

Adviesbureau Dekker Engineering

Engineering van Steigers, Bekistingen, Staal- en Hulpconstructies
Inspecties en Bouwplaatsbegeleiding

Statische Berekening

BER-01

Opdrachtgever: Reco Handelsonderneming BV
Hoogewaard 187
2396 ZH Koudekerk a/d Rijn

Contactpersoon: Dhr. M. Spies en dhr. K. Kleinhout

Projectgegevens: 16-224 Hegeman Beton en Industrie
Tijdelijke trap

Onderwerp berekening: Controle sterkte en stabiliteit tijdelijke object

Opgesteld door: Adviesbureau Dekker Engineering
De Boelakkers 29
5591 RA Heeze

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

Datum: 29-04-2016
Auteur: ing. R.W.S. Heijmans

Datum: 29-04-2016
Controleur: ing. J.H.W. Dekker

Versie: A
Opmerkingen revisie: Verhoging nuttige belasting
Datum revisie: 09-05-2016

Paraaf:



Paraaf:



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	- 2 -
1.0 Eisen, randvoorwaarden en uitgangspunten.....	- 3 -
1.1 Voorschriften en richtlijnen	- 3 -
1.2 Materialen	- 3 -
1.3 Programmatuur	- 3 -
2.0 Algemeen.....	- 4 -
2.1 Inleiding	- 4 -
2.2 Berekening volgens richtlijnsteigers.....	- 4 -
2.3 Uitgangspunten constructie	- 4 -
2.4 Modellering rekenmodel	- 5 -
2.5 Referentiedocumenten.....	- 6 -
2.6 Samenvatting	- 6 -
2.7 Aansprakelijkheid	- 6 -
3.0 Belastingen	- 7 -
3.1 Algemeen.....	- 7 -
3.2 Blijvende belasting.....	- 7 -
3.3 Veranderlijke belasting	- 7 -
3.4 Windbelasting.....	- 7 -
3.5 Belastingcombinaties.....	- 8 -
4.0 Statische berekening.....	- 9 -
4.1 Bezwijkanalyse van de steigerconstructie	- 9 -
4.2 Controle sterkte van de steigerconstructie	- 9 -
4.3 Staanderbelasting	- 10 -
4.4 Ankerbelastingen	- 10 -

Bijlagen

Bijlage 3.4-1	Berekening representatieve windbelasting
Bijlage 4.0-1	Uitvoerdocument, rekenmodel RS1 - 3D berekening

1.0 Eisen, randvoorwaarden en uitgangspunten

1.1 Voorschriften en richtlijnen

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

NEN-EN 12810-1:2003	Gevelsteigers vervaardigd van geprefabriceerde onderdelen Deel 1: Productie specificaties
NEN-EN 12810-2:2003	Steigers vervaardigd van geprefabriceerde onderdelen Deel 2: Bijzondere methoden voor het constructief ontwerpen
NEN-EN 12811-1:2003	Steigers - Deel 1: Steigers – Prestatie-eisen en algemeen ontwerp
NEN-EN 12811-2:2003	Steigers - Deel 2: Informatie over materialen
NEN-EN 12811-3:2003	Steigers - Deel 3: Proefbelastingen
NEN-EN 12812:2004	Ondersteuningsconstructies – Prestatie-eisen en algemeen ontwerp
NEN-EN 12813:2004	Tijdelijke bouwplaats uitrusting – Ondersteuningstorens uit geprefabriceerde onderdelen – Specifieke methoden voor het constructief ontwerpen
Aanvullende normen:	
NEN-EN 1991-1-1:2002/NB2007:	Algemene belastingen, volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
NEN-EN 1991-1-4:2005/NB2007 :	Algemene belastingen, Windbelastingen
NEN-EN 1993-1-1:2006+C1/NB2007 :	Ontwerp en berekening van staalconstructies, Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1993-1-8:2006+C1/NB2007 :	Ontwerp en berekening van staalconstructies, Ontwerp en berekening van verbindingen
NEN-EN 1995-1-1:2005+C1/NB2007 :	Ontwerp en berekening van houtconstructies, gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen
Richtlijn Steigers	Uitgave 03-11-2013

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.

1.2 Materialen

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

1.3 Programmatuur

Voor de (deel)berekeningen wordt gebruik gemaakt van verschillende soorten software, te weten:

Scia Engineer 3D rekensoftware, module gevelsteigers:

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.

2.0 Algemeen

2.1 Inleiding

Dit rapport is opgesteld door Adviesbureau Dekker Engineering. Deze berekening omvat de controle van de globale sterkte en stabiliteit van de steigerconstructie.

2.2 Berekening 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 en worden verdeelt in 4 categorieën:

- Geometrie;
- Belastingen;
- Toepassing;
- Omgeving.

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.

2.3 Uitgangspunten constructie

Er wordt een trappentoren gemodelleerd met de volgende uitgangspunten:

- De vakverdeling is uitgevoerd met een vakmaat van maximaal 2,07*2,04 m;
- De hoogte van het object bedraagt +/- 3,5 m boven maaiveld;
- Loopvloer wordt uitgevoerd middel underlayment en baddingen 71*171 mm;
- Leuningen worden uitgevoerd als IPE 120;
- Het object wordt verankerd;
- Windgebied II, onbebouwd gebied,
- De reguliere slaghoogte bedraagt 2,0 m;
- De steigerconstructies worden niet bekleed.

Moeilijkheidsgraad: 3^e 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 overdacht van de steigerconstructie mag door de steigermonteur (voorman) gedaan te worden.

2.4 Modelleren rekenmodel

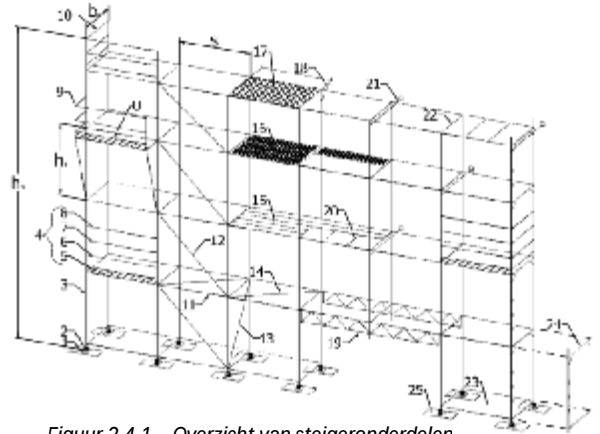
De steigerconstructie is opgebouwd met het ringsteiger systeem. Het steigersysteem valt onder de geprefabriceerde, modulaire systeemsteigers. Het rekenmodel wordt voor 99% opgezet d.m.v. steigerbuizen. De steigerbuizen hebben de volgende eigenschappen, Steigerbuis: $\varnothing 48,3 \text{ mm} \times 3,2$, 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 leuningen 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.



