

Berekening constructie verbouw pand aan de Churchillstraat 35 te Barneveld

Projectnummer 2026.519

Opdrachtgever L. van der Mel B.V.
Pakhuisweg 62
6745 XA
De Klomp

Datum 1-4-2026
Status Definitief
opgesteld door [REDACTED]

Behoort bij besluit van
Gemeente Barneveld  gemeente
Barneveld
Kenmerk: 2026W0798
Datum: 11-06-2026



Teunissen Ingenieursbureau B.V.
Klokkegat 37
6741 EM
Lunteren
info@teunissenib.nl
www.teunissenib.nl
[REDACTED]

Inhoudsopgave

INLEIDING / UITGANGSPUNTEN	4
1.1. INLEIDING.....	4
1.2. BIJBEHORENDE TEKENINGEN EN ADVIEZEN	4
1.3. UITGANGSPUNTEN	4
1.4. GEBRUIKTE SOFTWARE	4
1.5. GRONDWATERSTAND	4
1.6. TOEGEPASTE VOORSCHRIFTEN EN RICHTLIJNEN.....	5
1.7. OMSCHRIJVING GEBOUW.....	5
1.8. VERVORMING	5
1.9. TOEGEPASTE MATERIALEN	6
2. BELASTINGEN.....	7
2.1. BELASTINGEN.....	7
2.2. SNEEUWBELASTING	9
2.3. WINDBELASTING.....	9
3. SAMENVATTING / OVERZICHTEN	10
3.1. MAATVOERING ALGEMEEN	10
3.2. CONSTRUCTIESCHEMA'S.....	10
3.3. OVERZICHT DAK.....	11
3.4. OVERZICHT 2 ^E VERDIEPINGSVLOER.....	12
3.5. OVERZICHT 1 ^E VERDIEPINGSVLOER.....	13
3.7. OVERZICHT BEGANE GRONDVLOER BESTAAND.....	14
3.8. OVERZICHT BESTAANDE KELDER	15
4. BEREKENING CONSTRUCTIE BOVENBOUW.....	16
4.1. STABILITEIT.....	16
4.2. DOORSNEDE DAK EN GORDINGEN IN OVERSTEK	16
4.3. BALKLAAG DAKKAPEL	16
4.4. RANDBALK DAKKAPEL	17
4.5. KANAALPLAAT 2 ^E VERDIEPING.....	17
4.6. BALKLAAG LINKERZIJDE NAAST KANAALPLAATVLOER	18
4.7. BALKLAAG RECHTERZIJDE	19
4.8. BALKLAAG RECHTERZIJDE T.P.V. BADKAMER	20
4.9. CONTROLE STAALCONSTRUCTIE LINKERZIJDE	21
Bestaande doorsnede	21
Nieuwe doorsnede	22
4.10. LIGGER 2 ^E VERDIEPING RECHTERZIJDE	22
4.11. LATEI GEVELS RECHTERZIJDE	23
4.12. BALKLAAG GALERIJ/BALKON	24
4.13. STAALCONSTRUCTIE GALERIJ.....	25
4.14. BETONBALKEN 2 ^E VERDIEPING	26
5. BEREKENING CONSTRUCTIE ONDERBOUW	27
5.1. POEREN ONDER GALERIJ	27
5.2. BESTAANDE FUNDERING.....	28
5.3. FUNDERING LINKERZIJDE.....	29
5.4. FUNDERING RECHTERZIJDE VOOR- EN ACHTERGEVEL.....	30
5.5. CONTROLE GEWICHT OP FUNDERING TUSSENWAND RECHTERZIJDE	31
EINDE RAPPORTAGE (EXCL. BIJLAGEN)	33
6. BIJLAGEN	I
Doorsnede dak en gordingen overstek.....	I
Doorsnede dak dakkapel.....	II

Randbalk dakkapel	III
Balklaag linkerzijde naast kanaalplaatvloer	IV
Balklaag rechts	V
Balklaag rechts t.p.v. badkamer	VI
Staalconstructie links bestaand	VII
Staalconstructie links nieuw	VIII
Stalen liggers 2 ^e verdiepingsvloer	IX
Balklaag galerij	X
Staalconstructie galerij.....	XI

Inleiding / uitgangspunten

1.1. Inleiding

Deze berekening betreft de berekening van de verbouw/uitbreiding van een pand aan de Churchillstraat 35 te Barneveld.

1.2. Bijbehorende tekeningen en adviezen

Onderdeel:	Projectnr:	Datum:	Partij:
Tekening	2025-057	23-10-2025	L. van der Mel B.V.

1.3. Uitgangspunten

De opbouw van het pand bestaat in hoofdzaak uit de volgende onderdelen:

- Plat dak : Balklaag v.v. beschot
- Verd.vloer : Bestaand kanaalplaat met cementdekvloer
: Nieuw houten balklaag met estrich, geen cementdekvloer, uitgezonderd
badkamer!
- B.g.vloer : Betonvloer
- Casco : Metselwerk/HSB
- Fundatie : Bestaande kelder op palen gefundeerd

1.4. Gebruikte software

Voor de berekeningen wordt waar nodig gebruik gemaakt van de software-applicaties van Technosoft Deventer BV en/of Struct4u BV. De betreffende versie staat vermeldt in de uitvoer.

1.5. Grondwaterstand

De grondwaterstand wordt aangehouden gelijk met aanlegniveau fundering.

1.6. Toegepaste voorschriften en richtlijnen

Eurocode 0: Grondslagen

NEN-EN 1990 Grondslagen van het constructief ontwerp

Eurocode 1: Belastingen op constructies

NEN-EN 1991-1-1 Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen

NEN-EN 1991-1-2 Belasting bij brand

NEN-EN 1991-1-3 Sneeuwbelasting

NEN-EN 1991-1-4 Windbelasting

NEN-EN 1991-1-5 Thermische belasting

NEN-EN 1991-1-7 Buitengewone belastingen (botsing, explosie)

Eurocode 2: Betonconstructies

NEN-EN 1992-1-1 Algemene regels en regels voor gebouwen

NEN-EN 1992-1-2 Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Eurocode 3: Staalconstructies

NEN-EN 1993-1-1 Algemene regels en regels voor gebouwen

NEN-EN 1993-1-2 Ontwerp en berekening van constructies bij brand

NEN-EN 1993-1-8 Ontwerp en berekening van verbindingen

Eurocode 5: Houtconstructies

NEN-EN 1995-1-1 Algemene regels en regels voor gebouwen

NEN-EN 1995-1-2 Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Eurocode 6: Metselwerkconstructies

NEN-EN 1996-1-1 Algemene regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk

NEN-EN 1996-1-2 Ontwerp en berekening van metselwerkconstructies bij brand

Eurocode 7: Geotechnische ontwerp

NEN-EN 1997-1-1 Algemene regels

1.7. Omschrijving gebouw

Functiebeschrijving:	Woning/kantoor
Gevolgklasse:	CC2
Betrouwbaarheidsklasse:	RC2 (K _{FI} = 1,0)
Referentieperiode:	50 jaar

1.8. Vervorming

Voor de vervorming van de diverse constructie-onderdelen worden de grenswaarden gehanteerd conform NEN-EN 1990: 2002 Bijlage A2.

- | | |
|--|---|
| - Bijkomende doorbuiging van vloeren: | $u_{bij} \leq 0,003 l_{rep}$ |
| - Bijkomende doorbuiging van vloeren met scheidingswanden: | $u_{bij} \leq 0,002 l_{rep}$ |
| - Bijkomende doorbuiging van daken: | $u_{bij} \leq 0,004 l_{rep}$ |
| - Einddoorbuiging van vloeren en daken: | $u_{eind} \leq 0,004 l_{rep}$ |
| - Horizontale doorbuiging: | $u \leq h / 300$ per bouwlaag |
| | $u \leq h / 500$ voor het gehele gebouw |

1.9. Toegepaste materialen

Onderstaande kwaliteiten gelden als minimum kwaliteiten, tenzij in de berekening en/of tekeningen anders is vermeld.

Beton:

Fundering	C20/25
Vloeren, wanden e.d.	volgens berekening / tekening
Voegmortel	K70

Metselwerk:

Kalkzandsteen	CS12
Druksterkte	12N/mm ²
Gelijmd aangebracht	

PorisoStuc	
Druksterkte	15 N/mm ²
Gelijmd aangebracht	

Staal:

Walsprofielen	S235
Kokerprofielen	S275
Buisprofielen	S275
SFB-liggers	S355
Boutkwaliteit	8.8
Ankerkwaliteit	4.6

Hout:

Gezaagd hout	C24
Gelamineerd hout	GL28h

2. Belastingen

2.1. Belastingen

Schuin dak

Pannen, dakplaat

$$\frac{0,80 \text{ kN/m}^2}{0,80 \text{ kN/m}^2}$$

H Daken - niet toegankelijk

$$\frac{0,00 \text{ kN/m}^2}{0,00 \text{ kN/m}^2} \quad \psi_0 \quad 0,00$$

2e verdiepingvloer bestaand

Afwerkvloer	30 mm	0,60 kN/m ²
Kanaalplaat	180 mm	2,25 kN/m ²
Plafond + leidingen		0,25 kN/m ²
		3,10 kN/m²

B Kantoorruimte - kantoorruimte

$$\frac{4,00 \text{ kN/m}^2}{4,00 \text{ kN/m}^2} \quad \psi_0 \quad 0,50$$

2e verdiepingvloer nieuw

Afwerkvloer	30 mm	0,60 kN/m ²
Estrichdelen		0,30 kN/m ²
Kanaalplaat	180 mm	2,25 kN/m ²
Plafond + leidingen		0,25 kN/m ²
		3,40 kN/m²

B Kantoorruimte - kantoorruimte

$$\frac{4,00 \text{ kN/m}^2}{4,00 \text{ kN/m}^2} \quad \psi_0 \quad 0,50$$

2e verdiepingvloer badkamer

Afwerkvloer	80 mm	1,60 kN/m ²
Vloerhout + balken		0,35 kN/m ²
Plafond + leidingen		0,15 kN/m ²
		2,10 kN/m²

A Woon- en verblijfsruimte - vloeren
Lichte scheidingswanden $\leq 1,0 \text{ kN/m}$

$$\frac{1,75 \text{ kN/m}^2}{2,25 \text{ kN/m}^2} \quad \psi_0 \quad 0,50$$

2e verdiepingvloer hout

Estrichdelen		0,30 kN/m ²
Vloerhout + balken		0,35 kN/m ²
Plafond + leidingen		0,15 kN/m ²
		0,80 kN/m²

A Woon- en verblijfsruimte - vloeren
Lichte scheidingswanden $\leq 1,0 \text{ kN/m}$

$$\frac{1,75 \text{ kN/m}^2}{2,25 \text{ kN/m}^2} \quad \psi_0 \quad 0,50$$

1e verdiepingvloer bestaand

Afwerkvloer	30 mm	0,60 kN/m ²	
Kanaalplaat	180 mm	2,25 kN/m ²	
Plafond + leidingen		0,25 kN/m ²	
		3,10 kN/m ²	
B Kantoorruimte - kantoorruimte		2,00 kN/m ²	
		2,00 kN/m ²	ψ_0 0,50

1e verdiepingvloer nieuw

Estrichdelen		0,30 kN/m ²	
Afwerkvloer	30 mm	0,60 kN/m ²	
Kanaalplaat	180 mm	2,25 kN/m ²	
Plafond + leidingen		0,25 kN/m ²	
		3,40 kN/m ²	
B Kantoorruimte - kantoorruimte		2,50 kN/m ²	
Lichte scheidingswanden $\leq 1,0$ kN/m		0,50 kN/m ²	
		3,00 kN/m ²	ψ_0 0,50

Begane grondvloer bestaand

Afwerkvloer	30 mm	0,60 kN/m ²	
Betonvloer	200 mm	4,80 kN/m ²	
Plafond + leidingen		0,20 kN/m ²	
		5,60 kN/m ²	
B Kantoorruimte - kantoorruimte		2,00 kN/m ²	
		2,00 kN/m ²	ψ_0 0,50

Begane grondvloer nieuw

Afwerkvloer	30 mm	0,60 kN/m ²	
Betonvloer	200 mm	4,80 kN/m ²	
Plafond + leidingen		0,20 kN/m ²	
		5,60 kN/m ²	
B Kantoorruimte - kantoorruimte		2,50 kN/m ²	
Lichte scheidingswanden $\leq 1,0$ kN/m		0,50 kN/m ²	
		3,00 kN/m ²	ψ_0 0,50

Gevels, MW, puien

Metselwerk	100 mm	2,00 kN/m ²	
Metselwerk	200 mm	4,00 kN/m ²	
HSB		1,00 kN/m ²	

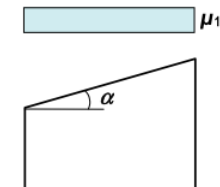
2.2. Sneeuwbelasting

Plat dak / Lessenaardak

Dakhelling: **0,0** °

$$\mu_1 = \mathbf{0,80}$$

$$q_1 = \mathbf{0,56} \text{ kN/m}^2$$



2.3. Windbelasting

Windgebied : III
Terreincategorie : III bebouwd
 $q_{p(8,9m)}$: 0,53kN/m²

3. Samenvatting / overzichten

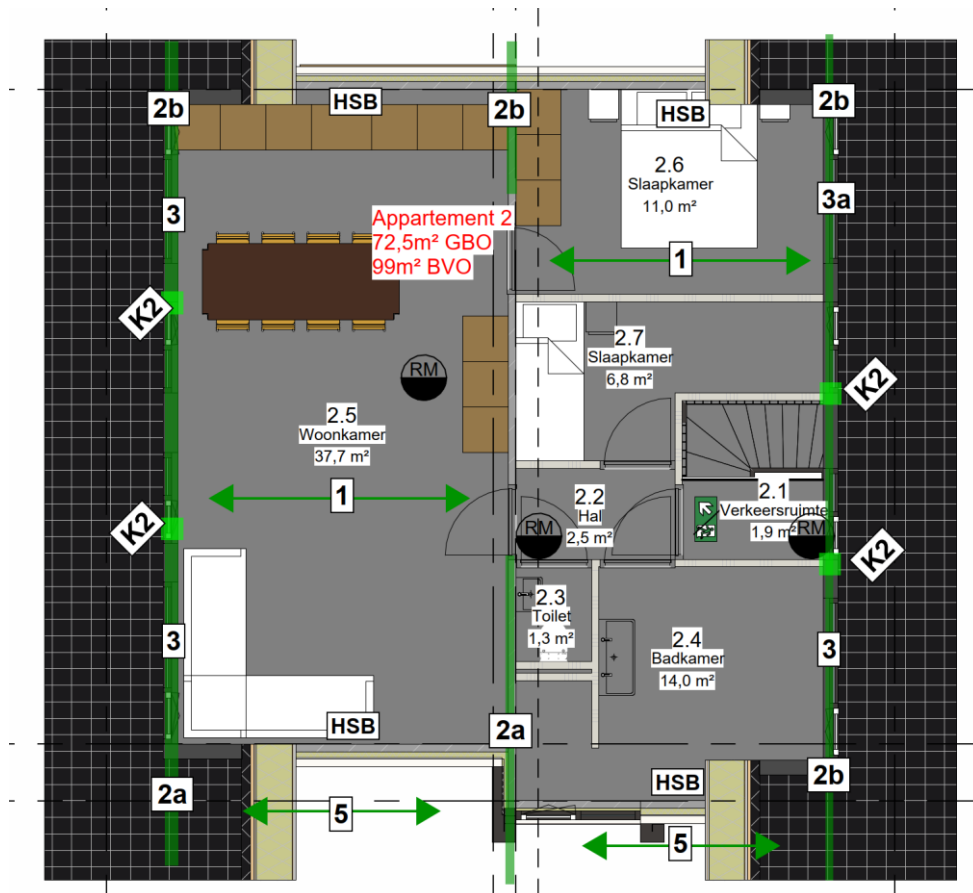
3.1. Maatvoering algemeen

- Maatvoering gebaseerd op tekening architect;
- Maatvoering architect gaat boven maatvoering constructeur
- Verschillen in maatvoering melden
- Bij (aansluiting op) bestaand werk maatvoering in het werk controleren

3.2. Constructieschema's

- De in deze berekeningen aanwezige schema's zijn bedoeld voor informatieoverdracht en dienen (uitsluitend) aan belanghebbende partijen, samen met de ontwerp-berekeningen beschikbaar te worden gesteld.
- Ze zijn niet voor uitvoering bestemd.
- Niet-constructieve informatie kan niet van onze tekeningen worden afgelezen en gebruikt.
- Afwijken van aangegeven constructieve uitgangspunten en schema's altijd in overleg met Teunissen Ingenieursbureau.

3.3. Overzicht dak



- 1 : Balklaag 71x196, C24, h.o.h. 610mm, v.v. beschot 18mm
2a : Gording 2x 71x196, C24, verlijmen, minimaal 3,0m doortrekken naar binnen
2b : Gording 1x 71x196, C24, minimaal 2,0m doortrekken naar binnen
Gordingen onder dakplaat aanbrengen. Dakplaat doorgaand in dubbel overstek

- 3 : Raveling boven kozijnen 71x196, C24
: Balk onder kozijnen n.t.b. uitkragend in overstek
3a : Raveling boven kozijnen 2x 71x221, C24
: Balk onder kozijnen n.t.b. uitkragend in overstek

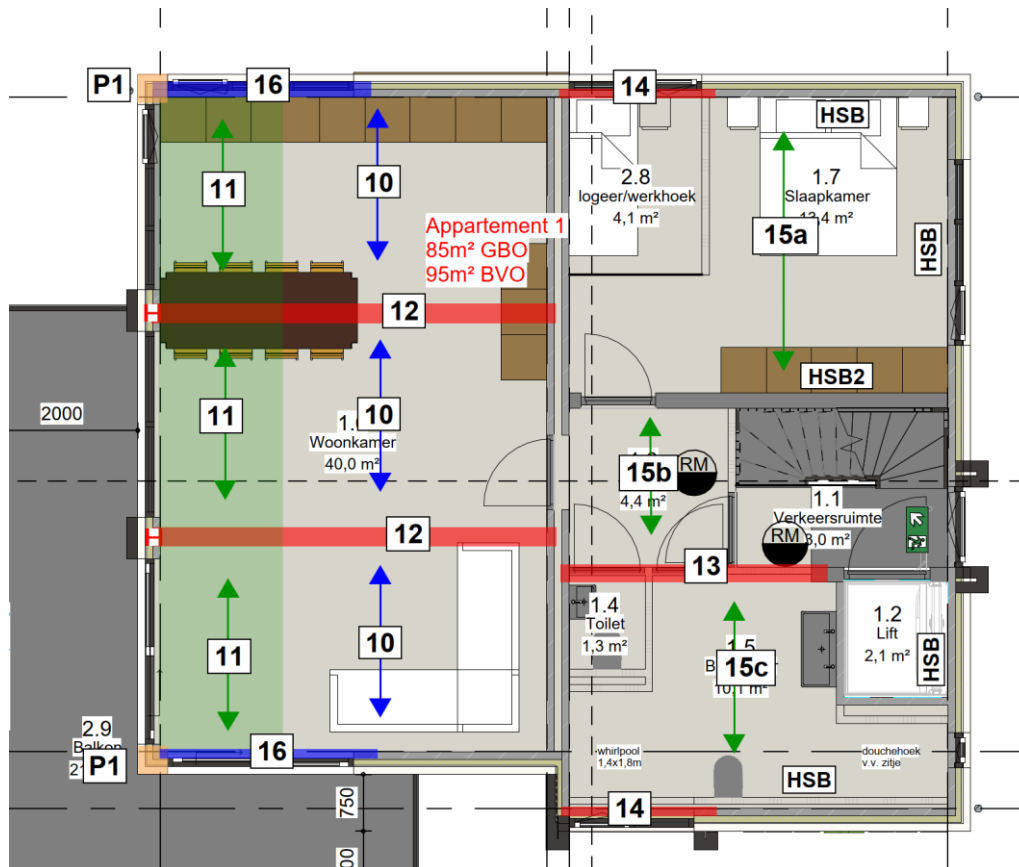
- 4 : Nokgording n.t.b. uitkragend in overstek
4 : Sporen of prefab dakplaat, volgens leverancier

HSB : Stijlen 38x235, C24, h.o.h. 610mm

K2 : Stijlen 2x 28x120, C24

Uitwerking kap ter controle aan Teunissen IB

3.4. Overzicht 2^e verdiepingvloer

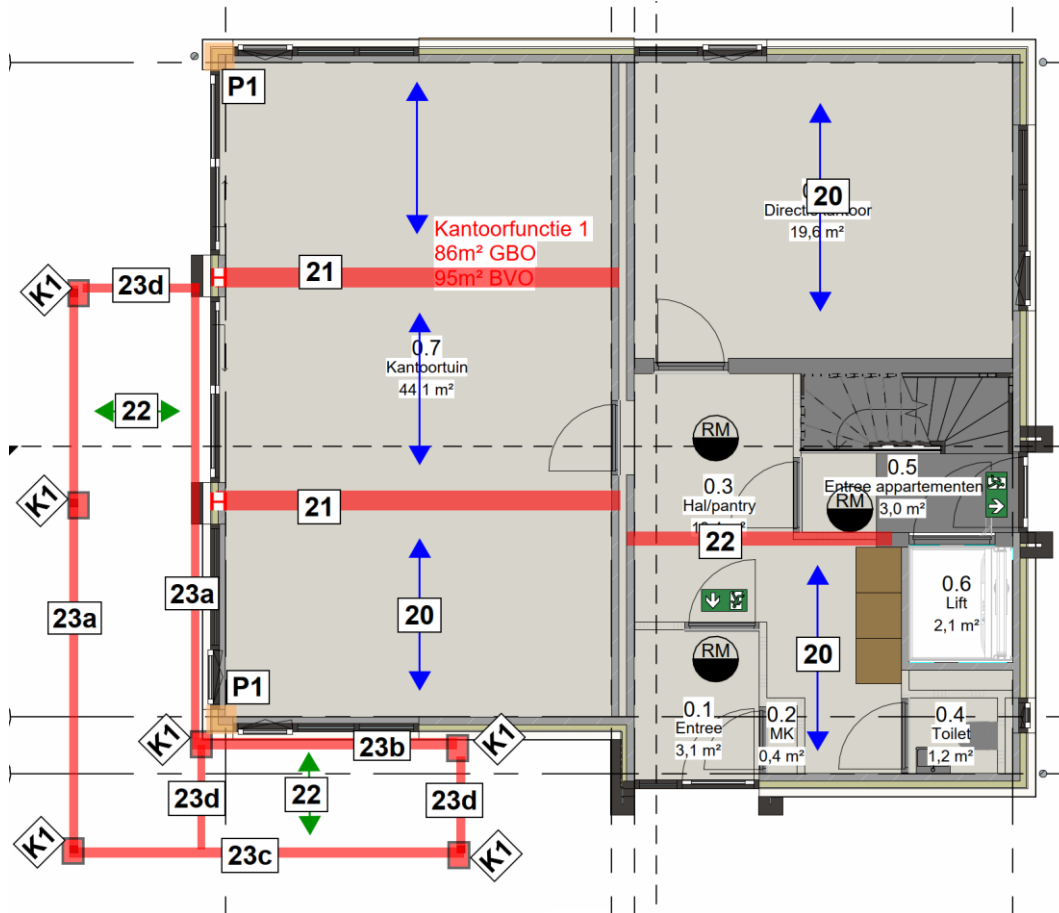


10	: Vloer	bestaande kanaalplaatvloer
11	: Balklaag	71x171, C24, v.v. beschoot/estrich
12	: Ligger	bestaande HEA220 handhaven
13	: Ligger	HEA140
14	: Latei	L150/100/10, opl. Op dubbele stijlen Of 2x 71x196, C24
15a	: Balklaag	71x196, C24, h.o.h. 408mm, v.v. beschoot/estrich
15b	: Balklaag	71x196, C24, h.o.h. 610mm, v.v. beschoot/estrich
15c	: Balklaag	71x196, C24, h.o.h. 408mm, v.v. Zwaluwstaartvloer 60mm
16	: Balk	Bestaande betonbalk 200x250mm handhaven
P1	: Penant	gemetseld penant, i.h.w. controleren. Geen halfsteens! Wand vertand uitgevoerd als dragend penant. Bij twijfel contact opnemen
HSB	: Stijlen	38x235, C24, h.o.h. 610mm
HSB2	: Stijlen	38x90, C24, h.o.h. 610mm

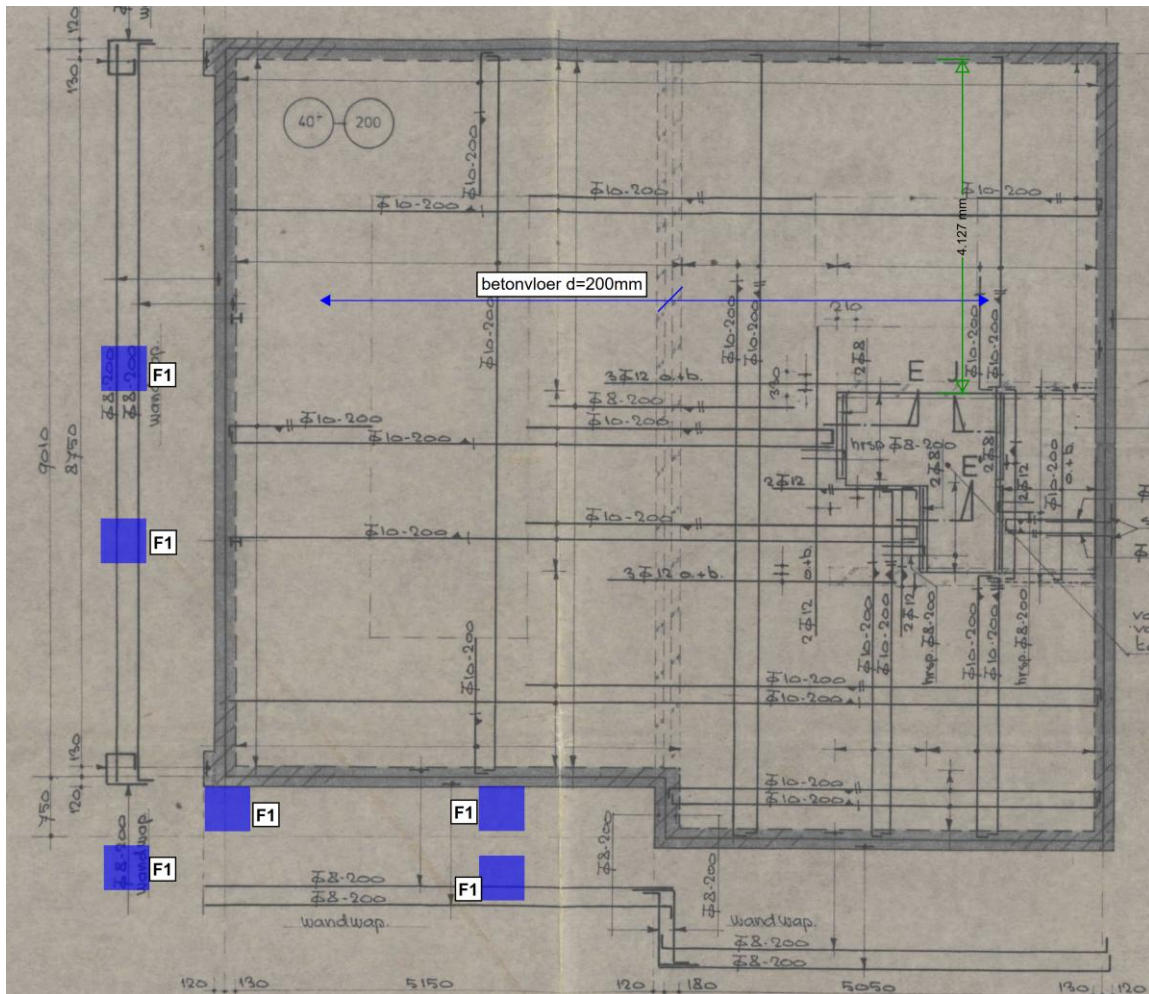
Buitenblad rechterzijde verwijderen en vervangen voor HSB-wand vanaf 1^e verdiepingvloer i.v.m. constructieve sterkte + gewichtstoename op de fundering.

Onder knieschot overall een dubbele balk aanbrengen

3.5. Overzicht 1^e verdiepingvloer

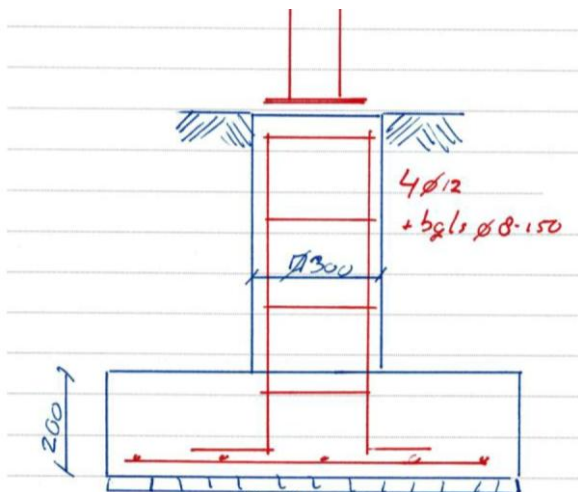


3.7. Overzicht begane grondvloer bestaand



Bestaand kelderdek handhaven

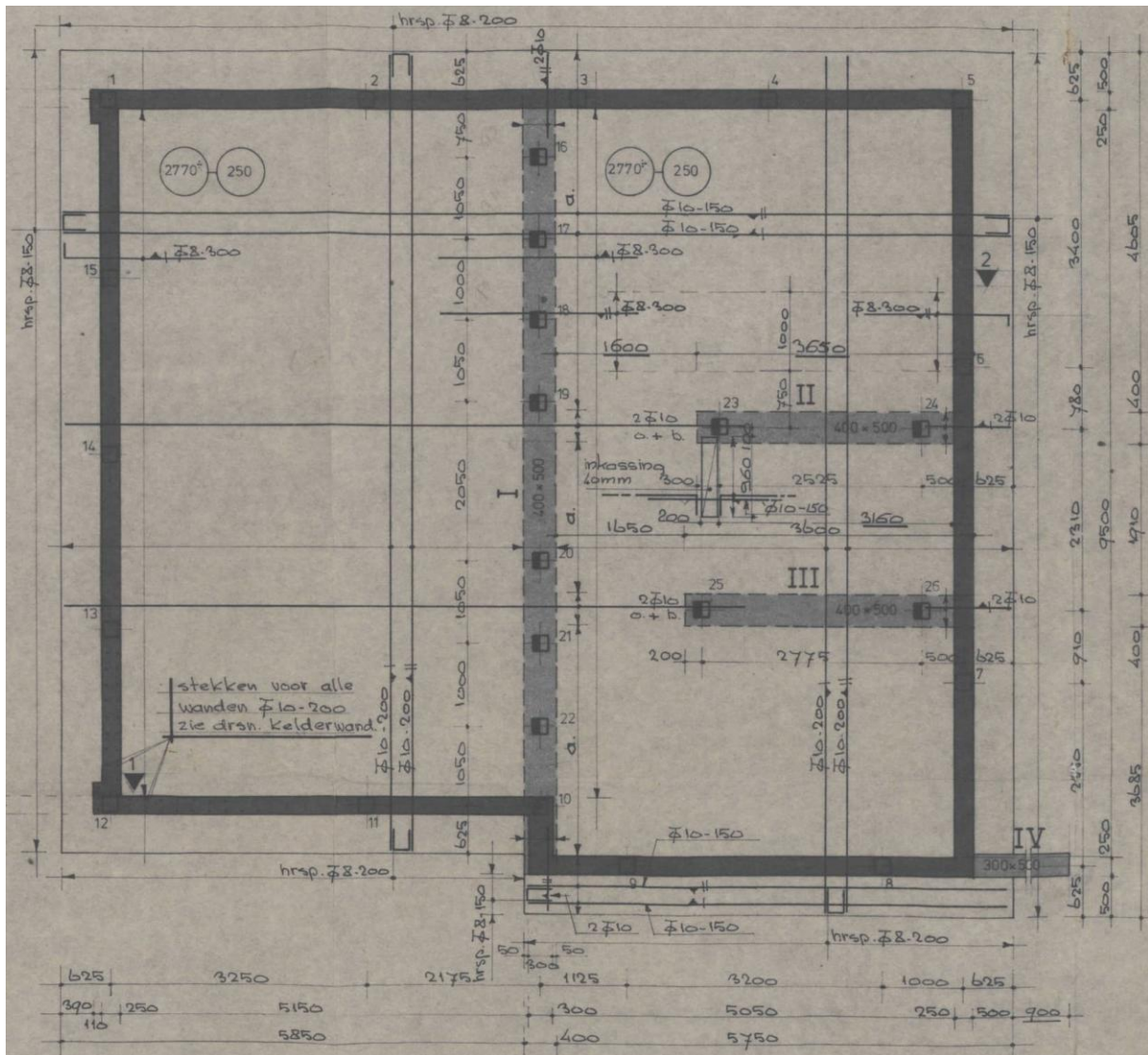
F1 Plaat 600x600x 200mm, v.v. #Ø8-150 onderin
 Stiep 300x300, v.v. 4Ø12 in hoeken + bgls Ø8-150



Grondslag i.h.w. te controleren d.m.v. handsonderen.

Minimaal benodigde conusweerstand: 6,0 MPa op 60 cm beneden aanlegniveau
(oplopend met toenemende diepte)

3.8. Overzicht bestaande kelder



4. Berekening Constructie bovenbouw

4.1. Stabiliteit

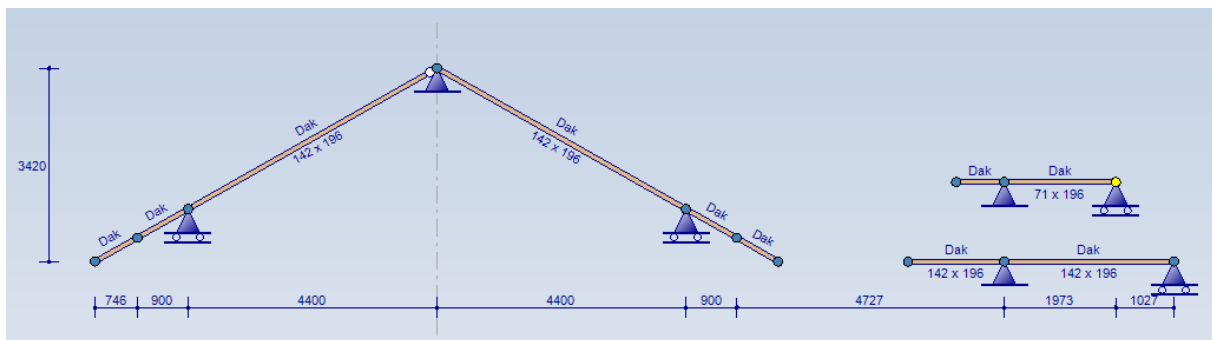
De verbouwing heeft geen invloed op de stabiliteit van het geheel. In beide richtingen zijn voldoende wanden aanwezig.

4.2. Doorsnede dak en gordingen in overstek

Belastingen:

$q_{q;dak} : 0,80 \text{ kN/m}^2$

$q_{q;dak} : \text{Generator, conform de NEN-EN 1991}$



- Dakplaat : Volgens leverancier
- Gordingen : 2x 71x196, C24, bij groot overstek
: 1x 71x196, C24, bij klein overstek
: Gordingen onder dakplaat aanbrengen

Voor de berekening zie bijlage I.

4.3. Balklaag dakkapel

Belastingen:

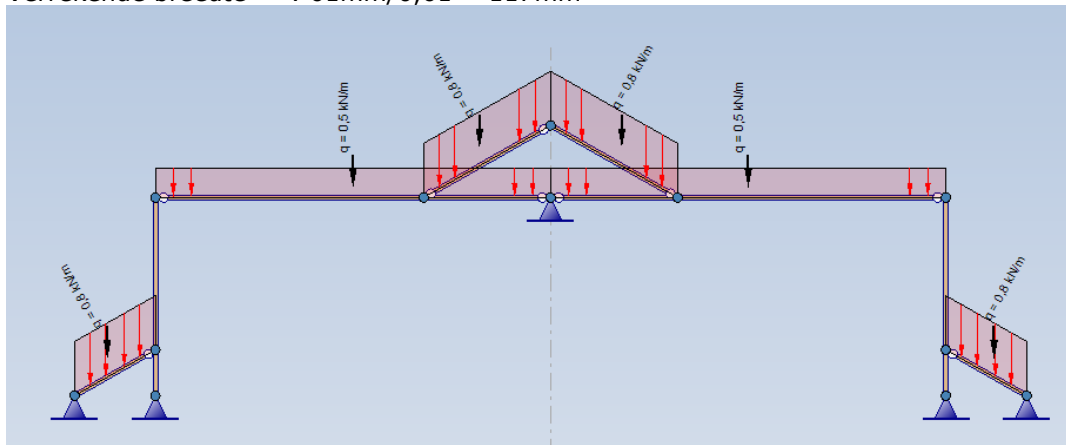
$q_{q;dak} : 0,80 \text{ kN/m}^2$

$q_{q;dak} : \text{Generator, conform de NEN-EN 1991}$

$q_{q;plattendak} : 0,50 \text{ kN/m}^2$

$q_{q;plattendak} : 1,0 \text{ kN/m}^2$

Verrekende breedte : $61 \text{ mm} / 0,61 = 117 \text{ mm}$



- Balklaag : 71x196, C24, h.o.h. 610mm, v.v. beschot 18mm

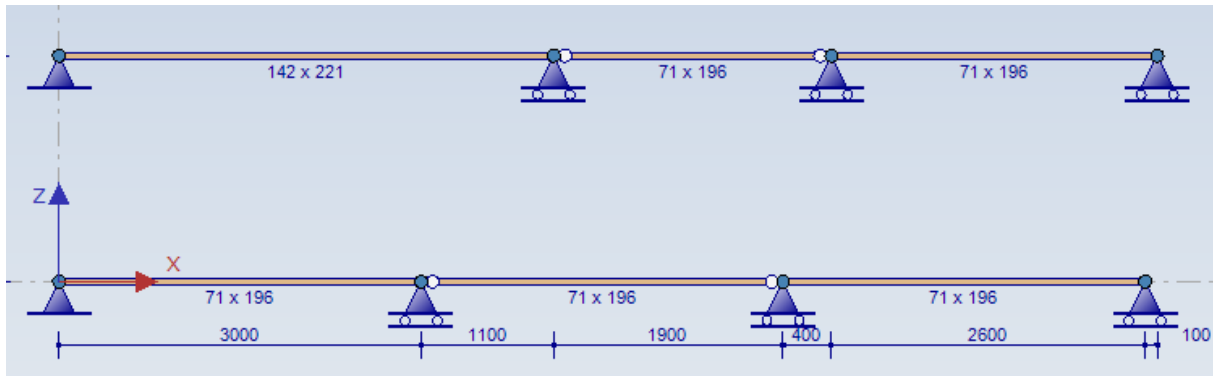
Voor de berekening zie bijlage II.

4.4. Randbalk dakkapel

Belastingen (uit doorsnede dakkapel)

$q_{g;dak} : 1,8 \text{ kN/m}^1$

$q_{q;dak} : 2,0 \text{ kN/m}^1$



- Randbalk : 71x196, C24
 - T.p.v. l=4,1m 2x71x221 toepassen, verlijmen en schroeven

Voor de berekening zie bijlage III.

4.5. Kanaalplaat 2^e verdieping

De bestaande 2^e verdiepingvloer is uitgerekend met een veranderlijke belasting van 400 kg/m^2 . Zie onderstaand screenshot uit de oorspronkelijke berekening.

<u>Zoldervloer:</u>		
Afwerking :	$0,03 \cdot 20$	= 0,60
Leidingen		= 0,25
e.g. systeem vloer E.B.M.		= 2,25
Nuttige bel.		= 4,00
q_D	$= 7,10 \cdot 1,7$	= 12,10 kN/m'

In de nieuwe situatie zal het een woonfunctie betreffen. Hiervoor wordt 225 kg/m^2 aangehouden. Er wordt tevens een estrichvloer toegepast á 30 kg/m^2 .

De bestaande vloer is geschikt voor de nieuwe situatie.

4.6. Balklaag linkerzijde naast kanaalplaatvloer

Belastingen:

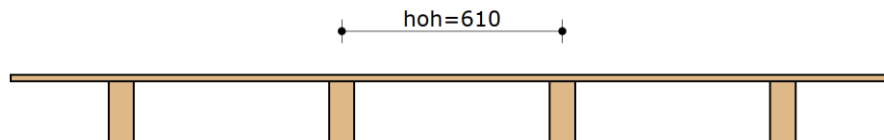
$q_{g;vloer} : 0,80 \text{ kN/m}^2$

$q_{q;vloer} : 2,25 \text{ kN/m}^2$

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag links

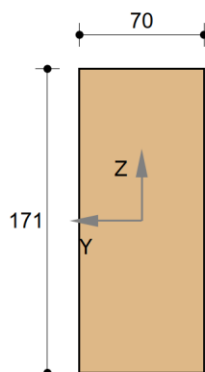
Geometrie



Dagmaat 2900 mm
H.o.h afstand 610 mm

Opleglengte 75 mm
Dikte vloerhout 18 mm

70 x 171



Materiaalgegevens

Sterkteklasse	C24
Klimaatklasse	1
Materiaaltype	Gezaagd hout; $\gamma_M = 1,30$; $k_{def} = 0,60$
Elasticiteitsmodulus	$E = 11000 \text{ N/mm}^2$

➤ Balklaag : 71x171, C24, h.o.h. 610mm, v.v. estrich/beschot

Voor de berekening zie bijlage IV.

4.7. Balklaag rechterzijde

Belastingen:

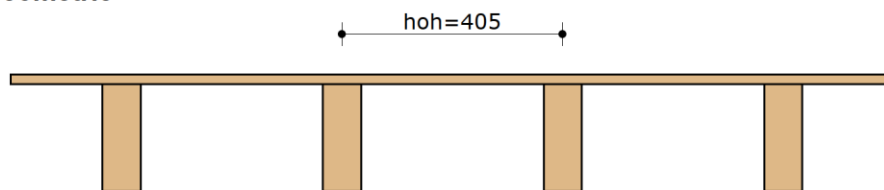
$q_{g;vloer} : 0,80 \text{ kN/m}^2$

$q_{q;vloer} : 2,25 \text{ kN/m}^2$

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag rechts

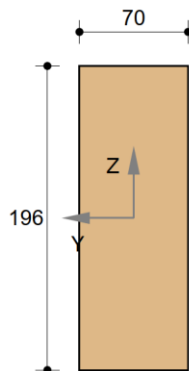
Geometrie



Dagmaat 3900 mm
H.o.h afstand 405 mm

Opleglengte 75 mm
Dikte vloerhout 18 mm

70 x 196



Materiaalgegevens

Sterkteklasse C24
Klimaatklasse 1
Materiaaltype Gezaagd hout; $\gamma_{ma} = 1,30$; $k_{def} = 0,60$
Elasticiteitsmodulus $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

➤ Balklaag : 71x196, C24, h.o.h. 405mm, v.v. estrich/beschot

Voor de berekening zie bijlage V.

4.8. Balklaag rechterzijde t.p.v. badkamer

Belastingen:

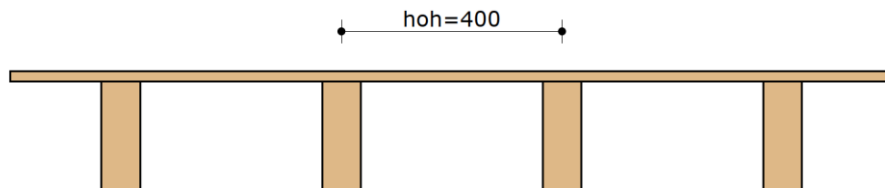
$q_{g;vloer}$: 2,10kN/m²

$q_{q;vloer}$: 2,25kN/m²

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag rechts

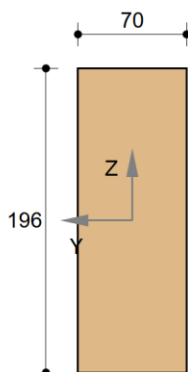
Geometrie



Dagmaat 2900 mm
H.o.h afstand 400 mm

Opleglengte 75 mm
Dikte vloerhout 18 mm

70 x 196



Materiaalgegevens

Sterkteklasse C24
Klimaatklasse 1
Materiaaltype Gezaagd hout; $\gamma_M = 1,30$; $k_{def} = 0,60$
Elasticiteitsmodulus $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

➤ Balklaag : 71x196, C24, h.o.h. 405mm, v.v. zwaluwstaart/cementdekvloer

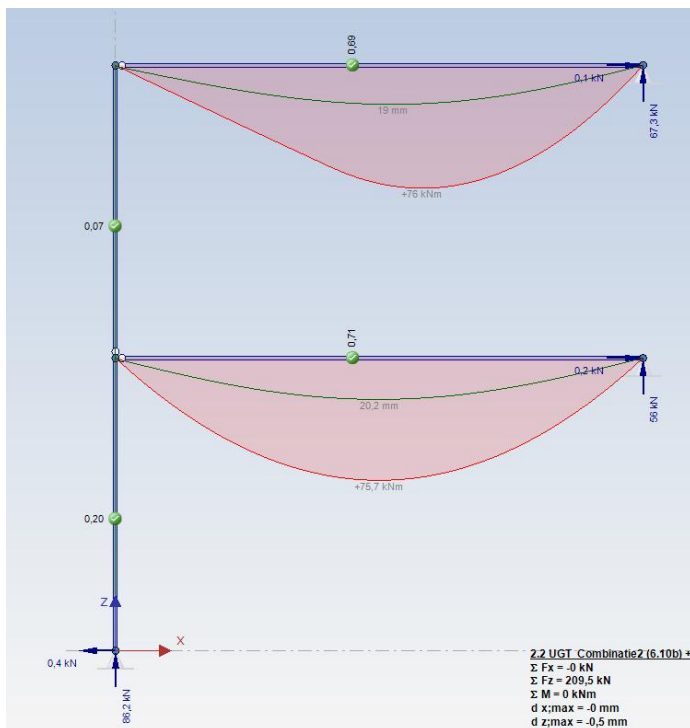
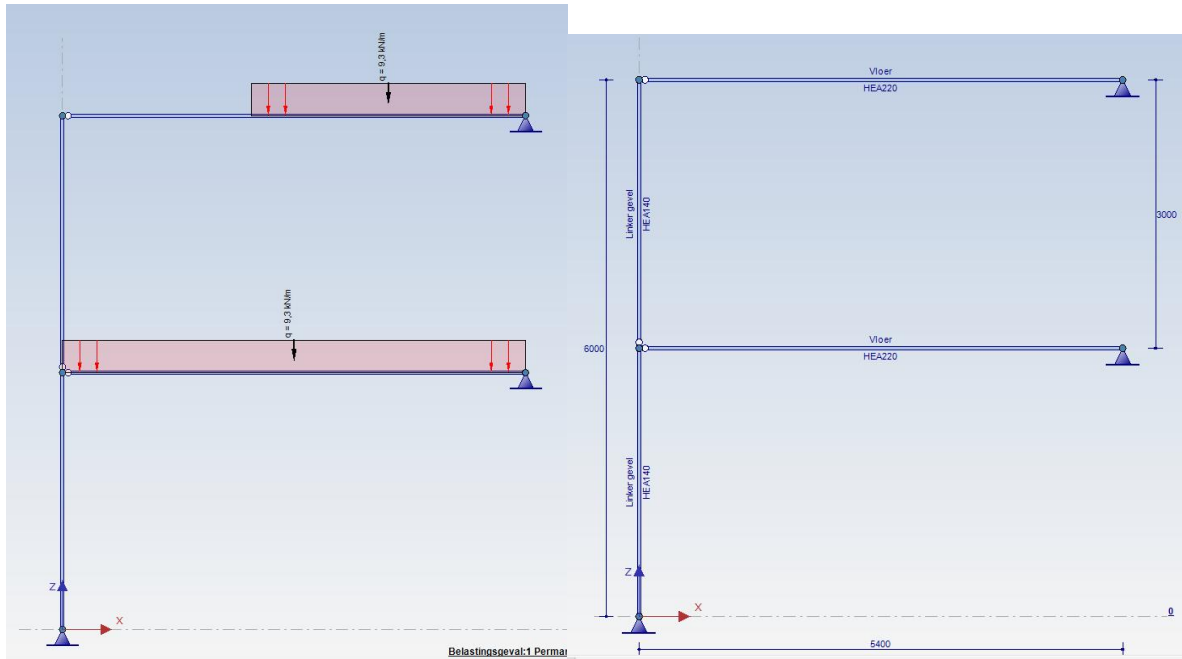
Voor de berekening zie bijlage VI.

4.9. Controle staalconstructie linkerzijde

Bestaande doorsnede

Belastingen:

$$\begin{aligned} Q_{g;2e} \text{ vloer} &: 3,0\text{m} \times 3,1\text{kN/m}^2 = 9,3\text{kN/m}^1 \\ Q_{q;2e} \text{ vloer} &: 3,0\text{m} \times 4,0\text{kN/m}^2 = 12,0\text{kN/m}^1 \\ Q_{g;1e} \text{ vloer} &: 3,0\text{m} \times 3,1\text{kN/m}^2 = 9,3\text{kN/m}^1 \\ Q_{q;1e} \text{ vloer} &: 3,0\text{m} \times 2,0\text{kN/m}^2 = 6,0\text{kN/m}^1 \end{aligned}$$



Voor de berekening zie bijlage VII.

Nieuwe doorsnede

Belastingen:

$$Q_{g;2e \text{ vloer};beton} : 3,0m \times 3,4kN/m^2 = 10,2kN/m^1$$

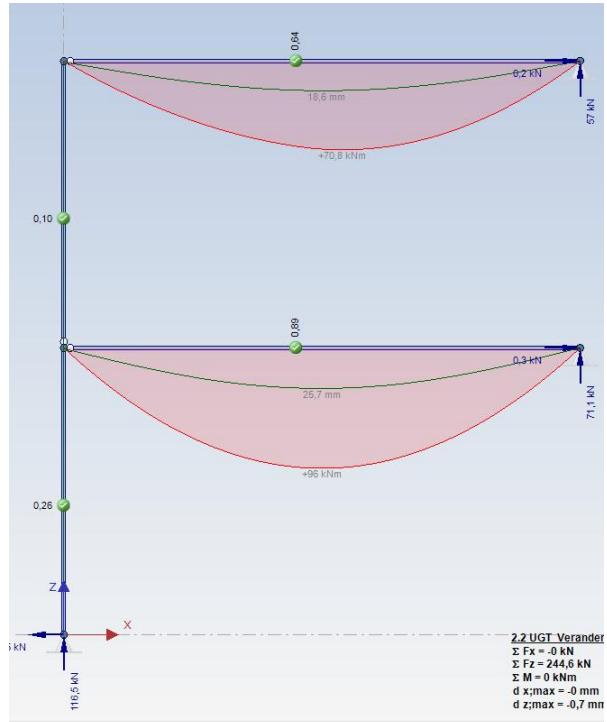
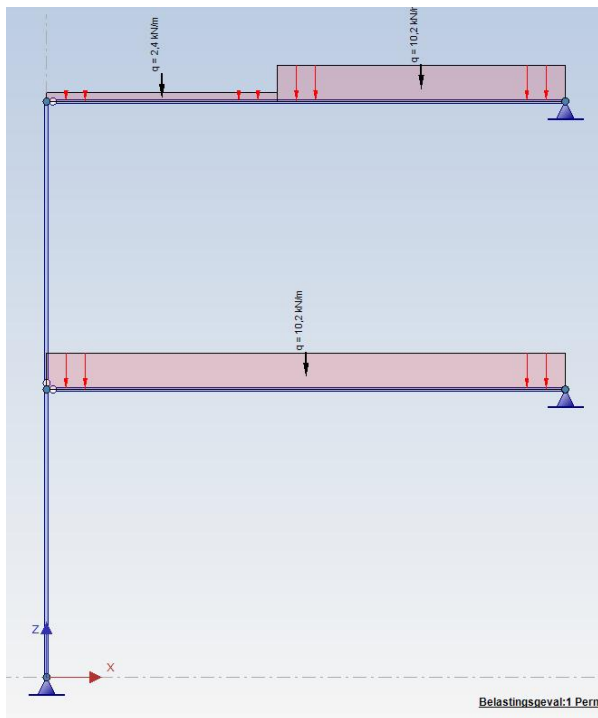
$$Q_{q;2e \text{ vloer};beton} : 3,0m \times 2,25kN/m^2 = 6,75kN/m^1$$

$$Q_{g;2e \text{ vloer};hout} : 3,0m \times 0,8kN/m^2 = 2,4kN/m^1$$

$$Q_{q;2e \text{ vloer};hout} : 3,0m \times 2,25kN/m^2 = 6,75kN/m^1$$

$$Q_{g;1e \text{ vloer}} : 3,0m \times 3,4kN/m^2 = 10,2kN/m^1$$

$$Q_{q;1e \text{ vloer}} : 3,0m \times 3,0kN/m^2 = 9,0kN/m^1$$



- De bestaande staalconstructie is voldoende sterk voor de nieuwe situatie.

