracht is om de horizontale kracht op te nemen. Indien dit niet het geval is zal de spindel verschuiven. Beide eigenschappen zorgen voor een 'Niet-Lineariteit' waardoor het noodzakelijk is een **2^e orde berekening** uit te voeren. SCIA heeft daarmee de mogelijkheid de krachten te herverdelen om zo tot een evenwicht te komen.

In onderstaande 2 tabellen zijn de reactiekrachten af te lezen per knoopoplegging, per belastingcombinatie. De verschillende belastingcombinaties zijn over de 2 tabellen gesorteerd per type; EQU dan wel STR. Per knoopoplegging is een type ondervulling aangeduid dat gebaseerd is op het draagvermogen van de ondergrond.

Steunpunt	EQU - Reactiekracht Fz [kN]				Ondervulling	
	EQU1	EQU2	EQU3	EQU4	Type	Gronddruk [kN/m ²]
Sn37/K129	7,28	9,4	6,87	9,33	Woodpad	67,6259
Sn2/K2	7,17	9,01	6,87	9,01	Woodpad	64,82014
Sn45/K137	7,22	8,88	6,49	7,92	Woodpad	63,88489
Sn56/K148	6,91	8,64	2,97	8,48	Woodpad	62,15827
Sn41/K133	6,19	8,6	5,12	8,54	Woodpad	61,8705
Sn17/K17	7,95	8,24	7,79	8,46	Woodpad	60,86331
Sn36/K128	1,39	8,4	1,78	8,19	Woodpad	60,43165
Sn52/K144	8,1	8,36	8,05	8,3	Woodpad	60,14388
Sn47/K139	7,27	8,25	7,08	7,89	Woodpad	59,35252
Sn6/K6	7,45	7,99	5,07	8,03	Woodpad	57,76978
Sn1/K1	1,3	7,82	1,75	7,98	Woodpad	57,41007
Sn35/K127	5,76	7,96	2,99	7,98	Woodpad	57,41007
Sn54/K146	6,21	7,68	6,11	7,52	Woodpad	55,2518
Sn12/K12	7,3	7,3	7,15	7,67	Woodpad	55,17986
Sn19/K19	6,36	7,34	6,33	7,67	Woodpad	55,17986
Sn10/K10	7,16	6,01	6,45	6,92	Woodpad	51,51079
Sn44/K136	1,82	1,85	1,83	1,84	Woodpad	13,30935
Sn14/K14	1,83	1,82	1,84	1,82	Woodpad	13,23741
Sn8/K8	1,79	1,84	1,81	1,83	Woodpad	13,23741
Sn42/K134	1,82	1,83	1,82	1,83	Woodpad	13,16547
Sn49/K141	1,83	1,83	1,83	1,83	Woodpad	13,16547
Sn7/K7	1,8	1,83	1,82	1,83	Woodpad	13,16547
Sn9/K9	1,83	1,83	1,82	1,83	Woodpad	13,16547
Sn15/K15	1,81	1,82	1,8	1,82	Woodpad	13,09353
Sn18/K18	1,7	1,82	1,7	1,79	Woodpad	13,09353

Sn43/K135	1,78	1,82	1,82	1,82	Woodpad	13,09353
Sn50/K142	1,81	1,81	1,81	1,81	Woodpad	13,02158
Sn53/K145	1,8	1,77	1,8	1,77	Woodpad	12,94964
Sn16/K16	1,76	1,75	1,76	1,75	Woodpad	12,66187
Sn51/K143	1,76	1,75	1,75	1,76	Woodpad	12,66187
Sn22/K57	1,01	1,62	1,01	1,26	Woodpad	11,65468
Sn27/K69	0,72	1,58	0,71	1,09	Woodpad	11,36691
Sn48/K140	1,52	1,52	1,52	1,56	Woodpad	11,22302
Sn13/K13	1,39	1,47	1,39	1,43	Woodpad	10,57554
Sn3/K3	1,47	1,23	1,38	1,23	Woodpad	10,57554
Sn38/K130	1,45	1,44	1,34	1,44	Woodpad	10,43165
Sn25/K60	1,33	1,44	1,33	1,26	Woodpad	10,35971
Sn40/K132	1,2	1,44	1,33	1,44	Woodpad	10,35971
Sn31/K98	1,38	1,43	1,38	1,43	Woodpad	10,28777
Sn39/K131	1,33	1,43	1,34	1,43	Woodpad	10,28777
Sn32/K99	1,36	1,41	1,36	1,41	Woodpad	10,14388
Sn21/K56	1,37	1,32	1,37	1,32	Woodpad	9,856115
Sn5/K5	1,28	1,23	1,37	1,23	Woodpad	9,856115
Sn29/K96	1,3	1,22	1,3	1,36	Woodpad	9,784173
Sn23/K58	1,35	1,33	1,35	1,33	Woodpad	9,71223
Sn4/K4	1,31	1,23	1,35	1,23	Woodpad	9,71223
Sn30/K97	1,3	1,34	1,3	1,34	Woodpad	9,640288
Sn24/K59	1,31	1,27	1,31	1,27	Woodpad	9,42446
Sn11/K11	1,02	1,21	1,02	0,94	Woodpad	8,705036
Sn46/K138	1,12	0,2	1,12	0,9	Woodpad	8,057554
Sn26/K61	0,65	1,1	0,66	0,66	Woodpad	7,913669
Sn20/K20	0,98	1,05	0,98	1,02	Woodpad	7,553957
Sn55/K147	0,9	1,05	0,9	1,03	Woodpad	7,553957
Sn33/K100	0,99	0,43	1	0,84	Woodpad	7,194245
Sn28/K95	0,7	0,47	0,69	0,82	Woodpad	5,899281
Sn34/K101	0,78	0	0,79	0,21	Woodpad	5,683453

Tabel 10.1. Verticale reactiekrachten in knoopoplegging per belastingeval EQU.

Steunpunt	STR - Reactiekracht Fz [kN]				Ondervulling	
	STR1	STR2	STR3	STR4	Type	Gronddruk [kN/m ²]
Sn36/K128	18,92	26,42	19,37	26,37	Woodpad	190,0719
Sn1/K1	18,67	25,95	18,99	26	Woodpad	187,0504
Sn35/K127	24,2	24,91	20,52	24,92	Woodpad	179,2806
Sn56/K148	22,03	23,32	17,96	23,26	Woodpad	167,7698
Sn37/K129	18,6	21,21	18,13	21,17	Woodpad	152,5899
Sn2/K2	18,56	20,23	18,2	20,24	Woodpad	145,6115
Sn6/K6	18,08	20,12	16,72	20,15	Woodpad	144,964
Sn41/K133	16,72	19,9	15,95	19,87	Woodpad	143,1655
Sn52/K144	19,07	18,98	19,21	19,17	Woodpad	138,2014
Sn17/K17	18,58	17,7	18,68	18,29	Woodpad	134,3885
Sn47/K139	16,2	16,94	15,59	16,66	Woodpad	121,8705
Sn12/K12	16,76	15,37	16,23	15,92	Woodpad	120,5755
Sn54/K146	13,38	15,94	13,23	15,45	Woodpad	114,6763
Sn19/K19	14,28	14,75	14,1	15,11	Woodpad	108,705
Sn45/K137	13,35	14,35	12,83	13,5	Woodpad	103,2374
Sn10/K10	13,54	11,69	13,05	12,51	Woodpad	97,41007
Sn42/K134	11,19	10,62	10,97	10,64	Woodpad	80,5036
Sn53/K145	10,98	10,68	10,98	10,68	Woodpad	78,99281
Sn9/K9	10,82	10,83	10,98	10,82	Woodpad	78,99281
Sn18/K18	10,41	10,9	10,41	10,75	Woodpad	78,41727
Sn8/K8	10,67	10,83	10,7	10,8	Woodpad	77,91367
Sn49/K141	10,79	10,77	10,8	10,77	Woodpad	77,69784
Sn14/K14	10,73	10,58	10,74	10,57	Woodpad	77,26619
Sn50/K142	10,69	10,72	10,69	10,73	Woodpad	77,19424

