

Statische Berekening

BER-01

Opdrachtgever: E.S.S. Scaffolding B.V.
Hogerwerf 4
4704 RV Roosendaal

Contactpersoon:

Projectgegevens: 22-515 ESS, Gemeente Roosendaal, Loopbrug, Roosendaal

Onderwerp berekening: Controle globale sterkte en stabiliteit van publiekstoegankelijke loopbrug

Opgesteld door: Adviesbureau Dekker Engineering
Aangelagen 2
5591 KG Heeze

Contactgegevens: T: 040 - 224 0360
E: info@Adviesbureau-Dekker-Engineering.nl

Datum: 2-2-2023
Auteur:

Paraaf:

Datum: 2-2-2023
Controleur:

Paraaf:

Versie: -
Opmerkingen revisie: Eerste uitgave
Datum revisie: -
Controleur revisie: -

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	- 2 -
1.0 Algemeen	- 3 -
1.1 Revisie	- 3 -
1.2 Inleiding	- 3 -
1.3 Aandachtspunten bij gebruik	- 4 -
1.4 Steigerontwerp volgens richtlijnsteigers	- 4 -
1.5 Uitgangspunten constructie	- 4 -
1.6 Samenvatting	- 5 -
1.7 Aansprakelijkheid	- 5 -
2.0 Eisen, randvoorwaarden en uitgangspunten	- 6 -
2.1 Voorschriften en richtlijnen	- 6 -
2.2 Materialen	- 6 -
2.3 Programmatuur	- 7 -
2.4 Modelleren rekenmodel	- 7 -
3.0 Belastingen	- 9 -
3.1 Algemeen	- 9 -
3.2 Blijvende belasting	- 9 -
3.3 Nuttige belasting	- 9 -
3.4 Windbelasting	- 9 -
3.5 Sneeuwbelasting	- 11 -
3.6 Belastingcombinaties	- 11 -
4.0 Statische berekening	- 12 -
4.1 Bezwijkanalyse van de steigerconstructie	- 12 -
4.2 Controle sterkte van de steigerconstructie	- 12 -
4.3 Staanderbelasting	- 13 -

Bijlagen

Bijlage 3.4-1	Berekening representatieve windbelasting
Bijlage 3.4-2	Berekening vormfactor bij > 80%-gaas
Bijlage 4.0-1	Uitvoerdocument 3D berekening

1.0 Algemeen

1.1 Revisie

Niet van toepassing.

1.2 Inleiding

Dit rapport is opgesteld door Adviesbureau Dekker Engineering en bevat een toets van globale stabiliteit en sterkte van de steigerconstructie. In Roosendaal wordt een publiekstoegankelijke loopbrug geplaatst. De steiger wordt opgebouwd in een ongebouwd gebied en is vrijstaand.



Figuur 1.2-1 – Locatie van steiger

In onderstaande paragraaf, paragraaf 1.3, zijn de belangrijkste aandachtspunten voor gebruik van de steiger, dus aandachtspunten voor de opdrachtgever/aannemer/gebruiker kort samengevat.

De volgende gebruik scenario's worden in deze rapportage getoetst:

- Maximale windbelasting op het steiger conform EN 1991-1-4, ontwerplevensduur 15 jaar.

De volgende referentiedocumenten zijn gebruikt voor het opstellen van deze rapportage:

Tekeningen: 22-515-01A / d.d. 02-02-2023

1.3 Aandachtspunten bij gebruik

De maximale staanderbelasting bedraagt: $F_k = 30,6 \text{ kN}$, $G_k = 3,9 \text{ kN}$, $Q_k = 26,7 \text{ kN}$ en $F_{Ed} = 44,7 \text{ kN}$.

Windbelasting ten opzichte van schaal van Beaufort

In onderstaande tabel wordt aangegeven bij welke windsnelheid, actie ondernomen moet worden i.v.m. veiligheid.

Situatie	$V_m(z)$	$V_{piek}(z)$	z	Valt in schaal	Maatregel (indien hoger)
Maximale werkcondities (ter hoogte van de werkvloer)	13,0 m/s	21,9 m/s	-	6 BFT	Steiger niet meer betreden
Maximale windkracht conform norm (referentieperiode = 15 jaar)	18,4 m/s	30,7 m/s	10 m	8 BFT	Ruimte en steiger ontruimen

$V_m(z)$ = gemiddelde windsnelheid gemeten over 10 minuten.

$V_{piek}(z)$ = windstoot gemeten gedurende 3 seconden.

Z = hoogte meetlocatie van de windsnelheid.

1.4 Steigerontwerp volgens richtlijnsteigers

Steigerconstructies of gevelsteigers zijn constructies die geheel of gedeeltelijk gestandaardiseerd kunnen worden. Door leveranciers van het steigermateriaal worden dan ook standaardconfiguraties aangeleverd, dit wordt een standaardconfiguratie RS genoemd (RS = Richtlijn Steigers, hier verder genoemd als RS). Indien een steigerconstructie binnen standaardconfiguratie RS valt is het niet noodzakelijk om een aanvullende tekening en statische berekening te maken. De RS geeft aan wanneer een steigerconstructie niet meer aangemerkt mag worden als standaardconfiguratie, maar als complexe configuratie. Bij een complexe configuratie dient altijd een tekening en statische berekening aangeleverd te worden, deze aandachtspunten zijn terug te vinden in §2.3 van de RS. Er wordt tevens onderscheid gemaakt tussen een 1e en 2e orde berekening. Dit heeft hoofdzakelijk te maken met de stabiliteit van de steigerconstructie. In §2.4.2, figuur 2.4.1 van de RS is een stroomschema opgenomen wat aangeeft wanneer er een 2e orde berekening noodzakelijk is.

In de volgende paragraaf van dit document worden de uitgangspunten van de steigerconstructie opgesomd, hierbij wordt aangegeven waar er afgeweken wordt van de standaardconfiguratie. Ook wordt hier de moeilijkheidsgraad van de steigerconstructie omschreven. De moeilijkheidsgraad geeft het uitwerkingsniveau aan van de steigerconstructie, zowel op engineeringsniveau als op opleveringsniveau.

1.5 Uitgangspunten constructie

De steigerconstructie heeft de volgende uitgangspunten:

- De maximale vakmaat van de constructie $2,07 \times 2,07 \text{ m} > 2,60 \times 1,60 \text{ m}$, berekening vereist;
- Het betreft een publiekstoegankelijke loopbrug, berekening vereist;
- De maximale nuttige belasting van de steiger bedraagt $5,0 \text{ kN/m}^2$, berekening vereist;
- De steigerconstructie heeft een hoogte van $\pm 5 \text{ m} < 24 \text{ m}$;
- De reguliere slaghoogte bedraagt $1,5 \text{ m} < 2,2 \text{ m}$;
- De steigerconstructie heeft een overbrugging van $4,14 \text{ m} < 6 \text{ m}$;
- De steiger wordt niet voorzien van gaas of folie;
- Mogelijk wordt het kindvriendelijke leuningwerk voorzien van bekleding, berekening vereist;
- De steiger bevindt zich in windgebied III, onbebouwde omgeving, ontwerplevensduur van 15 jaar;
- De steiger is vrijstaand, berekening vereist.

Moeilijkheidsgraad: 3e graad

Steigerconstructie valt niet meer binnen de standaardconfiguratie RS er dient een tekening en statische berekening aangeleverd te worden, er dient een 2^e orde berekening uitgevoerd te worden. De overdracht van de steigerconstructie mag door de Voorman gedaan te worden.

1.6 Samenvatting

De steiger **voldoet** op hoofdlijnen aan de gestelde eisen en voorwaarden.

De in paragraaf 1.3 omschreven aandachtspunten voor gebruik dienen door de aannemer/opdrachtgever in acht genomen te worden. De aannemer/opdrachtgever is verantwoordelijk voor een draagkrachtige ondergrond en dient zorg te dragen dat deze spanningen/krachten opneembaar zijn.

1.7 Aansprakelijkheid

De rapportage en bijbehorende berekeningen zijn alleen bestemd voor de opdrachtgever, te weten E.S.S. Scaffolding B.V. te Roosendaal. Toepassing en kopiëren zonder overleg en toestemming van de opdrachtgever en ondergetekende/auteur (Adviesbureau Dekker Engineering) is niet toegestaan vanwege juridische geldigheid en aansprakelijkheid. Dit document mag overigens wel gedeeld worden met belanghebbenden.

2.0 Eisen, randvoorwaarden en uitgangspunten

2.1 Voorschriften en richtlijnen

De berekeningen zijn gemaakt volgens de normen/rapporten, algemeen geldende normen:

NEN-EN 39	Losse stalen buizen voor toepassing in steigerconstructies - Technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 74-1 en 3 en NEN-EN 74-2:2008	Koppelingen en toebehoren voor het gebruik in gevel steigers en ondersteuningssteigers gemaakt van stalen buizen - Deel 2: Speciale koppelingen - Eisen en beproevingsprocedures
NEN-EN 12810-1	Gevelsteigers vervaardigd van geprefabriceerde onderdelen- Productspecificaties
NEN-EN 12810-2	Gevelsteigers vervaardigd van geprefabriceerde onderdelen- Bijzondere methoden voor het constructief ontwerpen
NEN-EN 12811-1	Steigers - Prestatieëisen en algemeen ontwerp
NEN-EN 12811-2	Informatie over materialen
NEN-EN 12811-3	Proefbelastingen
NEN-EN 12812:2008	Ondersteuningsconstructies - Prestatie-eisen en algemeen ontwerp
NEN-EN 12813	Tijdelijke bouwplaatsuitrusting - Ondersteuningstorens uit geprefabriceerde onderdelen - Specifieke methoden voor het constructief ontwerpen.
Aanvullende normen:	
NEN-EN 1991-1-1+C1+C11:2019/ NB:2019	Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
NEN-EN 1991-1-4:2011+A1+C2:2011/ NB:2019+C1:2020	Algemene belastingen - Windbelasting
NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016	Ontwerp en berekening van staalconstructies - Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/NB:2011	Ontwerp en berekening van staalconstructies - Ontwerp en berekening van verbindingen
NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013	Ontwerp en berekening van houtconstructies - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen
Richtlijn Steigers	Online versie 2021 (zie www.richtlijnsteiger.nl)

Literatuur/rapporten:

- [1] Handboek Uitvoering Betonwerken; Stubeco/betonvereniging, 1^e druk 2005
- [2] Eurocode en Houten bekistingsconstructie, Stubeco studiecél D10 (groene versie)
- [3] Uitwerking Indieningsvereisten EEM-berekeningen; COBc versie April 2011*

* Betreft permanente bouw, digitaal bestand zal niet worden vrijgegeven.

2.2 Materialen

Staal, staalsoort: S235JR: $f_{y,d} = 235 \text{ N/mm}^2$, Tenzij anders aangegeven.

Vurenhout (steigerplanken): Gemiddelde vochtigheid: $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$.

2.3 Programmatuur

De Richtlijn Steigers is in nauw overleg met deskundigen van diverse partijen, waaronder VSB, Bouwend Nederland, TNO, en Aboma, tot stand gekomen. Voor deze richtlijn heeft SCIA Engineer in samenwerking met VSB een speciale steigermodule ontwikkeld. Deze steigermodule is toegepast bij deze berekening.

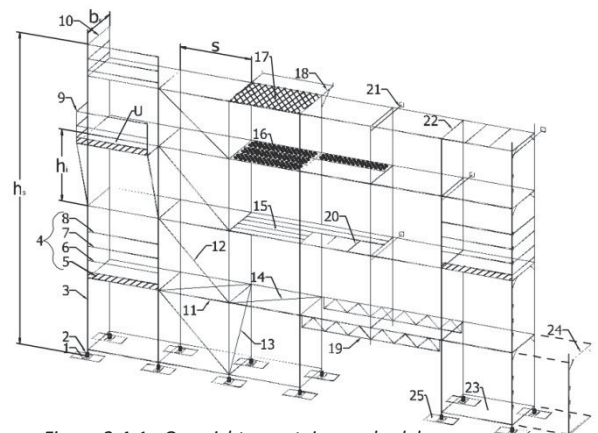
Deze rekensoftware werkt binnen deze speciale gevelsteiger module met de rekenmethode volgens de Timoshenko methode (Th.II.O), welke is gebaseerd op de exacte Timoshenko oplossing voor staven met een bekende normaalkracht. Het is een 2^e orde theorie gebaseerd op evenwicht van de vervormde constructie die van verplaatsingen en kleine rotaties uitgaat.

