

Advies en ingenieurs bureau F.j. de Boer

Als het kan in hout uitvoeren, als moet in staal of beton

Statische berekening "Uitbreiding woning"



Voorgevel

statische berekening

werknummer 2023-00020

versie

27-4-2023

versie

A

B

C

Opdrachtgever: i.o.v

P/a

Bij aanpassingen in de constructie door de aannemer t.o.v. wat in de berekening en op de tekening staat vermeld dient de aannemer dit vooraf te melden. Advies en ingenieursbureau F.J. der Boer is niet verantwoordelijk en aansprakelijk voor deze wijzingen. Controle werkzaamheden in het werk, extra berekeningen, aanpassing in de wapening als gevolg van paalmisstanden etc. komen voor rekening van de aannemer.

Inhoudsopgave

| | | |
|---|------|----|
| 2,0 Algemeen van toepassing zijnde voorschriften | blz: | 4 |
| Algemeen van toepassing zijnde voorschriften | | |
| Veiligheidsklasse, belastingfactoren en refentieperiode | | |
| Materialen | | |
| Belastingen | | |
| Belasting op elementen | | |
| 3.0 Dak constructies | blz: | 9 |
| 3.1 Overzicht kapconstructie | | |
| 3.2 nokgording | | |
| 3.3 vliering | | |
| 3.4 randligger vliering | | |
| 3.5 Spant | | |
| 3.6 nieuwe verdiepingsvloer | | |
| 3.7 bestaande verdiepingsvloer | | |
| 3.8 Staander in topgevel | | |
| 3.9 Lateien nieuwe verdiepingsvloer | | |
| 3.10 Stalen ligger in nieuwe verdiepingsvloer | | |
| 4.0 ondergrond en fundering | blz: | 20 |
| 4.1 gegevens Dinoloket | | |
| 5.0 Gewichtsberekening en fundering | blz: | 22 |
| 5.1 overzicht stroken | | |
| 5.2 Overzicht belastingen | | |
| 5.3 Vloer op het zand | | |

Bijlage 1 spant

Bijlage 2 vloer op zand

2.0 Algemeen

2.1 Algemeen van toepassing zijnde voorschriften

NEN-EN 1990 + NB Eurocode 0 Grondslagen van het constructief ontwerp

- uitgangspunten zijn:
- De keuze van het constructieve systeem en het ontwerp en de berekening van de constructie zijn gemaakt door ter zake gekwalificeerd en ervaren personeel;
 - De uitvoering is gedaan door personeel met de juiste vakbekwaamheid en ervaring;
 - Degelijk toezicht en kwaliteitscontrole zijn voorzien gedurende ontwerp en gedurende het verrichten van het werk, d.w.z. in fabrieken, bedrijven en op de bouwplaats;
 - De bouwmaterialen en -producten zoals gespecificeerd in EN 1990 of in EN 1991 tot en met EN 1999 of in de desbetreffende uitvoeringsnormen, normatieve verwijzingen of productvoorschriften zijn gebruikt;
 - de constructie zal degelijk worden onderhouden;
 - De constructie zal worden gebruikt in overeenstemming met de ontwerp- en berekeningsaannamen.

NEN-EN 1991 + NB Eurocode 1 Belastingen op constructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|--------------------------|
| NEN-EN 1991 | 1-1 NB | Volumieke gewichten |
| NEN-EN 1991 | 1-2 NB | Belasting bij brand |
| NEN-EN 1991 | 1-3 NB | Sneeuwbelasting |
| NEN-EN 1991 | 1-4 NB | Windbelasting |
| NEN-EN 1991 | 1-6 NB | Algemene belasting |
| NEN-EN 1991 | 1-7 NB | Buitengewone belastingen |

NEN-EN 1992 + NB Eurocode 2 Betonconstructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|--|
| NEN-EN 1992 | 1-1 NB | Algemene regels en regels voor gebouwen |
| NEN-EN 1992 | 1-2 NB | Ontwerp en berekeningen van constructies bij brand |

NEN-EN 1993 + NB Eurocode 3 Staalconstructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------------------------------|--------|--|
| NEN-EN 1993 | 1-1 NB | Algemene regels en regels voor gebouwen |
| Bij aanpassingen NEN-EN 1993 | 1-2 NB | Ontwerp en berekeningen van constructies bij brand |
| NEN-EN 1993 | 1-8 NB | Ontwerp en berekeningen van verbindingen |

NEN-EN 1995 + NB Eurocode 5 Houtconstructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|--|
| NEN-EN 1995 | 1-1 NB | Algemene regels en regels voor gebouwen |
| NEN-EN 1995 | 1-2 NB | Ontwerp en berekeningen van constructies bij brand |

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|--------------------------------------|
| NEN-EN 1995 | 1-1 NB | Common rules and rules for buildings |
| NEN-EN 1995 | 1-2 NB | Structural fire design |

Veiligheidsklasse, belastingfactoren en referentieperiode

| | | | | |
|-------------------------------|---|---|-------------------------------------|---------|
| Hoofdgebruiksfunctie | Categorie | : | Uitbreiding woning te Buren Ameland | |
| Sub gebruiksfunctie | „ | | | |
| Sub gebruiksfunctie | „ | | | |
| Sub gebruiksfunctie | „ | | | |
| Sub gebruiksfunctie | „ | | | 6 |
| Gevolgklasse | CC | 1 | | |
| Betrouwbaarheidsklasse | RC | 1 | K_{FI} | 0,9 |
| Ontwerplevensduur | Klasse : | 4 | : uitgedrukt in jaren | 50 jaar |
| | sneeuwbelasting in bijlage D NEN-EN 1991-1-3+C1 | | | 50 jaar |
| | windbelasting in opmerking 4 van 4.2 NEN-EN 1991-1-4+A1+C2; | | | 50 jaar |

NEN-EN 1991

$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left(\frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Belastingcombinatie

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right.$$

$$\left. \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right.$$

21

ULS (STR/GEO)

SLS

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

| | | | | | |
|-------------------|------------|------|-------------------------------|----------------|------|
| Partiële factoren | γ_G | 1,35 | ongunstig | $\gamma_{G:1}$ | 1,35 |
| | „ | 0,9 | gunstig | $\gamma_{G:2}$ | 1,20 |
| | ζ | 0,89 | (NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011) | | |
| | γ_Q | 1,50 | | | |

Materialen

Metselwerk

| Dragende wanden | perforaties | steenkwal. | Mortelkwal. | Rekenwaarde | druksterkte |
|-----------------|--------------|--------------------------|---------------------------|-------------|-----------------------|
| baksteen | $\leq 55 \%$ | $\geq 21 \text{ N/mm}^2$ | $\geq 7,5 \text{ N/mm}^2$ | $f_d \geq$ | $3,52 \text{ N/mm}^2$ |
| kalkzandsteen | | | | | |
| CS 12 gemetseld | $\leq 25 \%$ | $\geq 12 \text{ N/mm}^2$ | $\geq 7,5 \text{ N/mm}^2$ | $f_d \geq$ | $2,93 \text{ N/mm}^2$ |
| CS 20 gemetseld | $\leq 25 \%$ | $\geq 20 \text{ N/mm}^2$ | $\geq 7,5 \text{ N/mm}^2$ | $f_d \geq$ | $4,1 \text{ N/mm}^2$ |
| CS 12 gelijmd | $\leq 25 \%$ | $\geq 12 \text{ N/mm}^2$ | lijm | $f_d \geq$ | $3,89 \text{ N/mm}^2$ |
| CS 20 gelijmd | $\leq 25 \%$ | $\geq 20 \text{ N/mm}^2$ | lijm | $f_d \geq$ | 6 N/mm^2 |

Staal

uitvoeren volgens NEN-ENV 1090

staalkwaliteiten kokers / buizen S 275 JO warmgewlst
 koker > vierkant 2 S 355 JO warmgewlst
 overige S 235 JR G2
 SFB liggers S 355 JR G2
Anti-corrosiebehandeling volgens bestek,

boutkwaliteit 8.8 met gerolde draad
anker kwaliteit 4.6 met gerolde draad
Minimale afmetingen kopplaten 10 mm
 voetplaten 10 mm
 bouten M16
 ankers M16
 lassen a = 4 mm

Beton

in het werk gestort C 20/25 milieuklasse fundering XC2, XA2
 Kelderwand/keerwand XC3, XD1, XF2
 wanden en binnen XC1
 gevels buiten XC4, XF1

prefab C 28/35 bestaande constructie

betonstaal netten B500A
 staven B500B

2.2 Uitgangspunten constructie "uitbreiding"

Constructie opbouw

- Kapconstructie** : De Kapconstructie bestaat uit zogenaamde gordingkap met een geïsoleerde hellenddak element bijvoorbeeld een kingspan Aero plaat met voldoende isolatie waarde.
- Verdiepingvloer** : De verdiepingvloer wordt uitgevoerd in een in balklaag met vloerplaat die aan de bovenzijde in het zicht blijft.
- Vloer** : De begane grondvloer is een zogenaamde dragende vloer op het zand
- Wanden** : binnen spouwblad bestaat uit een kalkzandsteen en het buitenblad uit baksteen.
- Fundering** : De fundering is een zogenaamde stroken fundering
- Stabiliteit** : De stabiliteit wordt gewaarborgt door portaalwerking van de geschoorde portalen (binten) en schijfwerking van sporen in combinatie met dakelement en de wanden.
- Brandveiligheid** : n.v.t

Belastingen op/van constructiedelen

Constructie opbouw

Kapconstructie :

| | | | | |
|--------------------|------|-------------------------|------|-------------------|
| Hellend dak | 52 ° | dakpannen | 0,35 | kN/m ² |
| hoog gedeelte | | HD element | 0,20 | kN/m ² |
| | | spant | 0,05 | kN/m ² |
| | | Plafond, armaturen e.d. | 0,10 | kN/m ² |

PERMANENTE BELASTING:

p_{g,rep} 0,70 kN/m²

| | | | |
|------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| Wind | windgebied | I onbebouwd | (Ψ ₀ = 0,0) |
| | H _{gem} | 6,8 m ¹ | |
| | q _{w,rep} | 0,89 kN/m ² | referentie tijd 50 jaar |

Sneeuwbelasting

s_k 0,70 kN/m²

α₁ 52 ° α₂ 0 °

μ₁ 0,21 μ₂ 1,60

Situatie 1

s_k μ₁ (α) 0,15 kN/m²



s_k μ₂ (α) 1,19 kN/m²

Situatie 2

s_k μ₁ (α) 1,12 kN/m²



0,5 s_k μ₂ (α) 0,56 kN/m²

Situatie 3

0,5 s_k μ₁ (α) 0,07 kN/m²



s_k μ₂ (α) 1,12 kN/m²

verdiepingsvloer

:

gewicht vloer;
 totaal eigen gewicht

balklaag

0,5 kN/m²
p_{g,rep} 0,5 kN/m²

Opgelegde belasting

1,75 kN/m²

verdiepingsvloer uitbouw woning

verdeelde wandlast

0,5 kN/m²

2,25 kN/m²

begane grondvloer

:

gewicht vloer;
 totaal eigen gewicht

ihw gestorte vloer dik 160 mm

5 kN/m² incl afwerkvloer
p_{g,rep} 5,0 kN/m²

Opgelegde belasting

1,75 kN/m²

begane grondvloer uitbouw woning

verdeelde wandlast

0,8 kN/m²

2,55 kN/m²

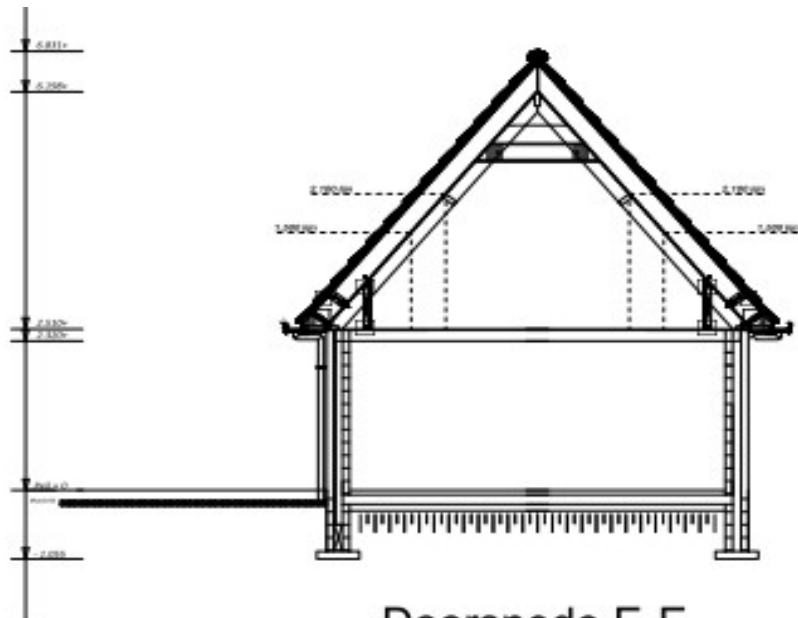
| | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| Wanden (buiten) | half steens muur | 2,00 kN/m ² |
| | kalkzandsteen binnenblad | <u>2,00 kN/m²</u> |
| | | p_{g,rep} 4,00 kN/m² |

| | | |
|--------------------------|-----------|--|
| Wanden (binnen) | afwerking | 0,30 kN/m ² |
| | HSB wand | <u>0,30 kN/m²</u> |
| | | p_{g,rep} 0,60 kN/m² |

Stabiliteit : De stabiliteit wordt gewaarborgt door schijfwerking van Tek elementen, vloeren en in combinatie met een HD element en de wanden.

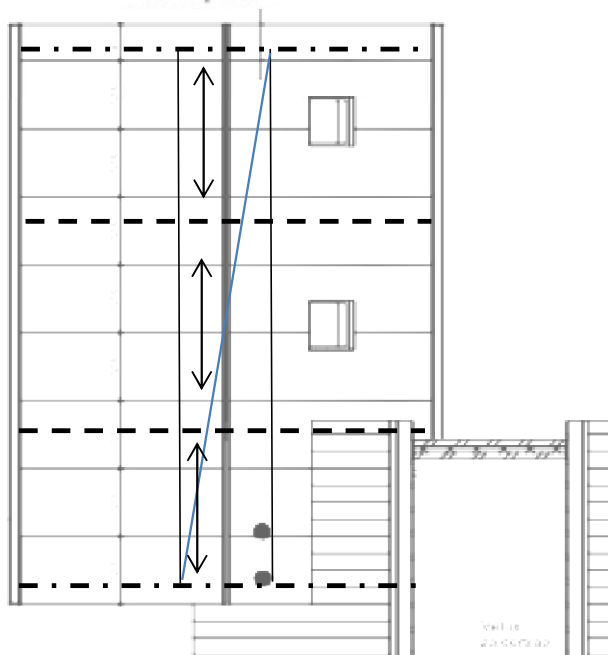
3.0 Dakconstructie

3.1 Overzicht kapconstructie



Dakplaten

Doorsnede E-E
 Nieuwplan



HSB -topgevel (binnen)

randliggers vloering

Spant

vloering

Spant

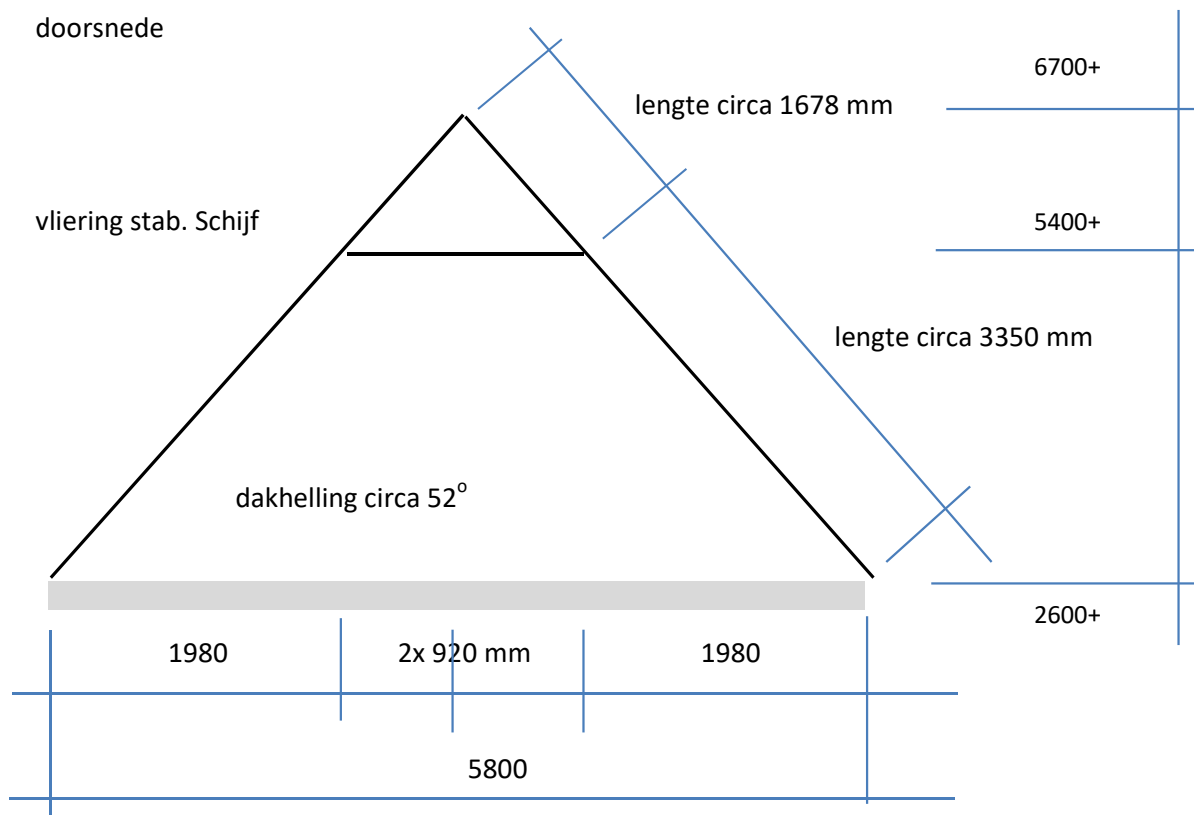
noggording

HSB -topgevel (binnen)

overspanningtabel

| Producttype | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.3 | 7.0 | 8.0 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1-velde 30° | 3100 | 3400 | 3650 | 3950 | 4200 | 4450 | 4500 | 5000 | 5300 |
| 1-velde 45° | 3200 | 3500 | 3750 | 4050 | 4300 | 4550 | 4650 | 5100 | 5400 |
| 1-velde 60° | 3450 | 3750 | 4050 | 4350 | 4600 | 4900 | 5000 | 5350 | 5700 |
| MeerVELde 30° | 3600 | 3950 | 4250 | 4600 | 4850 | 5100 | 5200 | 5550 | 5900 |
| MeerVELde 45° | 3750 | 4100 | 4400 | 4750 | 5000 | 5200 | 5300 | 5650 | 6000 |
| MeerVELde 60° | 4050 | 4450 | 4750 | 5100 | 5300 | 5500 | 5600 | 5950 | 6350 |
| Gootoverstek 30° 45° 60° | 1200 | 1250 | 1300 | 1400 | 1450 | 1500 | 1500 | 1600 | 1700 |

Dakplaat Unidek Aero 6,3



dakplaat uitvoeren in een twee velds Undidel Aero 6.3 plaat, def. Berekening conform leverancier

Balsting op onderdelen (zie doorsnede boven)

Eigen gewicht 0,7 kN/m²

Veranderlijke belasting 1 kN/m²

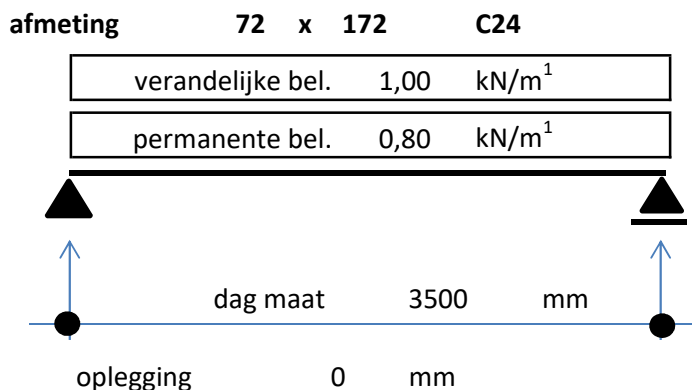
wind / sneeuw conform belasting generator software

| Oplegen reactie tpv vliering ligger (alleen vertikaal) | | nokgording | |
|--|-------------------------|------------|---------------------|
| Eigen gewicht | 2,2 kN / m ¹ | 0,8 | kN / m ¹ |
| Vb | 2,9 kN / m ¹ | 1 | kN / m ¹ |
| Wind maximaal | 0,5 kN / m ¹ | 0,2 | kN / m ¹ |
| Sneeuw maximaal | 1,7 kN / m ¹ | 0,2 | kN / m ¹ |

3.2 nokgording

schema / situatie

| | | | |
|-----------------------|------|----|-----|
| h.o.h afstand balken | 1678 | mm | C24 |
| afmeting balk breedte | 72 | mm | |
| afmeting balk hoogte | 172 | mm | |



| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | |
|---------------------------------|------|-------------------|-----------------------------------|
| Eigen gewicht | 0,80 | kN/m ¹ | $\gamma_{f,q} = 1,35$ |
| opgelegde bel. | 1,00 | kN/m ¹ | $\gamma_{f,q} = 1,5$ |
| (t.g.v stabiliteit of anders) | | | $\xi = 0,89$ |
| normaalkracht | 0,00 | kN | $K_{fi} = 0,9$ |
| | | | bel. q_d 2,22 kN/m ¹ |
| | | | $M_{y:Ed}$ 3,39 kNm |
| | | | $V_{y:Ed}$ 3,88 kN |
| | | | $N_{y:Ed}$ 0,00 kN |

Algemene gegevens liggers t.b.v nokgording

| materiaalgegevens | |
|--------------------------|---------|
| hoogte | 172 mm |
| breedte | 72 mm |
| overspanning | 3500 mm |
| h.o.h. stijlen | 1678 mm |
| Sterkte klasse | C24 |
| materiaal | gezaagd |
| Klimaatklasse | 1 |
| bel. duurklasse Moment | Kort |
| bel. duurklasse N-kracht | lang |

| materiaal / modificatiefactoren | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| naaldhout | |
| weerstandsmoment | $W_y = 355 \times 10^3 \text{ mm}^3$ |
| traagheidsmoment | $I_y = 3053 \times 10^4 \text{ mm}^4$ |
| materiaalfactor strekte | $\gamma_m = 1,3$ |
| hoogtefactor buigstrekke | $k_h = 0,97$ |
| factor β_c | 0,2 |
| modificatiefactor sterkte | $k_{mod} = 0,90$ kort |
| modificatiefactor treksterkte | $k_{mod} = 1,10$ kort |
| modificatiefactor vervorming | $k_{def} = 0,60$ |