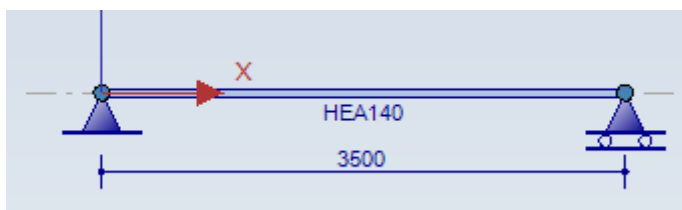
Voor de berekening zie bijlage VIII.

4.10. Ligger 2^e verdieping rechterzijde

Belastingen:

$$Q_{g;vloer} : 2,6m \times 2,10kN/m^2 = 5,5kN/m^1$$

$$Q_{q;vloer} : 2,6m \times 2,25kN/m^2 = 5,9kN/m^1$$



- Ligger : HEA140

Voor de berekening zie bijlage IX.

4.11. Latei gevels rechterzijde

Belastingen:

$$q_{g;\text{vloer}} : 1,6\text{m} \times 2,10\text{kN/m}^2 = 3,4\text{kN/m}^1$$

$$q_{q;\text{vloer}} : 1,6\text{m} \times 2,25\text{kN/m}^2 = 3,6\text{kN/m}^1$$

$$q_{g;\text{wand}} : 5,0\text{kN/m}^1$$



- Latei : L150/100/10, opl. 150mm

Voor de berekening zie bijlage IX.

4.12. Balklaag galerij/balkon

Belastingen:

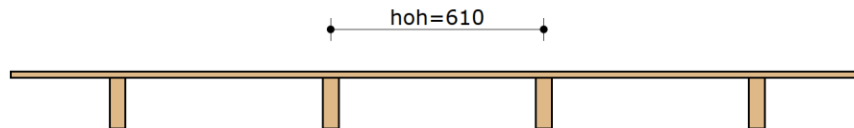
$q_{g;vloer}$: 1,00kN/m²

$q_{q;vloer}$: 2,50kN/m²

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag galerij

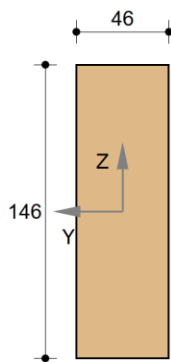
Geometrie



Dagmaat 1700 mm
H.o.h afstand 610 mm

Opleglengte 75 mm
Dikte vloerhout 18 mm

46 x 146



Materiaalgegevens

Sterkteklasse C24

Klimaatklasse 2

Materiaaltype Gezaagd hout; $\gamma_M = 1,30$; $k_{def} = 0,80$; $k_h = 1,01$

Elasticiteitsmodulus $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

➤ Balklaag : 46x146, C24, h.o.h. 610mm

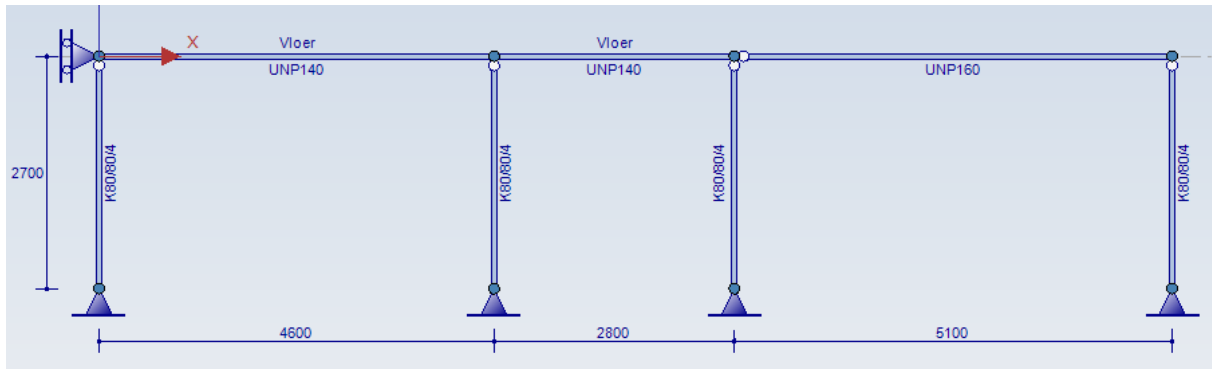
Voor de berekening zie bijlage IX.

4.13. Staalconstructie galerij

Belastingen:

$$q_{g;\text{vloer}} : 0,9\text{m} \times 1,0\text{kN/m}^2 = 0,9\text{kN/m}^1$$

$$q_{q;\text{vloer}} : 0,9\text{m} \times 2,5\text{kN/m}^2 = 2,3\text{kN/m}^1$$

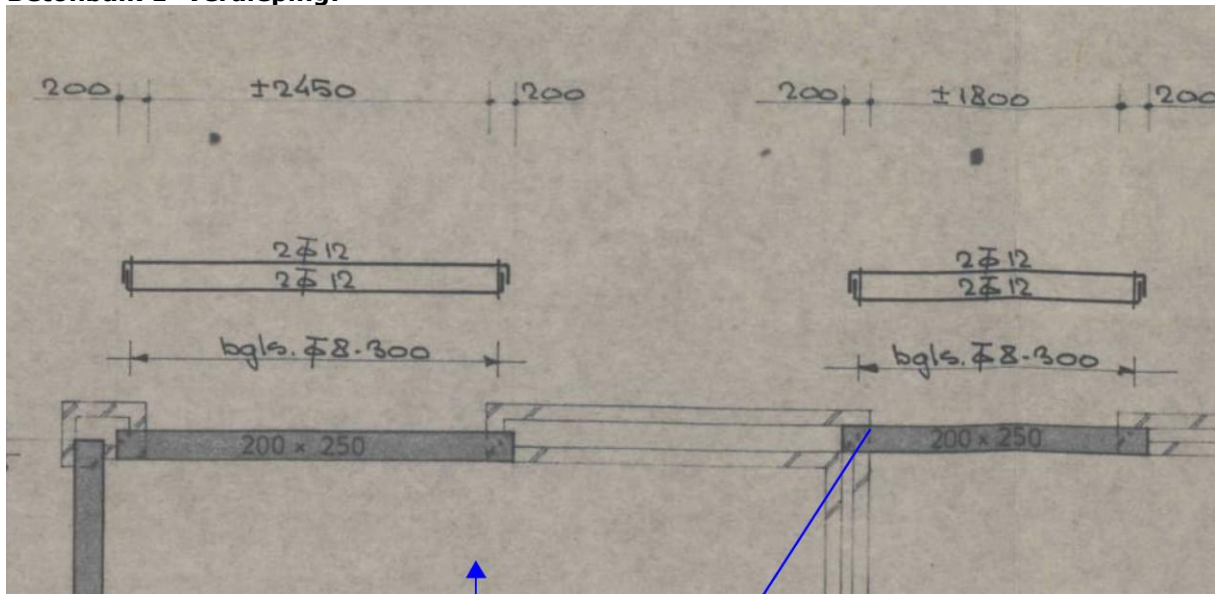


- Liggers : UNP140/160
- Kolom : K80/80/4

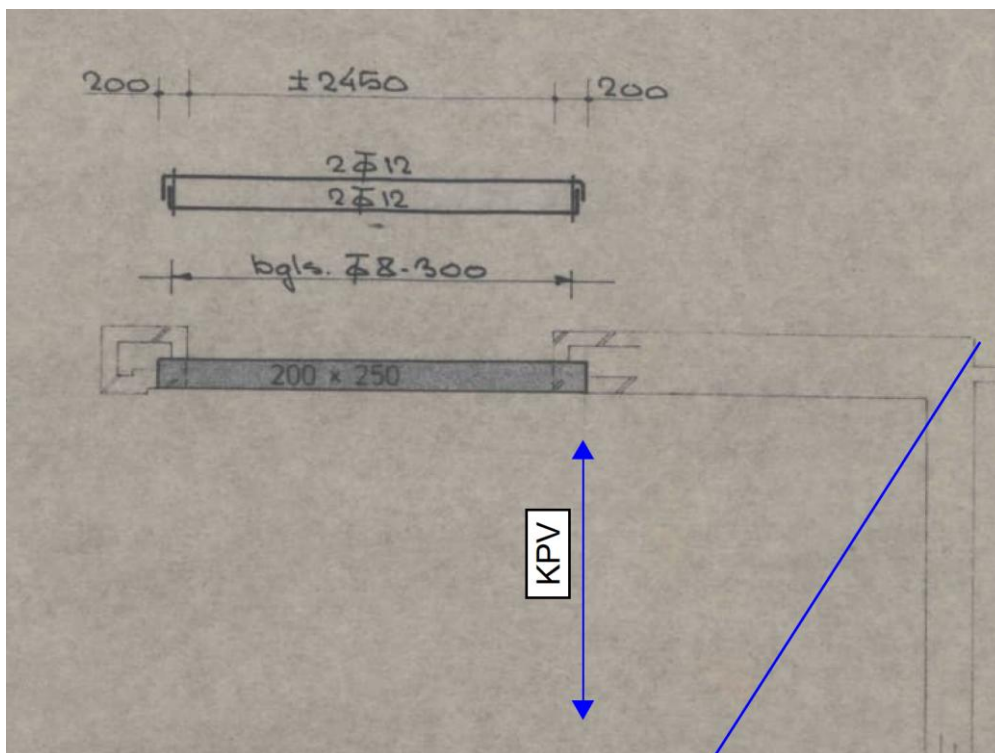
Voor de berekening zie bijlage XI.

4.14. Betonbalken 2^e verdieping

Betonbalk 1^e verdieping:



Betonbalk 2^e verdieping:



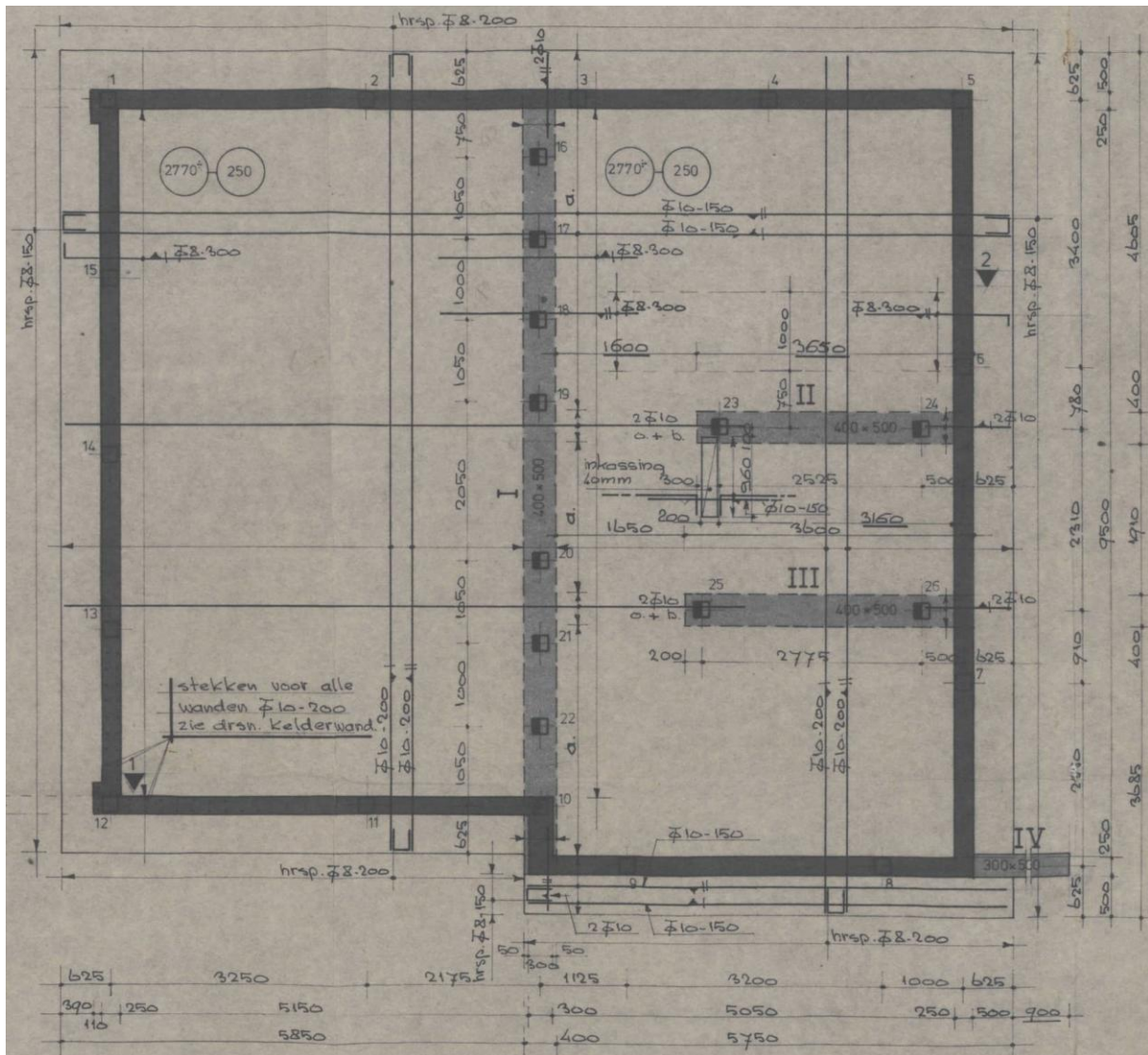
- De betonbalken van beide verdiepingen zijn gelijk uitgevoerd. De 2^e verdiepingvloer heeft dezelfde veranderlijke belasting maar een lager eigen gewicht door deels beton/deels hout.
- Er kan worden aangenomen dat de toegepaste betonlateien geschikt zijn voor het dragen van de verdiepingvloer

5. Berekening constructie onderbouw

5.1. Poeren onder galerij

<u>Poer</u>	<u>nr.</u>	<u>P1</u>
Belasting	[kN]	30
afmeting plaat		
- lengte	[mm]	600
- breedte	[mm]	600
- dikte	[mm]	200
- lengte opstort	[mm]	200
- breedte opstort	[mm]	200
grondspanning		
- gronddekking	[mm]	400
- grondsp. $\sigma_{gd,d}$	[kN/m ²]	83,3
- grondsp. $\sigma_{gd,max}$	[kN/m ²]	140,9
- u.c.		0,59
Hoofdwapening		
- $M_{Ed,x}$	[kNm]	2,6
- $M_{Ed,y}$	[kNm]	2,6
- d	[mm]	157
- z	[mm]	156
- basiswapening		#ø8-150
- bijlegwapening		---
- $A_{s,ben}$	[mm ²]	38
- $A_{s,aanw}$	[mm ²]	335
- u.c.		0,11
Dwarskracht		
- $V_{Ed,x}$	[kN]	3,58
- $V_{Ed,y}$	[kN]	3,58
- $V_{Ed,x}$	[N/mm ²]	0,02
- $V_{Ed,y}$	[N/mm ²]	0,02
- V_{min}	[N/mm ²]	0,44
- $V_{Rd,c}$	[N/mm ²]	0,44
- u.c.		0,05
Pons		
- $V_{Ed,1d}$	[kN]	9,7
- $V_{Ed,2d}$	[kN]	0,0
- $V_{Ed,u1d}$	[N/mm ²]	0,03
- $V_{Ed,u2d}$	[N/mm ²]	0,00
- d_{eff}	[mm]	157
- V_{min}	[N/mm ²]	0,44
- $V_{Rd,c,1d}$	[N/mm ²]	0,89
- $V_{Rd,c,2d}$	[N/mm ²]	0,44
- $V_{Rd,max}$	[N/mm ²]	2,94
- u.c.		0,04
Scheurvorming		
- $M_{Ed,max}$	[kNm]	2,6
- M_{freq}	[kNm]	2,2
- $\sigma_{s,freq}$	[N/mm ²]	41
- s_{toe}	[mm]	150
- s_{max}	[mm]	300
- $\phi_{km,toe,eq}$	[mm]	8
- $\phi_{km,max}$	[mm]	32
- Toets		voldoet

5.2. Bestaande fundering



Indien de NEN8700 CC2 verbouw wordt aangehouden is de gewichtstoename 0,6% en hiermee akkoord.

5.4. Fundering rechterzijde voor- en achtergevel

Lijnlast fundering bestaand voorgevel rechts

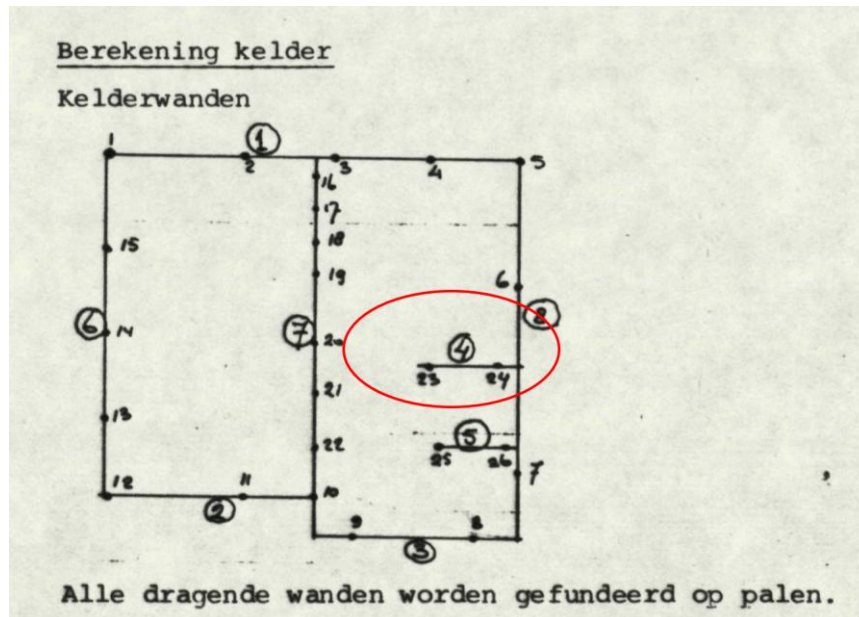
Lijnlast fundering bestaand voorgevel rechts										6.10a	6.10b
Omschrijving	x	L	B	pb	vb	ψ_0	G _k	Q _k	Q _k ; ψ_0	Q _{k1} + $\Sigma Q_{ki}; \psi_0$	
	[-]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	
Schuin dak		1,60	----	0,85	1,00	0,0	1,4	1,6	0,0	0,0	
1e verdiepingvloer bestaand		1,60	----	3,10	2,00	0,5	5,0	3,2	1,6	3,2 *	
Begane grondvloer bestaand		1,60	----	5,60	2,00	0,5	9,0	3,2	1,6	1,6	
Metselwerk 200mm	0,7	6,50	----	4,00			18,2				
Keldervloer		2,10	----	6,60	4,00	0,5	13,9	8,4	4,2	8,4 *	
Kelderwand		2,70	----	6,00			16,2			*	
----		----	----				----	----	----	----	
							63,5	16,4	7,4	13,2 +	
Fund. comb.	6.10a	1,3	G _k	1,30	Q _k ; ψ_0		92,2	[kN/m ¹] maatgevend			
	6.10b	1,15	G _k	1,30	Q _{k1} + $\Sigma Q_{ki}; \psi_0$		90,2	[kN/m ¹]			

Lijnlast fundering nieuw voorgevel rechts

Lijnlast fundering nieuw voorgevel rechts										6.10a	6.10b
Omschrijving	x	L	B	pb	vb	ψ_0	G _k	Q _k	Q _k ; ψ_0	Q _{k1} + $\Sigma Q_{ki}; \psi_0$	
	[-]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	
Plat dak	0,5	1,60	----	0,50	1,00	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0	
1e verdiepingvloer nieuw		1,60	----	3,40	3,00	0,5	5,4	4,8	2,4	4,8 *	
Begane grondvloer nieuw		1,60	----	5,60	3,00	0,5	9,0	4,8	2,4	2,4	
Metselwerk 200mm	0,7	2,70	----	4,00			7,6				
HSB		3,80		1,00			3,8				
Keldervloer		2,10	----	6,60	3,00	0,5	13,9	6,3	3,2	6,3 *	
2e verdiepingvloer nieuw		2,10	----	2,10	2,25	0,4	4,4	4,7	1,9	1,9	
Kelderwand		2,70	----	6,00			16,2			*	
							60,6	21,4	9,8	15,4 +	
Fund. comb.	6.10a	1,3	G _k	1,30	Q _k ; ψ_0		91,6	[kN/m ¹] maatgevend			
	6.10b	1,15	G _k	1,30	Q _{k1} + $\Sigma Q_{ki}; \psi_0$		89,7	[kN/m ¹]			

De gewichtstoename op de fundering is verwaarloosbaar. De 2^e verdiepingvloer geeft een gewichtstoename maar door het vervangen van spouwmuur door HSB wordt dit opgeheven. Daarnaast is de veranderlijke belasting van de kelder lager dan waar in het verleden rekening mee is gehouden.
Fundering is akkoord.

5.5. Controle gewicht op fundering tussenwand rechterzijde



Wand 4

dak	: 1,85 . 3,40	= 6,30 kN/m'
verdieping vl.	: 5,10 . 3,40	= 17,30 "
wand	: 2,75 . 4,0	= 11,00 "
b.g. vloer	: 7,6 . ($\frac{1}{2}$. 2,0 . 5 + 1,2 . 4,4) / 5	= 15,60 "
wand	: 4,0 . 2,90	= 11,60 "
keldervloer	: 10,60 . ($\frac{1}{2}$. 2,0 . 5 + 1,2 . 3,8) / 5	= 21,80 "
m.w. wand	: 4,0 . 2,70	= 10,80 "
		<u>q = 94,4 kN/m'</u>

Paalbelasting op paal onder einde van de wand.

$$94,4 \cdot 1,5 + 1,3 \cdot (94,4 - 22,60) + 1,0 \cdot 21,80 = 256,7 \text{ kN}$$

$$\text{Paal 23 wand 4} = 256 \text{ kN}$$

$$\text{Paal 24 wand 4 } 472 - 256 = 216 \text{ kN}$$

Lijnlast fundering bestaand Balk 4

Omschrijving	x	L	B	pb	vb	ψ_0	G_k	Q_k	6.10a	6.10b
									$Q_{k;\psi_0}$	$Q_{k1}+\Sigma Q_{ki;\psi_0}$
	[-]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]
Schuin dak		3,40	----	0,85	1,00	0,0	2,9	3,4	0,0	0,0 *
1e verdiepingvloer bestaand		3,40	----	3,10	2,00	0,5	10,5	6,8	3,4	6,8 *
Begane grondvloer bestaand		2,10	----	5,60	2,00	0,5	11,8	4,2	2,1	2,1
Metselwerk 200mm		8,35	----	4,00			33,4			
Keldervloer		2,10	----	6,60	4,00	0,5	13,9	8,4	4,2	8,4 *
----		----	----				----	----	----	----
----		----	----				----	----	----	----
							72,5	22,8	9,7	17,3 +

Fund. comb.	6.10a	1,35 G_k	1,50 $Q_{k;\psi_0}$	112,4 [kN/m ¹]
	6.10b	1,2 G_k	1,50 $Q_{k1}+\Sigma Q_{ki;\psi_0}$	112,9 [kN/m ¹] maatgevend

Lijnlast fundering nieuw Balk 4

Omschrijving	x	L	B	pb	vb	ψ_0	G_k	Q_k	6.10a	6.10b
									$Q_{k;\psi_0}$	$Q_{k1}+\Sigma Q_{ki;\psi_0}$
	[-]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]	[kN/m ¹]
Plat dak	0,5	3,40	----	0,50	1,00	0,0	0,9	1,7	0,0	0,0
1e verdiepingvloer nieuw		3,40	----	3,40	3,00	0,5	11,6	10,2	5,1	10,2 *
Begane grondvloer nieuw		2,10	----	5,60	3,00	0,5	11,8	6,3	3,2	3,2
Metselwerk 200mm		5,65	----	4,00			22,6			
HSB		2,50	----	1,00			2,5			*
Keldervloer		2,10	----	6,60	3,00	0,5	13,9	6,3	3,2	3,2
2e verdiepingvloer nieuw		3,40	----	0,80	2,25	0,5	2,7	7,7	3,8	7,7 *
							65,9	32,2	15,2	24,2 +

Fund. comb.	6.10a	1,35 G_k	1,50 $Q_{k;\psi_0}$	111,7 [kN/m ¹]
	6.10b	1,2 G_k	1,50 $Q_{k1}+\Sigma Q_{ki;\psi_0}$	115,2 [kN/m ¹] maatgevend

De gewichtstoename op de fundering is verwaarloosbaar. De 2^e verdiepingvloer geeft een gewichtstoename maar door het vervangen van steensmuur door HSB wordt dit opgeheven. Daarnaast is de veranderlijke belasting van de kelder lager dan waar in het verleden rekening mee is gehouden.
Fundering is akkoord.

De karakteristieke belasting (permanent + veranderlijk) klopt met de oude berekening. Het veiligheidsniveau is vergelijkbaar aan de bestaande toestand. De bestaande fundering is voldoende sterk voor de nieuwe toestand.

Einde rapportage (excl. bijlagen)

6. Bijlagen

Doorsnede dak en gordingen overstek

Bestand :.....Doorsnede kap overstekken.xfr2

Inhoudsopgave

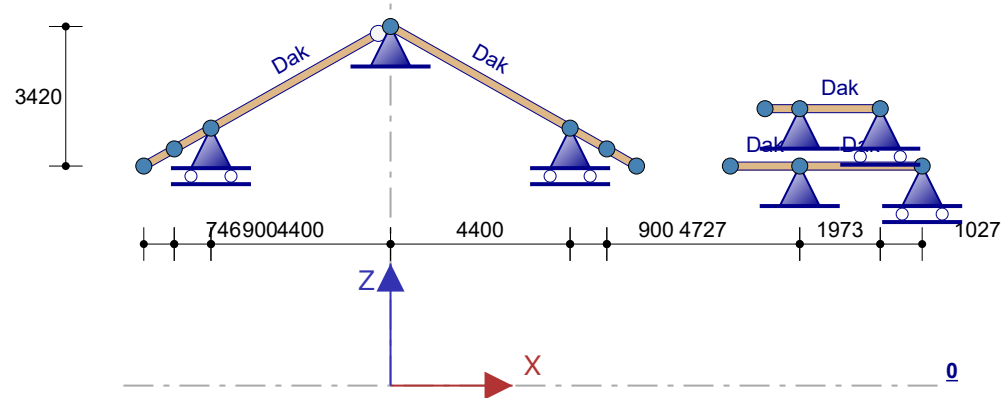
1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	2
1.3 PROFIELEN.....	2
1.4 Sneeuwbelasting.....	4
1.5 Winddrukken.....	4
1.6 Windbelastingen.....	5
1.7 BELASTINGSGEVALLEN.....	5
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	6
1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	7
1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1.....	7
1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2.....	8
1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3.....	9
1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk.....	10
1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk.....	11
1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk.....	12
1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk.....	13
1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk.....	14
1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk.....	15
1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk.....	16
1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk.....	17
1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk.....	18
1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk.....	19
1.23 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk.....	20
1.24 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk.....	21
1.25 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk.....	22
1.26 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk.....	23
1.27 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk.....	24
1.28 BELASTINGSGEVAL 21 Wind van rechts D + Overdruk.....	25
1.29 BELASTINGSGEVAL 22 Wind loodrecht A + Onderdruk.....	26
1.30 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk.....	27
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	28
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	28
2.2.1 Reactiekrachten.....	28
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	30
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	34
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	35
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	36
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	38
2.5 EN1995 TOETSINGEN.....	39
2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	41
2.6.1 Staaf 1 - 142 x 196 (C24 Klimaatklasse:1).....	41
2.6.2 Staaf 7 - 71 x 196 (C24 Klimaatklasse:1).....	42

Gehanteerde normen : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

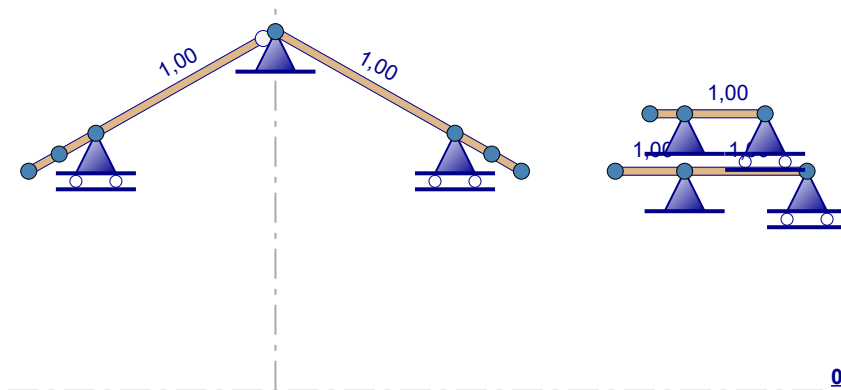
Gevolgklasse : CC2

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1 Invoergegevens



Belastingbreedten

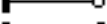


1.1 KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingsen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	-6046	5380			
2	6028	5380			
3	8327	5380			
4	10027	5380	A	A	
5	13027	5380		A	
6	-5300	5800			
7	5300	5800			
8	-4400	6309		A	
9	4400	6309		A	
10	9176	6786			
11	10027	6786	A	A	
12	12000	6786		A	
13	0	8800	A	A	

1.2 STAVEN

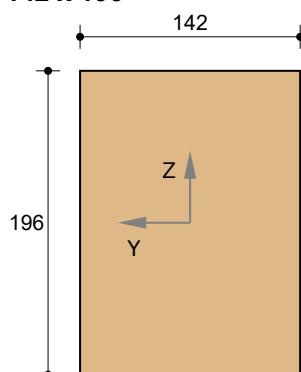
Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	3	4		142 x 196	1700
2	4	5		142 x 196	3000

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
3	1	6		142 x 196	856
4	7	2		142 x 196	840
5	6	8		142 x 196	1034
6	9	7		142 x 196	1034
7	10	11		71 x 196	851
8	11	12		71 x 196	1973
9	8	13		142 x 196	5056
10	13	9		142 x 196	5056

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	142 x 196	11,7	11000	2,7832E4	8,91E7	9,0918E5	9,0918E5
2	71 x 196	5,3	11000	1,3916E4	4,455E7	4,5459E5	4,5459E5

142 x 196



Materiaalgegevens

Sterkteklasse

C24

Klimaatklasse

1

Materiaaltype

Gezaagd hout; gamma_M = 1,30; k_{def} = 0,60

Elasticiteitsmodulus

E = 11000 N/mm²

Belastingsduurklasse	k _{mod}	f _{m,k}	f _{t,0,k}	f _{t,90,k}	f _{c,0,k}	f _{c,90,k}	f _{v,k}	N/mm ²
		f _{m,d}	f _{t,0,d}	f _{t,90,d}	f _{c,0,d}	f _{c,90,d}	f _{v,d}	
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa

ρ_{mean} =420 kg/m³ρ_k =350 kg/m³

Elasticiteitsmodulus

E_{0,mean} =11000 N/mm²E_{90,mean} =370 N/mm²

Elasticiteitsmodulus (kruip)

E_{0,fin} =6875 N/mm²E_{90,fin} =231 N/mm²

Elasticiteitsmodulus

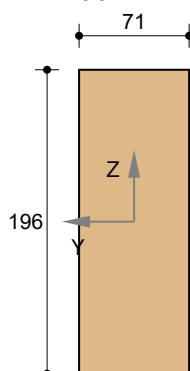
E_{0,05} =7400 N/mm²E_{0,d} =8462 N/mm²

Afschuifmodulus

G_{mean} =690 N/mm²G_{0,05} =460 N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	$y_{\max}$	=	71,0 mm	$z_{\max}$	=	98,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$	=	-71,0 mm	$z_{\min}$	=	-98,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	27832,0 mm ²	G	=	11,7 kg/m
Statisch moment	S_y	=	681884 mm ³	S_z	=	494018 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	89099509 mm ⁴	I_z	=	46767037 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	56,6 mm	i_z	=	41,0 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	909179 mm ³	$W_{z,el}$	=	658691 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	$I_{\max}$	=	89099509 mm ⁴	$I_{\min}$	=	46767037 mm ⁴
Traagheidsstraal	$i_{\max}$	=	56,6 mm	$i_{\min}$	=	41,0 mm

71 x 196**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse	C24
Klimaatklasse	1
Materiaaltype	Gezaagd hout; gammaM = 1,30; kdef = 0,60
Elasticiteitsmodulus	E = 11000 N/mm ²

Belastingsduurklasse	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k
		fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m ³	ρ_k	=	350 kg/m ³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,\text{mean}}$	=	11000 N/mm ²	$E_{90,\text{mean}}$	=	370 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,\text{fin}}$	=	6875 N/mm ²	$E_{90,\text{fin}}$	=	231 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm ²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm ²
Afschuifmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm ²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm ²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	$y_{\max}$	=	35,5 mm	$z_{\max}$	=	98,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$	=	-35,5 mm	$z_{\min}$	=	-98,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	13916,0 mm ²	G	=	5,3 kg/m
Statisch moment	S_y	=	340942 mm ³	S_z	=	123505 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	44549755 mm ⁴	I_z	=	5845880 mm ⁴

Traagheidsstraal	i_y	=	56,6 mm	i_z	=	20,5 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	454589 mm ³	$W_{z,el}$	=	164673 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	44549755 mm ⁴	I_{min}	=	5845880 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	56,6 mm	i_{min}	=	20,5 mm

1.4 Sneeuwbelasting

Karakteristieke sneeuwbelasting op de grond : 0,700 kN/m²

Dakhelling	29,4 graden	$\mu_1 = \mu_2 = 0,80$	$\mu_3 = 1,58$
Dakhelling	-29,5 graden	$\mu_1 = \mu_2 = 0,80$	$\mu_3 = 1,59$
Dakhelling	0,0 graden	$\mu_1 = \mu_2 = 0,80$	$\mu_3 = 0,80$

Let op! De belastinggenerator houdt geen rekening met situatie voor μ_3 (sneeuwophoping voor daken met meer dan één overspanning) volgens art. 5.3.4 - figuur 5.4!

Belastingsschikkingen

art. 5.2

1.5 Winddrukken

Windgebied	: III	Referentieperiode wind T	: 50 jaar
Terreincategorie	: III Bebouwd gebied		
Hoogte van het gebouw h	: 5,20 m	Hoogte boven maaiveld	: 9,0 m
Breedte van het gebouw	: 10,00 m	Diepte van het gebouw d	: 10,0 m
A - De afstand kopgevel - hart spant	: 5,00 m	B - Belastingbreedte spant	: 1,0 m

Terreinruwheid

art. 4.3.2

$$k_r(z) = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,5}{0,05} \right)^{0,07} = 0,223 \quad (4.5)$$

$$z_{min}(7) < z < z_{max}(200) \quad c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,223 \times \ln\left(\frac{9}{0,5}\right) = 0,645 \quad (4.4)$$

Variatie met hoogte

art. 4.3.1

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0} = 1,000 \times 1,000 \times 24,5 = 24,5 \text{ m/s} \quad (4.1)$$

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,645 \times 1,000 \times 24,5 = 15,808 \text{ m/s} \quad (4.3)$$

Windturbulentie

art. 4.4

$$\sigma_v = k_r \cdot V_b \cdot k_l = 0,223 \times 24,50 \times 1,000 = 5,469 \text{ m/s} \quad (4.6)$$

$$z_{min} < z < z_{max} \quad I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{5,469}{15,808} = 0,346 \quad (4.7)$$

Extreme stuwdruk**art. 4.5**

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) = (1 + 7 \times 0,346) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 15,808^2 = 0,534 \text{ kN/m}^2 \quad (4.8)$$

Bepaling van c_{s,c_d} **art. 6.2**

$$c_{s,c_d} = 1,00$$

1.6 Windbelastingen

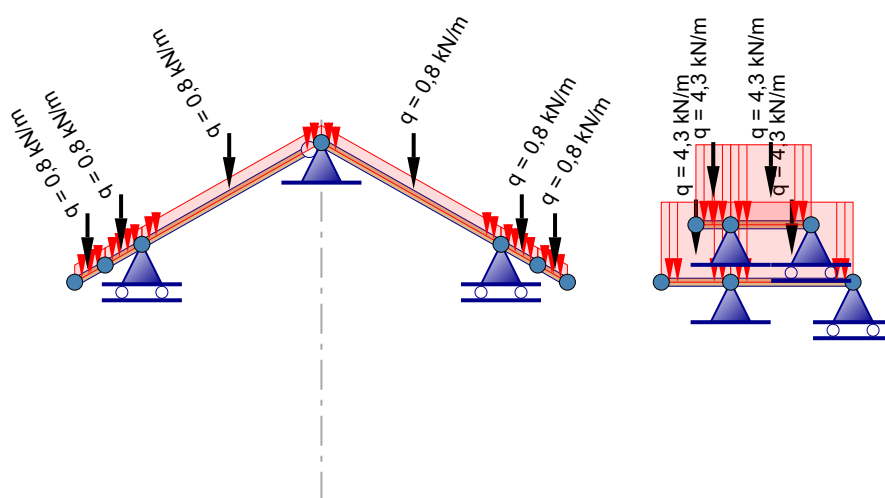
Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m ²]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw01	29,4	→ G	+0,679	9,00	0,534	1,0	0,363	Tabel 7.4
qw02	29,4	→ G	-0,512	9,00	0,534	1,0	-0,274	"
qw03	29,4	→ H	+0,392	9,00	0,534	1,0	0,209	"
qw04	29,4	→ H	-0,204	9,00	0,534	1,0	-0,109	"
qw05	-29,5	→ I	-0,400	9,00	0,534	1,0	-0,214	"
qw06	-29,5	→ I	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw07	-29,5	→ J	-0,516	9,00	0,534	1,0	-0,276	"
qw08	-29,5	→ J	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw09	29,4	← I	-0,400	9,00	0,534	1,0	-0,214	"
qw10	29,4	← I	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw11	29,4	← J	-0,521	9,00	0,534	1,0	-0,278	"
qw12	29,4	← J	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw13	-29,5	← G	+0,684	9,00	0,534	1,0	0,365	"
qw14	-29,5	← G	-0,510	9,00	0,534	1,0	-0,272	"
qw15	-29,5	← H	+0,394	9,00	0,534	1,0	0,210	"
qw16	-29,5	← H	-0,203	9,00	0,534	1,0	-0,109	"
qw17	29,4	↑ HI	-0,646	9,00	0,534	1,0	-0,345	"
qw18	29,4	↑ HI	-0,646	9,00	0,534	1,0	-0,345	"
qw19	-29,5	↑ HI	-0,647	9,00	0,534	1,0	-0,346	"
qw20	-29,5	↑ HI	-0,647	9,00	0,534	1,0	-0,346	"
qw21		→	-0,300	9,00	0,534	1,0	-0,160	Art. 7.2.9
qw22		→	+0,200	9,00	0,534	1,0	0,107	"
qw23		←	-0,300	9,00	0,534	1,0	-0,160	"
qw24		←	+0,200	9,00	0,534	1,0	0,107	"
qw25		↑	-0,300	9,00	0,534	1,0	-0,160	"
qw26		↑	+0,200	9,00	0,534	1,0	0,107	"

1.7 BELASTINGSGEVALLLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ0	ψ1	ψ2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30
3	Sneeuw 1	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
4	Sneeuw 2	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
5	Sneeuw 3	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
6	Wind van links A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
7	Wind van links A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
8	Wind van links B + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
9	Wind van links B + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
10	Wind van links C + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
11	Wind van links C + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
12	Wind van links D + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
13	Wind van links D + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
14	Wind van rechts A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
15	Wind van rechts A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
16	Wind van rechts B + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
17	Wind van rechts B + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
18	Wind van rechts C + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
19	Wind van rechts C + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
20	Wind van rechts D + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
21	Wind van rechts D + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
22	Wind loodrecht A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
23	Wind loodrecht A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht



*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

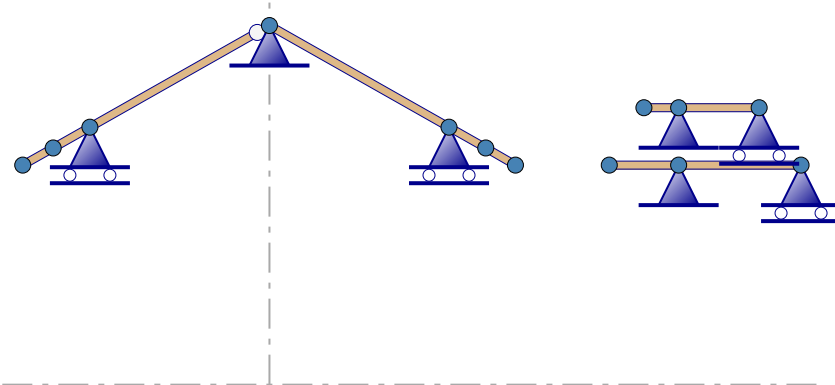
Totaal eigen gewicht: : 228 kg.

1.8.1 Staafbelastingen

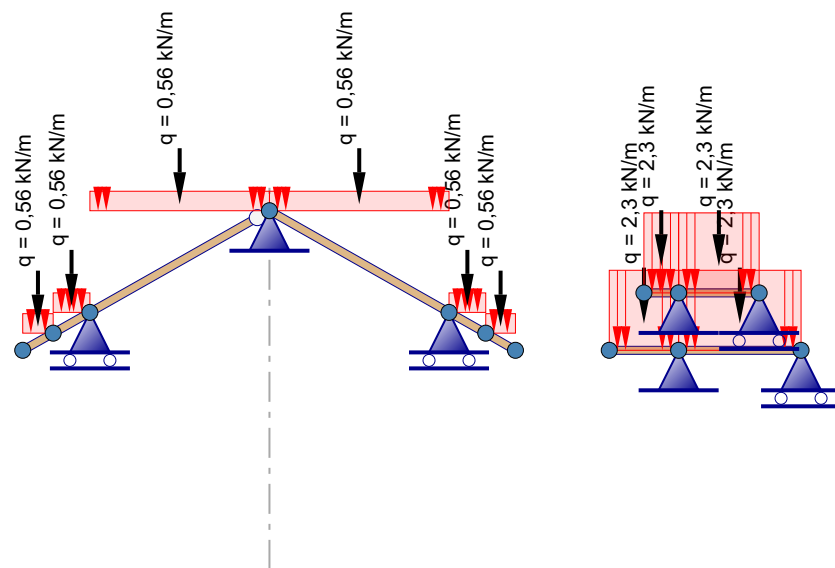
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	-0,0	3	0	1700
1		-4,300 kN/m	-4,300 kN/m	0,0	3	0	1700
2		-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	-0,0	4	0	3000
2		-4,300 kN/m	-4,300 kN/m	0,0	4	0	3000
3		-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	-29,4	1	0	856
3		-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	-29,4	1	0	856
4		-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	30,0	7	0	840
4		-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	30,0	7	0	840
5		-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	-29,5	6	0	1034
5		-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	-29,5	6	0	1034
6		-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	29,5	9	0	1034
6		-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	29,5	9	0	1034
7		-0,052 kN/m	-0,052 kN/m	-0,0	10	0	851
7		-4,300 kN/m	-4,300 kN/m	0,0	10	0	851
8		-0,052 kN/m	-0,052 kN/m	-0,0	11	0	1973
8		-4,300 kN/m	-4,300 kN/m	0,0	11	0	1973
9		-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	-29,5	8	0	5056
9		-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	-29,5	8	0	5056

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
10	 q	-0,115 kN/m	-0,115 kN/m	29,5	13	0	5056
10	 q	-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	29,5	13	0	5056

1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1

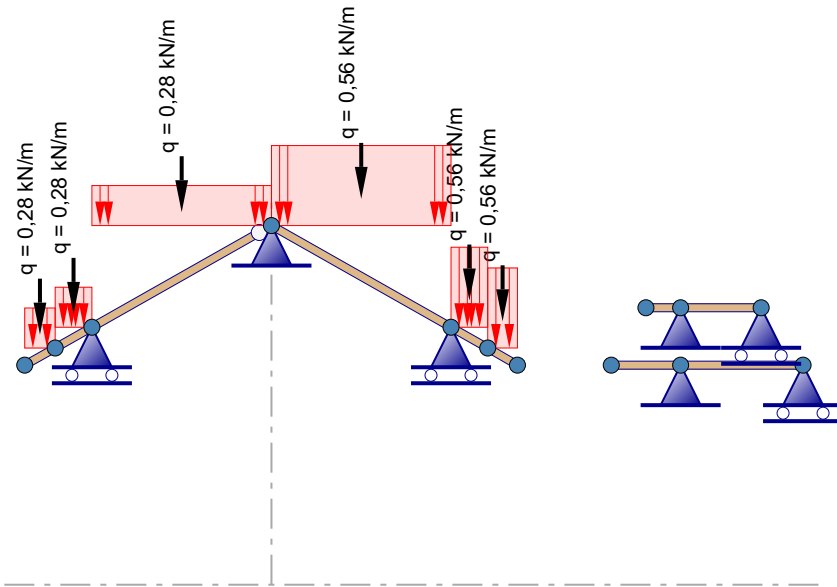


1.10.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-2,300 kN/m	-2,300 kN/m	0,0	3	0	1700
2	 q	-2,300 kN/m	-2,300 kN/m	0,0	4	0	3000
3	 q	-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,4	1	0	856
4	 q	-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	30,0	7	0	840
5	 q	-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	6	0	1034
6	 q	-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	9	0	1034
7	 q	-2,300 kN/m	-2,300 kN/m	0,0	10	0	851
8	 q	-2,300 kN/m	-2,300 kN/m	0,0	11	0	1973
9	 q	-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	8	0	5056

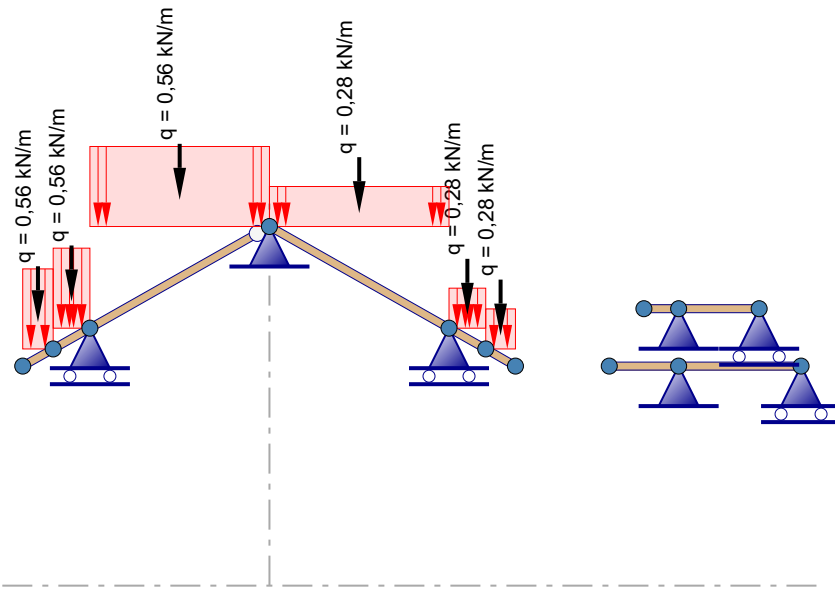
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
10		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	13	0	5056

1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2

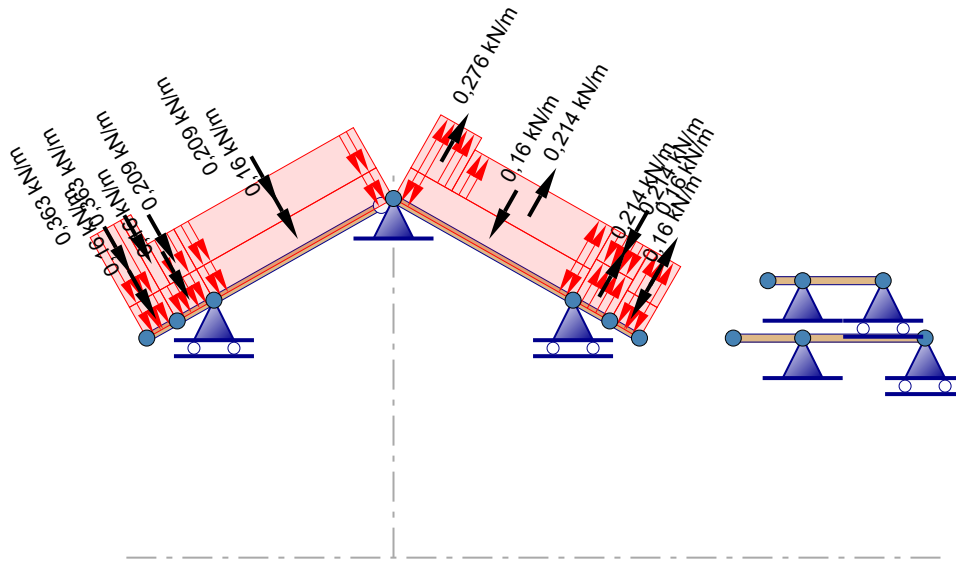


1.11.1 Staafbelastingen

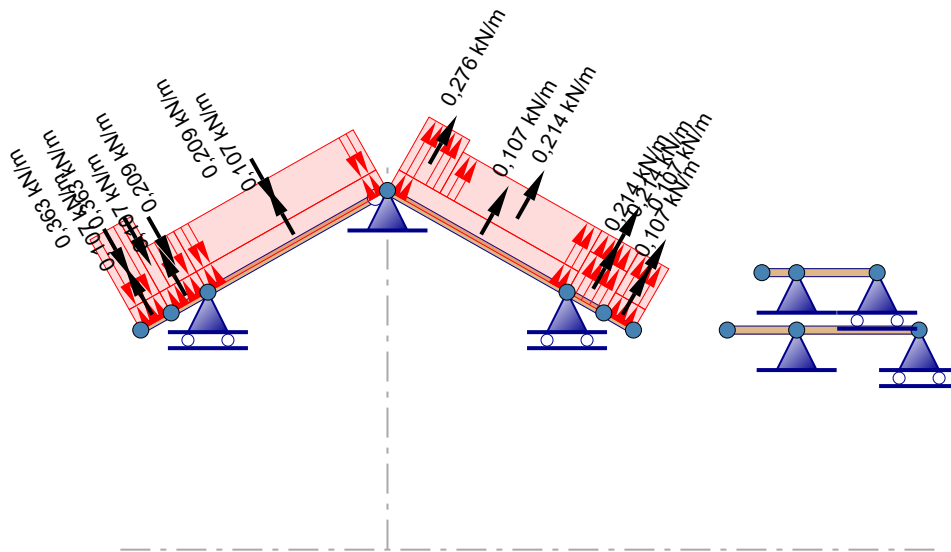
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	-29,4	1	0	856
4		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	30,0	7	0	840
5		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	-29,5	6	0	1034
6		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	9	0	1034
9		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	-29,5	8	0	5056
10		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	13	0	5056

1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3**1.12.1 Staafbelastingen**

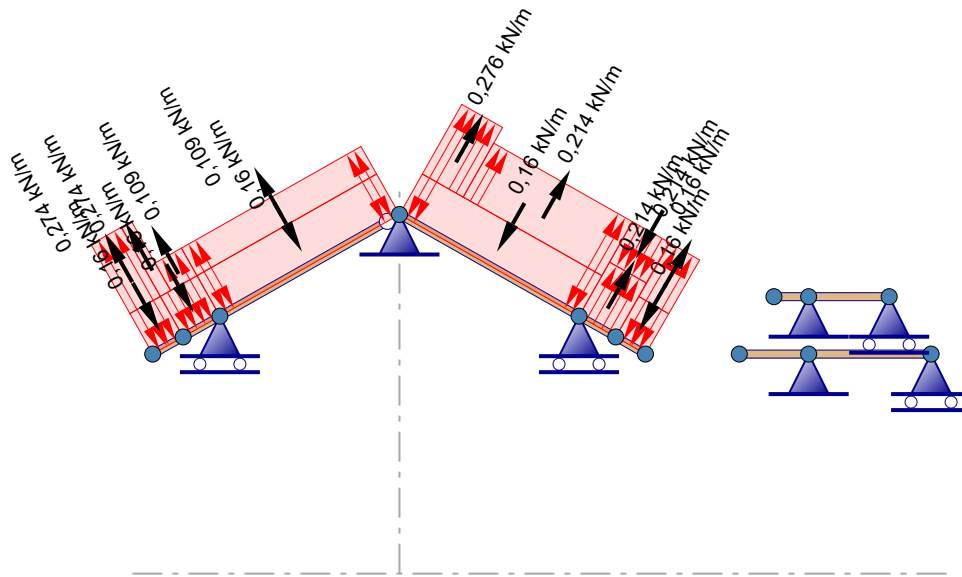
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,4	1	0	856
4		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	30,0	7	0	840
5		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	6	0	1034
6		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	29,5	9	0	1034
9		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	8	0	5056
10		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	29,5	13	0	5056