Figuur 2.4-1 - Overzicht van steigeronderdelen

- *Liggers* (10), *hulpkortelingen* (20) en *kortelingen* (22).
- *Langs-*(12), *dwars-*(13, steekschoor), *horizontaal diagonaal* (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 er voor gekozen een steigerbuis te plaatsen met een initiële verplaatsing van 1 mm. Dit houdt in dat dit onderdeel eerst 1 mm moet verplaatst worden 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 2.4-2
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.



Figuur 2.4-3
Modelering voetspindel

De *werkvloeren* (17,18) kunnen op verschillende manieren uitgevoerd worden. Met *steigerdelen* (15), houten planken met de volgende afmetingen $B \times d = 200 \text{ mm} \times 32 \text{ mm}$. Deze steigerdelen worden tegens gebruikt als *kantplanken*(5) en toegepast als *onderstoppen*(25). Ook kunnen *vloerelementen*(16) gebruikt worden om werkvloeren te maken, deze toegepaste vloerelementen worden uitgevoerd in stalenvlonder, aluminium vlonders. Werkvloeren worden niet gemodelleerd, maar kunnen gecontroleerd worden d.m.v. documentatie van leveranciers.

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. stalenring 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.



Figuur 2.4-4
Modelering koppeling



Afbeelding 2.4-5 - Ringverbinding

2.5 Referentiedocumenten

De volgende documenten van het project zijn beschikbaar gesteld.

Tekeningen: 42161 – 60-01 / 22-04-2016

2.6 Samenvatting

De steigerconstructie voldoet aan de gestelde eisen en voorwaarden.

De maximale staanderbelasting op maaiveld bedraagt, $F_k = 23,7$ kN.

Ankerbelastingen bedraagt, $F_k = 3,40$ kN.

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

2.7 Aansprakelijkheid

De rapportage en bijbehorende berekeningen zijn alleen bestemd voor de opdrachtgever, te weten Reco Handelsonderneming B.V. te Koudekerk aan de Rijn. Toepassing en kopiëren zonder overleg en toestemming van de opdrachtgever en ondergetekende/auteur (Adviesbureau Dekker Engineering) is niet toegestaan vanwege juridische geldigheid en aansprakelijkheid.

3.0 Belastingen

3.1 Algemeen

De constructie wordt belast met permanente, nuttige en windbelasting. Per paragraaf worden de belastingen bepaald.

3.2 Blijvende belasting

De blijvende of permanente belastingen worden voor een deel door het rekenprogramma meegenomen. De steigerplanken en de extra onderdelen aan de steiger (b.v. rozetten en/of koppelingen) worden niet meegenomen in het rekenmodel. Hiervoor wordt $g_k = 0,10 \text{ kN/m}^2$ meegenomen.

De belasting wordt per staander of korteling bepaald, dit is afhankelijk van de vakmaat en breedte van de steiger. De belasting grijpt per slaghoogte aan en bedraagt: $g_k = 18+71\text{mm} * 550 \text{ kg/m}^3 + 0,10 \Rightarrow 0,60 \text{ kN/m}^2$. De belastingen worden in het scia model als vlaklast ingevoerd tpv de trappentoren en als puntlast tpv de werkvloeren en de ballast in BG2.

3.3 Veranderlijke belasting

In de berekening wordt uitgegaan van een vloerbelasting, er wordt gerekend met een loopbelasting $q_{1,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$. Er wordt tevens met een belasting op de leuning gerekend van $3,0 \text{ kN/m}$. De belastingen in BG3 ingevoerd.

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. De openheid/windreductie van de steigerconstructie wordt bepaald in bijlage 3.4-2.

Windbelasting, druk en zuiging

De windbelastingen worden in het rekenmodel per staander aangebracht. Hieronder zijn de uitgangspunten opgesomd t.b.v. de optredende windbelastingen.

Windbelasting, max. wind $q_{p(z)}$ =	Ref. 15 jaar	=	0,24	kN/m^2
Windreductie, open steiger	25,0%	=	0,25	-
Windreductie, leuning	45,0%	=	0,45	-
Winddruk, c_f		=	1,3	-

Maximale windbelasting

$q_{p(y)}c_{f,1} =$	$0,24*0,25*1,3$	=	0,08	kN/m^2
$q_{p(y)}c_{f,2} =$	$0,24*0,45*1,3$	=	0,14	kN/m^2

De windbelastingen worden in het scia model als vlaklast ingevoerd in BG4 ingevoerd.

Windbelasting ten opzichte van schaal van Beaufort

De windsnelheid betreft de maximale windbelasting is berekend op $8,4 \text{ m/s}$ en komt neer op een windkracht 5 op de schaal van Beaufort. Bij het optreden van dergelijke windkrachten dient de ruimte en steiger ontruimd te worden.

3.5 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 zowel "STR" het intern bezwijken of buitensporige vervorming van de constructie.

Anders dan NEN-EN 1990 wordt er gerekend met de belastingfactoren uit de richtlijnsteigers. Deze zijn opgenomen in tabel 3.5-1. De belastingfactoren zijn te vergelijken met gevolgklasse (CC) 1.

Combinaties	Doel	Blijvende belasting	Veranderlijke belasting	Windbelasting
Bruikbaarheidsgrenstoestand	Doorbuiging / reactiekrachten	1,0	1,0	1,0
Uiterste grenstoestand / Bezwijkpatroon (stabiliteit)	Sterkte	1,2	1,5	1,5
Uiterste grenstoestand Kantelen	Sterkte	0,9	-	1,5

Tabel 3.5-1 Combinaties en factoren

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.

Stabiliteitscombinaties

Bezwijkpatroon volgens NLCombi 2/1, $\alpha_{\text{kritisch}} = 20,18 > 1,0$
 $\alpha_{\text{kritisch}} > 1,0$ steigerconstructie stabiel.

Met bovenstaande waarden wordt het rekenpad vervolgt en een 2^e order 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 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 $\eta_{\text{cr}} = 15 \text{ mm}$ aangehouden.

4.2 Controle sterkte van de steigerconstructie

Scia Engineer geeft in het uitvoerdocument de hoogste optredende u.c. per belastingcombinatie. Een uitgebreid overzicht van de maatgevende staaf in de bijlage 4.0-1, in deze bijlage zijn tevens de u.c.'s van de koppelingen getoond.

Controle staven

u.c. NLCombi 2 = 0,94 < 1,0

Voldoet

Controle vloer

De vloer bestaat uit 18,0 mm underlayment en baddingen (71*171 mm) en worden door kortelingen ondersteund stalen liggers in de gaffels.

Vanwege het doorgaand effect van de steigerdelen wordt er afgeweken van de standaard "vergeet me nietjes".

Het maximale optredende veldmoment wordt afgezwakt tot $M_{\text{Ed}} = 1/10 * (q_k * \gamma_F) * h.o.h.^2$, het steunpuntmoment wordt als lager aangehouden en wordt niet getoetst.