2.4 Modelleren rekenmodel

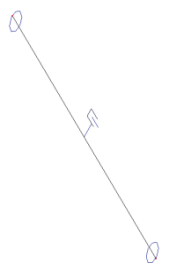
Het rekenmodel wordt voor 99% opgezet d.m.v. steigerbuizen. De steigerbuizen hebben de volgende eigenschappen, Steigerbuis: $\varnothing 48,3 \text{ mm} \times 3,2$, A: 414 mm^2 , W_y : $4,79 \times 10^3 \text{ mm}^3$, I_y : $11,58 \times 10^4 \text{ mm}^4$, S235 tenzij anders aangegeven.

Onder de standaard steigerbuizen vallen de volgende onderdelen:

- *Staanders* (3) en *leuningstaander* (9);
- *Knie-* (6), *heup-* (7), *borst-* (8), *kopleuning* (10). De leuning hebben invloed op het windvangend oppervlak. Als de steigerconstructie voorzien wordt een 100% dichte bekleding zoals folie, zeilen en schotten. Heeft het leuning werk geen invloed meer op het windvangend oppervlak. Het leuningwerk wordt (dan) meegenomen omdat dit invloed heeft op het eigen gewicht en stabiliteit van de steigerconstructie. De kopleuning wordt afhankelijk van het te modelleren fragment wel dan niet meegenomen. Indien meegenomen wordt het gemodelleerd als de overige leuning met de bijbehorende koppelingen.
- *Liggers* (10), *hulpkortelingen* (20) en *kortelingen* (22).
- *Langs-*(12), *dwaars-*(13, *steekschoor*), *horizontaaldiaagonaal* (14, *horizontaalschoorverband*). Om te voldoen aan de stabiliteit dient er gerekend te worden met diagonalen. Om de diagonalen mee te nemen in het rekenmodel is ervoor gekozen een steigerbuis te plaatsen met een initiële verplaatsing van 1 mm. Dit houdt in dat dit onderdeel eerst 1 mm moet verplaatsten voordat het constructiedeel kracht opgaat nemen en bij gaat dragen aan de stabiliteit. De diagonaal wordt aan de staanders scharnierend aangesloten. Zie naast staande afbeelding t.b.v. de modelering.
- *Verankeringen* (21). Verankeringen worden op verschillende manieren gemodelleerd. Bij de uitgangspunten wordt aangegeven of de ankerbuis aan de binnen- en/of buitenstaander wordt bevestigd. Type verankering wordt aangegeven de uitgangspunten van de constructie.



Figuur 2.4-1 - Overzicht van steigeronderdelen



Figuur 2.4-2
Modelering diagonaal

In het rekenmodel worden de *voetplaten* (1) en *voetspindels* (2) anders gemodelleerd ten opzichte van de standaard steigerbuizen. De voetspindels hebben de volgende eigenschappen: $\varnothing 38,0 \text{ mm} \times 5,0$, A: 518 mm^2 , W_y : $3,79 \times 10^3 \text{ mm}^3$, I_y : $7,22 \times 10^4 \text{ mm}^4$, S235 tenzij anders aangegeven.

De oplegging wordt niet gemodelleerd als zijnde vast punt in de z-richting, maar als zijnde oplegpunt dat alleen starre druk op kan nemen. Hierdoor kan geen trekkracht opgenomen worden door het systeem. Bij een eventuele optredende trekkracht dienen er maatregelen getroffen te worden.

De *werkvloeren* (17,18) kunnen op verschillende manieren uitgevoerd worden, zoals met *steigerdelen* (15). Deze steigerdelen worden tevens gebruikt als *kantplanken* (5) en toegepast als *onderstopping* (25). Ook kunnen *vloerelementen* (16) gebruikt worden om werkvloeren te maken. De werkvloeren kunnen gecontroleerd worden d.m.v. documentatie van leveranciers.

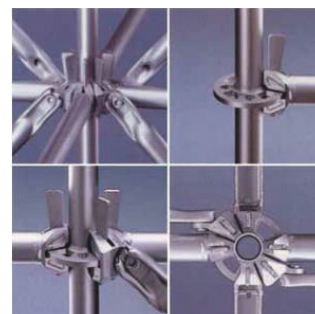
In dit project worden vloerelementen (stalen vloerdelen) toegepast. Ter plaatse van de stalen vloerdelen wordt in het rekenmodel een schoor meegenomen om de optredende schijfwerking van de vloerdelen te simuleren.

Koppelingen

Steigerbuizen, staanders, liggers, kortelingen, traditionele schoren, enz. worden d.m.v. koppelingen aan elkaar verbonden. Bij een ringsteigersysteem worden staanders, ligger en schoren met elkaar verbonden d.m.v. stalen ring en een spiekop zoals in de afbeelding hiernaast aangegeven. Traditionele schoren worden d.m.v. kruis- en of draaikoppelingen aan de steigerconstructie gekoppeld.

De verbindingen/koppelingen hebben een veer- en rotatiestijfheid, een opneembare normaal-, dwarskracht en moment en niet-lineaire verplaatsing. Alle waardes zijn opgenomen in de bibliotheek van Scia Engineer en worden meegenomen in het rekenmodel.

De koppelingen worden aangebracht op iedere staaf en gecontroleerd volgens de Layher Zulassung (K2000+). Het rekenmodel wordt automatisch gecontroleerd volgens DIN 4420, de basis van de Layher Zulassung.



Figuur 2.4-3 - Ringverbinding





Figuur 2.4-4 - Modelering koppeling

Staanders

Het eigen gewicht van de staanders bedraagt in werkelijkheid hoger als wat het rekenprogramma in rekening brengt. De staanders wegen per meter minimaal 4,78 kg/m. Dit doordat op de steigerbuis rozetten om de halve meter zijn gelast.

Afhankelijk van de lengte van de staander neemt het gewicht door de toevoeging van een pen en rozetten toe. De in verhouding lichtste staander wordt gebruikt, 4 meter staander à 19,1 kg. Gewicht per meter: $G = 19,1/4 = 4,78 \text{ kg/m}$

De inhoud welke per meter door SCIA-engineer wordt gerekend bedraagt voor een staander: $I = 4,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \rightarrow 10552 \text{ kg/m}^3$, in het rekenmodel wordt zodoende als veilige aanname voor de staanders een volumieke massa van 10.540 kg/m^3 voor de staanders in rekening gebracht.

	 m	 kg
Staander, 50cm rozetafstand	0.20	2.5
Montant, distance rosace 50cm	0.30	3.3
Standard, distance rosette 50cm	0.50	2.9
	1.00	5.5
	1.50	7.8
	2.00	10.2
	2.50	12.2
	3.00	14.6
	4.00	19.1

Imperfecties en niet-lineair gedrag

De stabiliteit van een steigerconstructie komt voort uit een geschoord systeem waarbij de verbindingen zich niet lineair gedragen. Dit komt mede door bouwtoeranties, maatafwijkingen en de onderlinge speling van de koppelingen. Deze imperfecties worden in NEN-EN 12811-1:2003 §10.2.2 omschreven en meegenomen door de rekensoftware. De koppelingen hebben een niet-lineaire functie, naar mate de belasting op een koppeling toeneemt verandert de rotatie- en veerstijfheid. Dit niet-lineair gedrag wordt in de eigenschappen van de koppelingen en in de rekensoftware meegenomen. Een onderbouwing van de toegepaste scharnieren op staven en toegepaste staven zijn weergegeven in bijlage 4.0-1, hoofdstuk 3.

De buisprofielen zijn koudgevormd en gelast. Conform NEN-EN 1993-1-1 wordt er gerekend met knikkromme c. Voor de tralieliggers en diagonalen wordt er conservatief gerekend met knikkromme a.

Materialen

- Ringsysteem liggers, staanders en diagonalen:
Het materiaal betreft staal met kwaliteit EN 10219 – S235JRH. Het materiaal heeft een vloeigrens van minimaal $R_{eH} \geq 235 \text{ N/mm}^2$ en een treksterkte van minimaal $R_m \geq 360 \text{ N/mm}^2$.
Conform kwaliteitseisen van leverancier volgt een vloeigrens van $f_{y,k} = 320 \text{ N/mm}^2$.
- Stalen tralieliggers, hoogte 400 mm:
Het materiaal van de boven en onder-regel betreft staal met kwaliteit EN 10219 – S235JRH. Het materiaal van de diagonalen betreft staal met kwaliteit EN 10025-2 – S235JRH. Het materiaal heeft een vloeigrens van minimaal $R_{eH} \geq 235 \text{ N/mm}^2$ en een treksterkte van minimaal $R_m \geq 360 \text{ N/mm}^2$.

3.0 Belastingen

3.1 Algemeen

De constructie wordt belast door:

	Toegepast:	Niet toegepast:	Toelichting:
Blijvende belasting	X		-
Nuttige belasting	X		-
Windbelasting	X		-
Horizontaalbelasting		X	Omdat er gerekend wordt met een windbelasting wordt de horizontaalbelasting niet meegenomen.
Sneeuwbelasting	X		Niet benodigd conform Richtlijn Steigers / TNO Bouw en Ondergrond, maar wel meegenomen op verzoek van opdrachtgever
Uitzonderlijke belasting		X	n.v.t.

Per paragraaf worden de belastingen bepaald.

3.2 Blijvende belasting

De blijvende of permanente belastingen worden voor een deel door het rekenprogramma meegenomen. De vloerdelen en de extra onderdelen aan de steiger (vloerdelen en trapdelen) worden niet meegenomen in het rekenmodel. Hiervoor wordt $g_k = 0,3 \text{ kN/m}^2$ meegenomen. De belasting wordt als vlaklast in het rekenmodel meegenomen in BG2.

3.3 Nuttige belasting

Er wordt gerekend met een totale nuttige belasting van $5,0 \text{ kN/m}^2$. De werkbelasting wordt aangebracht op 1 vloer. De belasting wordt als vlaklast in het rekenmodel meegenomen in BG3.

3.4 Windbelasting

In de berekening wordt er met verschillende windbelastingen gerekend. De maximale windbelasting in combinatie met het eigen gewicht en de "werkwind" in combinatie met de nuttige belasting en het eigen gewicht, in de richtlijnsteigers wordt een "werkwind" aangehouden van $0,2 \text{ kN/m}^2$. In de berekening is deze windbelasting verhoogt naar $0,3 \text{ kN/m}^2$. De maximale windbelasting $q_{p(z)}$ wordt bepaald in bijlage 3.4-1.

Windbelasting, druk en zuiging

De windbelastingen worden in het rekenmodel als vlaklast m^2 aangebracht. Hieronder zijn de uitgangspunten opgesomd t.b.v. de optredende windbelastingen.

Windbelasting, max. wind $q_{p(z)}$:		=	0,45	kN/m^2 zie bijlage 3.4-1
Windbelasting, werkwind $q_{p(z)}$:		=	0,3	kN/m^2
Windreductiefactor, open steiger	30%	=	0,30	-
Windreductiefactor, 100% gaas		=	0,8	- zie bijlage 3.4-2
Winddruk en -zuiging, c_f		=	0,8 en 0,5	-
Gebouwfactor, c_s	Geslotenheid	=	0,25	
Windwrijving, c_f	Niet meegenomen	=	1,0	-

Maximale windbelasting

$q_{p(z)} C_f$:	$0,45 * 0,8$	=	0,36	kN/m ²
$q_{p(z)} C_f$:	$0,45 * 0,5$	=	0,23	kN/m ²
$q_{p(z)} C_f$:	$0,45 * 0,3 * 1,3$	=	0,18	kN/m ²

De belastingen worden als vlaklasten in het rekenmodel meegenomen in BG4 en BG5.

Werk windbelasting

$q_{p(z)} C_f$:	$0,30 * 0,8$	=	0,24	kN/m ²
$q_{p(z)} C_f$:	$0,30 * 0,5$	=	0,15	kN/m ²
$q_{p(z)} C_f$:	$0,30 * 0,3 * 1,3$	=	0,12	kN/m ²

De belastingen worden als vlaklasten in het rekenmodel meegenomen in BG6 en BG7.

Windbelasting ten opzichte van schaal van Beaufort

In onderstaande tabel wordt de windsnelheid van de maximale windbelasting en de windstoten opgegeven. De windsnelheid betreft de maximale windbelasting op 10 meter boven maaiveld. Welke windkracht dit op de schaal van Beaufort is wordt ook vermeld.

Bij het optreden van de windstoten in de tabel, dient de ruimte en steiger ontruimd te worden. Het bezwijken van lokale onderdelen en globale instabiliteit treedt op.

$$\text{Werkwind} = q_{p(w)} = (1 + 7 * I_{v(10)})^{1/2} * \rho * v_{m(10)}^2 \Rightarrow (0,30 * 10^3 / (1 + 7 * 0,26) / 0,5 / 1,25)^{0,5} = 13,0 \text{ m/s}$$

De windsnelheid betreft de werkwind en valt binnen windkracht 6 op de schaal van Beaufort.