1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk**1.13.1 Staafbelastingen**

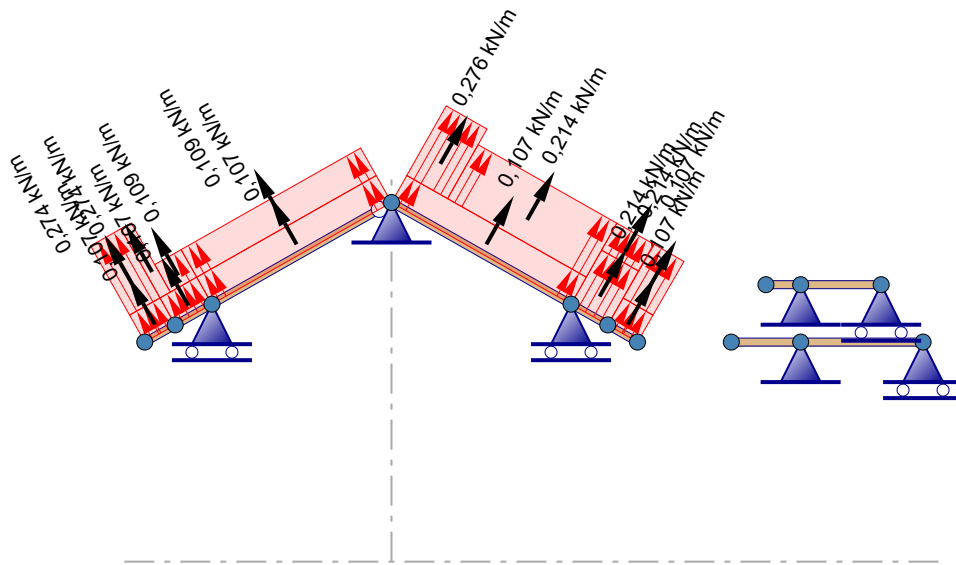
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	q̄w01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	1	0	856
3	q̄w21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	q̄w05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	7	0	840
4	q̄w21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	q̄w01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	6	0	292
5	q̄w03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	6	292	742
5	q̄w21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	q̄w05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	1034
6	q̄w21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	q̄w03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	8	0	5056
9	q̄w21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	q̄w05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	13	1149	3907
10	q̄w07	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	13	0	1149
10	q̄w21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk**1.14.1 Staafbelastingen**

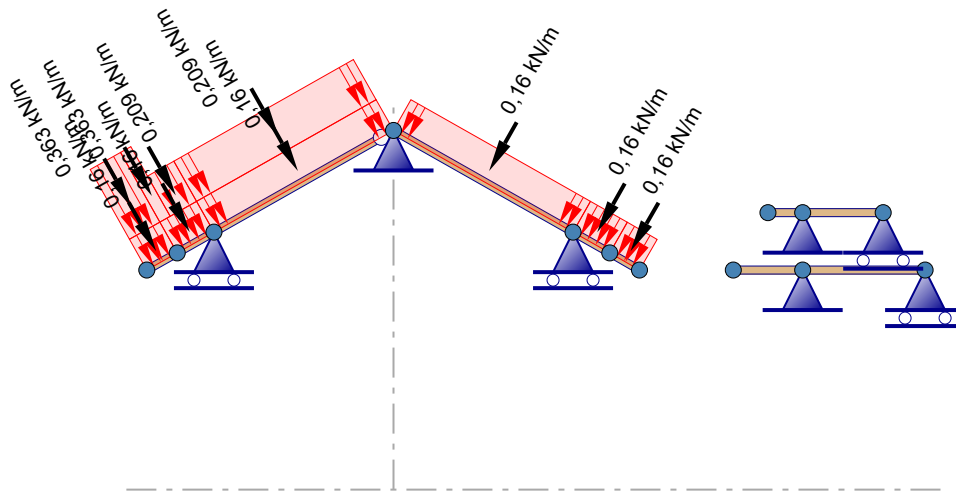
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	6	0	292
5	qw03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	6	292	742
5	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	1034
6	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	8	0	5056
9	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	13	1149	3907
10	qw07	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	13	0	1149
10	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk**1.15.1 Staafbelastingen**

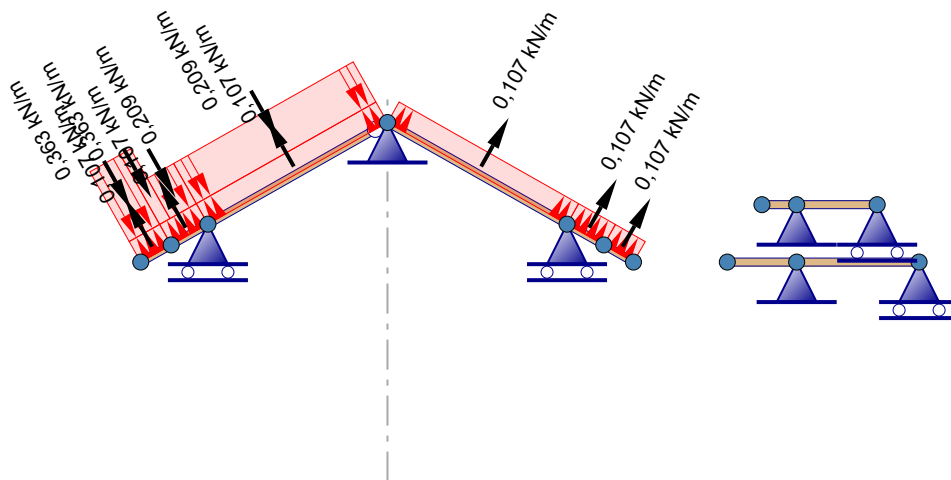
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	6	0	292
5	qw04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	6	292	742
5	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	1034
6	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	8	0	5056
9	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	13	1149	3907
10	qw07	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	13	0	1149
10	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk**1.16.1 Staafbelastingen**

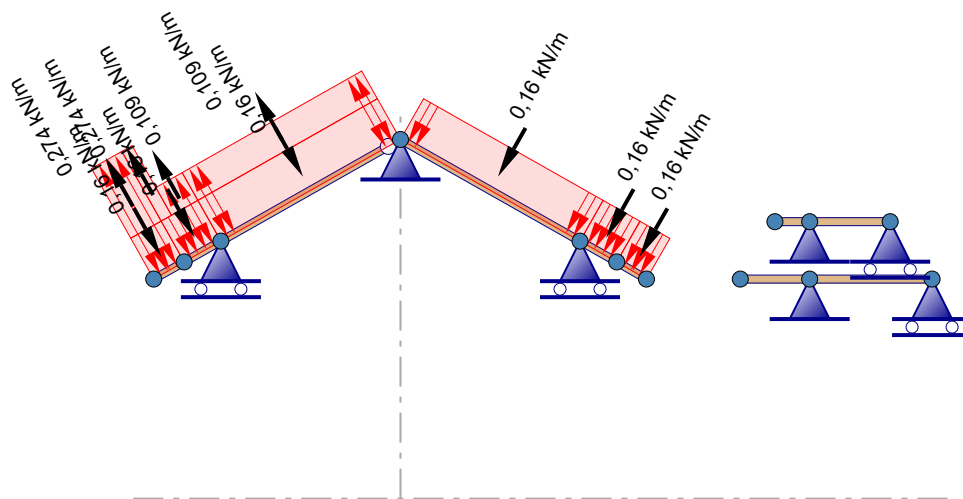
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	q̄w02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	1	0	856
3	q̄w22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	q̄w05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	7	0	840
4	q̄w22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	q̄w02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	6	0	292
5	q̄w04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	6	292	742
5	q̄w22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	q̄w05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	1034
6	q̄w22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	q̄w04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	8	0	5056
9	q̄w22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	q̄w05	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	13	1149	3907
10	q̄w07	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	13	0	1149
10	q̄w22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk**1.17.1 Staafbelastingen**

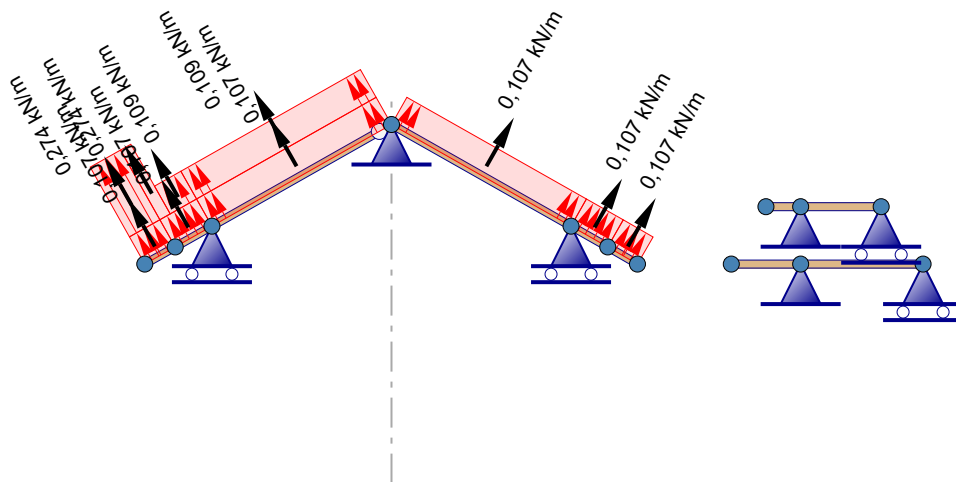
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	6	0	292
5	qw03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	6	292	742
5	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	8	0	5056
9	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk**1.18.1 Staafbelastingen**

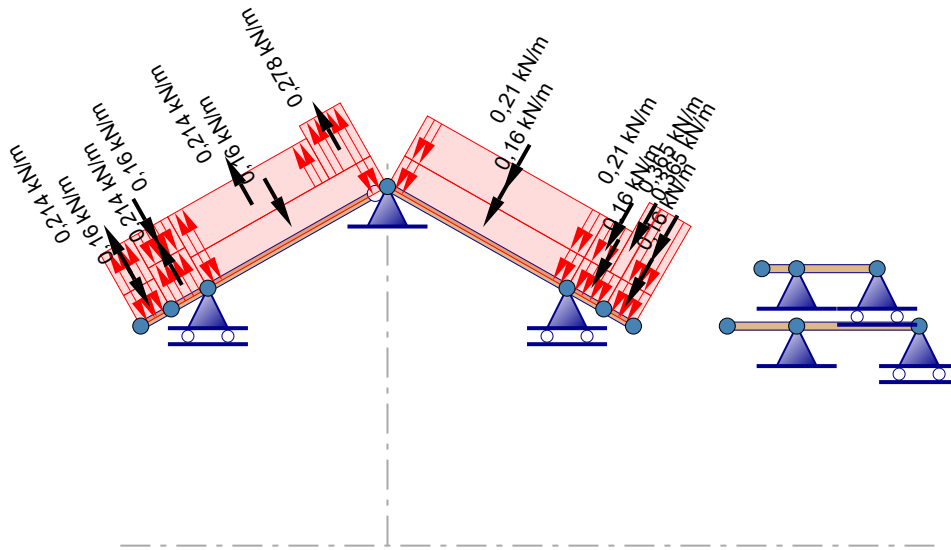
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	⇄qw01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	1	0	856
3	⇄qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	⇄qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	⇄qw01	-0,363 kN/m	-0,363 kN/m	0,0	6	0	292
5	⇄qw03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	6	292	742
5	⇄qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	⇄qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	⇄qw03	-0,209 kN/m	-0,209 kN/m	0,0	8	0	5056
9	⇄qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	⇄qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk**1.19.1 Staafbelastingen**

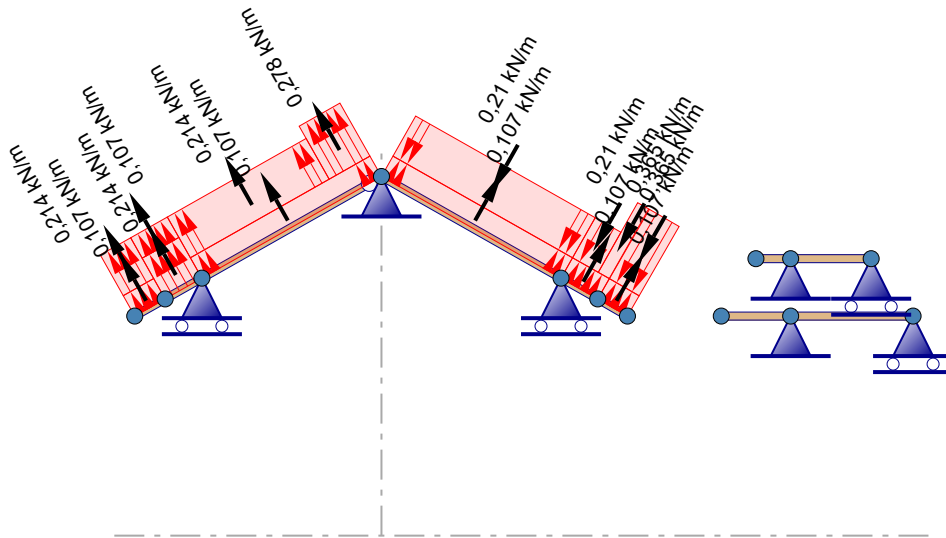
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	6	0	292
5	qw04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	6	292	742
5	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	8	0	5056
9	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw21	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk**1.20.1 Staafbelastingen**

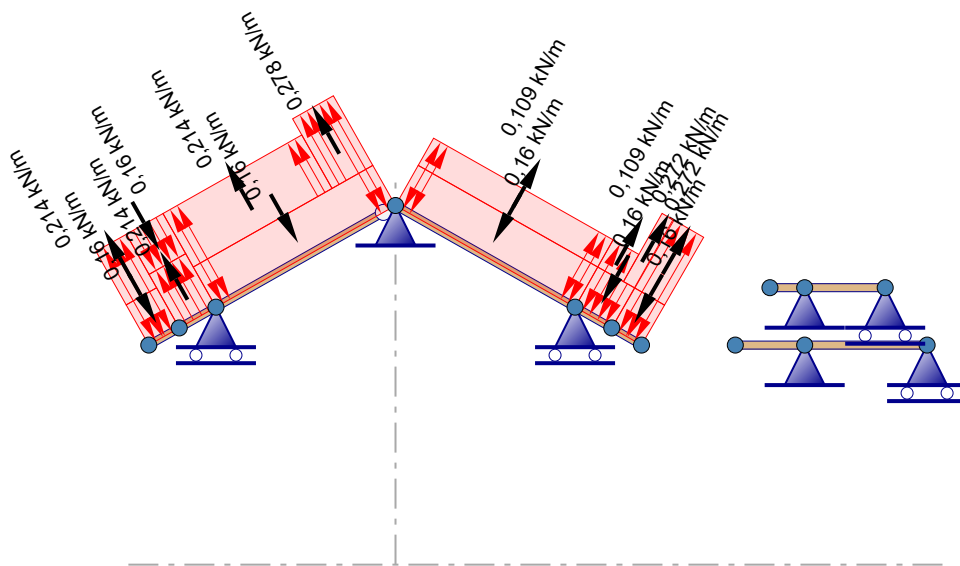
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw02	0,274 kN/m	0,274 kN/m	0,0	6	0	292
5	qw04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	6	292	742
5	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	8	0	5056
9	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw22	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk**1.21.1 Staafbelastingen**

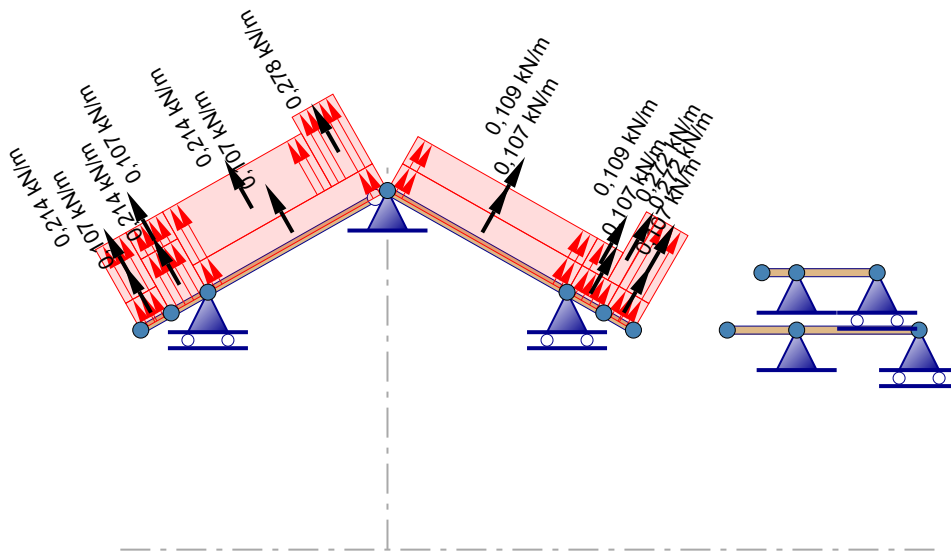
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	6	0	1034
5	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	8	0	3908
9	qw11	0,278 kN/m	0,278 kN/m	0,0	8	3908	1148
9	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk**1.22.1 Staafbelastingen**

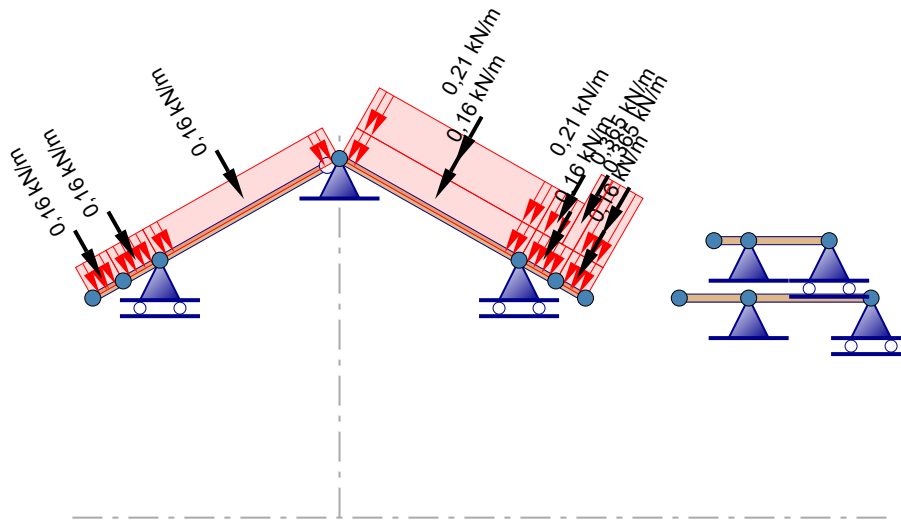
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	6	0	1034
5	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	8	0	3908
9	qw11	0,278 kN/m	0,278 kN/m	0,0	8	3908	1148
9	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.23 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk**1.23.1 Staaftbelastingen**

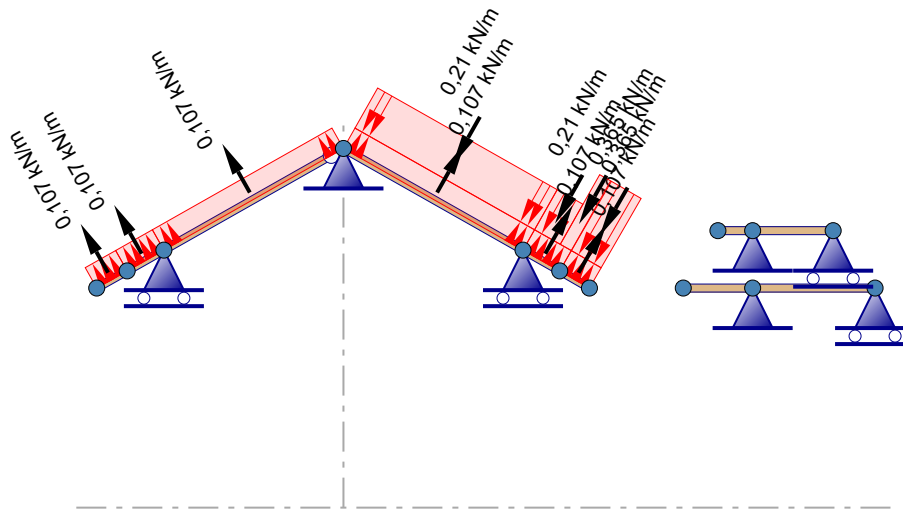
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	6	0	1034
5	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	8	0	3908
9	qw11	0,278 kN/m	0,278 kN/m	0,0	8	3908	1148
9	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.24 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk**1.24.1 Staafbelastingen**

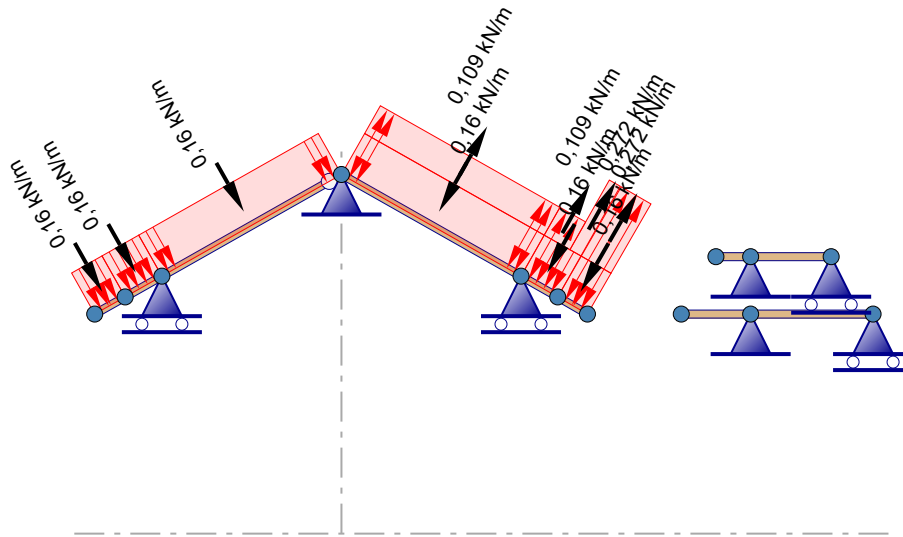
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	6	0	1034
5	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	8	0	3908
9	qw11	0,278 kN/m	0,278 kN/m	0,0	8	3908	1148
9	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.25 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk**1.25.1 Staafbelastingen**

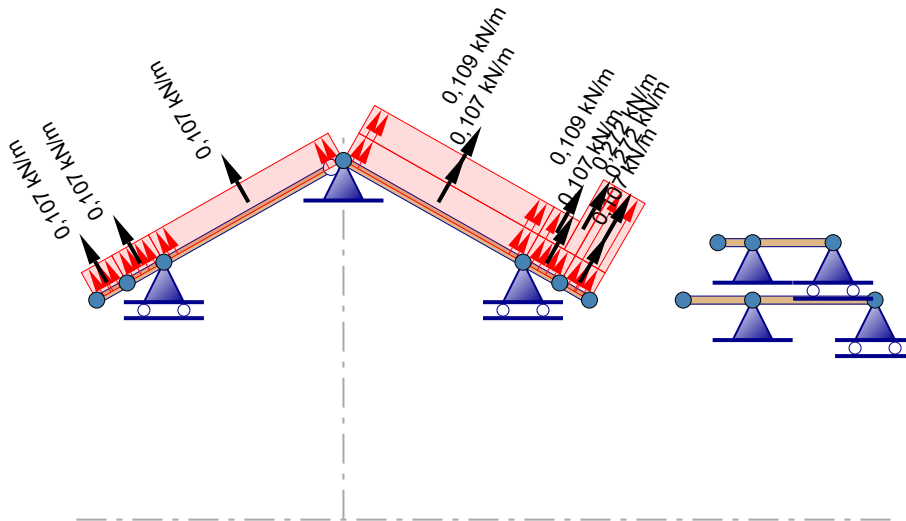
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.26 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk**1.26.1 Staafbelastingen**

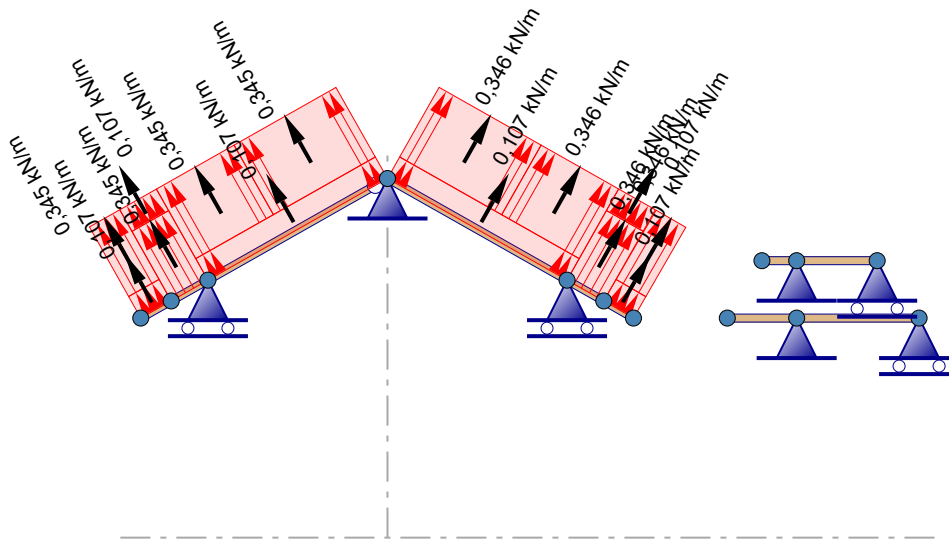
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw13	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw15	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.27 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk**1.27.1 Staaftbelastingen**

Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw23	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	5056

1.28 BELASTINGSGEVAL 21 Wind van rechts D + Overdruk**1.28.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw14	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	9	725	309
6	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	9	0	725
6	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw16	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	13	0	5056
10	qw24	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

1.30 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk**1.30.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
3	qw17	0,345 kN/m	0,345 kN/m	0,0	1	0	856
3	qw26	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	1	0	856
4	qw20	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	7	0	840
4	qw26	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	840
5	qw17	0,345 kN/m	0,345 kN/m	0,0	6	0	1034
5	qw26	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	6	0	1034
6	qw20	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	9	0	1034
6	qw26	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1034
9	qw17	0,345 kN/m	0,345 kN/m	0,0	8	0	2187
9	qw18	0,345 kN/m	0,345 kN/m	0,0	8	2187	2869
9	qw26	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	5056
10	qw19	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	13	0	2873
10	qw20	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	13	2873	2183
10	qw26	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	5056

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop-nummer	1/200 in +X		1/200 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	-6046	5380	-6046	5380
2	6028	5380	6028	5380
3	8327	5380	8327	5380
4	10027	5380	10027	5380
5	13027	5380	13027	5380
6	-5298	5800	-5302	5800
7	5302	5800	5298	5800
8	-4395	6309	-4405	6309
9	4405	6309	4395	6309
10	9183	6786	9169	6786
11	10034	6786	10020	6786
12	12007	6786	11993	6786
13	17	8800	-17	8800

2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
4	1		16,253	
	3		8,468	
5	1		4,496	
	3		2,342	
8	1		4,364	
	3		2,326	
	4		1,163	
	5		2,326	
	6		2,282	
	7		0,817	
	8		0,007	
	9		-1,458	
	10		2,282	
	11		0,817	
	12		0,007	
	13		-1,458	
	14		-0,303	
	15		-1,768	
	16		-0,303	
	17		-1,768	
	18		0,879	
	19		-0,586	
	20		0,879	
	21		-0,586	
	22		-1,013	

Knoop- nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
8	23		-2,479	
9	1		4,344	
	3		2,312	
	4		2,312	
	5		1,156	
	6		-0,301	
	7		-1,759	
	8		-0,301	
	9		-1,759	
	10		0,875	
	11		-0,583	
	12		0,875	
	13		-0,583	
	14		2,280	
	15		0,822	
	16		0,011	
	17		-1,448	
	18		2,280	
	19		0,822	
	20		0,011	
	21		-1,448	
	22		-1,011	
	23		-2,470	
11	1		8,795	
	3		4,648	
12	1		3,494	
	3		1,847	
13	1	0,000	3,984	
	3		2,123	
	4		1,593	
	5		1,591	
	6	-1,569	0,023	
	7	-1,569	-0,280	
	8	-0,300	0,055	
	9	-0,300	-0,248	
	10	-0,803	0,198	
	11	-0,803	-0,105	
	12	0,466	0,229	
	13	0,466	-0,073	
	14	1,575	0,024	
	15	1,575	-0,279	
	16	0,302	0,053	
	17	0,302	-0,249	
	18	0,808	0,199	
	19	0,808	-0,104	
	20	-0,465	0,228	
	21	-0,465	-0,074	
	22	-0,002	-0,210	
	23	-0,002	-0,512	
Minimale / maximale waarden				
13	6	-1,569		
13	15	1,575		

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
8	23		-2,479	
4	1		16,253	

2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

2.3.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

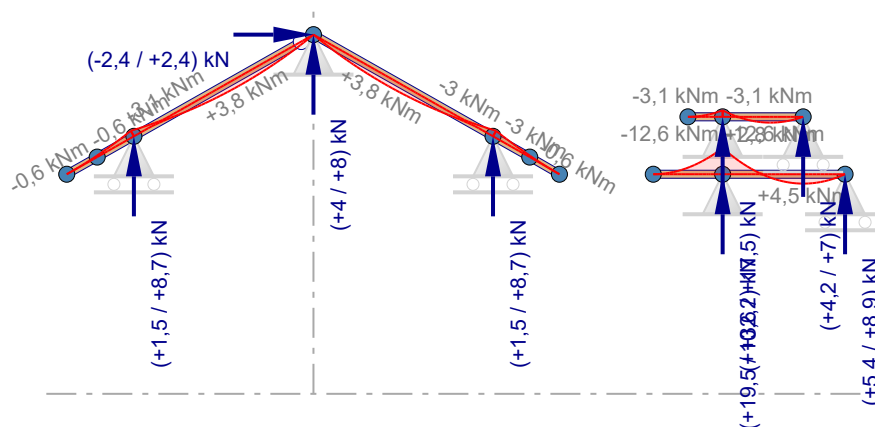
Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Permanent + Scheefstand 1/200 +X	UGT
1.2	Permanent + Scheefstand 1/200 -X	UGT
2.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
2.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
3.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/200 +X	UGT
3.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/200 -X	UGT
4.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/200 +X	UGT
4.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/200 -X	UGT
5.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/200 +X	UGT
5.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/200 -X	UGT
6.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
6.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
7.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
7.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
8.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
8.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
9.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
9.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
10.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
10.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
11.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
11.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
12.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
12.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
13.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
13.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
14.1	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
14.2	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
15.1	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
15.2	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
16.1	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
16.2	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
17.1	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
17.2	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
18.1	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
18.2	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
19.1	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
19.2	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
20.1	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
20.2	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
21.1	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
21.2	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
22.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
22.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT
23.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/200 +X	UGT
23.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/200 -X	UGT

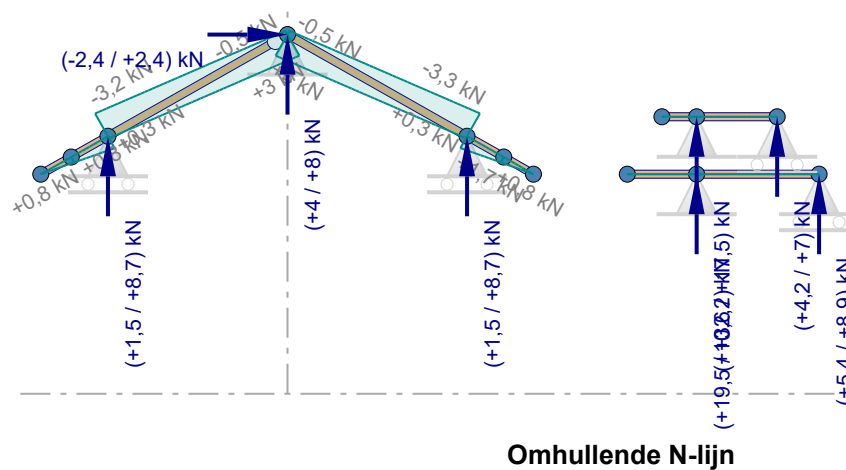
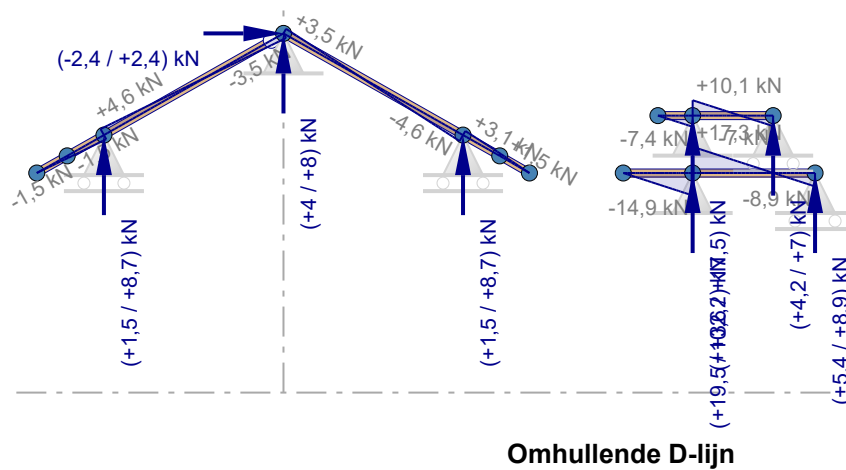
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1,00x1,35	0,40x1,50								
1.2	1,00x1,35	0,40x1,50								
2.1	1,00x1,20	1,00x1,50								
2.2	1,00x1,20	1,00x1,50								
3.1	1,00x1,20	0,40x1,50	1,00x1,50							
3.2	1,00x1,20	0,40x1,50	1,00x1,50							
4.1	1,00x1,20	0,40x1,50		1,00x1,50						
4.2	1,00x1,20	0,40x1,50		1,00x1,50						
5.1	1,00x1,20	0,40x1,50			1,00x1,50					
5.2	1,00x1,20	0,40x1,50			1,00x1,50					
6.1	1,00x1,20	0,40x1,50				1,00x1,50				
6.2	1,00x1,20	0,40x1,50				1,00x1,50				
7.1	1,00x1,20	0,40x1,50					1,00x1,50			
7.2	1,00x1,20	0,40x1,50					1,00x1,50			
8.1	1,00x1,20	0,40x1,50						1,00x1,50		
8.2	1,00x1,20	0,40x1,50						1,00x1,50		
9.1	1,00x1,20	0,40x1,50							1,00x1,50	
9.2	1,00x1,20	0,40x1,50							1,00x1,50	
10.1	1,00x1,20	0,40x1,50								1,00x1,50
10.2	1,00x1,20	0,40x1,50								1,00x1,50
11.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
11.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
12.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
12.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
13.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
13.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
14.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
14.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
15.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
15.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
16.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
16.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
17.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
17.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
18.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
18.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
19.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
19.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
20.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
20.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
21.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
21.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
22.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
22.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
23.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
23.2	1,00x1,20	0,40x1,50								

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.1										
1.2										
2.1										
2.2										
3.1										
3.2										
4.1										
4.2										
5.1										
5.2										
6.1										
6.2										
7.1										
7.2										
8.1										
8.2										
9.1										
9.2										
10.1										
10.2										
11.1	1,00x1,50									
11.2	1,00x1,50									
12.1		1,00x1,50								
12.2		1,00x1,50								
13.1			1,00x1,50							
13.2			1,00x1,50							
14.1				1,00x1,50						
14.2				1,00x1,50						
15.1					1,00x1,50					
15.2					1,00x1,50					
16.1						1,00x1,50				
16.2						1,00x1,50				
17.1							1,00x1,50			
17.2							1,00x1,50			
18.1								1,00x1,50		
18.2								1,00x1,50		
19.1									1,00x1,50	
19.2									1,00x1,50	
20.1										1,00x1,50
20.2										1,00x1,50
21.1										
21.2										
22.1										
22.2										
23.1										
23.2										
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	21	22	23							
1.1										
1.2										
2.1										
2.2										
3.1										
3.2										
4.1										
4.2										
5.1										
5.2										
6.1										
6.2										
7.1										
7.2										
8.1										
8.2										
9.1										
9.2										
10.1										
10.2										

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times y$)									
	21	22	23							
11.1										
11.2										
12.1										
12.2										
13.1										
13.2										
14.1										
14.2										
15.1										
15.2										
16.1										
16.2										
17.1										
17.2										
18.1										
18.2										
19.1										
19.2										
20.1										
20.2										
21.1	1,00x1,50									
21.2	1,00x1,50									
22.1		1,00x1,50								
22.2		1,00x1,50								
23.1			1,00x1,50							
23.2			1,00x1,50							



Omhuellende M-lijn



2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
4	2.1		19,504	
	3.1		32,206	
5	2.1		5,395	
	3.1		8,908	
8	5.1		8,732	
	23.2		1,519	
9	3.1		8,700	
	23.2		1,506	
11	2.1		10,554	
	3.1		17,527	
12	2.1		4,193	
	3.1		6,964	
13	3.2	-0,031	7,984	
	6.2	-2,375	4,825	
	14.1	2,385	4,794	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
13	23.1	0,006	4,008	
Minimale / maximale waarden				
13	6.2	-2,375		
13	14.1	2,385		
9	23.2		1,506	
4	3.1		32,206	

2.3.3 Omhullende staafkrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	2.1	4		0,000	9,006	-7,655
	3.1	4		0,000	14,871	-12,640
2	2.1	4		0,000	10,498	7,655
	3.1	4		0,000	17,335	12,640
	3.1		1982	0,000	0,000	4,536
	2.1	5		0,000	5,395	0,000
	3.1	5		0,000	8,908	0,000
3	3.2	6		0,769	1,365	-0,582
	6.1	6		0,461	1,491	-0,641
	10.1	6		0,461	1,491	-0,641
	10.2	6		0,461	1,491	-0,635
	23.1	6		0,461	0,238	-0,102
	23.2	6		0,461	0,238	-0,102
4	3.2	7		-0,767	1,330	0,560
	18.2	7		-0,461	1,462	0,615
	20.1	7		-0,461	0,659	0,277
	23.1	7		-0,461	0,229	0,096
	3.2	2		0,000	-0,002	0,000
5	3.2	6		-0,771	-1,365	0,582
	6.1	6		-0,464	-1,491	0,641
	10.1	6		-0,464	-1,491	0,641
	23.1	6		-0,462	-0,238	0,102
	23.2	6		-0,462	-0,238	0,102
	3.2	8		1,702	3,011	-2,838
	10.1	8		1,023	3,119	-3,056
	23.1	8		1,021	0,524	-0,497
	23.2	8		1,021	0,524	-0,494
6	4.2	9		-1,686	2,986	2,799
	18.1	9		-1,007	3,102	3,000
	18.2	9		-1,008	3,102	3,006
	23.1	9		-1,018	0,519	0,485
	23.2	9		-1,018	0,519	0,486
	4.2	7		0,755	-1,340	-0,560
	18.1	7		0,449	-1,467	-0,615
	18.2	7		0,449	-1,467	-0,615
	23.1	7		0,459	-0,233	-0,096
	23.2	7		0,459	-0,233	-0,096
	2.1	11		0,000	4,444	-1,891
	3.1	11		0,000	7,380	-3,140
8	2.1	11		0,000	6,110	1,891

Staaf-nummer	Combinatie-nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
8	3.1	11		0,000	10,147	3,140
	3.1		1170	0,000	0,000	2,796
	2.1	12		0,000	4,193	0,000
	3.1	12		0,000	6,964	-0,000
9	3.1	8		2,589	4,595	2,856
	6.2	8		3,250	4,411	3,037
	10.1	8		3,236	4,428	3,056
	23.1	8		-0,273	0,800	0,497
	23.2	8		-0,271	0,797	0,494
	5.1		2888	0,012	0,000	3,779
	5.2	13		1,951	3,469	-0,000
	6.2	13		-0,517	3,223	-0,000
	23.1	13		3,006	0,601	-0,000
10	4.2	13		-1,981	3,479	0,000
	14.1	13		0,529	3,218	0,000
	23.1	13		-3,005	0,601	0,000
	23.2	13		-3,011	0,605	0,000
	4.2		2186	0,012	0,000	3,804
	3.1	9		-2,608	4,585	-2,793
	14.1	9		-3,262	4,423	-3,000
	18.2	9		-3,228	4,406	-3,006
	23.1	9		0,272	0,797	-0,485
	23.2	9		0,278	0,793	-0,486

2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.4.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

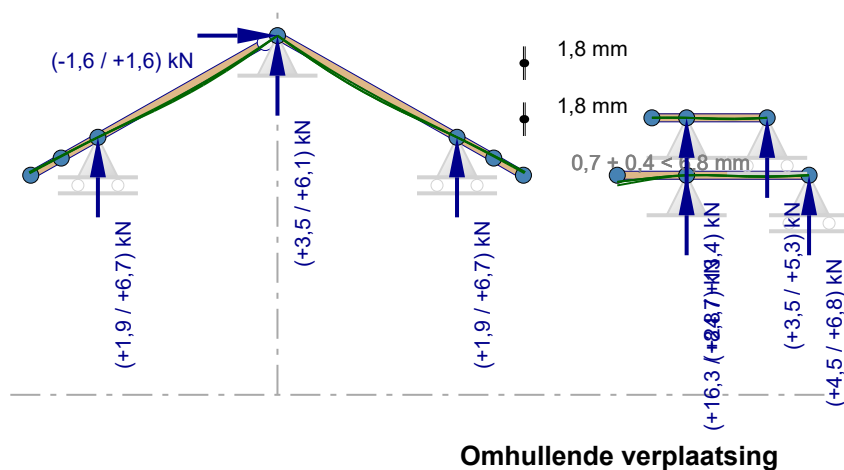
Combinatie nummer	Omschrijving	Type
24	Permanent	BGT
25	Veranderlijk	BGT
26	Sneeuw 1	BGT
27	Sneeuw 2	BGT
28	Sneeuw 3	BGT
29	Wind van links A + Onderdruk	BGT
30	Wind van links A + Overdruk	BGT
31	Wind van links B + Onderdruk	BGT
32	Wind van links B + Overdruk	BGT
33	Wind van links C + Onderdruk	BGT
34	Wind van links C + Overdruk	BGT
35	Wind van links D + Onderdruk	BGT
36	Wind van links D + Overdruk	BGT
37	Wind van rechts A + Onderdruk	BGT
38	Wind van rechts A + Overdruk	BGT
39	Wind van rechts B + Onderdruk	BGT
40	Wind van rechts B + Overdruk	BGT
41	Wind van rechts C + Onderdruk	BGT
42	Wind van rechts C + Overdruk	BGT
43	Wind van rechts D + Onderdruk	BGT
44	Wind van rechts D + Overdruk	BGT
45	Wind loodrecht A + Onderdruk	BGT

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
46	Wind loodrecht A + Overdruk	BGT
47	BGT Blijvend	BGT Blijvend
48	BGT Quasi blijvend (i.v.m. kruip)	BGT Quasi blijvend

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	1,00x1,00	0,40x1,00								
25	1,00x1,00	1,00x1,00								
26	1,00x1,00	0,40x1,00	1,00x1,00							
27	1,00x1,00	0,40x1,00		1,00x1,00						
28	1,00x1,00	0,40x1,00			1,00x1,00					
29	1,00x1,00	0,40x1,00				1,00x1,00				
30	1,00x1,00	0,40x1,00					1,00x1,00			
31	1,00x1,00	0,40x1,00						1,00x1,00		
32	1,00x1,00	0,40x1,00							1,00x1,00	
33	1,00x1,00	0,40x1,00								1,00x1,00
34	1,00x1,00	0,40x1,00								
35	1,00x1,00	0,40x1,00								
36	1,00x1,00	0,40x1,00								
37	1,00x1,00	0,40x1,00								
38	1,00x1,00	0,40x1,00								
39	1,00x1,00	0,40x1,00								
40	1,00x1,00	0,40x1,00								
41	1,00x1,00	0,40x1,00								
42	1,00x1,00	0,40x1,00								
43	1,00x1,00	0,40x1,00								
44	1,00x1,00	0,40x1,00								
45	1,00x1,00	0,40x1,00								
46	1,00x1,00	0,40x1,00								
47	1,00x1,00									
48	1,00x1,00	0,30x1,00								

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34	1,00x1,00									
35		1,00x1,00								
36			1,00x1,00							
37				1,00x1,00						
38					1,00x1,00					
39						1,00x1,00				
40							1,00x1,00			
41								1,00x1,00		
42									1,00x1,00	
43										1,00x1,00
44										
45										
46										
47										
48										

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	21	22	23							
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	1,00x1,00									
45		1,00x1,00								
46			1,00x1,00							
47										
48										



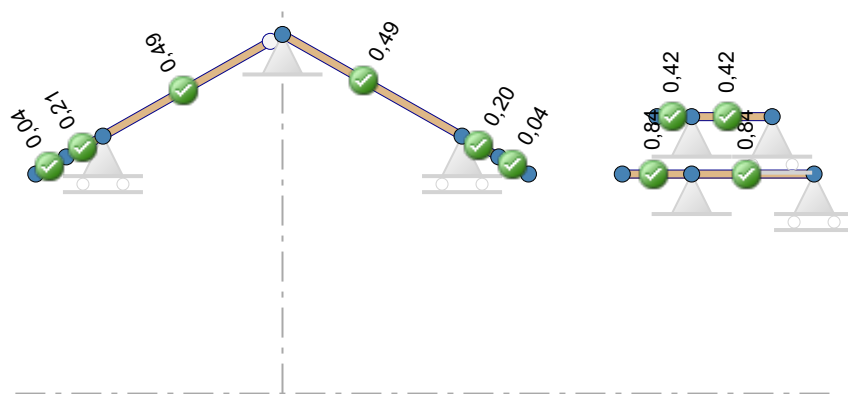
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop- nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	26	-1,8	3,1	-1,6
	35	-1,8	3,1	-1,7
	46	-0,5	0,9	-0,4
2	26	1,8	3,2	1,6
	43	1,8	3,1	1,7
	46	0,5	0,9	0,5
3	24	0,0	-7,2	5,1
	26	0,0	-10,9	7,8
4	24	0,0	-0,0	1,4
	26	0,0	-0,0	2,2

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
5	24	0,0	-0,0	1,8
	26	0,0	-0,0	2,8
6	26	-1,1	2,0	-1,7
	35	-1,0	1,8	-1,8
	46	-0,3	0,6	-0,5
7	26	1,1	2,0	1,8
	43	1,1	1,9	1,8
	46	0,3	0,6	0,5
8	26	-0,0	-0,0	-3,0
	28	-0,0	-0,0	-3,0
	29	0,0	-0,0	-2,4
	46	-0,0	-0,0	-0,8
9	26	-0,0	-0,0	3,0
	37	-0,0	-0,0	2,5
	46	0,0	-0,0	0,8
10	24	0,0	0,0	0,2
	26	0,0	0,1	0,3
11	24	0,0	-0,0	-0,7
	26	0,0	-0,0	-1,1
12	24	0,0	-0,0	1,8
	26	0,0	-0,0	2,7
13	26	-0,0	-0,0	-4,8
	29	0,0	-0,0	-2,9
	37	-0,0	-0,0	-4,5
	46	0,0	-0,0	-1,4
Minimale / maximale waarden				
1	26	-1,8		
2	26	1,8		
3	26		-10,9	
2	26		3,2	
13	26			-4,8
3	26			7,8

2.5 EN1995 TOETSINGEN

De toetsing van de houtprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1995-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.4.4.