Om de overspanning te verkleinen wordt er in het werk extra staanders en ligger halverwege de vakken bijgeplaatst.

$$M_{\text{Ed}} = 1/10 * (q_k * \gamma_F) * h.o.h.^2 = 1/10 * (5,0 * 1,5) * 1,03^2 = 0,80 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m;0;Rd} = M_{\text{Ed}} / W_y = (0,80 * 10^6) / (1/6 * 171 * 71^2) = 5,6 \text{ N/mm}^2 < 14,0 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Voldoet}$$

De tijdelijke trap voldoet aan de eisen met betrekking op de sterkte.

4.3 Staanderbelasting

De maximale staanderbelasting wordt uit de bijlage gehaald en bedraagt op maaiveld, $F_k = 23,7$ kN en $F_{Ed} = 34,9$ kN. Onder de voetplaten en voetspindels wordt t.b.v. de drukverdeling stophout toegepast, in de vorm steigerdelen, $l \times b \times d = 500 \times 200 \times 32$ mm.

Toetsing steigerdeel

De steigerdelen worden belast in de zwakke richting. De steigerdelen worden getoetst op druk:

$$\sigma_{c,90;d} = F_{Ed} / A = 34,9 \cdot 10^3 / (150 \cdot 150) = 1,55 \text{ N/mm}^2 < 4,6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Akkoord}$$

$f_{c,90;d} = 4,6 \text{ N/mm}^2$, zie handboekbekistingen

$$A = 150 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm} = 22500 \text{ mm}^2 \text{ (oppervlakte voetspindel)}$$

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

4.4 Ankerbelastingen

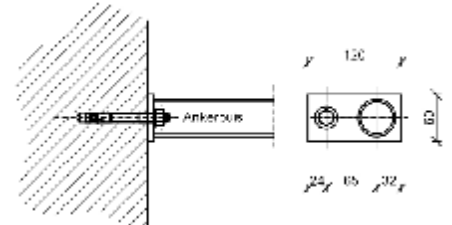
Uit het scia document worden de maximale ankerbelastingen gehaald. De verankeringen worden berekend aan de hand van de oppervlakte per verankering en de factoren benoemd in §3.4.

Verankeringen ondergrond is beton. De maximale ankerkrachten bedragen: $F_k = 3,4$ kN

Verankeringen in beton:

Toe te passen anker optie 1, ankerbuis met plaat vastzetten met bout en nylon plug:

- Wurth Superanker W-HAZ/S M8, $F_{Rd} = 5,7$ kN;
- Fischer Veiligheidsanker FH II S 12 A4, demontabel, $F_{Rd} = 5,7$ kN;
- Hilti Schroefanker HUS3-H 10x70, $F_{Rd} = 9,5$ kN;
- of gelijkwaardig.



Afbeelding 4.3-1 – Optie 1: Ankerbuis met plaat

De verankeringen bestaan uit *ankerbuizen met haak en een kort steigeroog* en/of buizen vast gelast op een plaat. De buis met plaat is door van Thiel United B.V. berekend en getest.

De maximale belasting bedraagt $F_{s,Rd} = 12,4$ kN, deze belasting is inclusief $\gamma_F = 1,5$ en $\gamma_M = 1,1$.

$$u.c. = F_k / F_{s,Rd} = 3,40 / 12,4 = 0,27 < 1,0$$

Voldoet

De voetplaat heeft een dergelijk lage stijfheid dat er geen interne arm gecreëerd wordt dus geen extra trekkracht.

Bij twijfel over de ondergrond dienen de ankers beproeft te worden volgens paragraaf 3.3.8 van de Richtlijn Steigers uitgave 10-12-2013.

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

Bijlage 3.4-1

Berekening van de representatieve windbelasting

Adviesbureau Dekker Engineering

Berekening van de representatieve windbelasting

WIND 01 ADE

De berekening is gebaseerd op NEN-EN 1991-1-4 NB2007

Windgebied	II
Terreincategorie	Ongebouwd gebied
Hoogte boven maaiveld (z)	3,5 m

1. Basiswindsnelheid.

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

Windrichtingsfactor C_{dir}	1,0 vlgs. NB 2007
Seizoenfactor C_{season}	1,0 vlgs. NB 2007
Fund.waarde b.w $V_{b,0}$	27 m/s
Basiswindsnelheid V_b	27 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	0,234
Exponent n	0,5
Tijd T	15 jaar
$p = 1 - e^{-(1/T)}$	0,0645

C_{prop}	0,92 -
------------	--------

2. Gemiddelde wind

$$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b$$

Terreinruwheid

Ruwheidsfactor $c_r(z)$	$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0)$	0,34	VOOR $z_{min} \leq z_{max}$
Terreinfactor k_r	$0,19 * (z_0/0,05)^{0,07}$	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
Gemiddelde windsnelheid $v_m(z)$	8,4 m/s

2. Turbulentie-intensiteit

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

Turbulentiefactor k_l	1,0 vlgs. NB 2007
Orografiefactor $C_{o(z)}$	1,0 vlgs. NB 2007
Ruwheidslengte z_0	0,2 m
Turbulentie-intensiteit $L_{v(z)}$	0,62

3. Extreme stuwdruk

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \times I_{v(z)}) \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m(z)^2$$

Turbulentie-intensiteit $L_{v(z)}$	0,62
Soortelijke dichtheid ρ	1,25 kg/m ³
Gemiddelde windsnelheid $v_m(z)$	8,4 m/s

Extreme stuwdruk $q_{p(z)}$	0,24 kN/m ²
-----------------------------	------------------------

Bijlage 4.0-1

Uitvoerdocument 3-D berekening



Project
Onderdeel
Auteur

16-224 Reco, Hegeman Beton en Industrie, Reno Zuid Oost Lijn, A'dam
Tijdelijke trap
ing. R.W.S. Heijmans