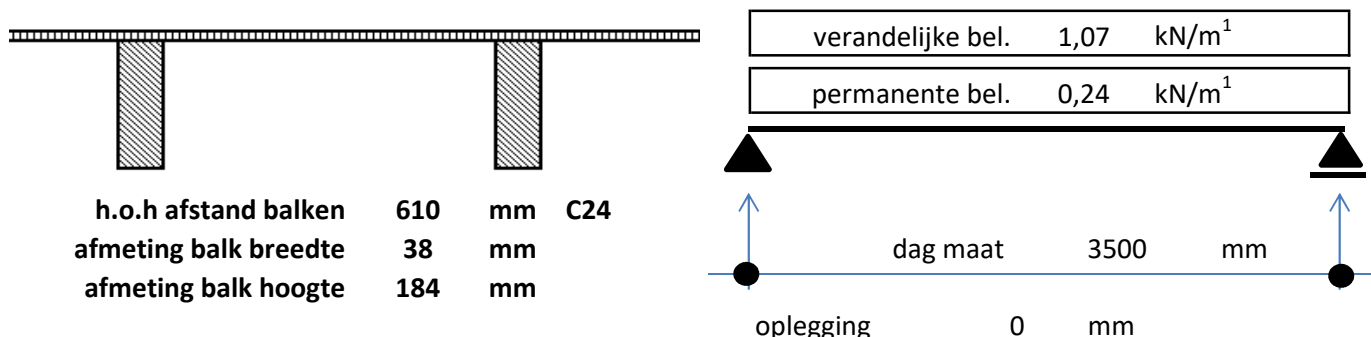
| resultaten | | | |
|-------------|-------------------------|---------------------|-------|
| $f_{m;0;d}$ | 16,62 N/mm ² | $\sigma_{m;0;d}$ | 9,55 |
| $f_{v;0;d}$ | 1,87 N/mm ² | $\sigma_{v;0;d}$ | 0,47 |
| $f_{c;0;d}$ | 14,54 N/mm ² | $\sigma_{c;0;d}$ | 0,00 |
| $k_{c;y}$ | 0,36 | $k_{c;z}$ | 1,000 |
| u_{on} | 4,65 mm | t.g.v eigen gewicht | |
| u_{el} | 5,82 mm | t.g.v vb | |
| u_{kr} | 2,79 mm | kruip | |

| controle conform EC 5 | | | |
|-----------------------|--------------------|------|-----------|
| controle $M_{y;d}$ | 9,6 / 16,6 | 0,58 | UC is Oke |
| controle $V_{y;d}$ | 0,47 / 1,87 | 0,25 | UC is Oke |
| controle $N_{z;d}$ | 0,00 / 5,29 | 0,00 | UC is Oke |
| controle $N_{y;d}$ | 0,00 / 14,5 | 0,00 | UC is Oke |
| Combinatie | | 0,58 | UC is Oke |
| controle bijkomende | u_{bij} 5,82 mm | | UC is Oke |
| controle eind | u_{tot} 13,27 mm | | UC is Oke |

3.3 vliering

afmeting 38 x 184 C24

schema / situatie



belastingen en combinaties

| type belasting | | breedte | hoogte | Per. Bel. | Ver. Bel. | Per. Bel. | m/e | ψ | VB x ψ | |
|----------------|----------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
| nr | locatie | m ¹ | m ¹ | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ¹ | | | kN/m ¹ | |
| 1 | vliering | 0,61 | 1 | 0,40 | 1,75 | 0,24 | e | 1 | 1,07 | |
| totaal Bel. | | | | | | 0,24 | kN/m ¹ | | 1,07 | kN/m ¹ |

| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | | | | | |
|---|------|-------------------|-----------------------|---------------------|------|-------------------|--|
| Eigen gewicht | 0,24 | kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,35$ | bel. q _d | 1,70 | kN/m ¹ | |
| opgelegde bel. (t.g.v stabiliteit of anders) | 1,07 | kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,5$ | $M_{y;Ed}$ | 2,61 | kNm | |
| normaalkracht | 0,00 | kN | $\xi = 0,89$ | $V_{y;Ed}$ | 2,98 | kN | |
| | | | $K_{fi} = 0,9$ | $N_{y;Ed}$ | 0,00 | kN | |

Algemene gegevens liggers t.b.v vloerveld

| materiaalgegevens | |
|--------------------------|---------|
| hoogte | 184 mm |
| breedte | 38 mm |
| overspanning | 3500 mm |
| h.o.h. stijlen | 610 mm |
| Sterkte klasse | C24 |
| materiaal | gezaagd |
| Klimaatklasse | 1 |
| bel. duurklasse Moment | Kort |
| bel. duurklasse N-kracht | lang |

| materiaal / modificatiefactoren | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| naaldhout | |
| weerstandsmoment | $W_y = 214 \times 10^3 \text{ mm}^3$ |
| traagheidsmoment | $I_y = 1973 \times 10^4 \text{ mm}^4$ |
| materiaalfactor strekte | $\gamma_m = 1,3$ |
| hoogtefactor buigstrekke | $k_h = 0,96$ |
| factor β_c | 0,2 |
| modificatiefactor sterkte | $k_{mod} = 0,90$ kort |
| modificatiefactor treksterkte | $k_{mod} = 1,10$ kort |
| modificatiefactor vervorming | $k_{def} = 0,60$ |

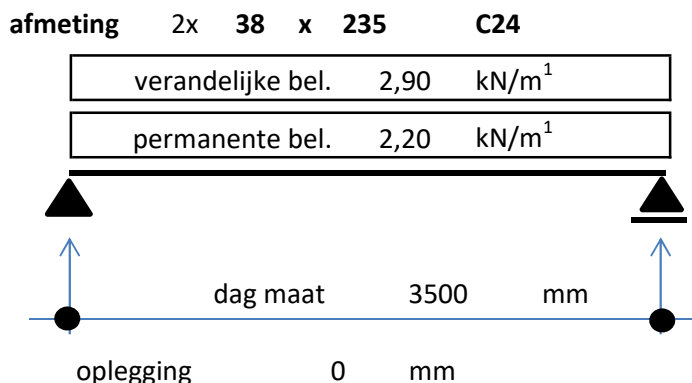
| resultaten | | | |
|-------------|-------------------------|---------------------|-------|
| $f_{m;0;d}$ | 16,62 N/mm ² | $\sigma_{m;0;d}$ | 12,18 |
| $f_{v;0;d}$ | 1,85 N/mm ² | $\sigma_{v;0;d}$ | 0,64 |
| $f_{c;0;d}$ | 14,54 N/mm ² | $\sigma_{c;0;d}$ | 0,00 |
| $k_{c;y}$ | 0,41 | $k_{c;z}$ | 1,000 |
| u_{on} | 2,20 mm | t.g.v eigen gewicht | |
| u_{el} | 9,61 mm | t.g.v vb | |
| u_{kr} | 1,32 mm | kruip | |

| controle conform EC 5 | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| controle $M_{y;d}$ | 12,2 / 16,6 0,73 UC is Oke |
| controle $V_{y;d}$ | 0,64 / 1,85 0,35 UC is Oke |
| controle $N_{z;d}$ | 0,00 / 5,94 0,00 UC is Oke |
| controle $N_{y;d}$ | 0,00 / 14,5 0,00 UC is Oke |
| Combinatie | 0,73 UC is Oke |
| controle bijkomende | u_{bij} 9,61 mm UC is Oke |
| controle eind | u_{tot} 13,13 mm UC is Oke |

3.4 randligger vliering

schema / situatie

| | | | |
|-----------------------|------|----|-----|
| h.o.h afstand balken | 5028 | mm | C24 |
| afmeting balk breedte | 76 | mm | |
| afmeting balk hoogte | 235 | mm | |



| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Eigen gewicht | 2,20 kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,35$ | bel. q_d 6,29 kN/m ¹ |
| opgelegde bel. (t.g.v stabiliteit of anders) | 2,90 kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,5$ | $M_{y;Ed}$ 9,64 kNm |
| normaalkracht | 0,00 kN | $\xi = 0,89$ | $V_{y;Ed}$ 11,01 kN |
| | | $K_{fi} = 0,9$ | $N_{y;Ed}$ 0,00 kN |

Algemene gegevens liggers t.b.v randliggers

| materiaalgegevens | |
|--------------------------|---------|
| hoogte | 235 mm |
| breedte | 76 mm |
| overspanning | 3500 mm |
| h.o.h. stijlen | 5028 mm |
| Sterkte klasse | C24 |
| materiaal | gezaagd |
| Klimaatklasse | 1 |
| bel. duurklasse Moment | Kort |
| bel. duurklasse N-kracht | lang |

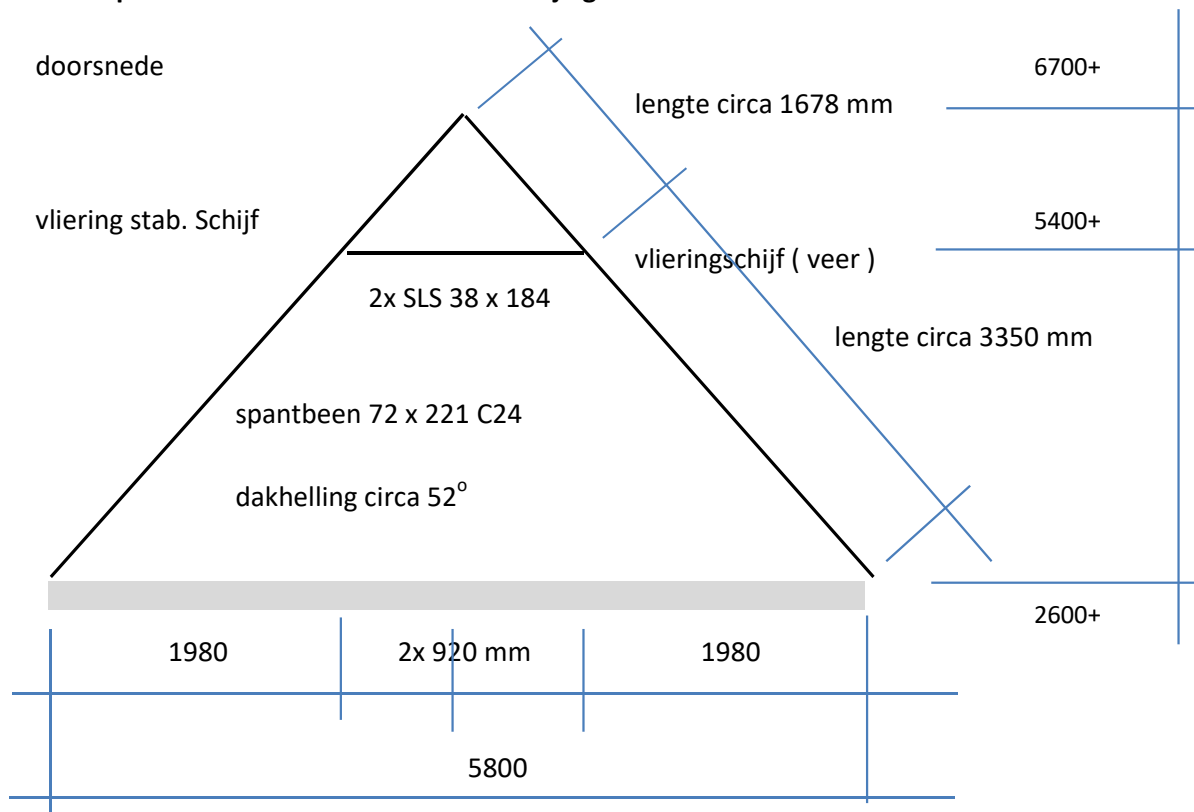
| materiaal / modificatiefactoren | |
|---------------------------------|--|
| naaldhout | |
| weerstandsmoment | W_y 700 x 10 ³ mm ³ |
| traagheidsmoment | I_y 8219 x 10 ⁴ mm ⁴ |
| materiaalfactor strekte | $\gamma_m = 1,3$ |
| hoogtefactor buigstrekke | $k_h = 0,91$ |
| factor β_c | 0,2 |
| modificatiefactor sterkte | $k_{mod} = 0,90$ kort |
| modificatiefactor treksterkte | $k_{mod} = 1,10$ kort |
| modificatiefactor vervorming | $k_{def} = 0,60$ |

| resultaten | |
|-------------|--|
| $f_{m;0;d}$ | 16,62 N/mm ² $\sigma_{m;0;d}$ 13,78 |
| $f_{v;0;d}$ | 1,76 N/mm ² $\sigma_{v;0;d}$ 0,93 |
| $f_{c;0;d}$ | 14,54 N/mm ² $\sigma_{c;0;d}$ 0,00 |
| $k_{c;y}$ | 0,60 $k_{c;z}$ 1,000 |
| u_{on} | 4,75 mm t.g.v eigen gewicht |
| u_{el} | 6,27 mm t.g.v vb |
| u_{kr} | 2,85 mm kruip |

| controle conform EC 5 | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| controle $M_{y;d}$ | 13,8 / 16,6 0,83 UC is Oke |
| controle $V_{y;d}$ | 0,93 / 1,76 0,53 UC is Oke |
| controle $N_{z;d}$ | 0,00 / 8,69 0,00 UC is Oke |
| controle $N_{y;d}$ | 0,00 / 14,5 0,00 UC is Oke |
| Combinatie | 0,83 UC is Oke |
| controle bijkomende | u_{bij} 6,27 mm UC is Oke |
| controle eind | u_{tot} 13,87 mm UC is Oke |

3.5 Spant

uitvoer bijlage 1



dakplaat uitvoeren in een twee velds Undidel Aero 6.3 plaat, def. Berekening conform leverancier

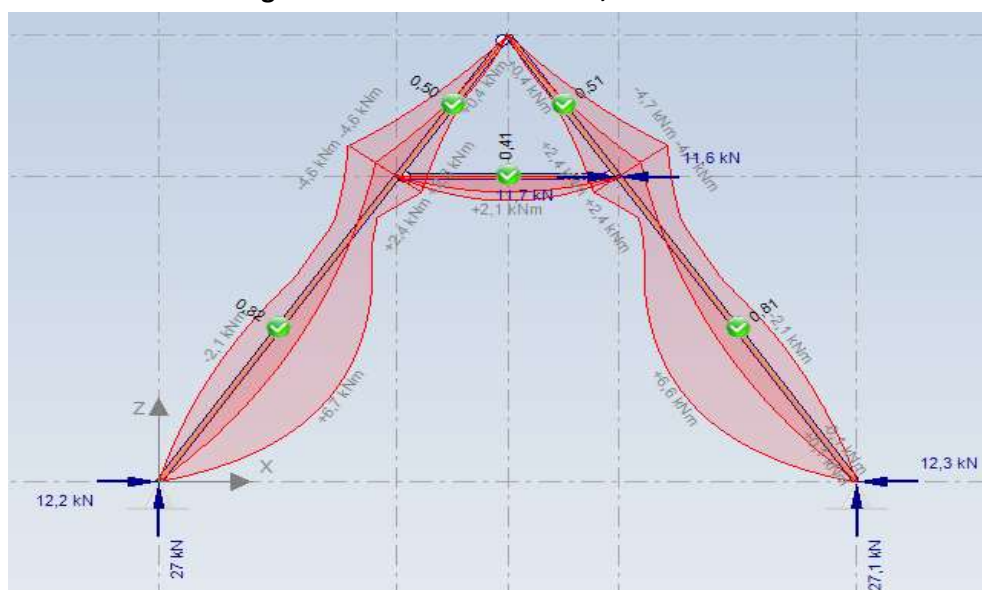
Balsting op onderdelen (zie doorsnede boven)

Eigen gewicht 0,7 kN/m²

Veranderlijke belasting 1 kN/m²

wind / sneeuw conform belasting generator software

Omhullende belasting controle UC maximaal 0,82 < 1 dus Oke

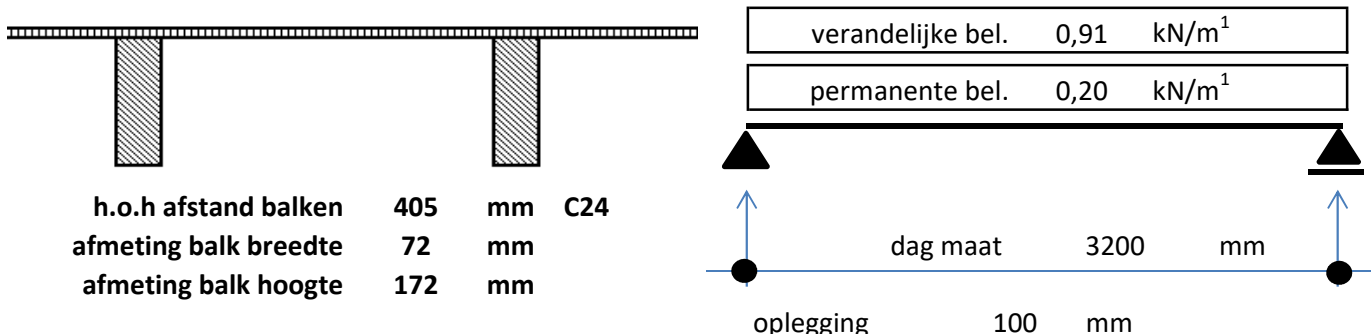


3.6 nieuwe verdiepingsvloer

afmeting **72 x 172 C24**

alternatief SLS 38 x 184 hoh 610 C24

schema / situatie



h.o.h afstand balken **405 mm C24**
 afmeting balk breedte **72 mm**
 afmeting balk hoogte **172 mm**

belastingen en combinaties

| type belasting | | breedte | hoogte | Per. Bel. | Ver. Bel. | Per. Bel. | m/e | ψ | VB x ψ | |
|----------------|---------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
| nr | locatie | m ¹ | m ¹ | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ¹ | | | kN/m ¹ | |
| 1 | vloer | 0,405 | 1 | 0,50 | 2,25 | 0,20 | e | 1 | 0,91 | |
| totaal Bel. | | | | | | 0,20 | kN/m ¹ | | 0,91 | kN/m ¹ |

| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | | | | | | | |
|---|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------|------|-------------------|--|--|--|
| Eigen gewicht | 0,20 | kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,35$ | bel. q _d | 1,45 | kN/m ¹ | | | |
| opgelegde bel. (t.g.v stabiliteit of anders) | 0,91 | kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,5$ | $M_{y;Ed}$ | 1,97 | kNm | | | |
| normaalkracht | 0,00 | kN | $\xi = 0,89$ | $V_{y;Ed}$ | 2,32 | kN | | | |
| | | | $K_{fi} = 0,9$ | $N_{y;Ed}$ | 0,00 | kN | | | |

Algemene gegevens liggers t.b.v vloerveld

| materiaalgegevens | |
|--------------------------|----------------|
| hoogte | 172 mm |
| breedte | 72 mm |
| overspanning | 3300 mm |
| h.o.h. stijlen | 405 mm |
| Sterkte klasse | C24 |
| materiaal | gezaagd |
| Klimaatklasse | 1 |
| bel. duurklasse Moment | Kort |
| bel. duurklasse N-kracht | lang |

| materiaal / modificatiefactoren | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| naaldhout | |
| weerstandsmoment | $W_y = 355 \times 10^3 \text{ mm}^3$ |
| traagheidsmoment | $I_y = 3053 \times 10^4 \text{ mm}^4$ |
| materiaalfactor strekte | $\gamma_m = 1,3$ |
| hoogtefactor buigstrekke | $k_h = 0,97$ |
| factor β_c | 0,2 |
| modificatiefactor sterkte | $k_{mod} = 0,90$ kort |
| modificatiefactor treksterkte | $k_{mod} = 1,10$ kort |
| modificatiefactor vervorming | $k_{def} = 0,60$ |

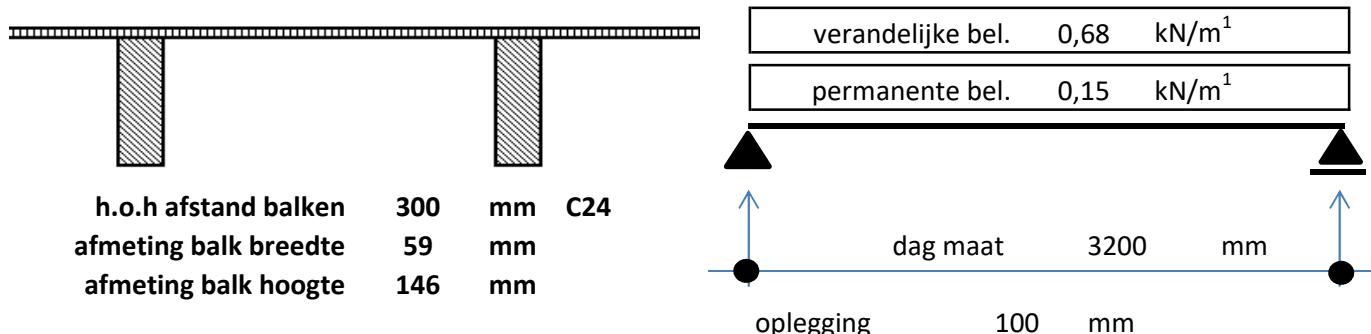
| resultaten | | | |
|-------------|-------------------------|---------------------|-------|
| $f_{m;0;d}$ | 16,62 N/mm ² | $\sigma_{m;0;d}$ | 5,56 |
| $f_{v;0;d}$ | 1,87 N/mm ² | $\sigma_{v;0;d}$ | 0,28 |
| $f_{c;0;d}$ | 14,54 N/mm ² | $\sigma_{c;0;d}$ | 0,00 |
| $k_{c;y}$ | 0,36 | $k_{c;z}$ | 1,000 |
| u_{on} | 0,82 mm | t.g.v eigen gewicht | |
| u_{el} | 3,70 mm | t.g.v vb | |
| u_{kr} | 2,72 mm | kruip | |

| controle conform EC 5 | |
|-----------------------|------------------------------------|
| controle $M_{y;d}$ | 5,6 / 16,6 0,33 UC is Oke |
| controle $V_{y;d}$ | 0,28 / 1,87 0,15 UC is Oke |
| controle $N_{z;d}$ | 0,00 / 5,29 0,00 UC is Oke |
| controle $N_{y;d}$ | 0,00 / 14,5 0,00 UC is Oke |
| Combinatie | 0,33 UC is Oke |
| controle bijkomende | u_{bij} 3,70 mm UC is Oke |
| controle eind | u_{tot} 7,24 mm UC is Oke |

3.7 Bestaande verdiepingvloer

afmeting **59 x 146 C24**
 ligger er tussen plaatsen of 59 x 146 versterken

schema / situatie



h.o.h afstand balken **300 mm C24**
 afmeting balk breedte **59 mm**
 afmeting balk hoogte **146 mm**

belastingen en combinaties

| type belasting | | breedte | hoogte | Per. Bel. | Ver. Bel. | Per. Bel. | m/e | ψ | VB x ψ | |
|----------------|---------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
| nr | locatie | m ¹ | m ¹ | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ¹ | | | kN/m ¹ | |
| 1 | vloer | 0,3 | 1 | 0,50 | 2,25 | 0,15 | e | 1 | 0,68 | |
| totaal Bel. | | | | | | 0,15 | kN/m ¹ | | 0,68 | kN/m ¹ |

| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------|---------------------|------|-------------------|
| Eigen gewicht | 0,15 kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,35$ | bel. q _d | 1,07 | kN/m ¹ |
| opgelegde bel. (t.g.v stabiliteit of anders) | 0,68 kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,5$ | M _{y;Ed} | 1,46 | kNm |
| normaalkracht | 0,00 kN | $\xi = 0,89$ | V _{y;Ed} | 1,72 | kN |
| | | K _{fi} = 0,9 | N _{y;Ed} | 0,00 | kN |