Staaflnummer	Profiel	Combinatienummer	Artikel	U.C.
1	142 x 196	3.1	6.1.6	0,84
		3.1	6.1.7	0,29
		3.1	6.3.3	0,84
		26	Doorbuiging	0,23
		26	Doorbuiging	0,16
2	142 x 196	3.1	6.1.6	0,84
		3.1	6.1.7	0,34
		3.1	6.3.3	0,84
		26	Doorbuiging	0,22
		26	Doorbuiging	0,16
3	142 x 196	23.2	6.1.2	0,00
		10.2	6.1.7	0,03
		10.2	6.2.3	0,04
		10.2	6.3.3	0,04
4	142 x 196	3.2	6.1.2	0,00
		18.2	6.1.7	0,03
		18.2	6.2.3	0,04
		18.2	6.3.3	0,04
5	142 x 196	10.1	6.1.7	0,06
		10.1	6.2.3	0,21
		10.1	6.3.3	0,20
6	142 x 196	27	6.1.2	0,00
		18.2	6.1.7	0,06
		18.2	6.2.3	0,20
		18.2	6.3.3	0,20
7	71 x 196	3.1	6.1.6	0,42
		3.1	6.1.7	0,29
		3.1	6.3.3	0,42
8	71 x 196	3.1	6.1.6	0,42
		3.1	6.1.7	0,39
		3.1	6.3.3	0,42
		26	Doorbuiging	0,26
		26	Doorbuiging	0,19
9	142 x 196	46	6.1.2	0,01
		6.1	6.1.4	0,01

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
9	142 x 196	3.1	6.1.7	0,09
		5.1	6.2.3	0,25
		5.2	6.3.2	0,25
		14.1	6.3.3	0,14
		28	Doorbuiging	0,49
		28	Doorbuiging	0,26
10	142 x 196	23.2	6.1.2	0,01
		14.1	6.1.4	0,00
		3.1	6.1.7	0,09
		4.2	6.2.3	0,25
		4.1	6.3.2	0,25
		6.2	6.3.3	0,14
		27	Doorbuiging	0,49
		27	Doorbuiging	0,26

2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.6.1 Staaf 1 - 142 x 196 (C24 Klimaatklasse:1)

Buiging (maatgevend)

art. 6.1.6

Combinatie : 3.1 x = 1700 mm Nx = 0 kN Vz = -14,871 kN My = -12,64 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{12,640 \times 10^6}{909 \times 10^3} = 13,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{13,9}{16,6} = 0,84 < 1,00 \quad (6.11)$$

Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 3.1 x = 1700 mm Nx = 0 kN Vz = -14,871 kN My = -12,64 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{14870,9 \times 681884}{142 \times 89099509} = 0,8 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.3

Combinatie : 3.1 x = 1700 mm Nx = 0 kN Vz = -14,871 kN My = -12,64 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

Aantal kipsteunen: 0 In overkraging: Puntlast op het uiteinde

$$\rightarrow l_{ef} = 0,8 \times l = 0,8 \times 1700 = 1360 \text{ mm} \quad l_{ef} = l_{ef} - 0,5h = 1360 - 0,5 \times 196 = 1262 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 142^2}{196 \times 1262} \times 7400 = 470,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{470,5}} = 0,226 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{12,640 \times 10^6}{909 \times 10^3} = 13,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = 13,9 \text{ N/mm}^2 < k_{crit} f_{m,d} = 1,00 \times 16,6 = 16,6 \text{ N/mm}^2 \quad (6.33)$$

Doorbuiging

Combinatie : 26 $x = 1070 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = -7,185 \text{ kN}$ $M_y = -3,844 \text{ kNm}$
 Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -10,9 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0 \text{ mm}$

$$w_{eind,z} = w_z + k_{def} w_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = 1,1 + 0,6 \times 0,7 = 1,6 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|1,6|}{1700 / 250} = \frac{|1,6|}{6,8} = 0,23 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_{eind,z} - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = 1,6 - 0,7 = 0,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|0,8|}{1700 / 333} = \frac{|0,8|}{5,1} = 0,16 < 1,0$$

Doorbuiging

Combinatie : 26 $x = 1070 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = -7,185 \text{ kN}$ $M_y = -3,844 \text{ kNm}$
 Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -10,9 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0 \text{ mm}$

$$w_{eind,z} = w_z + k_{def} w_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = 1,1 + 0,6 \times 0,7 = 1,6 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|1,6|}{1700 / 250} = \frac{|1,6|}{6,8} = 0,23 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_{eind,z} - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = 1,6 - 0,7 = 0,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|0,8|}{1700 / 333} = \frac{|0,8|}{5,1} = 0,16 < 1,0$$

2.6.2 Staaf 7 - 71 x 196 (C24 Klimaatklasse:1)

Buiging (maatgevend)

art. 6.1.6

Combinatie : 3.1 $x = 851 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = -7,38 \text{ kN}$ $M_y = -3,14 \text{ kNm}$
 Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{3,140 \times 10^6}{455 \times 10^3} = 6,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{6,9}{16,6} = 0,42 < 1,00 \quad (6.11)$$

Afschuiving**art. 6.1.7**

Combinatie : 3.1 x = 851 mm Nx = 0 kN Vz = -7,38 kN My = -3,14 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{7380,1 \times 340942}{71 \times 44549755} = 0,8 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging**art. 6.3.3**

Combinatie : 3.1 x = 851 mm Nx = 0 kN Vz = -7,38 kN My = -3,14 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

Aantal kipsteunen: 0 In overkraging: Puntlast op het uiteinde

$$\rightarrow l_{ef} = 0,8 \times l = 0,8 \times 851 = 681 \text{ mm} \quad l_{ef} = l_{ef} - 0,5h = 681 - 0,5 \times 196 = 583 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 71^2}{196 \times 583} \times 7400 = 254,7 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{254,7}} = 0,307 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{3,140 \times 10^6}{455 \times 10^3} = 6,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,9 \text{ N/mm}^2 < k_{crit} f_{m,d} = 1,00 \times 16,6 = 16,6 \text{ N/mm}^2 \quad (6.33)$$

Doorsnede dak dakkapel

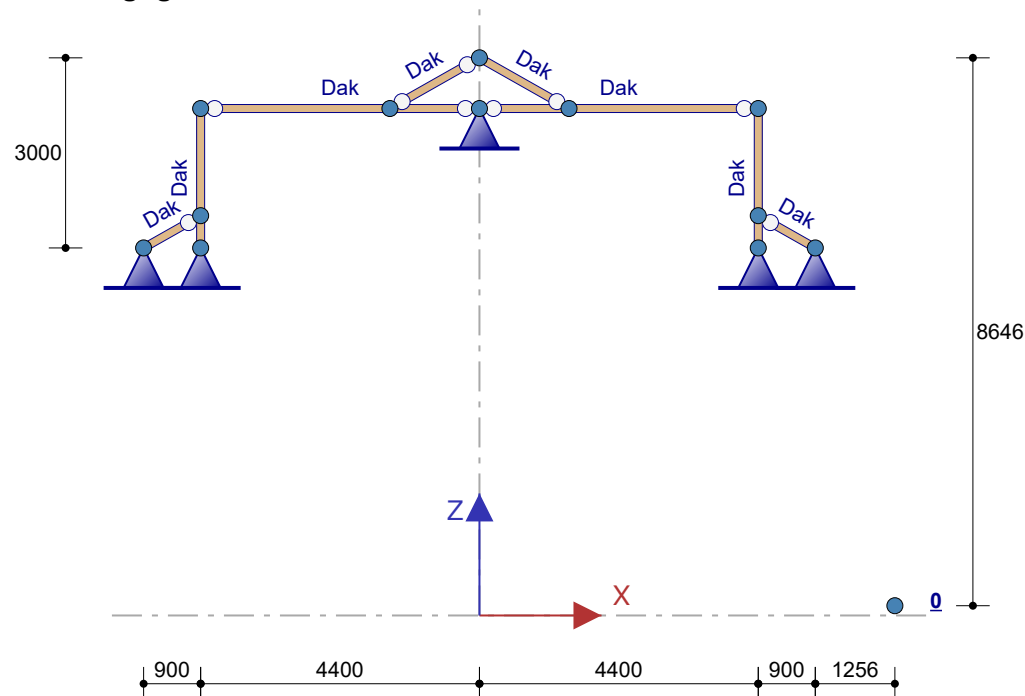
Bestand :.....Doorsnede kap dakkapel.xfr2

Inhoudsopgave

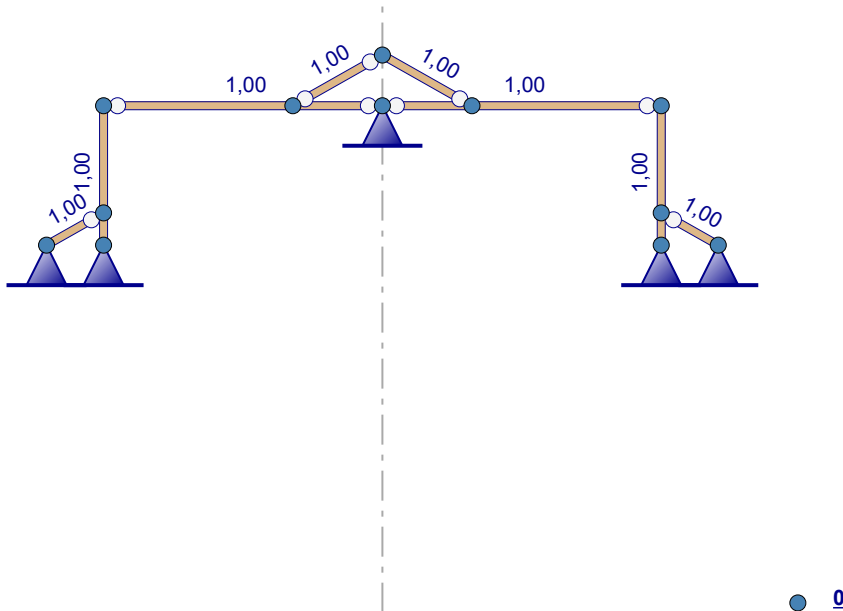
1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	2
1.3 PROFIELEN.....	2
1.4 Sneeuwbelasting.....	3
1.5 Winddrukken.....	3
1.6 Windbelastingen.....	4
1.7 BELASTINGSGEVALLEN.....	5
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	6
1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	7
1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1.....	8
1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2.....	9
1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3.....	10
1.13 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk.....	11
1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk.....	12
1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk.....	13
1.16 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk.....	14
1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk.....	15
1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk.....	16
1.19 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk.....	17
1.20 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk.....	18
1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk.....	19
1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk.....	20
1.23 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk.....	21
1.24 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk.....	22
1.25 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk.....	23
1.26 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk.....	24
1.27 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk.....	25
1.28 BELASTINGSGEVAL 21 Wind van rechts D + Overdruk.....	26
1.29 BELASTINGSGEVAL 22 Wind loodrecht A + Onderdruk.....	27
1.30 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk.....	28
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	29
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	29
2.2.1 Reactiekrachten.....	29
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	32
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	36
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	37
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	38
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	40
2.5 EN1995 TOETSINGEN.....	42
2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	43
2.6.1 Staaf 6 - 117 x 196 (C24 Klimaatklasse:1).....	43

Gehanteerde normen : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

Gevolgklasse : CC2

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²**1 Invoergegevens**

Belastingbreedten

**1.1 KNOPEN**

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	6556	154			
2	-5300	5800	A	A	
3	-4400	5800	A	A	
4	4400	5800	A	A	

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingsen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
5	5300	5800	A	A	
6	-4400	6309			
7	4400	6309			
8	-4400	8000			
9	-1413	8000			
10	0	8000	A	A	
11	1413,33	8000			
12	4400	8000			
13	0	8800			

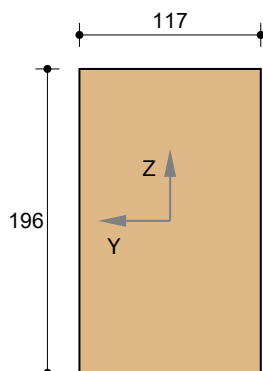
1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	2	6		117 x 196	1034
2	7	5		117 x 196	1034
3	3	8		117 x 196	2200
4	4	12		117 x 196	2200
5	8	10		117 x 196	4400
6	10	12		117 x 196	4400
7	9	13		117 x 196	1624
8	13	11		117 x 196	1624

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	117 x 196	9,6	11000	2,2932E4	7,3413E7	7,4911E5	7,4911E5

117 x 196



Materiaalgegevens

Sterkteklasse

Klimaatklasse

Materiaaltype

Elasticiteitsmodulus

C24

1

Gezaagd hout; gamma_M = 1,30; k_{def} = 0,60E = 11000 N/mm²

Belastingsduurklasse	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k
		fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m ³	ρ_k	=	350 kg/m ³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,\text{mean}}$	=	11000 N/mm ²	$E_{90,\text{mean}}$	=	370 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,\text{fin}}$	=	6875 N/mm ²	$E_{90,\text{fin}}$	=	231 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm ²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm ²
Afschuifmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm ²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm ²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	58,5 mm	z_{max}	=	98,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-58,5 mm	z_{min}	=	-98,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	22932,0 mm ²	G	=	9,6 kg/m
Statisch moment	S_y	=	561834 mm ³	S_z	=	335381 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	73412976 mm ⁴	I_z	=	26159679 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	56,6 mm	i_z	=	33,8 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,\text{el}}$	=	749112 mm ³	$W_{z,\text{el}}$	=	447174 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	73412976 mm ⁴	I_{min}	=	26159679 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	56,6 mm	i_{min}	=	33,8 mm

1.4 Sneeuwbelasting

Karakteristieke sneeuwbelasting op de grond : 0,700 kN/m²

Dakhelling	29,5 graden	$\mu_1 = \mu_2 = 0,80$	$\mu_3 = 1,59$
Dakhelling	-90,0 graden	$\mu_1 = \mu_2 = 0,00$	$\mu_3 = 0,00$
Dakhelling	0,0 graden	$\mu_1 = \mu_2 = 0,80$	$\mu_3 = 0,80$
Dakhelling	-29,5 graden	$\mu_1 = \mu_2 = 0,80$	$\mu_3 = 1,59$

Let op! De belastinggenerator houdt geen rekening met situatie voor μ_3 (sneeuwophoping voor daken met meer dan één overspanning) volgens art. 5.3.4 - figuur 5.4!

Belastingsschikkingen

art. 5.2

1.5 Winddrukken

Windgebied	: III	Referentieperiode wind T	: 50 jaar
Terreincategorie	: III Bebouwd gebied		
Hoogte van het gebouw h	: 5,20 m	Hoogte boven maaiveld	: 9,0 m
Breedte van het gebouw	: 10,00 m	Diepte van het gebouw d	: 10,0 m
A - De afstand kopgevel - hart spant	: 5,00 m	B - Belastingbreedte spant	: 1,0 m

Terreinruwheid**art. 4.3.2**

$$k_r(z) = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,5}{0,05} \right)^{0,07} = 0,223 \quad (4.5)$$

$$z_{\min}(7) < z < z_{\max}(200) \quad c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,223 \times \ln\left(\frac{9}{0,5}\right) = 0,645 \quad (4.4)$$

Variatie met hoogte**art. 4.3.1**

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0} = 1,000 \times 1,000 \times 24,5 = 24,5 \text{ m/s} \quad (4.1)$$

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,645 \times 1,000 \times 24,5 = 15,808 \text{ m/s} \quad (4.3)$$

Windturbulentie**art. 4.4**

$$\sigma_v = k_r \cdot V_b \cdot k_l = 0,223 \times 24,50 \times 1,000 = 5,469 \text{ m/s} \quad (4.6)$$

$$z_{\min} < z < z_{\max} \quad I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{5,469}{15,808} = 0,346 \quad (4.7)$$

Extreme stuwdruk**art. 4.5**

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) = (1 + 7 \times 0,346) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 15,808^2 = 0,534 \text{ kN/m}^2 \quad (4.8)$$

Bepaling van $c_s c_d$ **art. 6.2**

$$c_s c_d = 1,00$$

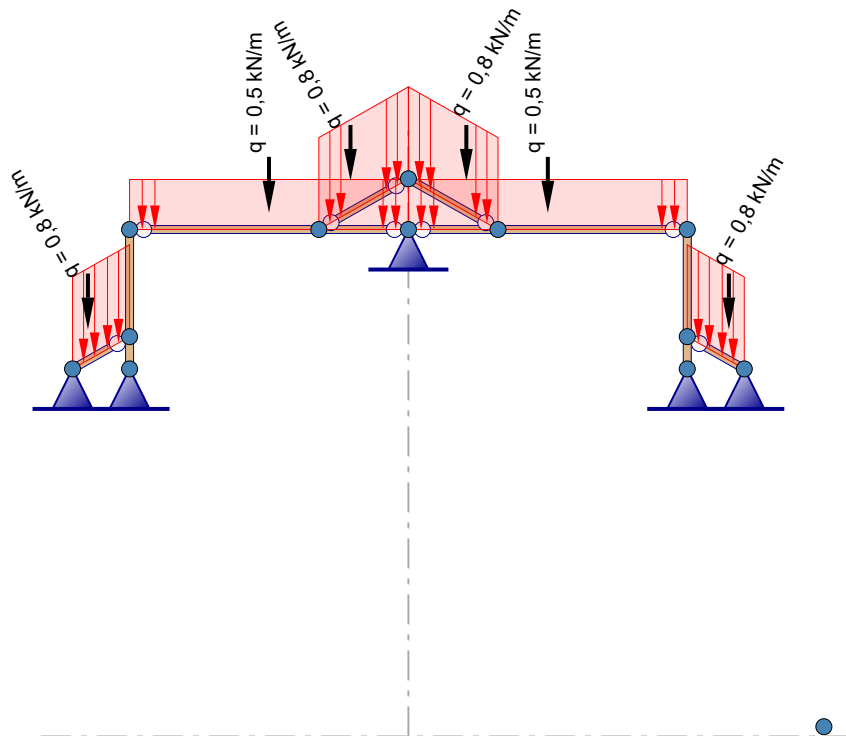
1.6 Windbelastingen

Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m ²]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw01	29,5	→ G	+0,683	9,00	0,534	1,0	0,365	Tabel 7.4
qw02	29,5	→ G	-0,510	9,00	0,534	1,0	-0,273	"
qw03	29,5	→ H	+0,393	9,00	0,534	1,0	0,210	"
qw04	29,5	→ H	-0,203	9,00	0,534	1,0	-0,109	"
qw05	-90,0	→ I	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw06	-90,0	→ I	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw07	-90,0	→ J	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw08	-90,0	→ J	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw09	-29,5	→ I	-0,400	9,00	0,534	1,0	-0,214	"
qw10	-29,5	→ I	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw11	-29,5	→ J	-0,516	9,00	0,534	1,0	-0,276	"
qw12	-29,5	→ J	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw13	29,5	← I	-0,400	9,00	0,534	1,0	-0,214	"
qw14	29,5	← I	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw15	29,5	← J	-0,517	9,00	0,534	1,0	-0,276	"
qw16	29,5	← J	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw17	-90,0	← G	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw18	-90,0	← G	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw19	-90,0	← H	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw20	-90,0	← H	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw21	-29,5	← G	+0,684	9,00	0,534	1,0	0,365	"
qw22	-29,5	← G	-0,510	9,00	0,534	1,0	-0,272	"

Ref.	Hoek [graden]	Zone	Cpi/Cpe	ze [m]	qp(ze) [kN/m ²]	breedte [m]	qw [kN/m]	Art.
qw23	-29,5	← H	+0,393	9,00	0,534	1,0	0,210	"
qw24	-29,5	← H	-0,203	9,00	0,534	1,0	-0,109	"
qw25	29,5	↑ HI	-0,647	9,00	0,534	1,0	-0,346	"
qw26	29,5	↑ HI	-0,647	9,00	0,534	1,0	-0,346	"
qw27	-90,0	↑ HI	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw28	-90,0	↑ HI	0,000	9,00	0,534	1,0	0,000	"
qw29	-29,5	↑ HI	-0,647	9,00	0,534	1,0	-0,346	"
qw30	-29,5	↑ HI	-0,647	9,00	0,534	1,0	-0,346	"
qw31		→	-0,300	9,00	0,534	1,0	-0,160	Art. 7.2.9
qw32		→	+0,200	9,00	0,534	1,0	0,107	"
qw33		←	-0,300	9,00	0,534	1,0	-0,160	"
qw34		←	+0,200	9,00	0,534	1,0	0,107	"
qw35		↑	-0,300	9,00	0,534	1,0	-0,160	"
qw36		↑	+0,200	9,00	0,534	1,0	0,107	"

1.7 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ0	ψ1	ψ2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30
3	Sneeuw 1	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
4	Sneeuw 2	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
5	Sneeuw 3	Sneeuw	0,00	0,20	0,00
6	Wind van links A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
7	Wind van links A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
8	Wind van links B + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
9	Wind van links B + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
10	Wind van links C + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
11	Wind van links C + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
12	Wind van links D + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
13	Wind van links D + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
14	Wind van rechts A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
15	Wind van rechts A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
16	Wind van rechts B + Onderdru	Wind	0,00	0,20	0,00
17	Wind van rechts B + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
18	Wind van rechts C + Onderdru	Wind	0,00	0,20	0,00
19	Wind van rechts C + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
20	Wind van rechts D + Onderdru	Wind	0,00	0,20	0,00
21	Wind van rechts D + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
22	Wind loodrecht A + Onderdruk	Wind	0,00	0,20	0,00
23	Wind loodrecht A + Overdruk	Wind	0,00	0,20	0,00

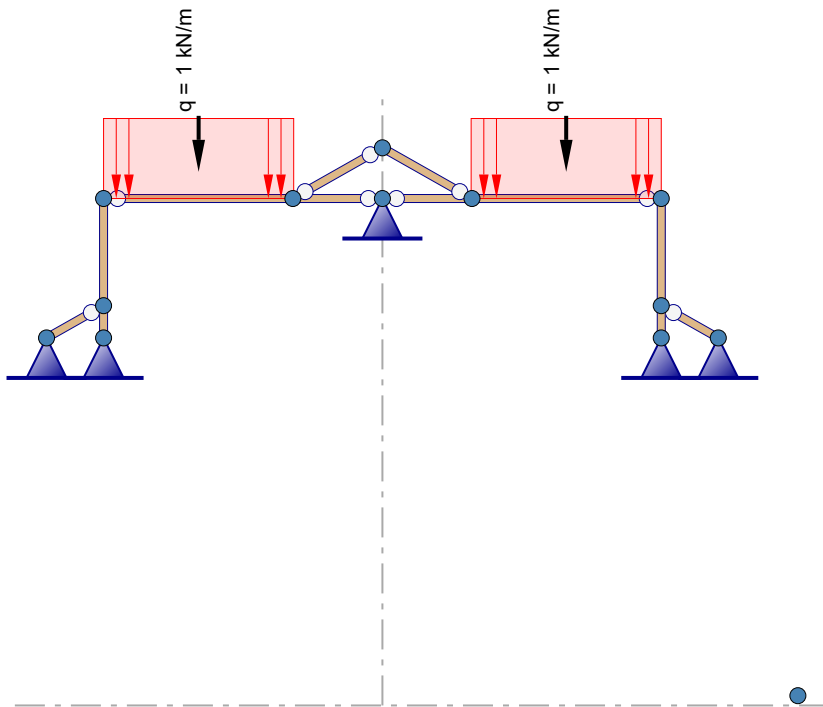
1.8 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

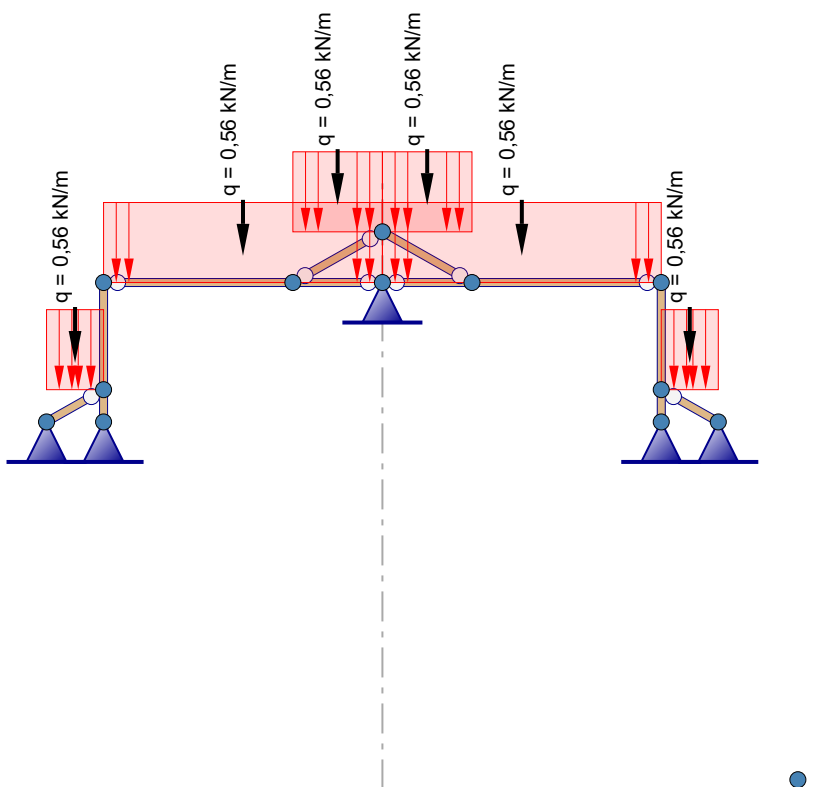
Totaal eigen gewicht: : 175 kg.

1.8.1 Staafbelastingen

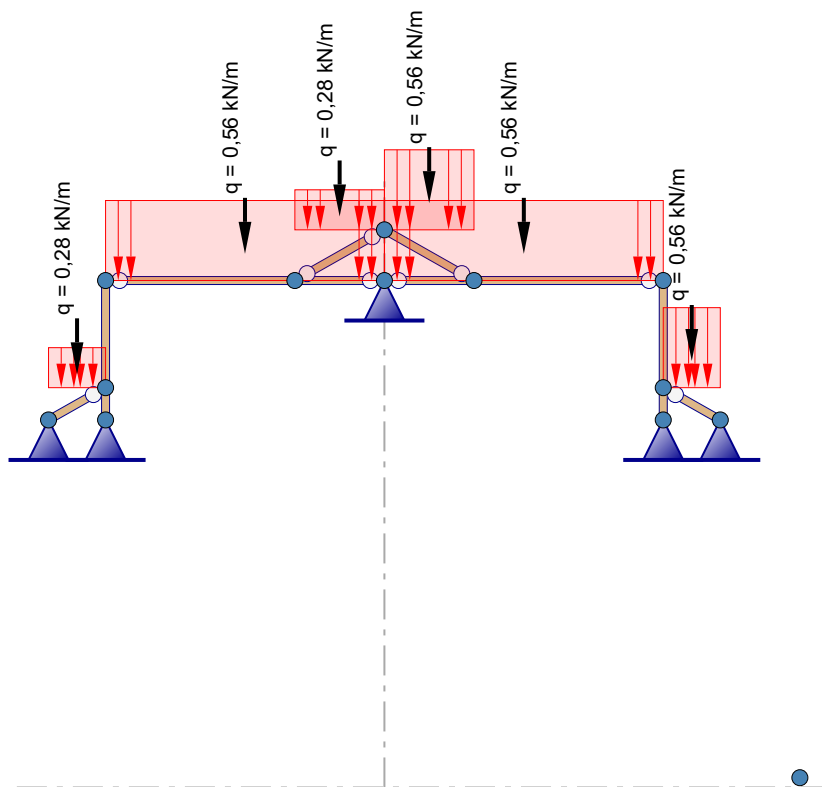
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	-29,5	2	0	1034
1	q	-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	-29,5	2	0	1034
2	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	29,5	7	0	1034
2	q	-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	29,5	7	0	1034
3	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	-90,0	3	0	2200
4	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	-90,0	4	0	2200
5	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	-0,0	8	0	4400
5	q	-0,500 kN/m	-0,500 kN/m	0,0	8	0	4400
6	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	-0,0	10	0	4400
6	q	-0,500 kN/m	-0,500 kN/m	0,0	10	0	4400
7	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	-29,5	9	0	1624
7	q	-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	-29,5	9	0	1624
8	q	-0,094 kN/m	-0,094 kN/m	29,5	13	0	1624
8	q	-0,800 kN/m	-0,800 kN/m	29,5	13	0	1624

1.9 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.9.1 Staafbelastingen**

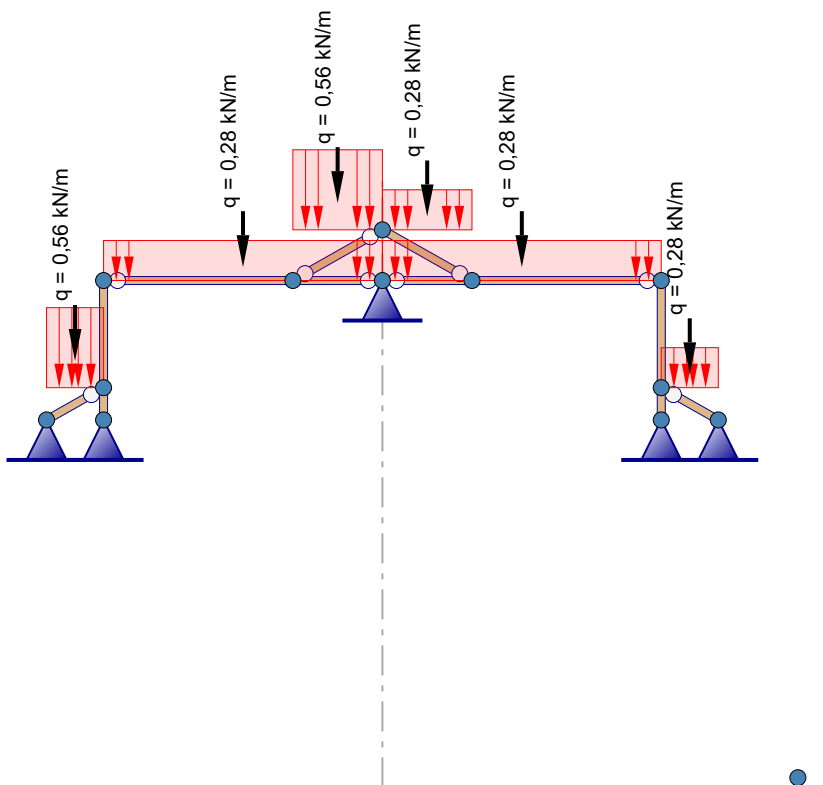
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	 q	-1,000 kN/m	-1,000 kN/m	0,0	8	0	3000
6	 q	-1,000 kN/m	-1,000 kN/m	0,0	10	1400	3000

1.10 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1**1.10.1 Staafbelastingen**

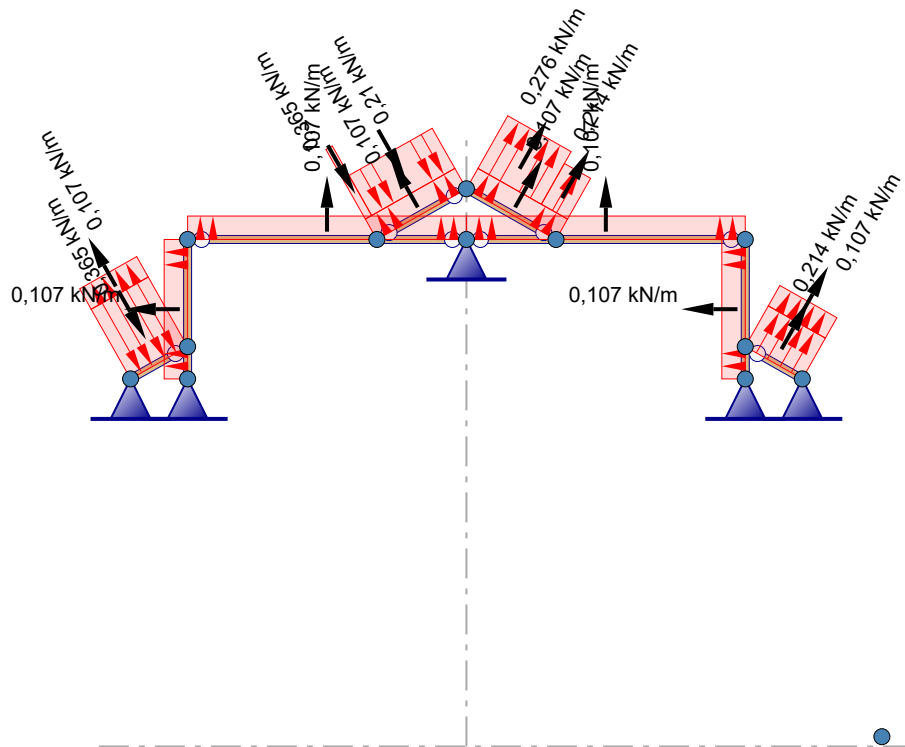
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	2	0	1034
2		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	7	0	1034
5		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-0,0	8	0	4400
6		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-0,0	10	0	4400
7		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	9	0	1624
8		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	13	0	1624

1.11 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2**1.11.1 Staaftbelastingen**

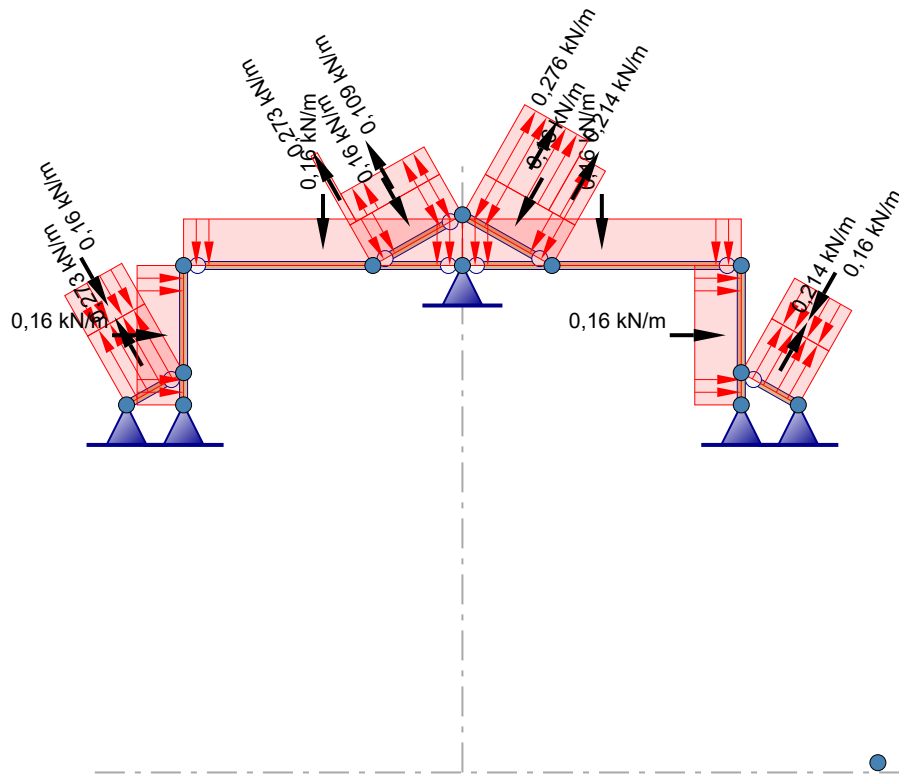
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	-29,5	2	0	1034
2		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	7	0	1034
5		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-0,0	8	0	4400
6		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-0,0	10	0	4400
7		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	-29,5	9	0	1624
8		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	29,5	13	0	1624

1.12 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3**1.12.1 Staaftbelastingen**

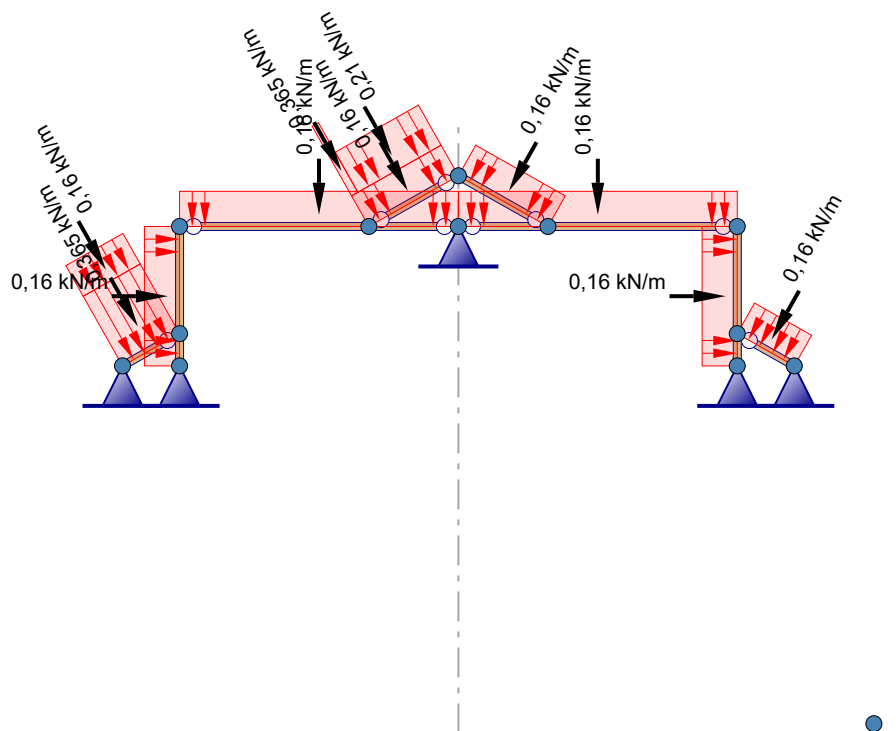
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	2	0	1034
2		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	29,5	7	0	1034
5		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	-0,0	8	0	4400
6		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	-0,0	10	0	4400
7		-0,560 kN/m	-0,560 kN/m	-29,5	9	0	1624
8		-0,280 kN/m	-0,280 kN/m	29,5	13	0	1624

1.14 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk**1.14.1 Staaftbelastingen**

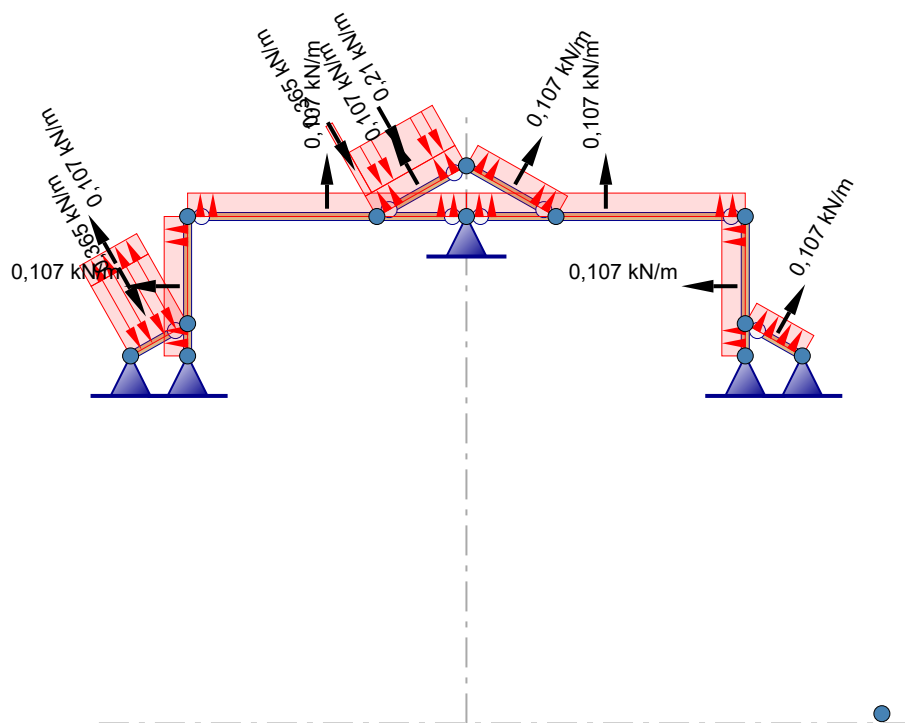
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw01	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	9	0	115
7	qw03	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	9	115	1509
7	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	13	1149	475
8	qw11	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	13	0	1149
8	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	1624

1.15 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk**1.15.1 Staafbelastingen**

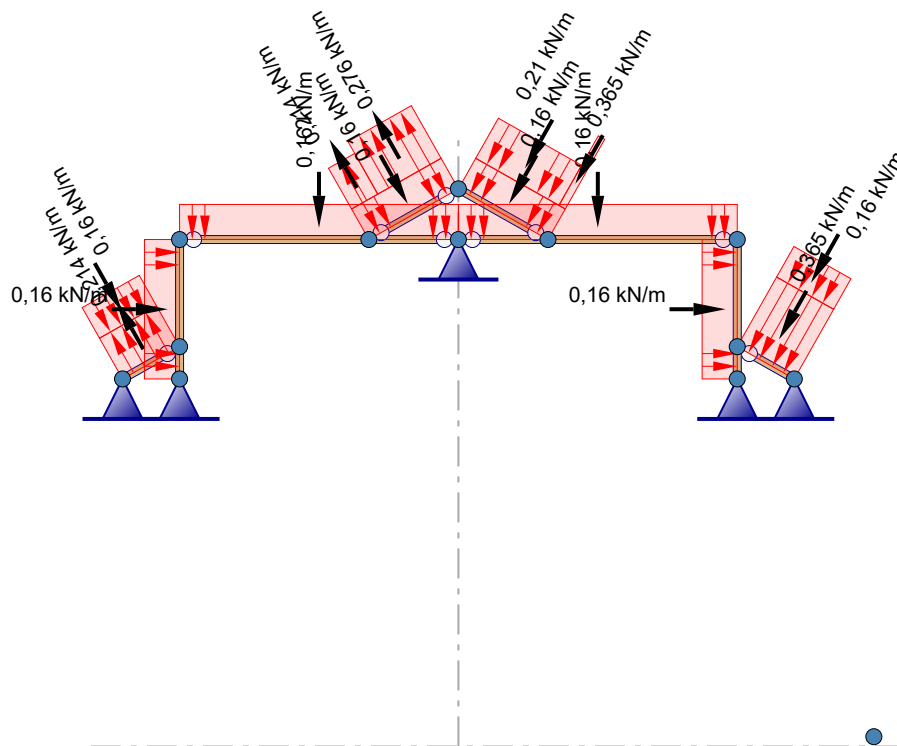
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw02	0,273 kN/m	0,273 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw02	0,273 kN/m	0,273 kN/m	0,0	9	0	115
7	qw04	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	9	115	1509
7	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw09	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	13	1149	475
8	qw11	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	13	0	1149
8	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	1624

1.17 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk**1.17.1 Staafbelastingen**

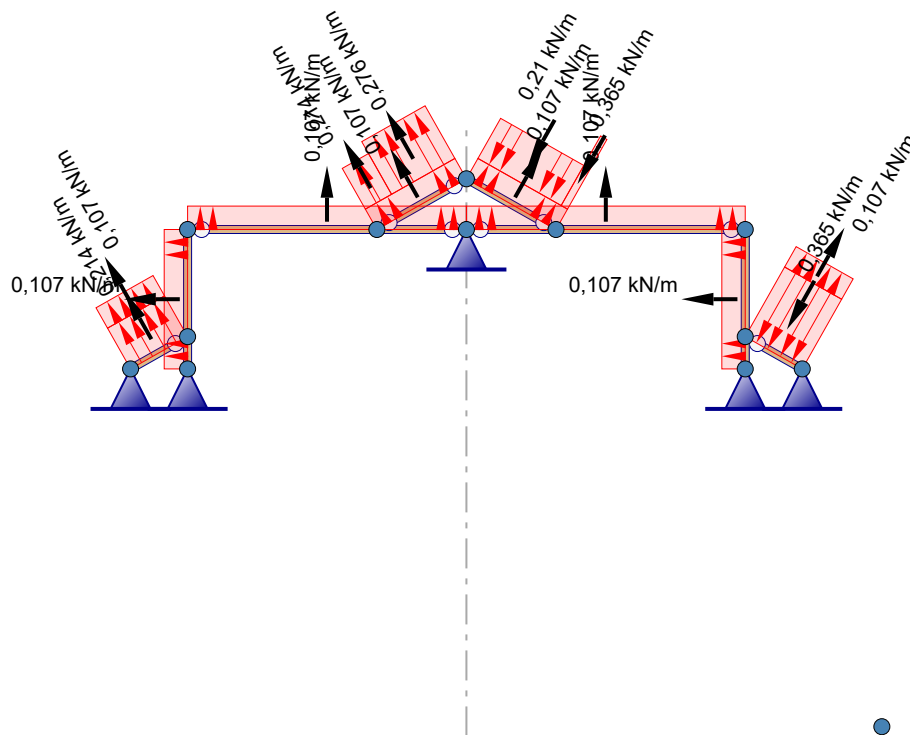
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw01	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	9	0	115
7	qw03	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	9	115	1509
7	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw31	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	1624

1.18 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk**1.18.1 Staaftbelastingen**

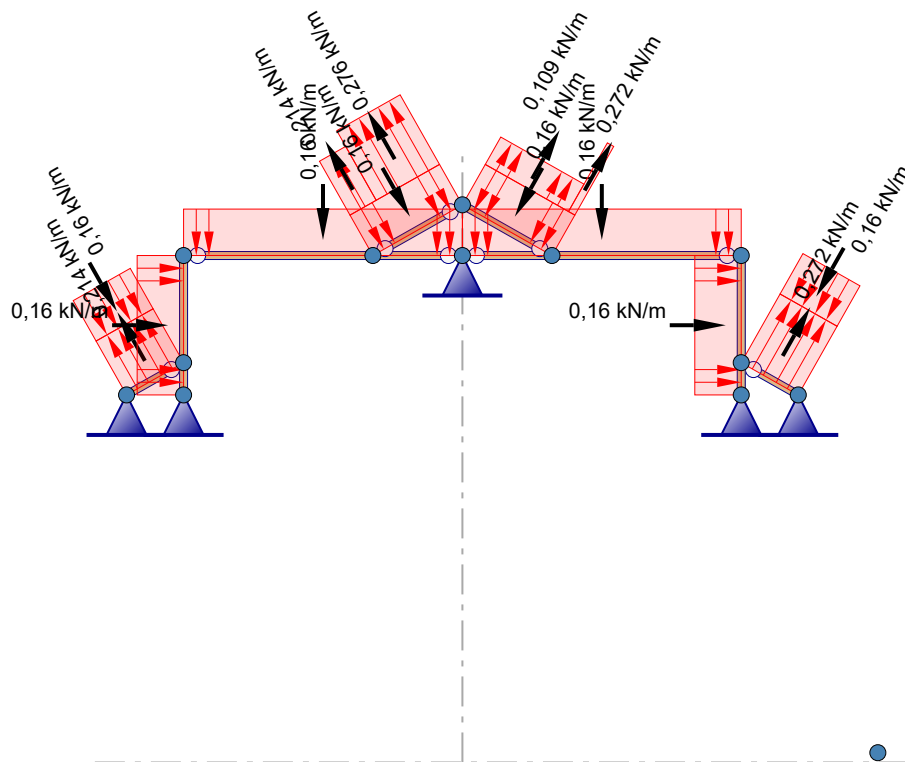
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw01	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw01	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	9	0	115
7	qw03	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	9	115	1509
7	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw32	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	1624

1.21 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk**1.21.1 Staaftbelastingen**

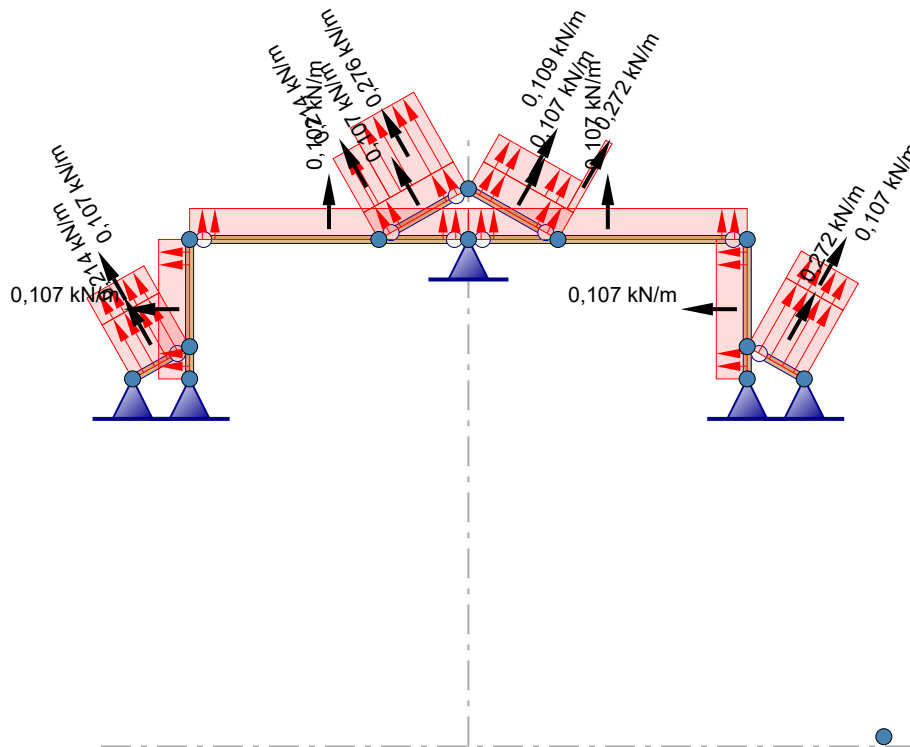
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	475
7	qw15	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	9	475	1149
7	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	13	1509	115
8	qw23	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	1509
8	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	1624

1.22 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk**1.22.1 Staaftbelastingen**

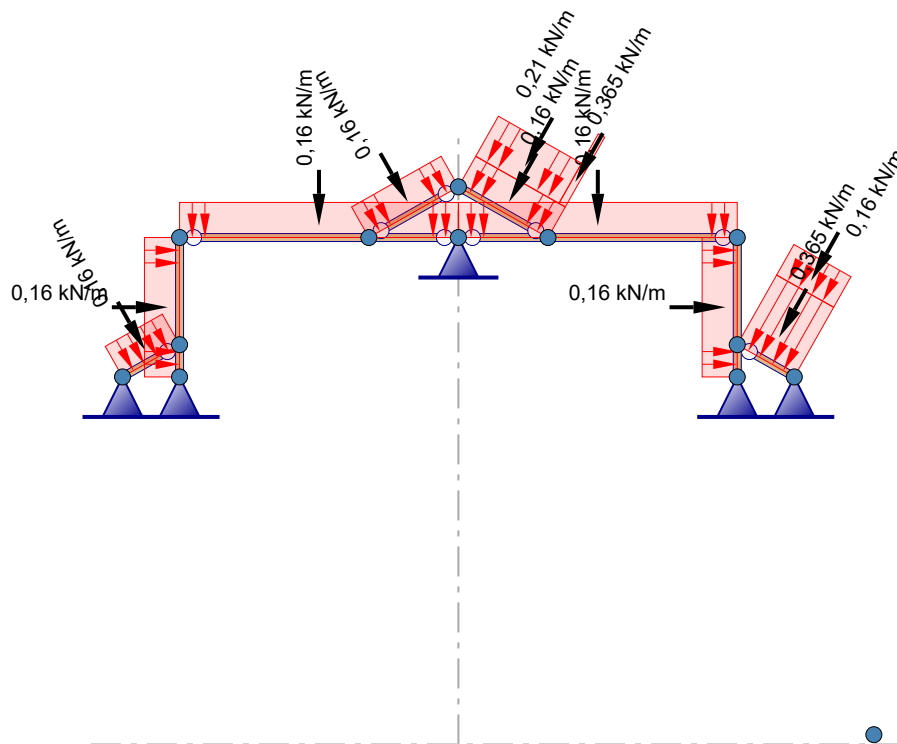
Staaft- nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	475
7	qw15	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	9	475	1149
7	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	13	1509	115
8	qw23	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	1509
8	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	1624

1.23 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk**1.23.1 Staafbelastingen**

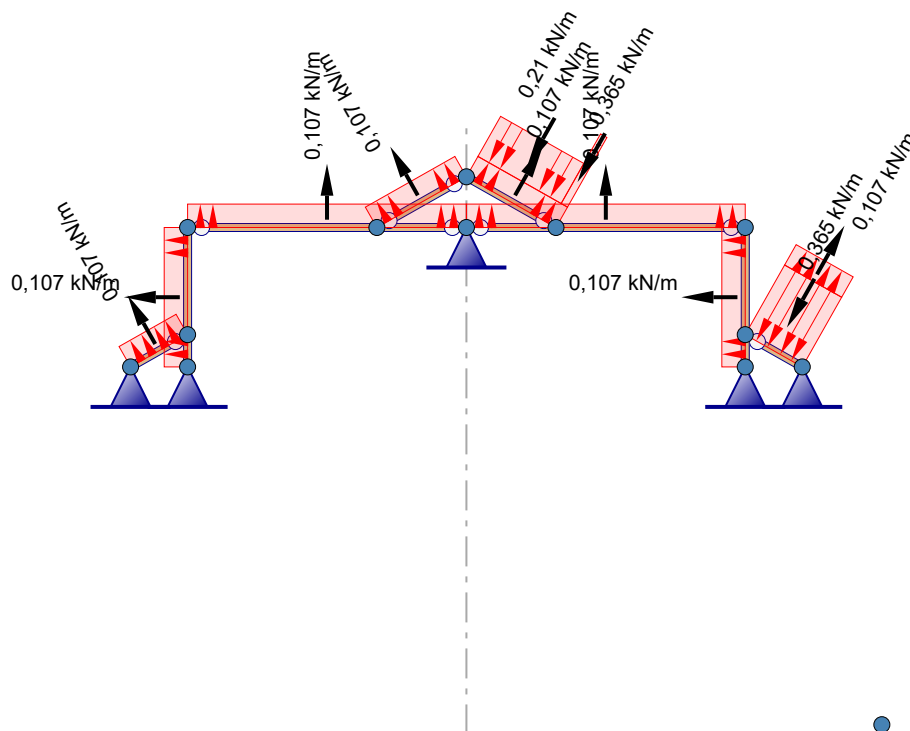
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw22	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	475
7	qw15	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	9	475	1149
7	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw22	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	13	1509	115
8	qw24	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	13	0	1509
8	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	1624

1.24 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk**1.24.1 Staafbelastingen**

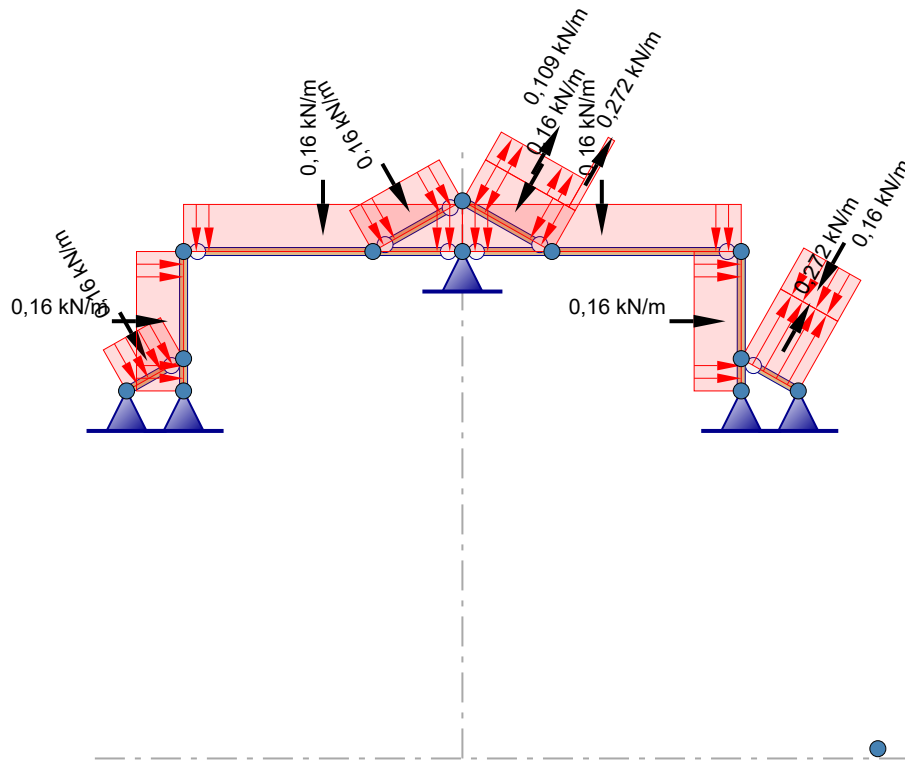
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw22	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw13	0,214 kN/m	0,214 kN/m	0,0	9	0	475
7	qw15	0,276 kN/m	0,276 kN/m	0,0	9	475	1149
7	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw22	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	13	1509	115
8	qw24	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	13	0	1509
8	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	1624

1.25 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk**1.25.1 Staafbelastingen**

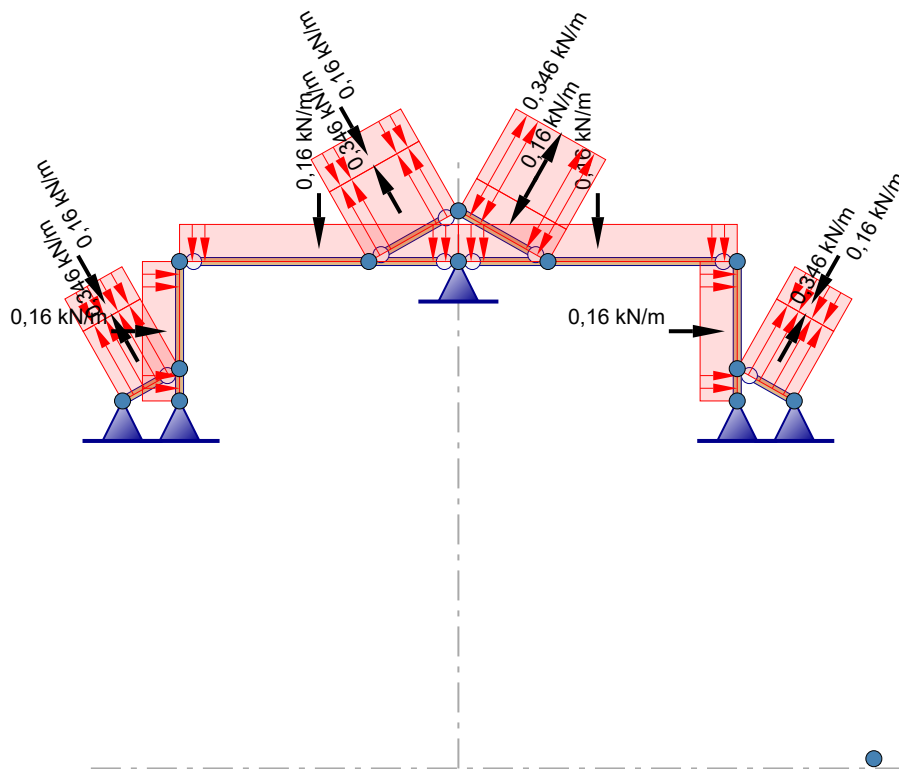
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	13	1509	115
8	qw23	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	1509
8	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	1624

