



VNK Statica 6.0 voor het controleren ontwerpen van dragende en niet- dragende kalkzandsteenwanden

Bouwen? Natuurlijk in kalkzandsteen.

Inhoud workshop

prof. ir S.N.M. Wijte

ing. E. van Alstede

M. Meijers Msc

M. Meijers Msc

-Algemene ontwikkelingen

- Wijzigingen in Eurocode 6 en NPR
- Ontwikkeling in onderzoek
- Achtergrond Statica programma

-Modules ingedeeld naar toepassingsgebied

-Appartementengebouw

- Module 1, 3, 5 – Dragende wanden met vloerinteractie
- Module 4, 6 – Stabiliteitskernen
- Module 7, 8 – Raamwerk

-Seriematige laagbouw

- Module 2 – Niet-dragende windbelaste wanden
- Module 9 – Stabiliteitskernen over 2 bouwlagen
- Module 10 – Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

-Vrijstaande laagbouw

- Module 11 – Verticaal gewapende stabiliteitswand met niet aanhechtende wapening



Adviesbureau [ir. J.G. Hageman B.V.](#)

VNK Statica 6.0

Regelgeving voor Steenconstructies en Wijzigingen in het programma

Online Workshop – 1 dec 2020

Simon Wijte

TU/e

EINDHOVEN
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

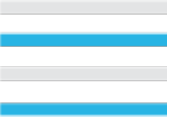


Inleiding

Onderwerpen die in deze bijdrage worden besproken zijn:

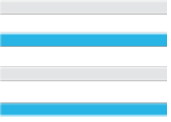
- Regelgeving voor Steenconstructies in Nederland
- Wijzigingen in het programma Statica
- Rekenvoorbeelden bij het programma





De volgende regelgeving is in Nederland relevant voor het ontwerp en beoordelen van steenconstructies:

- Normen Eurocode 6:
 - NEN-EN 1996-1-1 Algemene eisen en regels voor ongewapend en gewapend metselwerk
 - NEN-EN 1996-1-2 Steenconstructies bij brand
 - NEN-EN 1996-2 Uitvoering en materiaalspecificaties
 - NEN-EN 1996-3 Eenvoudige rekenregels voor ongewapend metselwerk
- Richtlijnen
 - NPR 9096-1-1 Aanvullende en eenvoudige rekenregels
- Norm in voorbereiding:
 - NEN 8706 Beoordeling bestaande steenconstructies



Prenormatieve regelgeving

In het verleden waren CUR-Aanbevelingen beschikbaar als prenormatieve regelgeving:

- 71 Constructieve aspecten bij ontwerp, berekening en detaillering van gevels in metselwerk
- 73 Stabiliteit van steenconstructies

De regels in deze Aanbevelingen zijn in de loop van de tijd overgenomen in de NPR 9096-1-1 en de nationale bijlage bij NEN-EN 1996-1-1



Prenormatieve regelgeving

Op dit moment wordt prenormatieve regelgeving opgesteld en uitgegeven door de Stichting Stapelbouw: Technische Aanbevelingen:


- 010 Constructieve toepassing van in tegelverband uitgevoerd metselwerk
- 020 Spouwmuren met een buitenblad met een dikte van 65 mm belast door wind
- 030 Toepassing van niet hechtende wapening voor het verhogen van de weerstand van gemetselde penanten
- 040 Dragende wanden bij vloeren met grote overspanningen
- 050 Interactie gemetselde buitenbladen met hsb-binnenbladen

<https://www.stapelbouw.net/publicaties/>


Regelgeving

Onderzoek van de Stichting Stapelbouw wordt begeleid door de Technische Commissie van de Stichting.

Technische Aanbevelingen worden uitgebracht onder verantwoordelijkheid van de Stichting, doch na overleg in de NEN- en TGB Steenconstructies.



STICHTING
STAPELBOUW



Stichting Stapelbouw | Florijnweg 6 | 6883 JP Velp | T +31 (0)26 384 56 30 | E info@stapelbouw.net | KvK: 41050395

- HOME
- NIEUWS
- ORGANISATIE
- PUBLICATIES**
- EUROCODE 6
- ONDERWIJS
- LINKS
- LOGIN

PUBLICATIES

Nieuwsflits

- [Nieuwsflits 24 oktober 2019](#)
- [Nieuwsflits 2 april 2019](#)
- [Nieuwsflits 1 maart 2018](#)
- [Nieuwsflits 2 februari 2018](#)
- [Nieuwsflits 21 november 2016](#)
- [Nieuwsflits 7 september 2016](#)
- [Nieuwsflits 29 maart 2016](#)
- [Nieuwsflits 27 januari 2016](#)
- [Nieuwsflits 12 januari 2016](#)

Nieuwsbulletins

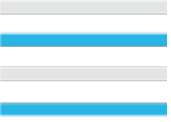
- [Nieuwsbulletin mei 2016](#)
- [Nieuwsbulletin oktober 2015](#)

Publicaties over metselwerk

- [SBRCURnet publicaties](#)
- [Werkrapporten t.b.v. CUR-metselwerkonderzoek](#)
- [Verschenen artikelen in het vakblad Cement](#)
- [Beoordelings- en Uitvoeringsrichtlijnen \(BRL en URL\)](#)
- [Rapporten uit TC Stapelbouw](#)

Technische Aanbevelingen Stapelbouw

- [Technische Aanbeveling STA.050.2019 Stapelbouw: Interactie gemetselde buitenbladen met hsb-binnenbladen](#)



Wijziging van de nationale bijlage bij NEN-EN 1996-1-1 in 2018 is één van de redenen waarom het Statica programma is gereviseerd.

Verder zijn de regels van een aantal Technische Aanbevelingen van de Stichting Stapelbouw verwerkt in het programma:

- 030 Toepassing van niet hechtende wapening voor het verhogen van de weerstand van gemetselde penanten
- 040 Dragende wanden bij vloeren met grote overspanningen