1. Project

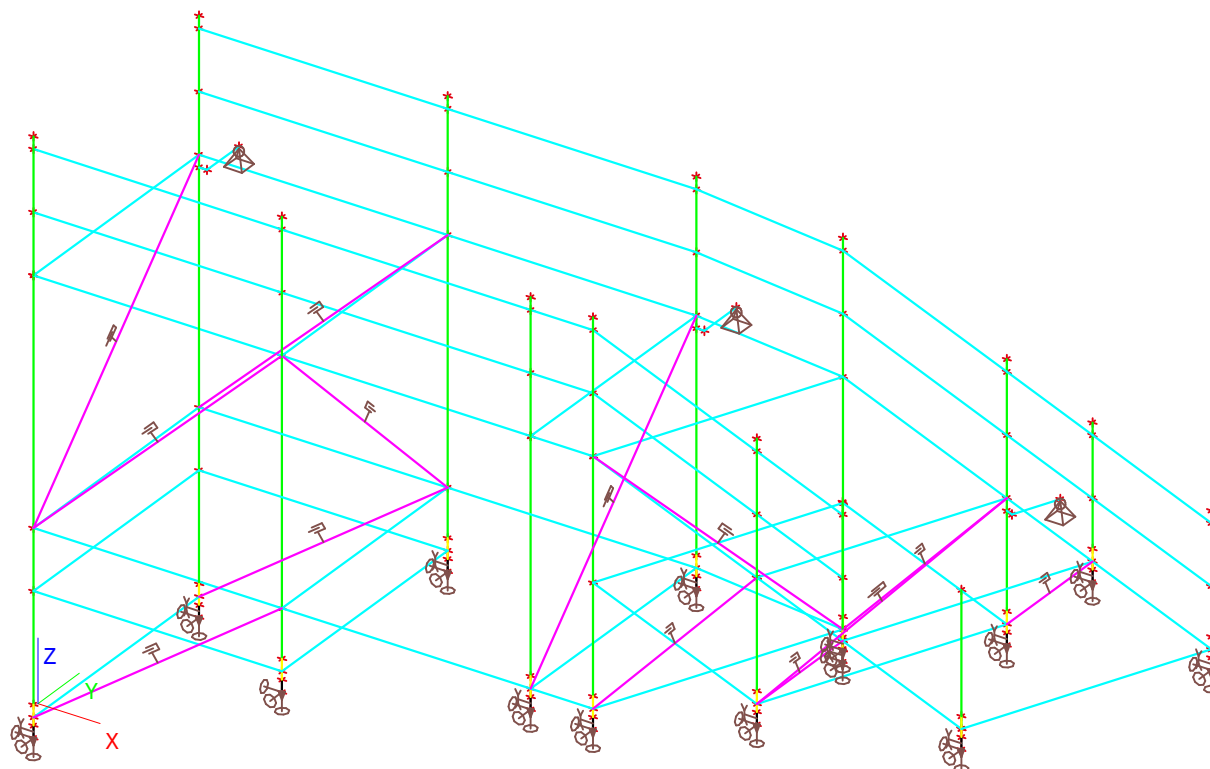
Licentienaam	Adviesbureau Dekker Engineering
Project	16-224 Reco, Hegeman Beton en Industrie, Reno Zuid Oost Lijn, A'dam
Onderdeel	Tijdelijke trap
Auteur	ing. R.W.S. Heijmans

2. Inhoudsopgave

1. Project	1
2. Inhoudsopgave	1
3. Globaal overzicht	2
3.1. Rekenmodel, 3-D impressie	2
4. Materialen en Doorsneden	2
4.1. Doorsneden	2
4.2. Materialen	5
5. Belastingen	5
5.1. Belastingsgevallen	5
5.2. BG2 / Totale waarde	6
5.3. BG3 / Totale waarde	7
5.4. BG4 / Totale waarde	8
6. Combinaties	8
6.1. Combinaties	8
6.2. Stabiliteitcombinaties	8
7. Staalcontroles	9
7.1. Staalcontrole	9
7.2. Staalcontrole	13
8. Reactiekrachten	13
8.1. Voetspindels	13
8.1.1. BGT	13
8.1.2. UGT - Sterkte	13
8.1.3. UGT - Stabiliteit	14
8.2. Verkeringen	14
8.2.1. BGT	14
8.2.2. UGT - Sterkte	14
8.2.3. UGT - Stabiliteit	14

3. Globaal overzicht

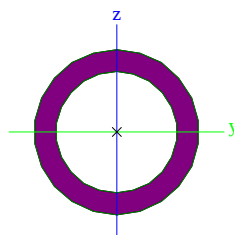
3.1. Rekenmodel, 3-D impressie



4. Materialen en Doorsneden

4.1. Doorsneden

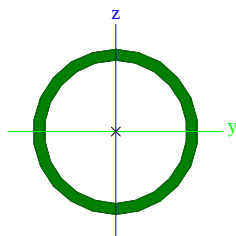
Naam	TR 38/5
Type	RO38X5
Bron omschrijving	Stahl im Hochbau / 14.Auflage Band I / Teil 1
Onderdeelmateriaal	S 235 (280)
Bouwwijze	gewalst
Knik y-y	a
Knik z-z	a
Kip	Standaard
Pas 2D EEM analyse toe	0



A [m ²]	5,1800e-04	
A y, z [m ²]	3,5830e-04	3,5830e-04
I y, z [m ⁴]	7,2200e-08	7,2200e-08
I w [m ⁶], t [m ⁴]	3,0552e-44	1,4440e-07

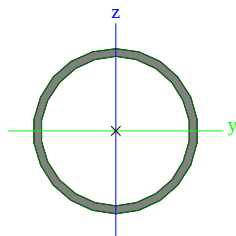
Wel y, z [m ³]	3,8000e-06	3,8000e-06
Wpl y, z [m ³]	5,4600e-06	5,4600e-06
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,1900e-01	2,0733e-01
Mply +, - [Nm]	1,54e+03	1,54e+03
Mplz +, - [Nm]	1,54e+03	1,54e+03

Naam	Liggers
Type	CFCHS48.3X3.2
Bron omschrijving	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007
Onderdeelmateriaal	S 235 liggers
Bouwwijze	koudgevormd
Knik y-y	c
Knik z-z	c
Kip	Standaard
Pas 2D EEM analyse toe	û

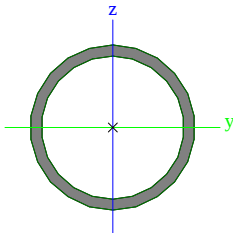


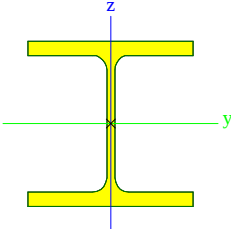
A [m ²]	4,5300e-04	
A y, z [m ²]	2,8839e-04	2,8839e-04
I y, z [m ⁴]	1,1590e-07	1,1590e-07
I w [m ⁶], t [m ⁴]	0,0000e+00	2,3055e-07
Wel y, z [m ³]	4,8000e-06	4,8000e-06
Wpl y, z [m ³]	6,5200e-06	6,5200e-06
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,5173e-01	2,8336e-01
Mply +, - [Nm]	0,00e+00	2,10e+01
Mplz +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

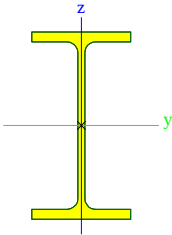
Naam	diagonalen
Type	RO48.3X2.3
Bron omschrijving	Stahl im Hochbau / 14.Auflage Band I / Teil 1
Onderdeelmateriaal	S 235
Bouwwijze	gewalst
Knik y-y	a
Knik z-z	a
Kip	Standaard
Pas 2D EEM analyse toe	û