Algemene gegevens liggers t.b.v vloerveld

| materiaalgegevens | |
|--------------------------|----------------|
| hoogte | 146 mm |
| breedte | 59 mm |
| overspanning | 3300 mm |
| h.o.h. stijlen | 405 mm |
| Sterkte klasse | C24 |
| materiaal | gezaagd |
| Klimaatklasse | 1 |
| bel. duurklasse Moment | Kort |
| bel. duurklasse N-kracht | lang |

| materiaal / modificatiefactoren | | | |
|---------------------------------|--------------------|------------|-----------------------------------|
| naaldhout | | | |
| weerstandsmoment | W _y | 210 | x 10 ³ mm ³ |
| traagheidsmoment | I _y | 1530 | x 10 ⁴ mm ⁴ |
| materiaalfactor strekte | $\gamma_m =$ | 1,3 | |
| hoogtefactor buigstrekke | k _h = | 1,01 | |
| factor β_c | | 0,2 | |
| modificatiefactor sterkte | k _{mod} = | 0,90 | kort |
| modificatiefactor treksterkte | k _{mod} = | 1,10 | kort |
| modificatiefactor vervorming | k _{def} = | 0,60 | |

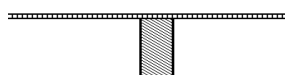
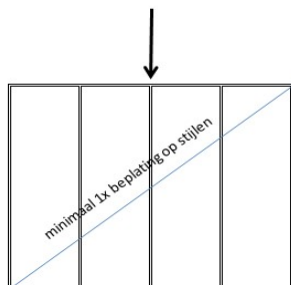
| resultaten | | | |
|--------------------|-------|-------------------|-----------------------|
| f _{m;0;d} | 16,62 | N/mm ² | $\sigma_{m;0;d}$ 6,97 |
| f _{v;0;d} | 1,93 | N/mm ² | $\sigma_{v;0;d}$ 0,30 |
| f _{c;0;d} | 14,54 | N/mm ² | $\sigma_{c;0;d}$ 0,00 |
| k _{c;y} | 0,27 | k _{c;z} | 1,000 |
| u _{on} | 1,22 | mm | t.g.v eigen gewicht |
| u _{el} | 5,48 | mm | t.g.v vb |
| u _{kr} | 4,02 | mm | kruij |

| controle conform EC 5 | | | | |
|---------------------------|------------------|--------------|-----------|-----------|
| controle M _{y;d} | 7,0 / 16,6 | 0,42 | UC is Oke | |
| controle V _{y;d} | 0,30 / 1,93 | 0,15 | UC is Oke | |
| controle N _{z;d} | 0,00 / 3,94 | 0,00 | UC is Oke | |
| controle N _{y;d} | 0,00 / 14,5 | 0,00 | UC is Oke | |
| Combinatie | | 0,42 | UC is Oke | |
| controle bijkomende | u _{bij} | 5,48 | mm | UC is Oke |
| controle eind | u _{tot} | 10,71 | mm | UC is Oke |

3.8 Staander in topgevel

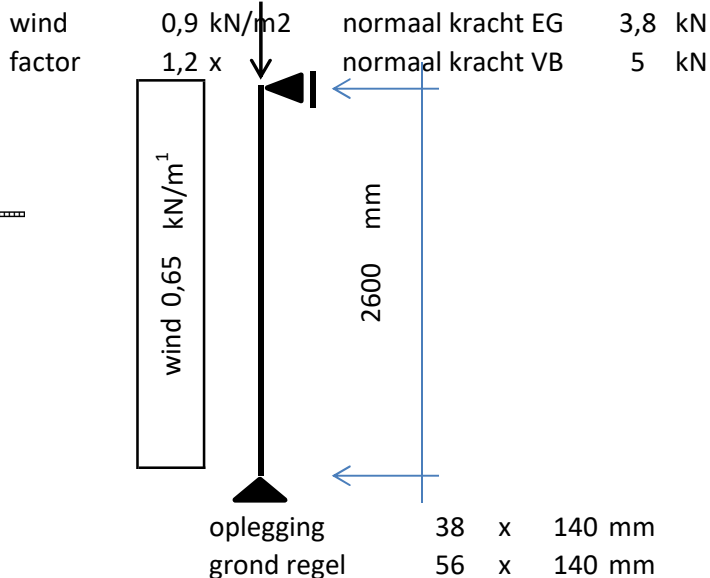
afmeting 38 x 140 C24

schema / situatie



doorsnede

| | | | |
|------------------------|-----|----|-----|
| h.o.h afstand balken | 610 | mm | C24 |
| afmeting stijl breedte | 38 | mm | |
| afmeting stijl hoogte | 140 | mm | |



| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | | | |
|---|-------|-------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| Eigen gewicht | 0,00 | kN/m ¹ | $\gamma_{f,q} = 1,35$ | bel. q _d | 0,88 kN/m ¹ |
| opgelegde bel. (t.g.v stabiliteit of anders) | 0,65 | kN/m ¹ | $\gamma_{f,q} = 1,5$ | M _{y,Ed} | 0,76 kNm |
| normaalkracht | 11,00 | kN | $\xi = 0,89$ | V _{y,Ed} | 1,14 kN |
| | | | K _{fi} = 0,9 | N _{y,Ed} | 14,85 kN |

Algemene gegevens liggers t.b.v vloerveld

| materiaalgegevens | |
|--------------------------|---------|
| hoogte | 140 mm |
| breedte | 38 mm |
| overspanning | 2600 mm |
| h.o.h. stijlen | 610 mm |
| Sterkte klasse | C24 |
| materiaal | gezaagd |
| Klimaatklasse | 1 |
| bel. duurklasse Moment | M-lang |
| bel. duurklasse N-kracht | lang |

| materiaal / modificatiefactoren | |
|---------------------------------|--|
| naaldhout | |
| weerstandsmoment | W _y 124 x 10 ³ mm ³ |
| traagheidsmoment | I _y 869 x 10 ⁴ mm ⁴ |
| materiaalfactor strekte | $\gamma_m = 1,3$ |
| hoogtefactor buigstrekke | k _h = 1,01 |
| factor β_c | 0,2 |
| modificatiefactor sterkte | k _{mod} = 0,80 M-lang |
| modificatiefactor treksterkte | k _{mod} = 1,10 kort |
| modificatiefactor vervorming | k _{def} = 0,60 |

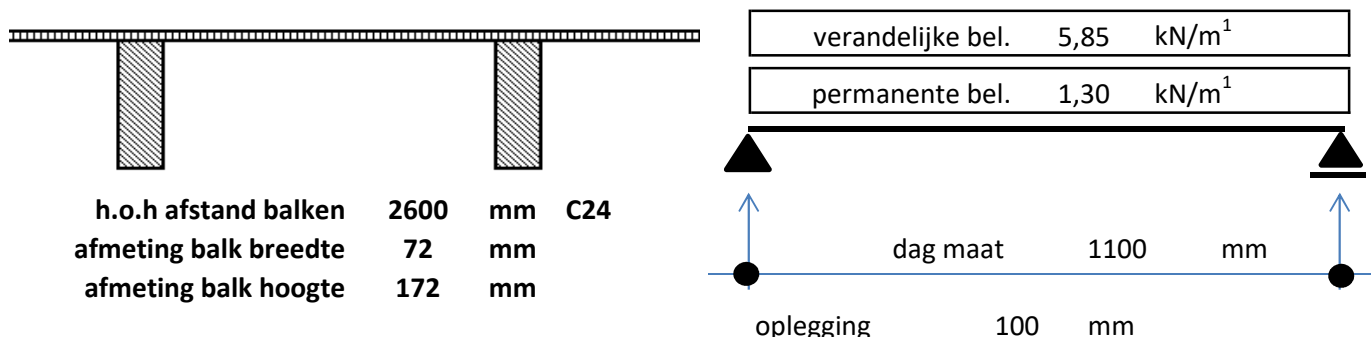
| resultaten | | | |
|--------------------|-------|-------------------|-----------------------|
| f _{m;0;d} | 14,77 | N/mm ² | $\sigma_{m;0;d}$ 6,15 |
| f _{v;0;d} | 1,95 | N/mm ² | $\sigma_{v;0;d}$ 0,32 |
| f _{c;0;d} | 12,92 | N/mm ² | $\sigma_{c;0;d}$ 2,79 |
| k _{c;y} | 0,62 | k _{c;z} | 1,000 |
| u _{on} | 0,00 | mm | t.g.v eigen gewicht |
| u _{el} | 4,05 | mm | t.g.v vb |
| u _{kr} | 0,97 | mm | kruip |

| controle conform EC 5 | | | |
|---------------------------|-----------------------|------|-----------|
| controle M _{y;d} | 6,1 / 14,8 | 0,42 | UC is Oke |
| controle V _{y;d} | 0,32 / 1,95 | 0,16 | UC is Oke |
| controle N _{z;d} | 2,79 / 8,04 | 0,35 | UC is Oke |
| controle N _{y;d} | 2,79 / 12,9 | 0,22 | UC is Oke |
| Combinatie | | 0,76 | UC is Oke |
| controle bijkomende | u _{bij} 4,05 | mm | UC is Oke |
| controle eind | u _{tot} 5,02 | mm | UC is Oke |

3.9 Lateien nieuwe verdiepingvloer

afmeting 72 x 172 C24

schema / situatie



belastingen en combinaties

| type belasting | | breedte | hoogte | Per. Bel. | Ver. Bel. | Per. Bel. | m/e | ψ | VB x ψ |
|----------------|---------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|--------|------------------------|
| nr | locatie | m ¹ | m ¹ | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ¹ | | | kN/m ¹ |
| 1 | vloer | 2,6 | 1 | 0,50 | 2,25 | 1,30 | e | 1 | 5,85 |
| | | | | totaal Bel. | 1,30 | kN/m ¹ | | | 5,85 kN/m ¹ |

| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | | | |
|---|------|-------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| Eigen gewicht | 1,30 | kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,35$ | bel. q _d | 9,30 kN/m ¹ |
| opgelegde bel. (t.g.v stabiliteit of anders) | 5,85 | kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,5$ | M _{y;Ed} | 1,67 kNm |
| normaalkracht | 0,00 | kN | $\xi = 0,89$ | V _{y;Ed} | 5,12 kN |
| | | | K _{fi} = 0,9 | N _{y;Ed} | 0,00 kN |

Algemene gegevens liggers t.b.v vloerveld

| materiaalgegevens | |
|--------------------------|---------|
| hoogte | 172 mm |
| breedte | 72 mm |
| overspanning | 1200 mm |
| h.o.h. stijlen | 405 mm |
| Sterkte klasse | C24 |
| materiaal | gezaagd |
| Klimaatklasse | 1 |
| bel. duurklasse Moment | Kort |
| bel. duurklasse N-kracht | lang |

| materiaal / modificatiefactoren | |
|---------------------------------|---|
| naaldhout | |
| weerstandsmoment | W _y 355 x 10 ³ mm ³ |
| traagheidsmoment | I _y 3053 x 10 ⁴ mm ⁴ |
| materiaalfactor strekte | $\gamma_m = 1,3$ |
| hoogtefactor buigstrekke | k _h = 0,97 |
| factor β_c | 0,2 |
| modificatiefactor sterkte | k _{mod} = 0,90 kort |
| modificatiefactor treksterkte | k _{mod} = 1,10 kort |
| modificatiefactor vervorming | k _{def} = 0,60 |

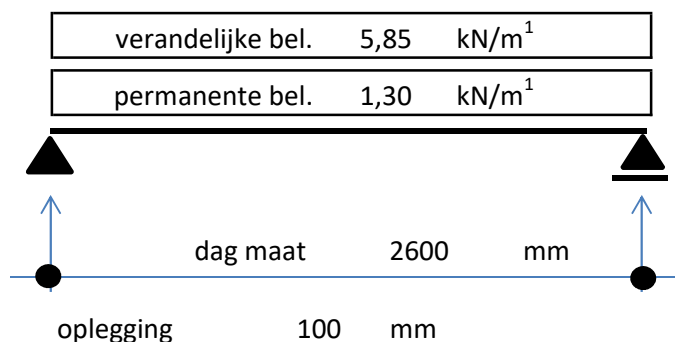
| resultaten | |
|--------------------|---|
| f _{m;0;d} | 16,62 N/mm ² $\sigma_{m;0;d}$ 4,72 |
| f _{v;0;d} | 1,87 N/mm ² $\sigma_{v;0;d}$ 0,62 |
| f _{c;0;d} | 14,54 N/mm ² $\sigma_{c;0;d}$ 0,00 |
| k _{c;y} | 0,36 k _{c;z} 1,000 |
| u _{on} | 0,07 mm t.g.v eigen gewicht |
| u _{el} | 0,33 mm t.g.v vb |
| u _{kr} | 0,24 mm kruip |

| controle conform EC 5 | |
|---------------------------|---|
| controle M _{y;d} | 4,7 / 16,6 0,28 UC is Oke |
| controle V _{y;d} | 0,62 / 1,87 0,33 UC is Oke |
| controle N _{z;d} | 0,00 / 5,29 0,00 UC is Oke |
| controle N _{y;d} | 0,00 / 14,5 0,00 UC is Oke |
| Combinatie | 0,28 UC is Oke |
| controle bijkomende | u _{bij} 0,33 mm UC is Oke |
| controle eind | u _{tot} 0,65 mm UC is Oke |

3.10 Stalen ligger in nieuwe verdiepingvloer

schema / situatie

h.o.h afstand balken 2600 mm C24
 afmeting balk breedte 72 mm
 afmeting balk hoogte 172 mm



belastingen en combinaties

| type belasting | | breedte | hoogte | Per. Bel. | Ver. Bel. | Per. Bel. | m/e | ψ | VB x ψ |
|----------------|---------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|------------------------|
| nr | locatie | m ¹ | m ¹ | kN/m ² | kN/m ² | kN/m ¹ | | | kN/m ¹ |
| 1 | vloer | 2,6 | 1 | 0,50 | 2,25 | 1,30 | e | 1 | 5,85 |
| totaal Bel. | | | | | | 1,30 | kN/m ¹ | | 5,85 kN/m ¹ |

| belastingen en combinaties | | CC = RC = 1 | |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Eigen gewicht | 1,30 kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,35$ | bel. q_d 9,30 kN/m ¹ |
| opgelegde bel. (t.g.v stabiliteit of anders) | 5,85 kN/m ¹ | $\gamma_{f;q} = 1,5$ | $M_{y;Ed}$ 8,48 kNm |
| normaalkracht | 0,00 kN | $\xi = 0,89$ | $V_{y;Ed}$ 12,09 kN |
| | | $K_{fi} = 0,9$ | $N_{y;Ed}$ 0,00 kN |

Algemene gegevens liggers

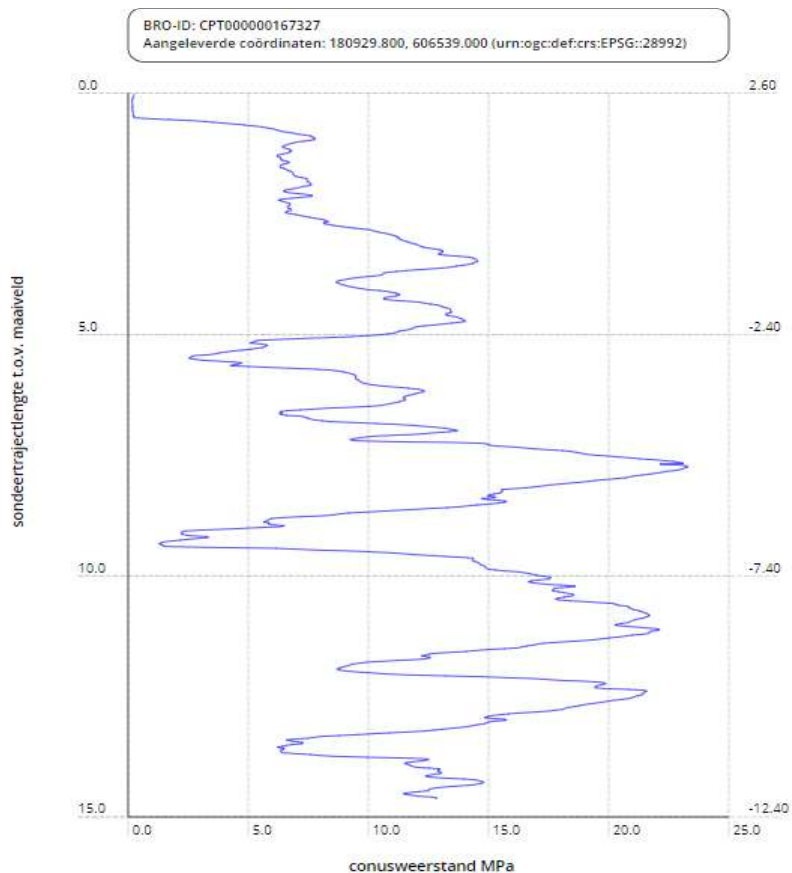
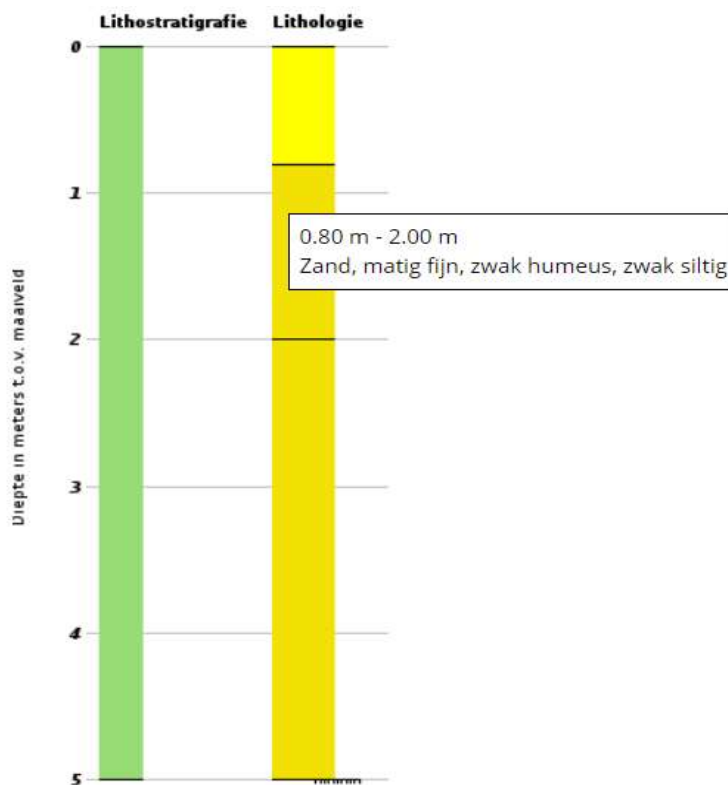
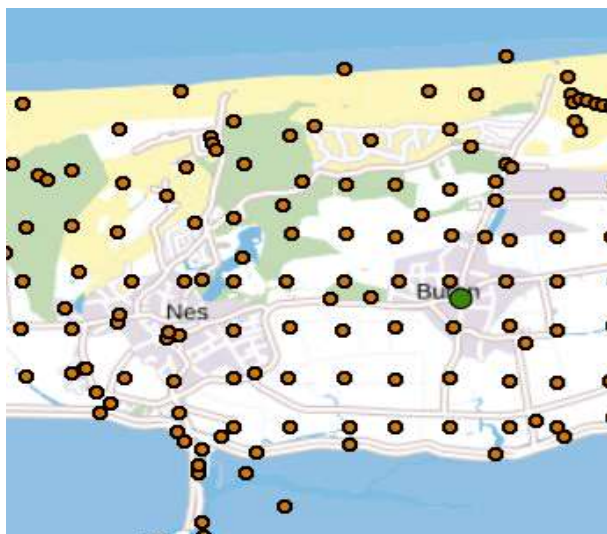
| materiaalgegevens | | |
|-------------------|------|---------|
| profiel | Type | IPE 160 |
| breedte | | 82 mm |
| overspanning | | 2700 mm |
| balklaag h.o.h. | | 610 mm |
| materiaal | | 235 |

| materiaal / modificatiefactoren | | | |
|---------------------------------|-------|-----|----------------------------|
| weerstandsmoment | W_y | 109 | $\times 10^3 \text{ mm}^3$ |
| traagheidsmoment | I_y | 869 | $\times 10^4 \text{ mm}^4$ |

| controle | | | | | |
|---------------|-------|-------------------|---|-------|--------------|
| $M_{y,u,d}$ | 25,6 | kNm | doorbuiging t.g.v. E.G | 4,2 | mm |
| $S_{buiging}$ | 77,8 | N/mm ² | „ V.B | 19,1 | mm |
| uc spanning | 0,331 | < 1 voldoet | U eind | 23,31 | mm > 1/300 L |
| | | | togen | 15,00 | mm |
| oplegging | | | d.m.v L 100 x 10 lg 200 met flens om metselwerk | | |

4.0 ondergrond en fundering

4.1 gegevens Dinoloket



: in de berekening en op de tekening staat verri

Grondopbouw

Aan de hand van de sonderingen en grondborungen in de buurt kan er een goed beeld worden gevormd van de ondergrond. De toplaag (formatie van Naaldwijk/lagen pakket van Schoorl) bestaat uit fijn zand kalkhoudend met lokaal met schelpen, de tweede laag (formatie van Naaldwijk) bestaat uit fijn zwak grindhoudend zand

Funderingsysteem

Een funderingsysteem op staal of elastische ondersteunde constructie is mogelijk, ivm de pakket opbouw is een zetting waarschijnlijk minimaal.

Beddingsconstante

gemiddeld conus weerstand 5 Mpa
 zand/zwak humus houdend

Voor het bepalen van de elastische indrukking van de funderingsgrondslag dient de beddingsconstante bekend te zijn.