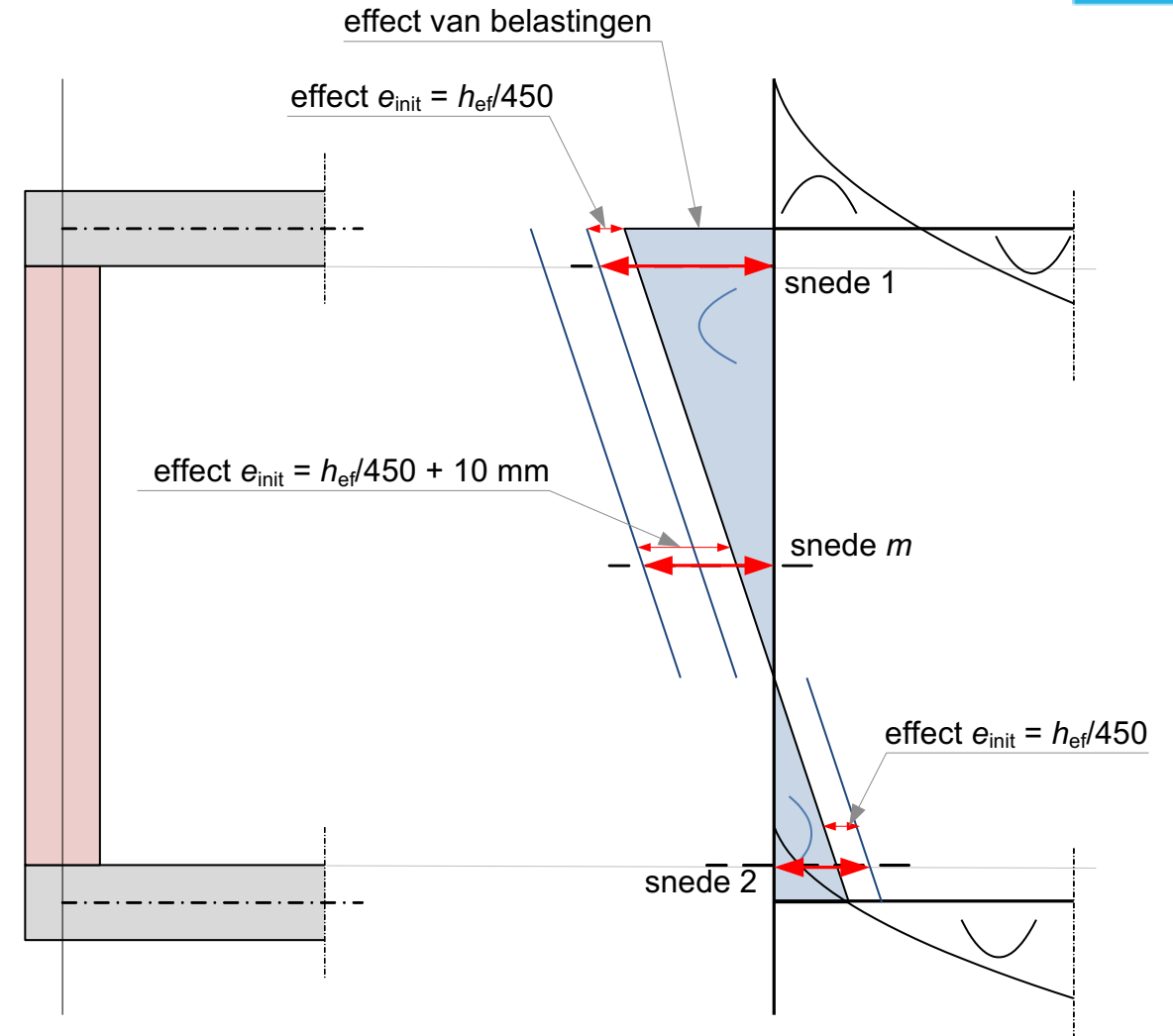
Regelgeving

Wijziging van de nationale bijlage bij NEN-EN 1996-1-1 betreft met name de wijze waarop wordt omgegaan met de initiële excentriciteit.

Situatie conform NB 2011

e_{init} is vergroot voor de snede in het midden

$$e_{init} = h_{ef}/450 + 10 \text{ mm}$$



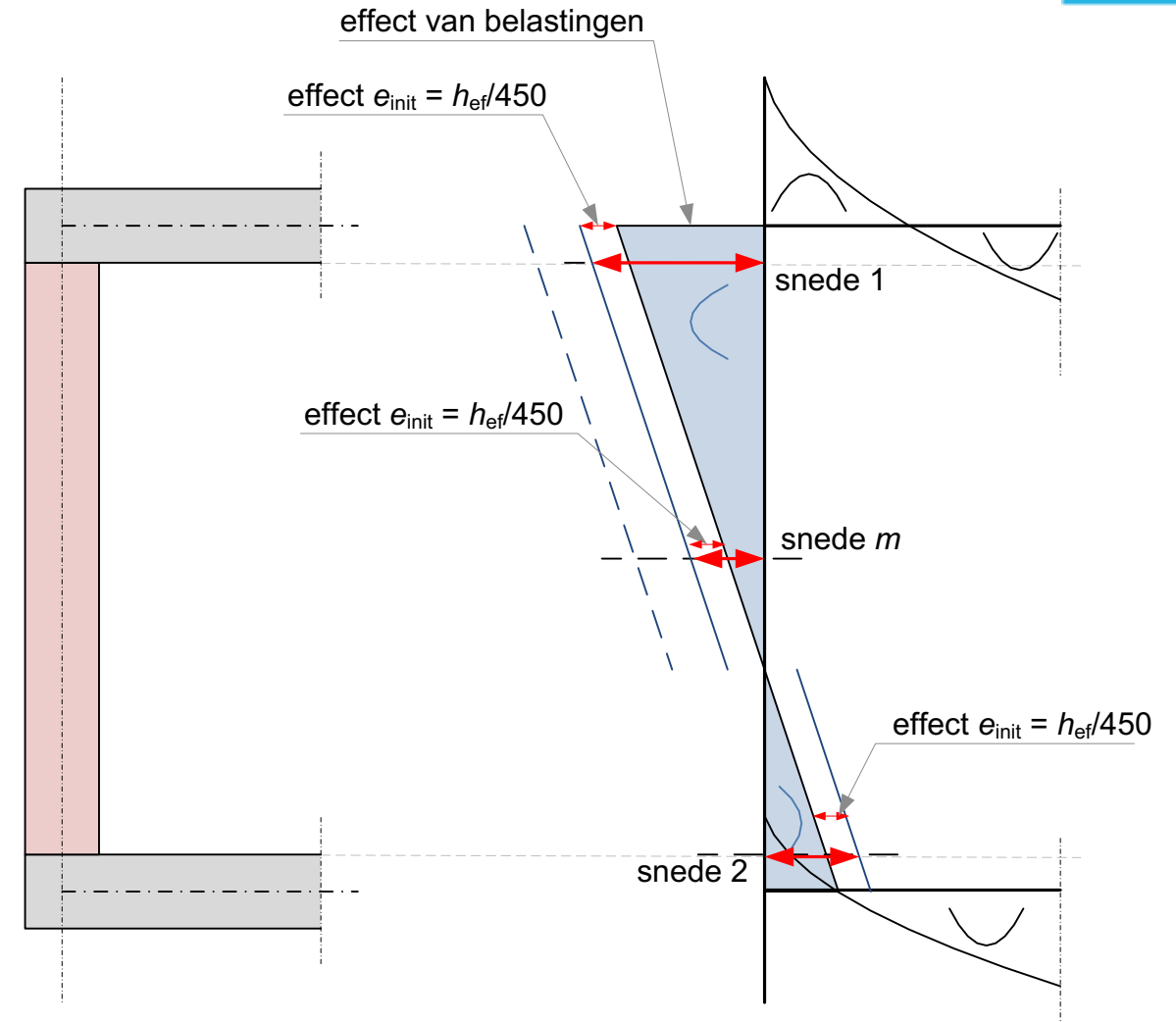
Regelgeving

Wijziging van de nationale bijlage bij NEN-EN 1996-1-1 betreft met name de wijze waarop wordt omgegaan met de initiële excentriciteit.

Situatie conform NB 2018:

e_{init} is constant voor alle snedes

Aanvullend moet een extra schema worden beschouwd.