Sn51/K143	10,59	10,71	10,59	10,71	Woodpad	77,05036
Sn44/K136	10,43	10,62	10,7	10,61	Woodpad	76,97842
Sn15/K15	10,69	10,52	10,68	10,53	Woodpad	76,90647
Sn43/K135	10,66	10,59	10,69	10,59	Woodpad	76,90647
Sn7/K7	10,38	10,68	10,31	10,65	Woodpad	76,83453
Sn16/K16	10,64	10,5	10,63	10,53	Woodpad	76,54676
Sn25/K60	6,96	8,76	6,96	8,36	Woodpad	63,02158
Sn48/K140	8,59	8,34	8,6	8,33	Woodpad	61,8705
Sn21/K56	7,39	8,39	7,4	8,39	Woodpad	60,35971
Sn23/K58	7,33	8,36	7,33	8,37	Woodpad	60,21583
Sn24/K59	7,3	8,32	7,31	8,32	Woodpad	59,85612
Sn13/K13	8,12	8,28	8,12	8,13	Woodpad	59,56835
Sn31/K98	7,42	7,03	7,41	7,02	Woodpad	53,38129
Sn32/K99	7,42	7,05	7,42	7,05	Woodpad	53,38129
Sn29/K96	7,36	6,91	7,36	6,76	Woodpad	52,94964
Sn30/K97	7,32	6,9	7,32	6,9	Woodpad	52,66187
Sn22/K57	5,83	6,96	5,82	6,53	Woodpad	50,07194
Sn3/K3	6,41	4,82	6,46	4,82	Woodpad	46,47482
Sn40/K132	5,96	6,46	5,93	6,46	Woodpad	46,47482
Sn38/K130	5,49	6,41	5,41	6,39	Woodpad	46,11511
Sn39/K131	5,81	6,4	5,81	6,4	Woodpad	46,04317
Sn4/K4	5,84	4,71	5,92	4,73	Woodpad	42,58993
Sn5/K5	5,75	4,76	5,72	4,77	Woodpad	41,36691
Sn20/K20	4,91	5,56	4,91	5,68	Woodpad	40,86331
Sn33/K100	5,57	4,55	5,58	4,85	Woodpad	40,14388
Sn55/K147	4,43	5,49	4,43	5,49	Woodpad	39,4964
Sn26/K61	3,39	4,65	3,4	4,13	Woodpad	33,45324
Sn11/K11	3,89	3,3	3,9	3,17	Woodpad	28,05755
Sn46/K138	3,61	3,01	3,61	3,07	Woodpad	25,97122
Sn28/K95	3,26	3,07	3,24	3,59	Woodpad	25,82734
Sn27/K69	2,4	3,52	2,39	2,86	Woodpad	25,32374
Sn34/K101	2,74	0,79	2,75	1,62	Woodpad	19,78417

Tabel 10.2. Verticale reactiekrachten in knoopoplegging per belastinggeval STR.

Verschuiven

Onder invloed van de wind zou het bouwsel kunnen verschuiven. Om dit uit te sluiten wordt dit getoetst volgens **NEN-EN 13814** waarin beschreven staat dat de som van de verticale reactiekrachten, vermenigvuldigd met de bijbehorende wrijvingscoëfficiënt hoger moet zijn dan de som van alle horizontale krachten.

Deze toetsing is enkel om een verschuivingspercentage in kaart te brengen aangezien SCIA zelf al door middels van een wrijvingscoëfficiënt de opneembare krachten per spindel bepaald en een evenwicht zoekt. Indien er een evenwicht gevonden is betekend dit meteen dat het verschuivingspercentage onder de 100% blijft.

De wrijvingscoëfficiënt dient gekozen te worden uit **tabel 3** van **NEN-EN 13814** en de toetsing dient gedaan te worden bij de reactiekrachten in de **EQU** situatie.

Voor het bouwsel uit deze berekening betekend dit het volgende:

	EQU1	EQU2	EQU3	EQU4
F_{verticaal} [kN]	156,68	185,71	144,68	185,7
F_{horizontaal} [kN]	39,28	26,8	18,33	15,82
Wrijvingscoëfficiënt μ staal/hout	0,4	0,4	0,4	0,4
Verschuivingspercentage	62,68%	36,08%	31,67%	21,30%

Tabel 10.2. Verschuivingspercentage van het bouwsel volgens NEN-EN 13814


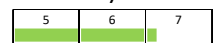
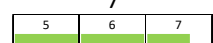
Uit bovenstaande tabel is af te lezen dat het verschuivingspercentage lager is dan 100% wat betekend dat het bouwsel op zijn positie zal blijven staan onder vollast.

11. Windbeperkingen In- en Out-Service

In de bovenstaande hoofdstukken is uitgelegd hoe de berekening is opgebouwd.

Conform de Geldende normen dient dan het onderstaande Beheersingsplan toegepast te worden.

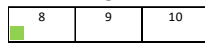

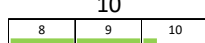
De zij- en achterzeilen dienen verwijderd te zijn bij bereiken van onderstaande waarde.

Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid [m/s]	Beaufort [Bft]	Piekwindsnelheid [m/s]	Stuwdruk [kN/m ²]
Kust	11,6	6 	20,00	0,25
Onbebouwd	14,3	7 	20,00	0,25
Bebouwd	16	7 	20,00	0,25

Het podium dient uit service gesteld te zijn bij bereiken van onderstaande waarde.

Tevens dient de omgeving ontruimd te zijn.

Om tot onderstaande waarde te komen is een **extra veiligheidsfactor van 1,4** gehanteerd op de stuwdruk.

Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid [m/s]	Beaufort [Bft]	Piekwindsnelheid [m/s]	Stuwdruk [kN/m ²]
Kust	17,9	8 	30,23	0,57
Onbebouwd	22,5	9 	30,23	0,57
Bebouwd	25,3	10 	30,23	0,57

Bij acute dreiging van zwaar onweer gepaard gaande met z.g. valwind en/of hagel moet de constructie en directe omgeving ontruimd-, en indien mogelijk, gesloten worden. De overkapping is hierin van ondergeschikt belang.

Let op: de 10-minuten gemiddelde windsnelheid wordt alleen weergegeven als referentie windsnelheid. Acties omtrent de constructie dienen ondernomen te worden aan de hand van de piekwindsnelheid.

11. Conclusie

Uit de berekening blijkt dat er voldoende ballast in het bouwsel wordt geplaatst om de standvastigheid te garanderen bij een **piekwind van 20 m/s**. De gemiddelde windsnelheid die hierbij hoort is per windgebied verschillend. Deze waarde zijn te vinden bij de **Beheersmaatregelen**.

In het bouwsel is ballast geplaatst in de vorm van **8 Betonblokken** van ieder 1200kg.

Uit de berekening blijkt dat de sterkte van het bouwsel voldoet en met de opgegeven lasten gebruikt kan worden. Dit betekent niet dat de constructie extra krachten niet zou kunnen opvangen, maar dat is in deze berekening niet getoetst.

Het **evenwicht** van het bouwsel is **akkoord**.

De **weerstand** van het bouwsel is **akkoord**.


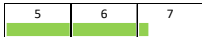
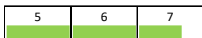
De **stabiliteit** van het bouwsel is **akkoord**.

Indien het gebruik van het bouwsel afwijkt van het gebruiksplan zoals voorafgaande aan de berekening is doorgegeven, dient dit in overleg met Van Ham Tenten & Podia gedaan te worden. Mogelijk is er een extra toetsing noodzakelijk om de standvastigheid en sterkte te waarborgen.

In de bovenstaande hoofdstukken is uitgelegd hoe de berekening is opgebouwd.

Conform de geldende normen dient dan het onderstaande Beheersingsplan toegepast te worden.




De zij- en achterzeilen dienen verwijderd te zijn bij bereiken van onderstaande waarde.

Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid [m/s]	Beaufort [Bft]	Piekwindsnelheid [m/s]	Stuwdruk [kN/m ²]
Kust	11,6	6 	20,00	0,25
Onbebouwd	14,3	7 	20,00	0,25
Bebouwd	16	7 	20,00	0,25

Het podium dient uit service gesteld te zijn bij bereiken van onderstaande waarde.