Bij het optreden van dergelijke windkrachten mag de steigerconstructie niet meer betreden worden.

Situatie	$V_m(z)$	$V_{piek}(z)$	z	Valt in schaal	Maatregel (indien hoger)
Maximale werkcondities (ter hoogte van de werkvloer)	13,0 m/s	21,9 m/s	-	6 BFT	Steiger niet meer betreden
Maximale windkracht conform norm (referentieperiode = 15 jaar)	18,4 m/s	30,7 m/s	10 m	8 BFT	Ruimte en steiger ontruimen

$V_m(z)$ = gemiddelde windsnelheid gemeten over 10 minuten.

$V_{piek}(z)$ = windstoot gemeten gedurende 3 seconden.

Z = hoogte meetlocatie van de windsnelheid.

Voor een verdere verduidelijking van de windbelasting conform EN1991-1-4 zie bijlage 3.4-1. Hierin staat ook omschreven hoe de berekende windbelasting is bepaald en hoe deze is te interpreteren voor het betreffend project. De bovengenoemde windbelasting is middels een statistische berekening dusdanig berekend uitgaande van een overschrijding van maximaal 1 keer per 15 jaar.

3.5 Sneeuwbelasting

Het is aannemelijk dat er sneeuwbelasting kan optreden. De sneeuwbelasting wordt voor een ontwerplevensduur van 15 jaar bepaald a.d.h.v. NEN-EN 1991-1-3 gebruikmakend van een karakteristieke sneeuwbelasting op het maaiveld bepaald middels bijlage D.

$$s_n = s_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} [\ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57222]}{(1 + 2,5923 V)} \right\} \quad (D.1)$$

In bovengenoemde vergelijking is V gelijk aan 0,8 en P_n gelijk aan 1/15. $s_n = s_k * 0,75 = 0,7 * 0,75 = 0,525 \text{ kN/m}^2$. De sneeuwbelasting bedraagt: $q_k = 0,8 * 0,525 = 0,42 \text{ kN/m}^2$. De belasting wordt als vlaklast ingevoerd in BG6.

3.6 Belastingcombinaties

De constructie wordt doorgerekend met een combinatie van blijvende en veranderlijke belastingen. De belastingfactoren zijn opgesteld aan de hand van NEN-EN 1990 en Stubeco studiecél D10.

Het ontwerp is gebaseerd op uiterste grenstoestand en de bruikbaarheidsgrenstoestand. De situatie onderscheidt zich alleen in een tijdelijke situatie. In de berekening van de uiterste grenstoestand wordt alleen "STR" het intern bezwijken of buitensporige vervorming van de constructie getoetst. Anders dan NEN-EN 1990 wordt er gerekend met de belastingfactoren uit de richtlijnsteigers. Deze zijn opgenomen in tabel 3.6-1.

Tabel 3.6-1 Combinaties en factoren

Combinaties	Doel	Blijvende belasting	Veranderlijke belasting	Maximale windbelasting	Werk windbelasting	Sneeuw belasting
Bruikbaarheidsgrenstoestand	Doorbuiging / reactiekrachten	1,0	1,0	-	1,0	-
		1,0	0,5	1,0	-	-
Uiterste grenstoestand	Sterkte	1,2	1,5	-	1,5	-
		1,2	0,75	1,5	-	1,5
Uiterste grenstoestand Kantelen/stabiliteit	Sterkte	0,9	-	1,5	-	-

De hierboven omschreven belastingfactoren zijn overgenomen in de SCIA-engineer berekening. In bijlage 4.0-1, hoofdstuk 5 zijn alle gebruikte belastingcombinaties weergegeven.

4.0 Statische berekening

4.1 Bezwijkanalyse van de steigerconstructie

Scia Engineer geeft in het uitvoerdocument de per belastingcombinatie een α_{kritisch} , deze α_{kritisch} geeft aan in welke mate de constructie instabiel is. Indien de waarde van α_{kritisch} lager is dan 1,0 is de steigerconstructie instabiel. Tevens wordt aan de hand van deze waarde de instabiliteit, kniklengtes en bezwijkpatroon van de constructie berekend.

Bezwijkpatroon volgens NC_Combi 4/1, $\alpha_{\text{kritisch}} = 6,87 < 10$, 2e orde niet-lineaire berekening noodzakelijk conform Richtlijn Steigers.

Met bovenstaande waarden wordt het rekenpad vervolgt en een 2^e orde niet-lineaire berekening gemaakt. Om 2^e orde te rekenen wordt er gerekend met de vorm van de kritische elastische knikvorm η_{cr} van de constructie, dit zowel voor de globale als lokale imperfectie. De amplitude van de desbetreffende imperfectie dient met de volgende formule conform NEN-EN 1993-1-1 (5.9B) bepaald te worden: $\eta_{\text{init}} = e_0 * N_{\text{cr}} / E I \eta_{\text{cr, max}} * \eta_{\text{cr}}$. Als ongunstige benadering wordt hiervoor $\eta_{\text{init}} = 10 \text{ mm}$ aangehouden.

4.2 Controle sterkte van de steigerconstructie

Scia Engineer geeft in het uitvoerdocument de hoogste optredende u.c. per belastingcombinatie. Voor een uitgebreid overzicht van de maatgevende situatie(s) zie bijlage 4.0-1.

Controle staal:

u.c. NC_Combi4 = 0,74 < 1,0

Voldoet

Controle tralieligger:

u.c. NC_Combi4 = 0,36 < 1,0

Voldoet

Toetsing van stalen vlonderdelen

De steigerconstructie wordt plaatselijk voorzien van stalen vlonderdelen. De maximaal optredende belasting op de vlonderdelen bedraagt $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$. De maximale opneembare belasting is door de leverancier opgenomen in de technische documentatie. De maximale belasting is berekend uitgaande van veiligheidsfactoren γ_M en rekening houdend met het eigengewicht e.d. De maximale opneembare belasting volgt uit onderstaande tabel en bedraagt voor een maximale vakmaat van 2,07, $q_{\text{Rd}} = 6,0 \text{ kN/m}^2$.

u.c. UGT = $q_k / q_{\text{Rd}} = 5,0 / 6,0 = 0,83 < 1,0$

Voldoet

Tabel 13a: Stalen vlonders

Steigerklasse volgens EN 12811 [kN/m ²]	Stalen vlonders 0.32 m							Stalen vlonders 0.19 m				Stalen passage- vlonders	
	Buisopl. art.nr. 3862/xxx	U-opl. art.nr. 3812/xxx	Buisopl. art.nr. 3862/xxx	U-opl. art.nr. 3812/xxx	Buisopl. art.nr. 3862/xxx	U-opl. art.nr. 3812/xxx	Buisopl. art.nr. 3862/xxx	U-opl. art.nr. 3812/xxx	Buisopl. art.nr. 3862/xxx	U-opl. art.nr. 3812/xxx	Buisopl. art.nr. 3862/xxx	U-opl. art.nr. 3812/xxx	Buisopl. art.nr. 3862/xxx
1 0.75	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2 1.50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3 2.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4 3.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5 4.50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6 6.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Puinvangschot	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

• Gebruik toegestaan in de geselecteerde steigerklasse

Toetsing van dubbele buisligger

De steigerconstructie wordt plaatselijk voorzien van dubbele buisliggers. De maximaal optredende belasting op de buisligger bedraagt, $q_k = L_{vloer} * q_{werk,k} = 2,07/2 * 5,3 = 5,49 \text{ kN/m}$. De maximale opneembare belasting is door de leverancier opgenomen in de technische documentatie. De maximale belasting is berekend uitgaande van veiligheidsfactoren γ_F en rekening houdend met het eigengewicht e.d. De maximale opneembare belasting volgt uit onderstaande tabel en bedraagt voor een maximale vakmaat van 2,07, $q_{Rd} = 8,6 \text{ kN/m}$.

Art.nr. 2625/xxx

Tabel 20a: Belastbaarheid dubbele buisliggers (0)

Veldlengte [m]	1.57	2.07	2.57	3.07
Gelijkmatige belasting q [kN/m]	14.5	8.6	5.4	3.6
Puntbelasting (p) in het midden [kN]	10.6	6.9	4.6	3.6
Tweepuntsbelasting [kN]	7.9	5.2	3.5	2.7

$$u.c. \text{ UGT} = q_k / q_{Rd} = 5,49/8,6 = 0,64 \leq 1,0$$

Voldoet

De steiger **voldoet** aan de gestelde eisen m.b.t. sterkte.

4.3 Staanderbelasting

De maximale staanderbelasting bedraagt: $F_k = 30,6 \text{ kN}$, $G_k = 3,9 \text{ kN}$, $Q_k = 26,7 \text{ kN}$ en $F_{Ed} = 44,7 \text{ kN}$.

Controle tegen schuiven op maaiveld

De steiger is getoetst tegen schuiven en heeft voldoende eigengewicht tegen schuiven. Zie de bijlage van de SCIA uitvoer voor de berekening van de resultante.

$$\text{UGT-Stabiliteit NC_Combi9} \rightarrow R_z * 0,4 > (R_y^2 + R_x^2)^{0,5} \rightarrow 14,76 \text{ kN} > 10,64 \text{ kN} \quad \textbf{Voldoet}$$

Toetsing onderstopping

De onderstoppen worden belast in de zwakke richting. De onderstoppen worden getoetst op druk: Proefondervindelijk (zonder belastingsfactoren) is vastgesteld dat de bovengrens van de onderstoppen 10 N/mm^2 bedraagt. Inclusief bijhorende belastingsfactoren en modificatiefactoren bedraagt de maximale opneembare druksterkte: $f_{c;90;d} = 4,6 \text{ N/mm}^2$. De maximale toelaatbare staanderbelasting bedraagt:

$$F_k = f_{c;90;d} * A = 4,6 * 10^3 * (0,15 * 0,15 * 0,4) = 41,4 \text{ kN} > 30,6 \text{ kN}$$

Voldoet

$$A = 150 \text{ mm} * 150 \text{ mm} = 22500 \text{ mm}^2 \text{ (oppervlakte voetspindel met een contactvlak van minstens 40\%)}$$

Spanning ondergrond (dubbele sloffen)

De steigerdelen worden op een grondslag geplaatst zoals hierboven omschreven. De steigerdelen worden aangebracht t.b.v. drukverdeling.

$$F_d = \gamma_F F_{rep} = \gamma_F (\psi F_k) = 1,5 * 1,00 * 30,6 = 45,90 \text{ kN} \quad \text{NEN-EN 1997-1 (2.1a \& b)}$$

$$\psi = 1,00 \text{ (-)} \quad \text{NEN-EN 1990 (6.1b)}$$

$$\gamma_F = \gamma_{Q,dst} = 1,5 \text{ (-)} \quad \text{NEN-EN 1997-1 (Tabel A.1)}$$

$$\sigma'_d = F_d / A_{onderstopping} = 45,90 / (0,5 * 0,4) = 229,50 \text{ kPa} = 0,23 \text{ N/mm}^2 < 0,35 \text{ N/mm}^2 \quad \textbf{Akkoord}$$

$$A_{onderstopping,ef} = L * B = 0,5 * 0,4 \text{ m}^2$$

De aannemer/opdrachtgever is verantwoordelijk voor een draagkrachtige ondergrond en dient zorg te dragen dat bovenstaande belastingen en spanning opneembaar zijn.

De hoofdconstructeur van het pand dient uitsluitend te geven of de bovengenoemde belastingen en spanningen opneembaar zijn.