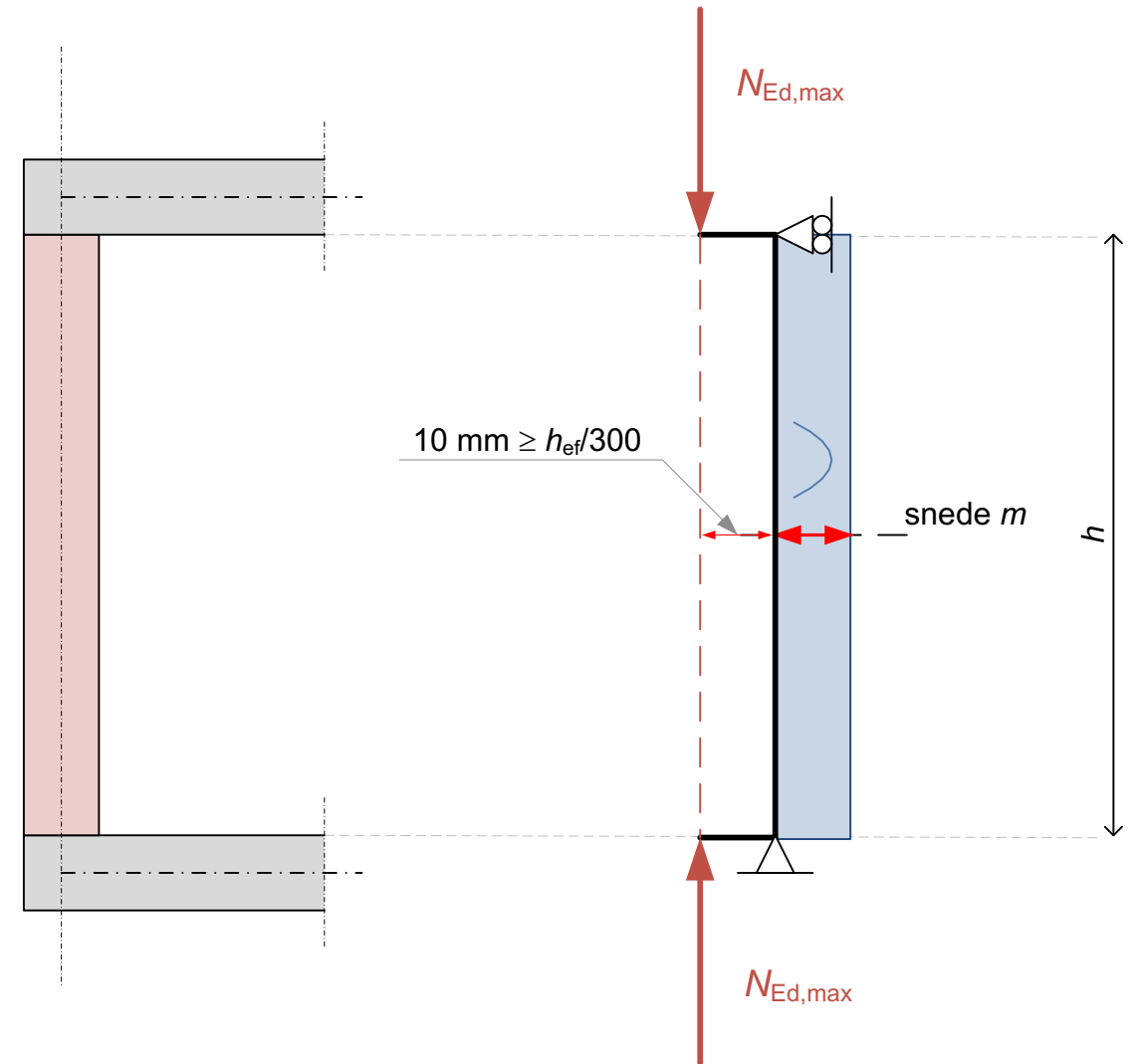


Regelgeving

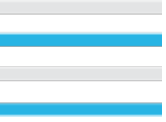
Wijziging van de nationale bijlage bij NEN-EN 1996-1-1 betreft met name de wijze waarop wordt omgegaan met de initiële excentriciteit.

Situatie conform NB 2018

Aanvullend moet de wand worden getoetst voor een constant aanwezige eerste orde excentriciteit en $\rho_2 = 1,0$



Opzet Statica 5.0

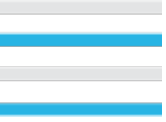


Module 1 t/m 4:

1. Toets van een twee- of meerzijdig gesteunde dragende wand
2. Toets van een niet-dragende wand met laterale windbelasting
3. Toets van oplegspanning bij een puntlast
4. Toets van doorsnede stabiliteitskern met moment en dwarskracht

Deze modules waren volledig gebaseerd op NEN-EN 1996-1-1

Opzet Statica 5.0

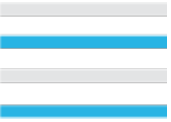


Module 5 t/m 10:

5. Toets van een dragende wand in geschoord raamwerk
6. Toets van een stabiliteitskern van een gebouw van meerdere verdiepingen
7. Toets van een stabiliteitswand met inklemming aan onderzijde
8. Toets van stabiliteit uit een kruisvormig constructiedeel
9. Toets van een stabiliteitskern van twee verdiepingen bestaande uit een penant en aansluitende bouwmuur
10. Toets van verplaatsingen van een neutrale wand

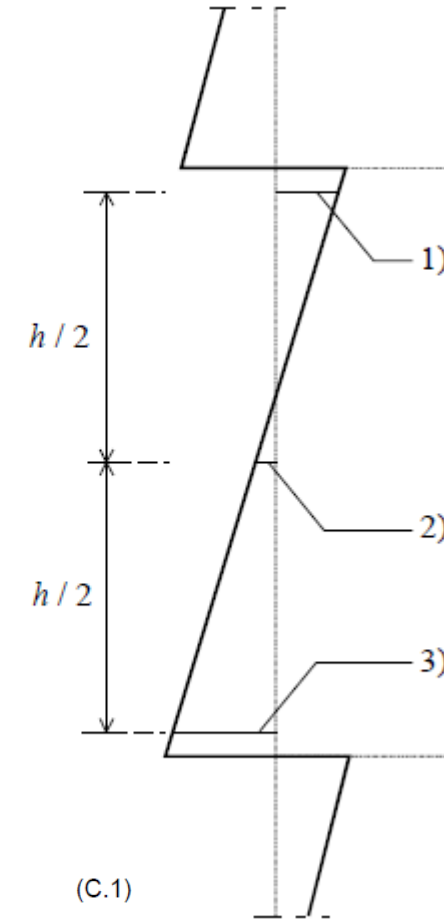
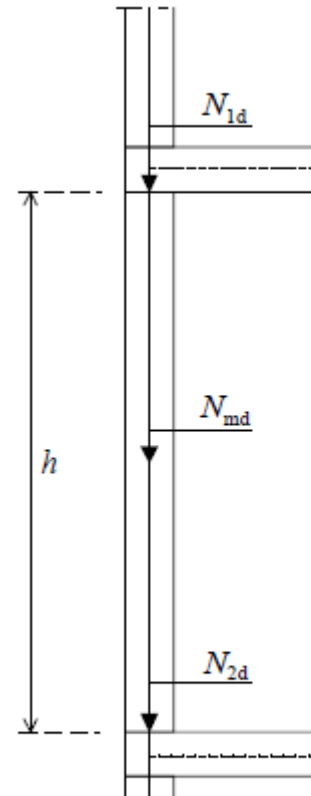
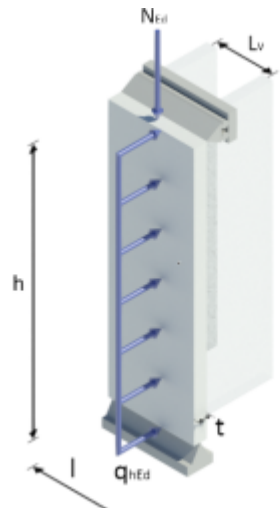
Deze modules waren gebaseerd op NPR 9096-1-1 eventueel in combinatie met NEN-EN 1996-1-1

Wijzigingen in Statica 6.0



Module 1

Twee- of meerzijdig gesteunde dragende wand met momenten in het midden en het uiteinden van de wand



$$[C1] \quad M_1 = \frac{\frac{n_1 E_1 I_1}{h_1}}{\frac{n_1 E_1 I_1}{h_1} + \frac{n_2 E_2 I_2}{h_2} + \frac{n_3 E_3 I_3}{l_3} + \frac{n_4 E_4 I_4}{l_4}} \left[\frac{w_3 l_3^2}{4(n_3 - 1)} - \frac{w_4 l_4^2}{4(n_4 - 1)} \right]$$

(C.1)