Tevens dient de omgeving ontruimd te zijn.

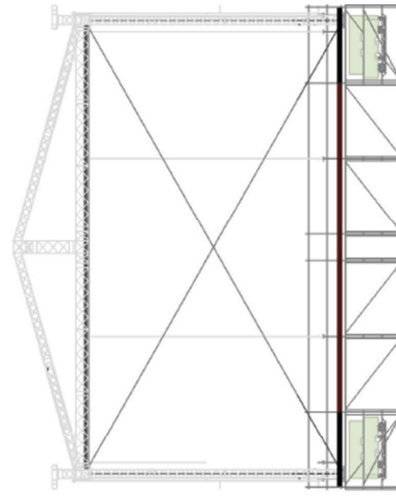
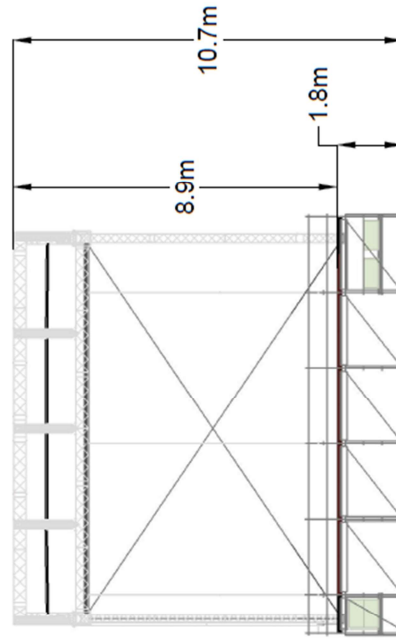
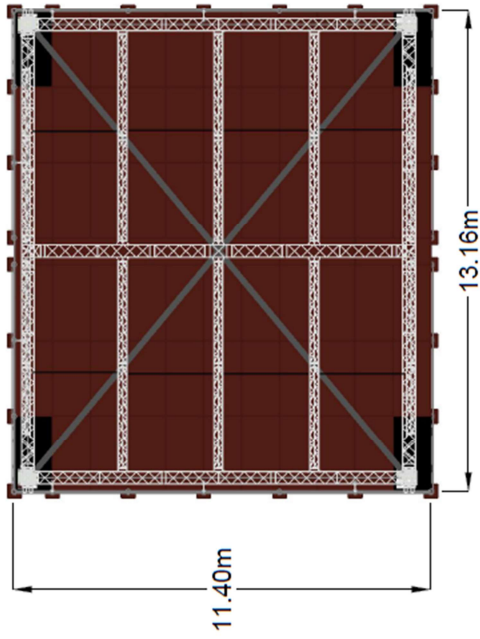
Om tot onderstaande waarde te komen is een **extra veiligheidsfactor van 1,4** gehanteerd op de stuwdruk.


Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid [m/s]	Beaufort [Bft]	Piekwindsnelheid [m/s]	Stuwdruk [kN/m ²]
Kust	17,9	8 	30,23	0,57
Onbebouwd	22,5	9 	30,23	0,57
Bebouwd	25,3	10 	30,23	0,57

Bij acute dreiging van zwaar onweer gepaard gaande met z.g. valwind en/of hagel moet de constructie en directe omgeving ontruimd-, en indien mogelijk, gesloten worden. De overkapping is hierin van ondergeschikt belang.

Let op: de 10-minuten gemiddelde windsnelheid wordt alleen weergegeven als referentie windsnelheid. Acties omtrent de constructie dienen ondernomen te worden aan de hand van de piekwindnelheid.

Bijlage A Tekeningen MPT





 Van Ham Tenten & Podia
 Hallenstraat 20
 Bladde
 0497-383990
 info@vanhamtenten.com

MPT Tekeningen

Projectnummer:

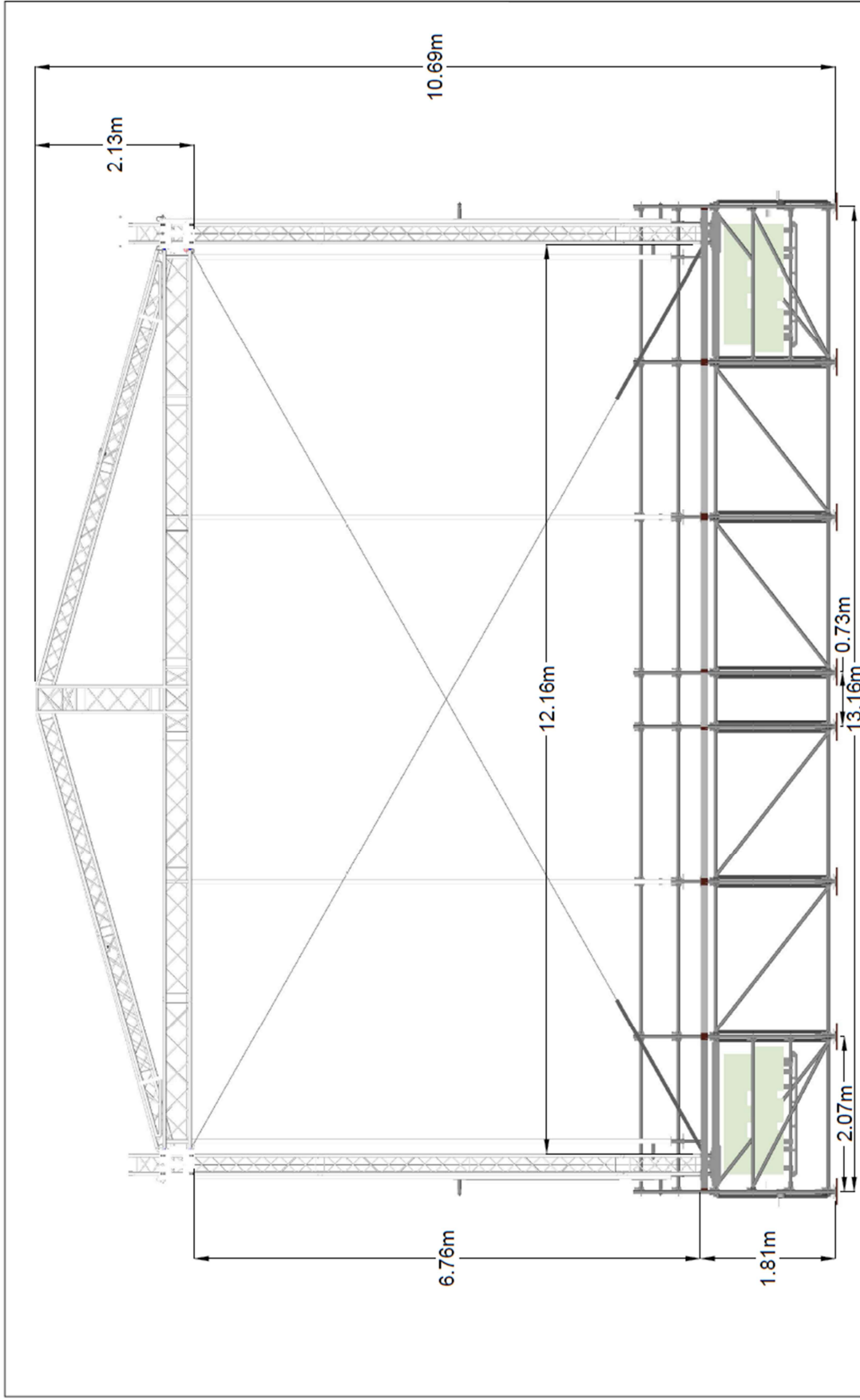
Bijzonderheden:


Getekend: EC
Aangepast:

Opmerkingen locatie:

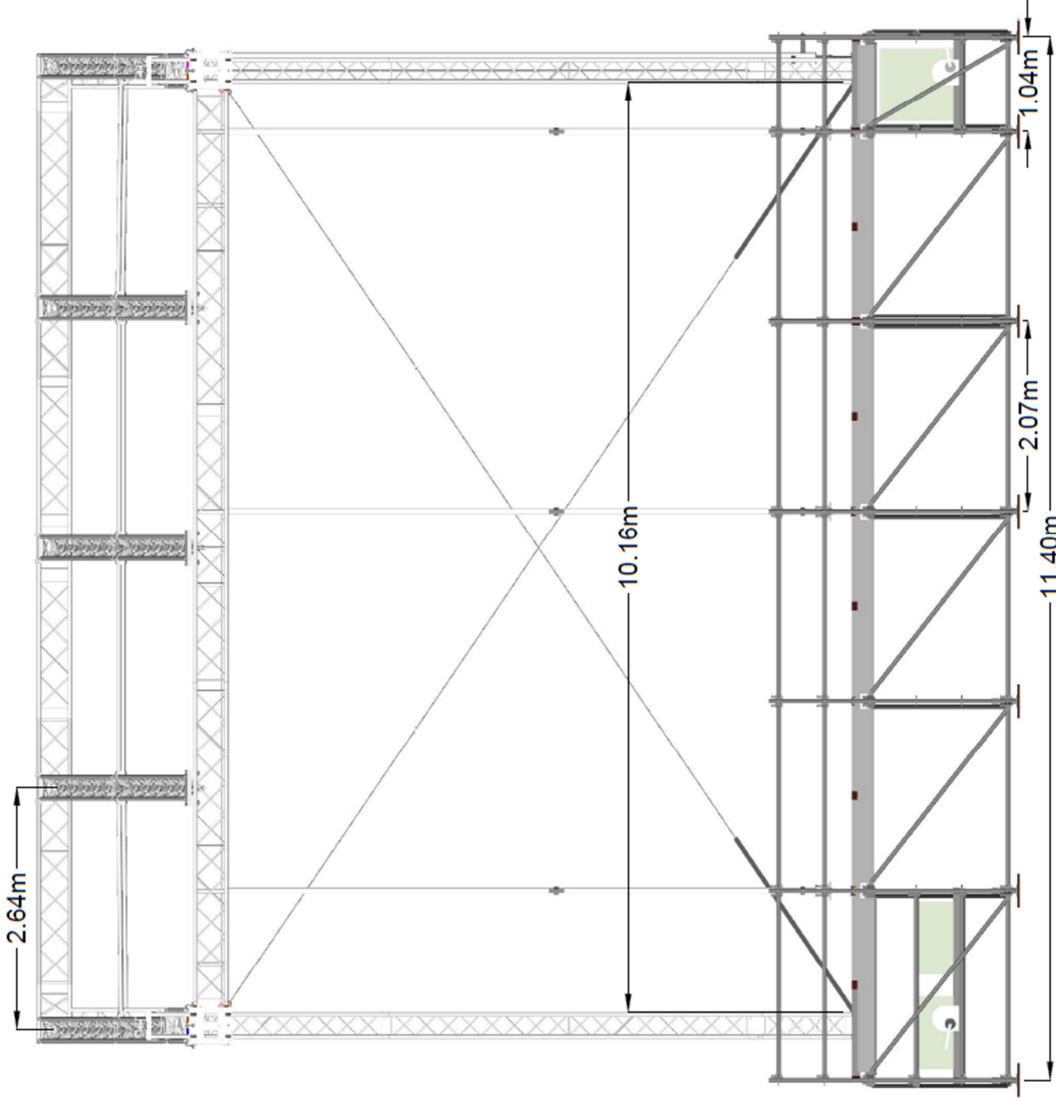
Aantal: 1x

Alle afmetingen zijn in millimeter tenzij anderszins vermeld. Alle afmetingen worden vermeld op de tekening. Het is de verantwoordelijkheid van de klant om de afmetingen te controleren. Het is de verantwoordelijkheid van de klant om de afmetingen te controleren.



<p>Van Ham Tenten & Podia Hallenstraat 20 Biadell 0497-383990 info@vanhamtenten.com</p>		<p>Projectnummer: Aantal: 1x</p>		<p>Bijzonderheden: Opmerkingen locatie:</p>		<p>Getekend: EC Aangepast:</p>	
		<p>MPT Tekeningen</p>		<p>EC</p>		<p>EC</p>	

Alle afmetingen zijn in meters, tenzij anderszins vermeld. Het tekenen is een ontwerp en kan afwijken van de werkelijkheid. Het tekenen is een ontwerp en kan afwijken van de werkelijkheid.



Geekend: EC
Aangepast:

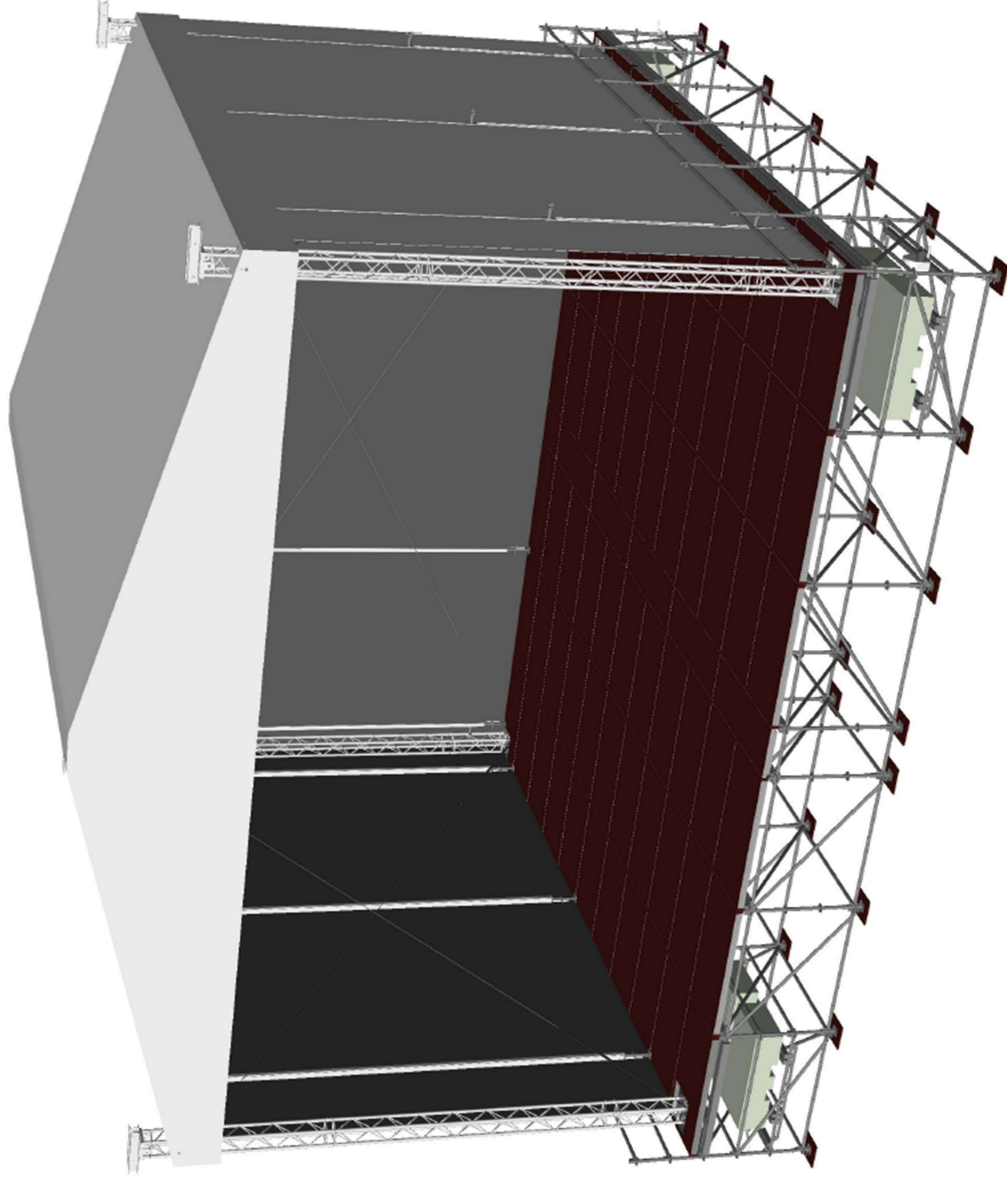
Bijzonderheden:
Opmerkingen locatie:

Projectnummer:
Aantal: 1x

MPT Tekeningen

Van Ham Tenten & Podia
Hallensstraat 20
Bladel
0497-383990
info@vanhamtenten.com

Alle afmetingen op tekening zijn in meters tenzij anders aangegeven. Alle concepten worden vastgesteld nadat de tekening is afgeleverd. Het is de verantwoordelijkheid van de klant om de tekening te controleren op juistheid van de afmetingen.