Bijlage 3.4-1

Berekening van de representatieve windbelasting

Berekening van de representatieve windbelasting

De berekening is gebaseerd op NEN-EN 1991-1-4

Windgebied III
Terreincategorie Ongebouwd gebied

Hoogte boven maaiveld (z) 5 m

Basiswindsnelheid

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$$

Windrichtingsfactor $C_{dir} = 1,0$ vlgs. NB 2019 + C1 2020

Seizoenfactor $C_{season} = 1,0$ vlgs. NB 2019 + C1 2020

Fund. waarde b.w. $V_{b,0} = 24,5$ m/s

10 minuten gemiddelde windsnelheid met een jaarlijkse overschrijdingskans van 0,02 (referentieperiode 50 jaar)

Basiswindsnelheid $V_b = 24,5$ m/s

Waarschijnlijkheidsfactor

$$C_{prop} = \left(\frac{1 - K \times \ln(-\ln(1-p))}{1 - K \times \ln(-\ln(0,98))} \right)^n$$

Vormparameter $K = 0,281$

Exponent $n = 0,5$

Tijd $R = 15$ jaar

$p = 1 - e^{(-1/R)}$
 $= 0,0645$

$C_{prob} = 0,92$



Gemiddelde wind

Terreinruwheid

Ruwheidsfactor:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \cdot C_{prob}$$

$$c_r(z) = c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$$

$$c_r(z) = 0,67 \text{ voor } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

Terreinfactor:

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/0,05)^{0,07}$$

$$k_r = 0,21$$

Terreincategorie II

Ruwheidslengte: $z_0 = 0,2$ m

Minimale hoogte: $z_{min} = 4$ m

Maximale hoogte: $z_{max} = 200$ m

Terreinorografie

Orografiefactor:

$$C_o(z) = 1,0 \text{ vlgs. NB}$$

Gemiddelde windsnelheid:

$$v_m(z) = 15,1 \text{ m/s}$$

Turbulentie-intensiteit

Turbulentiefactor:

$$L_{v(z)} = k_l / C_{o(z)} \times \ln(z/z_0)$$

$$k_l = 1,0 \text{ vlgs. NB}$$

Ruwheidslengte:

$$z_0 = 0,2 \text{ m}$$

Turbulentie-intensiteit:

$$L_{v(z)} = 0,31 \text{ (-)}$$

Extreme stuwdruk

Soortelijke dichtheid:

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \times L_{v(z)}) \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_{m(z)}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Gemiddelde windsnelheid op hoogte z en beschouwde locatie:

$$v_m(z) = 15,1 \text{ m/s}$$

Basiswindsnelheid:

$$v_{ref} = (V_b \cdot C_{prop})$$

$$v_{ref} = 22,5 \text{ m/s}$$

Gemiddelde wind:

$$v_m(10) = c_r(10) \cdot c_o(10) \cdot v_{ref}$$

$$v_m(10) = 18,4 \text{ m/s}$$

=> 8 Bft, op 10 meter + maaiveld

Windstoten:

$$v_{piek} = [v_m(10)^2 \cdot (1 + 7 \cdot L_v(10))]^{0,5}$$

$$v_{piek} = 30,7 \text{ m/s}$$

gemeten op 10 meter boven maaiveld

Turbulentie-intensiteit op 10 meter + m.v. :

$$L_{v(z)} = 0,26 \text{ (-)}$$

Extreme stuwdruk:

$$q_{p(z)} = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

Interpretatie van windbelasting (informatief)

De windbelasting is berekend uitgaande van referentiewindsnelheden voor het betreffend windgebied. De referentiewindsnelheden zijn vastgelegd in EN1991-1-4 en volgen uit historische data van diverse meetstations. De referentiewindsnelheid is bepaald uitgaande van een ontwerplevensduur welke bedoeld is voor gebouwen. In geval van constructies van tijdelijke aard, te denken valt aan steigers, kassen etc. wordt er met een lagere ontwerplevensduurgerekend. Middels een waarde, c_{prob} (waarschijnlijkheid) wordt de basiswindsnelheid verlaagd. Voorbeeld:

$$v_{ref} = 22,5 \text{ m/s}$$

Deze basiswindsnelheid voor de betreffende ontwerplevensduur treedt dus op wanneer er geen correctie wordt meegenomen voor terreinruwheid en orrografie. In Nederland wordt de invloed van de orrografie niet beschouwd. De invloed van de terreinruwheid wordt a.d.h.v. de bebouwing of begroeiing meegenomen. Een belangrijke uitgangspunt is de wijze van bepalen van de basiswindsnelheid (v_b). De basiswindsnelheid wordt vastgesteld uitgaande van een meetpunt op 10 meter boven maaiveld met terreinruwheidslengte van $z_0 = 0,05$ m. Oftewel een open terrein en vastgestelde hoogte. Dit meetpunt vormt tevens de basis voor het nieuws- en weerbericht. De volgende formules in (2) bepaald komen dan uit op het volgende:

$$\begin{aligned} k_r &= 0,19 \cdot (z_0/0,05)^{0,07} = 0,19 \cdot (0,05/0,05)^{0,07} = 0,19 \text{ (-)} \\ c_r(10) &= k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(10/0,05) = 1,007 \approx 1,0 \text{ (-)} \\ v_{m(10)} &= c_{r(10)} c_{o(z)} v_b c_{prob} = c_{r(10)} v_{ref} = 1,0 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m/s} \Rightarrow 9 \text{ Bft, op 10 meter + maaiveld} \end{aligned}$$

In de Europese voorschriften, Eurocode, zonder nationale bijlage komt dit neer op een gebied met lage begroeiing als gras en vrijstaande obstakels (bomen, gebouwen) met een tussenruimte van ten minste 20 obstakelhoogtes.



v.l.n.r.: Illustratie van oppervlakteruwheid (EC1), Voorbeeld van meetstation (Meetstation Voorschoten, KNMI)

Praktijk:

Uit bovenstaande volgt de probleemstelling, te weten: De windbelasting die gemeten wordt op de meetlocatie wordt gebruikt voor het informeren van de burgers via nieuws en weerberichten. Echter deze windbelasting of windsnelheid is niet de windbelasting die voor uw project van toepassing is of bij uw project zal optreden. Immers, als er 10 Bft op de meetlocatie net buiten Den Haag wordt gemeten (locatie meetpunt) zal er zeker geen 10 Bft in het centrum optreden.

De windbelasting wordt specifiek voor de locatie en hoogte berekend. De berekening van de projectspecifieke gemiddelde windsnelheden op hoogte z is op de voorgaande pagina (bij punt 2) uitgevoerd. Voor het vergelijken van windbelasting met de voorspellingen en de schaal van beaufort zijn op de voorgaande pagina (bij punt 4) nog een aantal aanvullende termen berekend:

$$\begin{aligned} k_r &= 0,19 \cdot (z_0/0,05)^{0,07} = 0,19 \cdot (0,2/0,05)^{0,07} = 0,21 \text{ (-)} \\ c_r(10) &= k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(10/0,2) = 0,82 \text{ (-)} \\ v_{m(10)} &= c_{r(10)} c_{o(z)} v_b c_{prob} = c_{r(10)} v_{ref} = 1,0 \cdot 0 = 18,4 \text{ m/s} \Rightarrow 8 \text{ Bft, op 10 meter + maaiveld} \end{aligned}$$

Wanneer de bovenste twee gemiddelde windsnelheden worden vergeleken (meetstation en betreffende locatie), zien we dat er verschil is. In het geval van onbebouwd of bebouwd gebied wordt de te rekenen windbelasting gereduceerd ten opzichte van windbelasting welke optreedt op de waarneemlocaties. Voor kustgebieden gaat dit echter niet op. De ruwheidslengte van openwater, zee, bedraagt immers 0,005 m. Dit terwijl de ruwheidslengte van de waarneemlocaties, welke gebruikt zijn voor het bepalen van basiswindsnelheden, 0,05 meter bedragen.

Weersvoorspellingen gaan altijd uit van historische data. De gegevens zijn dus o.a. gebaseerd op meetstations in Nederland met een zeer lage ruwheidslengte. Zodoende zal er dus eerder een hogere windkracht optreden op de meetlocatie dan op projectlocatie daadwerkelijk waarneembaar is. Middels een MOS-berekening stelt men immers gedurende een periode van 5 jaar voorspellingen bij met waarnemingen.

Conclusie:

De berekeningen zijn gemaakt voor uw project op uw projectlocatie. Alle invloeden van deze locatie zijn dus daarin verwerkt. Echter kunt u deze maximaal toelaatbare windbelasting voor uw project niet monitoren via het nieuws of weerbericht. Het nieuws of weerbericht geeft alleen een indicatie of verwachting van uw weersituatie in de regio.

In de rapportage zullen wij de link leggen naar deze informatiebron en uw locatie. Uiteraard kunt u ook op uw locatie de windsnelheid meten om uw project te monitoren. Met de meting op locatie heeft u meer inzicht in de werkelijke windsnelheden op uw projectlocatie.

Voorbeeld: In de rapportage wordt een windsnelheid genoemd waarbij het aannemelijk is dat de windsnelheid voor uw project gaat optreden waarop de constructie is getoetst.

Voor de reguliere bouwprojecten op bouwplaatsen wordt volstaan met het toepassen van bovenstaande uitgangspunten welke geheel volgens de geldende normeringen zijn bepaald en toegepast. Voor projecten in publiekopenbare omgevingen wordt een extra maatregel/toetsing toegevoegd aan de voorschriften en normeringen. In deze projecten worden extreme situaties mbt windbelasting getoetst met afwijkende veiligheidsfactoren, om zodoende de maximale en extreme situaties ook te controleren voor extra veiligheid.

Bijlage 4.0-1

Uitvoerdocument 3-D berekening steiger

1. Project

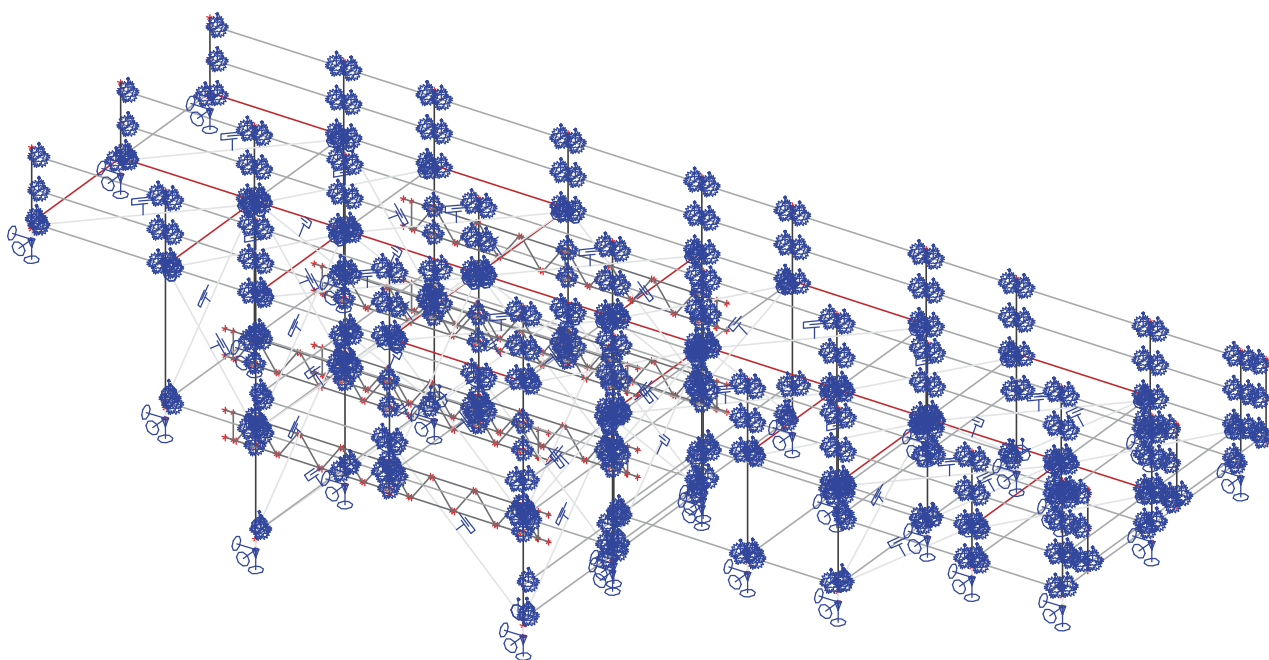
Project	22-515 ESS, Gemeente Roosendaal, Loopbrug, Roosendaal
Auteur	-
Nationale norm	EC - EN
Onderdeel	Ringsteiger
Omschrijving	Controle globale sterkte en stabiliteit