Met de formule van Schleicher kan de beddingsconstante k worden benaderd:

$$k = \frac{E}{m * (1 - m^2) \sqrt{A}} \quad (\text{MN} / \text{m}^3)$$

hierin zijn:

- E = elasticiteitsmodulus
- m = coefficient van Poisson ($m = 0,3$)
- A = oppervlak meewerkend vloerdeel (in m^2)
- m = coefficient afhankelijk van verhouding L / B
- L = Lengte vloerelement
- B = Breedte vloerelement

| | | | |
|----------------------|--------------------------|---------|---|
| <i>sondeerwaarde</i> | | 5,00 | Mpa |
| E_{dyn} | = beddingsconstante | = 33,33 | Mpa |
| m | = coëfficiënt van Poisso | = 0,30 | |
| A | = opp meewerkend vloer | = 56 | m^2 vloer in een velden 5,6 x 10 |
| L/B | = 10,0 / 5,60 | = 1,79 | |
| m | = coëfficiënt verh L/B | = 0,93 | |
| L | = lengte vloerelement | = 10,00 | m |
| B | = breedte vloerelement | = 5,60 | m |

beddingsconstante:

$$k = 10,527 \text{ MN/m}^3$$

$$= 10527 \text{ kN/m}^3 \quad \text{let op !!! T.p.v puntlast bedding 3x}$$

berekening rekenwaarde van de funderingsdruk

De grondmechanische berekening voor de rekenwaarde van de funderingsdruk zijn uitgevoerd volgens de methode van de Eurocode. Het evenwichtsdraagvermogen van de fundering op staal wordt hierbij bepaald met behulp van de basisformule van **Prandtl**. In deze formule is de invloed verwerkt van de hoek van inwendige wrijving, eventuele cohesie en de breedte van de fundering. Teneinde onzekerheden in de grondparameters te ondervangen wordt gewerkt met partiele materiaalfactoren en partiele belastingsfactor conform de normen

$$\sum \max_d = c_{e;d}^1 N_c s_c i_c + \sum v_{z;o;d} N_q s_q i_q + 0.5 \gamma_{e;d} B^1 N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

| | | | |
|------|-----------------------------------|--|------|
| zand | f_i 35,0 ° | part materiaalfactor | 1,15 |
| | f_d 30,4 ° | | |
| | g_c 20,0 kN/m ³ | part materiaalfactor | 1,10 |
| | $g_{e;d}$ 8,18 kN/m ³ | effectieve volumegewicht van de grond onder het aanleg niveau. | |
| | 0,20 m | bovenbelasting uitgedrukt in zandlaag dikte | |
| | $s_{v;z;d}$ 3,6 kN/m ² | grondspanning t.p.v. o.k. fundering | |

| | | | | | |
|-------|------|------------|-----|------------|------|
| N_q | 19,3 | s_q | 1,0 | i_q | 1,00 |
| N_g | 21,5 | s_γ | 1,0 | i_γ | 1,00 |

de vormfactoren zijn beide op 1.0 gesteld
 de hellingfactoren zijn beiden berekend op 1.0 .

Draagkracht voor diverse funderingsbreedtes

$$s_{\max;d} = 45 + 88,0 \times B_{ef}$$

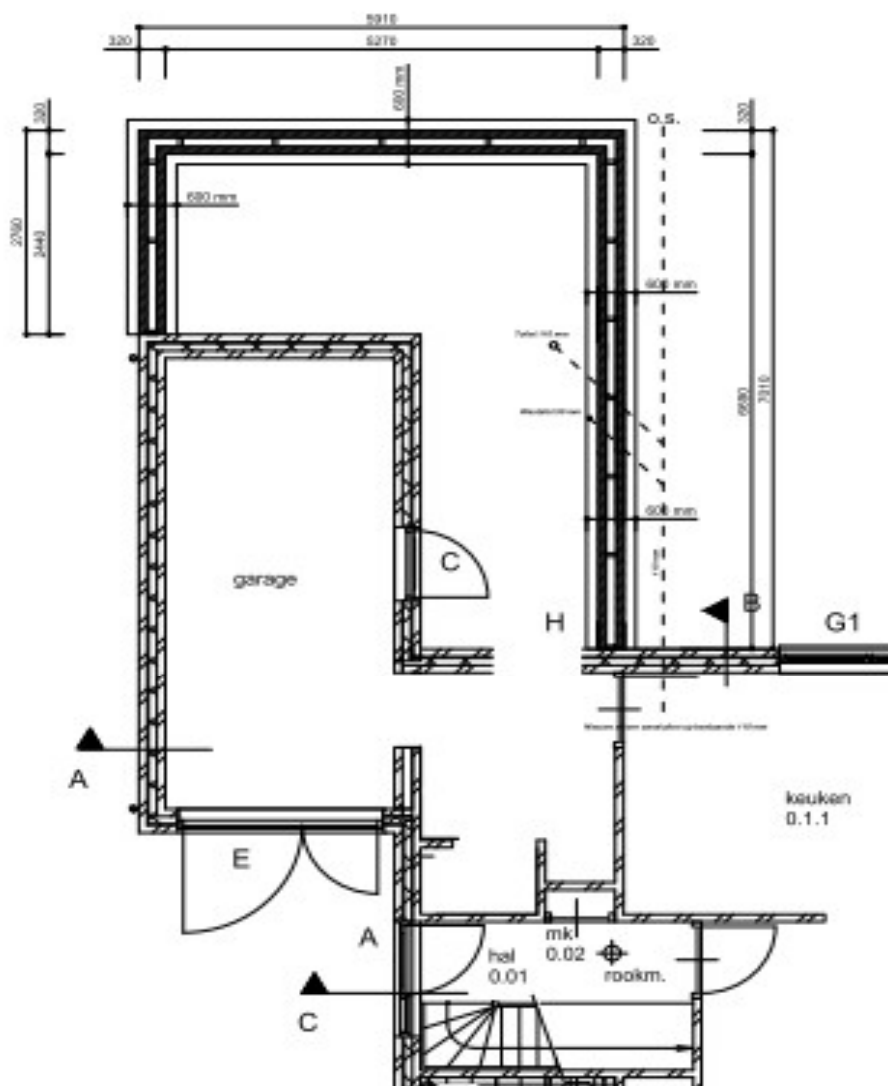
afm. strook $c_{\max;d}$

draagkracht zand toplaag

| | stroken | |
|--------|---------|-------------------|
| 0,40 m | 80,1 | kN/m ² |
| 0,50 m | 88,9 | kN/m ² |
| 0,60 m | 97,7 | kN/m ² |
| 0,70 m | 106,5 | kN/m ² |
| 0,80 m | 115,3 | kN/m ² |
| 1,00 m | 132,9 | kN/m ² |

5.0 Gewichtsberekening en fundering

5.1 overzicht stroken



alle nieuwe stroken
 breed 600 mm

| | | |
|--|-------------|-------------------------|
| dakpannen | 0,35 | kN/m ² |
| HD element | 0,20 | kN/m ² |
| spant | 0,05 | kN/m ² |
| Plafond, armaturen e.d. | 0,10 | kN/m ² |
| Bij aanpassingen in de constructie door de aannemer t.o.v. 'p_{G,rep} | 0,70 | kN/m² |

| Bouwdeel | | Permanente belasting | | Opgelegde belasting | |
|----------|------------------|----------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | hellende dak 52° | dakpannen | 0,35 | opgelegde belasting | 1,00 |
| | | elemente | 0,20 | | |
| | | plafond | 0,15 | | |
| | | <i>dakvlak</i> | g_k | 0,70 kN/m ² | q_k 1,00 kN/m ² |
| | | <i>grondvlak</i> | g_k | 1,14 kN/m ² | |

| Bouwdeel | | Permanente belasting | | Opgelegde belasting | |
|----------|----------|-----------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 2 | vloering | HSB constructie | 0,40 | opgelegde belasting | 1,75 |
| | | afwerking (plafond) | 0,00 | | |
| | | | g_k | 0,40 kN/m ² | q_k 1,75 kN/m ² |

| | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------|-------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 3 | verdiepingsvloer aangenomen | afwerking | 0,00 | opgelegde belasting | 1,75 |
| | | balklaag | 0,50 | | |
| | | afwerking | 0,00 | | |
| | | | g_k | 0,50 kN/m ² | q_k 2,25 kN/m ² |

| | | | | | |
|---|--------------------|---------------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 4 | begane grond vloer | afwerking (tegels ed) | 1,40 | opgelegde belasting | 1,75 |
| | | 160 mm beton oihw gestort | 2,75 | | |
| | | afwerking | 0,00 | | |
| | | | g_k | 4,15 kN/m ² | q_k 2,55 kN/m ² |

| | | | | | |
|---|------------|-----------------|-------|-------------------------------|--------------------------------|
| 5 | Buitenwand | kz steen 100 mm | 2,00 | | baksteen muur om HSB/TEK casco |
| | | spouw 90 mm | 0,00 | | |
| | | baksteen 100 mm | 2,00 | | |
| | | | g_k | 4,00 kN/m ² | |

| | | | | |
|---|------------|-----------------|-------|-------------------------------|
| 6 | Binnenwand | HSB 120 mm | 0,35 | |
| | | gips/osb 9,5 mm | 0,30 | |
| | | | g_k | 0,65 kN/m ² |

5.2 Overzicht belastingen

| | | |
|------------------------|----|---|
| Gevolgklasse | CC | 1 |
| Betrouwbaarheidsklasse | RC | 1 |

| | | | | | |
|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| 6.10a | 1,22 | $G_k + \sum$ | 1,35 | $Q_k \psi_0$ | |
| 6.10b | 1,08 | $G_k +$ | 1,35 | $Q_k + \sum$ | 1,35 |
| | 0,90 | $G_k +$ | 1,35 | $Q_k + \sum$ | 1,35 |

| Onderdeel | g_k [kN/m ²] | q_k [kN/m ²] | ψ_0 [-] | ψ_1 [-] | ψ_2 [-] |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 hellende dak 52° | 1,14 | 1,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 |
| 2 vloering | 0,40 | 1,75 | 0,40 | 0,50 | 0,30 |
| 3 verdiepingsvloer | 0,50 | 2,25 | 0,40 | 0,50 | 0,30 |
| 4 begane grond vloer | 4,15 | 2,55 | 0,40 | 0,50 | 0,30 |
| 5 Buitenwand | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 Binnenwand | 0,65 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Maatgevende strook

| | | g_k | q_k | e/m | [m] | [-] | [%] | (6.10a) | | (6.10b) | | |
|---|------------------|-------------------|-------------------|-----|------|-----|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| | | | | | | | | g_k | q_k | g_k | q_k | |
| | | kN/m ² | kN/m ² | | | | | kN/m ¹ | kN/m ¹ | kN/m ¹ | kN/m ¹ | |
| 1 | hellende dak | 1,14 | 1,00 | m | 5,90 | x | 1,00 | x | 50 | 3,35 | 0,59 | 0,59 |
| 2 | vliering | 0,40 | 1,75 | m | 2,00 | x | 1,00 | x | 50 | 0,40 | 0,70 | 0,70 |
| 5 | Buitenwand | 4,00 | 0,00 | | 1,00 | x | 3,00 | x | 100 | 12,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | verdiepingsvloer | 0,50 | 2,25 | e | 5,90 | x | 1,00 | x | 50 | 1,48 | 2,66 | 6,64 |
| 5 | Buitenwand | 4,00 | 0,00 | | 1,00 | x | 0,80 | x | 100 | 3,20 | 0,00 | 0,00 |
| | fundering | 5,00 | | | | | | | | 5,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | | 25,4 | 3,95 | 7,9 | | |

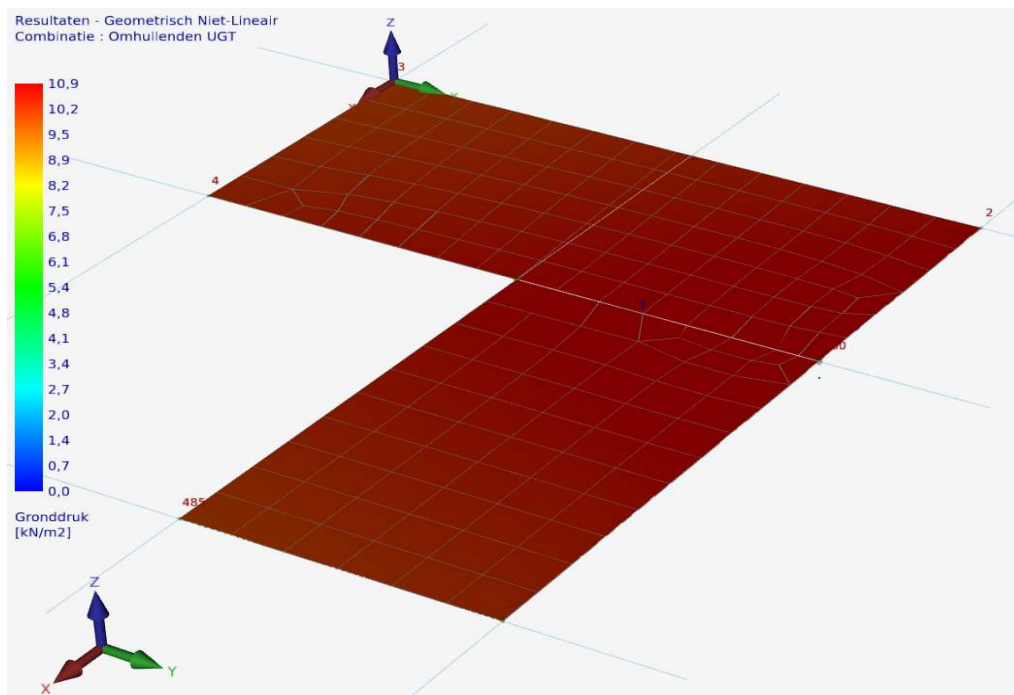
combinatie 1,20 x 25,4 is 30,5 kN/m¹ Spant 14 kN vloer
 1,35 x 7,9 is 10,7 kN/m¹ 5 kN
 puntlast omslaan m¹ spreiding 1,5 m 15,7 kN/m¹ (2x hoogte vloer / strook)
 totale strook belasting 56,9 kN/m¹

Strook breedte 600 mm grondspanning 94,9 kN/m² < 97 kN/m²
moment in strook 8,54 kNm

5.3 Vloer op het zand

Eigen gewicht 160 mm ihw gestorte vloer + 1,4 kN/m² afwerking

Veranderlijke belasting 2,55 kN/m²



grond spanning Oke

Wapening rond 8 - 150 onder / boven
 t.p.v randen haarspelden rond 8 - 300 onder/boven bind staal rond 8
 haarspeld 600 mm in vloer (rondom)

geen bijleg wapening

uitvoer zie bijlage 2

Bestand :.....Spant P Buren 2023-00020.xfr2

Inhoudsopgave

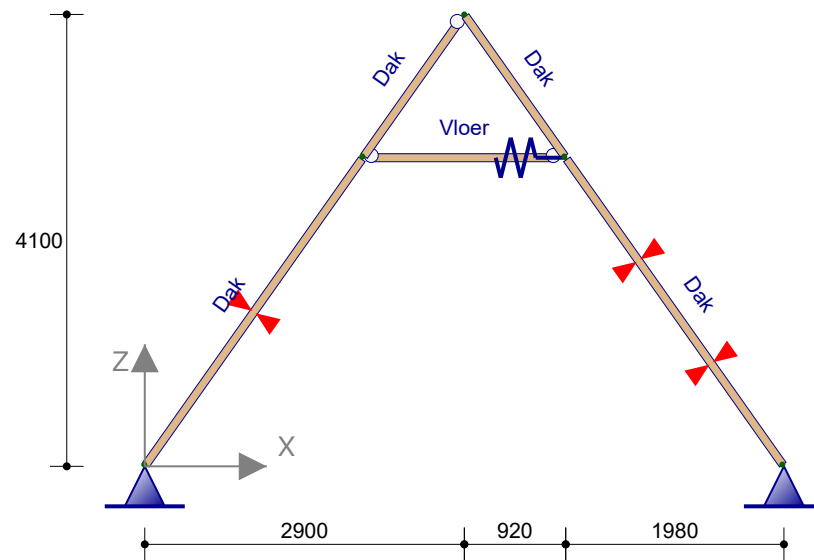
| | |
|--|----|
| 1.1 STAVEN..... | 2 |
| 1.2 PROFIELEN..... | 3 |
| 1.3 Sneeuwbelasting..... | 4 |
| 1.4 Winddrukken..... | 5 |
| 1.5 Windbelastingen..... | 5 |
| 1.6 BELASTINGSGEVALLEN..... | 6 |
| 1.7 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht..... | 7 |
| 1.8 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk..... | 7 |
| 1.9 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1..... | 8 |
| 1.10 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2..... | 8 |
| 1.11 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3..... | 9 |
| 1.12 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk..... | 9 |
| 1.13 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk..... | 10 |
| 1.14 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk..... | 10 |
| 1.15 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk..... | 11 |
| 1.16 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk..... | 11 |
| 1.17 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk..... | 12 |
| 1.18 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk..... | 12 |
| 1.19 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk..... | 13 |
| 1.20 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk..... | 13 |
| 1.21 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk..... | 14 |
| 1.22 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk..... | 14 |
| 1.23 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk..... | 15 |
| 1.24 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk..... | 15 |
| 1.25 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk..... | 16 |
| 1.26 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk..... | 16 |
| 1.27 BELASTINGSGEVAL 21 Wind van rechts D + Overdruk..... | 17 |
| 1.28 BELASTINGSGEVAL 22 Wind loodrecht A + Onderdruk..... | 17 |
| 1.29 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk..... | 18 |
| 2.1 EN1995 TOETSINGEN..... | 19 |
| 2.2 BEREKENING VAN UNITY CHECKS..... | 20 |
| 2.2.1 Staaf 2 - 72 x 221 (C24 Klimaatklasse:1)..... | 20 |
| 2.2.2 Staaf 3 - 76 x 184 (C24 Klimaatklasse:1)..... | 22 |

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

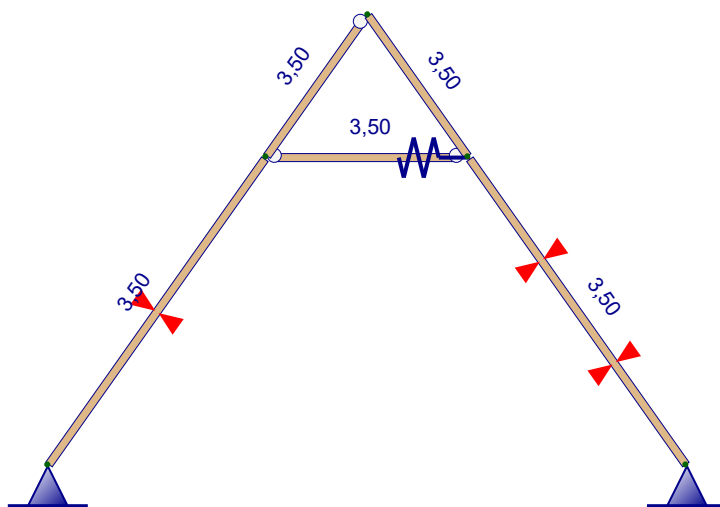
Gevolgklasse : CC1

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1 Invoergegevens



Belastingbreedten



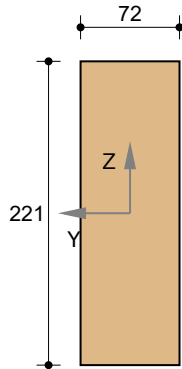
1.1 STAVEN

| Staaflnummer | Knoop | | Staaftype | Profiel | Lengte [mm] |
|--------------|-------|------|-----------|----------|-------------|
| | van | naar | | | |
| 1 | 1 | 3 | ▬▬▬ | 72 x 221 | 3429 |
| 2 | 4 | 2 | ▬▬▬ | 72 x 221 | 3429 |
| 3 | 3 | 4 | ○—○ | 76 x 184 | 1840 |
| 4 | 3 | 5 | ▬—○ | 72 x 221 | 1593 |
| 5 | 5 | 4 | ▬▬▬ | 72 x 221 | 1593 |

1.2 PROFIELEN

| Profielnummer | 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 | 72 x 221 | 6,7 | 11000 | 1,5912E | 6,4763E7 | 5,8609E5 | 5,8609E5 |
| 2 | 76 x 184 | 5,9 | 11000 | 1,3984E | 3,9454E7 | 4,2884E5 | 4,2884E5 |

72 x 221



Materiaalgegevens

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

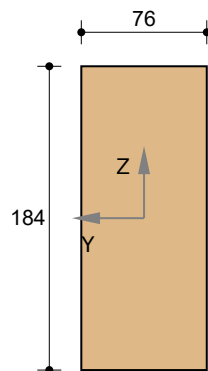
| Belastingsduurklasse | k _{mod} | f _{m,k} | f _{t,0,k} | f _{t,90,k} | f _{c,0,k} | f _{c,90,k} | f _{v,k} |
|----------------------|------------------|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| | | 24,00 | 14,00 | 0,40 | 21,00 | 2,50 | 4,00 N/mm ² |
| Blijvend | 0,60(0,50) | f _{m,d} | f _{t,0,d} | f _{t,90,d} | f _{c,0,d} | f _{c,90,d} | f _{v,d} |
| | | 11,08 | 6,46 | 0,15 | 9,69 | 1,15 | 1,85 N/mm ² |
| | | 0,80(0,65) | 14,77 | 8,62 | 0,20 | 12,92 | 1,54 |
| Kort | 0,90(0,80) | 16,62 | 9,69 | 0,25 | 14,54 | 1,73 | 2,77 |

| | | | | |
|------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| Volumieke massa | $\rho_{mean} =$ | 420 kg/m ³ | $\rho_k =$ | 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 |

Doorsnedegegevens

| | | | | |
|----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| Maximale coördinaat | y _{max} = | 36,0 mm | Z _{max} = | 110,5 mm |
| Minimale coördinaat | y _{min} = | -36,0 mm | Z _{min} = | -110,5 mm |
| Zwaartelij | Z _s = | 0,0 mm | y _s = | 0,0 mm |
| Oppervlak / Gewicht | A = | 15912,0 mm ² | G = | 6,7 kg/m |
| Statisch moment | S _y = | 439569 mm ³ | S _z = | 143208 mm ³ |
| Traagheidsmoment | I _y = | 64763166 mm ⁴ | I _z = | 6873984 mm ⁴ |
| Traagheidsstraal | i _y = | 63,8 mm | i _z = | 20,8 mm |
| Elastisch weerstandsmoment | W _{y;el} = | 586092 mm ³ | W _{z;el} = | 190944 mm ³ |
| Centrifugaalmoment | C _{yz} = | 0 mm ³ | hoek = | 0,00 graden |
| Traagheidsmoment | I _{max} = | 64763166 mm ⁴ | I _{min} = | 6873984 mm ⁴ |
| Traagheidsstraal | i _{max} = | 63,8 mm | i _{min} = | 20,8 mm |

76 x 184



Materiaalgegevens

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

| Belastingsduurklasse | k_{mod} | $f_{m,k}$ | $f_{t,0,k}$ | $f_{t,90,k}$ | $f_{c,0,k}$ | $f_{c,90,k}$ | $f_{v,k}$ |
|----------------------|------------|-----------|-------------|--------------|-------------|--------------|-----------------------|
| | | Blijvend | 0,60(0,50) | 24,00 | 14,00 | 0,40 | 21,00 |
| Middellang | 0,80(0,65) | 11,08 | 6,46 | 0,15 | 9,69 | 1,15 | 1,85N/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 | $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$ | $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ |
| Elasticiteitsmodulus | $E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$ | $E_{90,mean} = 370 \text{ N/mm}^2$ |
| Elasticiteitsmodulus (kruip) | $E_{0,fin} = 6875 \text{ N/mm}^2$ | $E_{90,fin} = 231 \text{ N/mm}^2$ |
| Elasticiteitsmodulus | $E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$ | $E_{0,d} = 8462 \text{ N/mm}^2$ |
| Afschuifmodulus | $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$ | $G_{0,05} = 460 \text{ N/mm}^2$ |

Doorsnedegegevens

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Maximale coördinaat | $y_{max} = 38,0 \text{ mm}$ | $Z_{max} = 92,0 \text{ mm}$ |
| Minimale coördinaat | $y_{min} = -38,0 \text{ mm}$ | $Z_{min} = -92,0 \text{ mm}$ |
| Zwaartelij | $Z_s = 0,0 \text{ mm}$ | $y_s = 0,0 \text{ mm}$ |
| Oppervlak / Gewicht | $A = 13984,0 \text{ mm}^2$ | $G = 5,9 \text{ kg/m}$ |
| Statisch moment | $S_y = 321632 \text{ mm}^3$ | $S_z = 132848 \text{ mm}^3$ |
| Traagheidsmoment | $I_y = 39453525 \text{ mm}^4$ | $I_z = 6730965 \text{ mm}^4$ |
| Traagheidsstraal | $i_y = 53,1 \text{ mm}$ | $i_z = 21,9 \text{ mm}$ |
| Elastisch weerstandsmoment | $W_{y,el} = 428843 \text{ mm}^3$ | $W_{z,el} = 177131 \text{ mm}^3$ |
| Centrifugaalmoment | $C_{yz} = 0 \text{ mm}^3$ | hoek = 0,00 graden |
| Traagheidsmoment | $I_{max} = 39453525 \text{ mm}^4$ | $I_{min} = 6730965 \text{ mm}^4$ |
| Traagheidsstraal | $i_{max} = 53,1 \text{ mm}$ | $i_{min} = 21,9 \text{ mm}$ |

1.3 Sneeuwbelasting

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

| | | | |
|------------|--------------|----------------|----------------|
| Dakhelling | 54,7 graden | $\mu_1 = 0,14$ | $\mu_2 = 1,60$ |
| Dakhelling | -54,7 graden | $\mu_1 = 0,14$ | $\mu_2 = 1,60$ |

Let op! De belastinggenerator houdt geen rekening met situatie voor μ_2 (sneeuwophoping voor daken met meer dan één overspanning) volgens art. 5.3.4 - figuur 5.4!