Van Ham Tenten & Podia
 Hallenstraat 20
 Bladert
 0497-383990
 info@vanhamtenten.com

MPT Tekeningen

Projectnummer:

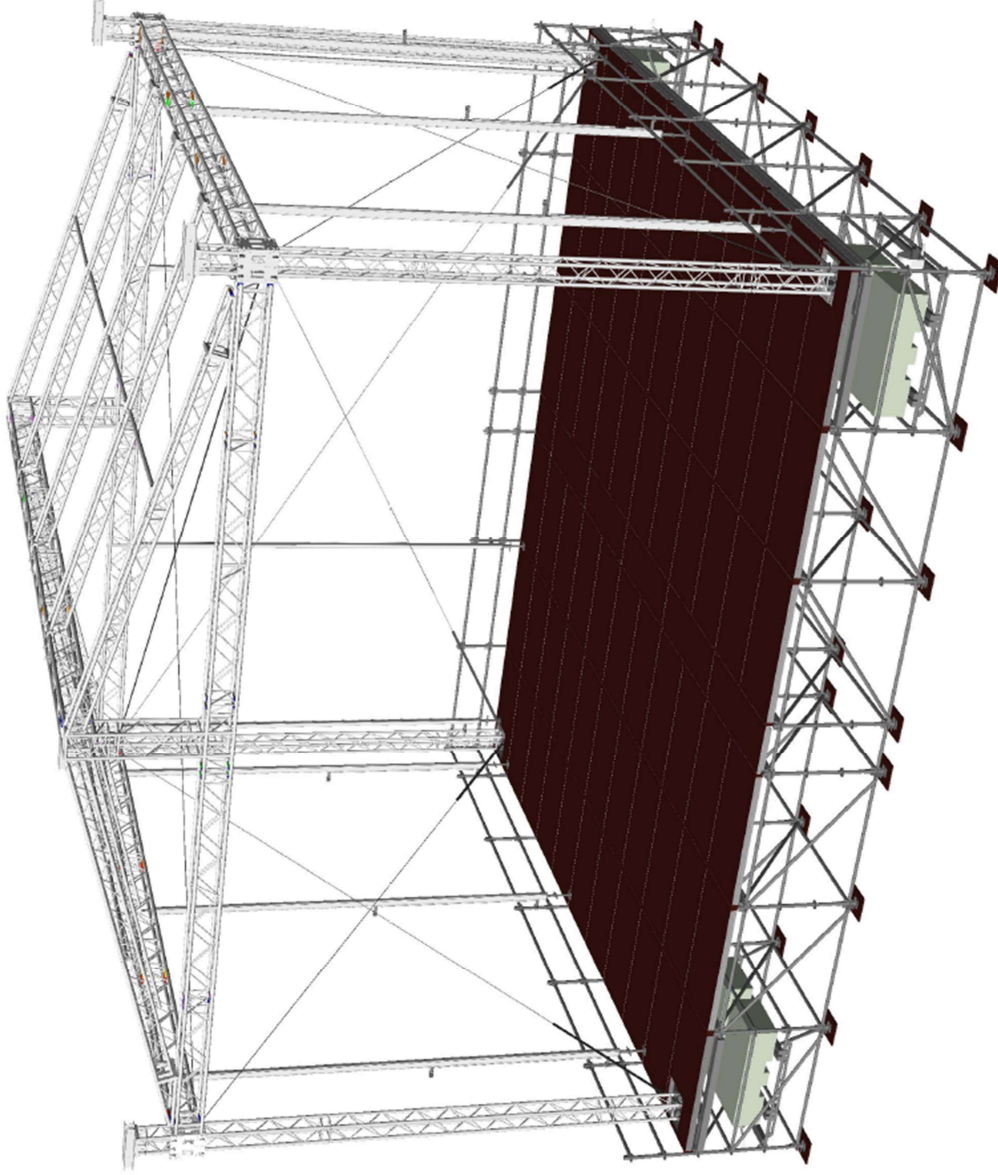
Aantal: 1x

Bijzonderheden:

Opmerkingen locatie:

Getekend: EC
 Aangepast:

Alle afmetingen op tekening zijn in meters tenzij anders aangegeven. Alle objecten worden waterpas geïnstalleerd waarvoor hoogte is in de praktijk af te meten door het vertoep van het terrein.




Van Ham, Tenten & Podia
Hallensstraat 20
Blaadje
0497-383990
info@vanhamtenten.com

MPT Tekeningen

Projectnummer:

Bijzonderheden:

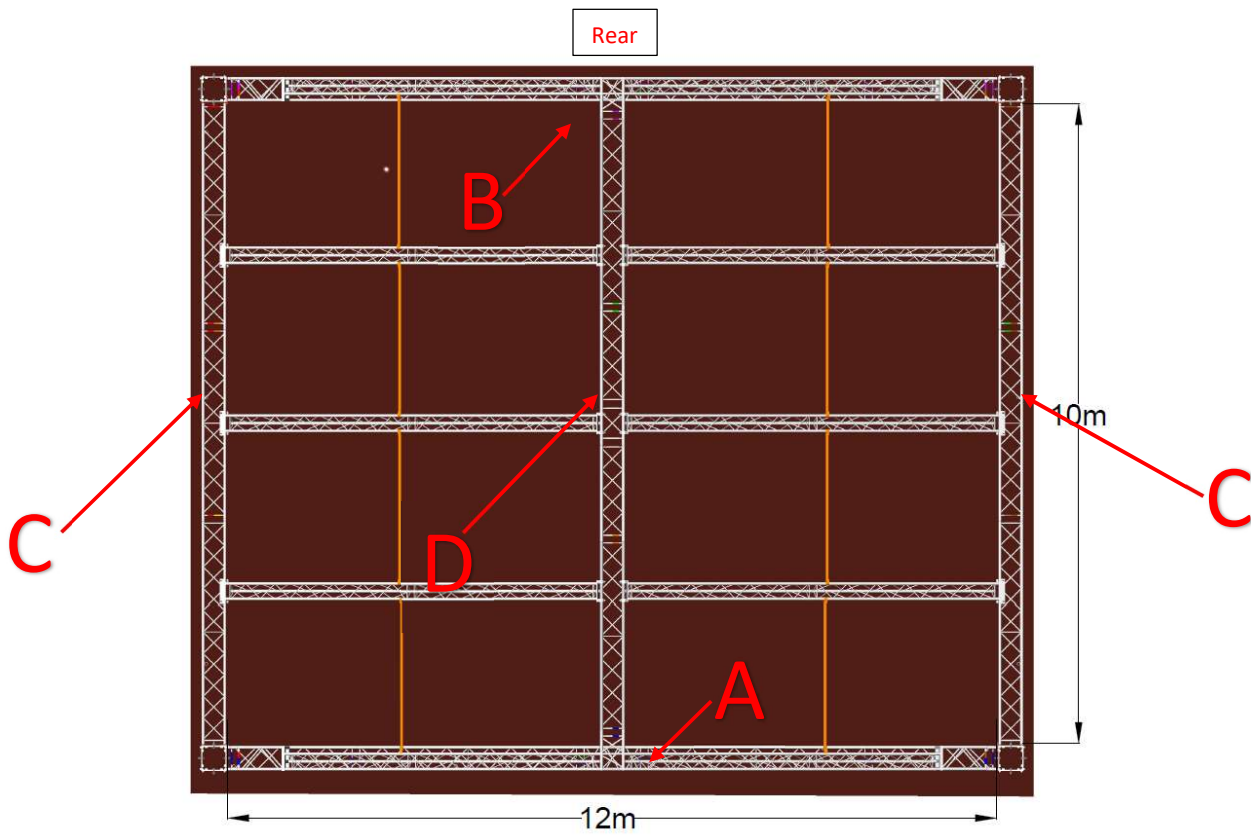
Getekend: EC
Aangepast:

Opmerkingen locatie:

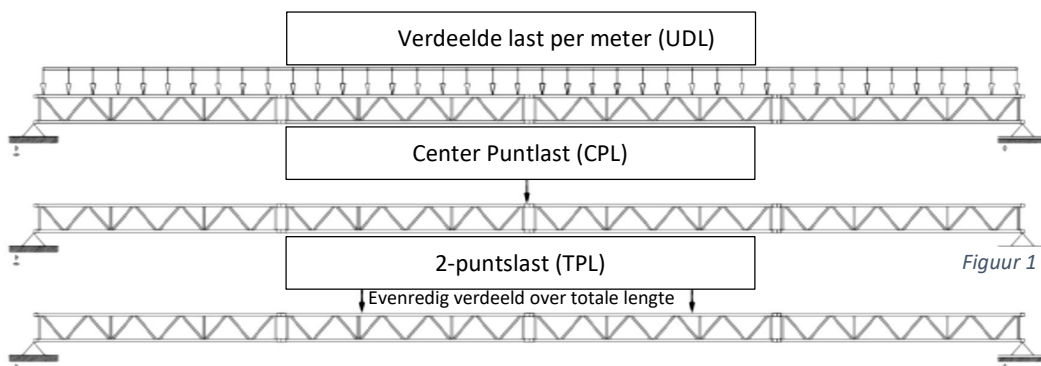
Aantal: 1x

Alle afmetingen op tekening zijn in meters (tenzij anders aangegeven). Alle objecten worden waarbepaald gebouwd waardoor hoogtes in de praktijk af kunnen wijken door het verloop van het terrein.

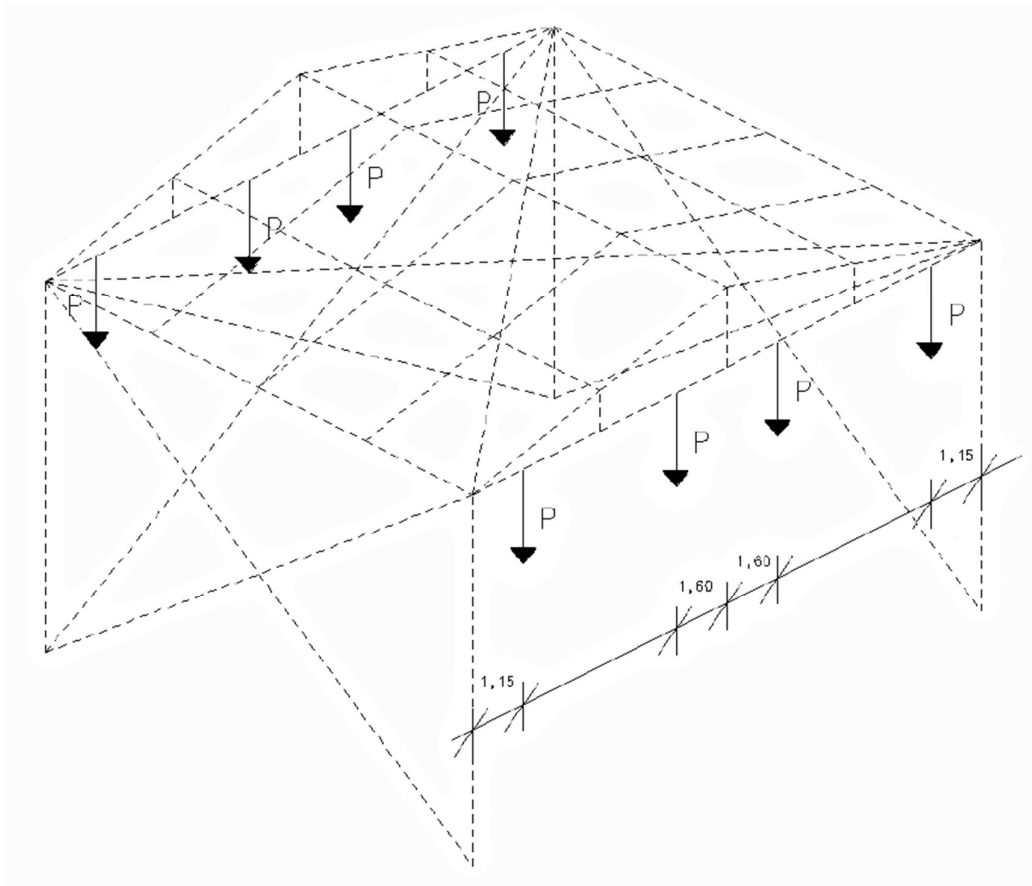
Bijlage B Riggingscapaciteit MPT



Naam	Waarde	Maximale Gebruiksbelasting			
		A (Front)	B (Rear)	C (Side)	D (Ridge)
Verdeelde last per meter (UDL)	kg/m	100	50	60	60
Center puntlast (CPL)	kg	620	310	310	310
2-puntslast (TPL)	kg	500	250	250	250
4-puntslast (Zie Figuur B.2)	kg	400	250	-	-



Let op: Bij Dynamische lasten dient een extra veiligheidsfactor gehanteerd te worden!



Figuur B.2

Bijlage C Beheersmaatregelen


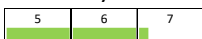
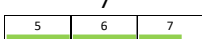
In dit Beheersplan wordt kort omschreven welke stappen bij welke windsnelheid gezet dienen te worden. De waarde waarbij deze stappen gezet dienen te worden verschillen per windgebied.

Hieronder een opsomming van de 10-minuten gemiddelde windsnelheid per locatie (omschreven in de NEN-EN 1991-1-4:2005)

In de bovenstaande hoofdstukken is uitgelegd hoe de berekening is opgebouwd.

Conform de Geldende normen dient dan het onderstaande Beheersingsplan toegepast te worden.

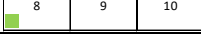

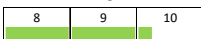
De zij- en achterzeilen dienen verwijderd te zijn bij bereiken van onderstaande waarde.

Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid [m/s]	Beaufort [Bft]	Piekwindsnelheid [m/s]	Stuwdruk [kN/m ²]
Kust	11,6	6 	20,00	0,25
Onbebouwd	14,3	7 	20,00	0,25
Bebouwd	16	7 	20,00	0,25

Het podium dient uit service gesteld te zijn bij bereiken van onderstaande waarde.

Tevens dient de omgeving ontruimd te zijn.

Om tot onderstaande waarde te komen is een **extra veiligheidsfactor van 1,4** gehanteerd op de stuwdruk.

Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid [m/s]	Beaufort [Bft]	Piekwindsnelheid [m/s]	Stuwdruk [kN/m ²]
Kust	17,9	8 	30,23	0,57
Onbebouwd	22,5	9 	30,23	0,57
Bebouwd	25,3	10 	30,23	0,57

Bij acute dreiging van zwaar onweer gepaard gaande met z.g. valwind en/of hagel moet de constructie en directe omgeving ontruimd-, en indien mogelijk, gesloten worden. De overkapping is hierin van ondergeschikt belang.

Let op: de 10-minuten gemiddelde windsnelheid wordt alleen weergegeven als referentie windsnelheid. Acties omtrent de constructie dienen ondernomen te worden aan de hand van de piekwindsnelheid.

Bij vragen of twijfel over dit plan kunt u altijd contact opnemen met Van Ham Tenten & Podia.