A [m ²]	3,3200e-04	
A y, z [m ²]	2,1136e-04	2,1136e-04
I y, z [m ⁴]	8,8100e-08	8,8100e-08
I w [m ⁶], t [m ⁴]	0,0000e+00	1,7583e-07
Wel y, z [m ³]	3,6500e-06	3,6500e-06
Wpl y, z [m ³]	4,8400e-06	4,8400e-06
d y, z [mm]	0	0

c YUCS, ZUCS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	1,5173e-01	2,8901e-01
Mply +, - [Nm]	0,00e+00	2,00e+01
Mplz +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Naam	Staanders 48,3x3,2	
Type	RO48.3X3.2	
Bron omschrijving	Stahl im Hochbau / 14.Auflage Band I / Teil 1	
Onderdeelmateriaal	S 235 staanders	
Bouwwijze	gewalst	
Knik y-y	a	
Knik z-z	a	
Kip	Standaard	
Pas 2D EEM analyse toe	û	
		
A [m²]	4,5300e-04	
A y, z [m²]	2,8839e-04	2,8839e-04
I y, z [m⁴]	1,1600e-07	1,1600e-07
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	2,3055e-07
Wel y, z [m³]	4,8000e-06	4,8000e-06
Wpl y, z [m³]	6,4800e-06	6,4800e-06
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	1,5173e-01	2,8336e-01
Mply +, - [Nm]	0,00e+00	2,00e+01
Mplz +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

Naam	Stalen binten				
Type	HEB140				
Bron omschrijving	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995				
Onderdeelmateriaal	S 235				
Bouwwijze	gewalst				
Knik y-y	b				
Knik z-z	c				
Kip	Standaard				
Pas 2D EEM analyse toe	0				
					
			A [m²]	4,2960e-03	
			A y, z [m²]	3,2127e-03	1,0456e-03
			I y, z [m⁴]	1,5090e-05	5,4970e-06
			I w [m⁶], t [m⁴]	2,2479e-08	2,0060e-07
			Wel y, z [m³]	2,1560e-04	7,8520e-05
			Wpl y, z [m³]	2,4540e-04	1,1980e-04
			d y, z [mm]	0	0
			c YUCS, ZUCS [mm]	70	70
			α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	8.0500e-01	8.0530e-01			

Mply +, - [Nm]	5,77e+04	5,77e+04
Mplz +, - [Nm]	2,82e+04	2,82e+04
Naam	Leuningen	
Type	IPE120	
Bron omschrijving	ArcelorMittal / Sales Programme / Version 2012-1	
Onderdeelmateriaal	S 235	
Bouwwijze	gewalst	
Knik y-y	a	
Knik z-z	b	
Kip	Standaard	
Pas 2D EEM analyse toe	0	
		
A [m²]	1,3200e-03	
A y, z [m²]	8,4381e-04	5,3657e-04
I y, z [m⁴]	3,1800e-06	2,7700e-07
I w [m⁶], t [m⁴]	8,9000e-10	1,7400e-08
Wel y, z [m³]	5,3000e-05	8,6500e-06
Wpl y, z [m³]	6,0700e-05	1,3600e-05
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	32	60
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	4,7513e-01	4,7513e-01
Mply +, - [Nm]	1,43e+04	1,43e+04
Mplz +, - [Nm]	3,19e+03	3,19e+03

4.2. Materialen

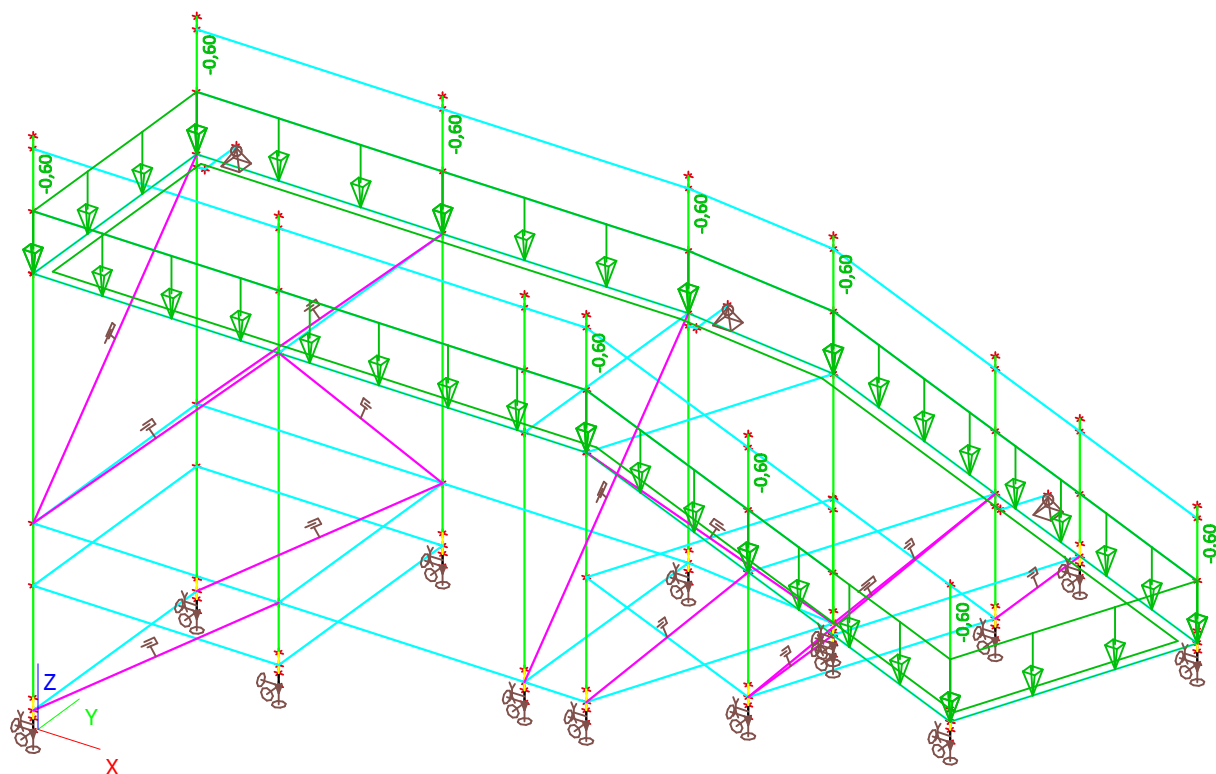
Naam	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	Fy (bereik) [MPa]	Fu (bereik) [MPa]
S 235	7850,0	2,1000e+05	0,3	8,0769e+04	0,00	0	40	235,0	360,0
S 235 staanders	9734,0	2,1000e+05	0,3	8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0
S 235 liggers	7850,0	2,1000e+05	0,3	8,0769e+04	0,00	0	40	235,0	360,0
S 235 (280)	7850,0	2,1000e+05	0,3	8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0