Wijzigingen in Statica 6.0

Module 1

Twee- of meerzijdig gesteunde dragende wand met momenten in het midden en het uiteinden van de wand

- Berekening van momenten is toegevoegd

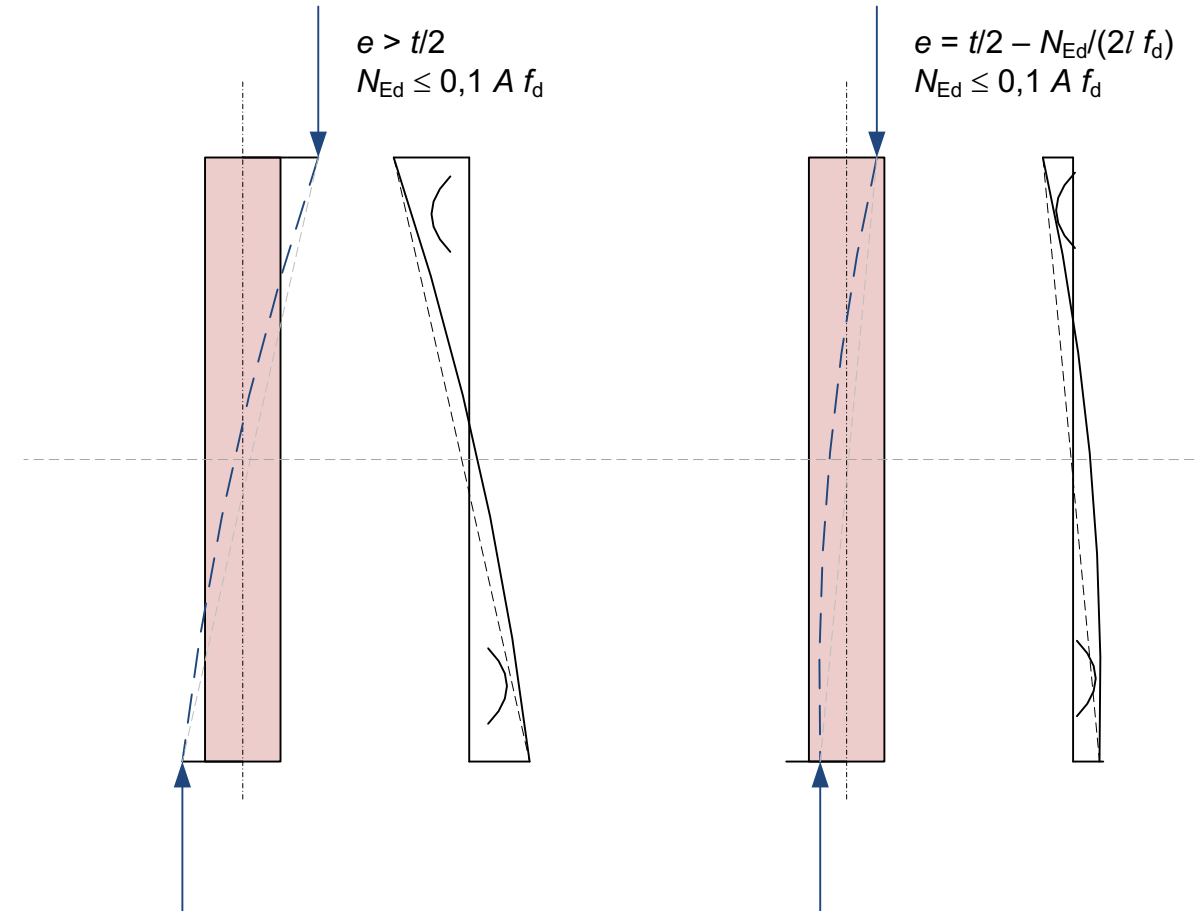
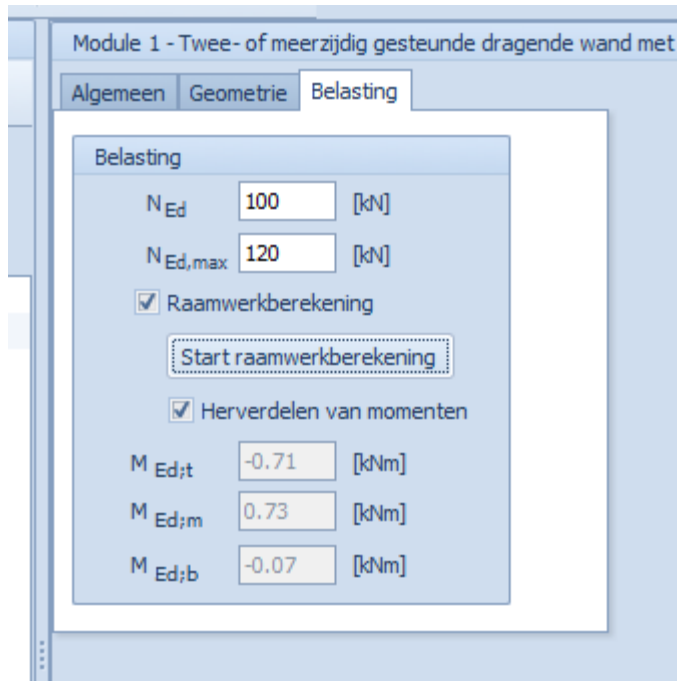
The image displays the Statica 6.0 software interface. The main window, titled "Raamwerkberekening", shows a structural frame model with a central vertical column and two horizontal beams. The frame is supported by four pin supports. The top beam has a total length of 6000 units, with a central section of 3000 units. The bottom beam also has a total length of 6000 units, with a central section of 3000 units. The vertical column has a height of 6000 units, divided into two 3000-unit segments. The frame is subjected to various distributed loads: $q = 2 \text{ kN/m}$ on the top beam, $q = 4 \text{ kN/m}$ on the bottom beam, $q = 1 \text{ kN/m}$ on the left side of the column, and $q = 0.5 \text{ kN/m}$ on the right side of the column. A dialog box titled "Staabbelasting - Staaf 1" is open in the foreground, showing the definition of a load case. The dialog box includes a dropdown menu for "Belastingsgeval" set to "1 belasting", a diagram of the beam with a load $q_1 = 0.500 \text{ kN/m}$ and $q_2 = 0.500 \text{ kN/m}$ over a length of 3000 units, and input fields for "Omschrijving" (set to "a"), "q1" (set to 0.5), "q2" (set to 0.5), and "a" (set to 0). The dialog box also has "Annuleer" and "OK" buttons.

Wijzigingen in Statica 6.0

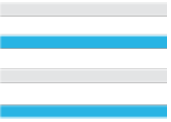
Module 1

Twee- of meerszijdig gesteunde dragende wand met momenten in het midden en het uiteinden van de wand