Bijlage D Zwaarste belaste staanders

EC-EN 1993 UGT: staalcontrole

Niet-lineaire berekening

Klasse: RC STR

Assenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Element

Selectie: S285, S292, S333, S337, S338

Filter: Doorsnede = Staanders - RO48.3X3.2

EN 1993-1-1 Normcontrole

EN 12811-1 Steigerbouwcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S285	1,500 / 2,500 m	RO48.3X3.2	S 235 JRH (EN 10210-1) Layher	RC STR	0,48 -
--------------	-----------------	------------	-------------------------------	--------	--------

Combinatiesleutel
RC STR / STR1

Partiële veiligheidsfactoren	
γ_{M0} voor weerstand van doorsneden	1,10
γ_{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,10
γ_{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal			
Vloeiesterkte	f_y	320,00	N/mm ²
Treksterkte	f_u	360,00	N/mm ²
Bouwwijze		Gewalst	

....DOORSNEDECONTROLE:....

De kritische controle is op positie 1,500 m

Interne krachten		Berekende	Eenheid
Normaalkracht	N_{Ed}	-8,88	kN
Dwarskracht	$V_{y,Ed}$	-0,34	kN
Dwarskracht	$V_{z,Ed}$	-0,32	kN
Torsie	T_{Ed}	-0,09	kNm
Buigend moment	$M_{y,Ed}$	-0,83	kNm
Buigend moment	$M_{z,Ed}$	-0,15	kNm

Steigerbouw controle voor tubulaire staven

Volgens EN 12811-1 & DIN 4420 Deel 1 artikel 5.4.7.4 en tabel 7

Normaalkrachtweerstand	$N_{pl,d}$	131,78	kN
Schuifweerstand	$V_{pl,d}$	48,44	kN
Buigweerstand	$M_{pl,d}$	1,75	kNm
Eenheidscontrole N		0,07	-
Eenheidscontrole V		0,01	-
Eenheidscontrole M		0,48	-
Eenheidscontrole Interactie		0,48	-
Eenheidscontrole Max		0,48	-

$$\alpha_{pl} = \min \left(\frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}, 1,25 \right) = \min \left(\frac{6,51 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}{4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}, 1,25 \right) = \min (1,36, 1,25) = 1,25$$

$$N_{pl,d} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times 320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 131,78 [\text{kN}]$$

$$V_{pl,d} = \frac{A \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} \times \frac{2}{\pi} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{\sqrt{3}}}{1,10} \times \frac{2}{\pi} = 48,44 [\text{kN}]$$

$$M_{pl,d} = \alpha_{pl} \times W_{el,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,25 \times 4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 1,75 [\text{kNm}]$$

$$\text{Eenheidscontrole N} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,d}} = \frac{|-8,88 [\text{kN}]|}{131,78 [\text{kN}]} = 0,07 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole V} = \frac{V_{resultant}}{V_{pl,d} \times 0,9} = \frac{0,46 [\text{kN}]}{48,44 [\text{kN}] \times 0,9} = 0,01 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole M} = \frac{M_{resultant}}{M_{pl,d}} = \frac{0,84 [\text{kNm}]}{1,75 [\text{kNm}]} = 0,48 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole Interactie} = \text{Eenheidscontrole M} = 0,48 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole} = \max (\text{Eenheidscontrole Interactie}, \text{Eenheidscontrole N}, \text{Eenheidscontrole V}, \text{Eenheidscontrole M})$$

$$= \max (0,48, 0,07, 0,01, 0,48) = 0,48 \leq 1,00$$

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

EN 1993-1-1 Normcontrole

EN 12811-1 Steigerbouwcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S292	1,500 / 2,500 m	RO48.3X3.2	S 235 JRH (EN 10210-1) Layher	RC STR	0,46 -
--------------	-----------------	------------	-------------------------------	--------	--------

Combinatiesleutel
RC STR / STR2

Partiële veiligheidsfactoren	
γ_{M0} voor weerstand van doorsneden	1,10
γ_{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,10
γ_{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal			
Vloeisterkte	f_y	320,00	N/mm ²
Treksterkte	f_u	360,00	N/mm ²
Bouwwijze		Gewalst	

...:DOORSNEDECONTROLE::...

De kritische controle is op positie 1,500 m

Interne krachten		Berekende	Eenheid
Normaalkracht	N_{Ed}	-12,64	kN
Dwarskracht	$V_{y,Ed}$	-0,28	kN
Dwarskracht	$V_{z,Ed}$	0,02	kN
Torsie	T_{Ed}	0,06	kNm
Buigend moment	$M_{y,Ed}$	0,80	kNm
Buigend moment	$M_{z,Ed}$	-0,08	kNm

Steigerbouw controle voor tubulaire staven

Volgens EN 12811-1 & DIN 4420 Deel 1 artikel 5.4.7.4 en tabel 7

Normaalkrachtweerstand	$N_{pl,d}$	131,78	kN
Schuifweerstand	$V_{pl,d}$	48,44	kN
Buigweerstand	$M_{pl,d}$	1,75	kNm
Eenheidscontrole N		0,10	-
Eenheidscontrole V		0,01	-
Eenheidscontrole M		0,46	-
Eenheidscontrole Interactie		0,46	-
Eenheidscontrole Max		0,46	-

$$\alpha_{pl} = \min\left(\frac{W_{ply}}{W_{ely}}, 1,25\right) = \min\left(\frac{6,51 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}{4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}, 1,25\right) = \min(1,36, 1,25) = 1,25$$

$$N_{pl,d} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times 320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 131,78 [\text{kN}]$$

$$V_{pl,d} = \frac{A \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} \times \frac{2}{\pi} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{\sqrt{3}}}{1,10} \times \frac{2}{\pi} = 48,44 [\text{kN}]$$

$$M_{pl,d} = \alpha_{pl} \times W_{ely} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,25 \times 4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 1,75 [\text{kNm}]$$

$$\text{Eenheidscontrole N} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,d}} = \frac{|-12,64 [\text{kN}]|}{131,78 [\text{kN}]} = \mathbf{0,10 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole V} = \frac{V_{resultant}}{V_{pl,d} \times 0,9} = \frac{0,29 [\text{kN}]}{48,44 [\text{kN}] \times 0,9} = \mathbf{0,01 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole M} = \frac{M_{resultant}}{M_{pl,d}} = \frac{0,80 [\text{kNm}]}{1,75 [\text{kNm}]} = \mathbf{0,46 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole Interactie} = \text{Eenheidscontrole M} = \mathbf{0,46 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole} = \max(\text{Eenheidscontrole Interactie, Eenheidscontrole N, Eenheidscontrole V, Eenheidscontrole M})$$

$$= \max(0,46, 0,10, 0,01, 0,46) = \mathbf{0,46 \leq 1,00}$$

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

EN 1993-1-1 Normcontrole

EN 12811-1 Steigerbouwcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S333	1,500 / 2,500 m	RO48.3X3.2	S 235 JRH (EN 10210-1) Layher	RC STR	0,48 -
---------------------	------------------------	-------------------	--------------------------------------	---------------	---------------

Combinatiesleutel
RC STR / STR2

Partiële veiligheidsfactoren	
γ_{M0} voor weerstand van doorsneden	1,10
γ_{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,10
γ_{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal			
Vloeisterkte	f_y	320,00	N/mm ²
Treksterkte	f_u	360,00	N/mm ²
Bouwwijze		Gewalst	

...:DOORSNEDECONTROLE::...