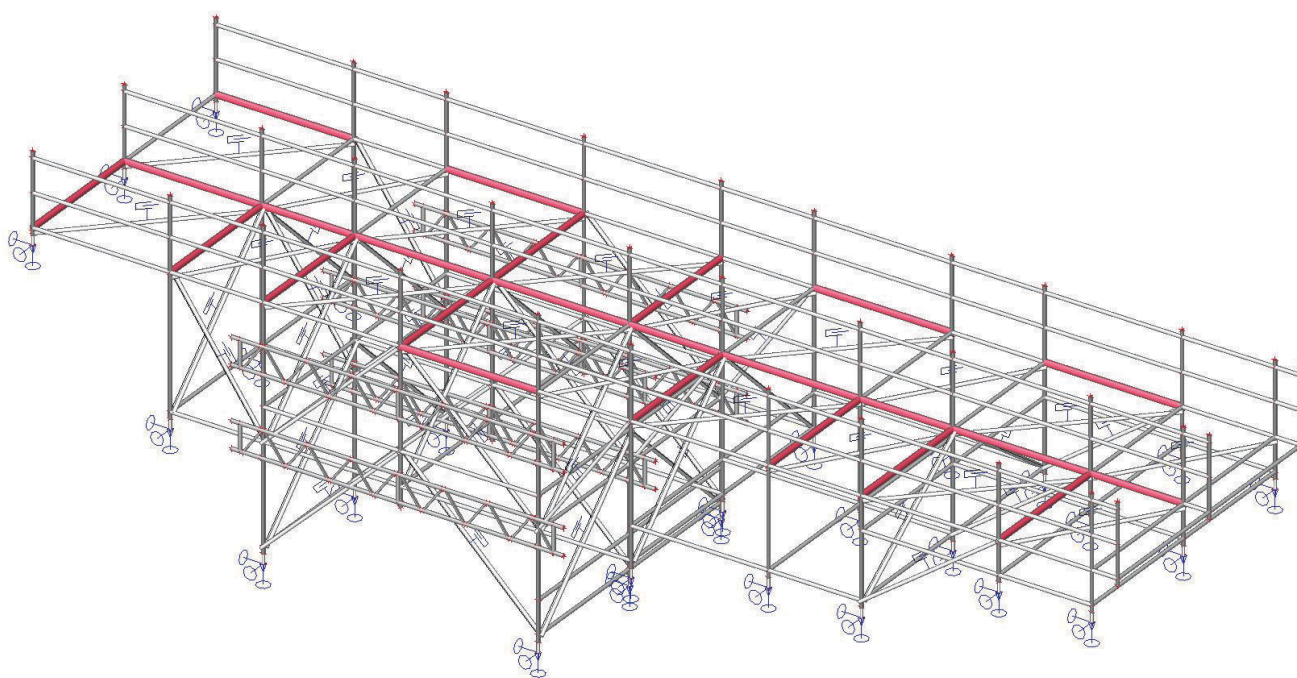
2. Inhoudsopgave

1. Project	1
2. Inhoudsopgave	1
3. Materialen en doorsneden	2
3.1. 3D Rekenmodel	2
3.2. Materialen	4
3.3. Doorsneden	4
3.4. Niet-lineaire functies	9
3.5. Scharniertype	11
4. Belastingen	12
4.1. Belastingsgevallen	12
4.2. BG1 - Eigen gewicht	13
4.3. BG2 - Extra eigen gewicht	14
4.4. BG3 - Nuttige belasting	15
4.5. BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	16
4.6. BG5 - Werkwind Y-richting	17
4.7. BG6 - Sneeuwbelasting	18
5. Belastingcombinaties	19
5.1. Combinaties	19
5.2. Instellingen solver	19
5.3. Niet-lineaire combinaties	19
5.4. Stabiliteitcombinaties	20
5.5. Resultaatklassen	21
6. Controle	22
6.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole	22
6.2. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole tralieliggers	22
6.3. Staalcontrole	23
7. Reactiekrachten	24
7.1. Voetspindels	24
7.1.1. BGT	24
7.1.2. UGT	24
7.1.3. Eigen gewicht	24
7.1.4. Resultante	24

3. Materialen en doorsneden

3.1. 3D Rekenmodel





3.2. Materialen

Staal EC3

Naam	Massa eenheid [kg/m ³]	E-mod [MPa] G-mod [MPa]	Poisson - nu Thermisch uitz. [m/mK]	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	Fy (bereik) [MPa]	Fu (bereik) [MPa]
S 235	7850,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,01e-003	0 40	40 80	235,0 215,0	360,0 360,0
S 355	7850,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,01e-003	0 40	40 80	355,0 335,0	490,0 470,0
S 235 - Ring	7850,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,01e-003	0 40	40 80	320,0 320,0	360,0 360,0
S 235 Alu	2700,00	7,0000e+04 2,6923e+04	0.3 0,01e-003	0 40	40 80	215,0 215,0	305,0 305,0
S 235 - Ringstaander	10540,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,01e-003	0 40	40 80	320,0 320,0	360,0 360,0
S 320	7850,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,01e-003	0 40	40 80	320,0 320,0	490,0 470,0

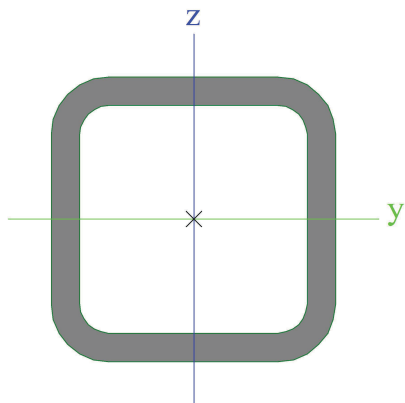
Aluminium

Naam	Massa eenheid [kg/m ³]	E-mod [MPa] G-mod [MPa]	Poisson - nu Thermisch uitz. [m/mK]	0.2% aangetoonde sterkte (fo) [MPa] 0.2% aangetoonde sterkte voor HAZ (fo,haz) [MPa] n-waarde voor plastische analyse (np)
Type				
EN-AW 6082 (Sheet) T6/T651 (0-6)	2700,00	7,0000e+04 2,6923e+04	0.3 0,02e-003	260,0 125,0 25
Aluminium				

3.3. Doorsneden

SL - Diagonaal tralieligger		
Type	CFRHS25X25X2.5	
Vormnorm	2 - Rechthoekige kokerdoorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	koudgevormd	
Knik y-y, Knik z-z	c	c
A [m ²]	2,0900e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0449e-04	1,0449e-04
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	9,1000e-02	1,6710e-01
c _{yuc} [mm], c _{zuc} [mm]	13	13
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,6900e-08	1,6900e-08
i _y [mm], i _z [mm]	9	9
W _{ely} [m ³], W _{elz} [m ³]	1,3500e-06	1,3500e-06
W _{ply} [m ³], W _{plz} [m ³]	1,7100e-06	1,7100e-06
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	548,27	548,27
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	548,27	548,27
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,9700e-08	2,0345e-12
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

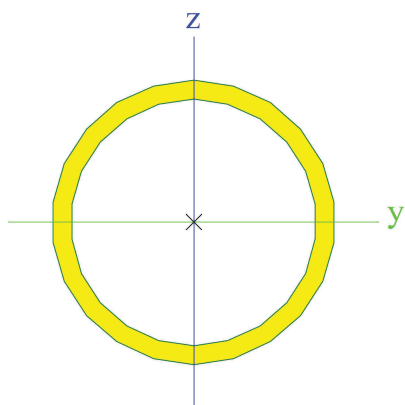
Afbeelding



SL - Boven -en onderregel tralieligger

Type	CHS48.3/3.2	
Vormnorm	3 - Cirkelvormige holle doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Knik y-y, Knik z-z	a	a
A [m ²]	4,5300e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8864e-04	2,8864e-04
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	1,5200e-01	2,8336e-01
C _y [mm], C _z [mm]	24	24
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1600e-07	1,1600e-07
i _y [mm], i _z [mm]	16	16
W _{ely} [m ³], W _{elz} [m ³]	4,8000e-06	4,8000e-06
W _{ply} [m ³], W _{plz} [m ³]	6,4169e-06	6,4169e-06
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	2085,69	2085,69
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	2085,69	2085,69
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,3200e-07	1,7457e-43
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Afbeelding

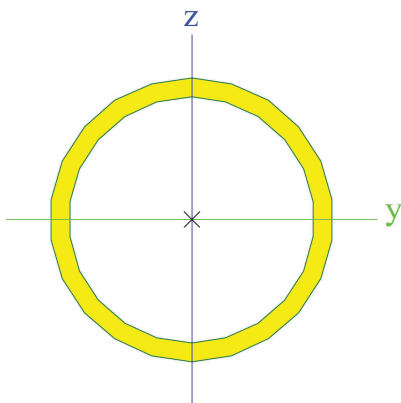


RS - Steigerbuis, liggers

Type	CHS48.3/3.2	
Vormnorm	3 - Cirkelvormige holle doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235 - Ring	
Bouwwijze	gewalst	
Knik y-y, Knik z-z	c	c
A [m ²]	4,5300e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8864e-04	2,8864e-04

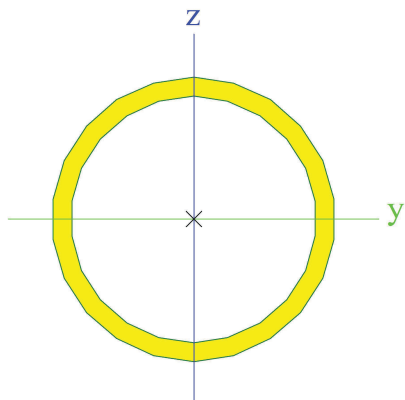
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	1,5200e-01	2,8336e-01
c _{yucs} [mm], c _{zucs} [mm]	24	24
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1600e-07	1,1600e-07
i _y [mm], i _z [mm]	16	16
W _{ely} [m ³], W _{elz} [m ³]	4,8000e-06	4,8000e-06
W _{ply} [m ³], W _{plz} [m ³]	6,4169e-06	6,4169e-06
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	2085,69	2085,69
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	2085,69	2085,69
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,3200e-07	1,7457e-43
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Afbeelding



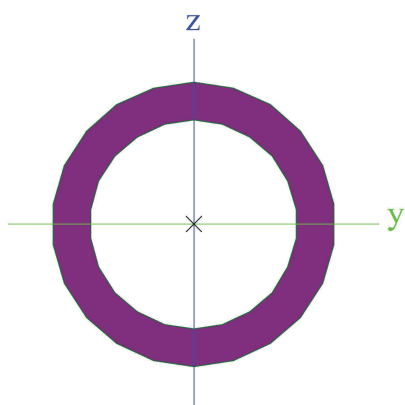
RS - Steigerbuis, staanders		
Type	CHS48.3/3.2	
Vormnorm	3 - Cirkelvormige holle doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235 - Ringstaander	
Bouwwijze	gewalst	
Knik y-y, Knik z-z	c	c
A [m ²]	4,5300e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8864e-04	2,8864e-04
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	1,5200e-01	2,8336e-01
c _{yucs} [mm], c _{zucs} [mm]	24	24
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1600e-07	1,1600e-07
i _y [mm], i _z [mm]	16	16
W _{ely} [m ³], W _{elz} [m ³]	4,8000e-06	4,8000e-06
W _{ply} [m ³], W _{plz} [m ³]	6,4169e-06	6,4169e-06
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	2085,69	2085,69
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	2085,69	2085,69
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,3200e-07	1,7457e-43
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Afbeelding



Spindel, trapeziumdraad			
Type	R033.7X4.5		
Vormnorm	3 - Cirkelvormige holle doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	S 235 - Ring		
Bouwwijze	gewalst		
Knik y-y, Knik z-z	a		a
A [m ²]	4,1300e-04		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,6280e-04	2,6280e-04	
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	1,0600e-01	1,8346e-01	
c _y [mm], c _z [mm]	17	17	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,5000e-08	4,5000e-08	
i _y [mm], i _z [mm]	10	10	
W _{ely} [m ³], W _{elz} [m ³]	2,6700e-06	2,6700e-06	
W _{ply} [m ³], W _{plz} [m ³]	3,8369e-06	3,8369e-06	
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	1237,14	1237,14	
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	1237,14	1237,14	
d _y [mm], d _z [mm]	0	0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,0000e-08	2,2232e-44	
β _y [mm], β _z [mm]	0	0	

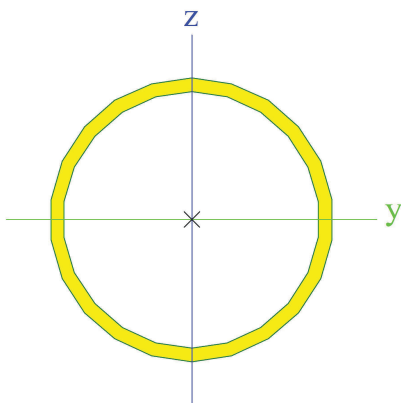
Afbeelding



RS - Steigerbuis, diagonalen			
Type	R048.3X2.3		
Vormnorm	3 - Cirkelvormige holle doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	S 235		
Bouwwijze	gewalst		
Knik y-y, Knik z-z	a		a
A [m ²]	3,3200e-04		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,1160e-04	2,1160e-04	

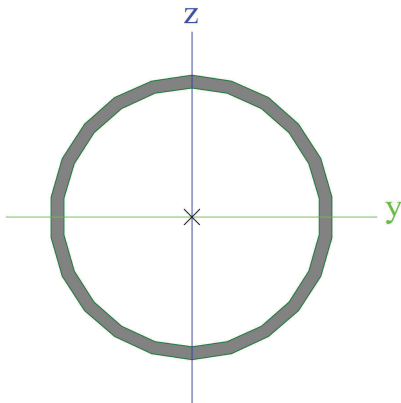
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	1,5200e-01	2,8901e-01
c _{yucs} [mm], c _{zucs} [mm]	24	24
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,8100e-08	8,8100e-08
i _y [mm], i _z [mm]	16	16
W _{ely} [m ³], W _{elz} [m ³]	3,6500e-06	3,6500e-06
W _{ply} [m ³], W _{plz} [m ³]	4,8668e-06	4,8668e-06
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	1144,30	1144,30
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	1144,30	1144,30
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,7620e-07	1,2975e-43
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Afbeelding