Belastingsschikkingen

art. 5.2

1.4 Winddrukken

| | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
| Windgebied | : I | Referentieperiode wind T | : 50 jaar |
| Terreincategorie | : II Onbebouwd gebied | | |
| Hoogte van het gebouw h | : 6,80 m | Hoogte boven maaiveld | : 6,8 m |
| Breedte van het gebouw | : 5,80 m | Diepte van het gebouw d | : 10,0 m |
| A - De afstand kopgevel - hart spant | : 3,00 m | B - Belastingbreedte spant | : 3,5 m |

Terreinruwheid

art. 4.3.2

$$k_r(z) = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,2}{0,05} \right)^{0,07} = 0,209 \quad (4.5)$$

$$z_{\min}(4) < z < z_{\max}(200) \quad c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,209 \times \ln\left(\frac{6,8}{0,2}\right) = 0,738 \quad (4.4)$$

Variatie met hoogte

art. 4.3.1

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0} = 1,000 \times 1,000 \times 29,5 = 29,5 \text{ m/s} \quad (4.1)$$

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b = 0,738 \times 1,000 \times 29,5 = 21,779 \text{ m/s} \quad (4.3)$$

Windturbulentie

art. 4.4

$$\sigma_v = k_r \cdot V_b \cdot k_l = 0,209 \times 29,50 \times 1,000 = 6,176 \text{ m/s} \quad (4.6)$$

$$z_{\min} < z < z_{\max} \quad I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{6,176}{21,779} = 0,284 \quad (4.7)$$

Extreme stuwdruk

art. 4.5

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) = (1 + 7 \times 0,284) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 21,779^2 = 0,885 \text{ kN/m}^2 \quad (4.8)$$

Bepaling van $c_s c_d$

art. 6.2

$$c_s c_d = 1,00$$

| ze1 [m] | ze2 [m] | qp(ze1) [kN/m2] | qp(ze2) [kN/m2] |
|------------|------------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 5,80 | 0,832 | 0,832 |
| 1,00 | 6,80 | 0,885 | 0,885 |

1.5 Windbelastingen

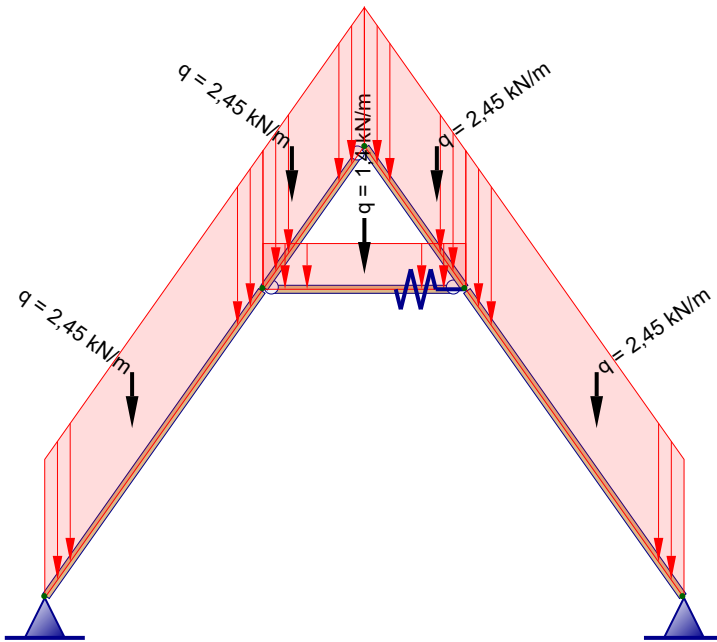
| Ref. | Hoek [graden] | Zone | Cpi/Cpe | ze [m] | qp(ze) [kN/m2] | breedte [m] | qw [kN/m] | Art. |
|------|------------------|-------|---------|-----------|-------------------|----------------|--------------|-----------|
| qw01 | 54,7 | → F/G | +0,700 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 2,168 | Tabel 7.4 |
| qw02 | 54,7 | → F/G | +0,454 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 1,407 | " |
| qw03 | 54,7 | → H | +0,665 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 2,059 | " |
| qw04 | 54,7 | → H | +0,454 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 1,407 | " |
| qw05 | -54,7 | → I | -0,200 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,619 | " |
| qw06 | -54,7 | → I | -0,130 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,401 | " |
| qw07 | -54,7 | → J | -0,300 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,929 | " |
| qw08 | -54,7 | → J | -0,194 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,602 | " |

| Ref. | Hoek [graden] | Zone | Cpi/Cpe | ze [m] | qp(ze) [kN/m2] | breedte [m] | qw [kN/m] | Art. |
|------|------------------|-------|---------|-----------|-------------------|----------------|--------------|------------|
| qw09 | 54,7 | ← I | -0,200 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,619 | " |
| qw10 | 54,7 | ← I | -0,130 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,402 | " |
| qw11 | 54,7 | ← J | -0,300 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,929 | " |
| qw12 | 54,7 | ← J | -0,195 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,603 | " |
| qw13 | -54,7 | ← F/G | +0,700 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 2,168 | " |
| qw14 | -54,7 | ← F/G | +0,453 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 1,404 | " |
| qw15 | -54,7 | ← H | +0,665 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 2,059 | " |
| qw16 | -54,7 | ← H | +0,453 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 1,404 | " |
| qw17 | 54,7 | ↑ HI | -0,658 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -2,038 | " |
| qw18 | 54,7 | ↑ HI | -0,658 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -2,038 | " |
| qw19 | -54,7 | ↑ HI | -0,658 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -2,038 | " |
| qw20 | -54,7 | ↑ HI | -0,658 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -2,038 | " |
| qw21 | | → | -0,300 | 5,80 | 0,832 | 3,5 | -0,874 | Art. 7.2.9 |
| qw22 | | → | +0,200 | 5,80 | 0,832 | 3,5 | 0,583 | " |
| qw23 | | → | -0,300 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,929 | " |
| qw24 | | → | +0,200 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 0,619 | " |
| qw25 | | ← | -0,300 | 5,80 | 0,832 | 3,5 | -0,874 | " |
| qw26 | | ← | +0,200 | 5,80 | 0,832 | 3,5 | 0,583 | " |
| qw27 | | ← | -0,300 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,929 | " |
| qw28 | | ← | +0,200 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 0,619 | " |
| qw29 | | ↑ | -0,300 | 5,80 | 0,832 | 3,5 | -0,874 | " |
| qw30 | | ↑ | +0,200 | 5,80 | 0,832 | 3,5 | 0,583 | " |
| qw31 | | ↑ | -0,300 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | -0,929 | " |
| qw32 | | ↑ | +0,200 | 6,80 | 0,885 | 3,5 | 0,619 | " |

1.6 BELASTINGSGEVALLEN

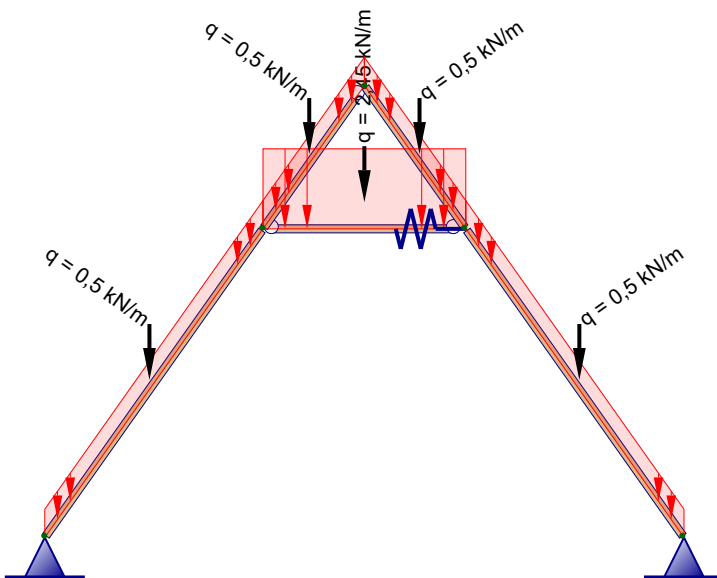
| Nr. | Omschrijving | Type | ψ0 | ψ1 | ψ2 |
|-----|-------------------------------|--------------------------------|------|------|------|
| 1 | Permanent | Permanent incl. eigen gewicht | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 2 | Veranderlijk | A:Woonfunctie en logiesfunctie | 0,40 | 0,50 | 0,30 |
| 3 | Sneeuw 1 | 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 |

1.7 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

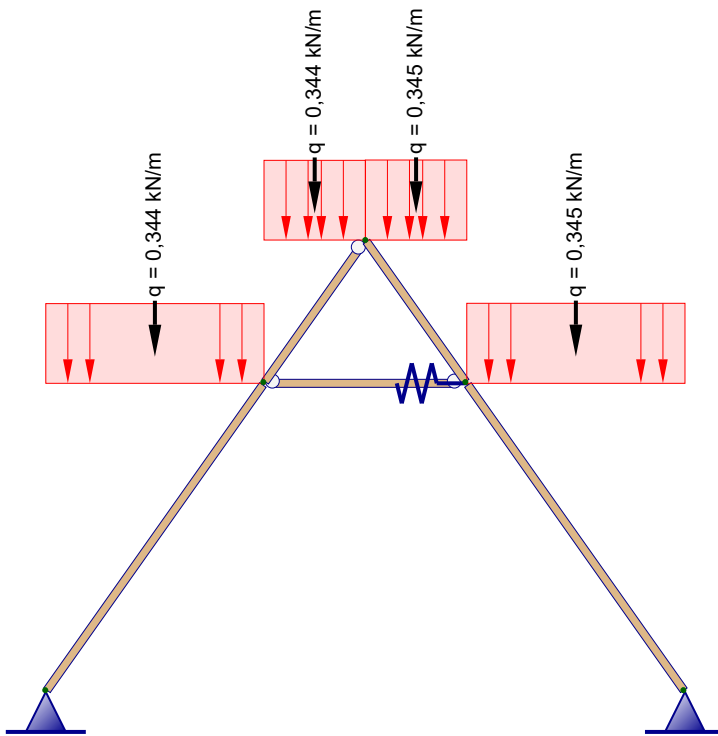


*) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!
 Totaal eigen gewicht: : 76 kg.

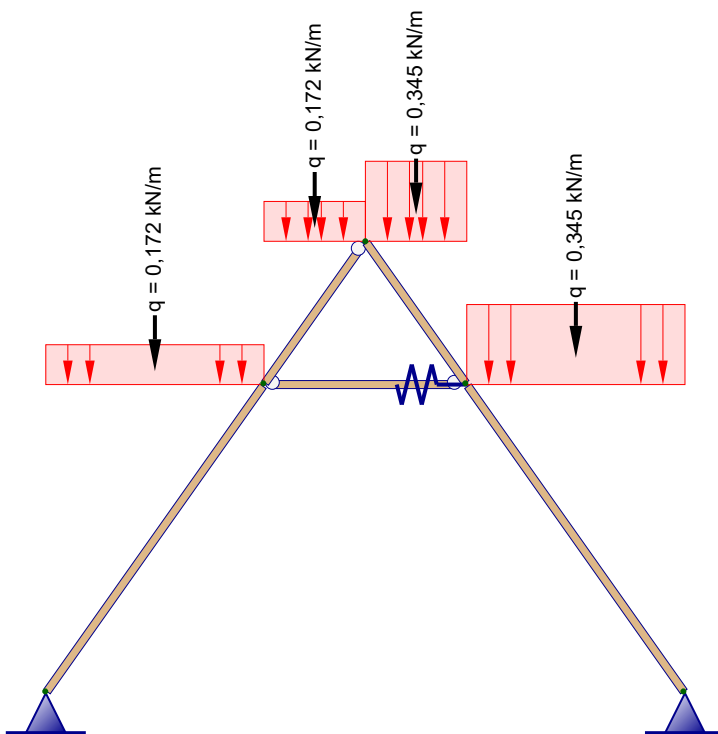
1.8 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



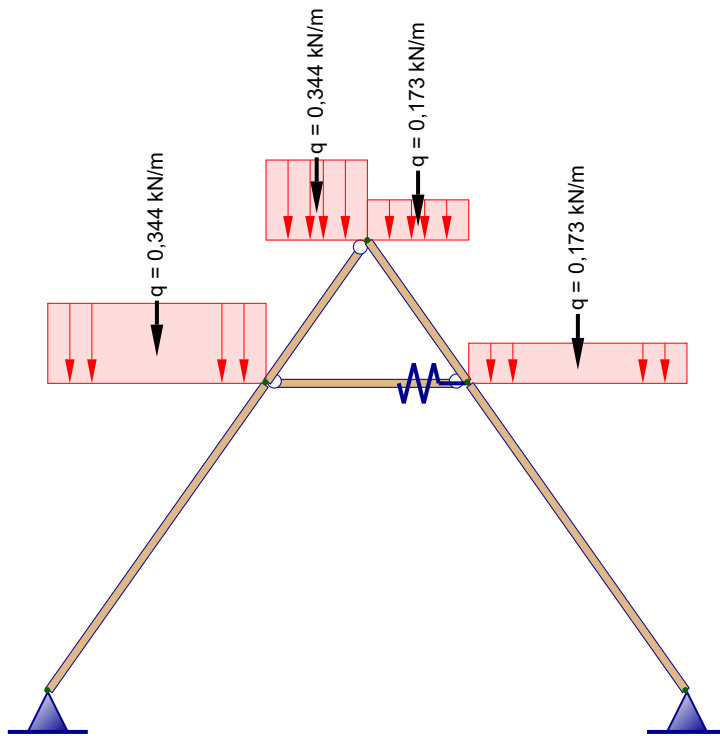
1.9 BELASTINGSGEVAL 3 Sneeuw 1



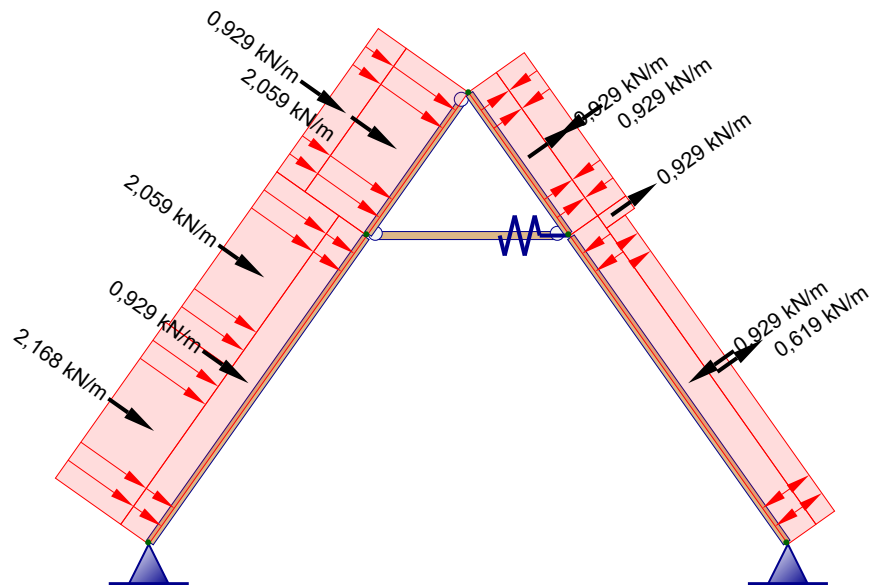
1.10 BELASTINGSGEVAL 4 Sneeuw 2



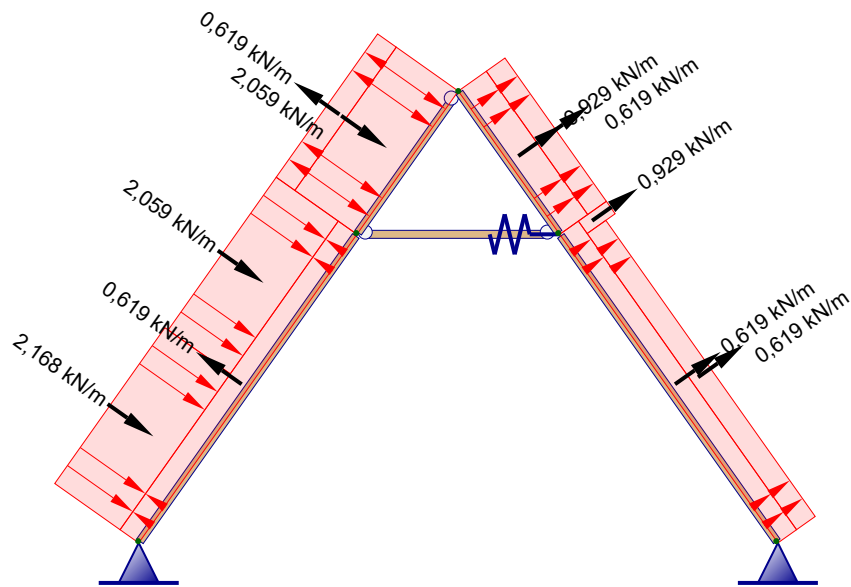
1.11 BELASTINGSGEVAL 5 Sneeuw 3



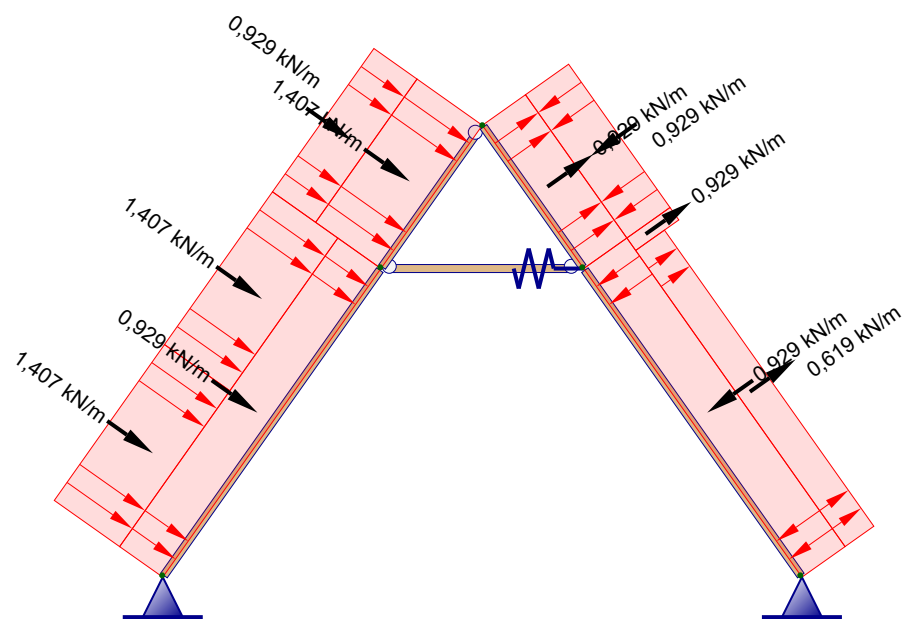
1.12 BELASTINGSGEVAL 6 Wind van links A + Onderdruk



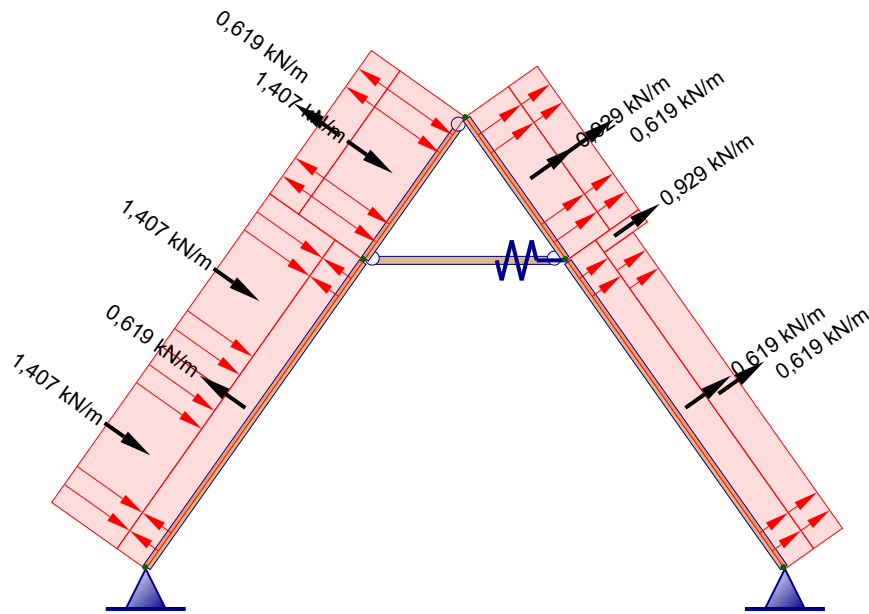
1.13 BELASTINGSGEVAL 7 Wind van links A + Overdruk