1.26 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk**1.26.1 Staafbelastingen**

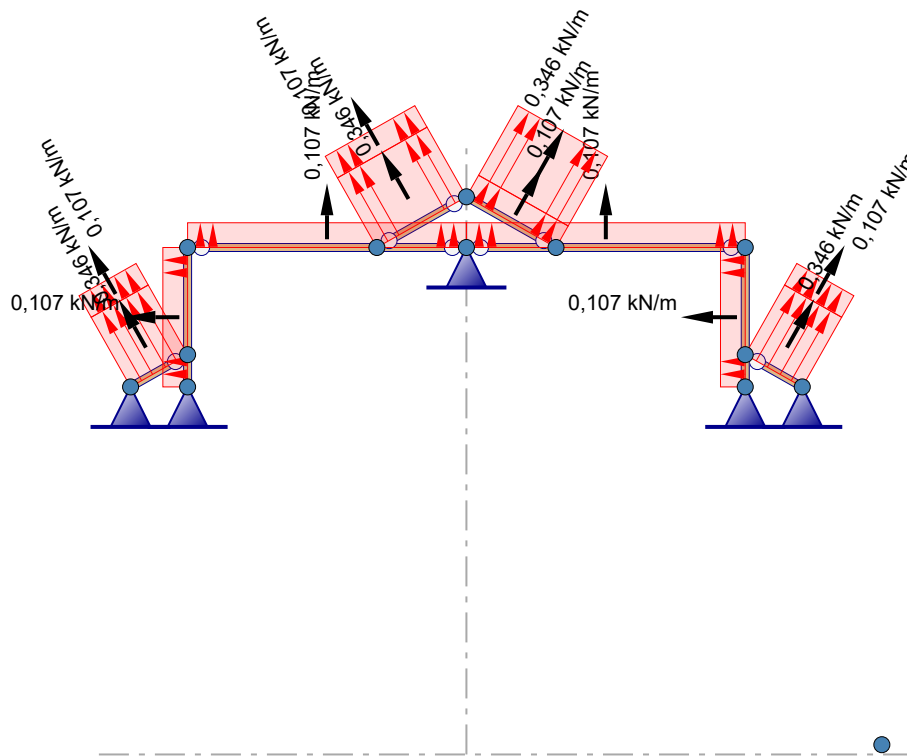
Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw21	-0,365 kN/m	-0,365 kN/m	0,0	13	1509	115
8	qw23	-0,210 kN/m	-0,210 kN/m	0,0	13	0	1509
8	qw34	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	1624

1.27 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk**1.27.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw22	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw22	0,272 kN/m	0,272 kN/m	0,0	13	1509	115
8	qw24	0,109 kN/m	0,109 kN/m	0,0	13	0	1509
8	qw33	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	1624

1.29 BELASTINGSGEVAL 22 Wind loodrecht A + Onderdruk**1.29.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw26	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw29	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw26	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	9	0	1624
7	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw29	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	13	0	1624
8	qw35	-0,160 kN/m	-0,160 kN/m	0,0	13	0	1624

1.30 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk**1.30.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	qw26	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	2	0	1034
1	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	2	0	1034
2	qw29	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	7	0	1034
2	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	7	0	1034
3	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	3	0	2200
4	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	4	0	2200
5	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	8	0	4400
6	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	10	0	4400
7	qw26	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	9	0	1624
7	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	9	0	1624
8	qw29	0,346 kN/m	0,346 kN/m	0,0	13	0	1624
8	qw36	0,107 kN/m	0,107 kN/m	0,0	13	0	1624

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop-nummer	1/263 in +X		1/263 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	6556	154	6556	154
2	-5279	5800	-5321	5800
3	-4379	5800	-4421	5800
4	4421	5800	4379	5800
5	5321	5800	5279	5800
6	-4377	6309	-4423	6309
7	4423	6309	4377	6309
8	-4370	8000	-4430	8000
9	-1383	8000	-1443	8000
10	30	8000	-30	8000
11	1443	8000	1384	8000
12	4430	8000	4370	8000
13	33	8800	-33	8800

2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
2	1	0,032	0,481	
	2	0,015	0,009	
	3	0,021	0,264	
	4	0,017	0,136	
	5	0,014	0,260	
	6	-0,540	0,007	
	7	0,056	0,185	
	8	-0,225	-0,194	
	9	0,371	-0,016	
	10	-0,538	0,008	
	11	0,058	0,186	
	12	-0,223	-0,193	
	13	0,373	-0,014	
	14	-0,251	-0,174	
	15	0,345	0,005	
	16	-0,254	-0,175	
	17	0,343	0,003	
	18	-0,356	-0,106	
	19	0,240	0,072	
	20	-0,359	-0,108	
	21	0,238	0,071	
	22	-0,191	-0,218	
	23	0,406	-0,039	
3	1	-0,025	2,426	
	2	-0,012	1,969	

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
3	3	-0,016	1,726	
	4	-0,013	1,507	
	5	-0,011	1,082	
	6	0,033	0,920	
	7	-0,026	-0,208	
	8	0,041	0,440	
	9	-0,019	-0,688	
	10	0,032	0,959	
	11	-0,028	-0,169	
	12	0,039	0,479	
	13	-0,021	-0,649	
	14	0,037	0,506	
	15	-0,022	-0,622	
	16	0,039	0,460	
	17	-0,020	-0,668	
	18	0,035	0,707	
	19	-0,025	-0,421	
	20	0,037	0,661	
	21	-0,023	-0,467	
	22	0,043	0,320	
	23	-0,017	-0,808	
4	1	0,025	2,427	
	2	0,012	1,969	
	3	0,016	1,726	
	4	0,015	1,696	
	5	0,009	0,894	
	6	0,045	0,186	
	7	-0,032	-0,409	
	8	0,043	0,140	
	9	-0,034	-0,455	
	10	0,048	0,387	
	11	-0,030	-0,207	
	12	0,046	0,341	
	13	-0,032	-0,254	
	14	0,049	0,600	
	15	-0,028	0,005	
	16	0,041	0,120	
	17	-0,036	-0,475	
	18	0,051	0,640	
	19	-0,027	0,045	
	20	0,043	0,159	
	21	-0,034	-0,436	
	22	0,040	-0,000	
	23	-0,038	-0,595	
5	1	-0,032	0,481	
	2	-0,015	0,009	
	3	-0,021	0,264	
	4	-0,019	0,263	
	5	-0,012	0,133	
	6	-0,315	0,146	
	7	0,032	-0,208	
	8	-0,312	0,145	

Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
5	9	0,035	-0,210	
	10	-0,210	0,214	
	11	0,137	-0,141	
	12	-0,207	0,212	
	13	0,140	-0,142	
	14	-0,025	0,327	
	15	0,321	-0,028	
	16	-0,340	0,126	
	17	0,006	-0,229	
	18	-0,028	0,328	
	19	0,319	-0,027	
	20	-0,343	0,127	
	21	0,004	-0,228	
	22	-0,375	0,102	
	23	-0,029	-0,253	
10	1	-0,000	4,588	
	2		2,045	
	3	0,000	3,538	
	4	0,000	3,270	
	5	-0,000	2,038	
	6	-0,606	0,978	
	7	-0,236	-0,711	
	8	-0,331	0,650	
	9	0,038	-1,038	
	10	-0,400	1,225	
	11	-0,030	-0,463	
	12	-0,125	0,898	
	13	0,245	-0,791	
	14	0,163	0,978	
	15	0,533	-0,711	
	16	-0,112	0,650	
	17	0,258	-1,038	
	18	-0,044	1,225	
	19	0,326	-0,463	
	20	-0,319	0,898	
	21	0,051	-0,791	
	22	-0,222	0,350	
	23	0,148	-1,338	
Minimale / maximale waarden				
10	6	-0,606		
10	15	0,533		
10	23		-1,338	
10	1		4,588	

2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

2.3.1 Belastingscombinaties

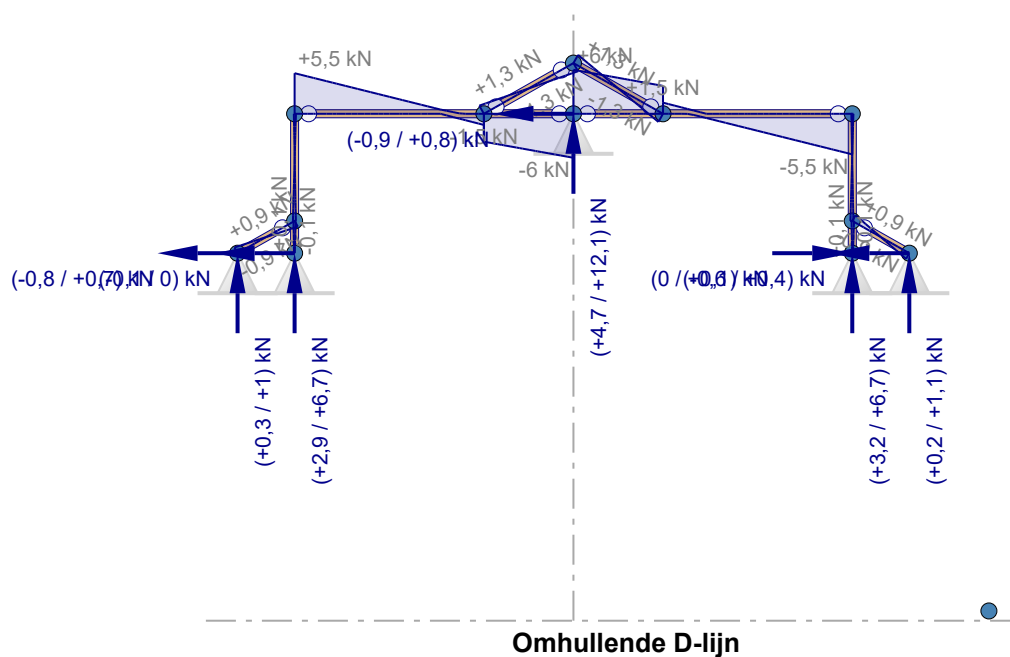
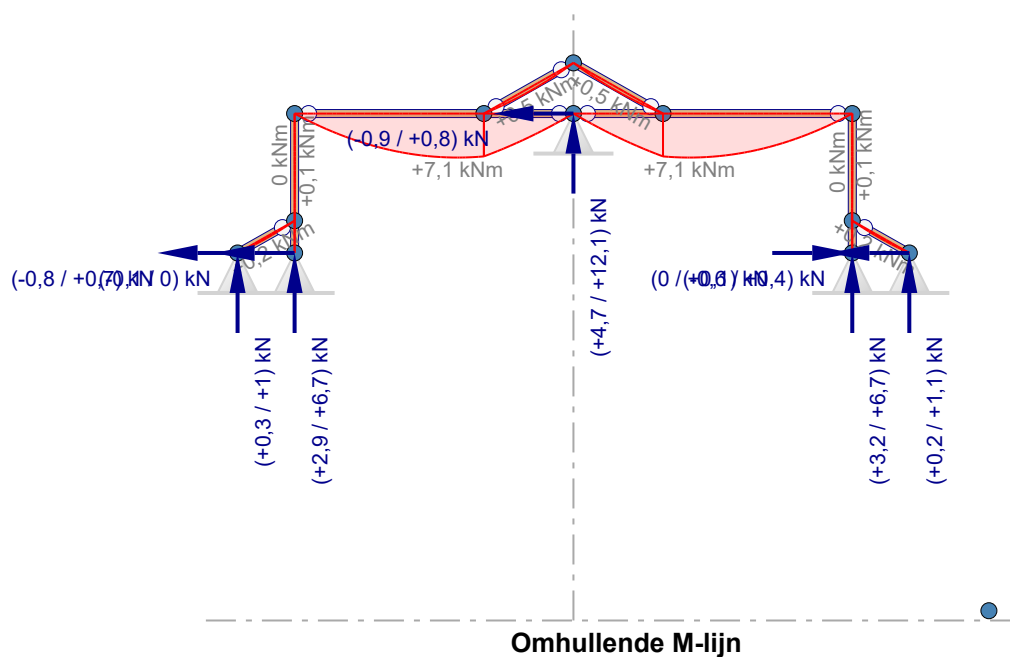
(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

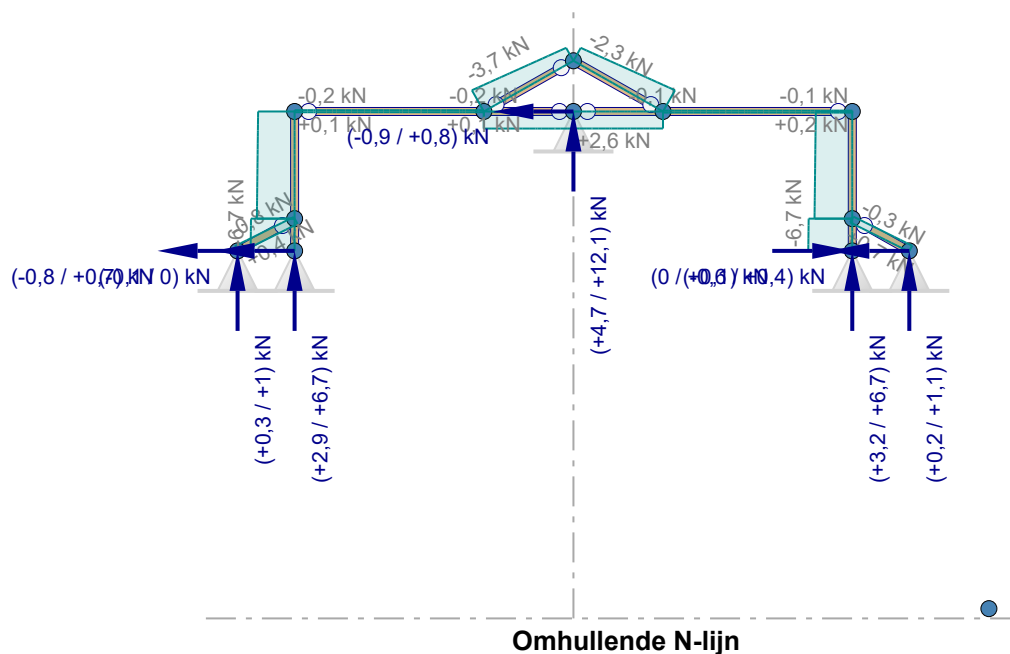
Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Permanent + Scheefstand 1/263 +X	UGT
1.2	Permanent + Scheefstand 1/263 -X	UGT
2.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
2.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
3.1	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/263 +X	UGT
3.2	Sneeuw 1 + Scheefstand 1/263 -X	UGT
4.1	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/263 +X	UGT
4.2	Sneeuw 2 + Scheefstand 1/263 -X	UGT
5.1	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/263 +X	UGT
5.2	Sneeuw 3 + Scheefstand 1/263 -X	UGT
6.1	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
6.2	Wind van links A + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
7.1	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
7.2	Wind van links A + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
8.1	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
8.2	Wind van links B + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
9.1	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
9.2	Wind van links B + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
10.1	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
10.2	Wind van links C + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
11.1	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
11.2	Wind van links C + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
12.1	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
12.2	Wind van links D + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
13.1	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
13.2	Wind van links D + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
14.1	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
14.2	Wind van rechts A + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
15.1	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
15.2	Wind van rechts A + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
16.1	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
16.2	Wind van rechts B + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
17.1	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
17.2	Wind van rechts B + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
18.1	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
18.2	Wind van rechts C + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
19.1	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
19.2	Wind van rechts C + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
20.1	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
20.2	Wind van rechts D + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
21.1	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
21.2	Wind van rechts D + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
22.1	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
22.2	Wind loodrecht A + Onderdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT
23.1	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/263 +X	UGT
23.2	Wind loodrecht A + Overdruk + Scheefstand 1/263 -X	UGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1,00x1,35	0,40x1,50								
1.2	1,00x1,35	0,40x1,50								
2.1	1,00x1,20	1,00x1,50								
2.2	1,00x1,20	1,00x1,50								
3.1	1,00x1,20	0,40x1,50	1,00x1,50							
3.2	1,00x1,20	0,40x1,50	1,00x1,50							
4.1	1,00x1,20	0,40x1,50		1,00x1,50						
4.2	1,00x1,20	0,40x1,50		1,00x1,50						
5.1	1,00x1,20	0,40x1,50			1,00x1,50					
5.2	1,00x1,20	0,40x1,50			1,00x1,50					
6.1	1,00x1,20	0,40x1,50				1,00x1,50				
6.2	1,00x1,20	0,40x1,50				1,00x1,50				
7.1	1,00x1,20	0,40x1,50					1,00x1,50			
7.2	1,00x1,20	0,40x1,50					1,00x1,50			
8.1	1,00x1,20	0,40x1,50						1,00x1,50		
8.2	1,00x1,20	0,40x1,50						1,00x1,50		
9.1	1,00x1,20	0,40x1,50							1,00x1,50	
9.2	1,00x1,20	0,40x1,50							1,00x1,50	
10.1	1,00x1,20	0,40x1,50								1,00x1,50
10.2	1,00x1,20	0,40x1,50								1,00x1,50
11.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
11.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
12.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
12.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
13.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
13.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
14.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
14.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
15.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
15.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
16.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
16.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
17.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
17.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
18.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
18.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
19.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
19.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
20.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
20.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
21.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
21.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
22.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
22.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
23.1	1,00x1,20	0,40x1,50								
23.2	1,00x1,20	0,40x1,50								
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.1										
1.2										
2.1										
2.2										
3.1										
3.2										
4.1										
4.2										
5.1										
5.2										
6.1										
6.2										
7.1										
7.2										
8.1										
8.2										
9.1										
9.2										
10.1										
10.2										

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11.1	1,00x1,50									
11.2	1,00x1,50									
12.1		1,00x1,50								
12.2		1,00x1,50								
13.1			1,00x1,50							
13.2			1,00x1,50							
14.1				1,00x1,50						
14.2				1,00x1,50						
15.1					1,00x1,50					
15.2					1,00x1,50					
16.1						1,00x1,50				
16.2						1,00x1,50				
17.1							1,00x1,50			
17.2							1,00x1,50			
18.1								1,00x1,50		
18.2								1,00x1,50		
19.1									1,00x1,50	
19.2									1,00x1,50	
20.1										1,00x1,50
20.2										1,00x1,50
21.1										
21.2										
22.1										
22.2										
23.1										
23.2										
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	21	22	23							
1.1										
1.2										
2.1										
2.2										
3.1										
3.2										
4.1										
4.2										
5.1										
5.2										
6.1										
6.2										
7.1										
7.2										
8.1										
8.2										
9.1										
9.2										
10.1										
10.2										
11.1										
11.2										
12.1										
12.2										
13.1										
13.2										
14.1										
14.2										
15.1										
15.2										
16.1										
16.2										
17.1										
17.2										
18.1										
18.2										
19.1										
19.2										
20.1										

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times y$)									
	21	22	23							
20.2										
21.1	1,00x1,50									
21.2	1,00x1,50									
22.1		1,00x1,50								
22.2		1,00x1,50								
23.1			1,00x1,50							
23.2			1,00x1,50							





2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
2	3.2	0,081	0,978	
	6.1	-0,766	0,592	
	22.1	-0,240	0,255	
	23.1	0,657	0,523	
3	3.2	-0,086	6,674	
	11.2	-0,094	3,838	
	22.1	0,045	4,571	
	23.1	-0,051	2,877	
4	3.2	0,035	6,676	
	18.1	0,132	5,047	
	23.1	-0,007	3,197	
	23.2	-0,032	3,201	
5	15.2	0,436	0,537	
	18.1	-0,091	1,077	
	22.1	-0,611	0,737	
	23.2	-0,090	0,202	
10	3.2	0,036	12,058	
	6.1	-0,935	8,208	
	15.2	0,818	5,672	
	23.1	0,203	4,728	
Minimale / maximale waarden				
10	6.1	-0,935		
10	15.2	0,818		
5	23.2		0,202	
10	3.2		12,058	

2.3.3 Omhullende staafkrachten

Staaflnummer	Combinatienummer	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	6.1	2		-0,376	0,892	0,000
	23.2	2		0,829	0,132	0,000
	6.1		518	0,650	0,000	0,231
	6.1	6		0,922	0,889	-0,000
	10.2	6		0,912	0,892	-0,000
	23.1	6		-0,282	0,132	-0,000
	23.2	6		-0,283	0,132	-0,000
2	15.2	7		-0,663	0,685	0,000
	18.2	7		0,057	0,892	0,000
	22.1	7		0,349	0,339	0,000
	23.1	7		-0,366	0,132	0,000
	18.2		518	-0,330	0,000	0,231
	14.1	5		-0,606	0,892	-0,000
	15.2	5		0,116	0,682	0,000
	22.1	5		-0,895	0,340	0,000
	23.2	5		-0,178	0,132	0,000
3	3.2	3		6,674	0,061	-0,000
	3.2	6		-6,617	0,061	0,031
	10.2		1444	-4,138	0,000	0,069
	11.2	6		-3,183	-0,172	0,061
	22.1	6		-4,514	-0,150	-0,045
	22.1	6		-3,908	0,230	-0,045
	23.1	8		-2,653	-0,104	-0,000
4	3.2	4		6,676	-0,060	0,000
	3.2	7		-6,618	-0,060	-0,031
	18.1	7		-4,990	-0,235	-0,089
	18.1	7		-4,246	0,256	-0,089
	22.2		1551	-3,788	-0,000	0,051
	23.2	7		-3,143	0,101	0,031
	23.1	12		-2,653	-0,117	0,000
5	3.2	8		-0,003	5,537	0,000
	3.2		2571	0,003	0,000	7,118
	3.2	9		0,003	-0,896	6,931
	3.2	9		2,592	-3,800	6,931
	10.1		2608	-0,197	0,000	5,285
	10.1	9		-0,197	-0,589	5,174
	23.1	9		1,058	-1,569	2,780
	3.2	10		2,592	6,003	-0,000
	3.1	10		-2,584	6,003	0,000
6	3.1	11		2,584	3,799	6,932
	3.1	11		0,003	0,895	6,933
	3.1		1829	0,003	0,000	7,118
	19.1	11		-0,111	0,452	3,793
	23.2	11		0,838	1,570	2,782
	3.1	12		0,003	5,537	-0,000
	19.2	12		-0,134	2,991	-0,000
	3.1	9		3,692	1,277	0,000
7	3.2	9		3,699	1,273	0,000
	23.1	9		1,224	0,208	0,000
	23.2	9		1,225	0,207	0,000

Staaf-nummer	Combinatie-nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
7	3.1		813	-2,969	0,000	0,519
	3.2	13		-2,256	1,277	0,000
	23.1	13		-0,366	0,207	0,000
8	3.2	13		2,256	1,277	0,000
	4.2	13		1,955	1,277	0,000
	23.1	13		0,366	0,207	0,000
	4.2		813	-2,678	0,000	0,519
	3.2	11		-3,699	1,273	-0,000
	4.1	11		-3,392	1,277	-0,000
	23.1	11		-1,224	0,208	-0,000
	23.2	11		-1,226	0,207	-0,000

2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

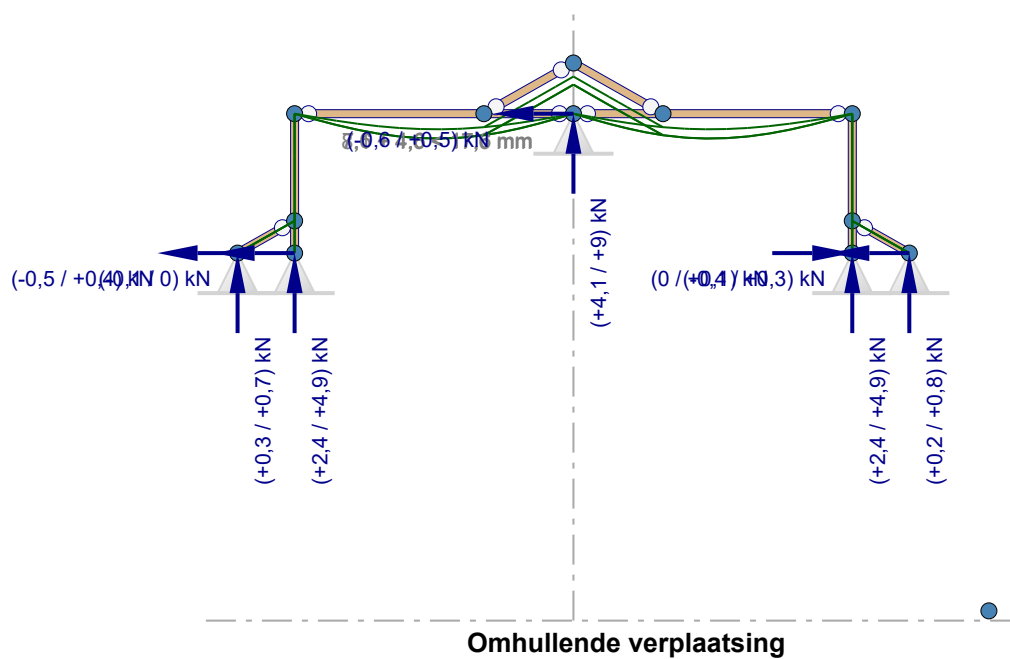
2.4.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
24	Permanent	BGT
25	Veranderlijk	BGT
26	Sneeuw 1	BGT
27	Sneeuw 2	BGT
28	Sneeuw 3	BGT
29	Wind van links A + Onderdruk	BGT
30	Wind van links A + Overdruk	BGT
31	Wind van links B + Onderdruk	BGT
32	Wind van links B + Overdruk	BGT
33	Wind van links C + Onderdruk	BGT
34	Wind van links C + Overdruk	BGT
35	Wind van links D + Onderdruk	BGT
36	Wind van links D + Overdruk	BGT
37	Wind van rechts A + Onderdruk	BGT
38	Wind van rechts A + Overdruk	BGT
39	Wind van rechts B + Onderdruk	BGT
40	Wind van rechts B + Overdruk	BGT
41	Wind van rechts C + Onderdruk	BGT
42	Wind van rechts C + Overdruk	BGT
43	Wind van rechts D + Onderdruk	BGT
44	Wind van rechts D + Overdruk	BGT
45	Wind loodrecht A + Onderdruk	BGT
46	Wind loodrecht A + Overdruk	BGT
47	BGT Blijvend	BGT Blijvend
48	BGT Quasi blijvend (i.v.m. kruip)	BGT Quasi blijvend

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	1,00x1,00	0,40x1,00								
25	1,00x1,00	1,00x1,00								
26	1,00x1,00	0,40x1,00	1,00x1,00							
27	1,00x1,00	0,40x1,00		1,00x1,00						
28	1,00x1,00	0,40x1,00			1,00x1,00					
29	1,00x1,00	0,40x1,00				1,00x1,00				
30	1,00x1,00	0,40x1,00					1,00x1,00			
31	1,00x1,00	0,40x1,00						1,00x1,00		
32	1,00x1,00	0,40x1,00							1,00x1,00	
33	1,00x1,00	0,40x1,00								1,00x1,00
34	1,00x1,00	0,40x1,00								
35	1,00x1,00	0,40x1,00								
36	1,00x1,00	0,40x1,00								
37	1,00x1,00	0,40x1,00								
38	1,00x1,00	0,40x1,00								
39	1,00x1,00	0,40x1,00								
40	1,00x1,00	0,40x1,00								
41	1,00x1,00	0,40x1,00								
42	1,00x1,00	0,40x1,00								
43	1,00x1,00	0,40x1,00								
44	1,00x1,00	0,40x1,00								
45	1,00x1,00	0,40x1,00								
46	1,00x1,00	0,40x1,00								
47	1,00x1,00									
48	1,00x1,00	0,30x1,00								
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34	1,00x1,00									
35		1,00x1,00								
36			1,00x1,00							
37				1,00x1,00						
38					1,00x1,00					
39						1,00x1,00				
40							1,00x1,00			
41								1,00x1,00		
42									1,00x1,00	
43										1,00x1,00
44										
45										
46										
47										
48										

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)									
	21	22	23							
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	1,00x1,00									
45		1,00x1,00								
46			1,00x1,00							
47										
48										



2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

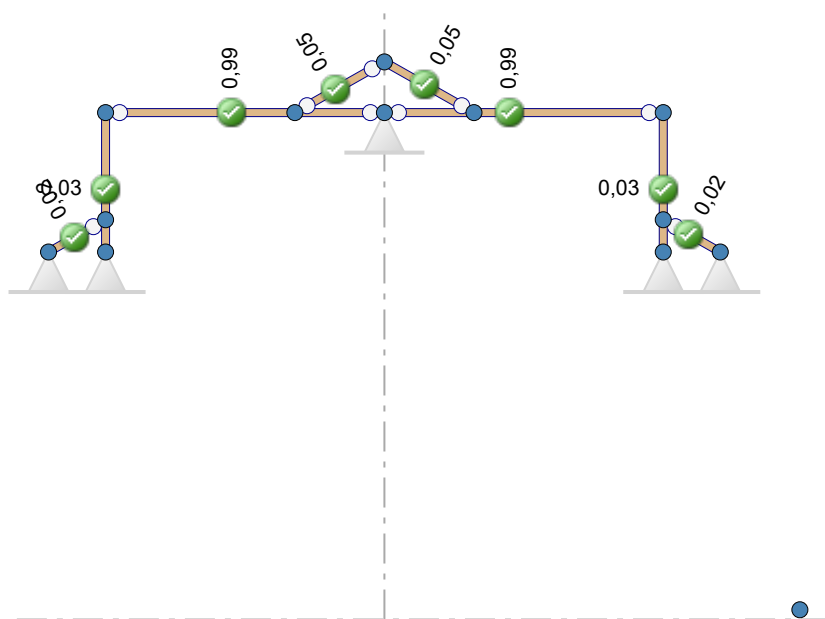
Knoop- nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	24	0,0	0,0	0,0
2	26	-0,0	-0,0	-0,1
	29	0,0	-0,0	-0,1
	33	0,0	-0,0	-0,1

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
2	45	0,0	-0,0	-0,0
	46	-0,0	-0,0	-0,0
3	26	0,0	-0,0	-0,0
	34	0,0	-0,0	-0,0
	45	-0,0	-0,0	-0,0
	46	0,0	-0,0	-0,0
4	26	-0,0	-0,0	0,0
	41	-0,0	-0,0	0,0
	46	0,0	-0,0	0,0
	47	-0,0	-0,0	0,0
5	38	-0,0	-0,0	0,1
	41	0,0	-0,0	0,1
	45	0,0	-0,0	0,0
	46	0,0	-0,0	0,0
6	26	0,0	-0,0	-0,0
	29	0,0	-0,0	-0,0
	33	0,0	-0,0	-0,0
	46	0,0	-0,0	0,0
7	26	-0,0	-0,0	0,0
	38	-0,0	-0,0	0,0
	45	-0,0	-0,0	-0,0
	47	-0,0	-0,0	0,0
8	26	-0,0	-0,0	0,0
	33	-0,0	-0,0	0,0
	45	-0,0	-0,0	0,0
	46	-0,0	-0,0	-0,0
	47	-0,0	-0,0	0,0
9	26	-0,0	-11,2	4,8
	46	-0,0	-5,4	2,4
	47	-0,0	-5,5	2,2
10	26	0,0	-0,0	-0,0
	29	0,0	-0,0	0,0
	38	-0,0	-0,0	-0,0
	46	-0,0	-0,0	-0,0
11	26	0,0	-11,2	-4,8
	46	0,0	-5,4	-2,4
	47	0,0	-5,5	-2,2
12	26	0,0	-0,0	-0,0
	42	0,0	-0,0	-0,0
	45	0,0	-0,0	0,0
	46	0,0	-0,0	-0,0
	47	0,0	-0,0	-0,0
13	26	0,0	-11,2	-0,2
	29	-0,1	-8,2	0,0
	30	-0,1	-6,2	0,1
	37	0,1	-8,2	-0,4
	38	0,1	-6,2	-0,3
	46	0,0	-5,4	-0,1
Minimale / maximale waarden				
13	29	-0,1		
13	38	0,1		
13	26		-11,2	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	24		0,0	
11	26			-4,8
9	26			4,8

2.5 EN1995 TOETSINGEN

De toetsing van de houtprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1995-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.4.4.



Staal-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
1	117 x 196	16.2	6.1.2	0,00
		23.2	6.1.4	0,00
		10.2	6.1.7	0,02
		6.1	6.2.3	0,02
		3.1	6.3.2	0,02
		6.1	6.3.3	0,02
2	117 x 196	15.2	6.1.2	0,00
		45	6.1.4	0,00
		14.1	6.1.7	0,02
		15.2	6.2.3	0,02
		18.2	6.3.2	0,02
		19.2	6.3.3	0,01
3	117 x 196	3.2	6.1.4	0,02
		22.1	6.1.7	0,01
		3.2	6.3.2	0,03

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
4	117 x 196	3.2	6.1.4	0,02
		18.1	6.1.7	0,01
		3.2	6.3.2	0,03
5	117 x 196	3.2	6.1.2	0,01
		10.1	6.1.4	0,00
		3.2	6.1.7	0,14
		3.2	6.2.3	0,57
		3.1	6.3.2	0,57
		3.2	6.3.3	0,57
		26	Doorbuiging	0,99
		26	Doorbuiging	0,64
6	117 x 196	3.1	6.1.2	0,01
		19.2	6.1.4	0,00
		3.1	6.1.7	0,14
		3.1	6.2.3	0,57
		3.2	6.3.2	0,57
		3.1	6.3.3	0,57
		26	Doorbuiging	0,99
		26	Doorbuiging	0,64
7	117 x 196	3.2	6.1.4	0,01
		3.2	6.1.7	0,03
		3.1	6.3.2	0,05
		3.2	6.3.3	0,02
8	117 x 196	26	6.1.4	0,01
		4.1	6.1.7	0,03
		3.2	6.3.2	0,05
		3.2	6.3.3	0,02

2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.6.1 Staaf 6 - 117 x 196 (C24 Klimaatklasse:1)

Trek evenwijdig aan de vezelrichting

art. 6.1.2

Combinatie : 3.1 x = 0 mm Nx = 2,584 kN Vz = 6,003 kN My = -0 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,Ed}}{A} = \frac{2584,0}{22932} = 0,1 \text{ N/mm}^2 < f_{t,0,d} = 9,7 \text{ N/mm}^2 \quad (6.1)$$

Druk evenwijdig aan de vezelrichting

art. 6.1.4

Combinatie : 19.2 x = 4400 mm Nx = -0,134 kN Vz = -2,991 kN My = 0 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{133,7}{22932} = 0 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 14,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2)$$

Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 3.1 x = 0 mm Nx = 2,584 kN Vz = 6,003 kN My = -0 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{6002,8 \times 561834}{117 \times 73412976} = 0,4 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Gecombineerde buig- en axiale trekspanningen**art. 6.2.3**Combinatie : 3.1 $x = 1829 \text{ mm}$ $N_x = 0,003 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 7,118 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{3}{22932} = 0 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{7,118 \times 10^6}{749 \times 10^3} = 9,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{9,7} + \frac{9,5}{16,6} = 0,57 < 1,00 \quad (6.17)$$

Kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging**art. 6.3.2**Combinatie : 3.2 $x = 1829 \text{ mm}$ $N_x = -0,039 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 7,115 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{4400}{56,6} = 77,77 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{77,77}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 1,319 \quad (6.21)$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4400}{33,8} = 130,27 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{130,27}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 2,209 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,319 - 0,3) + 1,319^2) = 1,47 \quad (6.27)$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,47 + \sqrt{1,47^2 - 1,32^2}} = 0,47 \quad (6.25)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (2,209 - 0,3) + 2,209^2) = 3,13 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{3,13 + \sqrt{3,13^2 - 2,21^2}} = 0,19 \quad (6.26)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{39}{22932} = 0 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{7,115 \times 10^6}{749 \times 10^3} = 9,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{0,47 \times 14,5} + \frac{9,5}{16,6} + 0,7 \times \frac{0,0}{17,5} = 0,57 < 1,00 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{0,19 \times 14,5} + 0,7 \times \frac{9,5}{16,6} + \frac{0,0}{17,5} = 0,40 < 1,00 \quad (6.24)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging**art. 6.3.3**Combinatie : 3.1 $x = 1829 \text{ mm}$ $N_x = 2,584 \text{ kN}$ $V_z = -5,537 \text{ kN}$ $M_y = 7,118 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

Aantal kipsteunen: 0

Op twee steunpunten: Gelijkmatic verdeebe bebastring

$$\rightarrow I_{ef} = 0,9 \times I = 0,9 \times 4400 = 3960 \text{ mm}^4$$

$$I_{ef} = I_{ef} + 2h = 3960 + 2 \times 196 = 4352 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h I_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 117^2}{196 \times 4352} \times 7400 = 92,6 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{92,6}} = 0,509 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{7,118 \times 10^6}{749 \times 10^3} = 9,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,5 \text{ N/mm}^2 < k_{crit} f_{m,d} = 1,00 \times 16,6 = 16,6 \text{ N/mm}^2 \quad (6.33)$$

Doorbuiging

Combinatie : 26 $x = 2145 \text{ mm}$ $N_x = -0,014 \text{ kN}$ $V_z = -0,541 \text{ kN}$ $M_y = 5,173 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0 \text{ mm}$

$$w_{eind,z} = w_z + k_{def} w_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -12,9 + 0,6 \times -7,6 = -17,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-17,5|}{4400 / 250} = \frac{|-17,5|}{17,6} = 0,99 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_{eind,z} - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -17,5 + 6,2 = -11,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-11,3|}{4400 / 250} = \frac{|-11,3|}{17,6} = 0,64 < 1,0$$

Doorbuiging

Combinatie : 26 $x = 2145 \text{ mm}$ $N_x = -0,014 \text{ kN}$ $V_z = -0,541 \text{ kN}$ $M_y = 5,173 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0 \text{ mm}$

$$w_{eind,z} = w_z + k_{def} w_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -12,9 + 0,6 \times -7,6 = -17,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-17,5|}{4400 / 250} = \frac{|-17,5|}{17,6} = 0,99 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_{eind,z} - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -17,5 + 6,2 = -11,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-11,3|}{4400 / 250} = \frac{|-11,3|}{17,6} = 0,64 < 1,0$$

Randbalk dakkapel

Bestand :.....Randbalk dakkapel.xfr2

Inhoudsopgave

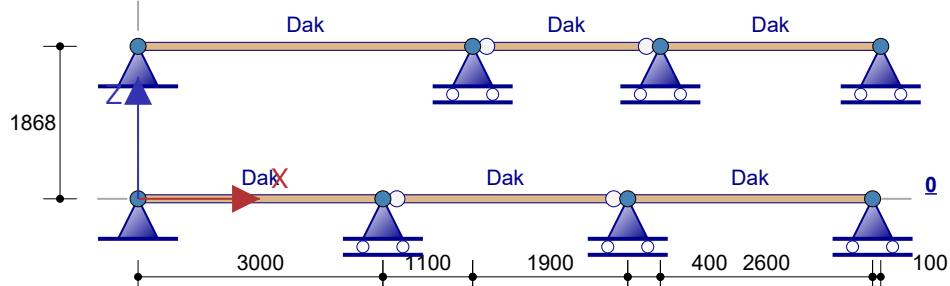
1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	1
1.3 PROFIELEN.....	1
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	4
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	4
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	5
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	6
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	6
2.2.1 Reactiekrachten.....	6
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	7
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	8
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	9
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	10
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	10
2.5 EN1995 TOETSINGEN.....	11
2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	12
2.6.1 Staaf 2 - 71 x 196 (C24 Klimaatklasse:1).....	12
2.6.2 Staaf 4 - 142 x 221 (C24 Klimaatklasse:1).....	13

Gehanteerde normen : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

Gevolgklasse : CC2

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1 Invoergegevens



1.1 KNOPEN

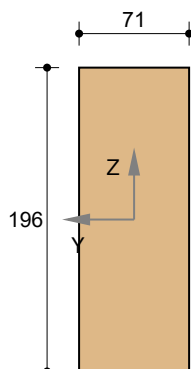
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingsen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	3000	0		A	
3	6000	0		A	
4	9000	0		A	
5	0	1868	A	A	
6	4100	1868		A	
7	6400	1868		A	
8	9100	1868		A	

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2	■	71 x 196	3000
2	2	3	○	71 x 196	3000
3	3	4	■	71 x 196	3000
4	5	6	■	142 x 221	4100
5	6	7	○	71 x 196	2300
6	7	8	■	71 x 196	2700

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	71 x 196	5,8	11000	1,3916E4	4,455E7	4,5459E5	4,5459E5
2	142 x 221	11,9	11000	3,1382E4	1,2773E8	1,1559E6	1,1559E6

71 x 196**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse

C24

Klimaatklasse

1

Materiaaltype

Gezaagd hout; gammaM = 1,30; kdef = 0,60

Elasticiteitsmodulus

E = 11000 N/mm²

Belastingsduurklasse	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k
		24,00	14,00	0,40	21,00	2,50	4,00 N/mm ²
Blijvend	0,60(0,50)	fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d
Middellang	0,80(0,65)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85 N/mm ²
Kort	0,90(0,80)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46
		16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77

Volumieke massa

 $\rho_{\text{mean}} =$ 420 kg/m³ $\rho_k =$ 350 kg/m³

Elasticiteitsmodulus

 $E_{0,\text{mean}} =$ 11000 N/mm² $E_{90,\text{mean}} =$ 370 N/mm²

Elasticiteitsmodulus (kruip)

 $E_{0,\text{fin}} =$ 6875 N/mm² $E_{90,\text{fin}} =$ 231 N/mm²

Elasticiteitsmodulus

 $E_{0,05} =$ 7400 N/mm² $E_{0,d} =$ 8462 N/mm²

Afschuifmodulus

 $G_{\text{mean}} =$ 690 N/mm² $G_{0,05} =$ 460 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

 $y_{\text{max}} =$

35,5 mm

 $z_{\text{max}} =$

98,0 mm

Minimale coördinaat

 $y_{\text{min}} =$

-35,5 mm

 $z_{\text{min}} =$

-98,0 mm

Zwaartelijn

 $z_s =$

0,0 mm

 $y_s =$

0,0 mm

Oppervlak / Gewicht

A =

13916,0 mm²

G =

5,8 kg/m

Statisch moment

 $S_y =$ 340942 mm³ $S_z =$ 123505 mm³

Traagheidsmoment

 $I_y =$ 44549755 mm⁴ $I_z =$ 5845880 mm⁴

Traagheidsstraal

 $i_y =$

56,6 mm

 $i_z =$

20,5 mm

Elastisch weerstandsmoment

 $W_{y,\text{el}} =$ 454589 mm³ $W_{z,\text{el}} =$ 164673 mm³

Centrifugaalmoment

 $C_{yz} =$ 0 mm³

hoek =

-0,00 °

Traagheidsmoment

 $I_{\text{max}} =$ 44549755 mm⁴ $I_{\text{min}} =$ 5845880 mm⁴

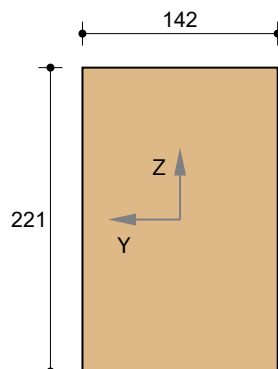
Traagheidsstraal

 $i_{\text{max}} =$

56,6 mm

 $i_{\text{min}} =$

20,5 mm

142 x 221**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse

C24

Klimaatklasse

1

Materiaaltype

Gezaagd hout; gammaM = 1,30; kdef = 0,60

Elasticiteitsmodulus

E = 11000 N/mm²

Belastingsduurklasse	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	N/mm ²
		24,00	14,00	0,40	21,00	2,50	4,00	
		fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d	
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa

 $\rho_{\text{mean}} =$ 420 kg/m³ $\rho_k =$ 350 kg/m³

Elasticiteitsmodulus

 $E_{0,\text{mean}} =$ 11000 N/mm² $E_{90,\text{mean}} =$ 370 N/mm²

Elasticiteitsmodulus (kruip)

 $E_{0,\text{fin}} =$ 6875 N/mm² $E_{90,\text{fin}} =$ 231 N/mm²

Elasticiteitsmodulus

 $E_{0,05} =$ 7400 N/mm² $E_{0,d} =$ 8462 N/mm²

Afschuifmodulus

 $G_{\text{mean}} =$ 690 N/mm² $G_{0,05} =$ 460 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

 $y_{\text{max}} =$

71,0 mm

 $z_{\text{max}} =$

110,5 mm

Minimale coördinaat

 $y_{\text{min}} =$

-71,0 mm

 $z_{\text{min}} =$

-110,5 mm

Zwaartelijn

 $z_s =$

0,0 mm

 $y_s =$

0,0 mm

Oppervlak / Gewicht

A =

31382,0 mm²

G =

11,9 kg/m

Statisch moment

 $S_y =$ 866928 mm³ $S_z =$ 557031 mm³

Traagheidsmoment

 $I_y =$ 127727355 mm⁴ $I_z =$ 52732221 mm⁴

Traagheidsstraal

 $i_y =$

63,8 mm

 $i_z =$

41,0 mm

Elastisch weerstandsmoment

 $W_{y,\text{el}} =$ 1155904 mm³ $W_{z,\text{el}} =$ 742707 mm³

Centrifugaalmoment

 $C_{yz} =$ 0 mm³

hoek =

-0,00 °

Traagheidsmoment

 $I_{\text{max}} =$ 127727355 mm⁴ $I_{\text{min}} =$ 52732221 mm⁴

Traagheidsstraal

 $i_{\text{max}} =$

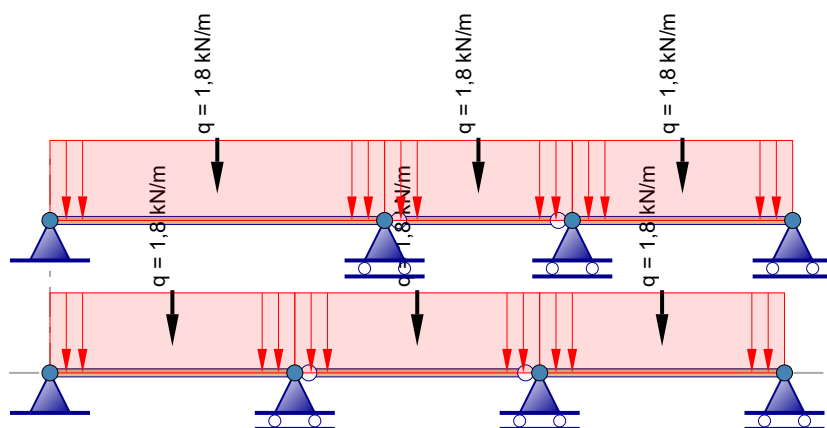
63,8 mm

 $i_{\text{min}} =$

41,0 mm

1.4 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

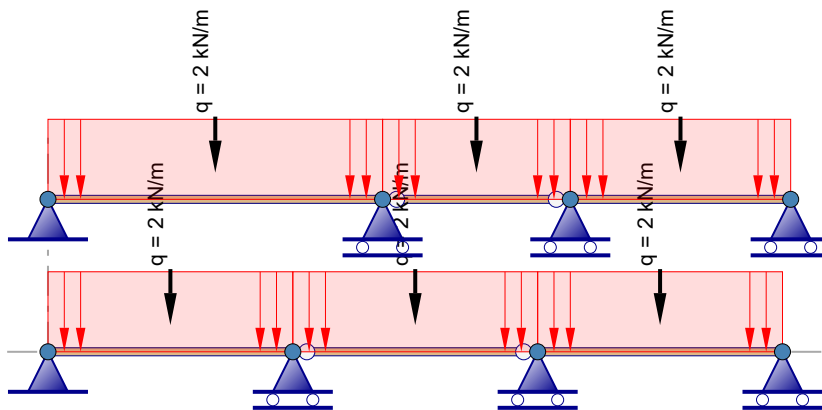
*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 111 kg.