5. Belastingen

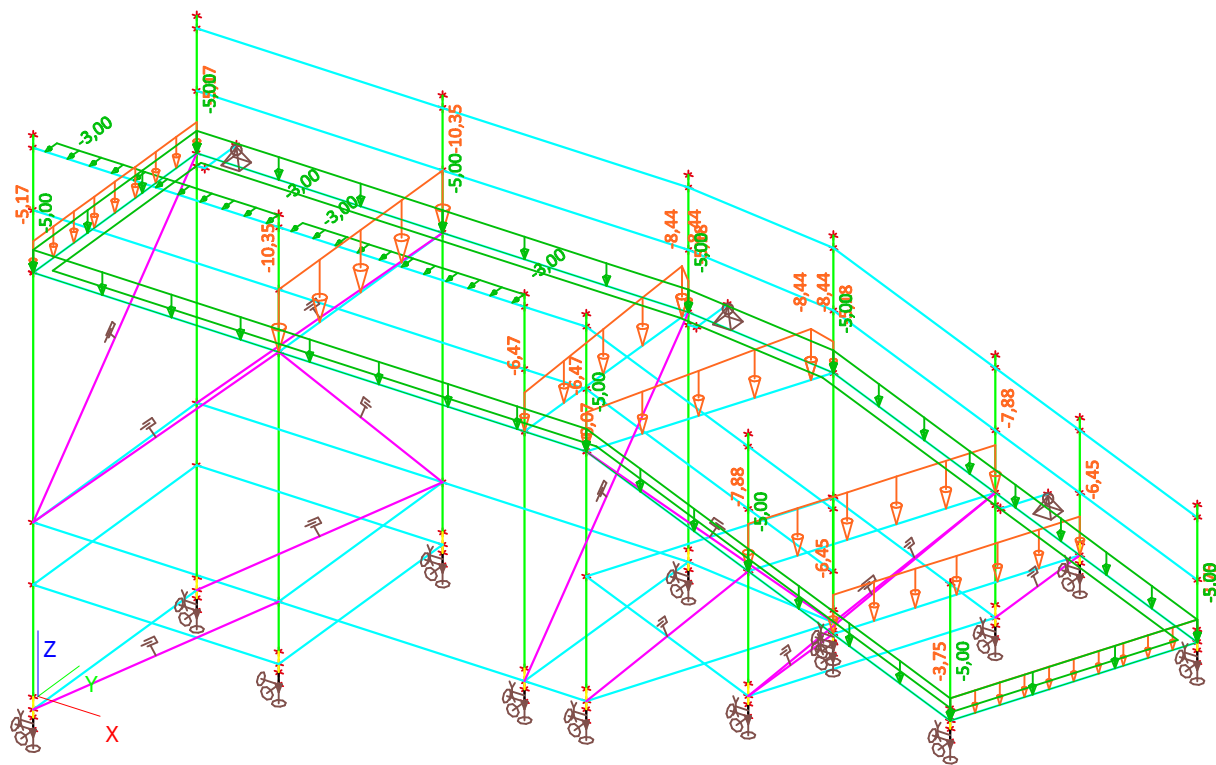
5.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
BG1	Eigen gewicht	Permanent	LG1	Eigen gewicht		-Z		
BG2	Extra eigen t.b.v. gewicht vloeren	Permanent	LG1	Standaard				
BG3	Nuttige belasting	Variabel	LG2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
BG4	Maximale windbelasting	Variabel	LG3	Statisch	Standaard		Kort	Geen

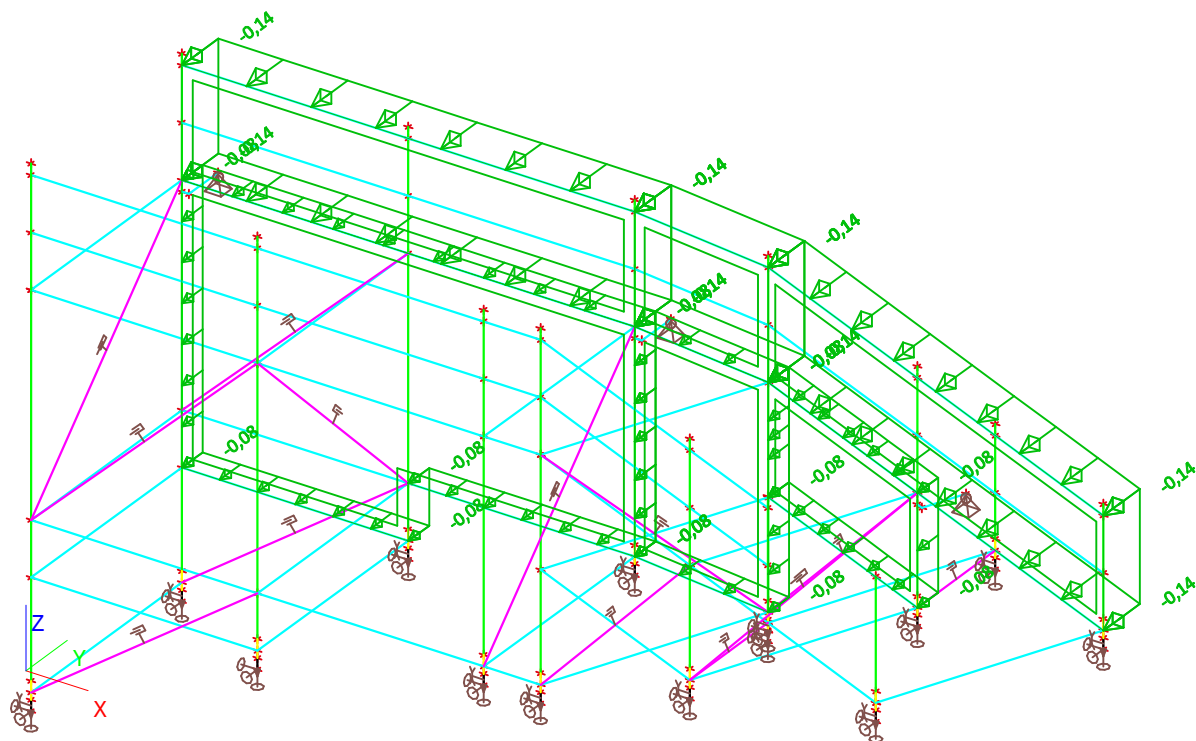
5.2. BG2 / Totale waarde



5.3. BG3 / Totale waarde



5.4. BG4 / Totale waarde



6. Combinaties

6.1. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht	1,00
		BG2 - Extra eigen t.b.v. gewicht vloeren	1,00
		BG4 - Maximale windbelasting	1,00
		BG3 - Nuttige belasting	1,00
Combi2	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	1,20
		BG2 - Extra eigen t.b.v. gewicht vloeren	1,20
		BG4 - Maximale windbelasting	1,50
		BG3 - Nuttige belasting	1,50
Combi3	Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht	0,90
		BG2 - Extra eigen t.b.v. gewicht vloeren	0,90
		BG4 - Maximale windbelasting	1,50