- Herverdelen van momenten



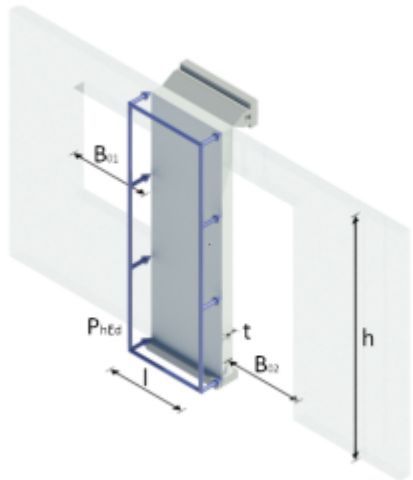
Wijzigingen in Statica 6.0



Module 2

Niet-dragende wand met laterale windbelasting

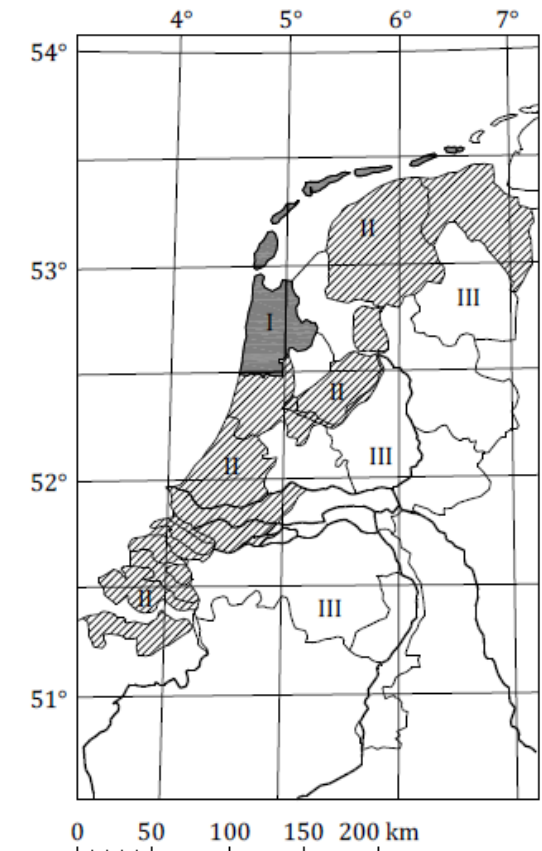
- Windbelasting op wand kan worden berekend door het programma



Bereken qEhd

| | | |
|------------------|----------------------------|-------------------|
| Windgebied | I | .. |
| Terreincategorie | II Onbebouwd gebied | |
| h_b | 30 [m] | b_{O1} 0.7 [m] |
| b_b | 20 [m] | b_{O2} 2 [m] |
| h_w | 20 [m] | |
| Stuwdruk p_w | 1.435 [kN/m ²] | |
| c_f | 0.8 [m] | percentage 50 [%] |
| aantal zijden | 2 | |
| q_{Ehd} | 1.154 [kN/m] | |

Annuleer OK



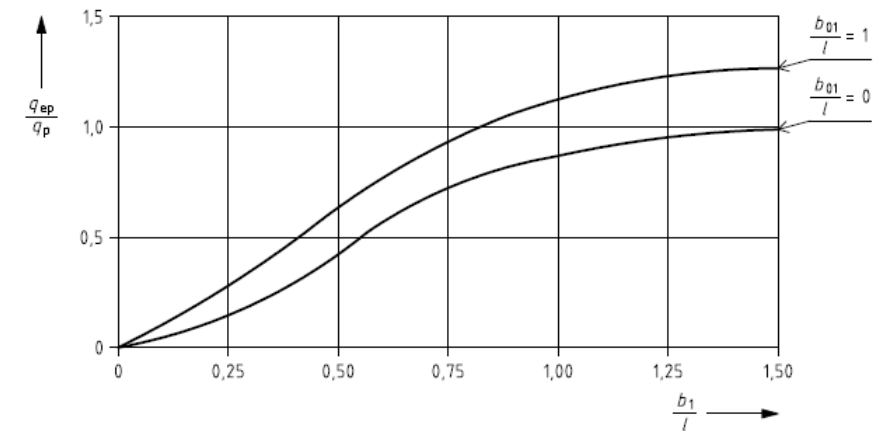
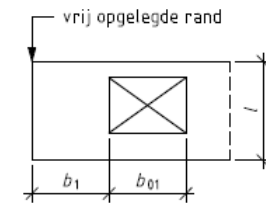
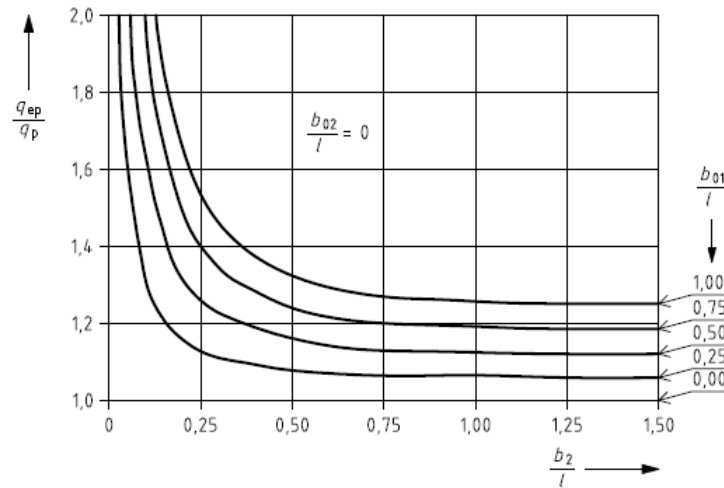
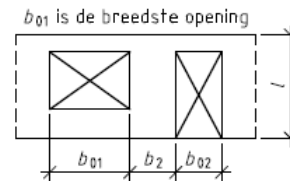
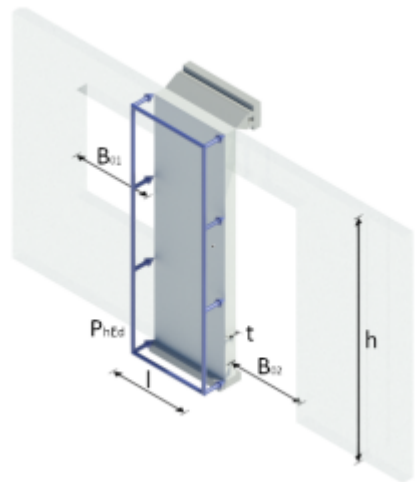
Wijzigingen in Statica 6.0



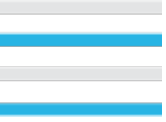
Module 2

Niet-dragende wand met laterale windbelasting

- Grafieken uit NPR 9096-1-1
 - eerder in CUR-Aanbeveling 71

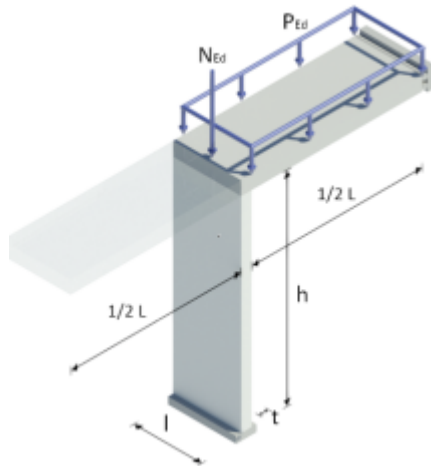


Wijzigingen in Statica 6.0



Module 5

Dragende wanden in geschoord raamwerk



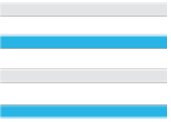
Achtergrond:

- regels en tabellen in NPR 9096-1-1
- eerder in NPR 6791

Toepassingsgebied:

- vloeroverspanningen t/m 7,2 meter
- op basis van niet lineair rekenen
- gerelateerd aan vervormingscapaciteit wand en hoekverdraaiing vloer
- mogelijk een oplossing als volgens module 1 de constructie niet voldoet