1.5.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-1,800 kN/m	-1,800 kN/m	0,0	1	0	3000
2	q	-0,057 kN/m	-0,057 kN/m	-0,0	2	0	3000
2	q	-1,800 kN/m	-1,800 kN/m	0,0	2	0	3000
3	q	-0,057 kN/m	-0,057 kN/m	-0,0	3	0	3000
3	q	-1,800 kN/m	-1,800 kN/m	0,0	3	0	3000
4	q	-0,117 kN/m	-0,117 kN/m	-0,0	5	0	4100
4	q	-1,800 kN/m	-1,800 kN/m	0,0	5	0	4100
5	q	-0,057 kN/m	-0,057 kN/m	-0,0	6	0	2300
5	q	-1,800 kN/m	-1,800 kN/m	0,0	6	0	2300
6	q	-0,057 kN/m	-0,057 kN/m	-0,0	7	0	2700
6	q	-1,800 kN/m	-1,800 kN/m	0,0	7	0	2700

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



1.6.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-2,000 kN/m	-2,000 kN/m	0,0	1	0	3000
2	q	-2,000 kN/m	-2,000 kN/m	0,0	2	0	3000
3	q	-2,000 kN/m	-2,000 kN/m	0,0	3	0	3000
4	q	-2,000 kN/m	-2,000 kN/m	0,0	5	0	4100
5	q	-2,000 kN/m	-2,000 kN/m	0,0	6	0	2300
6	q	-2,000 kN/m	-2,000 kN/m	0,0	7	0	2700

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop- nummer	1/200 in +X		1/200 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	0	0	0
2	3000	0	3000	0
3	6000	0	6000	0
4	9000	0	9000	0
5	9	1868	-9	1868
6	4109	1868	4091	1868
7	6409	1868	6391	1868
8	9109	1868	9091	1868

2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop- nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		2,700	
	2		3,000	
2	1		5,486	
	2		6,000	
3	1		5,572	
	2		6,000	
4	1		2,786	
	2		3,000	
5	1		3,930	
	2		4,100	
6	1		6,066	
	2		6,400	
7	1		4,643	
	2		5,000	
8	1		2,507	
	2		2,700	
Minimale / maximale waarden				
8	1		2,507	
6	2		6,400	

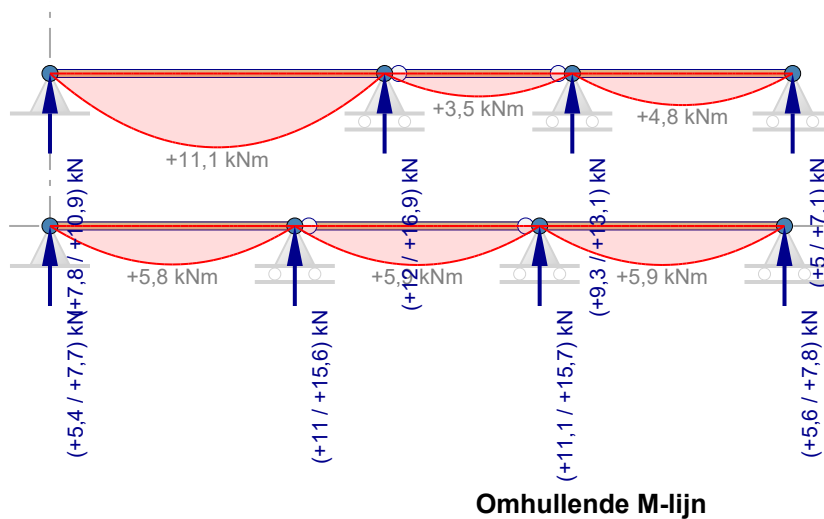
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

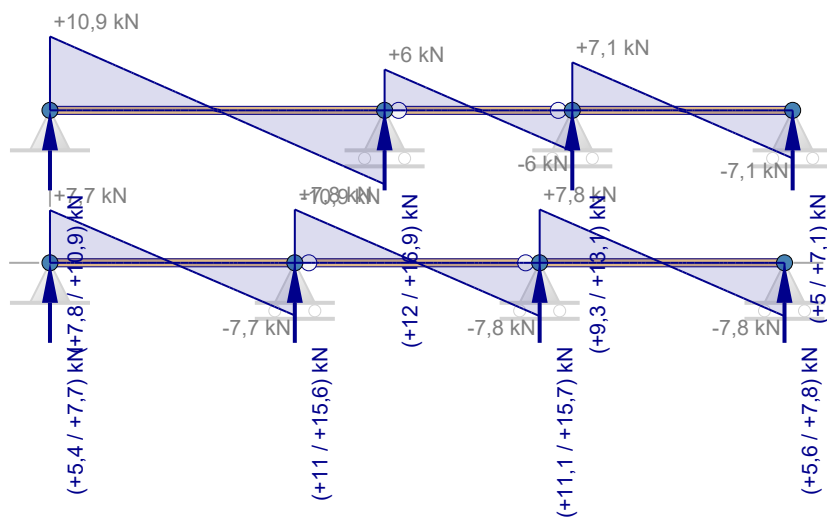
2.3.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

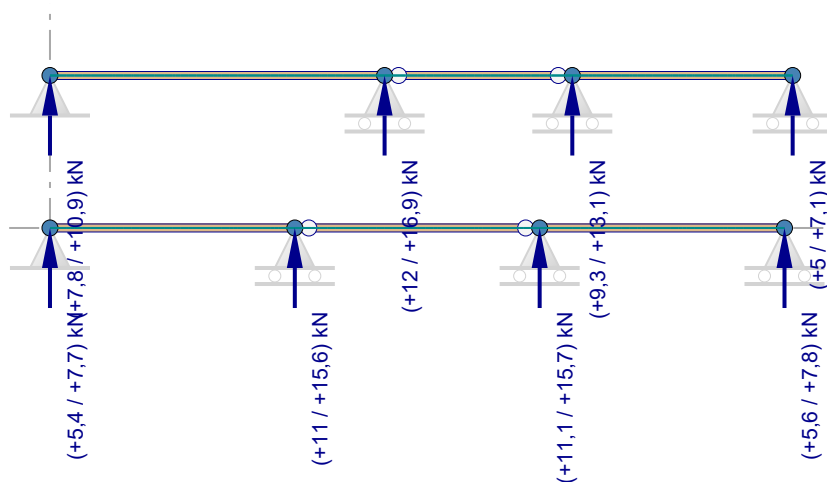
Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Combinatie1 (6.10a) + Scheefstand 1/200 +X	UGT
1.2	Combinatie1 (6.10a) + Scheefstand 1/200 -X	UGT
2.1	Combinatie2 (6.10b) + Scheefstand 1/200 +X	UGT
2.2	Combinatie2 (6.10b) + Scheefstand 1/200 -X	UGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times y$)				
	1	2			
1.1	1,00x1,35	0,40x1,50			
1.2	1,00x1,35	0,40x1,50			
2.1	1,00x1,20	1,00x1,50			
2.2	1,00x1,20	1,00x1,50			





Omhullende D-lijn



Omhullende N-lijn

2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1.1		5,445	
	2.1		7,740	
2	1.1		11,006	
	2.1		15,583	
3	1.1		11,122	
	2.1		15,686	
4	1.1		5,561	
	2.1		7,843	
5	1.1		7,765	
	2.1		10,866	
6	1.1		12,029	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
6	2.1		16,879	
7	1.1		9,269	
	2.1		13,072	
8	1.1		5,005	
	2.1		7,059	
Minimale / maximale waarden				
8	1.1		5,005	
6	2.1		16,879	

2.3.3 Omhullende staafkrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1.1	1		0,000	5,445	0,000
	2.1	1		0,000	7,740	-0,000
	2.1		1500	0,000	0,000	5,805
	1.1	2		0,000	5,445	0,000
2	2.1	2		0,000	7,740	-0,000
	2.1		1500	0,000	0,000	5,882
	1.1	3		0,000	5,561	-0,000
	2.1	3		0,000	7,843	-0,000
3	1.1	3		0,000	5,561	0,000
	2.1	3		0,000	7,843	-0,000
	2.1		1500	0,000	0,000	5,882
	1.1	4		0,000	5,561	0,000
4	2.1	4		0,000	7,843	0,000
	1.1	5		0,000	7,765	0,000
	2.1	5		0,000	10,866	0,000
	2.1		2050	0,000	0,000	11,137
5	1.1	6		0,000	7,765	-0,000
	2.1	6		0,000	10,866	-0,000
	2.1		1150	0,000	-0,000	3,458
	1.1	7		0,000	4,264	0,000
6	2.1	7		0,000	6,013	0,000
	1.1	7		0,000	5,005	-0,000
	2.1	7		0,000	7,059	-0,000
	2.1		1350	0,000	-0,000	4,765
	1.1	8		0,000	5,005	0,000
	2.1	8		0,000	7,059	-0,000

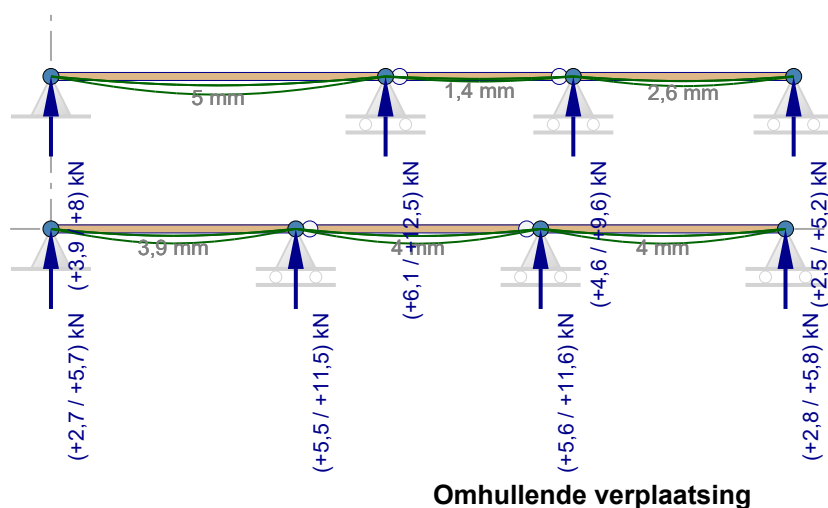
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.4.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend (i.v.m. kruip)	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
3	1,00x1,00				
4	1,00x1,00	0,30x1,00			
5	1,00x1,00	1,00x1,00			



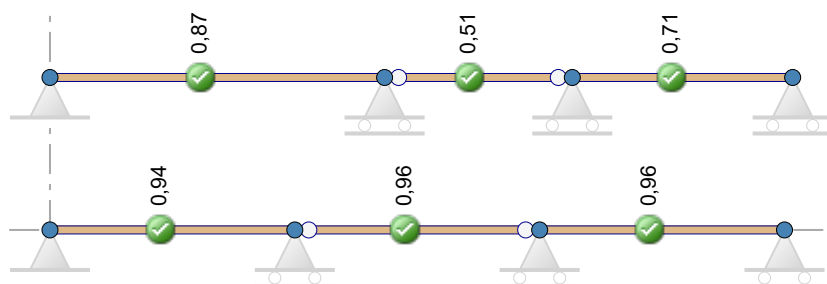
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	3	0,0	-0,0	-4,1
	5	0,0	-0,0	-8,7
2	3	0,0	-0,0	4,1
	5	0,0	-0,0	8,7
3	3	0,0	-0,0	-4,3
	5	0,0	-0,0	-8,9
4	3	0,0	-0,0	4,3
	5	0,0	-0,0	8,9
5	3	0,0	-0,0	-3,9
	5	0,0	-0,0	-8,0
6	3	0,0	-0,0	3,9
	5	0,0	-0,0	8,0
7	3	0,0	-0,0	-3,1
	5	0,0	-0,0	-6,5

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
8	3	0,0	-0,0	3,1
	5	0,0	-0,0	6,5
Minimale / maximale waarden				
1	3	0,0		
1	3	0,0		
6	5		-0,0	
8	3		-0,0	
3	5			-8,9
4	5			8,9

2.5 EN1995 TOETSINGEN

De toetsing van de houtprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1995-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.4.4.



Staafl-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
1	71 x 196	2.1	6.1.6	0,86
		2.1	6.1.7	0,34
		2.1	6.3.3	0,86
		5	Doorbuiging	0,94
		5	Doorbuiging	0,62
2	71 x 196	2.1	6.1.6	0,88
		2.1	6.1.7	0,34
		2.1	6.3.3	0,88
		5	Doorbuiging	0,96
		5	Doorbuiging	0,62
3	71 x 196	2.1	6.1.6	0,88
		2.1	6.1.7	0,34
		2.1	6.3.3	0,88
		5	Doorbuiging	0,96
		5	Doorbuiging	0,62
4	142 x 221	2.1	6.1.6	0,65
		2.1	6.1.7	0,21
		2.1	6.3.3	0,65

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
4	142 x 221	5	Doorbuiging	0,87
		5	Doorbuiging	0,56
5	71 x 196	2.1	6.1.6	0,51
		2.1	6.1.7	0,26
		2.1	6.3.3	0,51
		5	Doorbuiging	0,43
		5	Doorbuiging	0,28
6	71 x 196	2.1	6.1.6	0,71
		2.1	6.1.7	0,31
		2.1	6.3.3	0,71
		5	Doorbuiging	0,70
		5	Doorbuiging	0,45

2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.6.1 Staaf 2 - 71 x 196 (C24 Klimaatklasse:1)

Buiging

art. 6.1.6

Combinatie : 2.1 x = 1500 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 5,882 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{5,882 \times 10^6}{455 \times 10^3} = 12,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{12,9}{14,8} = 0,88 < 1,00 \quad (6.11)$$

Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 2.1 x = 3000 mm Nx = 0 kN Vz = -7,843 kN My = -0 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed}}{b I_y} = \frac{7843,2}{71 \times 44549755} = 0,8 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.3

Combinatie : 2.1 x = 1500 mm Nx = 0 kN Vz = -7,843 kN My = 5,882 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

Aantal kipsteunen: 0 Op twee steunpunten: Gelijkmatic verdeelde belasting

$$\rightarrow l_{ef} = 0,9 \times l = 0,9 \times 3000 = 2700 \text{ mm} \quad l_{ef} = l_{ef} + 2h = 2700 + 2 \times 196 = 3000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 71^2}{196 \times 3000} \times 7400 = 49,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{49,5}} = 0,696 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{5,882 \times 10^6}{455 \times 10^3} = 12,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = 12,9 \text{ N/mm}^2 < k_{crit} f_{m,d} = 1,00 \times 14,8 = 14,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.33)$$

Doorbuiging

Combinatie : 5 x = 1500 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 4,34 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang

Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm

$$W_{eind,z} = W_z + k_{def} W_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -8,3 + 0,6 \times -5,3 = -11,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{eind,z}|}{W_{eind,z,max}} = \frac{|-11,5|}{3000 / 250} = \frac{|-11,5|}{12} = 0,96 < 1,0$$

$$W_{bijk,z} = W_{eind,z} - W_{BGT \text{ Blijvend},z} = -11,5 + 4 = -7,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{bijk,z}|}{W_{bijk,z,max}} = \frac{|-7,5|}{3000 / 250} = \frac{|-7,5|}{12} = 0,62 < 1,0$$

Doorbuiging

Combinatie : 5 x = 1500 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 4,34 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang

Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm

$$W_{eind,z} = W_z + k_{def} W_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -8,3 + 0,6 \times -5,3 = -11,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{eind,z}|}{W_{eind,z,max}} = \frac{|-11,5|}{3000 / 250} = \frac{|-11,5|}{12} = 0,96 < 1,0$$

$$W_{bijk,z} = W_{eind,z} - W_{BGT \text{ Blijvend},z} = -11,5 + 4 = -7,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{bijk,z}|}{W_{bijk,z,max}} = \frac{|-7,5|}{3000 / 250} = \frac{|-7,5|}{12} = 0,62 < 1,0$$

2.6.2 Staaf 4 - 142 x 221 (C24 Klimaatklasse:1)

Buiging

art. 6.1.6

Combinatie : 2.1 x = 2050 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 11,137 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{11,137 \times 10^6}{1156 \times 10^3} = 9,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{9,6}{14,8} = 0,65 < 1,00 \quad (6.11)$$

Afschuiving**art. 6.1.7**

Combinatie : 2.1 x = 0 mm Nx = 0 kN Vz = 10,866 kN My = -0 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{10865,8 \times 866928}{142 \times 127727355} = 0,5 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging**art. 6.3.3**

Combinatie : 2.1 x = 2050 mm Nx = 0 kN Vz = -10,866 kN My = 11,137 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

Aantal kipsteunen: 0 Op twee steunpunten: Gelijkmatic verdelde belasting

$$\rightarrow l_{ef} = 0,9 \times l = 0,9 \times 4100 = 3690 \text{ mm} \quad l_{ef} = l_{ef} + 2h = 3690 + 2 \times 221 = 4100 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 142^2}{221 \times 4100} \times 7400 = 128,4 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{128,4}} = 0,432 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{11,137 \times 10^6}{1156 \times 10^3} = 9,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,6 \text{ N/mm}^2 < k_{crit} f_{m,d} = 1,00 \times 14,8 = 14,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.33)$$

Doorbuiging

Combinatie : 5 x = 2050 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 8,231 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm

$$w_{eind,z} = w_z + k_{def} w_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -10,3 + 0,6 \times -6,6 = -14,2 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-14,2|}{4100 / 250} = \frac{|-14,2|}{16,4} = 0,87 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_{eind,z} - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -14,2 + 5 = -9,2 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-9,2|}{4100 / 250} = \frac{|-9,2|}{16,4} = 0,56 < 1,0$$

Doorbuiging

Combinatie : 5 x = 2050 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 8,231 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0 \text{ mm}$

$$w_{\text{eind},z} = w_z + k_{\text{def}} w_{\text{BGT Quasi blijvend},z} = -10,3 + 0,6 \times -6,6 = -14,2 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{eind},z}|}{w_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-14,2|}{4100 / 250} = \frac{|-14,2|}{16,4} = 0,87 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk},z} = w_{\text{eind},z} - w_{\text{BGT Blijvend},z} = -14,2 + 5 = -9,2 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{bijk},z}|}{w_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-9,2|}{4100 / 250} = \frac{|-9,2|}{16,4} = 0,56 < 1,0$$

Balklaag linkerzijde naast kanaalplaatvloer

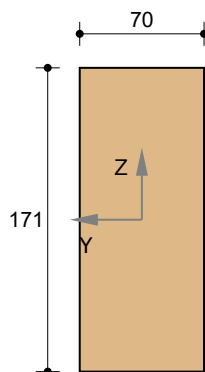
ALGEMEEN

Bestand :Balklaag links.xcst

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag links**Geometrie**

Dagmaat	2900	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	610	mm	Dikte vloerhout	18	mm

70 x 171**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse	C24
Klimaatklasse	1
Materiaaltype	Gezaagd hout; gammaM = 1,30; kdef = 0,60
Elasticiteitsmodulus	E = 11000 N/mm ²

Belastingsduurklasse	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	N/mm ²
		fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d	
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m ³	ρ_k	=	350 kg/m ³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$	=	11000 N/mm ²	$E_{90,mean}$	=	370 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$	=	6875 N/mm ²	$E_{90,fin}$	=	231 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm ²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm ²
Afschuifmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm ²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm ²

Maximale coördinaat	y_{max}	=	35,0 mm	z_{max}	=	85,5 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-35,0 mm	z_{min}	=	-85,5 mm

Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	11970,0 mm ²	G	=	6,58 kg/m
Statisch moment	S_y	=	255859 mm ³	S_z	=	104738 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	29167898 mm ⁴	I_z	=	4887750 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	49,4 mm	i_z	=	20,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	341145 mm ³	$W_{z;el}$	=	139650 mm ³

Belasting**Permanent**

E.g. vloerplaat	0,800	kN/m ²	E.g. scheidingswanden	0,000	kN/m ²
E.g. plafond	0,000	kN/m ²	Overig	0,000	kN/m ²
g_k	0,800	kN/m ²			

Veranderlijk

q_k	2,250	kN/m ²	Q_k	3	kN
-------	-------	-------------------	-------	---	----

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 2900 + 2 \times \frac{75}{2} = 2975 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$$P_{g,k,par \text{ balk}} = 0,610 \times 0,800 + 0,066 = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0,55 \times 2,975^2 = 0,61 \text{ kNm}$$

$$V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0,55 \times 2,975 = 0,82 \text{ kN}$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0,55 \times 2975^4}{11000 \times 29167898} = 1,76 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$$q_{q,k} = 0,610 \times 2,25 = 1,37 \text{ kN/m}$$

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1,37 \times 2,975^2 = 1,52 \text{ kNm}$$

$$V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1,37 \times 2,975 = 2,04 \text{ kN}$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1,37 \times 2975^4}{11000 \times 29167898} = 4,36 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0,37 + \frac{0,8 a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0,37 + \frac{0,8 \times 0,610}{1,0} - \frac{3402}{50000} = 0,790$$

$$F_{Q,k} = 3,00 \times 0,790 = 2,37 \text{ kN}$$

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 2,37 \times 2,975 = 1,76 \text{ kNm}$$

$$V_{Q,k} = 3,00 \text{ kN}$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{2,37 \times 2975^3}{11000 \times 29167898} = 4,05 \text{ mm}$$

Toetsing BGT

$$w_{fin,y} = (1 + 0,60) \times 1,76 + (1 + 0,60 \times 0,30) \times 4,36 = 7,97 \text{ mm} < 0,003 \times 2975 = 8,93 \text{ mm}$$

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0,89 < 1,00 \text{ voldoet}$$

Toetsing UGT**Permanent + Veranderlijk**

$$M_{yEd} = 1,20 \times 0,61 + 1,50 \times 1,52 = 3,01 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 0,82 + 1,50 \times 2,04 = 4,05 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

$$M_{yEd} = 1,20 \times 0,61 + 1,50 \times 1,76 = 3,38 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 0,82 + 1,50 \times 2,37 = 4,54 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging

art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yEd}}{W_y} = \frac{3,379 \times 10^6}{341 \times 10^3} = 9,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{9,9}{14,8} = 0,67 < 1,00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving

art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} S}{b I_y} = \frac{4543,4 \times 255859}{70 \times 29167898} = 0,57 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

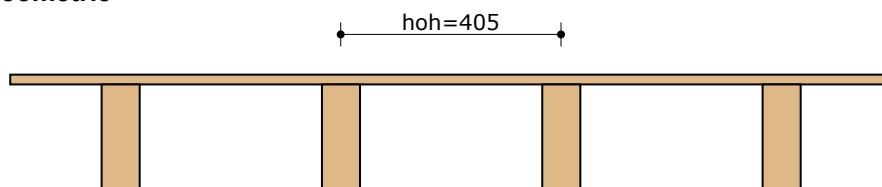
Conclusie: Balklaag links voldoet.

Balklaag rechts

ALGEMEEN

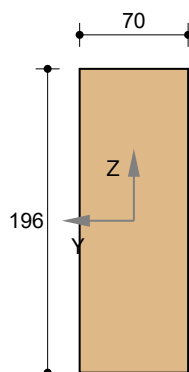
Bestand :balklaag rechts.xcst

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag rechts**Geometrie**

Dagmaat 3900 mm
H.o.h afstand 405 mm

Opleglengte 75 mm
Dikte vloerhout 18 mm

70 x 196**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse C24
Klimaatklasse 1
Materiaaltype Gezaagd hout; gammaM = 1,30; kdef = 0,60
Elasticiteitsmodulus E = 11000 N/mm²

	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k
		fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d
Belastingsduurklasse							
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85 N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m ³	ρ_k	=	350 kg/m ³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,\text{mean}}$	=	11000 N/mm ²	$E_{90,\text{mean}}$	=	370 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,\text{fin}}$	=	6875 N/mm ²	$E_{90,\text{fin}}$	=	231 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm ²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm ²
Afschuifmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm ²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm ²

Maximale coördinaat	$y_{\max}$	=	35,0 mm	$z_{\max}$	=	98,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$	=	-35,0 mm	$z_{\min}$	=	-98,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	13720,0 mm ²	G	=	7,55 kg/m
Statisch moment	S_y	=	336140 mm ³	S_z	=	120050 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	43922293 mm ⁴	I_z	=	5602333 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	56,6 mm	i_z	=	20,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	448187 mm ³	$W_{z;el}$	=	160067 mm ³

Belasting**Permanent**

E.g. vloerplaat	0,800	kN/m ²	E.g. scheidingswanden	0,000	kN/m ²
E.g. plafond	0,000	kN/m ²	Overig	0,000	kN/m ²
g_k	0,800	kN/m ²			

Veranderlijk

q_k	2,250	kN/m ²	Q_k	3	kN
-------	-------	-------------------	-------	---	----

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 3900 + 2 \times \frac{75}{2} = 3975 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$$P_{g,k,par \text{ balk}} = 0,405 \times 0,800 + 0,075 = 0,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0,40 \times 3,975^2 = 0,79 \text{ kNm}$$

$$V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0,40 \times 3,975 = 0,79 \text{ kN}$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0,40 \times 3975^4}{11000 \times 43922293} = 2,69 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$$q_{q,k} = 0,405 \times 2,25 = 0,91 \text{ kN/m}$$

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 0,91 \times 3,975^2 = 1,80 \text{ kNm}$$

$$V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 0,91 \times 3,975 = 1,81 \text{ kN}$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0,91 \times 3975^4}{11000 \times 43922293} = 6,13 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0,37 + \frac{0,8 a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0,37 + \frac{0,8 \times 0,405}{1,0} - \frac{3402}{50000} = 0,626$$

$$F_{Q,k} = 3,00 \times 0,626 = 1,88 \text{ kN}$$

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1,88 \times 3,975 = 1,87 \text{ kNm}$$

$$V_{Q,k} = 3,00 \text{ kN}$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1,88 \times 3975^3}{11000 \times 43922293} = 5,09 \text{ mm}$$

Toetsing BGT

$$w_{fin,y} = (1 + 0,60) \times 2,69 + (1 + 0,60 \times 0,30) \times 6,13 = 11,54 \text{ mm} < 0,003 \times 3975 = 11,93 \text{ mm}$$

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0,97 < 1,00 \text{ voldoet}$$

Toetsing UGT**Permanent + Veranderlijk**

$$M_{yEd} = 1,20 \times 0,79 + 1,50 \times 1,80 = 3,65 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 0,79 + 1,50 \times 1,81 = 3,67 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

$$M_{yEd} = 1,20 \times 0,79 + 1,50 \times 1,87 = 3,75 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 0,79 + 1,50 \times 1,88 = 3,77 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging

art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yEd}}{W_y} = \frac{3,746 \times 10^6}{448 \times 10^3} = 8,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{8,4}{14,8} = 0,57 < 1,00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving

art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} S}{b I_y} = \frac{3769,5 \times 336140}{70 \times 43922293} = 0,41 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

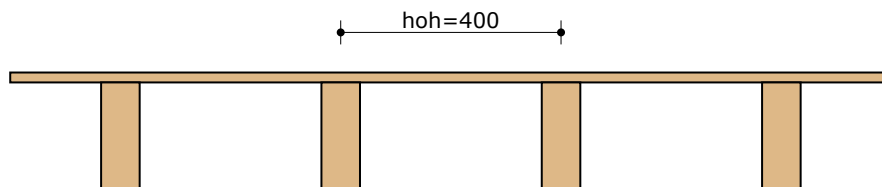
Conclusie: Balklaag rechts voldoet.

Balklaag rechts t.p.v. badkamer

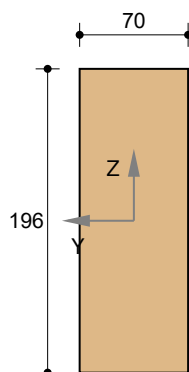
ALGEMEEN

Bestand :Balklaag rechts badkamer.xcst

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag rechts**Geometrie**

Dagmaat	2900	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	400	mm	Dikte vloerhout	18	mm

70 x 196**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse	C24
Klimaatklasse	1
Materiaaltype	Gezaagd hout; gammaM = 1,30; kdef = 0,60
Elasticiteitsmodulus	E = 11000 N/mm ²

	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k
		fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d
Belastingsduurklasse							
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85 N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m ³	ρ_k	=	350 kg/m ³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,\text{mean}}$	=	11000 N/mm ²	$E_{90,\text{mean}}$	=	370 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,\text{fin}}$	=	6875 N/mm ²	$E_{90,\text{fin}}$	=	231 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm ²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm ²
Afschuifmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm ²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm ²

Maximale coördinaat	$y_{\max}$	=	35,0 mm	$z_{\max}$	=	98,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$	=	-35,0 mm	$z_{\min}$	=	-98,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	13720,0 mm ²	G	=	7,55 kg/m
Statisch moment	S_y	=	336140 mm ³	S_z	=	120050 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	43922293 mm ⁴	I_z	=	5602333 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	56,6 mm	i_z	=	20,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	448187 mm ³	$W_{z;el}$	=	160067 mm ³

Belasting**Permanent**

E.g. vloerplaat	2,100	kN/m ²	E.g. scheidingswanden	0,000	kN/m ²
E.g. plafond	0,000	kN/m ²	Overig	0,000	kN/m ²
g_k	2,100	kN/m ²			

Veranderlijk

q_k	2,250	kN/m ²	Q_k	3	kN
-------	-------	-------------------	-------	---	----

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 2900 + 2 \times \frac{75}{2} = 2975 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$$P_{g,k,par \text{ balk}} = 0,400 \times 2,100 + 0,075 = 0,92 \text{ kN/m}$$

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0,92 \times 2,975^2 = 1,01 \text{ kNm}$$

$$V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0,92 \times 2,975 = 1,36 \text{ kN}$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0,92 \times 2975^4}{11000 \times 43922293} = 1,93 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$$q_{q,k} = 0,400 \times 2,25 = 0,90 \text{ kN/m}$$

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 0,90 \times 2,975^2 = 1,00 \text{ kNm}$$

$$V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 0,90 \times 2,975 = 1,34 \text{ kN}$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0,90 \times 2975^4}{11000 \times 43922293} = 1,90 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0,37 + \frac{0,8 a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0,37 + \frac{0,8 \times 0,400}{1,0} - \frac{3402}{50000} = 0,622$$

$$F_{Q,k} = 3,00 \times 0,622 = 1,87 \text{ kN}$$

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1,87 \times 2,975 = 1,39 \text{ kNm}$$

$$V_{Q,k} = 3,00 \text{ kN}$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1,87 \times 2975^3}{11000 \times 43922293} = 2,12 \text{ mm}$$

Toetsing BGT

$$w_{fin,y} = (1 + 0,60) \times 1,93 + (1 + 0,60 \times 0,30) \times 2,12 = 5,59 \text{ mm} < 0,003 \times 2975 = 8,93 \text{ mm}$$

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0,63 < 1,00 \text{ voldoet}$$

Toetsing UGT**Permanent + Veranderlijk**

$$M_{yEd} = 1,20 \times 1,01 + 1,50 \times 1,00 = 2,71 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 1,36 + 1,50 \times 1,34 = 3,64 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

$$M_{yEd} = 1,20 \times 1,01 + 1,50 \times 1,39 = 3,30 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 1,36 + 1,50 \times 1,87 = 4,43 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging

art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yEd}}{W_y} = \frac{3,297 \times 10^6}{448 \times 10^3} = 7,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{7,4}{14,8} = 0,50 < 1,00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving

art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} S}{b I_y} = \frac{4432,9 \times 336140}{70 \times 43922293} = 0,48 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Conclusie: Balklaag rechts voldoet.

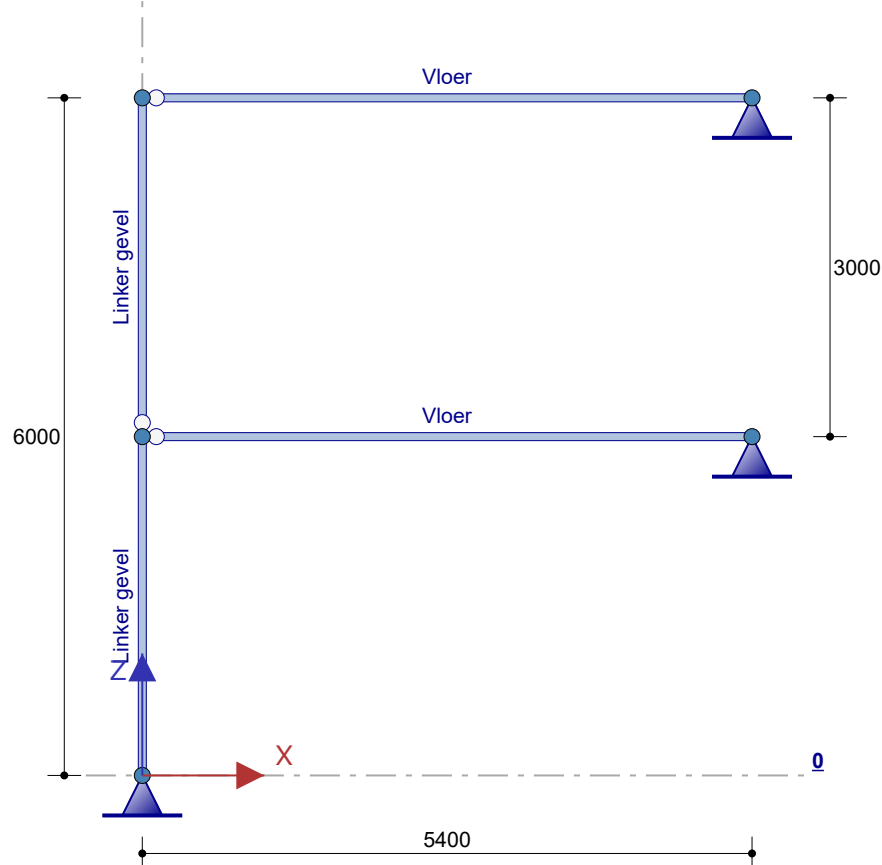
Staalconstructie links bestaand

Bestand :.....Staaldoorsnede bestaand.xfr2**Inhoudsopgave**

1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	1
1.3 PROFIELEN.....	2
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	3
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	4
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	5
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	6
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	6
2.2.1 Reactiekrachten.....	6
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	6
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	9
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	10
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	10
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	11
2.5 EN1993 TOETSINGEN.....	12
2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	13
2.6.1 Staaf 1 - HEA140 (S 235).....	13
2.6.2 Staaf 2 - HEA220 (S 235).....	16

Gehanteerde normen : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl

Gevolgklasse : CC2

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²**1 Invoergegevens****1.1 KNOPEN**

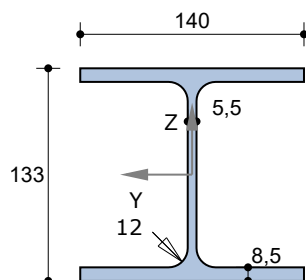
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	-0	3000			
3	5400	3000	A	A	
4	-0	6000			
5	5400	6000	A	A	

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		HEA140	3000
2	2	3		HEA220	5400
3	2	4		HEA140	3000
4	4	5		HEA220	5400

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	HEA140	24,7	210000	3,144E3	1,0338E7	1,5546E5	1,5546E5
2	HEA220	50,5	210000	6,436E3	5,4113E7	5,1537E5	5,1537E5

HEA140**Materiaalgegevens**

Staalsoort

S 235 Warmgewalst

Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

 $y_{max} = 70,0 \text{ mm}$ $z_{max} = 66,5 \text{ mm}$

Minimale coördinaat

 $y_{min} = -70,0 \text{ mm}$ $z_{min} = -66,5 \text{ mm}$

Zwaartelij

 $z_s = 0,0 \text{ mm}$ $y_s = 0,0 \text{ mm}$

Oppervlak / Gewicht

 $A = 3143,9 \text{ mm}^2$ $G = 24,7 \text{ kg/m}$

Statisch moment

 $S_y = 86809 \text{ mm}^3$ $S_z = 42432 \text{ mm}^3$

Traagheidsmoment

 $I_y = 10337922 \text{ mm}^4$ $I_z = 3893360 \text{ mm}^4$

Traagheidsstraal

 $i_y = 57,3 \text{ mm}$ $i_z = 35,2 \text{ mm}$

Elastisch weerstandsmoment

 $W_{y;el} = 155457 \text{ mm}^3$ $W_{z;el} = 55619 \text{ mm}^3$

Centrifugaalmoment

 $C_{yz} = 0 \text{ mm}^3$ $\text{hoek} = -0,00^\circ$

Traagheidsmoment

 $I_{max} = 10337922 \text{ mm}^4$ $I_{min} = 3893360 \text{ mm}^4$

Traagheidsstraal

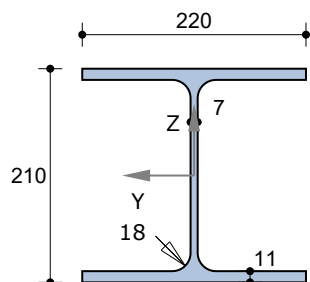
 $i_{max} = 57,3 \text{ mm}$ $i_{min} = 35,2 \text{ mm}$

Halveringslijn

 $z_h = 0,0 \text{ mm}$ $y_h = 0,0 \text{ mm}$

Plastisch weerstandsmoment

 $W_{y;pl} = 173618 \text{ mm}^3$ $W_{z;pl} = 84865 \text{ mm}^3$

HEA220**Materiaalgegevens**

Staalsoort

S 235 Warmgewalst

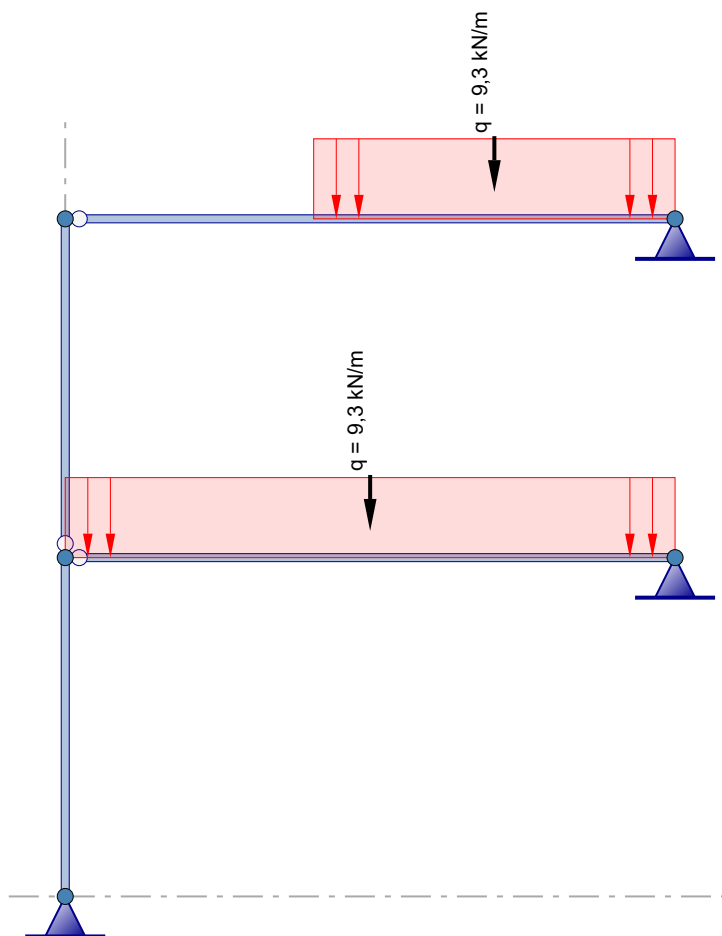
Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat	$y_{\max}$ =	110,0 mm	$z_{\max}$ =	105,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$ =	-110,0 mm	$z_{\min}$ =	-105,0 mm
Zwaartelij	z_s =	0,0 mm	y_s =	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A =	6436,3 mm ²	G =	50,5 kg/m
Statisch moment	S_y =	284322 mm ³	S_z =	135308 mm ³
Traagheidsmoment	I_y =	54113401 mm ⁴	I_z =	19545887 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y =	91,7 mm	i_z =	55,1 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$ =	515366 mm ³	$W_{z;el}$ =	177690 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz} =	0 mm ³	hoek =	-0,00 °
Traagheidsmoment	$I_{\max}$ =	54113401 mm ⁴	$I_{\min}$ =	19545887 mm ⁴
Traagheidsstraal	$i_{\max}$ =	91,7 mm	$i_{\min}$ =	55,1 mm
Halveringslijn	z_h =	0,0 mm	y_h =	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y;pl}$ =	568644 mm ³	$W_{z;pl}$ =	270616 mm ³

1.4 BELASTINGSGEVALLLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

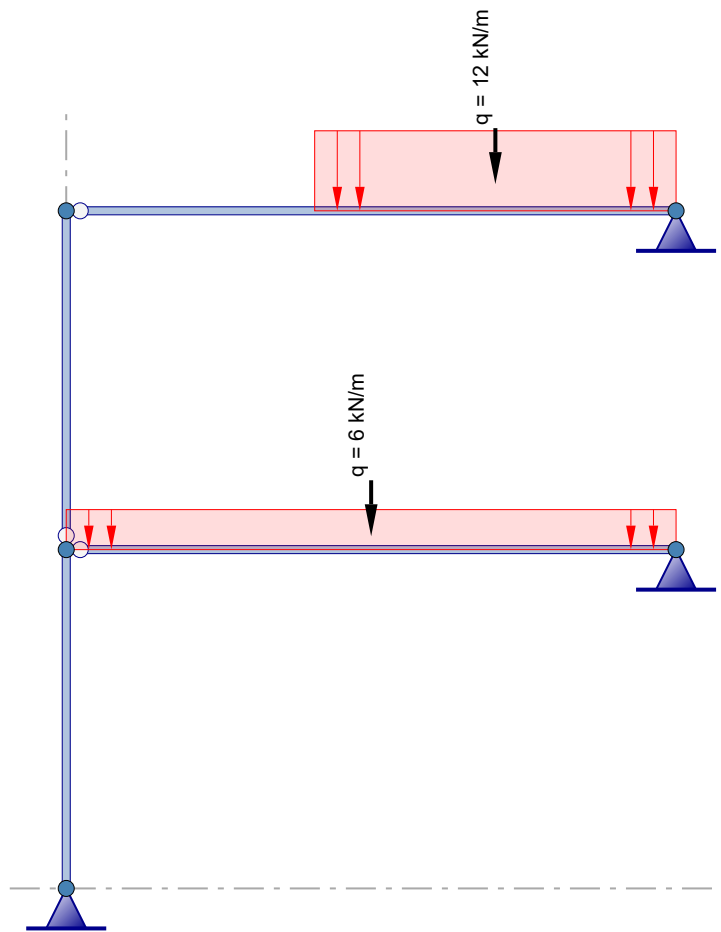
*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 608 kg.

1.5.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,242 kN/m	-0,242 kN/m	-90,0	1	0	3000
2	q	-0,496 kN/m	-0,496 kN/m	-0,0	2	0	5400
2	q	-9,300 kN/m	-9,300 kN/m	0,0	2	0	5400
4	q	-0,496 kN/m	-0,496 kN/m	-0,0	4	0	5400
4	q	-9,300 kN/m	-9,300 kN/m	0,0	4	2200	3200

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



1.6.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	q	-6,000 kN/m	-6,000 kN/m	0,0	2	0	5400
4	q	-12,000 kN/m	-12,000 kN/m	0,0	4	2200	3200

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop-nummer	1/245 in +X		1/245 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	0	0	0
2	12	3000	-12	3000
3	5412	3000	5388	3000
4	24	6000	-24	6000
5	5424	6000	5376	6000

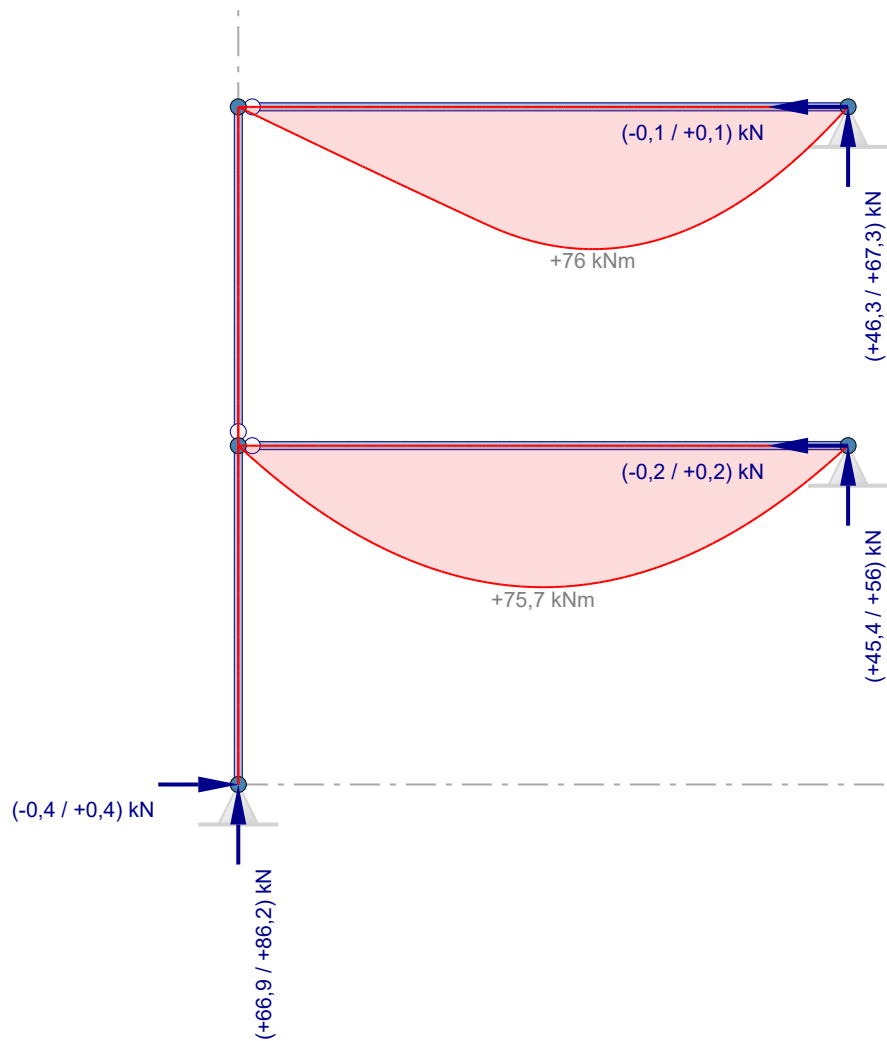
2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop-nummer	Belastingsgeval	F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
1	1		37,331	
	2		27,578	
3	1		26,448	
	2		16,200	
5	1		22,280	
	2		27,022	
Minimale / maximale waarden				
3	2		16,200	
1	1		37,331	

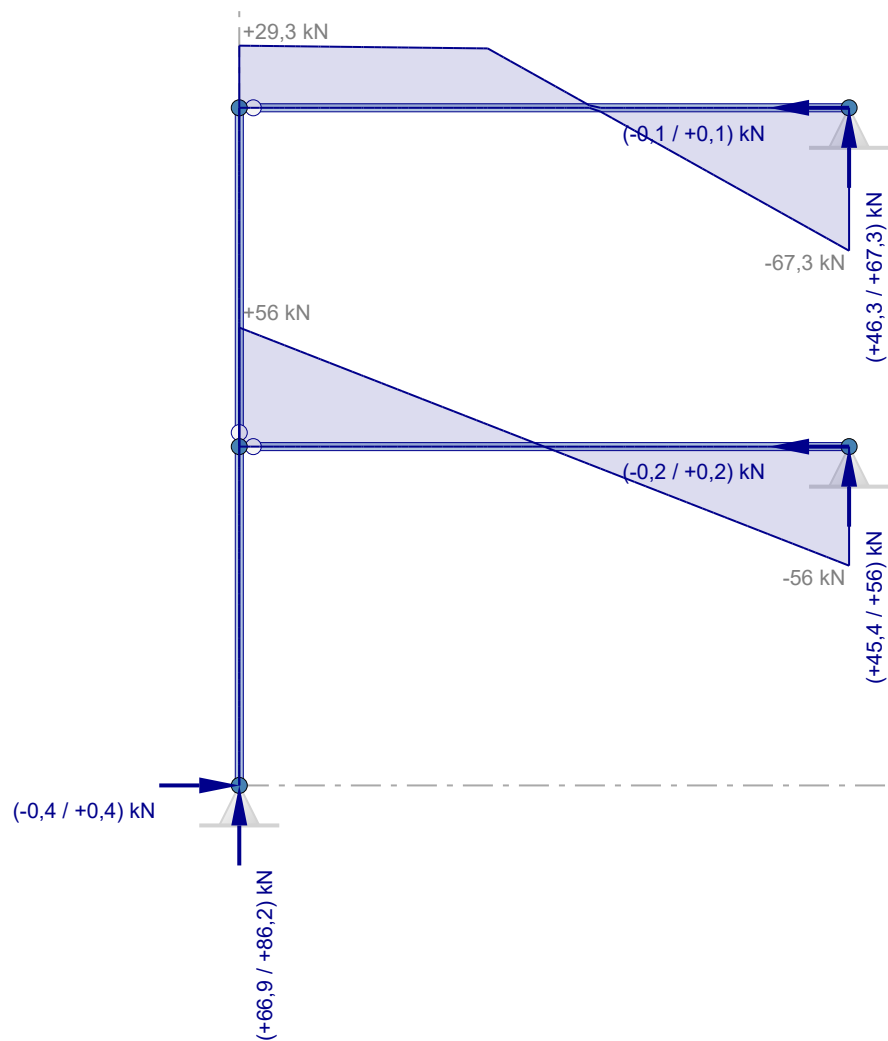
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)**2.3.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatienummer	Omschrijving	Type
1.1	Combinatie1 (6.10a) + Scheefstand 1/245 +X	UGT
1.2	Combinatie1 (6.10a) + Scheefstand 1/245 -X	UGT
2.1	Combinatie2 (6.10b) + Scheefstand 1/245 +X	UGT
2.2	Combinatie2 (6.10b) + Scheefstand 1/245 -X	UGT

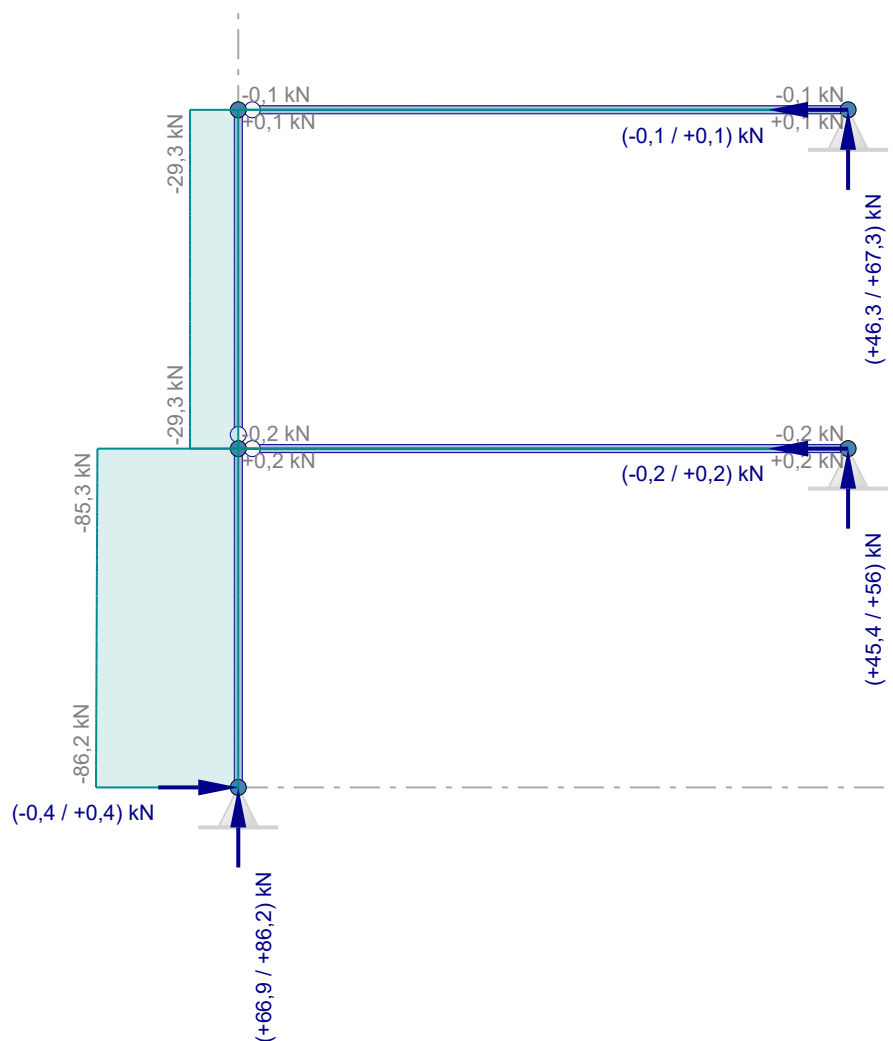
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
1.1	1,00x1,35	0,40x1,50			
1.2	1,00x1,35	0,40x1,50			
2.1	1,00x1,20	1,00x1,50			
2.2	1,00x1,20	1,00x1,50			



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn



Omhullende N-lijn

2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1.2	-0,273	66,943	
	2.1	0,352	86,163	
	2.2	-0,352	86,163	
3	1.1	-0,185	45,425	
	2.1	-0,229	56,038	
	2.2	0,229	56,038	
5	1.1	-0,084	46,292	
	2.1	-0,119	67,270	
	2.2	0,119	67,270	
Minimale / maximale waarden				
1	2.2	-0,352		
1	2.1	0,352		
3	1.1		45,425	
1	2.1		86,163	

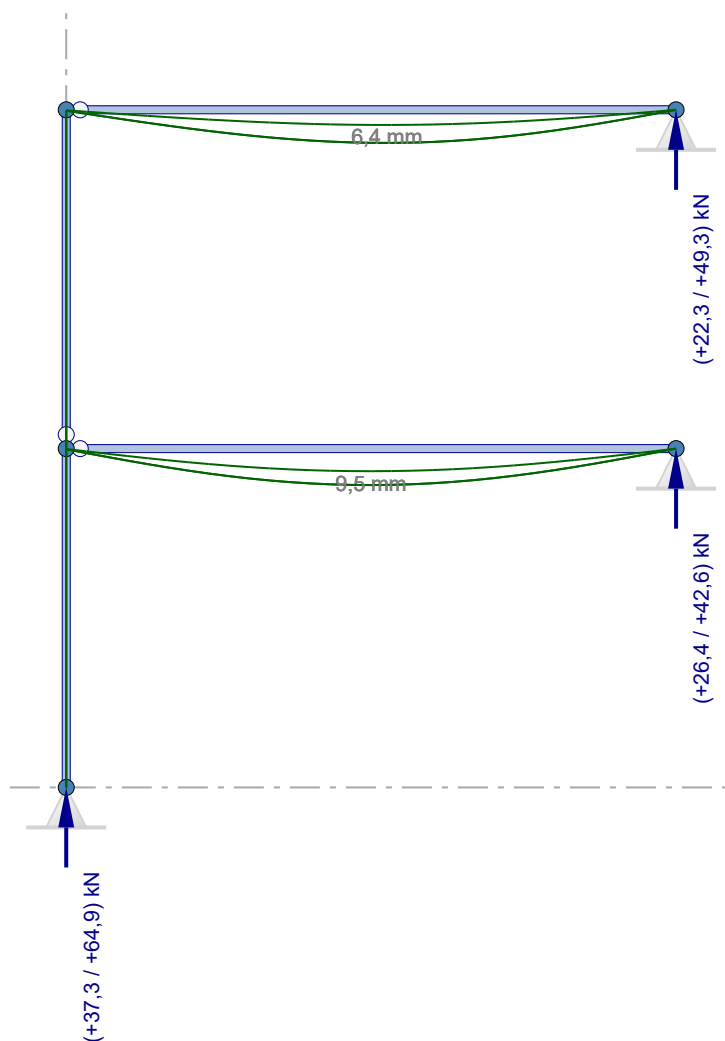
2.3.3 Omhullende staafkrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1.2	1		66,943	0,000	-0,000
	2.1	1		86,164	-0,000	-0,000
	1.2	2		-65,963	-0,000	-0,000
	2.1	2		-85,293	0,000	-0,000
2	1.1	2		0,185	45,425	0,000
	2.1	2		0,229	56,038	0,000
	2.2	2		-0,229	56,038	0,000
	2.2		2700	0,229	0,000	75,651
	1.2	3		0,185	45,425	0,000
	2.1	3		-0,229	56,038	0,000
	2.2	3		0,229	56,038	0,000
3	1.2	2		20,537	0,000	0,000
	2.1	2		29,254	-0,000	-0,000
	1.2	4		-20,537	-0,000	-0,000
	2.1	4		-29,254	0,000	-0,000
4	1.2	4		-0,084	20,537	0,000
	2.1	4		0,119	29,254	0,000
	2.2	4		-0,119	29,254	0,000
	2.2		3139	0,119	-0,000	76,042
	1.1	5		-0,084	46,292	0,000
	2.1	5		-0,119	67,270	0,000
	2.2	5		0,119	67,270	0,000

2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)**2.4.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
3	1,00x1,00				
4	1,00x1,00	0,30x1,00			
5	1,00x1,00	1,00x1,00			