RS - Dubbele buisligger		
Type	CHS88.9/4.0	
Vormnorm	3 - Cirkelvormige holle doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Knik y-y, Knik z-z	a	a
A [m ²]	1,0700e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	6,7920e-04	6,7920e-04
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	2,7900e-01	5,3342e-01
c _{yucs} [mm], c _{zucs} [mm]	44	44
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,6300e-07	9,6300e-07
i _y [mm], i _z [mm]	30	30
W _{ely} [m ³], W _{elz} [m ³]	2,1700e-05	2,1700e-05
W _{ply} [m ³], W _{plz} [m ³]	2,8398e-05	2,8398e-05
M _{ply+} [Nm], M _{ply-} [Nm]	6778,48	6778,48
M _{plz+} [Nm], M _{plz-} [Nm]	6778,48	6778,48
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,9300e-06	1,5887e-42
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Afbeelding



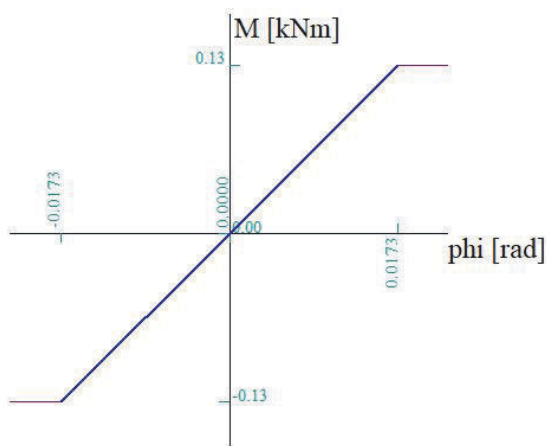
Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Breedte s - Dikte r - Buitenstraal r1 - Binnenstraal
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
AL	Omtrek per eenheidslengte
AD	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
C _Y CS	Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _Z CS	Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _Y LCS	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _Z LCS	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{YZ} LCS	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as

Verklaring van symbolen	
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{ely}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{elz}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
W _{ply}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{plz}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
M _{ply+}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
M _{ply-}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
M _{plz+}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
M _{plz-}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d _y	Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d _z	Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I _t	Torsie constante
I _w	Welvings constante
β _y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β _z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

3.4. Niet-lineaire functies

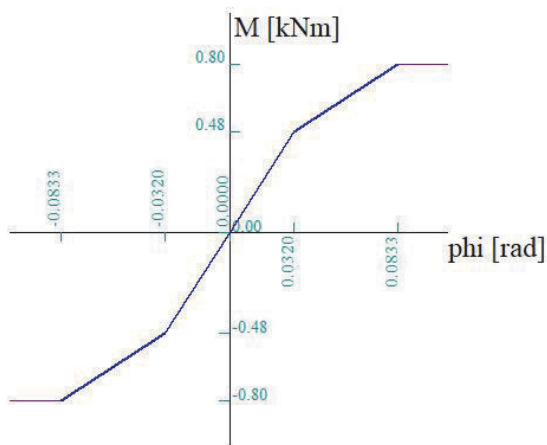
Naam	Type	phi / M	Positief einde	Negatief einde
RA-B-MT	Rotatie	-1,7300e-02[rad] / -0,13[kNm] 0,0000e+00[rad] / 0,00[kNm] 1,7300e-02[rad] / 0,13[kNm]	Vrij	Vrij

Tekenen



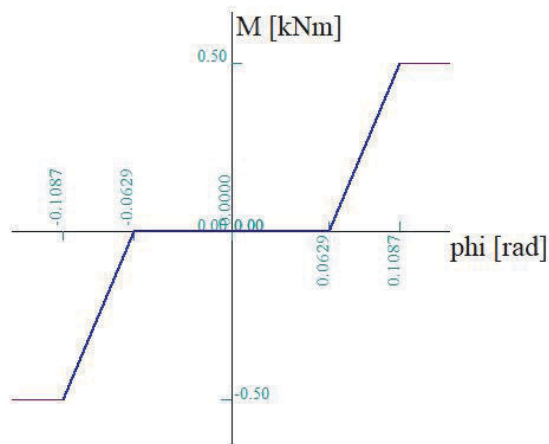
Naam	Type	phi / M	Positief einde	Negatief einde
RA-B-MB	Rotatie	-8,3300e-02[rad] / -0,80[kNm]	Vrij	Vrij
		-3,2000e-02[rad] / -0,48[kNm]		
		0,0000e+00[rad] / 0,00[kNm]		
		3,2000e-02[rad] / 0,48[kNm]		
		8,3300e-02[rad] / 0,80[kNm]		

Tekenen



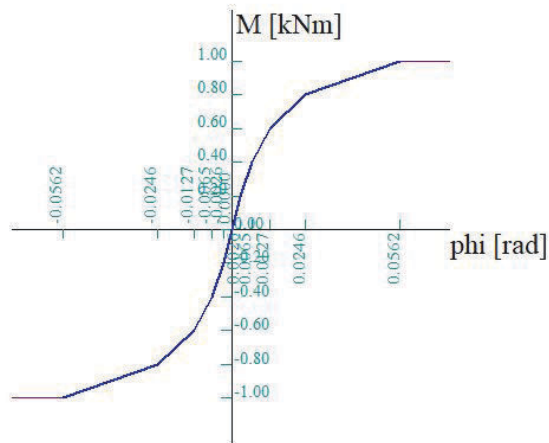
Naam	Type	phi / M	Positief einde	Negatief einde
Layher K2000+ -Mx	Rotatie	-1,0870e-01[rad] / -0,50[kNm]	Vrij	Vrij
		-6,2900e-02[rad] / 0,00[kNm]		
		0,0000e+00[rad] / 0,00[kNm]		
		6,2900e-02[rad] / 0,00[kNm]		
		1,0870e-01[rad] / 0,50[kNm]		

Tekenen



Naam	Type	phi / M	Positief einde	Negatief einde
Layher K2000+ - My	Rotatie	-5,6200e-02[rad] / -1,00[kNm]	Vrij	Vrij
		-2,4600e-02[rad] / -0,80[kNm]		
		-1,2700e-02[rad] / -0,60[kNm]		
		-6,5000e-03[rad] / -0,40[kNm]		
		-2,6000e-03[rad] / -0,20[kNm]		
		0,0000e+00[rad] / 0,00[kNm]		
		2,6000e-03[rad] / 0,20[kNm]		
		6,5000e-03[rad] / 0,40[kNm]		
		1,2700e-02[rad] / 0,60[kNm]		
		2,4600e-02[rad] / 0,80[kNm]		
		5,6200e-02[rad] / 1,00[kNm]		

Tekenen



3.5. Scharniertype

Naam	ux	phix	phiy	phiz	Scharniertype	Nxk [kN]	Vyk [kN]	Vzk [kN]
	uy					Mxk [kNm]	Myk [kNm]	Mzk [kNm]
	uz							
Ring	Vast	Niet-lineair	Niet-lineair	Verend	Layher (variant K2000+)	34,10	11,00	29,04
	Verend					0,58	1,11	0,41
	Vast							
Kruiskoppeling - Dummy	Vast	Niet-lineair	Niet-lineair	Niet-lineair	Rechte hoek	30,00	15,00	15,00
	Vast					0,80	0,13	0,13
	Vast							
Ring - diagonaal	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Draaikoppeling	19,65	0,00	0,00
	Vast					0,00	0,00	0,00

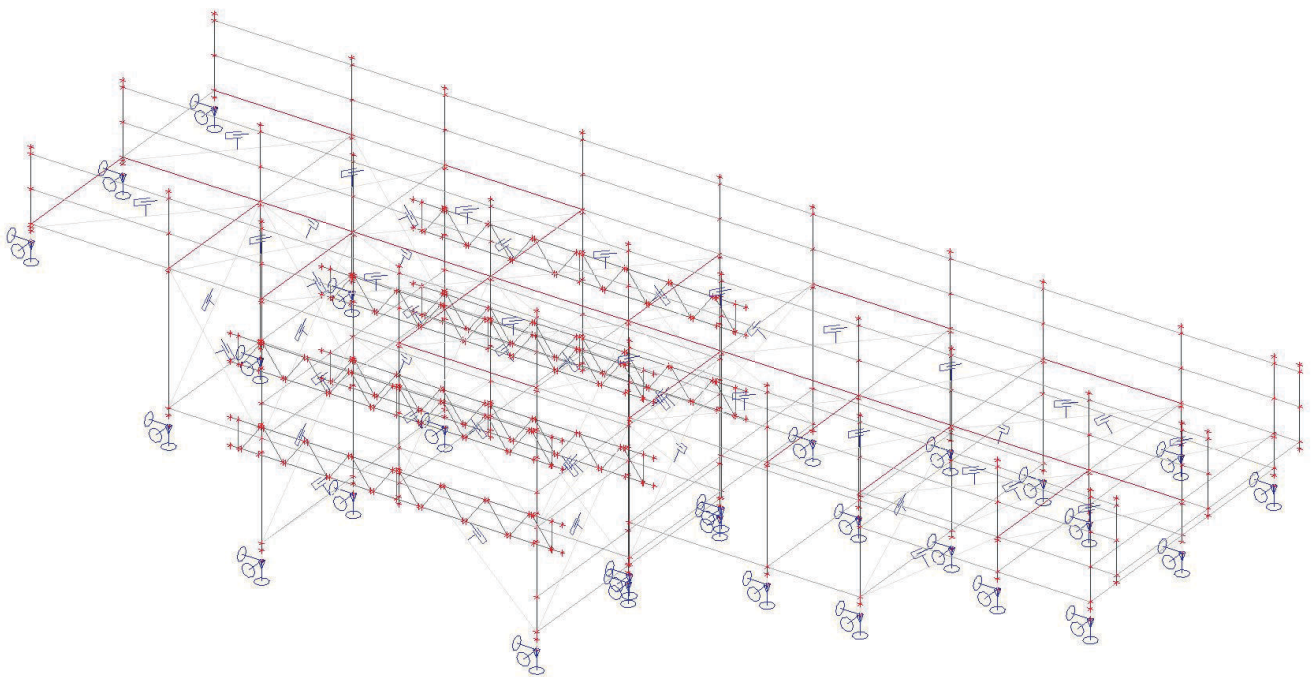
Naam	ux	phix	phiy	phiz	Scharniertype	Nxk [kN]	Vyk [kN]	Vzk [kN]
	uy					Mxk [kNm]	Myk [kNm]	Mzk [kNm]
	uz							
	Vast							

4. Belastingen

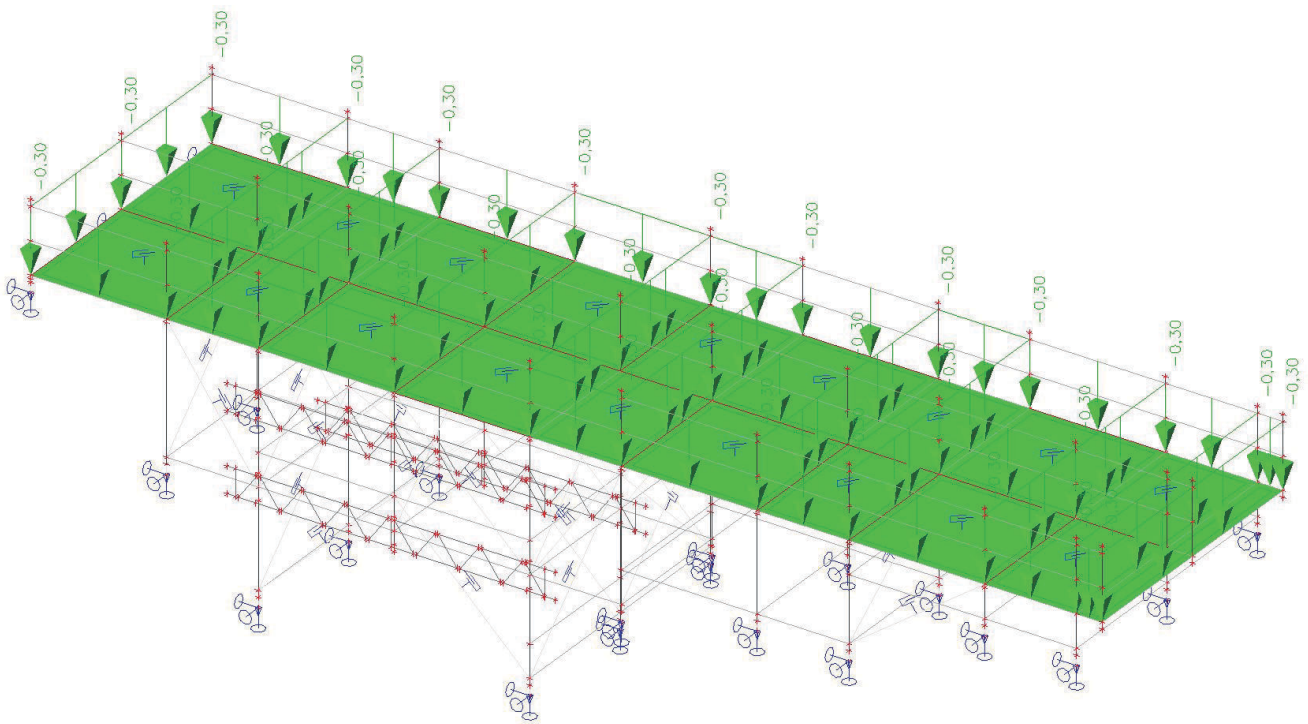
4.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1	Eigen Gewicht Constructie	Permanent	LG1	-Z		
		Eigen gewicht				
BG2	Extra eigen gewicht	Permanent Standaard	LG1			
BG3	Nuttige belasting Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG4	Maximale windbelasting Y-richting Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5	Werk windbelasting Y-richting Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6	Sneeuwbelasting Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen

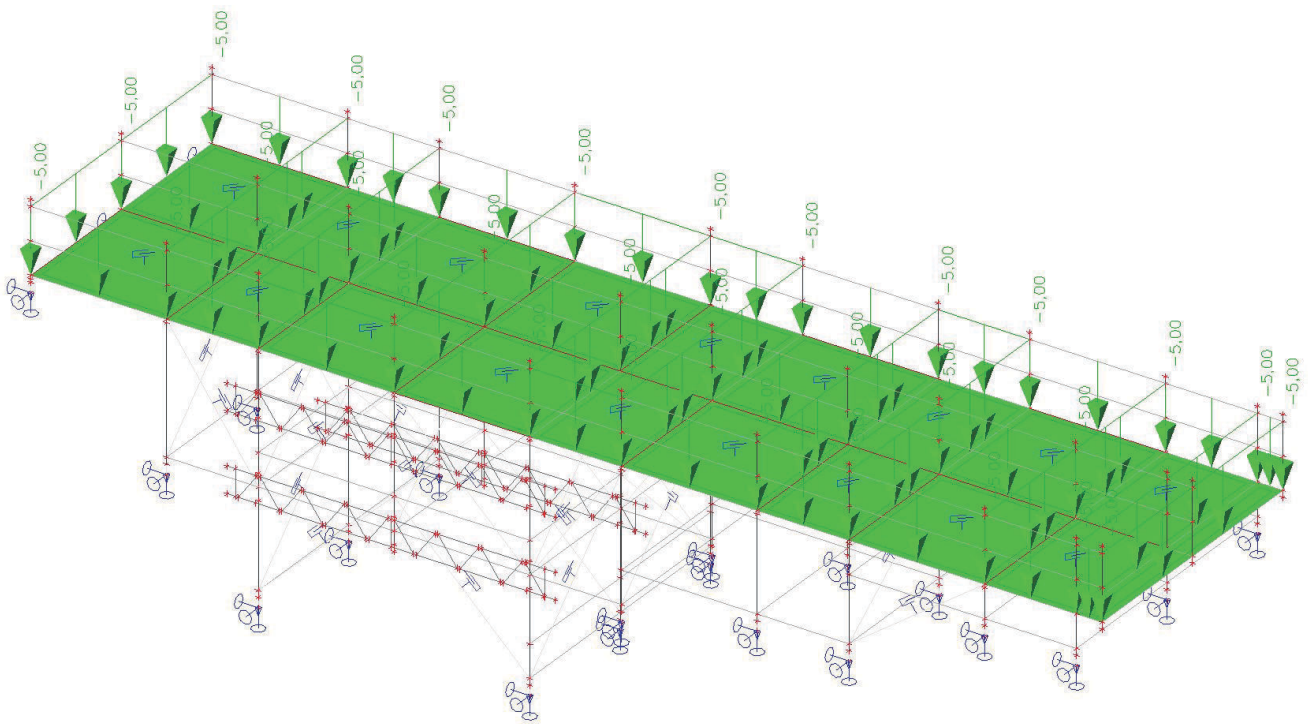
4.2. BG1 - Eigen gewicht



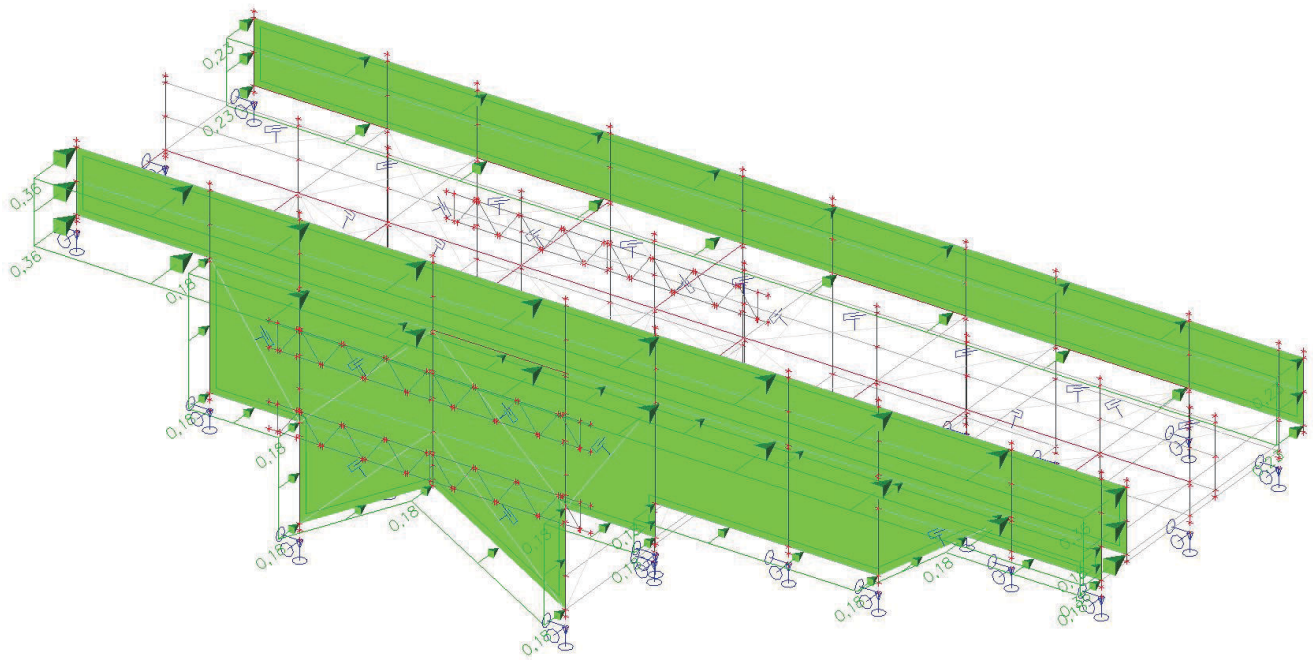
4.3. BG2 - Extra eigen gewicht



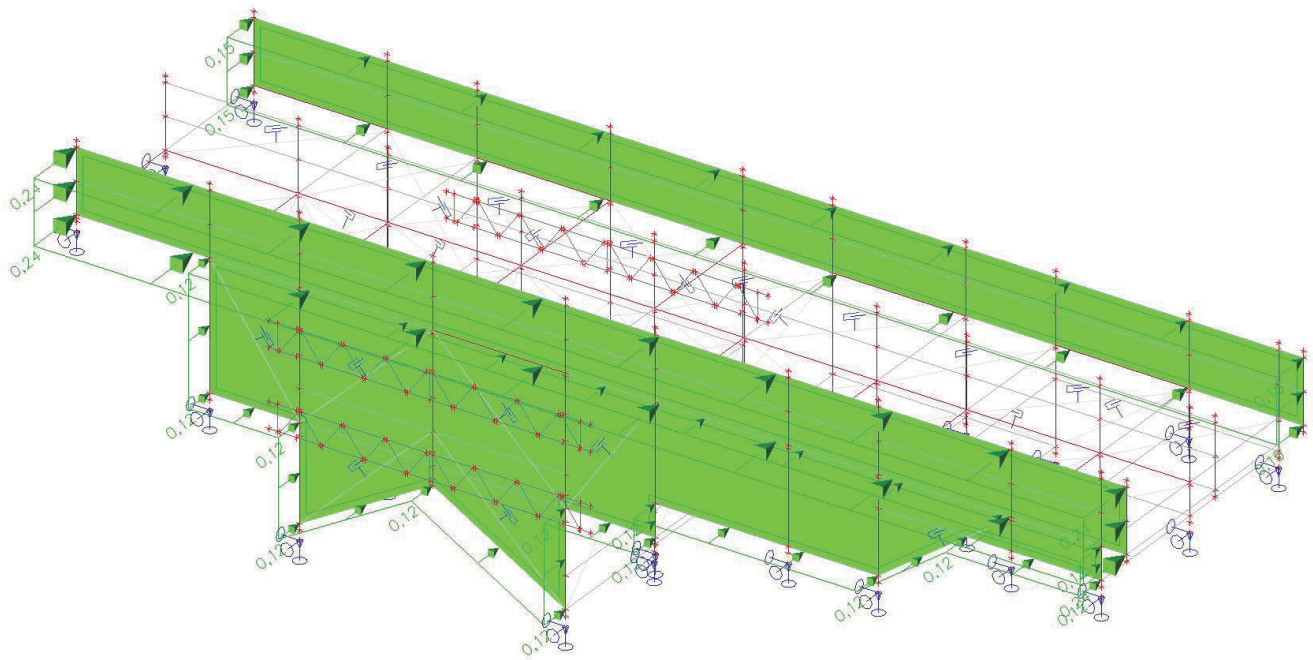
4.4. BG3 - Nuttige belasting



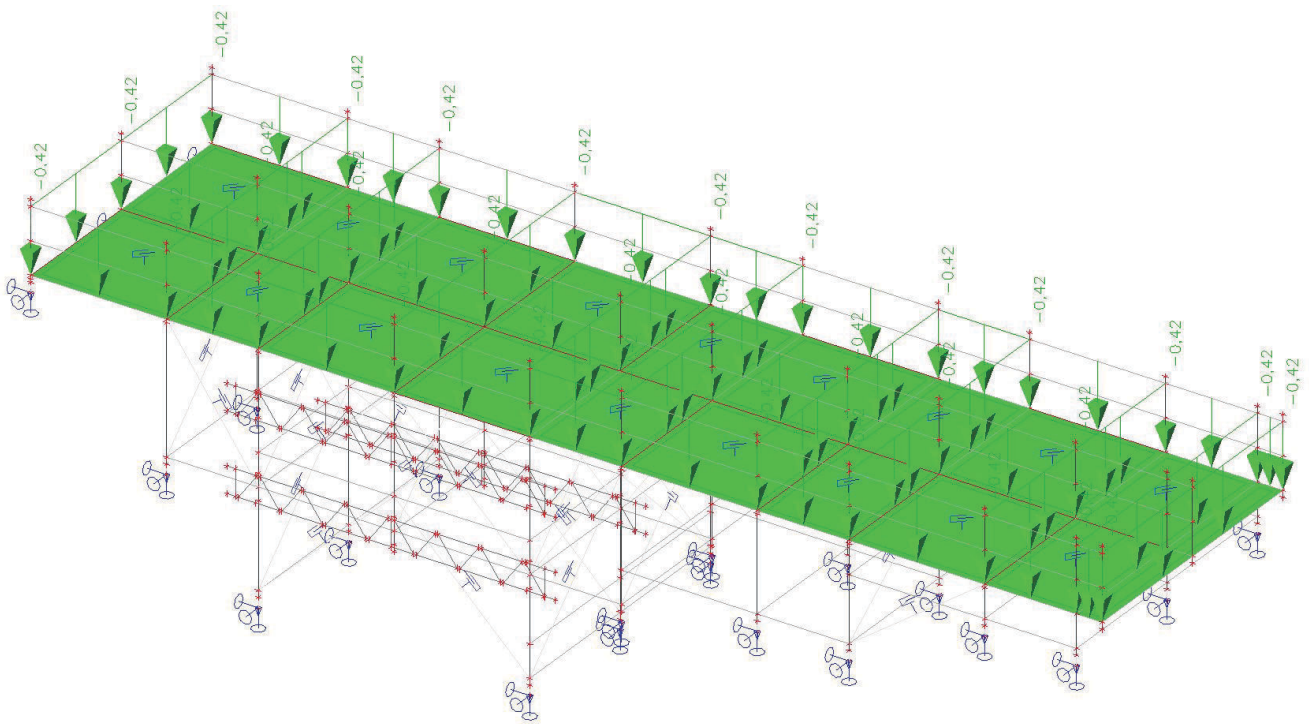
4.5. BG4 - Maximale windbelasting Y-richting