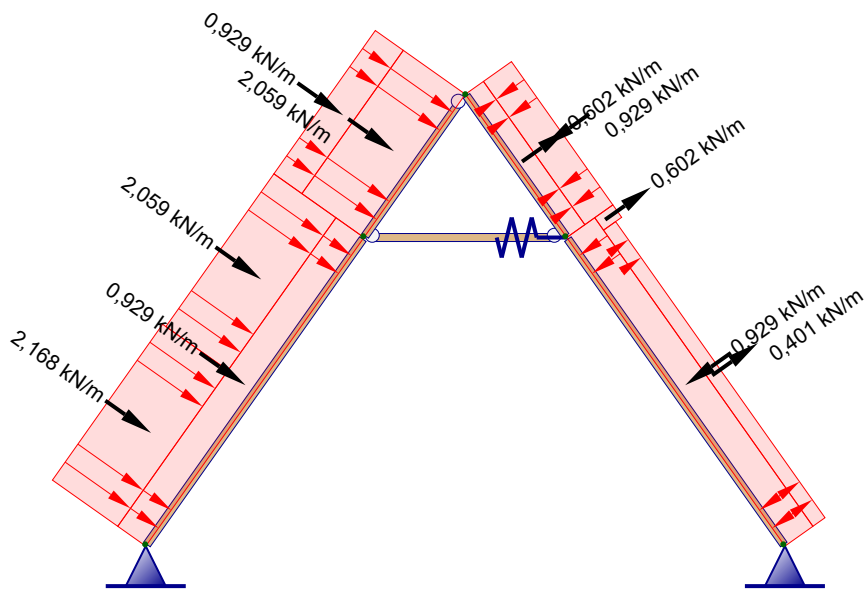
1.14 BELASTINGSGEVAL 8 Wind van links B + Onderdruk



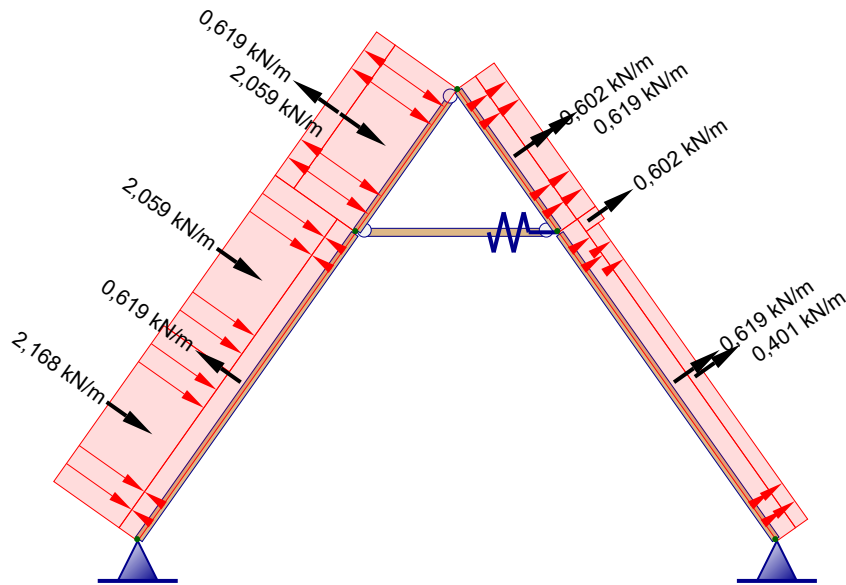
1.15 BELASTINGSGEVAL 9 Wind van links B + Overdruk



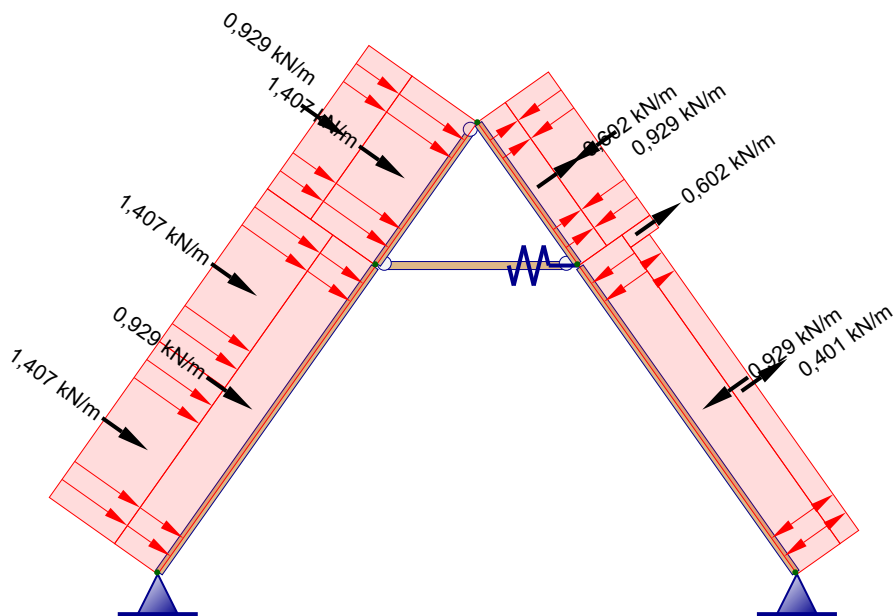
1.16 BELASTINGSGEVAL 10 Wind van links C + Onderdruk



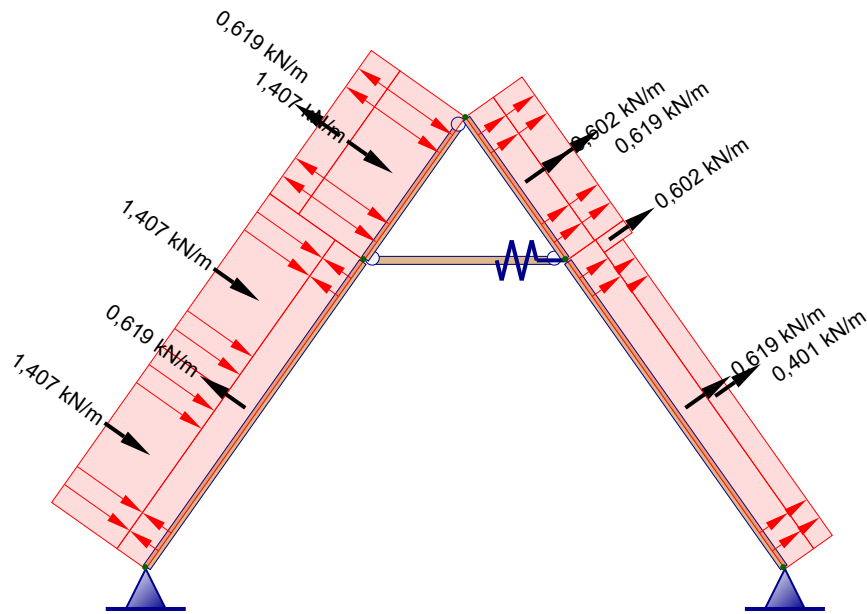
1.17 BELASTINGSGEVAL 11 Wind van links C + Overdruk



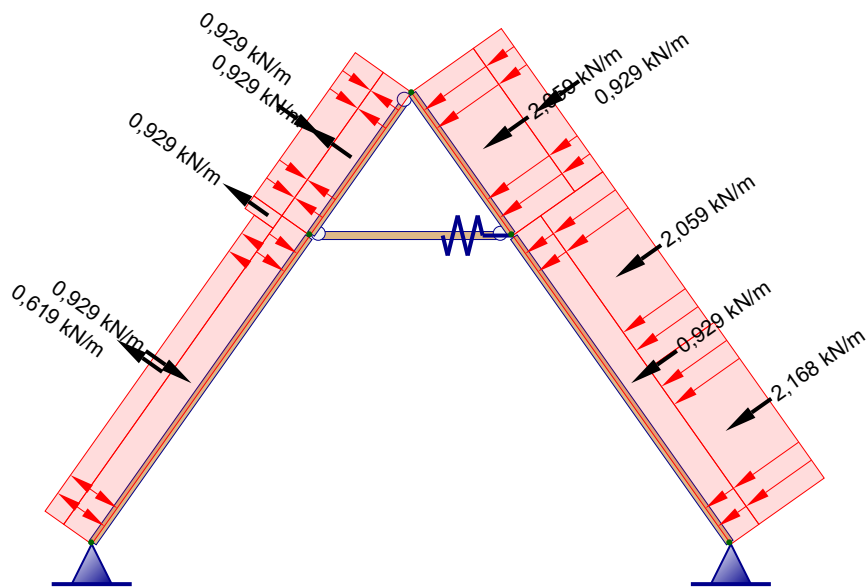
1.18 BELASTINGSGEVAL 12 Wind van links D + Onderdruk



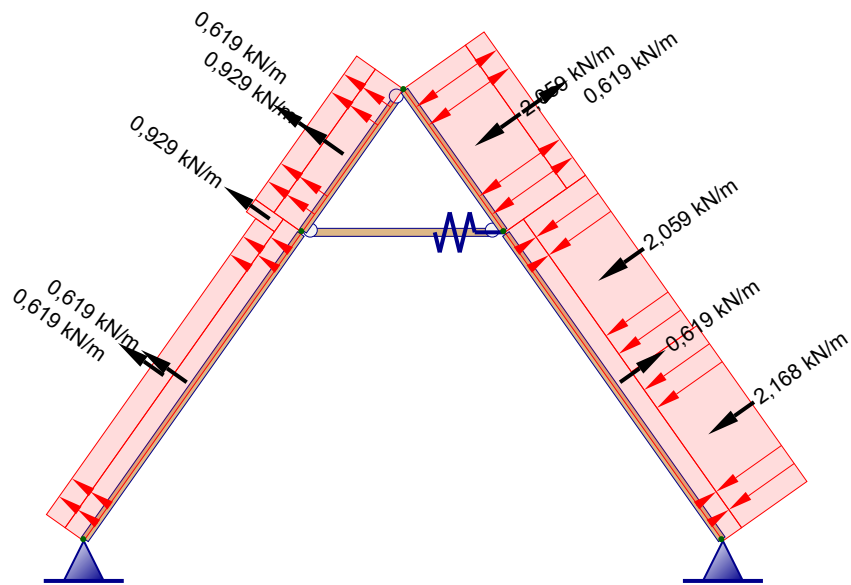
1.19 BELASTINGSGEVAL 13 Wind van links D + Overdruk



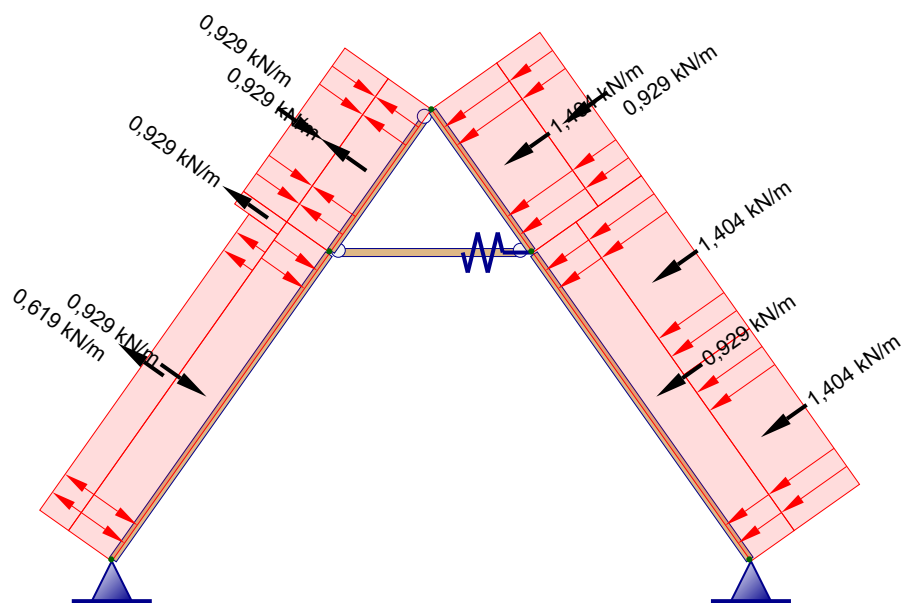
1.20 BELASTINGSGEVAL 14 Wind van rechts A + Onderdruk



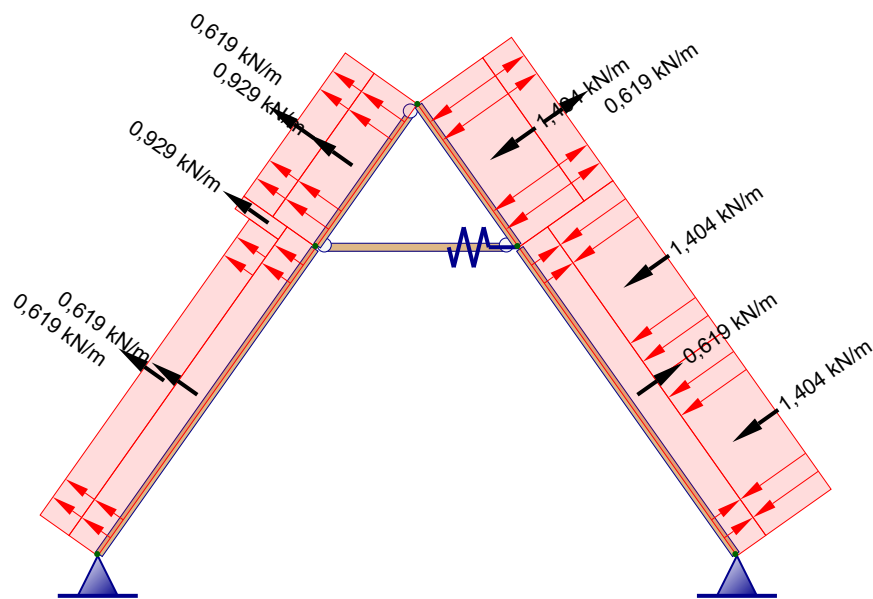
1.21 BELASTINGSGEVAL 15 Wind van rechts A + Overdruk



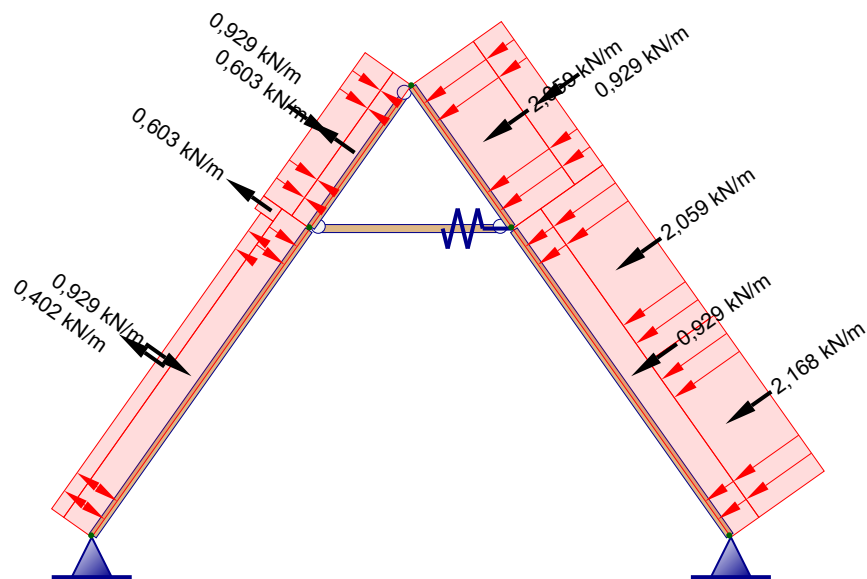
1.22 BELASTINGSGEVAL 16 Wind van rechts B + Onderdruk



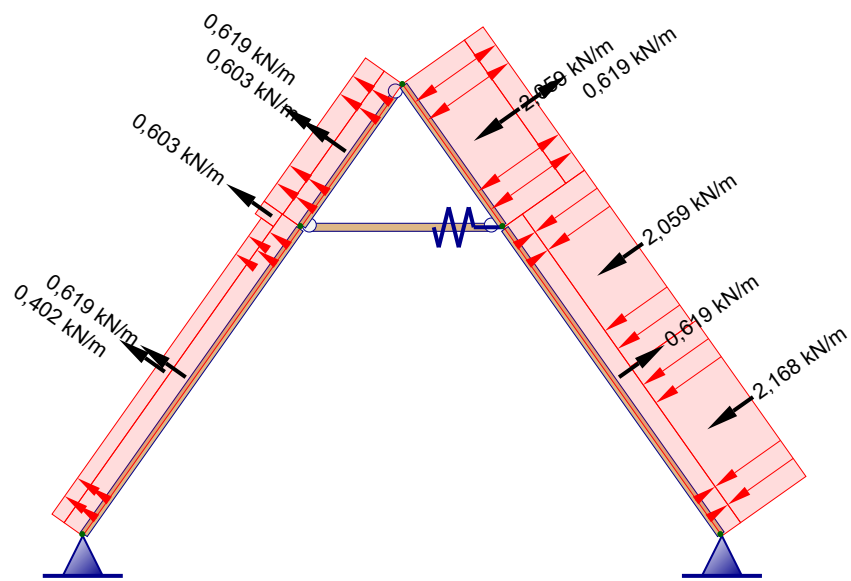
1.23 BELASTINGSGEVAL 17 Wind van rechts B + Overdruk



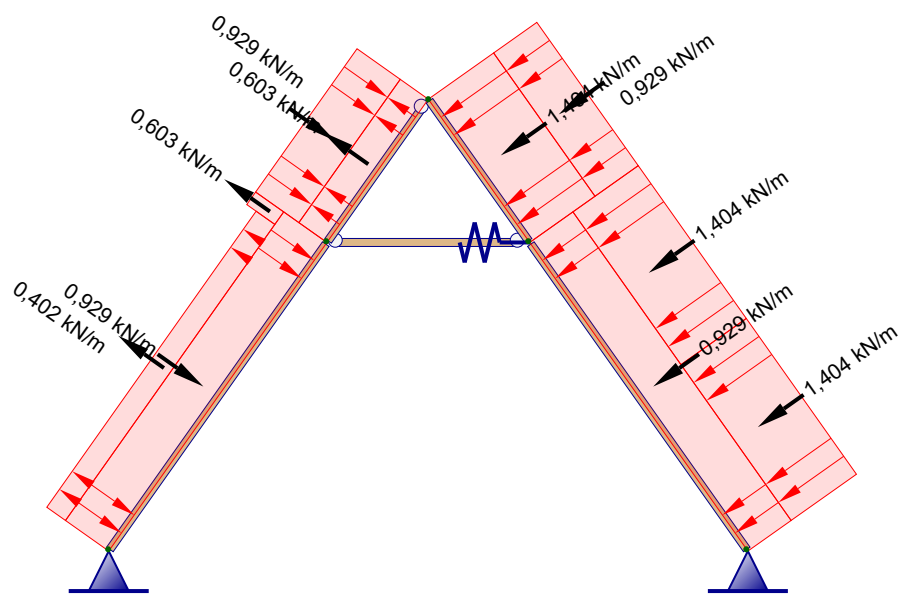
1.24 BELASTINGSGEVAL 18 Wind van rechts C + Onderdruk



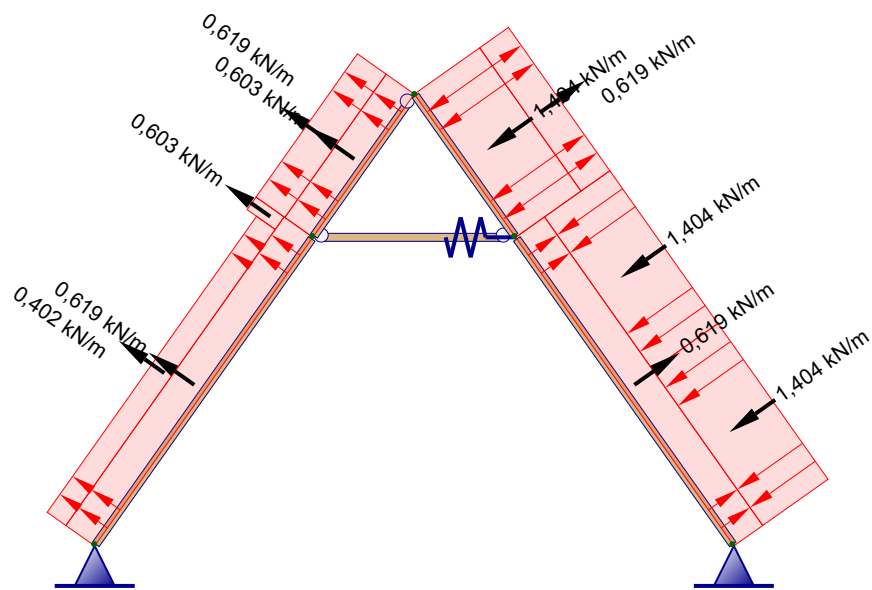
1.25 BELASTINGSGEVAL 19 Wind van rechts C + Overdruk



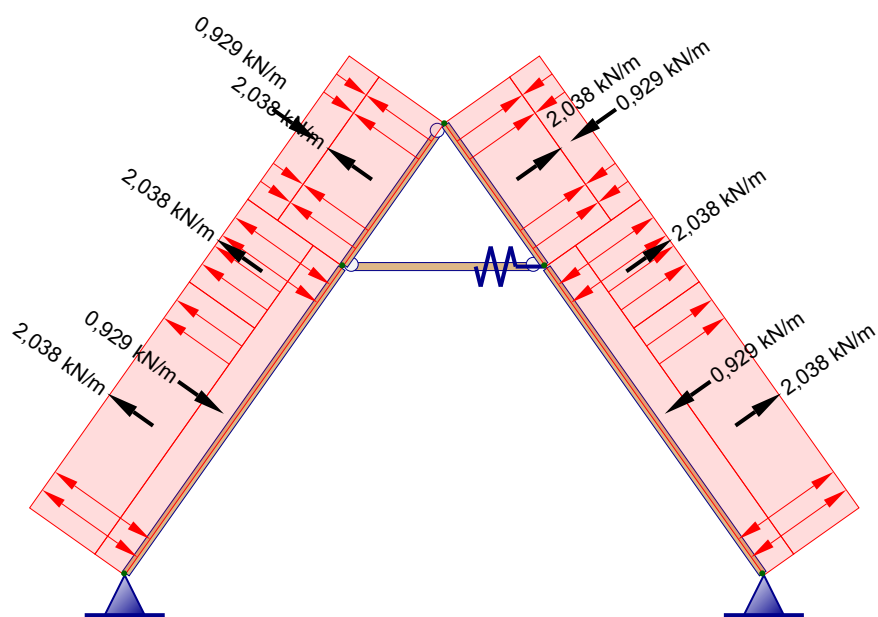
1.26 BELASTINGSGEVAL 20 Wind van rechts D + Onderdruk