Omhullende verplaatsing

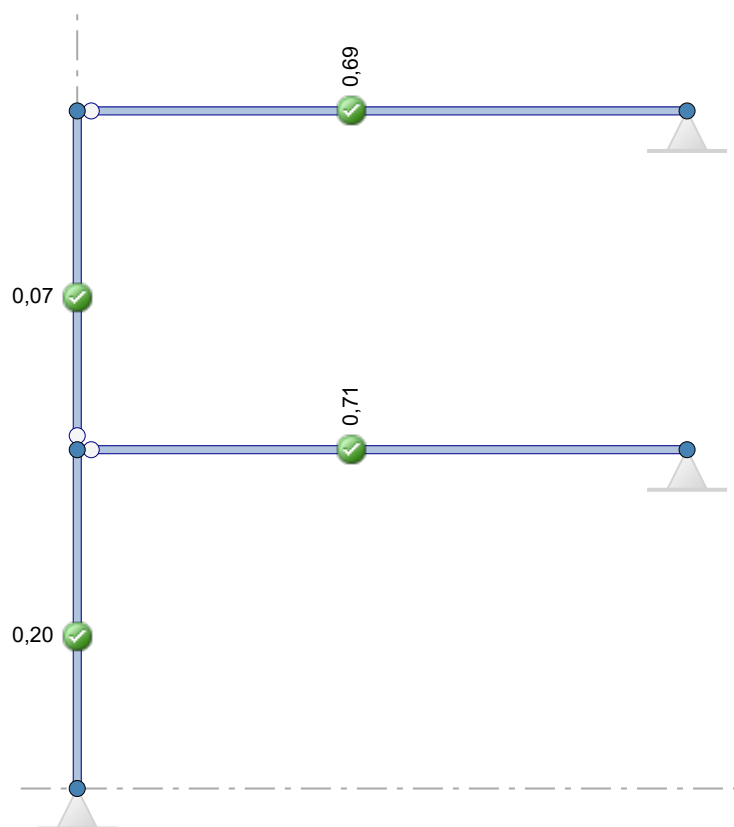
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	3	-0,0	-0,0	0,0
	5	-0,0	-0,0	0,0
2	3	-0,0	-0,2	-0,0
	5	-0,0	-0,3	-0,0
3	3	-0,0	-0,0	5,7
	5	-0,0	-0,0	9,2
4	3	0,0	-0,2	-0,0
	5	0,0	-0,4	-0,0
5	3	0,0	-0,0	4,1
	5	0,0	-0,0	8,9
Minimale / maximale waarden				
2	5	-0,0		
4	5	0,0		
4	5		-0,4	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
5	3		-0,0	
2	5			-0,0
3	5			9,2

2.5 EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA140	2.1	1	6.2.4	0,12
		2.1	1	6.2.8	0,00
		2.1	1	6.2.9.1	0,00
		2.1	1	6.3.2.1	0,00
		2.1	1	6.3.3	0,20
2	HEA220	2.2	1	6.2.5	0,57
		2.1	1	6.2.6	0,20

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
2	HEA220	2.2	1	6.2.8	0,57
		2.2	1	6.3.2.1	0,68
		5		Doorbuiging	0,71
		5		Doorbuiging	0,36
3	HEA140	2.1	1	6.2.4	0,04
		2.1	1	6.2.8	0,00
		2.1	1	6.3.2.1	0,00
		2.1	1	6.3.3	0,07
4	HEA220	2.2	1	6.2.5	0,57
		2.1	1	6.2.6	0,24
		2.2	1	6.2.8	0,57
		2.2	1	6.3.2.1	0,69
		5		Doorbuiging	0,65
		5		Doorbuiging	0,47

2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.6.1 Staaf 1 - HEA140 (S 235)

Axiale druk

art. 6.2.4

Combinatie: 2.1 x = 0 mm Nx = -86,164 kN Vz = -0 kN My = 0 kNm

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3143,9 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 738,817 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{86,2}{738,8} = 0,12 < 1,0 \quad (6.9)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 2.1 x = 3000 mm Nx = -85,293 kN Vz = -0 kN My = -0 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 137,679 / 2 = 68,839 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Buiging en normaalkracht

art. 6.2.9

Combinatie: 2.1 x = 3000 mm Nx = -85,293 kN Vz = -0 kN My = -0 kNm

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 738,8 = 184,7 \text{ kN} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} > \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 116 \times 5,5 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 75 \text{ kN} \quad (6.34)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,12 \quad a = (A - 2 b t_f) / A = (3143,9 - 2 \times 140 \times 8,5) / 3143,9 = 0,24$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n)/(1-0,5a) = 40,8 \times (1-0,12)/(1-0,5 \times 0,24) = 40,8 \text{ kNm} \quad (6.36)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} = \frac{0,000}{40,800} = 0,00 < 1,0 \quad (6.31)$$

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 2.1 $x = 1500 \text{ mm}$ $N_x = -86,164 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 0
 $d' = h-t = 133-8,5 = 124,5 \text{ mm}$ $I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{124,5^2 \times 140^3 \times 8,5}{24} = 15 \times 10^9 \text{ mm}^6$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26 $I_t = 81643 \text{ mm}^4$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 3000 \text{ mm} \quad L_{st} = 3000 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 1500 \text{ mm}) = -0 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 0 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 0 \times 3000^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = 0$$

aangrijpingspunt belasting op $z = -0 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 3000 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{133}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 3893360}{80769 \times 81643}} = 740 \text{ mm} \quad (\text{NB.159})$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) =$$

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 3000}{3000} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 740^2}{3000^2} \times (0^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times 0 \times 740}{3000} \right) = 4,49 \quad (\text{NB.157})$$

$$h/t_w = 133/5,5 = 24,2 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (\text{NB.153})$$

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} =$$

$$= 1 \times \frac{4,49}{3000} \times \sqrt{210000 \times 3893360 \times 80769 \times 81643} \times 10^{-6} = 109,905 \text{ kNm} \quad (\text{NB.148})$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{173618 \times 235}{109905132}} = 0,609 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

$$\text{Kipkromme b} \quad \alpha_{Lt} = 0,34$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,609 - 0,4) + 0,75 \times 0,609^2] = 0,675$$

$$\chi_{Lt} = \min \left(\frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \quad (6.57)$$

$$= \min \left(\frac{1}{0,675 + \sqrt{0,675^2 - 0,75 \times 0,609^2}}; 1,0; \frac{1}{0,609^2} \right) = 0,913$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,609 - 0,8)^2] = 0,972$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,913}{0,972} = 0,939 \quad (6.58)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,939 \times 173618 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 38,3 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{0,0}{38,3} = 0,00 < 1,0 \quad (6.54)$$

Prismatische, op buiging en druk belaste staven (maatgevend)

art. 6.3.3

Combinatie: 2.1 x = 1500 mm Nx = -86,164 kN Vz = -0 kN My = -0 kNm

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3000}{57,3} \frac{1}{93,9} = 0,557 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3000}{35,2} \frac{1}{93,9} = 0,908 \quad (6.50)$$

Knikkromme $y-y$ b $\alpha = 0,34$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,557 - 0,2) + 0,557^2] = 0,716$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,716 + \sqrt{0,716^2 - 0,557^2}} = 0,858 \quad (6.49)$$

Knikkromme $z-z$ c $\alpha = 0,49$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,908 - 0,2) + 0,908^2] = 1,085$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,085 + \sqrt{1,085^2 - 0,908^2}} = 0,595 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 235 \times 3144 \times 10^{-3} = 738,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 235 \times 173618 \times 10^{-6} = 40,8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 235 \times 84865 \times 10^{-6} = 19,9 \text{ kNm}$$

Interactiefactoren volgens methode 2 (EN 1993-1-1, Bijlage B)

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0/0 = 1 \rightarrow C_{my} = 0,6 + 0,4 \varphi = 0,6 + 0,4 \times 1 = 1 > 0,4$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 1 \times \left(1 + (0,557 - 0,2) \times \frac{86,164}{0,858 \times 738,817 / 1,00} \right) = 1,049$$

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0/0 = 1 \rightarrow C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \varphi = 0,6 + 0,4 \times 1 = 1 > 0,4$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1 \lambda_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \times 0,908}{(1 - 0,25)} \times \frac{86,164}{0,595 \times 738,817 / 1,00} \right) = 0,976$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{86,164}{0,858 \times 738,817} + 1,049 \times \frac{0}{0,939 \times \frac{40,8}{1,00}} = 0,14 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{86,164}{0,595 \times 738,817} + 0,976 \times \frac{0}{0,939 \times \frac{40,8}{1,00}} = 0,20 < 1 \quad (6.62)$$

2.6.2 Staaf 2 - HEA220 (S 235)

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 2.2 $x = 2700 \text{ mm}$ $N_x = 0,229 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 75,651 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{568644 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 133,631 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{75,651}{133,631} = 0,57 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 2.1 $x = 5400 \text{ mm}$ $N_x = -0,229 \text{ kN}$ $V_z = -56,038 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2069 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 280,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{56,0}{280,7} = 0,20 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 2.2 $x = 2700 \text{ mm}$ $N_x = 0,229 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = 75,651 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2069 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 280,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 280,716 / 2 = 140,358 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 2.2 $x = 2700 \text{ mm}$ $N_x = 0,229 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 75,651 \text{ kNm}$

$$\text{Aantal kipsteunen: } 0$$

$$d' = h - t = 210 - 11 = 199 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{199^2 \times 220^3 \times 11,0}{24} = 193 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

$$\text{torsiestijfheid volgens Roark geval 26} \quad I_t = 285781 \text{ mm}^4$$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 5400 \text{ mm} \quad L_{st} = 5400 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 2700 \text{ mm}) = 75,651 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 20,755 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 20,755 \times 5400^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = -0,461$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 105 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 5400 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E I_z}{G I_t}} = \frac{210}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 19545887}{80769 \times 285781}} = 1400 \text{ mm} \quad (\text{NB.159})$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) =$$

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 5400}{5400} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 1400^2}{5400^2} \times (-0,461^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,461 \times 1400}{5400} \right) = 3,433 \quad (\text{NB.157})$$

$$h / t_w = 210 / 7 = 30 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (\text{NB.153})$$

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E I_z \times G I_t} = \quad (\text{NB.148})$$

$$= 1 \times \frac{3,433}{5400} \times \sqrt{210000 \times 19545887 \times 80769 \times 285781} \times 10^{-6} = 195,705 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{568644 \times 235}{195704598}} = 0,826 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

$$\text{Kipkromme b} \quad \alpha_{Lt} = 0,34$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,826 - 0,4) + 0,75 \times 0,826^2] = 0,829$$

$$\chi_{Lt} = \min \left(\frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \quad (6.57)$$

$$= \min \left(\frac{1}{0,829 + \sqrt{0,829^2 - 0,75 \times 0,826^2}}; 1,0; \frac{1}{0,826^2} \right) = 0,803$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,826 - 0,8)^2] = 0,97$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,803}{0,97} = 0,827 \quad (6.58)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,827 \times 568644 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 110,6 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{75,7}{110,6} = 0,68 < 1,0 \quad (6.54)$$

Doorbuiging

$$\text{Combinatie: 5} \quad x = 2700 \text{ mm} \quad N_x = 0 \text{ kN} \quad V_z = 0 \text{ kN} \quad M_y = 57,575 \text{ kNm}$$

$$\text{Lokale knoopverplaatsingen } d_{z1} = -0,3 \text{ mm} \quad d_{z2} = -0 \text{ mm}$$

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -15,4 + 0 = -15,4 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-15,4|}{5400 / 250} = \frac{|-15,4|}{21,6} = 0,71 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_{eind,z} - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -15,4 + 9,5 = -5,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-5,8|}{5400 / 333} = \frac{|-5,8|}{16,2} = 0,36 < 1,0$$

Staalconstructie links nieuw

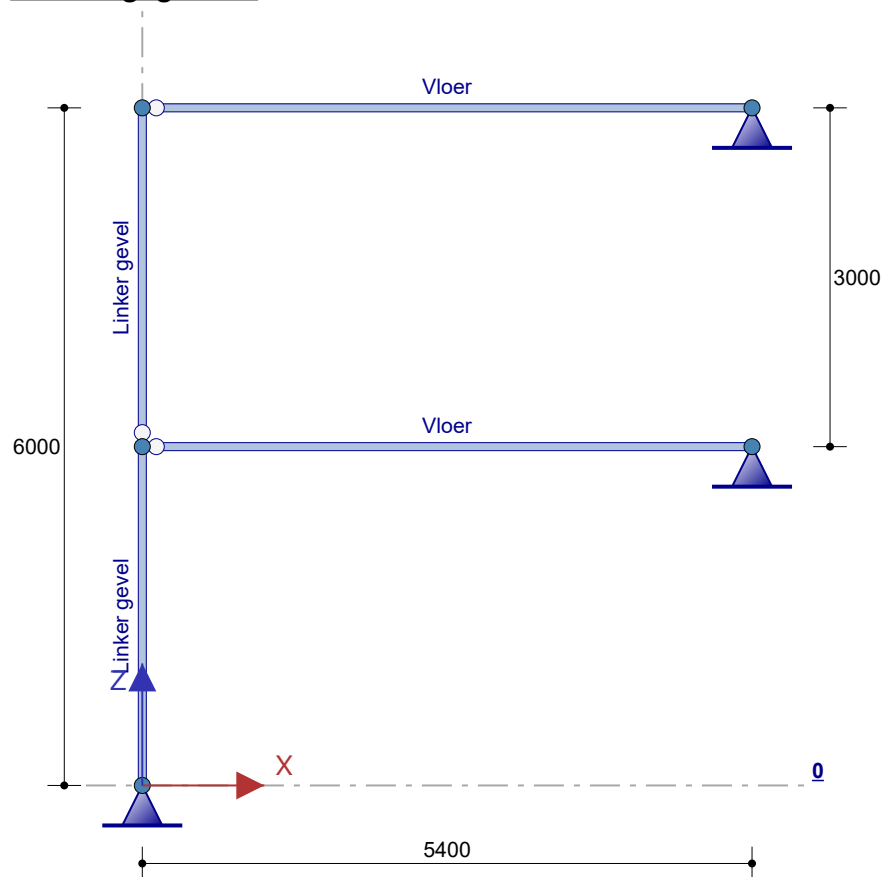
Bestand :.....Staaldoorsnede nieuw.xfr2**Inhoudsopgave**

1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	1
1.3 PROFIELEN.....	2
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	3
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	4
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	5
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	6
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	6
2.2.1 Reactiekrachten.....	6
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	6
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	9
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	10
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	10
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	11
2.5 EN1993 TOETSINGEN.....	12
2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	13
2.6.1 Staaf 1 - HEA140 (S 235).....	13
2.6.2 Staaf 2 - HEA220 (S 235).....	16

Gehanteerde normen : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl

Gevolgklasse : CC2

NEN 8700 : Verbouw; Overheersende veranderlijke belasting anders dan wind.

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²**1 Invoergegevens****1.1 KNOPEN**

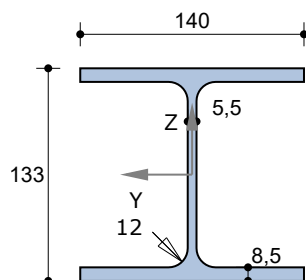
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	-0	3000			
3	5400	3000	A	A	
4	-0	6000			
5	5400	6000	A	A	

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		HEA140	3000
2	2	3		HEA220	5400
3	2	4		HEA140	3000
4	4	5		HEA220	5400

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	HEA140	24,7	210000	3,144E3	1,0338E7	1,5546E5	1,5546E5
2	HEA220	50,5	210000	6,436E3	5,4113E7	5,1537E5	5,1537E5

HEA140**Materiaalgegevens**

Staalsoort

S 235 Warmgewalst

Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

 $y_{\max} = 70,0 \text{ mm}$ $z_{\max} = 66,5 \text{ mm}$

Minimale coördinaat

 $y_{\min} = -70,0 \text{ mm}$ $z_{\min} = -66,5 \text{ mm}$

Zwaartelij

 $z_s = 0,0 \text{ mm}$ $y_s = 0,0 \text{ mm}$

Oppervlak / Gewicht

 $A = 3143,9 \text{ mm}^2$ $G = 24,7 \text{ kg/m}$

Statisch moment

 $S_y = 86809 \text{ mm}^3$ $S_z = 42432 \text{ mm}^3$

Traagheidsmoment

 $I_y = 10337922 \text{ mm}^4$ $I_z = 3893360 \text{ mm}^4$

Traagheidsstraal

 $i_y = 57,3 \text{ mm}$ $i_z = 35,2 \text{ mm}$

Elastisch weerstandsmoment

 $W_{y;el} = 155457 \text{ mm}^3$ $W_{z;el} = 55619 \text{ mm}^3$

Centrifugaalmoment

 $C_{yz} = 0 \text{ mm}^3$ $\text{hoek} = -0,00^\circ$

Traagheidsmoment

 $I_{\max} = 10337922 \text{ mm}^4$ $I_{\min} = 3893360 \text{ mm}^4$

Traagheidsstraal

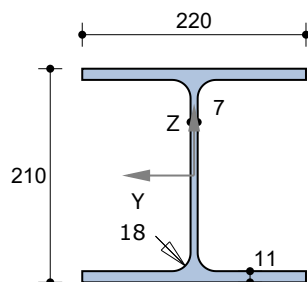
 $i_{\max} = 57,3 \text{ mm}$ $i_{\min} = 35,2 \text{ mm}$

Halveringslijn

 $z_h = 0,0 \text{ mm}$ $y_h = 0,0 \text{ mm}$

Plastisch weerstandsmoment

 $W_{y;pl} = 173618 \text{ mm}^3$ $W_{z;pl} = 84865 \text{ mm}^3$

HEA220**Materiaalgegevens**

Staalsoort

S 235 Warmgewalst

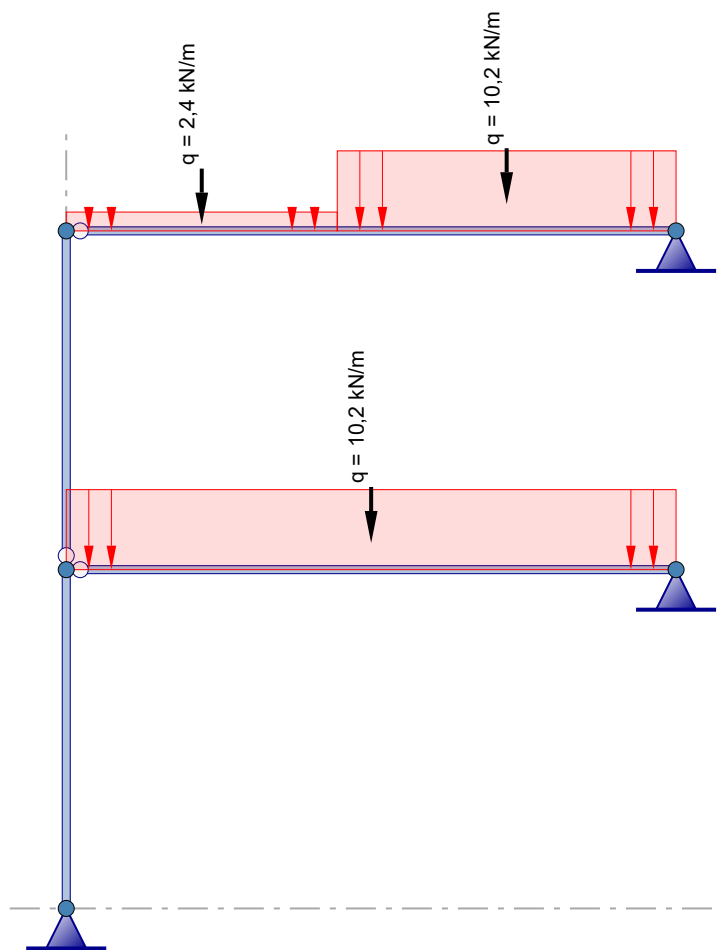
Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat	$y_{\max}$ =	110,0 mm	$z_{\max}$ =	105,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$ =	-110,0 mm	$z_{\min}$ =	-105,0 mm
Zwaartelij	z_s =	0,0 mm	y_s =	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A =	6436,3 mm ²	G =	50,5 kg/m
Statisch moment	S_y =	284322 mm ³	S_z =	135308 mm ³
Traagheidsmoment	I_y =	54113401 mm ⁴	I_z =	19545887 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y =	91,7 mm	i_z =	55,1 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$ =	515366 mm ³	$W_{z;el}$ =	177690 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz} =	0 mm ³	hoek =	-0,00 °
Traagheidsmoment	$I_{\max}$ =	54113401 mm ⁴	$I_{\min}$ =	19545887 mm ⁴
Traagheidsstraal	$i_{\max}$ =	91,7 mm	$i_{\min}$ =	55,1 mm
Halveringslijn	z_h =	0,0 mm	y_h =	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y;pl}$ =	568644 mm ³	$W_{z;pl}$ =	270616 mm ³

1.4 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	B:Kantoorfunctie	0,50	0,50	0,30

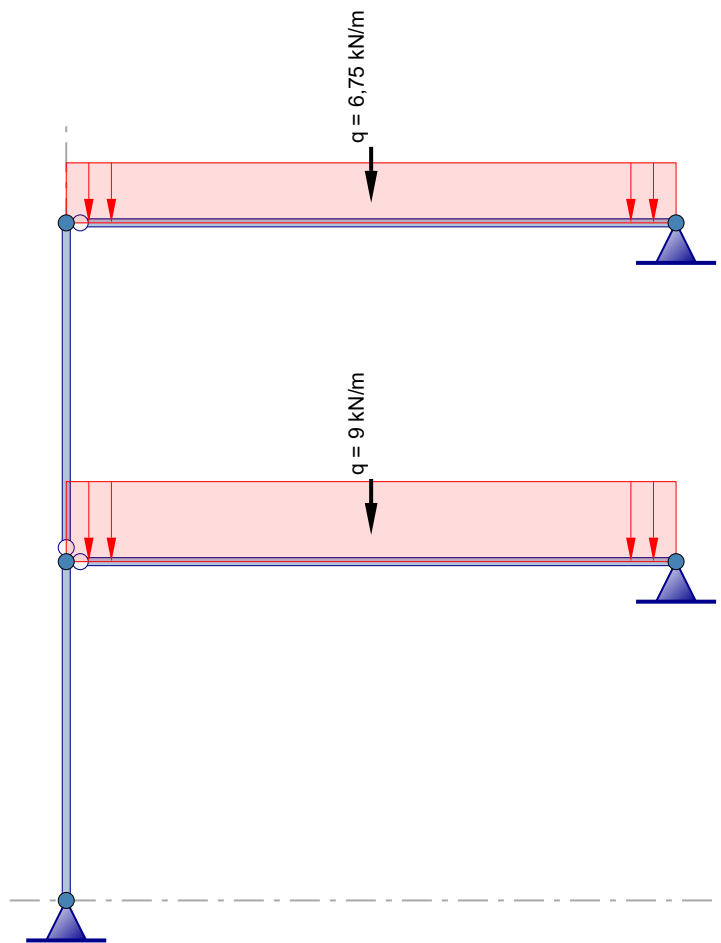
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 608 kg.

1.5.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,242 kN/m	-0,242 kN/m	-90,0	1	0	3000
2	q	-0,496 kN/m	-0,496 kN/m	-0,0	2	0	5400
2	q	-10,200 kN/m	-10,200 kN/m	0,0	2	0	5400
4	q	-0,496 kN/m	-0,496 kN/m	-0,0	4	0	5400
4	q	-10,200 kN/m	-10,200 kN/m	0,0	4	2400	3000
4	q	-2,400 kN/m	-2,400 kN/m	0,0	4	0	2400

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.6.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
2	 q	-9,000 kN/m	-9,000 kN/m	0,0	2	0	5400
4	 q	-6,750 kN/m	-6,750 kN/m	0,0	4	-0	5400

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop- nummer	1/245 in +X		1/245 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	0	0	0
2	12	3000	-12	3000
3	5412	3000	5388	3000
4	24	6000	-24	6000
5	5424	6000	5376	6000

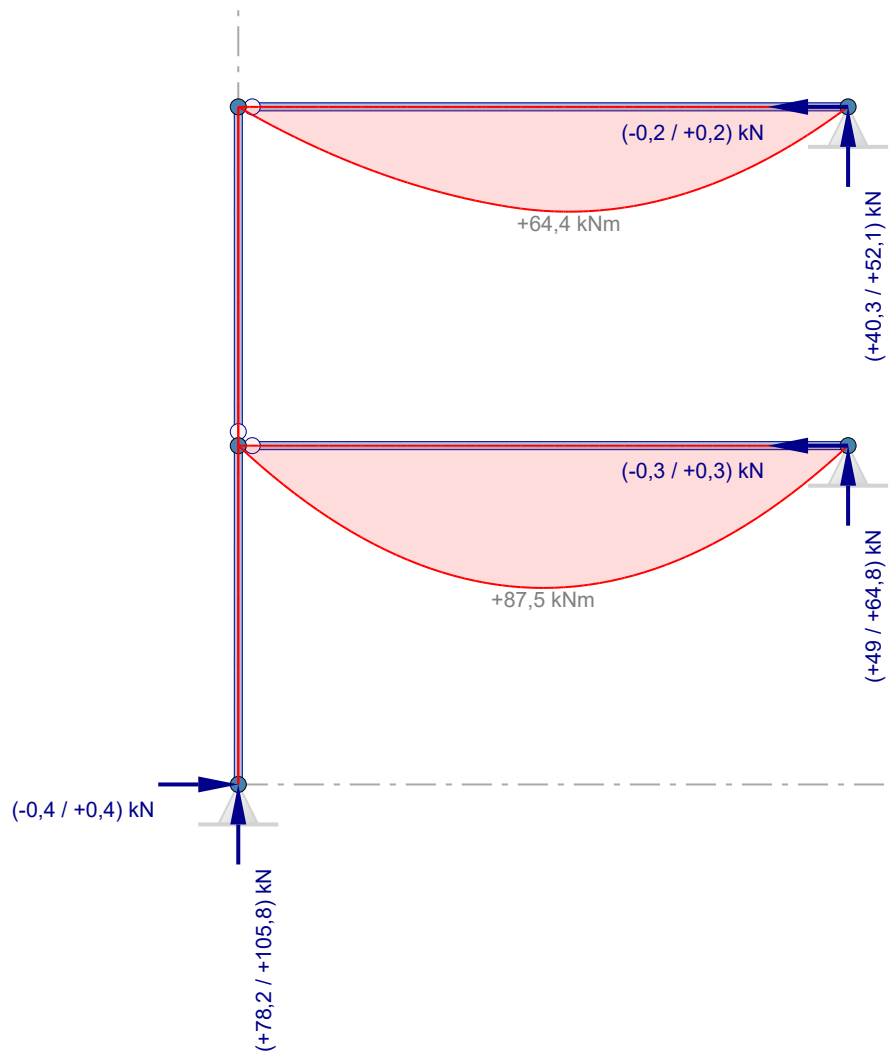
2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop- nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		43,923	
	2		42,525	
3	1		28,878	
	2		24,300	
5	1		24,718	
	2		18,225	
Minimale / maximale waarden				
5	2		18,225	
1	1		43,923	

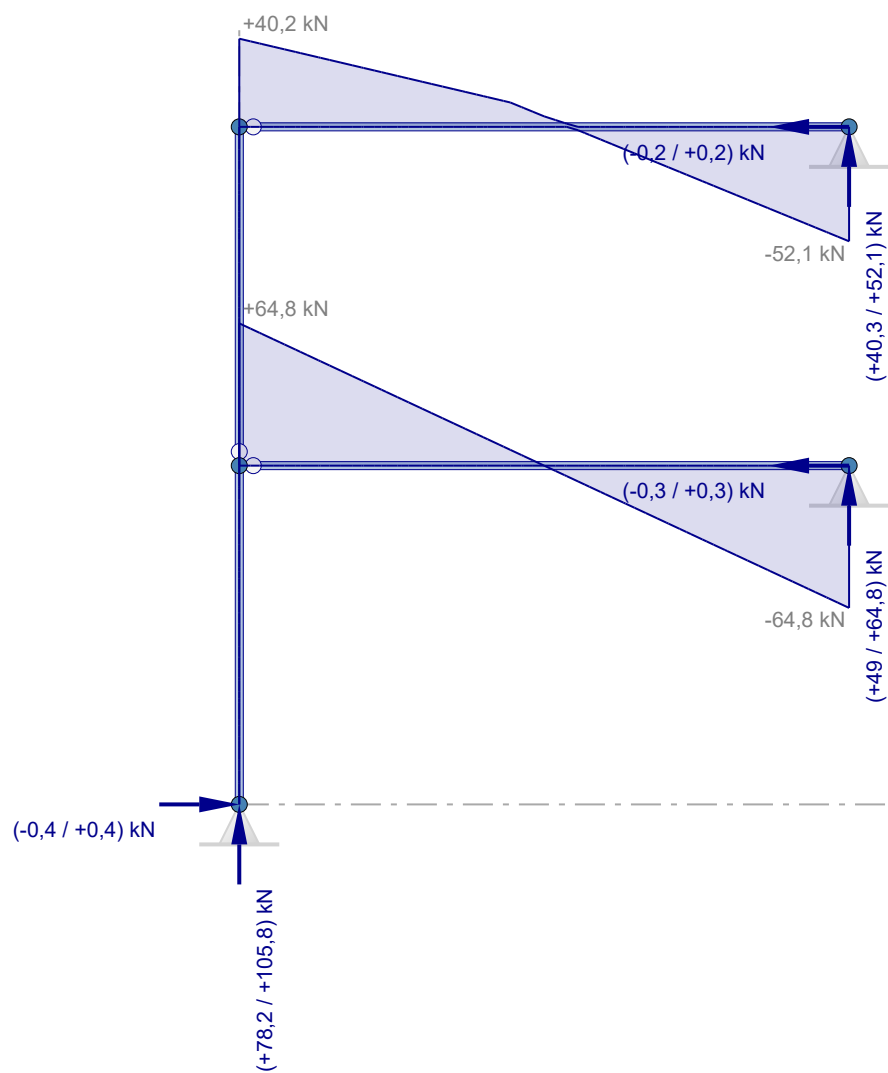
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)**2.3.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

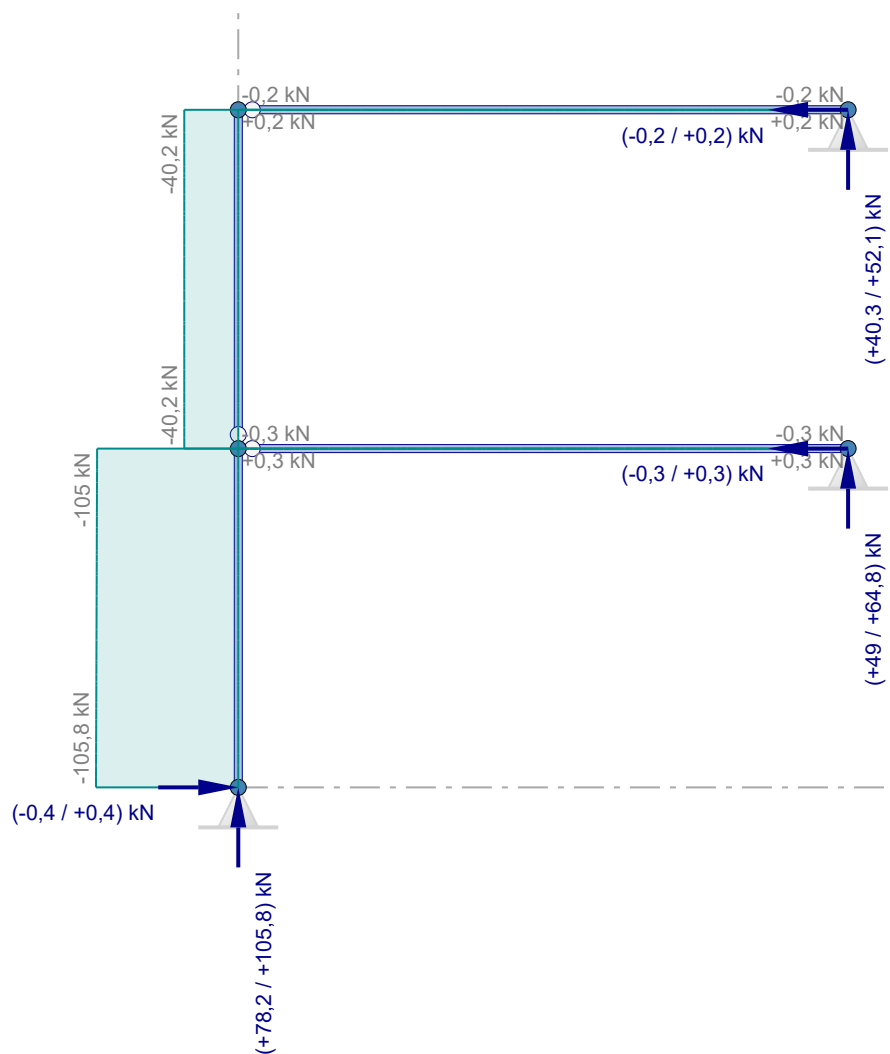
Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1.1	Permanent + Scheefstand 1/245 +X	UGT
1.2	Permanent + Scheefstand 1/245 -X	UGT
2.1	Veranderlijk + Scheefstand 1/245 +X	UGT
2.2	Veranderlijk + Scheefstand 1/245 -X	UGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
1.1	1,00x1,15	0,50x1,30			
1.2	1,00x1,15	0,50x1,30			
2.1	1,00x1,15	1,00x1,30			
2.2	1,00x1,15	1,00x1,30			



Omhullende M-lijn





Omhullende N-lijn

2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
1	1.2	-0,319	78,152	
	2.1	0,432	105,794	
	2.2	-0,432	105,794	
3	1.1	-0,200	49,005	
	2.1	-0,265	64,800	
	2.2	0,265	64,800	
5	1.1	-0,116	40,272	
	2.1	-0,164	52,118	
	2.2	0,164	52,119	
Minimale / maximale waarden				
1	2.2	-0,432		
1	2.1	0,432		
5	1.1		40,272	

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	2.1		105,794	

2.3.3 Omhullende staafkrachten

Staa-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1.2	1		78,153	0,000	0,000
	2.1	1		105,795	-0,000	0,000
	1.2	2		-77,318	-0,000	-0,000
	2.1	2		-104,959	0,000	-0,000
2	1.1	2		0,200	49,005	0,000
	2.1	2		0,265	64,800	0,000
	2.2	2		-0,265	64,800	0,000
	2.2		2700	0,265	-0,000	87,480
	1.2	3		0,200	49,005	0,000
	2.1	3		-0,265	64,800	0,000
	2.2	3		0,265	64,800	0,000
3	1.2	2		28,312	0,000	0,000
	2.1	2		40,159	-0,000	-0,000
	1.2	4		-28,312	-0,000	-0,000
	2.1	4		-40,159	0,000	-0,000
4	1.1	4		0,116	28,312	0,000
	2.1	4		0,164	40,158	0,000
	2.2	4		-0,164	40,158	0,000
	2.2		2927	0,164	-0,000	64,445
	1.2	5		0,116	40,272	0,000
	2.1	5		-0,164	52,118	0,000
	2.2	5		0,164	52,118	0,000

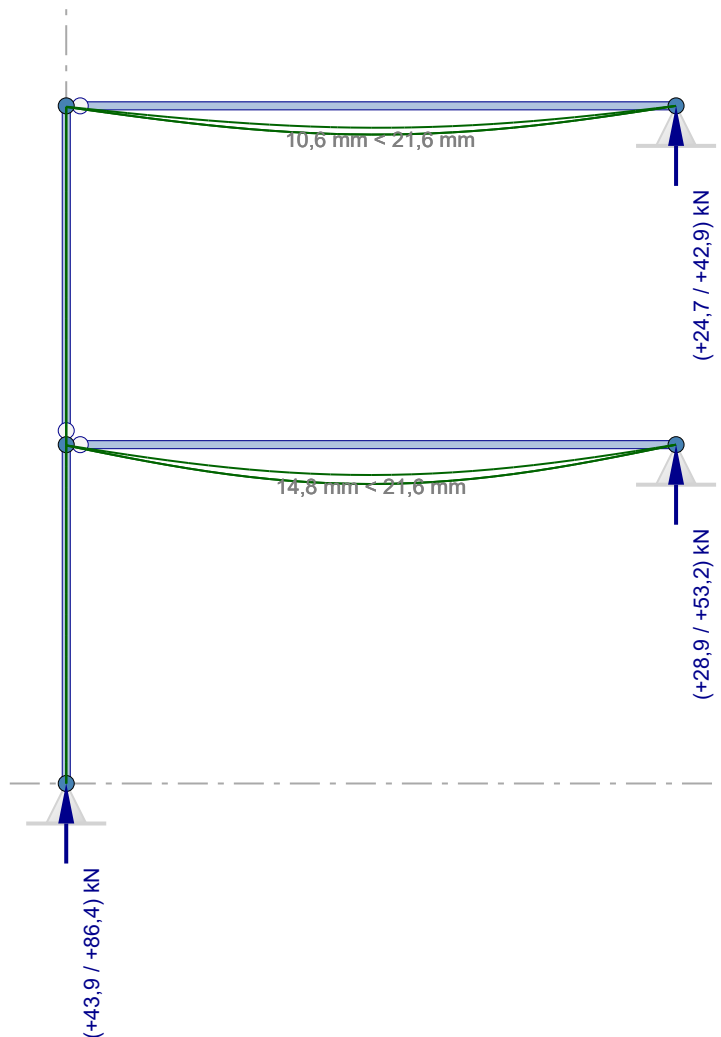
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.4.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	Permanent	BGT
4	Veranderlijk	BGT
5	BGT Blijvend	BGT Blijvend

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
3	1,00x1,00	0,50x1,00			
4	1,00x1,00	1,00x1,00			
5	1,00x1,00				



Omhullende verplaatsing

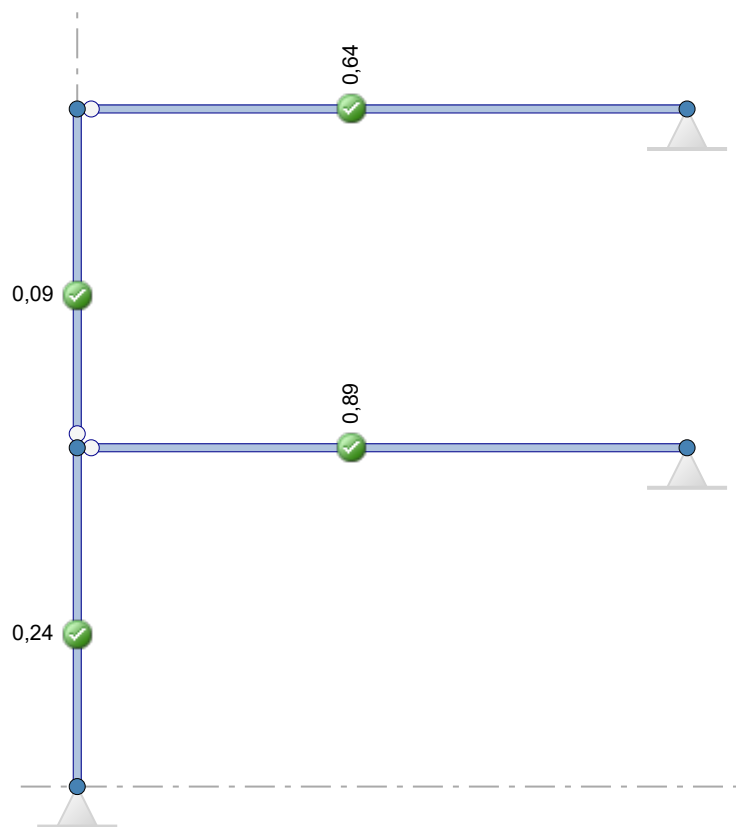
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop- nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	4	-0,0	-0,0	0,0
	5	-0,0	-0,0	0,0
2	4	-0,0	-0,4	-0,0
	5	-0,0	-0,2	-0,0
3	4	-0,0	-0,0	11,4
	5	-0,0	-0,0	6,2
4	4	0,0	-0,5	-0,0
	5	0,0	-0,3	-0,0

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
5	4	0,0	-0,0	8,6
	5	0,0	-0,0	4,6
Minimale / maximale waarden				
2	4	-0,0		
4	4	0,0		
4	4		-0,5	
5	5		-0,0	
2	4			-0,0
3	4			11,4

2.5 EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA140	2.1	1	6.2.4	0,14

Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA140	2.1	1	6.2.8	0,00
		2.1	1	6.2.9.1	0,00
		2.1	1	6.3.2.1	0,00
		2.1	1	6.3.3	0,24
2	HEA220	2.2	1	6.2.5	0,65
		2.1	1	6.2.6	0,23
		2.2	1	6.2.8	0,65
		2.2	1	6.3.2.1	0,79
		4		Doorbuiging	0,89
		4		Doorbuiging	0,54
3	HEA140	2.1	1	6.2.4	0,05
		2.1	1	6.2.8	0,00
		2.1	1	6.3.2.1	0,00
		2.1	1	6.3.3	0,09
4	HEA220	2.2	1	6.2.5	0,48
		2.1	1	6.2.6	0,19
		2.2	1	6.2.8	0,48
		2.2	1	6.3.2.1	0,58
		4		Doorbuiging	0,64
		4		Doorbuiging	0,41

2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.6.1 Staaf 1 - HEA140 (S 235)

Axiale druk

art. 6.2.4

Combinatie: 2.1 x = 0 mm Nx = -105,795 kN Vz = -0 kN My = -0 kNm

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3143,9 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 738,817 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{105,8}{738,8} = 0,14 < 1,0 \quad (6.9)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 2.1 x = 3000 mm Nx = -104,959 kN Vz = -0 kN My = -0 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 137,679 / 2 = 68,839 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Buiging en normaalkracht

art. 6.2.9

Combinatie: 2.1 x = 3000 mm Nx = -104,959 kN Vz = -0 kN My = -0 kNm

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 738,8 = 184,7 \text{ kN} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} > \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 116 \times 5,5 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 75 \text{ kN} \quad (6.34)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,14 \quad a = (A - 2 b t_f) / A = (3143,9 - 2 \times 140 \times 8,5) / 3143,9 = 0,24$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n)/(1-0,5a) = 40,8 \times (1-0,14)/(1-0,5 \times 0,24) = 39,845 \text{ kNm} \quad (6.36)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} = \frac{0,000}{39,845} = 0,00 < 1,0 \quad (6.31)$$

Kipstabiliteit

art. 6.3.2.1

Combinatie: 2.1 $x = 1500 \text{ mm}$ $N_x = -105,795 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

Aantal kipsteunen: 0

$$d' = h - t = 133 - 8,5 = 124,5 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{124,5^2 \times 140^3 \times 8,5}{24} = 15 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26 $I_t = 81643 \text{ mm}^4$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 3000 \text{ mm} \quad L_{st} = 3000 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 1500 \text{ mm}) = -0 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 0 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 0 \times 3000^2} = 0 \quad D.4.3 (3)$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = 0$$

aangrijpingspunt belasting op $z = -0 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 3000 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{133}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 3893360}{80769 \times 81643}} = 740 \text{ mm} \quad (NB.159)$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) = \quad (NB.157)$$

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 3000}{3000} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 740^2}{3000^2} \times (0^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times 0 \times 740}{3000} \right) = 4,49$$

$$h / t_w = 133 / 5,5 = 24,2 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad (NB.153)$$

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} = \quad (NB.148)$$

$$= 1 \times \frac{4,49}{3000} \times \sqrt{210000 \times 3893360 \times 80769 \times 81643} \times 10^{-6} = 109,905 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{173618 \times 235}{109905132}} = 0,609 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

$$\text{Kipkromme b} \quad \alpha_{Lt} = 0,34$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,609 - 0,4) + 0,75 \times 0,609^2] = 0,675$$

$$\chi_{Lt} = \min \left(\frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \quad (6.57)$$

$$= \min \left(\frac{1}{0,675 + \sqrt{0,675^2 - 0,75 \times 0,609^2}}; 1,0; \frac{1}{0,609^2} \right) = 0,913$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,609 - 0,8)^2] = 0,972$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,913}{0,972} = 0,939 \quad (6.58)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,939 \times 173618 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 38,3 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{0,0}{38,3} = 0,00 < 1,0 \quad (6.54)$$

Prismatische, op buiging en druk belaste staven (maatgevend)

art. 6.3.3

$$\text{Combinatie: 2.1} \quad x = 1500 \text{ mm} \quad N_x = -105,795 \text{ kN} \quad V_z = -0 \text{ kN} \quad M_y = -0 \text{ kNm}$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3000}{57,3} \frac{1}{93,9} = 0,557 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3000}{35,2} \frac{1}{93,9} = 0,908 \quad (6.50)$$

$$\text{Knikkromme } y-y \text{ b} \quad \alpha = 0,34$$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,557 - 0,2) + 0,557^2] = 0,716$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,716 + \sqrt{0,716^2 - 0,557^2}} = 0,858 \quad (6.49)$$

Knikkromme $z-z$ c $\alpha = 0,49$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,908 - 0,2) + 0,908^2] = 1,085$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,085 + \sqrt{1,085^2 - 0,908^2}} = 0,595 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 235 \times 3144 \times 10^{-3} = 738,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 235 \times 173618 \times 10^{-6} = 40,8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 235 \times 84865 \times 10^{-6} = 19,9 \text{ kNm}$$

Interactiefactoren volgens methode 2 (EN 1993-1-1, Bijlage B)

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0/0 = 1 \rightarrow C_{my} = 0,6 + 0,4 \varphi = 0,6 + 0,4 \times 1 = 1 > 0,4$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 1 \times \left(1 + (0,557 - 0,2) \times \frac{105,795}{0,858 \times 738,817 / 1,00} \right) = 1,06$$

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0/0 = 1 \rightarrow C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \varphi = 0,6 + 0,4 \times 1 = 1 > 0,4$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1 \lambda_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \times 0,908}{(1 - 0,25)} \times \frac{105,795}{0,595 \times 738,817 / 1,00} \right) = 0,971$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{105,795}{0,858 \times 738,817 / 1,00} + 1,06 \times \frac{0}{0,939 \times \frac{40,8}{1,00}} = 0,17 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{105,795}{0,595 \times 738,817 / 1,00} + 0,971 \times \frac{0}{0,939 \times \frac{40,8}{1,00}} = 0,24 < 1 \quad (6.62)$$

2.6.2 Staaf 2 - HEA220 (S 235)

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 2.2 $x = 2700 \text{ mm}$ $N_x = 0,265 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = 87,48 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{568644 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 133,631 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{87,480}{133,631} = 0,65 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 2.1 $x = 5400 \text{ mm}$ $N_x = -0,265 \text{ kN}$ $V_z = -64,8 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2069 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 280,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{64,8}{280,7} = 0,23 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht**art. 6.2.8**Combinatie: 2.2 $x = 2700 \text{ mm}$ $N_x = 0,265 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = 87,48 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2069 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 280,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 280,716 / 2 = 140,358 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Kipstabiliteit**art. 6.3.2.1**Combinatie: 2.2 $x = 2700 \text{ mm}$ $N_x = 0,265 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 87,48 \text{ kNm}$

$$\text{Aantal kipsteunen: } 0 \quad d' = h - t = 210 - 11 = 199 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{199^2 \times 220^3 \times 11,0}{24} = 193 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

$$\text{torsiestijfheid volgens Roark geval 26} \quad I_t = 285781 \text{ mm}^4$$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 5400 \text{ mm} \quad L_{st} = 5400 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{yEd} (x=L_{st}/2 = 2700 \text{ mm}) = 87,48 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 24 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 24 \times 5400^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = -0,461$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 105 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 5400 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{210}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 19545887}{80769 \times 285781}} = 1400 \text{ mm} \quad (\text{NB.159})$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) = \quad (\text{NB.157})$$

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 5400}{5400} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 1400^2}{5400^2} \times (-0,461^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,461 \times 1400}{5400} \right) = 3,433$$

$$h / t_w = 210 / 7 = 30 < 75$$

$$\rightarrow k_{red} = 1$$

(NB.153)

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} =$$

(NB.148)

$$= 1 \times \frac{3,433}{5400} \times \sqrt{210000 \times 19545887 \times 80769 \times 285781} \times 10^{-6} = 195,705 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{568644 \times 235}{195704598}} = 0,826 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

Kipkromme b

$$\alpha_{Lt} = 0,34$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,826 - 0,4) + 0,75 \times 0,826^2] = 0,829$$

$$\chi_{Lt} = \min \left(\frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right)$$

(6.57)

$$= \min \left(\frac{1}{0,829 + \sqrt{0,829^2 - 0,75 \times 0,826^2}}; 1,0; \frac{1}{0,826^2} \right) = 0,803$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,826 - 0,8)^2] = 0,97$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,803}{0,97} = 0,827$$

(6.58)

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,827 \times 568644 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 110,6 \text{ kNm}$$

(6.55)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{87,5}{110,6} = 0,79 < 1,0$$

(6.54)

Doorbuiging

Combinatie: 4

$$x = 2700 \text{ mm} \quad N_x = 0 \text{ kN} \quad V_z = -0 \text{ kN} \quad M_y = 71,791 \text{ kNm}$$

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0,4 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0 \text{ mm}$

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -19,2 + 0 = -19,2 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-19,2|}{5400 / 250} = \frac{|-19,2|}{21,6} = 0,89 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk.,z}} = w_{\text{eind.,z}} - w_{\text{BGT Blijvend,z}} = -19,2 + 10,4 = -8,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{bijk.,z}}|}{w_{\text{bijk.,z,max}}} = \frac{|-8,8|}{5400 / 333} = \frac{|-8,8|}{16,2} = 0,54 < 1,0$$

Stalen liggers 2^e verdiepingsvloer

Bestand :.....Ligger 2e verdieping.xfr2**Inhoudsopgave**

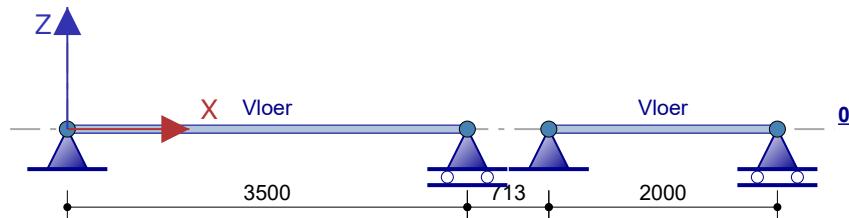
1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	1
1.3 PROFIELEN.....	1
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	3
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	3
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	4
2.1 BELASTINGSGEVALLEN.....	5
2.1.1 Reactiekrachten.....	5
2.2 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	5
2.2.2 Omhullende reactiekrachten.....	6
2.2.3 Omhullende staafkrachten.....	7
2.3 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	7
2.3.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	8
2.4 EN1993 TOETSINGEN.....	8
2.5 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	9
2.5.1 Staaf 1 - HEA140 (S 235).....	9
2.5.2 Staaf 2 - L150/100/10 (S 235).....	11

Gehanteerde normen : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl

Gevolgklasse : CC2

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1 Invoergegevens



1.1 KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	0	A	A	
2	3500	0		A	
3	4213	0	A	A	
4	6213	0		A	

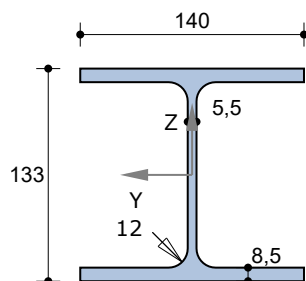
1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		HEA140	3500
2	3	4		L150/100/10	2000

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	HEA140	24,7	210000	3,144E3	1,0338E7	1,5546E5	1,5546E5
2	L150/100/10	19,0	210000	2,418E3	5,5153E6	5,406E4	1,1496E5

HEA140



Materiaalgegevens

Staalsoort

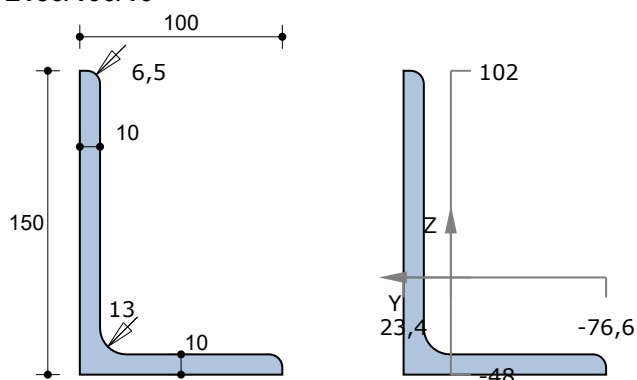
S 235 Warmgewalst

Elasticiteitsmodulus

E = 210000 N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	$y_{\max}$	=	70,0 mm	$z_{\max}$	=	66,5 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$	=	-70,0 mm	$z_{\min}$	=	-66,5 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	3143,9 mm ²	G	=	24,7 kg/m
Statisch moment	S_y	=	86809 mm ³	S_z	=	42432 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	10337922 mm ⁴	I_z	=	3893360 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	57,3 mm	i_z	=	35,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	155457 mm ³	$W_{z,el}$	=	55619 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	$I_{\max}$	=	10337922 mm ⁴	$I_{\min}$	=	3893360 mm ⁴
Traagheidsstraal	$i_{\max}$	=	57,3 mm	$i_{\min}$	=	35,2 mm
Halveringslijn	z_h	=	0,0 mm	y_h	=	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl}$	=	173618 mm ³	$W_{z,pl}$	=	84865 mm ³

L150/100/10**Materiaalgegevens**

Staalsoort

S 235 Warmgewalst

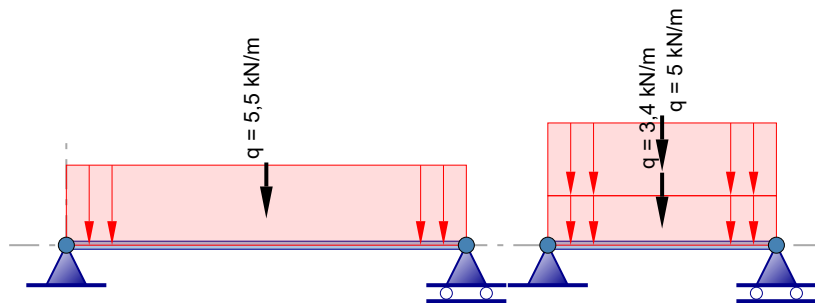
Elasticiteitsmodulus

 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ **Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat	$y_{\max}$	=	23,4 mm	$z_{\max}$	=	102,0 mm
Minimale coördinaat	$y_{\min}$	=	-76,6 mm	$z_{\min}$	=	-48,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	2418,3 mm ²	G	=	19,0 kg/m
Statisch moment	S_y	=	51115 mm ³	S_z	=	28676 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	5515349 mm ⁴	I_z	=	1976600 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	47,8 mm	i_z	=	28,6 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	54060 mm ³	$W_{z,el}$	=	25790 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	-1913533 mm ³	hoek	=	23,62 °
Traagheidsmoment	$I_{\max}$	=	6352177 mm ⁴	$I_{\min}$	=	1139771 mm ⁴
Traagheidsstraal	$i_{\max}$	=	51,3 mm	$i_{\min}$	=	21,7 mm
Halveringslijn	z_h	=	19,8 mm	y_h	=	15,3 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y,pl}$	=	98302 mm ³	$W_{z,pl}$	=	46734 mm ³

1.4 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

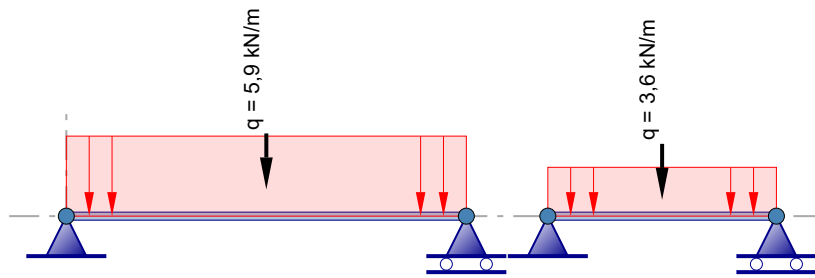
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 85 kg.