4.6. BG5 - Werkwind Y-richting



4.7. BG6 - Sneeuwbelasting



5. Belastingcombinaties

5.1. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Lineair - BGT	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00
			BG2 - Extra eigen gewicht	1,00
			BG3 - Nuttige belasting	0,50
			BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,00
Combi2		Lineair - BGT	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00
			BG2 - Extra eigen gewicht	1,00
			BG3 - Nuttige belasting	1,00
			BG5 - Werk windbelasting Y-richting	1,00
Combi3		Lineair - UGT	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20
			BG2 - Extra eigen gewicht	1,20
			BG3 - Nuttige belasting	0,75
			BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50
Combi4		Lineair - UGT	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20
			BG2 - Extra eigen gewicht	1,20
			BG3 - Nuttige belasting	1,50
			BG5 - Werk windbelasting Y-richting	1,50
Combi5		Lineair - BGT	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00
			BG2 - Extra eigen gewicht	1,00
Combi6		Lineair - UGT	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	0,90
			BG2 - Extra eigen gewicht	0,90
			BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50
Combi7		Lineair - UGT	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20
			BG2 - Extra eigen gewicht	1,20
			BG3 - Nuttige belasting	0,75
			BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50
			BG6 - Sneeuwbelasting	1,50

5.2. Instellingen solver

Geometrische niet-lineariteit	2de orde (Timoshenko)
Maximum aantal iteraties	75
Aantal knikvormen	4
Solver nauwkeurigheid ratio	1
Type solver	Direct
Type van eigenwaarde solver	Polygoon
Berekeningsmethode	Picard

5.3. Niet-lineaire combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]	Globale imperfectie
				Stabiliteit (Algemene knikvorm)
NC_Combi1	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00	Knikvorm
		BG2 - Extra eigen gewicht	1,00	S1
		BG3 - Nuttige belasting	0,50	
		BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,00	
NC_Combi2	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00	Knikvorm
		BG2 - Extra eigen gewicht	1,00	S2
		BG3 - Nuttige belasting	1,00	

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]	Globale imperfectie
				Stabiliteit (Algemene knikvorm)
NC_Combi3	Uiterste Grenstoestand	BG5 - Werk windbelasting Y-richting	1,00	
		BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20	Knikvorm
		BG2 - Extra eigen gewicht	1,20	S3
		BG3 - Nuttige belasting	0,75	
		BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50	
NC_Combi4	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20	Knikvorm
		BG2 - Extra eigen gewicht	1,20	S4
		BG3 - Nuttige belasting	1,50	
		BG5 - Werk windbelasting Y-richting	1,50	
NC_Combi5	Bruikbaarheidsgrenstoestand	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00	Knikvorm
		BG2 - Extra eigen gewicht	1,00	S5
NC_Combi6	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	0,90	Knikvorm
		BG2 - Extra eigen gewicht	0,90	S6
		BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50	
NC_Combi7	Uiterste Grenstoestand	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20	Knikvorm
		BG2 - Extra eigen gewicht	1,20	S7
		BG3 - Nuttige belasting	0,75	
		BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50	
		BG6 - Sneeuwbelasting	1,50	

5.4. Stabiliteitcombinaties

Naam	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
S1	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00
	BG2 - Extra eigen gewicht	1,00
	BG3 - Nuttige belasting	0,50
	BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,00
S2	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00
	BG2 - Extra eigen gewicht	1,00
	BG3 - Nuttige belasting	1,00
	BG5 - Werk windbelasting Y-richting	1,00
S3	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20
	BG2 - Extra eigen gewicht	1,20
	BG3 - Nuttige belasting	0,75
	BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50
S4	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20
	BG2 - Extra eigen gewicht	1,20
	BG3 - Nuttige belasting	1,50
	BG5 - Werk windbelasting Y-richting	1,50
S5	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,00
	BG2 - Extra eigen gewicht	1,00
S6	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	0,90
	BG2 - Extra eigen gewicht	0,90
	BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50
S7	BG1 - Eigen Gewicht Constructie	1,20
	BG2 - Extra eigen gewicht	1,20
	BG3 - Nuttige belasting	0,75
	BG4 - Maximale windbelasting Y-richting	1,50
	BG6 - Sneeuwbelasting	1,50
S1/1 - 18,03		
S1/2 - 19,18		
S1/3 - 19,95		
S1/4 - 22,70		
S2/1 - 10,05		
S2/2 - 11,26		
S2/3 - 13,48		
S2/4 - 13,74		
S3/1 - 12,58		
S3/2 - 12,91		
S3/3 - 13,88		
S3/4 - 15,18		
S4/1 - 6,87		
S4/2 - 7,70		
S4/3 - 9,22		

Naam	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
S4/4 - 9,40		
S5/1 - 79,71		
S5/2 - 87,07		
S5/3 - 101,10		
S5/4 - 103,49		
S6/1 - 17,66		
S6/2 - 22,98		
S6/3 - 41,07		
S6/4 - 43,72		
S7/1 - 11,08		
S7/2 - 12,21		
S7/3 - 12,44		
S7/4 - 13,63		

5.5. Resultaatklassen

Naam	Lijst
BGT	NC_Combi1
	NC_Combi2
UGT	NC_Combi3
	NC_Combi4
	NC_Combi6
	NC_Combi7
Eigen gewicht	NC_Combi5
Stabiliteit	NC_Combi6

6. Controle

6.1. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole

Niet-lineaire berekening

Klasse: UGT

Assenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Globaal

Selectie: Benoemde selectie - Alle staven

EN 1993-1-1 Normcontrole

EN 12811-1 Steigerbouwcontrole

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S28024	0,700 / 1,400 m	CHS48.3/3.2	S 235 - Ring	UGT	0,74 -
----------------	-----------------	-------------	--------------	-----	--------

Combinatiesleutel
UGT / NC_Combi4

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	320,0	MPa
Treksterkte	f_u	360,0	MPa
Bouwwijze		Gewalst	

....:DOORSNEDECONTROLE:....

De kritische controle is op positie 0,700 m

Interne krachten		Berekende	Eenheid
Normaalkracht	N_{Ed}	0,14	kN
Dwarskracht	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Dwarskracht	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Torsie	T_{Ed}	0,00	kNm
Buigend moment	$M_{y,Ed}$	1,29	kNm
Buigend moment	$M_{z,Ed}$	-0,03	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		0,00	-
Eenheidscontrole V		0,00	-
Eenheidscontrole M		0,74	-
Eenheidscontrole Interactie		0,74	-
Eenheidscontrole Max		0,74	-

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

6.2. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole tralieliggers

Niet-lineaire berekening

Klasse: UGT

Assenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Globaal

Selectie: Benoemde selectie - Tralieliggers

Algehele eenheidscontrole

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	Materiaal	Algehele eenheidscontrole [-]	Doorsnedecontrole [-]	Stabiliteitscontrole [-]
S28453	0,000	NC_Combi4	SL - Diagonaal tralieligger - CFRHS25X25X2.5	S 235	0,36	0,14	0,36

6.3. Staalcontrole

Waardes: **Doorsnedecontrole**

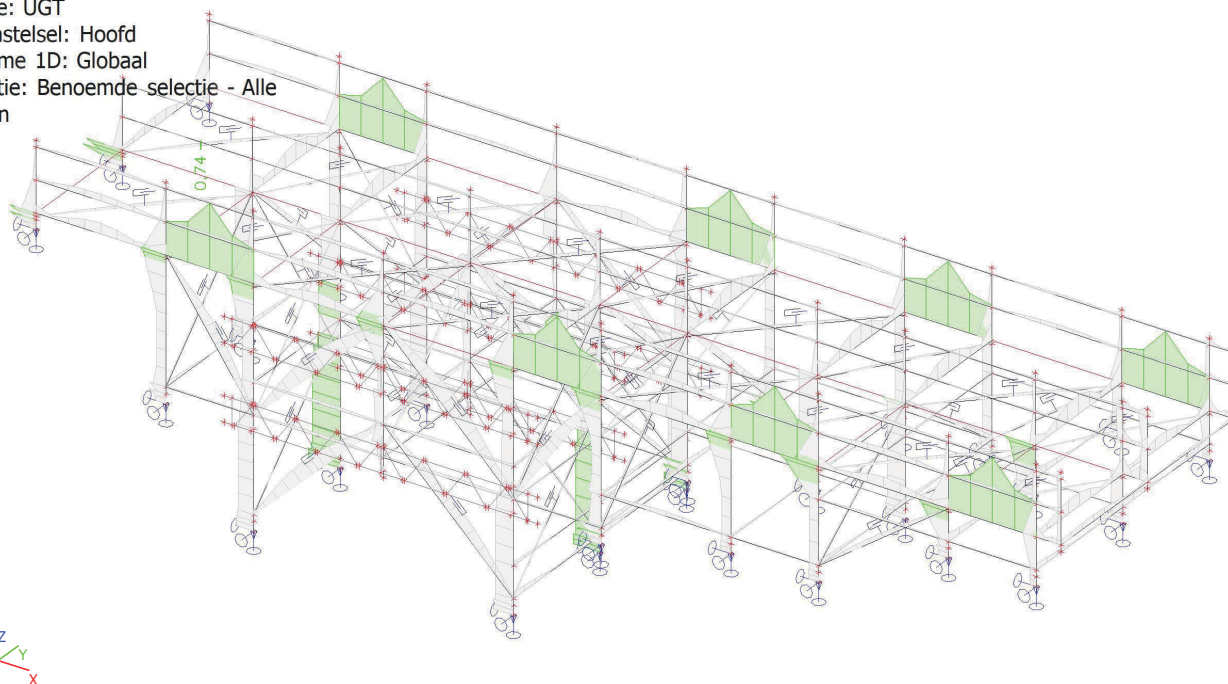
Niet-lineaire berekening

Klasse: UGT

Assenstelsel: Hoofd

Extreme 1D: Globaal

Selectie: Benoemde selectie - Alle
staven



7. Reactiekrachten

7.1. Voetspindels

7.1.1. BGT

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Benoemde selectie - Voetspindels

Klasse : BGT

Steunpunt	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn2147/K39137	NC_Combi2	-0,49	-0,55	10,16	0,00	0,00	0,00
Sn2133/K39075	NC_Combi2	0,97	-1,87	11,75	0,00	0,00	0,00
Sn2030/K38634	NC_Combi2	0,07	1,40	5,82	0,00	0,00	0,00
Sn2030/K38634	NC_Combi1	-0,05	0,69	3,10	0,00	0,00	0,00
Sn2139/K39099	NC_Combi2	0,78	-0,46	30,60	0,00	0,00	0,00
Sn2153/K39164	NC_Combi1	-0,06	-0,31	5,07	0,00	0,00	0,00

7.1.2. UGT

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Benoemde selectie - Voetspindels

Klasse : UGT

Steunpunt	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn2147/K39137	NC_Combi4	-0,96	-0,80	14,96	0,00	0,00	0,00
Sn2133/K39075	NC_Combi4	1,42	-2,56	17,29	0,00	0,00	0,00
Sn2030/K38634	NC_Combi4	-0,07	2,02	8,58	0,00	0,00	0,00
Sn2147/K39137	NC_Combi6	-0,25	-1,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn2139/K39099	NC_Combi4	1,26	-0,66	44,72	0,00	0,00	0,00
Sn2153/K39164	NC_Combi3	-0,20	-0,76	6,97	0,00	0,00	0,00

7.1.3. Eigen gewicht

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Benoemde selectie - Voetspindels

Klasse : Eigen gewicht

Steunpunt	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn2148/K39138	NC_Combi5	-0,03	0,01	1,88	0,00	0,00	0,00
Sn2030/K38634	NC_Combi5	0,05	0,11	0,61	0,00	0,00	0,00
Sn2134/K39080	NC_Combi5	0,03	-0,22	0,56	0,00	0,00	0,00
Sn2133/K39075	NC_Combi5	0,04	0,12	1,02	0,00	0,00	0,00
Sn2139/K39099	NC_Combi5	0,01	-0,01	3,86	0,00	0,00	0,00
Sn2153/K39164	NC_Combi5	-0,02	0,03	1,17	0,00	0,00	0,00

7.1.4. Resultante

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Klasse : UGT

Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
NC_Combi6	0,00	-19,63	40,33
NC_Combi4	0,00	-13,01	561,13
NC_Combi7	0,00	-19,63	350,07

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
8,469	2,070	-1,917