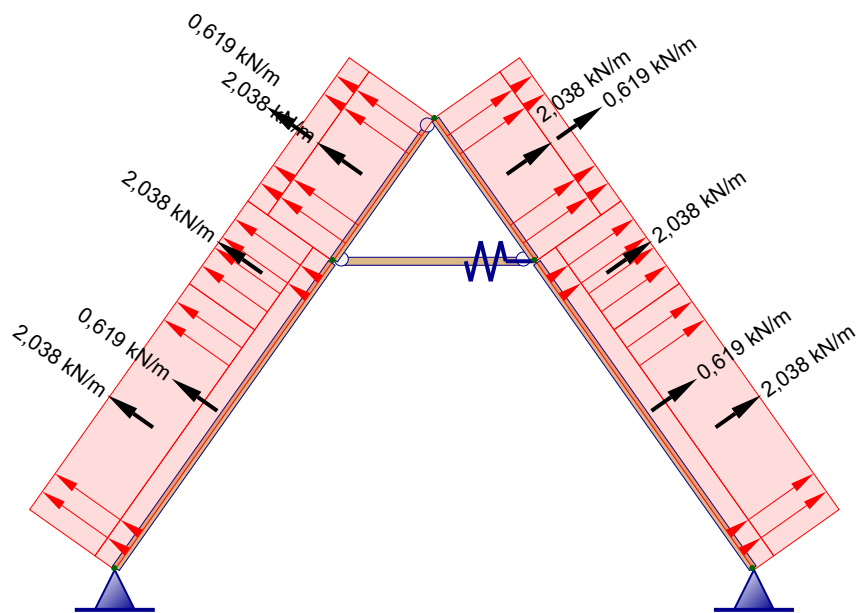
1.27 BELASTINGSGEVAL 21 Wind van rechts D + Overdruk



1.28 BELASTINGSGEVAL 22 Wind loodrecht A + Onderdruk



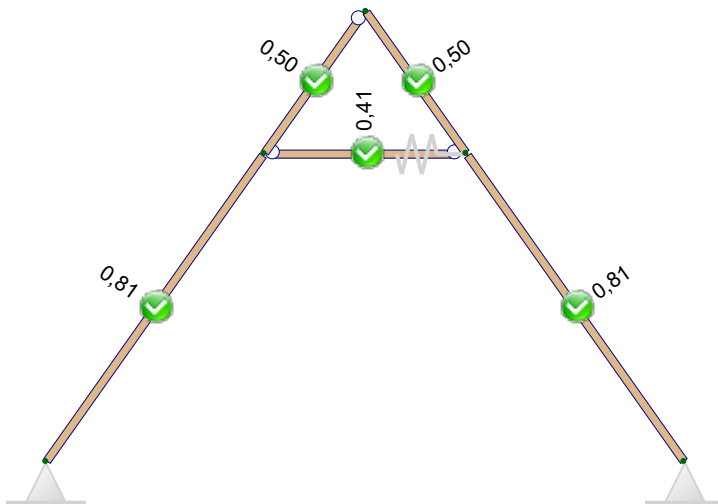
1.29 BELASTINGSGEVAL 23 Wind loodrecht A + Overdruk



2 Berekeningsresultaten

2.1 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 | 72 x 221 | 2.1 | 6.1.4 | 0,12 |
| | | 10.1 | 6.1.7 | 0,38 |
| | | 6.1 | 6.2.4 | 0,69 |
| | | 6.1 | 6.3.2 | 0,81 |
| | | 6.1 | 6.3.3 | 0,73 |
| | | 26.2 | Doorbuiging | 0,69 |
| | | 26.2 | Doorbuiging | 0,45 |
| | | 2 | 72 x 221 | 24.2 |
| 18.1 | 6.1.7 | 0,38 | | |
| 14.1 | 6.2.4 | 0,69 | | |
| 14.1 | 6.3.2 | 0,81 | | |
| 14.1 | 6.3.3 | 0,62 | | |
| 30.2 | Doorbuiging | 0,69 | | |
| 30.2 | Doorbuiging | 0,44 | | |
| 3 | 76 x 184 | 23.2 | | 6.1.2 |
| | | 10.1 | 6.1.4 | 0,12 |
| | | 2.1 | 6.1.7 | 0,20 |
| | | 23.1 | 6.2.3 | 0,22 |
| | | 2.1 | 6.2.4 | 0,33 |
| | | 10.1 | 6.3.2 | 0,41 |
| | | 10.1 | 6.3.3 | 0,32 |
| | | 24.2 | Doorbuiging | 0,24 |
| | | 24.2 | Doorbuiging | 0,15 |

| Staaf-nummer | Profiel | Combinatie nummer | Artikel | U.C. |
|--------------|-------------|-------------------|-------------|------|
| 4 | 72 x 221 | 27.1 | 6.1.2 | 0,01 |
| | | 14.1 | 6.1.4 | 0,01 |
| | | 10.1 | 6.1.7 | 0,25 |
| | | 7.2 | 6.2.3 | 0,05 |
| | | 18.1 | 6.2.4 | 0,47 |
| | | 18.1 | 6.3.2 | 0,50 |
| | | 6.1 | 6.3.3 | 0,43 |
| | | 30.2 | Doorbuiging | 0,12 |
| | | 5 | 72 x 221 | 15.2 |
| 6.1 | 6.1.4 | | | 0,01 |
| 18.1 | 6.1.7 | | | 0,25 |
| 15.2 | 6.2.3 | | | 0,05 |
| 10.1 | 6.2.4 | | | 0,47 |
| 10.1 | 6.3.2 | | | 0,50 |
| 14.1 | 6.3.3 | | | 0,44 |
| 26.2 | Doorbuiging | | | 0,12 |

2.2 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.2.1 Staaf 2 - 72 x 221 (C24 Klimaatklasse:1)

Druk evenwijdig aan de vezelrichting

art. 6.1.4

Combinatie : 24.2 x = 3429,3 mm Nx = -21,252 kN Vz = -2,433 kN My = 0 kNm
 Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{21252,4}{15912} = 1,3 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 12,9 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2)$$

Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 18.1 x = 0 mm Nx = -18,646 kN Vz = 11,262 kN My = -4,459 kNm
 Belastingsduurklasse : Kort

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{11261,8 \times 439569}{72 \times 64763166} = 1,1 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Gecombineerde buig- en axiale drukspanningen

art. 6.2.4

Combinatie : 14.1 x = 1939,2 mm Nx = -22,93 kN Vz = 0 kN My = 6,629 kNm
 Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{22930}{15912} = 1,4 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{6,629 \times 10^6}{586 \times 10^3} = 11,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{t,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \left(\frac{1,4}{14,5} \right)^2 + \frac{11,3}{16,6} = 0,69 < 1,00 \quad (6.19)$$

Kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.2

Combinatie : 14.1 x = 1939,2 mm Nx = -22,93 kN Vz = 0 kN My = 6,629 kNm
 Belastingsduurklasse : Kort

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3429}{63,8} = 53,75 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{53,75}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 0,911 \quad (6.21)$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1143}{20,8} = 55,00 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{55,00}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 0,933 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (0,911 - 0,3) + 0,911^2) = 0,98 \quad (6.27)$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,98 + \sqrt{0,98^2 - 0,91^2}} = 0,75 \quad (6.25)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (0,933 - 0,3) + 0,933^2) = 1,00 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,00 + \sqrt{1,00^2 - 0,93^2}} = 0,74 \quad (6.26)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{22930}{15912} = 1,4 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{6,629 \times 10^6}{586 \times 10^3} = 11,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,4}{0,75 \times 14,5} + \frac{11,3}{16,6} + 0,7 \times \frac{0,0}{19,2} = 0,81 < 1,00 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,4}{0,74 \times 14,5} + 0,7 \times \frac{11,3}{16,6} + \frac{0,0}{19,2} = 0,61 < 1,00 \quad (6.24)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.3

Combinatie : 14.1 x = 1939,2 mm Nx = -26,562 kN Vz = -8,801 kN My = 6,629 kNm
Belastingsduurklasse : Kort

Aantal kipsteunen: 2

Afstanden kipsteunen: 1143 1143 1143

Op twee steunpunten: Gelijkmatig verdeelde belasting

$$\rightarrow l_{ef} = 0,9 \times l = 0,9 \times 1143 = 1029 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l_{ef} + 2h = 1029 + 2 \times 221 = 1471 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 72^2}{221 \times 1471} \times 7400 = 118,4 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{118,4}} = 0,45 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{6,629 \times 10^6}{586 \times 10^3} = 11,3 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{26562}{15912} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1143}{20,8} = 55,00 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{55,00}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 0,933 \quad (6.22)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (0,933 - 0,3) + 0,933^2) = 1,00 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,00 + \sqrt{1,00^2 - 0,93^2}} = 0,74 \quad (6.26)$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,d} f_{c,0,d}} = \left(\frac{11,3}{1,00 \times 16,6} \right)^2 + \frac{1,7}{0,74 \times 14,5} = 0,62 < 1,00 \quad (6.35)$$

Doorbuiging

Combinatie : 30.2 x = 1814,9 mm Nx = -19,15 kN Vz = 0,587 kN My = 5,134 kNm
 Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -4,5 \text{ mm}$ $d_{z2} = 0 \text{ mm}$

$$W_{eind,z} = W_z + k_{def} W_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -8,1 + 0,6 \times -2,2 = -9,4 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{eind,z}|}{W_{eind,z,max}} = \frac{|-9,4|}{3429 / 250} = \frac{|-9,4|}{13,7} = 0,69 < 1,0$$

$$W_{bijk.,z} = W_z - W_{BGT \text{ Blijvend},z} = -8,1 + 2,1 = -6,1 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{bijk.,z}|}{W_{bijk.,z,max}} = \frac{|-6,1|}{3429 / 250} = \frac{|-6,1|}{13,7} = 0,44 < 1,0$$

Doorbuiging

Combinatie : 30.2 x = 1814,9 mm Nx = -19,15 kN Vz = 0,587 kN My = 5,134 kNm
 Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -4,5 \text{ mm}$ $d_{z2} = 0 \text{ mm}$

$$W_{eind,z} = W_z + k_{def} W_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -8,1 + 0,6 \times -2,2 = -9,4 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{eind,z}|}{W_{eind,z,max}} = \frac{|-9,4|}{3429 / 250} = \frac{|-9,4|}{13,7} = 0,69 < 1,0$$

$$W_{bijk.,z} = W_z - W_{BGT \text{ Blijvend},z} = -8,1 + 2,1 = -6,1 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{bijk.,z}|}{W_{bijk.,z,max}} = \frac{|-6,1|}{3429 / 250} = \frac{|-6,1|}{13,7} = 0,44 < 1,0$$

2.2.2 Staaf 3 - 76 x 184 (C24 Klimaatklasse:1)**Trek evenwijdig aan de vezelrichting**

art. 6.1.2

Combinatie : 23.2 x = 0 mm Nx = 7,426 kN Vz = 2,424 kN My = 0 kNm
 Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,Ed}}{A} = \frac{7425,9}{13984} = 0,5 \text{ N/mm}^2 < f_{t,0,d} = 9,7 \text{ N/mm}^2 \quad (6.1)$$

Druk evenwijdig aan de vezelrichting

art. 6.1.4

Combinatie : 10.1 x = 1840 mm Nx = -24,657 kN Vz = -2,665 kN My = 0 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{24656,5}{13984} = 1,8 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 14,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2)$$

Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 2.1 x = 1840 mm Nx = -11,548 kN Vz = -4,491 kN My = 0 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{4491,2 \times 321632}{76 \times 39453525} = 0,5 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

Gecombineerde buig- en axiale trekspanningen

art. 6.2.3

Combinatie : 23.1 x = 920 mm Nx = 6,14 kN Vz = 0 kN My = 1,226 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{6140}{13984} = 0,4 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{1,226 \times 10^6}{429 \times 10^3} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,4}{9,7} + \frac{2,9}{16,6} = 0,22 < 1,00 \quad (6.17)$$

Gecombineerde buig- en axiale drukspanningen

art. 6.2.4

Combinatie : 2.1 x = 920 mm Nx = -11,548 kN Vz = 0 kN My = 2,066 kNm

Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{11548}{13984} = 0,8 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{2,066 \times 10^6}{429 \times 10^3} = 4,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{t,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \left(\frac{0,8}{12,9} \right)^2 + \frac{4,8}{14,8} = 0,33 < 1,00 \quad (6.19)$$

Kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.2

Combinatie : 10.1 x = 920 mm Nx = -24,657 kN Vz = 0 kN My = 1,226 kNm

Belastingsduurklasse : Kort

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1840}{53,1} = 34,64 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{34,64}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 0,587 \quad (6.21)$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1840}{21,9} = 83,87 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{83,87}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 1,422 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (0,587 - 0,3)) + 0,587^2 = 0,70 \quad (6.27)$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,70 + \sqrt{0,70^2 - 0,59^2}} = 0,92 \quad (6.25)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,422 - 0,3) + 1,422^2) = 1,62 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,62 + \sqrt{1,62^2 - 1,42^2}} = 0,42 \quad (6.26)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{24657}{13984} = 1,8 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{1,226 \times 10^6}{429 \times 10^3} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,8}{0,92 \times 14,5} + \frac{2,9}{16,6} + 0,7 \times \frac{0,0}{19,0} = 0,30 < 1,00 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,8}{0,42 \times 14,5} + 0,7 \times \frac{2,9}{16,6} + \frac{0,0}{19,0} = 0,41 < 1,00 \quad (6.24)$$

Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.3

Combinatie : 10.1 $x = 920 \text{ mm}$ $N_x = -24,657 \text{ kN}$ $V_z = -2,665 \text{ kN}$ $M_y = 1,226 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

Aantal kipsteunen: 0 Op twee steunpunten: Gelijkmatig verdeelde belasting

$$\rightarrow l_{ef} = 0,9 \times l = 0,9 \times 1840 = 1656 \text{ mm} \quad l_{ef} = l_{ef} + 2h = 1656 + 2 \times 184 = 1840 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 76^2}{184 \times 1840} \times 7400 = 98,5 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{98,5}} = 0,494 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{1,226 \times 10^6}{429 \times 10^3} = 2,9 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{24657}{13984} = 1,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1840}{21,9} = 83,87 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{83,87}{\pi} \sqrt{\frac{21,0}{7400}} = 1,422 \quad (6.22)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,422 - 0,3) + 1,422^2) = 1,62 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,62 + \sqrt{1,62^2 - 1,42^2}} = 0,42 \quad (6.26)$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,d} f_{c,0,d}} = \left(\frac{2,9}{1,00 \times 16,6} \right)^2 + \frac{1,8}{0,42 \times 14,5} = 0,32 < 1,00 \quad (6.35)$$

Doorbuiging

Combinatie : 24.2 $x = 920 \text{ mm}$ $N_x = -10,009 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 1,654 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0,5 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0,4 \text{ mm}$

$$W_{\text{eind},z} = W_z + k_{\text{def}} W_{\text{BGT Quasi blijvend},z} = -1,3 + 0,6 \times -0,8 = -1,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{\text{eind},z}|}{W_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-1,8|}{1840 / 250} = \frac{|-1,8|}{7,4} = 0,24 < 1,0$$

$$W_{\text{bijk},z} = W_z - W_{\text{BGT Blijvend},z} = -1,3 + 0,5 = -0,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{\text{bijk},z}|}{W_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-0,8|}{1840 / 333} = \frac{|-0,8|}{5,5} = 0,15 < 1,0$$

Doorbuiging

Combinatie : 24.2 $x = 920 \text{ mm}$ $N_x = -10,009 \text{ kN}$ $V_z = 0 \text{ kN}$ $M_y = 1,654 \text{ kNm}$

Belastingsduurklasse : Kort

Lokale knoopverplaatsingen $d_{z1} = -0,5 \text{ mm}$ $d_{z2} = -0,4 \text{ mm}$

$$W_{\text{eind},z} = W_z + k_{\text{def}} W_{\text{BGT Quasi blijvend},z} = -1,3 + 0,6 \times -0,8 = -1,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{\text{eind},z}|}{W_{\text{eind},z,\text{max}}} = \frac{|-1,8|}{1840 / 250} = \frac{|-1,8|}{7,4} = 0,24 < 1,0$$

$$W_{\text{bijk},z} = W_z - W_{\text{BGT Blijvend},z} = -1,3 + 0,5 = -0,8 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{\text{bijk},z}|}{W_{\text{bijk},z,\text{max}}} = \frac{|-0,8|}{1840 / 333} = \frac{|-0,8|}{5,5} = 0,15 < 1,0$$

Bestand :.....2023-00020 vloer P [REDACTED] te Buren AMELAND.xfem

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| 1.Invoergegevens | 26 |
| 1.1 KNOOPEN..... | 26 |
| 1.2 STAVEN..... | 26 |
| 1.3 PLATEN..... | 26 |
| 1.4 BELASTINGSGEVALLEN..... | 26 |
| 1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht..... | 27 |
| 1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk..... | 27 |
| 2.1 Wapeningsberekening..... | 28 |
| 2.1.1 Knoop 719 - UGT Combinatie: 2 Veranderlijk..... | 29 |
| 2.1.2 Knoop 719 - BGT Combinatie: 3 Permanent..... | 31 |
| 2.1.3 Knoop 5 - UGT Combinatie: 2 Veranderlijk..... | 34 |
| 2.1.4 Knoop 5 - BGT Combinatie: 3 Permanent..... | 36 |

1. Invoergegevens

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1992-1-1+C1:2011/NB:2016+A1:2020 nl

Gevolgklasse : CC1

Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s²

1.1 KNOPEN

| Knoopnummer | Coördinaten | | | Opleggingen | | | | | |
|-------------|-------------|--------|--------|-------------|----|----|----|----|----|
| | X [mm] | Y [mm] | Z [mm] | Tx | Ty | Tz | Rx | Ry | Rz |
| 1 | 7100 | 5900 | 0 | | | | | | |
| 2 | 0 | 5900 | 0 | | | | | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| 4 | 2700 | 0 | 0 | | | | | | |
| 5 | 2700 | 3100 | 0 | | | | | | |
| 485 | 7100 | 3100 | 0 | | | | | | |
| 680 | 2700 | 5900 | 0 | | | | | | |

1.2 STAVEN

| Staafternummer | Knoop | | Staaftaansluitingen | | Profiel | Lengte [mm] |
|----------------|-------|------|---------------------|-------|---------|-------------|
| | van | naar | begin | begin | | |
| 1 | 5 | 680 | aaaaaa | | | 2800 |

1.3 PLATEN

Plaat 1

| | | | |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|
| Plaatdikte | 160 mm | Materiaal Beton C20/25 | |
| Elasticiteitsmodulus | 210000 N/mm ² | Poison ratio 0,20 | |
| Beddingconstante | 10000 kN/m ³ | | |
| Elementtype | Plaat | Constructieklasse S4 | |
| Betonsterkteklasse | C20/25 | Kruipcoëfficiënt 2,70 | |
| Betonstaalsoort | B500B | Korreldiameter 31,50 mm | |
| Aantal beugelsneden | 2 | Hoek betondrukdiagonaal 22 | |
| | <u>Bovenzijde</u> | <u>Onderzijde</u> | |
| Milieuklassen | XC1 | XC3 | |
| Betonoppervlak | Controleerbaar | Oncontroleerbaar | |
| ΔC_{dev} | 5 mm | | |
| Dekking | 25 mm | 25 mm | |
| Nominale dekking c_{nom} | 15 mm | 25 mm | EN 1992-1-1 (4.1) |
| Wapening in X-ri. | 8-150 | 8-150 | |
| Wapening in Y-ri. | 8-150 | 8-150 | |
| 1e laag | Wapening in X-ri. | Wapening in X-ri. | |

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 | E: Industrie en kantoorfunctie | 1,00 | 0,90 | 0,80 |

Totaal eigen gewicht: : 11300 kg.

1.5 BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

1.6 BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk

1.6.1 Staafbelastingen

| Staaf- nummer | Belasting | | | | | | Afstand van | | |
|------------------|-----------|---|-------------|-------------|------|------|-------------|--------|--------|
| | Richting | Type | q1 | q2 | Hoek | Exc. | Knoop | a [mm] | L [mm] |
| 1 | L-Z |  q | -2,600 kN/m | -2,600 kN/m | 0,0 | 0,0 | 5 | 0 | 2800 |

2.Berekeningsresultaten

2.1 Wapeningsberekening

Cement publicatie 2021 editie 8: 'Wapenen van Schijven en Platen'

Auteurs: Dr.ir.drs. René Braam en Prof.dr.ir. Johan Blaauwendraad

| Plaat- nummer | Knoop- nummer | Asxt [mm ² /m] | Asyt [mm ² /m] | Asxb [mm ² /m] | Asyb [mm ² /m] | Asw [mm ² /m] |
|------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 719 | 5 | 15 | 14 | 4 | 0 |
| 1 | 719 | 5 | 15 | 14 | 4 | 0 |
| 1 | 5 | 62 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 5 | 62 | 30 | 0 | 0 | 0 |

2.1.1 Knoop 719 - UGT Combinatie: 2 Veranderlijk

$$h = 160 \text{ mm} \quad d_t = 42 \text{ mm} \quad d_b = 42 \text{ mm} \quad d_v = 118 \text{ mm}$$

$$n_{xx} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{yy} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{xy} = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$m_{xx} = 0,172 \text{ kNm/m} \quad m_{yy} = -0,20 \text{ kNm/m} \quad m_{xy} = -0,42 \text{ kNm/m}$$

$$v_x = -0,89 \text{ kN/m} \quad v_y = 2,61 \text{ kN/m} \quad \theta = 22^\circ$$

$$v_o = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{-0,89^2 + 2,61^2} = 2,76 \text{ kN/m}$$

$$\tan \varphi_o = \frac{v_y}{v_x} = \frac{2,61}{-0,89} = -2,930 \quad \varphi_o = -71,2$$

$$\sin \varphi_o = -0,946 \quad \cos \varphi_o = 0,323$$

Opneembare dwarskracht

$$\rho_{lx} = A_{s1x} / (b_w d) = 14 / (1000 \times 127) = 0,000114$$

$$\rho_{ly} = A_{s1y} / (b_w d) = 4 / (1000 \times 127) = 0,000034$$

$$\rho_l = \rho_{lx} \cos^2 \varphi_o + \rho_{ly} \sin^2 \varphi_o = 0,000042 \leq 0,02$$

$$n_{mn} = n_{xx} \cos^2 \varphi_o + n_{yy} \sin^2 \varphi_o + n_{xy} \sin 2 \varphi_o = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{127}} = 2,255 > 2,0 \rightarrow k = 2,0$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d = \dots(6.2.a)$$

$$= [0,12 \times 2 \times (100 \times 0,000042 \times 20)^{1/3} + 0,15 \times 0] \times 1000 \times 127 \times 10^{-3} = 13,39 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 2^{3/2} \times 20^{1/2} = 0,443 \text{ MPa} \dots(6.3N)$$

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0,443 + 0,15 \times 0) \times 1000 \times 127 \times 10^{-3} = 56,225 \text{ kN} \dots(6.2.b)$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c(6.2.a)}; V_{Rd,c(6.2.b)}) = \max(13,39; 56,23) = 56,23 \text{ kN}$$

$v_o < V_{Rd,c} \rightarrow$ Er is geen dwarskrachtwapening nodig.