De kritische controle is op positie 1,500 m

Interne krachten		Berekende	Eenheid
Normaalkracht	N _{Ed}	-12,68	kN
Dwarskracht	V _{y,Ed}	-0,27	kN
Dwarskracht	V _{z,Ed}	0,05	kN
Torsie	T _{Ed}	0,09	kNm
Buigend moment	M _{y,Ed}	0,83	kNm
Buigend moment	M _{z,Ed}	-0,07	kNm

Steigerbouw controle voor tubulaire staven

Volgens EN 12811-1 & DIN 4420 Deel 1 artikel 5.4.7.4 en tabel 7

Normaalkrachtweerstand	N _{pl,d}	131,78	kN
Schuifweerstand	V _{pl,d}	48,44	kN
Buigweerstand	M _{pl,d}	1,75	kNm
Eenheidscontrole N		0,10	-
Eenheidscontrole V		0,01	-
Eenheidscontrole M		0,48	-
Eenheidscontrole Interactie		0,48	-
Eenheidscontrole Max		0,48	-

$$\alpha_{pl} = \min\left(\frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}, 1,25\right) = \min\left(\frac{6,51 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}{4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}, 1,25\right) = \min(1,36, 1,25) = 1,25$$

$$N_{pl,d} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times 320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 131,78 [\text{kN}]$$

$$V_{pl,d} = \frac{A \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} \times \frac{2}{\pi} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{\sqrt{3}}}{1,10} \times \frac{2}{\pi} = 48,44 [\text{kN}]$$

$$M_{pl,d} = \alpha_{pl} \times W_{el,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,25 \times 4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 1,75 [\text{kNm}]$$

$$\text{Eenheidscontrole N} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,d}} = \frac{|-12,68 [\text{kN}]|}{131,78 [\text{kN}]} = 0,10 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole V} = \frac{V_{resultant}}{V_{pl,d} \times 0,9} = \frac{0,28 [\text{kN}]}{48,44 [\text{kN}] \times 0,9} = 0,01 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole M} = \frac{M_{resultant}}{M_{pl,d}} = \frac{0,83 [\text{kNm}]}{1,75 [\text{kNm}]} = 0,48 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole Interactie} = \text{Eenheidscontrole M} = 0,48 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole} = \max(\text{Eenheidscontrole Interactie, Eenheidscontrole N, Eenheidscontrole V, Eenheidscontrole M})$$

$$= \max(0,48, 0,10, 0,01, 0,48) = 0,48 \leq 1,00$$

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

EN 1993-1-1 Normcontrole

EN 12811-1 Steigerbouwcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S337	1,500 / 2,500 m	RO48.3X3.2	S 235 JRH (EN 10210-1) Layher	RC STR	0,50 -
---------------------	------------------------	-------------------	--------------------------------------	---------------	---------------

Combinatiesleutel

RC STR / STR1

Partiële veiligheidsfactoren

γ _{M0} voor weerstand van doorsneden	1,10
γ _{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,10
γ _{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal

Vloesterkte	f _y	320,00	N/mm ²
Treksterkte	f _u	360,00	N/mm ²
Bouwwijze		Gewalst	

....DOORSNEDECONTROLE:....

De kritische controle is op positie 1,500 m

Interne krachten		Berekende	Eenheid
Normaalkracht	N _{Ed}	-8,61	kN
Dwarskracht	V _{y,Ed}	-0,33	kN
Dwarskracht	V _{z,Ed}	-0,38	kN
Torsie	T _{Ed}	-0,09	kNm
Buigend moment	M _{y,Ed}	-0,86	kNm
Buigend moment	M _{z,Ed}	-0,15	kNm

Steigerbouw controle voor tubulaire staven

Volgens EN 12811-1 & DIN 4420 Deel 1 artikel 5.4.7.4 en tabel 7

Normaalkrachtweerstand	N _{pl,d}	131,78	kN
Schuifweerstand	V _{pl,d}	48,44	kN
Buigweerstand	M _{pl,d}	1,75	kNm
Eenheidscontrole N		0,07	-
Eenheidscontrole V		0,01	-
Eenheidscontrole M		0,50	-
Eenheidscontrole Interactie		0,50	-
Eenheidscontrole Max		0,50	-

$$\alpha_{pl} = \min\left(\frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}, 1,25\right) = \min\left(\frac{6,51 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}{4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}, 1,25\right) = \min(1,36, 1,25) = 1,25$$

$$N_{pl,d} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times 320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 131,78 [\text{kN}]$$

$$V_{pl,d} = \frac{A \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} \times \frac{2}{\pi} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{\sqrt{3}}}{1,10} \times \frac{2}{\pi} = 48,44 [\text{kN}]$$

$$M_{pl,d} = \alpha_{pl} \times W_{el,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,25 \times 4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 1,75 [\text{kNm}]$$

$$\text{Eenheidscontrole N} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,d}} = \frac{|-8,61 [\text{kN}]|}{131,78 [\text{kN}]} = 0,07 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole V} = \frac{V_{resultant}}{V_{pl,d} \times 0,9} = \frac{0,51 [\text{kN}]}{48,44 [\text{kN}] \times 0,9} = 0,01 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole M} = \frac{M_{resultant}}{M_{pl,d}} = \frac{0,87 [\text{kNm}]}{1,75 [\text{kNm}]} = 0,50 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole Interactie} = \text{Eenheidscontrole M} = 0,50 \leq 1,00$$

$$\text{Eenheidscontrole} = \max(\text{Eenheidscontrole Interactie}, \text{Eenheidscontrole N}, \text{Eenheidscontrole V}, \text{Eenheidscontrole M})$$

$$= \max(0,50, 0,07, 0,01, 0,50) = 0,50 \leq 1,00$$

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

EN 1993-1-1 Normcontrole

EN 12811-1 Steigerbouwcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S338	1,500 / 2,500 m	RO48.3X3.2	S 235 JRH (EN 10210-1) Layher	RC STR	0,50 -
---------------------	------------------------	-------------------	--------------------------------------	---------------	---------------

Combinatiesleutel
RC STR / STR1

Partiële veiligheidsfactoren	
γ _{M0} voor weerstand van doorsneden	1,10
γ _{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,10
γ _{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal			
Vloeisterkte	f _y	320,00	N/mm ²
Treksterkte	f _u	360,00	N/mm ²
Bouwwijze		Gewalst	

....DOORSNEDECONTROLE:....

De kritische controle is op positie 1,500 m

Interne krachten		Berekende	Eenheid
Normaalkracht	N _{Ed}	-8,90	kN
Dwarskracht	V _{y,Ed}	-0,34	kN
Dwarskracht	V _{z,Ed}	-0,37	kN
Torsie	T _{Ed}	-0,08	kNm
Buigend moment	M _{y,Ed}	-0,86	kNm
Buigend moment	M _{z,Ed}	-0,15	kNm

Steigerbouw controle voor tubulaire staven

Volgens EN 12811-1 & DIN 4420 Deel 1 artikel 5.4.7.4 en tabel 7

Normaalkrachtweerstand	N _{pl,d}	131,78	kN
Schuifweerstand	V _{pl,d}	48,44	kN
Buigweerstand	M _{pl,d}	1,75	kNm
Eenheidscontrole N		0,07	-
Eenheidscontrole V		0,01	-
Eenheidscontrole M		0,50	-
Eenheidscontrole Interactie		0,50	-
Eenheidscontrole Max		0,50	-

$$\alpha_{pl} = \min\left(\frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}, 1,25\right) = \min\left(\frac{6,51 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}{4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3]}, 1,25\right) = \min(1,36, 1,25) = 1,25$$

$$N_{pl,d} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times 320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 131,78 [\text{kN}]$$

$$V_{pl,d} = \frac{A \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} \times \frac{2}{\pi} = \frac{4,53 \cdot 10^2 [\text{mm}^2] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{\sqrt{3}}}{1,10} \times \frac{2}{\pi} = 48,44 [\text{kN}]$$

$$M_{pl,d} = \alpha_{pl} \times W_{el,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1,25 \times 4,80 \cdot 10^3 [\text{mm}^3] \times \frac{320,00 [\text{N/mm}^2]}{1,10} = 1,75 [\text{kNm}]$$

$$\text{Eenheidscontrole N} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,d}} = \frac{|-8,90 [\text{kN}]|}{131,78 [\text{kN}]} = \mathbf{0,07 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole V} = \frac{V_{resultant}}{V_{pl,d} \times 0,9} = \frac{0,50 [\text{kN}]}{48,44 [\text{kN}] \times 0,9} = \mathbf{0,01 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole M} = \frac{M_{resultant}}{M_{pl,d}} = \frac{0,87 [\text{kNm}]}{1,75 [\text{kNm}]} = \mathbf{0,50 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole Interactie} = \text{Eenheidscontrole M} = \mathbf{0,50 \leq 1,00}$$

$$\text{Eenheidscontrole} = \max(\text{Eenheidscontrole Interactie}, \text{Eenheidscontrole N}, \text{Eenheidscontrole V}, \text{Eenheidscontrole M})$$

$$= \max(0,50, 0,07, 0,01, 0,50) = \mathbf{0,50 \leq 1,00}$$

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.