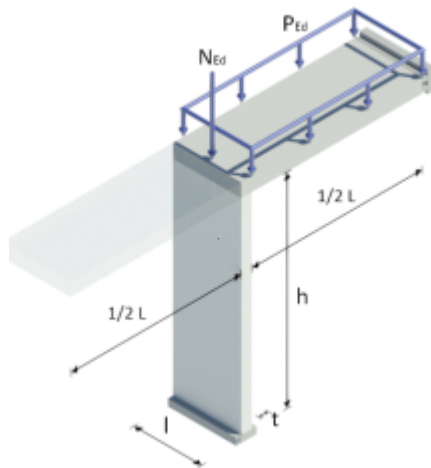
Wijzigingen in Statica 6.0



Module 5

Dragende wanden in geschoord raamwerk

TECHNISCHE AANBEVELING



Dragende wanden bij vloeren met grote overspanningen

Aanvullende voorwaarden en rekenregels bij NPR 9096-1-1

STA.040 – Maart 2019

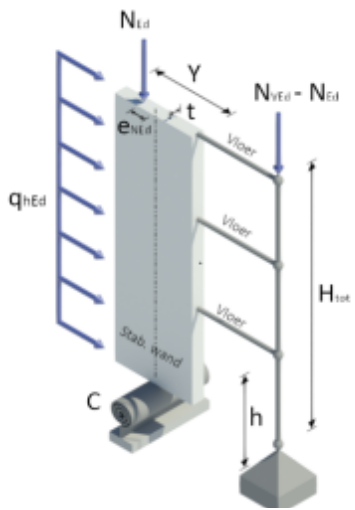
Stichting Stapelbouw Aanbeveling

- vloeroverspanningen groter dan 7,2 meter
- gewapende beton, vloer doorgaand over meerdere steunpunten
- voorgespannen beton, niet gescheurde vloeren opgelegd op twee steunpunten
- zal worden opgenomen in de herziene versie van NPR 9096-1-1

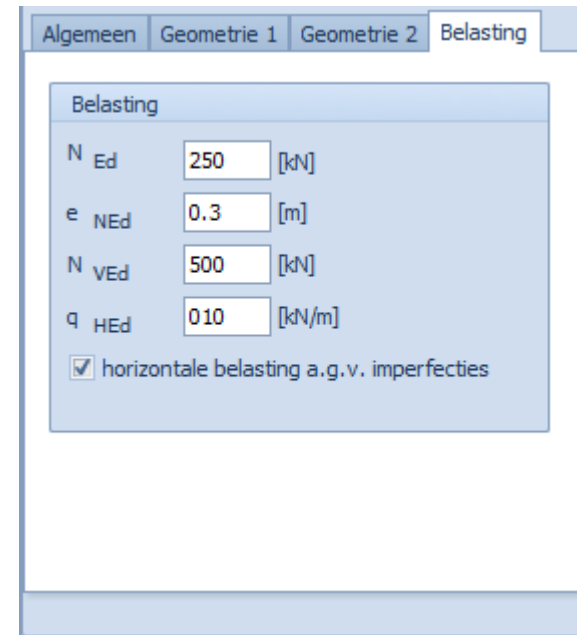
Wijzigingen in Statica 6.0

Module 6

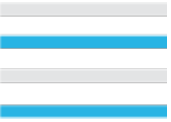
Stabiliteitskern van enkele verdiepingen hoog met inklemming



- Belasting uit imperfecties (initiële scheefstand) kan door programma worden bepaald



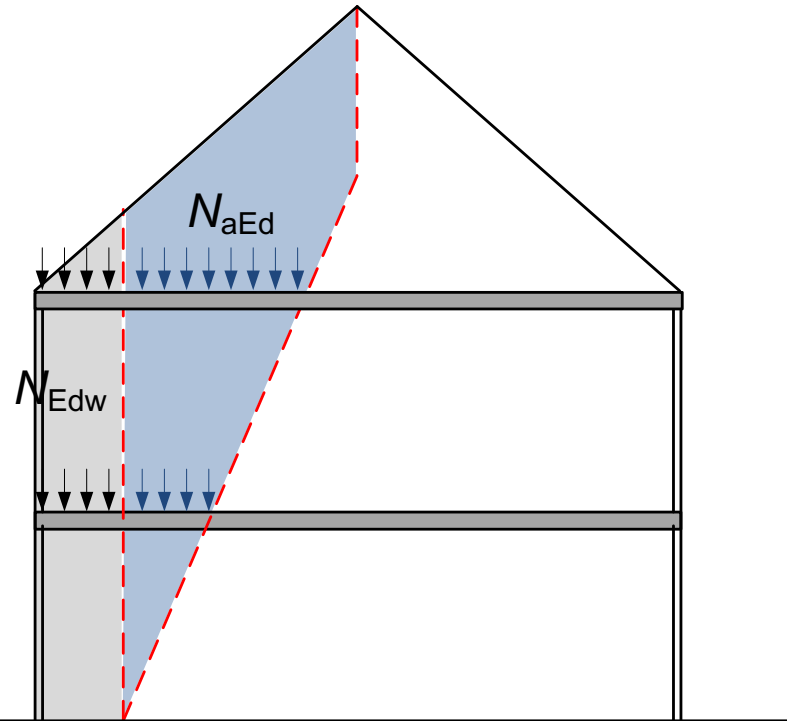
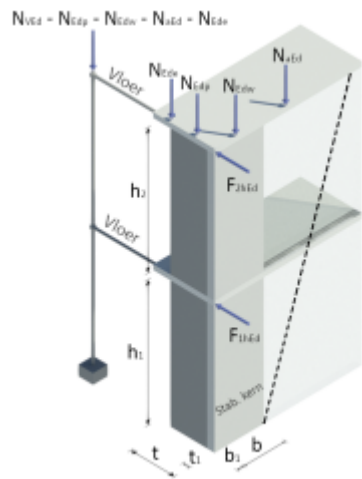
Wijzigingen in Statica 6.0



Module 9

Stabiliteitskern van twee verdiepingen bestaande uit een bouwmuur en penant

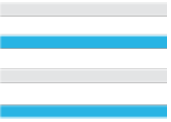
- In de invoer is duidelijker onderscheid gemaakt tussen de verschillende variabelen



A screenshot of the Statica 6.0 software interface showing the 'Belasting' (Load) tab. The interface has three tabs: 'Algemeen', 'Geometrie', and 'Belasting'. The 'Belasting' tab is active and contains a table of input variables.

| Belasting | | | |
|-----------|----------|-------------------|----------|
| N_{Edp} | 10 [kN] | F_{1HEd} | 4 [kN] |
| N_{Edw} | 20 [kN] | F_{2HEd} | 5 [kN] |
| N_{VEd} | 160 [kN] | N_{aEd} | 100 [kN] |
| N_{Ede} | 0 [kN] | ϵ_{NEde} | 0 [mm] |

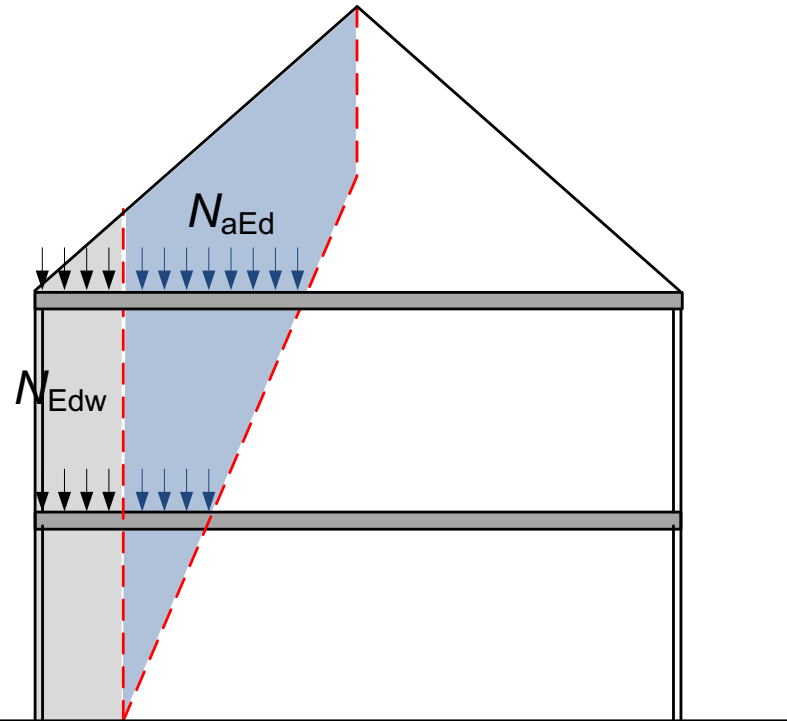
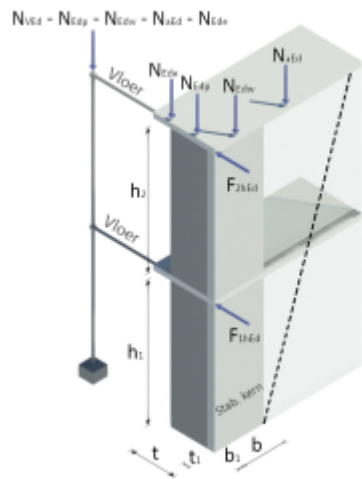
Wijzigingen in Statica 6.0