Bovenshil

$$n_{xxt} = \frac{-m_{xx}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xx} = \frac{-0,17}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = -1,46 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyt} = \frac{-m_{yy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{yy} = \frac{0,20}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 1,69 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyt} = \frac{-m_{xy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xy} = \frac{0,42}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 3,57 \text{ kN/m}$$

$$n_{ot} = |n_{xyt}| = 3,57 \text{ kN/m}$$

1: $n_{xxt} > -n_{ot}$ $n_{yyt} > -n_{ot}$ ja \rightarrow Geval 1 wapening in x- en y-richting

2: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{yyt} < -n_{ot}$ nee

3: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{xxt} < -n_{ot}$ nee

$$4: n_{xxt} n_{yyt} > n_{ot}^2 \quad n_{xxt} < 0 \quad n_{yyt} < 0 \quad \text{nee}$$

Toetsing betondrukkracht

$$n_{ct} = 2 n_{ot} = 2 \times 3,57 = 7,14 \text{ kN/m}$$

$$n_{ct} < 1,0 f_{cd} b_w d_t = 1,0 \times 13,33 \times 1000 \times 42 \times 10^{-3} = 561,33 \text{ kN/m}$$

Berekening wapening

$$n_{sxt} = n_{xxt} + n_{ot} = -1,46 + 3,57 = 2,11 \text{ kN/m}$$

$$n_{syt} = n_{yyt} + n_{ot} = 1,69 + 3,57 = 5,26 \text{ kN/m}$$

$$A_{sxt,ULS} = \frac{n_{sxt}}{f_{yd}} = \frac{2,11 \times 10^3}{435} = 5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{syt,ULS} = \frac{n_{syt}}{f_{yd}} = \frac{5,26 \times 10^3}{435} = 12 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Onderscil

$$n_{xxb} = \frac{m_{xx}}{d_v} + \gamma n_{xx} = \frac{0,17}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = 1,46 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyb} = \frac{m_{yy}}{d_v} + \gamma n_{yy} = \frac{-0,20}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -1,69 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyb} = \frac{m_{xy}}{d_v} + \gamma n_{xy} = \frac{-0,42}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -3,57 \text{ kN/m}$$

$$n_{ob} = |n_{xyb}| = 3,57 \text{ kN/m}$$

$$1: n_{xxb} > -n_{ob} \quad n_{yyb} > -n_{ob} \quad \text{ja} \rightarrow \text{Geval 1 wapening in x- en y-richting}$$

$$2: n_{xxb} n_{yyb} < n_{ob}^2 \quad n_{yyb} < -n_{ob} \quad \text{nee}$$

$$3: n_{xxb} n_{yyb} < n_{ob}^2 \quad n_{xxb} < -n_{ob} \quad \text{nee}$$

$$4: n_{xxb} n_{yyb} > n_{ob}^2 \quad n_{xxb} < 0 \quad n_{yyb} < 0 \quad \text{nee}$$

Toetsing betondrukkracht

$$n_{cb} = 2 n_{ob} = 2 \times 3,57 = 7,14 \text{ kN/m}$$

$$n_{cb} < 1,0 f_{cd} b_w d_b = 1,0 \times 13,33 \times 1000 \times 42 \times 10^{-3} = 561,33 \text{ kN/m}$$

Berekening wapening

$$n_{sxb} = n_{xxb} + n_{ob} = 1,46 + 3,57 = 5,03 \text{ kN/m}$$

$$n_{syb} = n_{yyb} + n_{ob} = -1,69 + 3,57 = 1,88 \text{ kN/m}$$

$$A_{sxb,ULS} = \frac{n_{sxb}}{f_{yd}} = \frac{5,03 \times 10^3}{435} = 12 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{syb,ULS} = \frac{n_{syb}}{f_{yd}} = \frac{1,88 \times 10^3}{435} = 4 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sxt,min} = 0 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{syt,min} = 15 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sxb,min} = 14 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{syb,min} = 0 \text{ mm}^2/\text{m}$$

2.1.2 Knoop 719 - BGT Combinatie: 3 Permanent

$$h = 160 \text{ mm} \quad d_t = 42 \text{ mm} \quad d_b = 42 \text{ mm} \quad d_v = 118 \text{ mm}$$

$$n_{xx} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{yy} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{xy} = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$m_{xx} = 0,127 \text{ kNm/m} \quad m_{yy} = -0,15 \text{ kNm/m} \quad m_{xy} = -0,31 \text{ kNm/m}$$

Bovenshil

$$n_{xxt} = \frac{-m_{xx}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xx} = \frac{-0,13}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = -1,08 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyt} = \frac{-m_{yy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{yy} = \frac{0,15}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 1,24 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyt} = \frac{-m_{xy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xy} = \frac{0,31}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 2,63 \text{ kN/m}$$

$$n_{ot} = |n_{xyt}| = 2,63 \text{ kN/m}$$

1: $n_{xxt} > -n_{ot}$ $n_{yyt} > -n_{ot}$ ja → Geval 1 wapening in x- en y-richting

2: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{yyt} < -n_{ot}$ nee

3: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{xxt} < -n_{ot}$ nee

4: $n_{xxt} n_{yyt} > n_{ot}^2$ $n_{xxt} < 0$ $n_{yyt} < 0$ nee

Berekening van scheurwijdte

$$n_{sxt} = n_{xxt} + n_{ot} = -1,08 + 2,63 = 1,55 \text{ kN/m}$$

$$n_{synt} = n_{yyt} + n_{ot} = 1,24 + 2,63 = 3,87 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_s = \frac{n_{sxt}}{A_{sxt}} = \frac{1,55 \times 10^3}{5} = 319 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 5 / 82500 = 0,000059 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \emptyset / \rho_{p,eff} = 3,4 \times 25 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,000059 = 23223 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max} > \max [(50 - 0,8f_{c,k}) \emptyset ; 15 \emptyset] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} > 1,3 (h-x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200000 / 29962 = 6,68$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{319 - 0,4 \frac{2,21}{0,000123} (1 + 6,68 \times 0,000123)}{200000} = -0,03426$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} < 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} \quad \rightarrow \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,6 \frac{319}{200000} = 0,000958 \quad \dots(7.9)$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 153 \times 0,000958 = 0,147 \text{ mm} < w_{max} = 0,7 \text{ mm} \quad \dots(7.8)$$

$$\sigma_s = \frac{n_{synt}}{A_{synt}} = \frac{3,87 \times 10^3}{15} = 256 \text{ MPa}$$

$$h_{eff} = \min [2,5 (h-d) ; (h-x) / 3] = \min [2,5 \times (160 - 127) ; (160 - 42) / 3] = 39 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 15 / 39300 = 0,000385 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max} = k_{3c} + k_{1k} k_{2k} k_{4\emptyset} / \rho_{p,eff} = 3,4 \times 33 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,000385 = 3649 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max} > \max [(50-0,8f_{c,k})\emptyset ; 15\emptyset] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} > 1,3(h-x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200000 / 29962 = 6,68$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{256 - 0,4 \frac{2,21}{0,000385} (1 + 6,68 \times 0,000385)}{200000} = -0,010245$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} < 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} \rightarrow \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,6 \frac{256}{200000} = 0,000768 \quad \dots(7.9)$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 153 \times 0,000768 = 0,118 \text{ mm} < w_{max} = 0,7 \text{ mm} \quad \dots(7.8)$$

Onderschiil

$$n_{xxb} = \frac{m_{xx}}{d_v} + \gamma n_{xx} = \frac{0,13}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = 1,08 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyb} = \frac{m_{yy}}{d_v} + \gamma n_{yy} = \frac{-0,15}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -1,24 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyb} = \frac{m_{xy}}{d_v} + \gamma n_{xy} = \frac{-0,31}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -2,63 \text{ kN/m}$$

$$n_{ob} = |n_{xyb}| = 2,63 \text{ kN/m}$$

1: $n_{xxb} > -n_{ob}$ $n_{yyb} > -n_{ob}$ ja → Geval 1 wapening in x- en y-richting

2: $n_{xxb} n_{yyb} < n_{ob}^2$ $n_{yyb} < -n_{ob}$ nee

3: $n_{xxb} n_{yyb} < n_{ob}^2$ $n_{xxb} < -n_{ob}$ nee

4: $n_{xxb} n_{yyb} > n_{ob}^2$ $n_{xxb} < 0$ $n_{yyb} < 0$ nee

Berekening van scheurwijdte

$$n_{sxb} = n_{xxb} + n_{ob} = 1,08 + 2,63 = 3,71 \text{ kN/m}$$

$$n_{syb} = n_{yyb} + n_{ob} = -1,24 + 2,63 = 1,39 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_s = \frac{n_{sxb}}{A_{sxb}} = \frac{3,71 \times 10^3}{14} = 256 \text{ MPa}$$

$$h_{eff} = \min [2,5(h-d) ; (h-x) / 3] = \min [2,5 \times (160 - 127) ; (160 - 42) / 3] = 39 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 14 / 39300 = 0,000368 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max} = k_{3c} + k_{1k} k_{2k} k_{4\emptyset} / \rho_{p,eff} = 3,4 \times 25 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,000368 = 3783 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max} > \max [(50-0,8f_{c,k})\emptyset ; 15\emptyset] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} > 1,3(h-x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200000 / 29962 = 6,68$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{256 - 0,4 \frac{2,21}{0,000368} (1 + 6,68 \times 0,000368)}{200000} = -0,010768$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} < 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} \rightarrow \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,6 \frac{256}{200000} = 0,000769 \quad \dots(7.9)$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 153 \times 0,000769 = 0,118 \text{ mm} < w_{max} = 0,3 \text{ mm} \quad \dots(7.8)$$

$$\sigma_s = \frac{n_{syb}}{A_{syb}} = \frac{1,39 \times 10^3}{4} = 321 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 4 / 82500 = 0,000052 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \varnothing / \rho_{p,eff} = 3,4 \times 33 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,000052 = 26079 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max} > \max [(50 - 0,8 f_{c,k}) \varnothing ; 15 \varnothing] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} > 1,3 (h - x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200000 / 29962 = 6,68$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{321 - 0,4 \frac{2,21}{0,00011} (1 + 6,68 \times 0,00011)}{200000} = -0,038634$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} < 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} \rightarrow \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,6 \frac{321}{200000} = 0,000963 \quad \dots(7.9)$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 153 \times 0,000963 = 0,148 \text{ mm} < w_{max} = 0,3 \text{ mm} \quad \dots(7.8)$$

2.1.3 Knoop 5 - UGT Combinatie: 2 Veranderlijk

$$h = 160 \text{ mm} \quad d_t = 42 \text{ mm} \quad d_b = 42 \text{ mm} \quad d_v = 118 \text{ mm}$$

$$n_{xx} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{yy} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{xy} = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$m_{xx} = -1,812 \text{ kNm/m} \quad m_{yy} = -0,51 \text{ kNm/m} \quad m_{xy} = -0,72 \text{ kNm/m}$$

$$v_x = -0,10 \text{ kN/m} \quad v_y = 1,38 \text{ kN/m} \quad \theta = 22^\circ$$

$$v_0 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{-0,10^2 + 1,38^2} = 1,39 \text{ kN/m}$$

$$\tan \varphi_0 = \frac{v_y}{v_x} = \frac{1,38}{-0,10} = -13,916 \quad \varphi_0 = -85,9$$

$$\sin \varphi_0 = -0,997 \quad \cos \varphi_0 = 0,072$$

Opneembare dwarskracht

$$\rho_{lx} = A_{s1x} / (b_w d) = 62 / (1000 \times 127) = 0,000487$$

$$\rho_{ly} = A_{s1y} / (b_w d) = 30 / (1000 \times 127) = 0,000236$$

$$\rho_l = \rho_{lx} \cos^2 \varphi_0 + \rho_{ly} \sin^2 \varphi_0 = 0,000237 \leq 0,02$$

$$n_{mn} = n_{xx} \cos^2 \varphi_0 + n_{yy} \sin^2 \varphi_0 + n_{xy} \sin 2 \varphi_0 = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{127}} = 2,255 > 2,0 \rightarrow k = 2,0$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d = \dots(6.2.a)$$

$$= [0,12 \times 2 \times (100 \times 0,000237 \times 20)^{1/3} + 0,15 \times 0] \times 1000 \times 127 \times 10^{-3} = 23,78 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 2^{3/2} \times 20^{1/2} = 0,443 \text{ MPa} \dots(6.3N)$$

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0,443 + 0,15 \times 0) \times 1000 \times 127 \times 10^{-3} = 56,225 \text{ kN} \dots(6.2.b)$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c(6.2.a)}; V_{Rd,c(6.2.b)}) = \max(23,78; 56,23) = 56,23 \text{ kN}$$

$v_0 < V_{Rd,c} \rightarrow$ Er is geen dwarskrachtwapening nodig.

Bovenshil

$$n_{xxt} = \frac{-m_{xx}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xx} = \frac{1,81}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 15,37 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyt} = \frac{-m_{yy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{yy} = \frac{0,51}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 4,30 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyt} = \frac{-m_{xy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xy} = \frac{0,72}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 6,13 \text{ kN/m}$$

$$n_{ot} = |n_{xyt}| = 6,13 \text{ kN/m}$$

1: $n_{xxt} > -n_{ot}$ $n_{yyt} > -n_{ot}$ ja \rightarrow Geval 1 wapening in x- en y-richting

2: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{yyt} < -n_{ot}$ nee

3: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{xxt} < -n_{ot}$ nee

$$4: n_{xxt} n_{yyt} > n_{ot}^2 \quad n_{xxt} < 0 \quad n_{yyt} < 0 \quad \text{nee}$$

Toetsing betondrukkracht

$$n_{ct} = 2 n_{ot} = 2 \times 6,13 = 12,26 \text{ kN/m}$$

$$n_{ct} < 1,0 f_{cd} b_w d_t = 1,0 \times 13,33 \times 1000 \times 42 \times 10^{-3} = 561,33 \text{ kN/m}$$

Berekening wapening

$$n_{sxt} = n_{xxt} + n_{ot} = 15,37 + 6,13 = 21,50 \text{ kN/m}$$

$$n_{syt} = n_{yyt} + n_{ot} = 4,30 + 6,13 = 10,43 \text{ kN/m}$$

$$A_{sxt,ULS} = \frac{n_{sxt}}{f_{yd}} = \frac{21,50 \times 10^3}{435} = 49 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{syt,ULS} = \frac{n_{syt}}{f_{yd}} = \frac{10,43 \times 10^3}{435} = 24 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Onderschil

$$n_{xxb} = \frac{m_{xx}}{d_v} + \gamma n_{xx} = \frac{-1,81}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -15,37 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyb} = \frac{m_{yy}}{d_v} + \gamma n_{yy} = \frac{-0,51}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -4,30 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyb} = \frac{m_{xy}}{d_v} + \gamma n_{xy} = \frac{-0,72}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -6,13 \text{ kN/m}$$

$$n_{ob} = | n_{xyb} | = 6,13 \text{ kN/m}$$

$$1: n_{xxb} > -n_{ob} \quad n_{yyb} > -n_{ob} \quad \text{nee}$$

$$2: n_{xxb} n_{yyb} < n_{ob}^2 \quad n_{yyb} < -n_{ob} \quad \text{nee}$$

$$3: n_{xxb} n_{yyb} < n_{ob}^2 \quad n_{xxb} < -n_{ob} \quad \text{nee}$$

$$4: n_{xxb} n_{yyb} > n_{ob}^2 \quad n_{xxb} < 0 \quad n_{yyb} < 0 \quad \text{ja} \rightarrow \text{Geval 4 geen wapening}$$

Toetsing betondrukkracht

$$n_{cb} = \left| \frac{1}{2} (n_{xxb} + n_{yyb}) - \sqrt{\frac{1}{4} (n_{xxb} - n_{yyb})^2 + n_{xyb}^2} \right| =$$

$$= \left| \frac{1}{2} (-15,37 + -4,30) - \sqrt{\frac{1}{4} (-15,37 - -4,30)^2 + -6,13^2} \right| = 18,09 \text{ kN/m}$$

$$n_{cb} < 1,0 f_{cd} b_w d_b = 1,0 \times 13,33 \times 1000 \times 42 \times 10^{-3} = 561,33 \text{ kN/m}$$

$$A_{sxt,min} = 62 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{syt,min} = 30 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sxb,min} = 0 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{syb,min} = 0 \text{ mm}^2/\text{m}$$

2.1.4 Knoop 5 - BGT Combinatie: 3 Permanent

$$h = 160 \text{ mm} \quad d_t = 42 \text{ mm} \quad d_b = 42 \text{ mm} \quad d_v = 118 \text{ mm}$$

$$n_{xx} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{yy} = 0,00 \text{ kN/m} \quad n_{xy} = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$m_{xx} = -1,340 \text{ kNm/m} \quad m_{yy} = -0,37 \text{ kNm/m} \quad m_{xy} = -0,53 \text{ kNm/m}$$

Bovenshil

$$n_{xxt} = \frac{-m_{xx}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xx} = \frac{1,34}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 11,36 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyt} = \frac{-m_{yy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{yy} = \frac{0,37}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 3,18 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyt} = \frac{-m_{xy}}{d_v} + (1 - \gamma) n_{xy} = \frac{0,53}{0,118} + (1 - 0,50) \times 0,00 = 4,53 \text{ kN/m}$$

$$n_{ot} = |n_{xyt}| = 4,53 \text{ kN/m}$$

1: $n_{xxt} > -n_{ot}$ $n_{yyt} > -n_{ot}$ ja → Geval 1 wapening in x- en y-richting

2: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{yyt} < -n_{ot}$ nee

3: $n_{xxt} n_{yyt} < n_{ot}^2$ $n_{xxt} < -n_{ot}$ nee

4: $n_{xxt} n_{yyt} > n_{ot}^2$ $n_{xxt} < 0$ $n_{yyt} < 0$ nee

Berekening van scheurwijdte

$$n_{sxt} = n_{xxt} + n_{ot} = 11,36 + 4,53 = 15,89 \text{ kN/m}$$

$$n_{syt} = n_{yyt} + n_{ot} = 3,18 + 4,53 = 7,71 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_s = \frac{n_{sxt}}{A_{sxt}} = \frac{15,89 \times 10^3}{62} = 257 \text{ MPa}$$

$$h_{eff} = \min [2,5 (h-d) ; (h-x) / 3] = \min [2,5 \times (160 - 127) ; (160 - 42) / 3] = 39 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,eff,y} = A_s / A_{c,eff} = 62 / 39300 = 0,001573 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max,y} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \varnothing / \rho_{p,eff,y} = 3,4 \times 25 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,001573 = 950 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max,y} > \max [(50-0,8f_{c,k}) \varnothing ; 15\varnothing] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,y} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max,y} > 1,3 (h-x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,y} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$h_{eff} = \min [2,5 (h-d) ; (h-x) / 3] = \min [2,5 \times (160 - 127) ; (160 - 42) / 3] = 39 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,eff,z} = A_s / A_{c,eff} = 30 / 39300 = 0,000763 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max,z} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \varnothing / \rho_{p,eff,z} = 3,4 \times 33 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,000763 = 1895 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max,z} > \max [(50-0,8f_{c,k}) \varnothing ; 15\varnothing] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,z} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max,z} > 1,3 (h-x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,z} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$s_{r,max} = \frac{1}{\frac{\cos\theta}{s_{r,max,y}} + \frac{\sin\theta}{s_{r,max,z}}} = \frac{1}{\frac{0,914}{153} + \frac{0,406}{153}} = 116 \text{ mm} \quad \dots(7.15)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200000 / 29962 = 6,68$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{257 - 0,4 \frac{2,21}{0,001573} (1 + 6,68 \times 0,001573)}{200000} = -0,001555$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} < 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} \rightarrow \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,6 \frac{257}{200000} = 0,000771 \quad \dots(7.9)$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 116 \times 0,000771 = 0,09 \text{ mm} < w_{max} = 0,7 \text{ mm} \quad \dots(7.8)$$

$$\sigma_s = \frac{n_{syt}}{A_{syt}} = \frac{7,71 \times 10^3}{30} = 257 \text{ MPa}$$

$$h_{eff} = \min [2,5 (h-d) ; (h-x) / 3] = \min [2,5 \times (160 - 127) ; (160 - 42) / 3] = 39 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,eff,y} = A_s / A_{c,eff} = 30 / 39300 = 0,000763 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max,y} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \varnothing / \rho_{p,eff,y} = 3,4 \times 33 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,000763 = 1895 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max,y} > \max [(50-0,8f_{c,k}) \varnothing ; 15 \varnothing] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,y} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max,y} > 1,3 (h-x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,y} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$h_{eff} = \min [2,5 (h-d) ; (h-x) / 3] = \min [2,5 \times (160 - 127) ; (160 - 42) / 3] = 39 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,eff,z} = A_s / A_{c,eff} = 62 / 39300 = 0,001573 \quad \dots(7.10)$$

$$s_{r,max,z} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \varnothing / \rho_{p,eff,z} = 3,4 \times 25 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,001573 = 950 \text{ mm} \quad \dots(7.11)$$

$$s_{r,max,z} > \max [(50-0,8f_{c,k}) \varnothing ; 15 \varnothing] = 272 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,z} = 272 \text{ mm}$$

$$s_{r,max,z} > 1,3 (h-x) = 1,3 \times (160 - 42) = 153 \text{ mm} \rightarrow s_{r,max,z} = 153 \text{ mm} \quad \dots(7.14)$$

$$s_{r,max} = \frac{1}{\frac{\cos\theta}{s_{r,max,y}} + \frac{\sin\theta}{s_{r,max,z}}} = \frac{1}{\frac{0,914}{153} + \frac{0,406}{153}} = 116 \text{ mm} \quad \dots(7.15)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200000 / 29962 = 6,68$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{257 - 0,4 \frac{2,21}{0,000763} (1 + 6,68 \times 0,000763)}{200000} = -0,004539$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} < 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} \rightarrow \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,6 \frac{257}{200000} = 0,000771 \quad \dots(7.9)$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 116 \times 0,000771 = 0,09 \text{ mm} < w_{max} = 0,7 \text{ mm} \quad \dots(7.8)$$

Onderschl

$$n_{xxb} = \frac{m_{xx}}{d_v} + \gamma n_{xx} = \frac{-1,34}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -11,36 \text{ kN/m}$$

$$n_{yyb} = \frac{m_{yy}}{d_v} + \gamma n_{yy} = \frac{-0,37}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -3,18 \text{ kN/m}$$

$$n_{xyb} = \frac{m_{xy}}{d_v} + \gamma n_{xy} = \frac{-0,53}{0,118} + 0,50 \times 0,00 = -4,53 \text{ kN/m}$$

$$n_{ob} = |n_{xyb}| = 4,53 \text{ kN/m}$$

1: $n_{xxb} > -n_{ob}$ $n_{yyb} > -n_{ob}$ nee

2: $n_{xxb} n_{yyb} < n_{ob}^2$ $n_{xyb} < -n_{ob}$ nee

3: $n_{xxb} n_{yyb} < n_{0b}^2$ $n_{xxb} < -n_{0b}$ nee

4: $n_{xxb} n_{yyb} > n_{0b}^2$ $n_{xxb} < 0$ $n_{yyb} < 0$ ja → Geval 4 geen wapening