6.2. Stabiliteitcombinaties

Naam	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
S1	BG1 - Eigen gewicht	1,00
	BG2 - Extra eigen t.b.v. gewicht vloeren	1,00
	BG3 - Nuttige belasting	1,00
	BG4 - Maximale windbelasting	1,00
S2	BG1 - Eigen gewicht	1,20
	BG2 - Extra eigen t.b.v. gewicht vloeren	1,20

Naam	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
S2	BG3 - Nuttige belasting	1,50
	BG4 - Maximale windbelasting	1,50
S3	BG1 - Eigen gewicht	0,90
	BG2 - Extra eigen t.b.v. gewicht vloeren	0,90
	BG3 - Nuttige belasting	1,50
S1/1 - 29,16		
S1/2 - 32,87		
S1/3 - 34,44		
S1/4 - 37,17		
S2/1 - 20,18		
S2/2 - 22,77		
S2/3 - 23,57		
S2/4 - 25,27		
S3/1 - 21,15		
S3/2 - 23,67		
S3/3 - 24,51		
S3/4 - 26,12		

7. Staalcontroles

7.1. Staalcontrole

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Benoemde selectie - Alle staven
Klasse : UGT - Sterkte

EN 1993-1-1 Norm Controle

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staal	2,400	IPE120	S	NLCombi2	0,94
B	m		235		-
1610					

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

....DOORSNEDE CONTROLE:....

Kritische controle op positie 2.400 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-33,94	kN
Vy,Ed	-0,06	kN
Vz,Ed	6,31	kN
T,Ed	0,02	kNm
My,Ed	7,70	kNm
Mz,Ed	0,03	kNm

Classificatie voor doorsnede-ontwerp

Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2

Classificatie van interne delen onder druk

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	21,23
Grenswaarde klasse 1	50,87
Grenswaarde klasse 2	58,58
Grenswaarde klasse 3	90,86

=> Interne drukonderdelen klasse 1

Classificatie van uitkragende flenzen

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	3,62
-----------------------------------	------



Project
Onderdeel
Auteur

16-224 Reco, Hegeman Beton en Industrie, Reno Zuid Oost Lijn, A'dam
Tijdelijke trap
ing. R.W.S. Heijmans

Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	13,79

=> Uitkragende flenzen klasse 1

=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp

Drukcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	1,3200e-03	m ²
Nc,Rd	310,20	kN
Eenheidscontrole	0,11	-

Controle buigend moment voor My

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	6,0700e-05	m ³
Mpl,y,Rd	14,26	kNm
Eenheidscontrole	0,54	-

Controle buigend moment voor Mz

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	1,3600e-05	m ³
Mpl,z,Rd	3,20	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Dwarskrachtcontrole voor Vy

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	8,5656e-04	m ²
Vpl,y,Rd	116,22	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Dwarskrachtcontrole voor Vz

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,2952e-04	m ²
Vpl,z,Rd	85,41	kN
Eenheidscontrole	0,07	-

Torsiecontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	8,8	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,06	-

Controle voor gecombineerde afschuiving en torsie voor Vy en Tau,t,Rd

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 & 6.2.7 en formule (6.25),(6.26)

Vpl,T,y,Rd	113,16	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle voor gecombineerde afschuiving en torsie voor Vz en Tau,t,Rd

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 & 6.2.7 en formule (6.25),(6.26)

Vpl,T,z,Rd	83,17	kN
Eenheidscontrole	0,08	-

Controle voor gecombineerde buiging, axiale kracht en Dwarskracht

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 en formule (6.41)

Mpl,y,Rd	14,26	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	3,20	kNm
Beta	1,00	

Eenheidscontrole (6.41) = 0,29 + 0,01 = 0,30 -

Opmerking: Aangezien de dwarskrachten minder dan de helft van de plastische dwarskrachtweerstand bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstand en genegeerd.

Opmerking: Aangezien de axiale kracht voldoet aan beide criteria (6.33) en (6.34) van EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1(4) wordt het effect ervan op de momentweerstand bij de y-y-as genegeerd.

Opmerking: Aangezien de axiale kracht voldoet aan het criterium (6.35) van EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1(4) wordt het effect ervan op de momentweerstand bij de z-z-as genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

.....**STABILITEITSCONTROLE**.....

Classificatie voor staafknikontwerp

Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m

Classificatie van interne delen onder druk

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	21,23
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	60,58

=> Interne drukonderdelen klasse 1

Classificatie van uitkragende flenzen

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	3,62
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	13,84

=> Uitkragende flenzen klasse 1

=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp

Buigingsknikcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.1.1 en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	Zijdelings flexibel	Zijdelings stijf	
Systeemplengte L	2,400	2,400	m
Knikfactor k	2,80	0,61	
Kniklengte L _{cr}	6,719	1,465	m
Kritische Euler last N _{cr}	145,98	267,59	kN
Slankheid Lambda	136,90	101,11	
Relatieve slankheid Lambda _{rel}	1,46	1,08	
Limiet slankheid Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Knikcurve	a	b	
Imperfectie Alfa	0,21	0,34	
Reductie factor Chi	0,39	0,55	
Knikweerstand N _{b,Rd}	121,24	170,39	kN

Buigingsknikverificatie		
Oppervlakte van de doorsnede A	1,3200e-03	m ²
Knikweerstand N _{b,Rd}	121,24	kN
Eenhedscontrole	0,28	-

Torsieknikcontrole

Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Tabel van waarden		
Torsieknik lengte	2.400	m
N _{cr,T}	658.90	kN
N _{cr,TF}	145.98	kN
Relatieve slankheid Lambda _T	1.46	
Limiet slankheid Lambda ₀	0.20	
Knikkromme	b	
Imperfectie Alpha	0.34	
A	1.3200e-03	m ²
Reductie factor Chi	0.36	
Knikweerstand N _{b,Rd}	111.13	kN
Eenhedscontrole	0.31	-

Kipcontrole

Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
W _y	6.0700e-05	m ³
Elastisch kritisch moment M _{cr}	43.64	kNm
Relatieve slankheid Lambda _{LT}	0.57	
Limiet slankheid Lambda _{LT,0}	0.40	
Kip curve	a	
Imperfectie Alpha _{LT}	0.21	
Reductie factor Chi _{LT}	0.90	
Knikweerstand M _{b,Rd}	12.84	kNm
Eenhedscontrole	0.60	-

Mcr Parameters		
Kiplengte	2.400	m
k	1.00	
k _w	1.00	
C1	3.33	
C2	0.82	
C3	0.41	



Project
Onderdeel
Auteur

16-224 Reco, Hegeman Beton en Industrie, Reno Zuid Oost Lijn, A'dam
Tijdelijke trap
ing. R.W.S. Heijmans