1.5.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	 q	-0,242 kN/m	-0,242 kN/m	-0,0	1	0	3500
1	 q	-5,500 kN/m	-5,500 kN/m	0,0	1	0	3500
2	 q	-3,400 kN/m	-3,400 kN/m	0,0	3	0	2000
2	 q	-5,000 kN/m	-5,000 kN/m	0,0	3	0	2000

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.6.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-5,900 kN/m	-5,900 kN/m	0,0	1	0	3500
2	q	-3,600 kN/m	-3,600 kN/m	0,0	3	0	2000

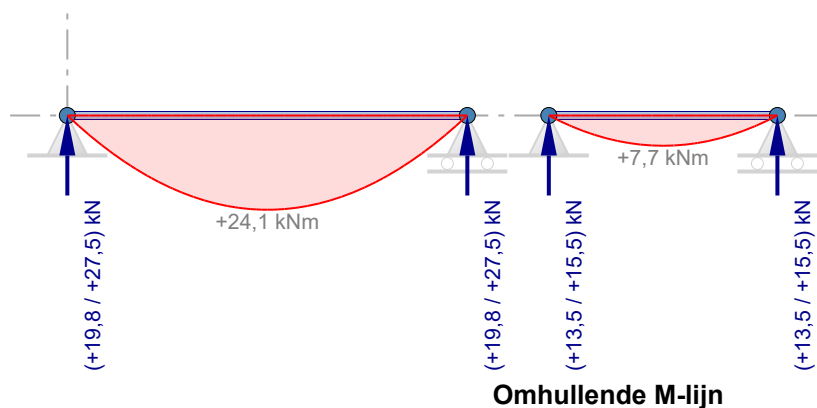
2 Berekeningsresultaten**2.1 BELASTINGSGEVALLEN****(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.1.1 Reactiekrachten**

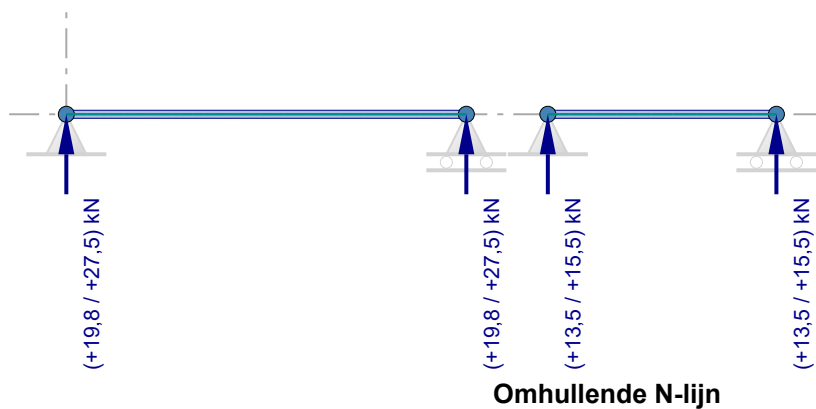
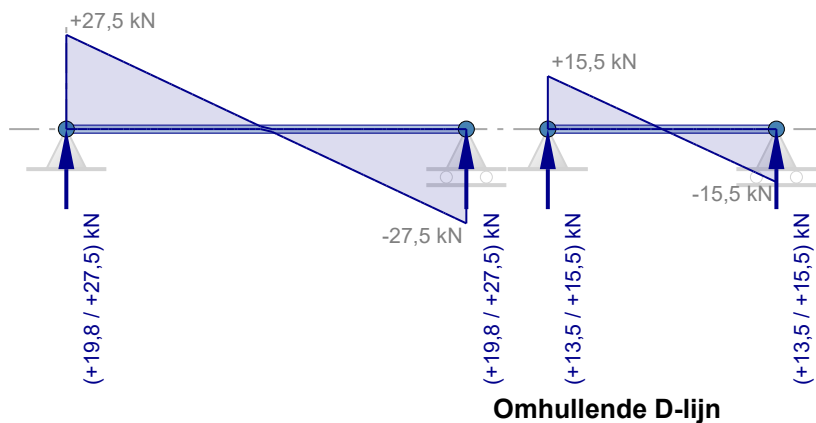
Knoop-nummer	Belastings geval	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		10,049	
	2		10,325	
2	1		10,049	
	2		10,325	
3	1		8,400	
	2		3,600	
4	1		8,400	
	2		3,600	
Minimale / maximale waarden				
3	2		3,600	
2	2		10,325	

2.2 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)**2.2.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	Combinatie1 (6.10a)	UGT
2	Combinatie2 (6.10b)	UGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
1	1,00x1,35	0,40x1,50			
2	1,00x1,20	1,00x1,50			





2.2.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1		19,761	
	2		27,546	
2	1		19,761	
	2		27,546	
3	1		13,500	
	2		15,480	
4	1		13,500	
	2		15,480	
Minimale / maximale waarden				
4	1		13,500	
2	2		27,546	

2.2.3 Omhullende staafkrachten

Staaflnummer	Combinatienummer	Knoopnummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	19,761	0,000
	2	1		0,000	27,546	0,000
	2		1750	0,000	0,000	24,103
	1	2		0,000	19,761	-0,000
	2	2		0,000	27,546	-0,000
2	1	3		0,000	13,500	0,000
	2	3		0,000	15,480	0,000
	2		1000	0,000	0,000	7,740
	1	4		0,000	13,500	0,000
	2	4		0,000	15,480	-0,000

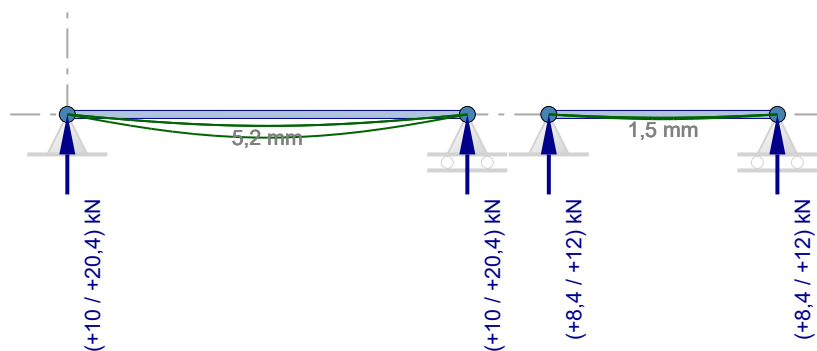
2.3 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.3.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatienummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatienummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
3	1,00x1,00				
4	1,00x1,00	0,30x1,00			
5	1,00x1,00	1,00x1,00			



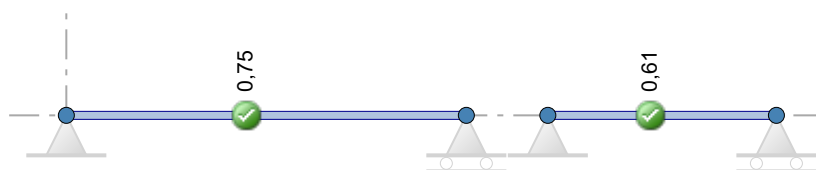
Omhullende verplaatsing

2.3.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	3	0,0	-0,0	-4,7
	5	0,0	-0,0	-9,6
2	3	0,0	-0,0	4,7
	5	0,0	-0,0	9,6
3	3	0,0	-0,0	-2,4
	5	0,0	-0,0	-3,5
4	3	0,0	-0,0	2,4
	5	0,0	-0,0	3,5
Minimale / maximale waarden				
1	3	0,0		
1	3	0,0		
1	5		-0,0	
3	3		-0,0	
1	5			-9,6
2	5			9,6

2.4 EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HEA140	2	1	6.2.5	0,59
		2	1	6.2.6	0,20
		2	1	6.2.8	0,59
		2	1	6.3.2.1	0,69
		5		Doorbuiging	0,75
		5		Doorbuiging	0,51
2	L150/100/10	2	3	6.2.5	0,61
		2	1	6.2.6	0,08
		5		Doorbuiging	0,27
		5		Doorbuiging	0,11

2.5 BEREKENING VAN UNITY CHECKS**2.5.1 Staaf 1 - HEA140 (S 235)****Buigend moment****art. 6.2.5**Combinatie: 2 $x = 1750 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 24,103 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{173618 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 40,8 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{24,103}{40,800} = 0,59 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)**art. 6.2.6**Combinatie: 2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 27,546 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{27,5}{137,7} = 0,20 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht**art. 6.2.8**Combinatie: 2 $x = 1750 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = 24,103 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 137,679 / 2 = 68,839 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Kipstabiliteit**art. 6.3.2.1**Combinatie: 2 $x = 1750 \text{ mm}$ $N_x = 0 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 24,103 \text{ kNm}$

$$\text{Aantal kipsteunen: 0} \quad d' = h - t = 133 - 8,5 = 124,5 \text{ mm} \quad I_w = \frac{(d')^2 b^3 t}{24} = \frac{124,5^2 \times 140^3 \times 8,5}{24} = 15 \times 10^9 \text{ mm}^6$$

$$\text{torsiestijfheid volgens Roark geval 26} \quad I_t = 81643 \text{ mm}^4$$

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

$$L_g = 3500 \text{ mm} \quad L_{st} = 3500 \text{ mm}$$

$$M_{y,1,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,2,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad M_{y,Ed} (x = L_{st} / 2 = 1750 \text{ mm}) = 24,103 \text{ kNm}$$

Berekende equivalente belasting $q = 15,74 \text{ kN/m}$

$$B^* = \frac{8 M}{8 |M| + q L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^{-6}}{8 \times |0 \times 10^{-6}| + 15,74 \times 3500^2} = 0 \quad \text{D.4.3 (3)}$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1,13 \quad C_2 = -0,461$$

aangrijpingspunt belasting op $z = 67 \text{ mm}$

$$L_{kip} = L_{st} = 3500 \text{ mm}$$

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{133}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 3893360}{80769 \times 81643}} = 740 \text{ mm} \quad \text{(NB.159)}$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) =$$

$$= \frac{\pi \times 1,13 \times 3500}{3500} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 740^2}{3500^2} \times (-0,461^2 + 1) \right)} + \frac{\pi \times -0,461 \times 740}{3500} \right) = 3,309$$

$$h/t_w = 133/5,5 = 24,2 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1 \quad \text{(NB.153)}$$

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} =$$

$$= 1 \times \frac{3,309}{3500} \times \sqrt{210000 \times 3893360 \times 80769 \times 81643} \times 10^{-6} = 69,425 \text{ kNm} \quad \text{(NB.148)}$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{173618 \times 235}{69424896}} = 0,767 > \lambda_{Lt,0} = 0,4$$

$$\text{Kipkromme b} \quad \alpha_{Lt} = 0,34$$

$$\Phi_{Lt} = 0,5 [1 + \alpha_{Lt} (\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta \lambda_{Lt}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,767 - 0,4) + 0,75 \times 0,767^2] = 0,783$$

$$\chi_{Lt} = \min \left(\frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta \lambda_{Lt}^2}}; 1,0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \quad \text{(6.57)}$$

$$= \min \left(\frac{1}{0,783 + \sqrt{0,783^2 - 0,75 \times 0,767^2}}; 1,0; \frac{1}{0,767^2} \right) = 0,835$$

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 (1 - k_c) [1 - 2,0 (\lambda_{Lt} - 0,8)^2] = 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times [1 - 2,0 \times (0,767 - 0,8)^2] = 0,97$$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0,835}{0,97} = 0,861 \quad \text{(6.58)}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,861 \times 173618 \times \frac{235}{1,00} \times 10^{-6} = 35,1 \text{ kNm} \quad \text{(6.55)}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{24,1}{35,1} = 0,69 < 1,0 \quad (6.54)$$

Doorbuiging

Combinatie: 5 x = 1750 mm Nx = 0 kN Vz = -0 kN My = 17,827 kNm

Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm

$$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -10,5 + 0 = -10,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-10,5|}{3500 / 250} = \frac{|-10,5|}{14} = 0,75 < 1,0$$

$$w_{bijk,z} = w_{eind,z} - w_{BGT \text{ Blijvend},z} = -10,5 + 5,2 = -5,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{bijk,z}|}{w_{bijk,z,max}} = \frac{|-5,3|}{3500 / 333} = \frac{|-5,3|}{10,5} = 0,51 < 1,0$$

2.5.2 Staaf 2 - L150/100/10 (S 235)**Buigend moment (maatgevend)****art. 6.2.5**

Combinatie: 2 x = 1000 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 7,74 kNm

$$M_{y,c,Rd} = M_{el,y,Rd} = \frac{W_{el,y,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{54060 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 12,704 \text{ kNm} \quad (6.14)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{7,740}{12,704} = 0,61 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)**art. 6.2.6**

Combinatie: 2 x = 0 mm Nx = 0 kN Vz = 15,48 kN My = -0 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1418 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 192,4 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{15,5}{192,4} = 0,08 < 1,0 \quad (6.17)$$

Doorbuiging

Combinatie: 5 x = 1000 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 6 kNm

Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm

$$w_{\text{eind},z} = w_z - w_{\text{Zeeg},z} = -2,2 + 0 = -2,2 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{eind},z}|}{w_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-2,2|}{2000 / 250} = \frac{|-2,2|}{8} = 0,27 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk},z} = w_{\text{eind},z} - w_{\text{BGT Blijvend},z} = -2,2 + 1,5 = -0,6 \text{ mm}$$

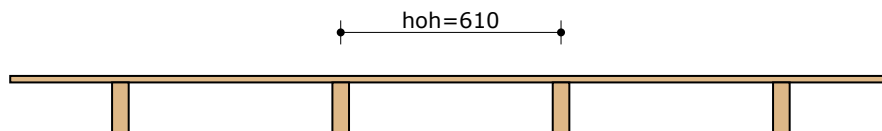
$$\frac{|w_{\text{bijk},z}|}{w_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-0,6|}{2000 / 333} = \frac{|-0,6|}{6} = 0,11 < 1,0$$

Balklaag galerij

ALGEMEEN

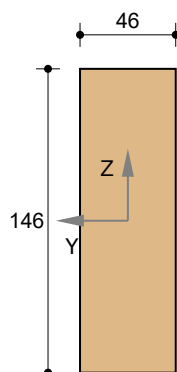
Bestand :Balklaag galerij.xcst

Gevolgklasse : CC2

BALKLAAGBEREKENING: Balklaag galerij**Geometrie**

Dagmaat 1700 mm
H.o.h afstand 610 mm

Opleglengte 75 mm
Dikte vloerhout 18 mm

46 x 146**Materiaalgegevens**

Sterkteklasse

C24

Klimaatklasse

2

Materiaaltype

Gezaagd hout; gammaM = 1,30; kdef = 0,80; kh = 1,01

Elasticiteitsmodulus

E = 11000 N/mm²

Belastingsduurklasse	kmod	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k
		fm,d	ft,0,d	ft,90,d	fc,0,d	fc,90,d	fv,d
Blijvend	0,60(0,50)	11,14	6,50	0,15	9,69	1,15	1,85 N/mm ²
Middellang	0,80(0,65)	14,85	8,66	0,20	12,92	1,54	2,46
Kort	0,90(0,80)	16,71	9,74	0,25	14,54	1,73	2,77

Volumieke massa

 $\rho_{mean} =$ 420 kg/m³ $\rho_k =$ 350 kg/m³

Elasticiteitsmodulus

 $E_{0,mean} =$ 11000 N/mm² $E_{90,mean} =$ 370 N/mm²

Elasticiteitsmodulus (kruip)

 $E_{0,fin} =$ 6111 N/mm² $E_{90,fin} =$ 206 N/mm²

Elasticiteitsmodulus

 $E_{0,05} =$ 7400 N/mm² $E_{0,d} =$ 8462 N/mm²

Afschuifmodulus

 $G_{mean} =$ 690 N/mm² $G_{0,05} =$ 460 N/mm²

Maximale coördinaat

 $y_{max} =$

23,0 mm

 $z_{max} =$

73,0 mm

Minimale coördinaat

 $y_{min} =$

-23,0 mm

 $z_{min} =$

-73,0 mm

Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	6716,0 mm ²	G	=	3,69 kg/m
Statisch moment	S_y	=	122567 mm ³	S_z	=	38617 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	11929855 mm ⁴	I_z	=	1184255 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	42,1 mm	i_z	=	13,3 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	163423 mm ³	$W_{z;el}$	=	51489 mm ³

Belasting**Permanent**

E.g. vloerplaat	1,000	kN/m ²	E.g. scheidingswanden	0,000	kN/m ²
E.g. plafond	0,000	kN/m ²	Overig	0,000	kN/m ²
g_k	1,000	kN/m ²			

Veranderlijk

q_k	2,500	kN/m ²	Q_k	3	kN
-------	-------	-------------------	-------	---	----

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 1700 + 2 \times \frac{75}{2} = 1775 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$$P_{g,k,par \text{ balk}} = 0,610 \times 1,000 + 0,037 = 0,65 \text{ kN/m}$$

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0,65 \times 1,775^2 = 0,25 \text{ kNm}$$

$$V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0,65 \times 1,775 = 0,57 \text{ kN}$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0,65 \times 1775^4}{11000 \times 11929855} = 0,64 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$$q_{q,k} = 0,610 \times 2,50 = 1,53 \text{ kN/m}$$

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1,53 \times 1,775^2 = 0,60 \text{ kNm}$$

$$V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1,53 \times 1,775 = 1,35 \text{ kN}$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1,53 \times 1775^4}{11000 \times 11929855} = 1,50 \text{ mm}$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0,37 + \frac{0,8 a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0,37 + \frac{0,8 \times 0,610}{1,0} - \frac{3402}{50000} = 0,790$$

$$F_{Q,k} = 3,00 \times 0,790 = 2,37 \text{ kN}$$

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 2,37 \times 1,775 = 1,05 \text{ kNm}$$

$$V_{Q,k} = 3,00 \text{ kN}$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{2,37 \times 1775^3}{11000 \times 11929855} = 2,10 \text{ mm}$$

Toetsing BGT

$$w_{fin,y} = (1 + 0,80) \times 0,64 + (1 + 0,80 \times 0,30) \times 2,10 = 3,76 \text{ mm} < 0,003 \times 1775 = 5,33 \text{ mm}$$

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0,71 < 1,00 \text{ voldoet}$$

Toetsing UGT**Permanent + Veranderlijk**

$$M_{yEd} = 1,20 \times 0,25 + 1,50 \times 0,60 = 1,21 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 0,57 + 1,50 \times 1,35 = 2,72 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

$$M_{yEd} = 1,20 \times 0,25 + 1,50 \times 1,05 = 1,88 \text{ kNm} \quad V_{zEd} = 1,20 \times 0,57 + 1,50 \times 2,37 = 4,24 \text{ kN}$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging

art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yEd}}{W_y} = \frac{1,883 \times 10^6}{163 \times 10^3} = 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{11,5}{14,8} = 0,78 < 1,00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving

art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} S}{b I_y} = \frac{4243,8 \times 122567}{46 \times 11929855} = 0,95 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Conclusie: Balklaag galerij voldoet.

Staalconstructie galerij

Bestand :.....Staalconstructie galerij.xfr2

Inhoudsopgave

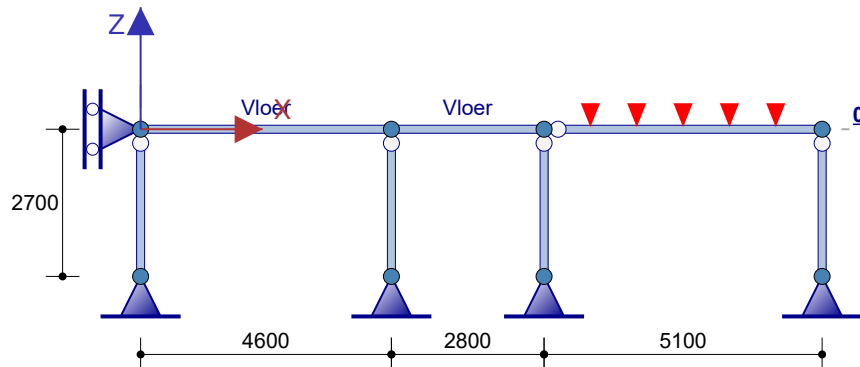
1.1 KNOPEN.....	1
1.2 STAVEN.....	1
1.3 PROFIELEN.....	1
1.4 BELASTINGSGEVALLEN.....	4
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht.....	4
1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk.....	5
2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand.....	6
2.2 BELASTINGSGEVALLEN.....	6
2.2.1 Reactiekrachten.....	6
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT).....	6
2.3.2 Omhullende reactiekrachten.....	8
2.3.3 Omhullende staafkrachten.....	8
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT).....	9
2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen.....	10
2.5 EN1993 TOETSINGEN.....	11
2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS.....	12
2.6.1 Staaf 2 - K80/80/4 (S 235).....	12
2.6.2 Staaf 5 - UNP140 (S 235).....	13
2.6.3 Staaf 7 - UNP160 (S 235).....	15

Gehanteerde normen : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl

Gevolgklasse : CC2

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1 Invoergegevens



1.1 KNOPEN

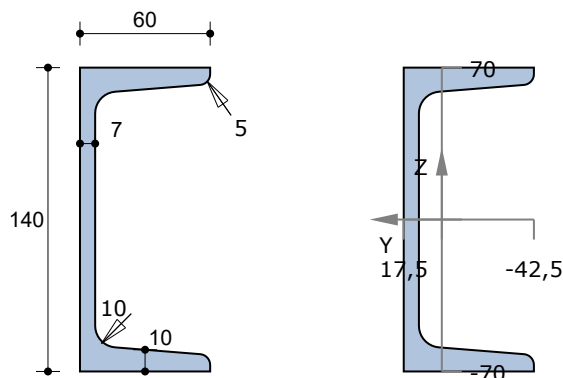
Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	Tx	Tz	Ry
1	0	-2700	A	A	
2	4600	-2700	A	A	
3	7400	-2700	A	A	
4	12500	-2700	A	A	
5	0	0	A		
6	4600	0			
7	7400	0			
8	12500	0			

1.2 STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	5		K80/80/4	2700
2	2	6		K80/80/4	2700
3	7	3		K80/80/4	2700
4	4	8		K80/80/4	2700
5	5	6		UNP140	4600
6	6	7		UNP140	2800
7	7	8		UNP160	5100

1.3 PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm ²]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy;el_1 [mm ³]	Wy;el_2 [mm ³]
1	UNP140	16,0	210000	2,037E3	6,0495E6	8,6422E4	8,6422E4
2	K80/80/4	9,4	210000	1,199E3	1,144E6	2,8601E4	2,8601E4
3	UNP160	18,8	210000	2,398E3	9,2339E6	1,1542E5	1,1542E5

UNP140**Materiaalgegevens**

Staalsoort

Elasticiteitsmodulus

S 235 Warmgewalst

E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

Minimale coördinaat

Zwaartelij

Oppervlak / Gewicht

Statisch moment

Traagheidsmoment

Traagheidsstraal

Elastisch weerstandsmoment

Centrifugaalmoment

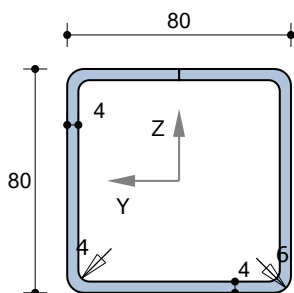
Traagheidsmoment

Traagheidsstraal

Halveringslijn

Plastisch weerstandsmoment

y_{max}	=	17,5 mm	z_{max}	=	70,0 mm
y_{min}	=	-42,5 mm	z_{min}	=	-70,0 mm
z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
A	=	2037,5 mm ²	G	=	16,0 kg/m
S_y	=	51400 mm ³	S_z	=	15361 mm ³
I_y	=	6049513 mm ⁴	I_z	=	624610 mm ⁴
i_y	=	54,5 mm	i_z	=	17,5 mm
$W_{y,el}$	=	86422 mm ³	$W_{z,el}$	=	14713 mm ³
C_{yz}	=	-0 mm ³	hoek	=	0,00 °
I_{max}	=	6049513 mm ⁴	I_{min}	=	624610 mm ⁴
i_{max}	=	54,5 mm	i_{min}	=	17,5 mm
z_h	=	0,0 mm	y_h	=	9,5 mm
$W_{y,pl}$	=	102800 mm ³	$W_{z,pl}$	=	28312 mm ³

K80/80/4**Materiaalgegevens**

Staalsoort

Elasticiteitsmodulus

S 235 Warmgewalst

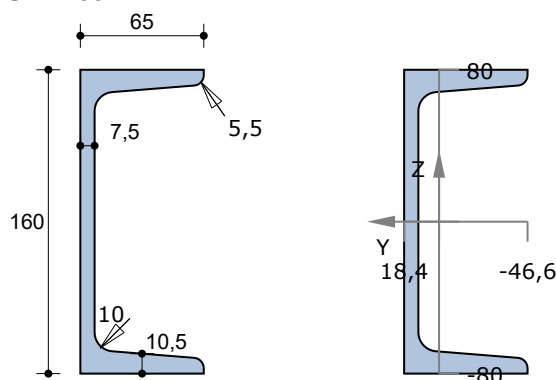
E = 210000 N/mm²**Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat

Minimale coördinaat

y_{max}	=	40,0 mm	z_{max}	=	40,0 mm
y_{min}	=	-40,0 mm	z_{min}	=	-40,0 mm

Zwaartelijn	Z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	1198,5 mm ²	G	=	9,4 kg/m
Statisch moment	S_y	=	16981 mm ³	S_z	=	16981 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	1144037 mm ⁴	I_z	=	1144037 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	30,9 mm	i_z	=	30,9 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	28601 mm ³	$W_{z;el}$	=	28601 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	-0 mm ³	hoek	=	45,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	1144037 mm ⁴	I_{min}	=	1144037 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	30,9 mm	i_{min}	=	30,9 mm
Halveringslijn	Z_h	=	0,0 mm	y_h	=	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y;pl}$	=	33963 mm ³	$W_{z;pl}$	=	33963 mm ³

UNP160**Materiaalgegevens**

Staalsoort

Elasticiteitsmodulus

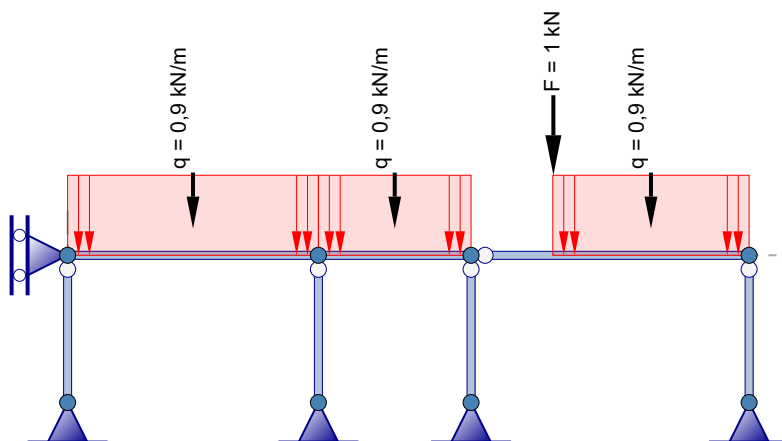
S 235 Warmgewalst

 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ **Doorsnedegegevens**

Maximale coördinaat	y_{max}	=	18,4 mm	Z_{max}	=	80,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-46,6 mm	Z_{min}	=	-80,0 mm
Zwaartelijn	Z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	2398,3 mm ²	G	=	18,8 kg/m
Statisch moment	S_y	=	68666 mm ³	S_z	=	19354 mm ³
Traagheidsmoment	I_y	=	9233934 mm ⁴	I_z	=	849890 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	62,1 mm	i_z	=	18,8 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	115424 mm ³	$W_{z;el}$	=	18239 mm ³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm ³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	9233934 mm ⁴	I_{min}	=	849890 mm ⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	62,1 mm	i_{min}	=	18,8 mm
Halveringslijn	Z_h	=	0,0 mm	y_h	=	10,9 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y;pl}$	=	137331 mm ³	$W_{z;pl}$	=	35146 mm ³

1.4 BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

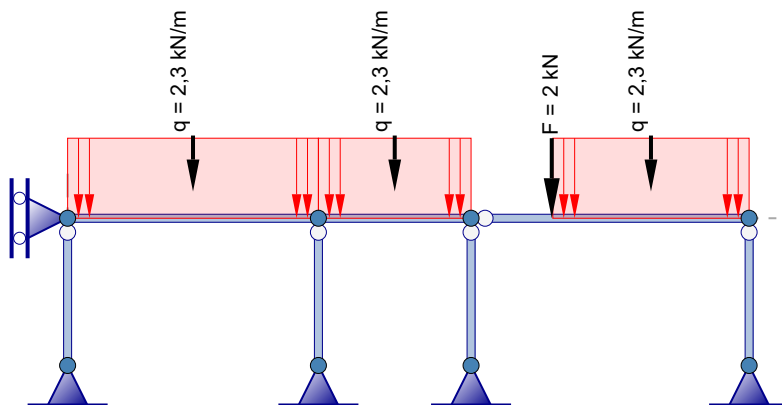
1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!

Totaal eigen gewicht: : 310 kg.

1.5.1 Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,092 kN/m	-0,092 kN/m	-90,0	1	0	2700
2	q	-0,092 kN/m	-0,092 kN/m	-90,0	2	0	2700
3	q	-0,092 kN/m	-0,092 kN/m	90,0	7	0	2700
4	q	-0,092 kN/m	-0,092 kN/m	-90,0	4	0	2700
5	q	-0,157 kN/m	-0,157 kN/m	-0,0	5	0	4600
5	q	-0,900 kN/m	-0,900 kN/m	0,0	5	0	4600
6	q	-0,157 kN/m	-0,157 kN/m	-0,0	6	0	2800
6	q	-0,900 kN/m	-0,900 kN/m	0,0	6	0	2800
7	q	-0,185 kN/m	-0,185 kN/m	-0,0	7	0	5100
7	q	-0,900 kN/m	-0,900 kN/m	0,0	7	1500	3600
7	F	-1,000 kN		0,0	7	1510	

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk**1.6.1 Staafbelastingen**

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
5	q	-2,300 kN/m	-2,300 kN/m	0,0	5	0	4600
6	q	-2,300 kN/m	-2,300 kN/m	0,0	6	0	2800
7	q	-2,300 kN/m	-2,300 kN/m	0,0	7	1500	3600
7	F	-2,000 kN		0,0	7	1480	

2 Berekeningsresultaten**2.1 KNOPEN - Imperfectie scheefstand**

Knoop-nummer	1/200 in +X		1/200 in -X	
	X [mm]	Z [mm]	X [mm]	Z [mm]
1	0	-2700	0	-2700
2	4600	-2700	4600	-2700
3	7400	-2700	7400	-2700
4	12500	-2700	12500	-2700
5	14	0	-14	0
6	4614	0	4587	0
7	7414	0	7387	0
8	12514	0	12487	0

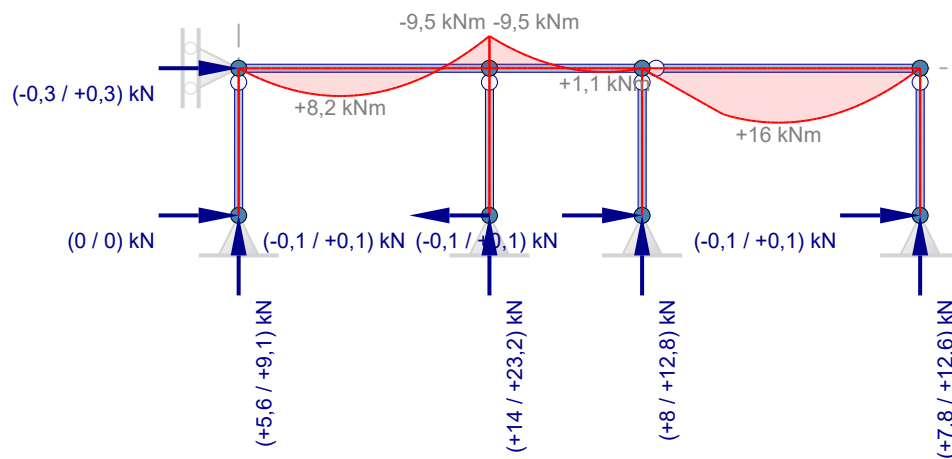
2.2 BELASTINGSGEVALLEN**(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling****2.2.1 Reactiekrachten**

Knoop-nummer	Belastingsgeval	F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
1	1		2,219	
	2		4,287	
2	1		5,379	
	2		11,162	
3	1		3,289	
	2		5,913	
4	1		3,113	
	2		5,938	
Minimale / maximale waarden				
1	1		2,219	
2	2		11,162	

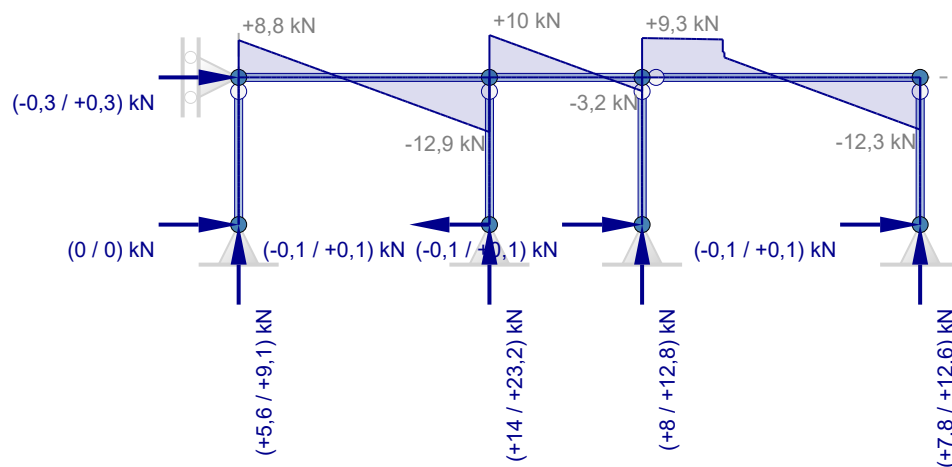
2.3 UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)**2.3.1 Belastingscombinaties****(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling**

Combinatienummer	Omschrijving	Type
1.1	Combinatie1 (6.10a) + Scheefstand 1/200 +X	UGT
1.2	Combinatie1 (6.10a) + Scheefstand 1/200 -X	UGT
2.1	Combinatie2 (6.10b) + Scheefstand 1/200 +X	UGT
2.2	Combinatie2 (6.10b) + Scheefstand 1/200 -X	UGT

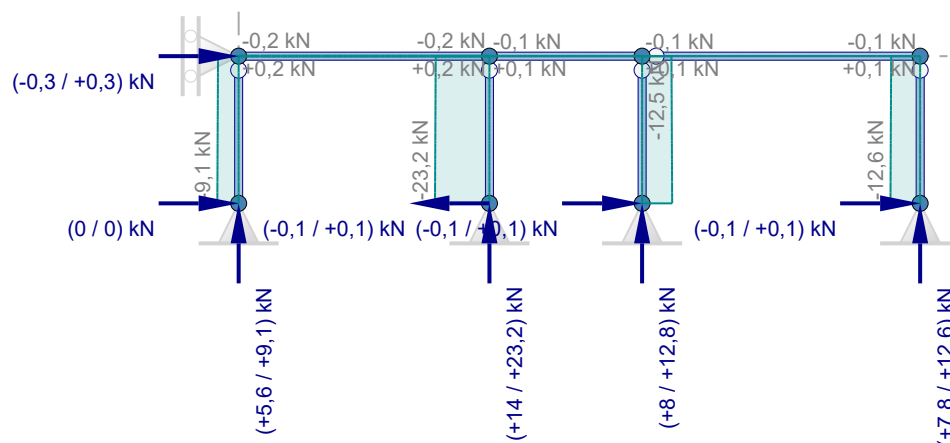
Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
1.1	1,00x1,35	0,40x1,50			
1.2	1,00x1,35	0,40x1,50			
2.1	1,00x1,20	1,00x1,50			
2.2	1,00x1,20	1,00x1,50			



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn



Omhullende N-lijn

2.3.2 Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	Fx [kN]	Fz [kN]	My [kNm]
1	1.2	-0,028	5,567	
	2.1	0,045	9,093	
	2.2	-0,045	9,092	
2	1.1	0,070	13,958	
	2.1	0,116	23,197	
	2.2	-0,116	23,198	
3	1.2	-0,040	7,989	
	2.1	0,064	12,818	
	2.2	-0,064	12,817	
4	1.2	-0,039	7,765	
	2.1	0,063	12,642	
	2.2	-0,063	12,642	
5	2.1	-0,283		
	2.2	0,283		
Minimale / maximale waarden				
5	2.1	-0,283		
5	2.2	0,283		
1	1.2		5,567	
2	2.2		23,198	

2.3.3 Omhullende staafkrachten

Staafl-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1.2	1		5,567	0,000	0,000
	2.1	1		9,093	-0,000	-0,000
	1.2	5		-5,231	-0,000	-0,000
	2.1	5		-8,794	0,000	-0,000
2	1.1	2		13,958	-0,000	0,000
	2.2	2		23,198	0,000	0,000

Staaf-nummer	Combinatie-nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
2	1.1	6		-13,622	0,000	0,000
	2.2	6		-22,899	-0,000	0,000
3	1.2	7		7,652	0,000	-0,000
	2.1	7		12,519	-0,000	-0,000
	1.2	3		-7,989	-0,000	0,000
	2.1	3		-12,818	0,000	0,000
4	1.2	4		7,765	0,000	-0,000
	2.1	4		12,642	-0,000	0,000
	1.2	8		-7,429	-0,000	0,000
	2.1	8		-12,343	0,000	0,000
5	1.2	5		0,144	5,231	0,000
	2.1	5		-0,239	8,794	0,000
	2.2	5		0,239	8,793	0,000
	2.1		1864	0,239	0,000	8,194
	1.1	6		0,144	7,680	-5,634
	2.1	6		0,239	12,911	-9,469
	2.2	6		-0,239	12,911	-9,471
6	1.1	6		-0,075	5,942	5,634
	2.1	6		-0,124	9,987	9,469
	2.2	6		0,124	9,988	9,471
	2.1		2117	0,124	0,000	1,101
	1.2	7		-0,075	1,917	-0,000
	2.1	7		0,124	3,224	-0,000
	2.2	7		-0,124	3,223	-0,000
7	1.2	7		0,037	5,735	0,000
	2.1	7		-0,062	9,295	0,000
	2.2	7		0,062	9,295	0,000
	2.1		2502	0,062	0,000	16,032
	1.1	8		0,037	7,429	0,000
	2.1	8		0,062	12,343	0,000
	2.2	8		-0,062	12,343	-0,000

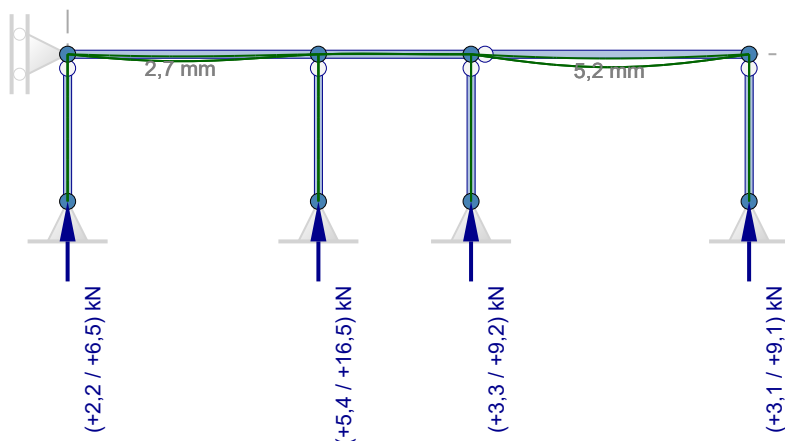
2.4 BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

2.4.1 Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	Belasting ($\psi \times \gamma$)				
	1	2			
3	1,00x1,00				
4	1,00x1,00	0,30x1,00			
5	1,00x1,00	1,00x1,00			



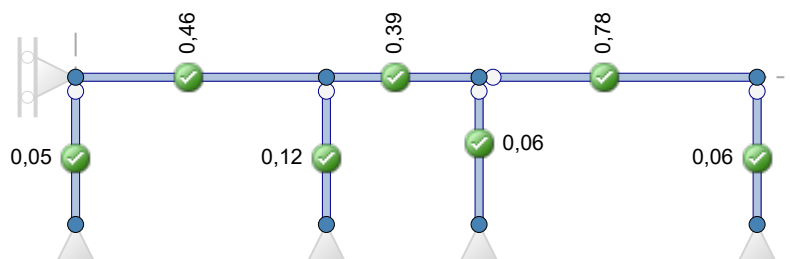
Omhullende verplaatsing

2.4.2 Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop- nummer	Combinatie nummer	dx [mm]	dz [mm]	dr [mrad]
1	3	-0,0	-0,0	0,0
	5	-0,0	-0,0	0,0
2	3	-0,0	-0,0	0,0
	5	-0,0	-0,0	0,0
3	3	0,0	-0,0	-0,0
	5	0,0	-0,0	-0,0
4	3	-0,0	-0,0	0,0
	5	-0,0	-0,0	0,0
5	3	-0,0	-0,0	-2,1
	5	-0,0	-0,1	-6,7
6	3	-0,0	-0,1	0,8
	5	-0,0	-0,2	2,6
7	3	-0,0	-0,0	-0,0
	5	-0,0	-0,1	-0,0
8	3	-0,0	-0,0	3,3
	5	-0,0	-0,1	9,9
Minimale / maximale waarden				
8	5	-0,0		
3	5	0,0		
6	5		-0,2	
1	3		-0,0	
5	5			-6,7
8	5			9,9

2.5 EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	K80/80/4	2.1	1	6.2.4	0,03
		2.1	1	6.2.8	0,00
		2.1	1	6.3.3	0,05
2	K80/80/4	2.2	1	6.2.4	0,08
		2.1	1	6.2.8	0,00
		2.2	1	6.3.3	0,12
3	K80/80/4	2.1	1	6.2.4	0,05
		2.2	1	6.2.8	0,00
		2.1	1	6.3.3	0,06
4	K80/80/4	2.1	1	6.2.4	0,04
		2.1	1	6.2.8	0,00
		2.1	1	6.3.3	0,06
5	UNP140	2.2	1	6.2.5	0,39
		2.2	1	6.2.6	0,09
		2.2	1	6.2.8	0,39
		2.2	1	6.3.3	0,40
		5		Doorbuiging	0,46
		5		Doorbuiging	0,42
6	UNP140	2.2	1	6.2.5	0,39
		2.2	1	6.2.6	0,07
		2.2	1	6.2.8	0,39
7	UNP160	2.1	1	6.2.5	0,50
		2.2	1	6.2.6	0,07
		2.1	1	6.2.8	0,50
		5		Doorbuiging	0,78
		5		Doorbuiging	0,69

2.6 BEREKENING VAN UNITY CHECKS**2.6.1 Staaf 2 - K80/80/4 (S 235)****Axiale druk****art. 6.2.4**Combinatie: 2.2 $x = 0 \text{ mm}$ $N_x = -23,198 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1198,5 \times 235}{1,00} \times 10^{-3} = 281,651 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{23,2}{281,7} = 0,08 < 1,0 \quad (6.9)$$

Buiging en dwarskracht**art. 6.2.8**Combinatie: 2.1 $x = 2700 \text{ mm}$ $N_x = -22,898 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{600 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 81,3 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 81,339 / 2 = 40,669 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Prismatische, op buiging en druk belaste staven (maatgevend)**art. 6.3.3**Combinatie: 2.2 $x = 1350 \text{ mm}$ $N_x = -23,198 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 0 \text{ kNm}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{2700}{30,9} \frac{1}{93,9} = 0,931 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{2700}{30,9} \frac{1}{93,9} = 0,931 \quad (6.50)$$

Knikkromme $y-y$ $\alpha = 0,21$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,931 - 0,2) + 0,931^2] = 1,01$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{1,01 + \sqrt{1,01^2 - 0,931^2}} = 0,714 \quad (6.49)$$

Knikkromme $z-z$ $\alpha = 0,21$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,931 - 0,2) + 0,931^2] = 1,01$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,01 + \sqrt{1,01^2 - 0,931^2}} = 0,714 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 235 \times 1199 \times 10^{-3} = 281,7 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 235 \times 33963 \times 10^{-6} = 8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 235 \times 33963 \times 10^{-6} = 8 \text{ kNm}$$

Interactiefactoren volgens methode 2 (EN 1993-1-1, Bijlage B)

$$\varphi = M_2 / M_1 = 0/0 = 1 \rightarrow C_{my} = 0,6 + 0,4 \varphi = 0,6 + 0,4 \times 1 = 1 > 0,4$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 1 \times \left(1 + (0,931 - 0,2) \times \frac{23,198}{0,714 \times 281,651 / 1,00} \right) = 1,084$$

$$k_{zy} = 0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{23,198}{0,714 \times 281,651 / 1,00} + 1,084 \times \frac{0}{1 \times \frac{7,981}{1,00}} = 0,12 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{23,198}{0,714 \times 281,651 / 1,00} + 0 \times \frac{0}{1 \times \frac{7,981}{1,00}} = 0,12 < 1 \quad (6.62)$$

2.6.2 Staaf 5 - UNP140 (S 235)

Buigend moment

art. 6.2.5

Combinatie: 2.2 $x = 4600 \text{ mm}$ $N_x = -0,239 \text{ kN}$ $V_z = -12,911 \text{ kN}$ $M_y = -9,471 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{102800 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 24,158 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{9,471}{24,158} = 0,39 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)

art. 6.2.6

Combinatie: 2.2 $x = 4600 \text{ mm}$ $N_x = -0,239 \text{ kN}$ $V_z = -12,911 \text{ kN}$ $M_y = -9,471 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1007 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 136,6 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{12,9}{136,6} = 0,09 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht

art. 6.2.8

Combinatie: 2.2 $x = 4600 \text{ mm}$ $N_x = -0,239 \text{ kN}$ $V_z = -12,911 \text{ kN}$ $M_y = -9,471 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1007 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 136,6 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 12,911 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 136,627 / 2 = 68,314 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Prismatische, op buiging en druk belaste staven

art. 6.3.3

Combinatie: 2.2 $x = 4600 \text{ mm}$ $N_x = -0,239 \text{ kN}$ $V_z = -2,059 \text{ kN}$ $M_y = -9,471 \text{ kNm}$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{4600}{54,5} \frac{1}{93,9} = 0,899 \quad (6.50)$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{235}} = 93,9 \quad \lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{4600}{17,5} \frac{1}{93,9} = 2,798 \quad (6.50)$$

Knikkromme $y-y$ c $\alpha = 0,49$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,899 - 0,2) + 0,899^2] = 1,075$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{1,075 + \sqrt{1,075^2 - 0,899^2}} = 0,6 \quad (6.49)$$

Knikkromme $z-z$ c $\alpha = 0,49$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (2,798 - 0,2) + 2,798^2] = 5,049$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{5,049 + \sqrt{5,049^2 - 2,798^2}} = 0,108 \quad (6.49)$$

$$N_{Rk} = f_y A = 235 \times 2037 \times 10^{-3} = 478,8 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = f_y W_{pl,y} = 235 \times 102800 \times 10^{-6} = 24,2 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = f_y W_{pl,z} = 235 \times 28312 \times 10^{-6} = 6,7 \text{ kNm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{0,239}{0,6 \times 478,81} + 1 \times \frac{9,471}{1 \times \frac{24,158}{1,00}} = 0,39 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{0,239}{0,108 \times 478,81} + 1 \times \frac{9,471}{1 \times \frac{24,158}{1,00}} = 0,40 < 1 \quad (6.62)$$

Doorbuiging

Combinatie: 5 $x = 2070 \text{ mm}$ $N_x = -0 \text{ kN}$ $V_z = -0,693 \text{ kN}$ $M_y = 5,758 \text{ kNm}$

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0,1 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0,2 \text{ mm}$

$$w_{\text{eind},z} = w_z - w_{\text{Zeeg},z} = -8,5 + 0 = -8,5 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{eind},z}|}{w_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-8,5|}{4600 / 250} = \frac{|-8,5|}{18,4} = 0,46 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk},z} = w_{\text{eind},z} - w_{\text{BGT Blijvend},z} = -8,5 + 2,7 = -5,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{bijk},z}|}{w_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-5,8|}{4600 / 333} = \frac{|-5,8|}{13,8} = 0,42 < 1,0$$

2.6.3 Staaf 7 - UNP160 (S 235)**Buigend moment****art. 6.2.5**

Combinatie: 2.1 $x = 2502 \text{ mm}$ $N_x = 0,062 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 16,032 \text{ kNm}$

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{137331 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 32,273 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{16,032}{32,273} = 0,50 < 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving)**art. 6.2.6**

Combinatie: 2.2 $x = 5100 \text{ mm}$ $N_x = -0,062 \text{ kN}$ $V_z = -12,343 \text{ kN}$ $M_y = -0 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1217 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 165,1 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{12,3}{165,1} = 0,07 < 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht**art. 6.2.8**

Combinatie: 2.1 $x = 2502 \text{ mm}$ $N_x = 0,062 \text{ kN}$ $V_z = -0 \text{ kN}$ $M_y = 16,032 \text{ kNm}$

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1217 \times (235 / \sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 165,1 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$V_{z,Ed} = 0,000 \text{ kN} < V_{z,pl,Rd} / 2 = 165,085 / 2 = 82,543 \text{ kN}$$

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Doorbuiging

Combinatie: 5 x = 2550 mm Nx = -0 kN Vz = -0,171 kN My = 11,439 kNm

Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0,1 mm d_{z2} = -0,1 mm

$$w_{\text{eind},z} = w_z - w_{\text{Zeeg},z} = -15,9 + 0 = -15,9 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{eind},z}|}{w_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-15,9|}{5100 / 250} = \frac{|-15,9|}{20,4} = 0,78 < 1,0$$

$$w_{\text{bijk},z} = w_{\text{eind},z} - w_{\text{BGT Blijvend},z} = -15,9 + 5,2 = -10,6 \text{ mm}$$

$$\frac{|w_{\text{bijk},z}|}{w_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-10,6|}{5100 / 333} = \frac{|-10,6|}{15,3} = 0,69 < 1,0$$