Module 9

Stabiliteitskern van twee verdiepingen bestaande uit een bouwmuur en penant

- In de invoer is duidelijker onderscheid gemaakt tussen de verschillende variabelen



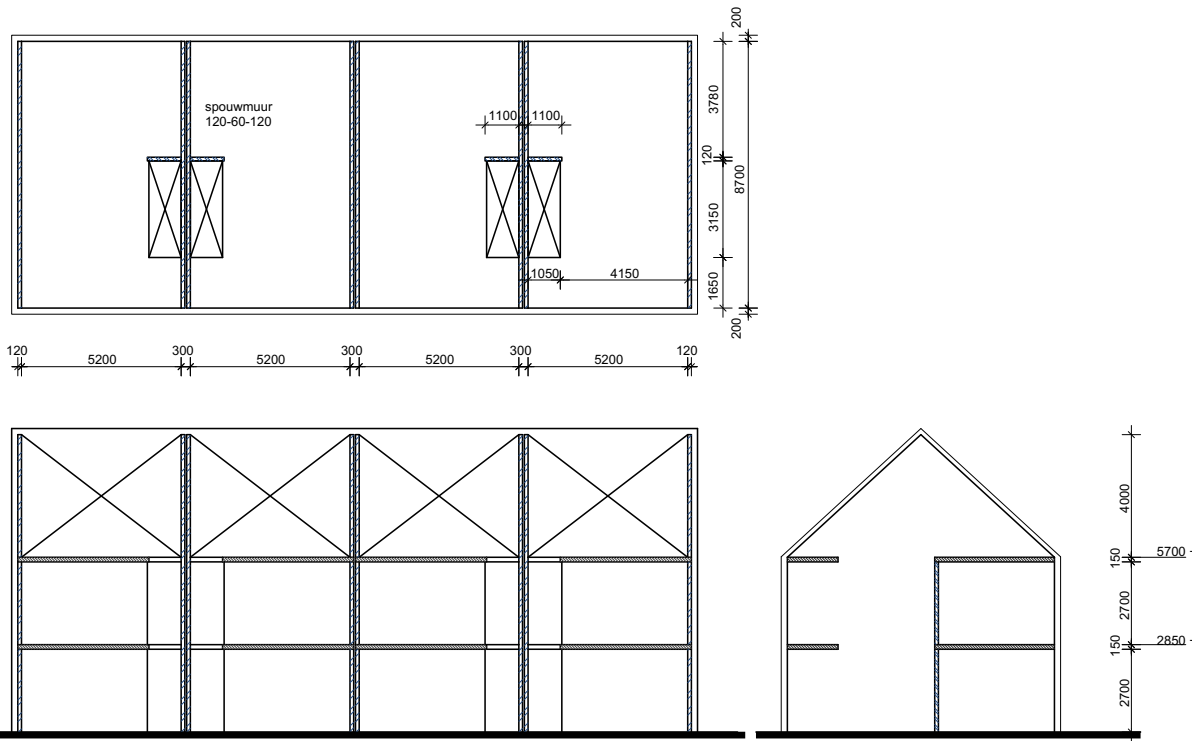
Screenshot of the Statica 6.0 software interface showing the 'Belasting' (Load) tab. The interface includes tabs for 'Algemeen', 'Geometrie', and 'Belasting'. The 'Belasting' tab contains the following input fields:

| Belasting | |
|-------------------|----------|
| N_{Edp} | 10 [kN] |
| F_{1HEd} | 4 [kN] |
| N_{Edw} | 20 [kN] |
| F_{2HEd} | 5 [kN] |
| N_{VEd} | 160 [kN] |
| N_{aEd} | 100 [kN] |
| N_{Ede} | 0 [kN] |
| ϵ_{NEde} | 0 [mm] |

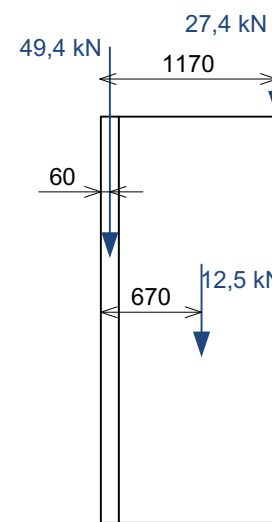
Wijzigingen in Statica 6.0

Module 9

Stabiliteitskern van twee verdiepingen bestaande uit een bouwmuur en penant



- Penant naast het trapgat

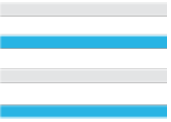


Module 9 - Stabiliteitskern van twee verdiepingen bestaande uit een bouwmuur en penant

Algemeen Geometrie Belasting

| Belasting | | | |
|-----------|-----------|-------------------|---------|
| N_{Edp} | 12.5 [kN] | F_{1HEd} | 4 [kN] |
| N_{Edw} | 49.4 [kN] | F_{2HEd} | 5 [kN] |
| N_{VEd} | 160 [kN] | N_{aEd} | 50 [kN] |
| N_{Ede} | 27.4 [kN] | ϵ_{NEde} | 50 [mm] |