Opmerking: C Parameters volgens ECCS 119 2006 / Galea 2002
last in zwaartepunt

Controle druk en buiging

Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	1.102	
kyz	0.307	
kzy	0.930	
kzz	0.512	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1.3200e-03	m^2
Wy	6.0700e-05	m^3
Wz	1.3600e-05	m^3
NRk	310.20	kN
My,Rk	14.26	kNm
Mz,Rk	3.20	kNm
My,Ed	7.70	kNm
Mz,Ed	-0.04	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	-0.200	
Psi z	-0.736	
Cmy	0.900	
Cmz	0.400	
CmLT	0.534	

Eenheidscontrole (6.61) = $0.28 + 0.66 + 0.00 = 0.94$

Eenheidscontrole (6.62) = $0.31 + 0.56 + 0.01 = 0.87$

Plooi controle

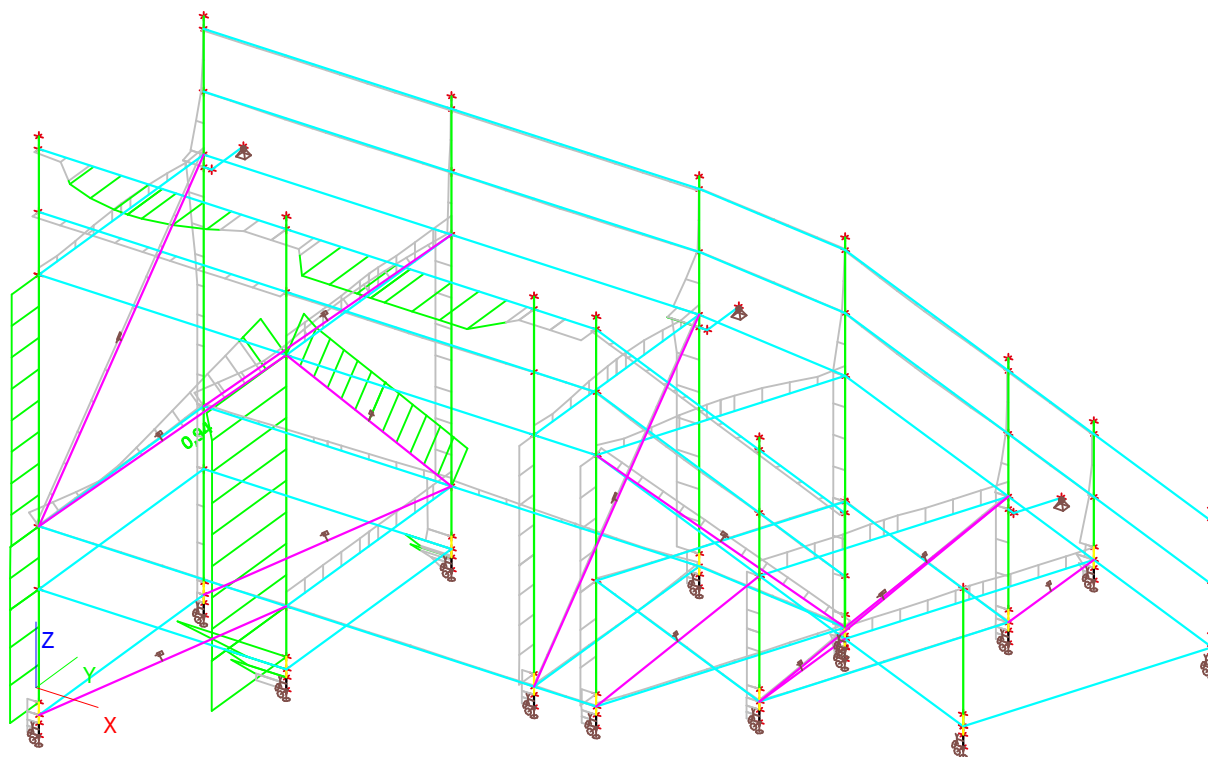
in knikveld 1

Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	24.409

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooi controle niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.

7.2. Staalcontrole



8. Reactiekrachten

8.1. Voetspindels

8.1.1. BGT

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Benoemde selectie - Voetspindels maaiveld

Klasse : BGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn118/K3108	NLCombi1	-1,04	-0,31	8,19	0,00	0,00	0,00
Sn101/N299	NLCombi1	0,28	2,73	3,06	0,00	0,00	0,00
Sn91/K1312	NLCombi1	0,17	-0,45	9,75	0,00	0,00	0,00
Sn76/N273	NLCombi1	0,08	3,03	23,69	0,00	0,00	0,00

8.1.2. UGT - Sterkte

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Benoemde selectie - Voetspindels maaiveld

Klasse : UGT - Sterkte

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn118/K3108	NLCombi2	-1,48	-0,44	11,84	0,00	0,00	0,00
Sn101/N299	NLCombi2	0,42	4,20	3,62	0,00	0,00	0,00
Sn91/K1312	NLCombi2	0,28	-0,64	14,03	0,00	0,00	0,00
Sn76/N273	NLCombi2	0,16	4,54	34,89	0,00	0,00	0,00

8.1.3. UGT - Stabiliteit

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Benoemde selectie - Voetspindels maaiveld
Klasse : UGT - Stabiliteit

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn118/K3108	NLCombi3	-0,61	-0,04	1,32	0,00	0,00	0,00
Sn117/K3102	NLCombi3	0,27	0,41	1,28	0,00	0,00	0,00
Sn113/N331	NLCombi3	-0,04	-0,07	1,87	0,00	0,00	0,00
Sn119/K3143	NLCombi3	0,12	0,27	0,83	0,00	0,00	0,00
Sn76/N273	NLCombi3	-0,02	0,34	3,03	0,00	0,00	0,00

8.2. Verkeringen

8.2.1. BGT

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Benoemde selectie - Verankeringen
Klasse : BGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn136/K3165	NLCombi1	0,17	0,27	0,06	0,00	0,00	0,00
Sn134/K3160	NLCombi1	0,55	3,42	0,00	0,00	0,00	0,00

8.2.2. UGT - Sterkte

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Benoemde selectie - Verankeringen
Klasse : UGT - Sterkte

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn136/K3165	NLCombi2	0,21	0,34	0,06	0,00	0,00	0,00
Sn134/K3160	NLCombi2	0,77	4,80	-0,02	0,00	0,00	0,00

8.2.3. UGT - Stabiliteit

Niet-lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Benoemde selectie - Verankeringen
Klasse : UGT - Stabiliteit

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn134/K3160	NLCombi3	0,08	0,56	0,04	0,00	0,00	0,00
Sn136/K3165	NLCombi3	0,32	0,51	0,05	0,00	0,00	0,00
Sn135/K3162	NLCombi3	0,19	1,12	0,03	0,00	0,00	0,00