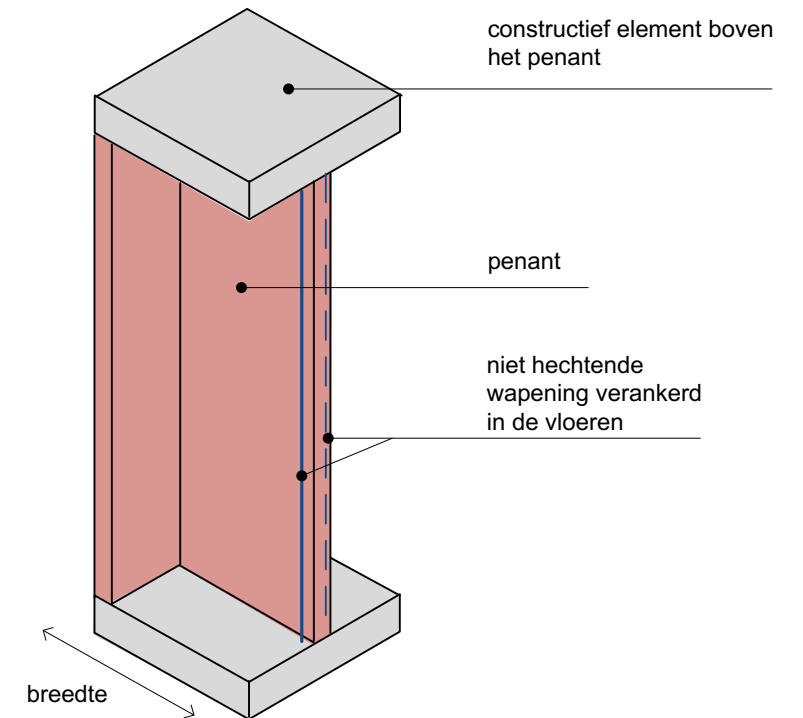
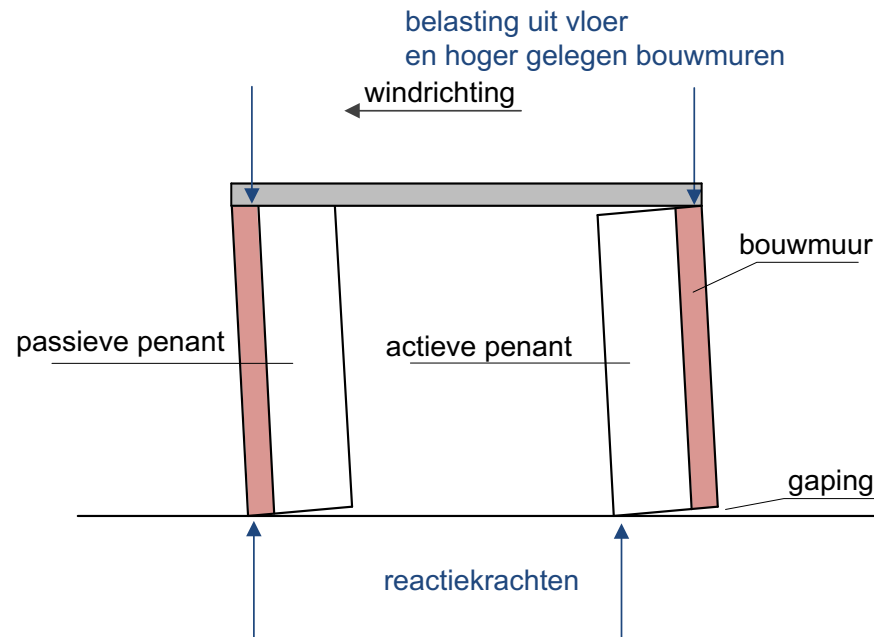
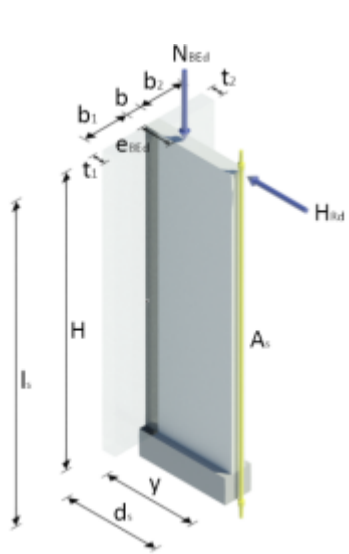
Nieuw in Statica 6.0



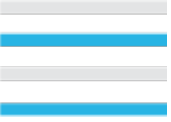
Module 11

Stabiliteitswand met niet hechtende wapening

- Versterken van passieve penanten



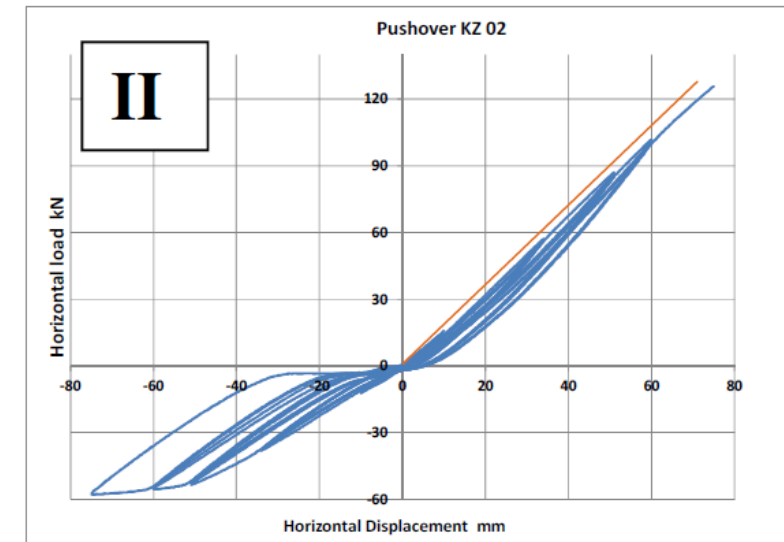
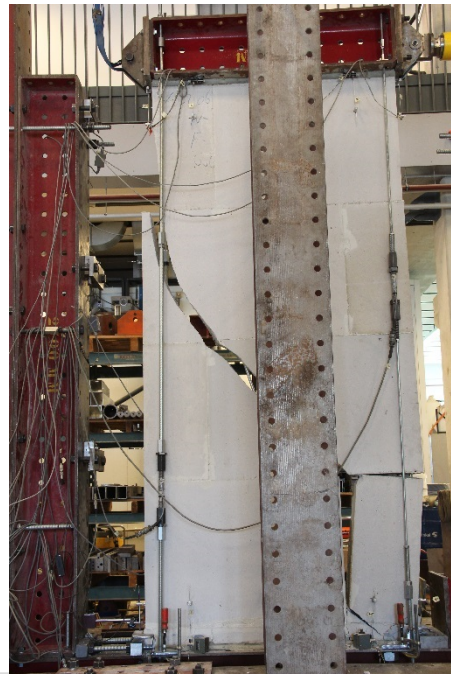
Nieuw in Statica 6.0



Module 11

Stabiliteitswand met niet hechtende wapening

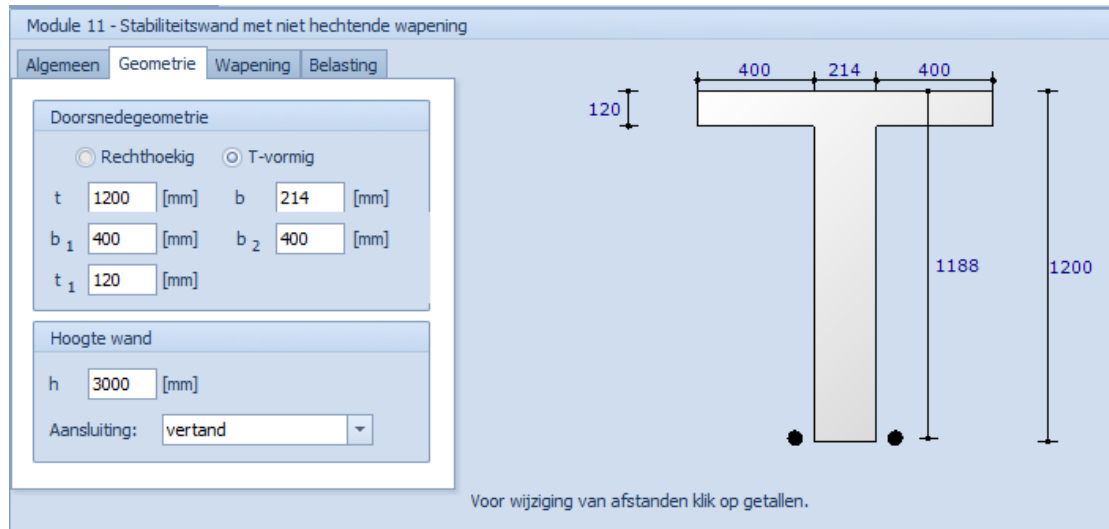
- Experimenteel onderzoek op TU/e



Nieuw in Statica 6.0

Module 11

Stabiliteitswand met niet hechtende wapening



- Experimenteel onderzoek op TU/e
- Gedrag beschreven in rekenregels
- Opgenomen in een Technische Aanbeveling
- Vervolgonderzoek naar het gedrag van gewapende penanten met een hoogte van twee bouwlagen.

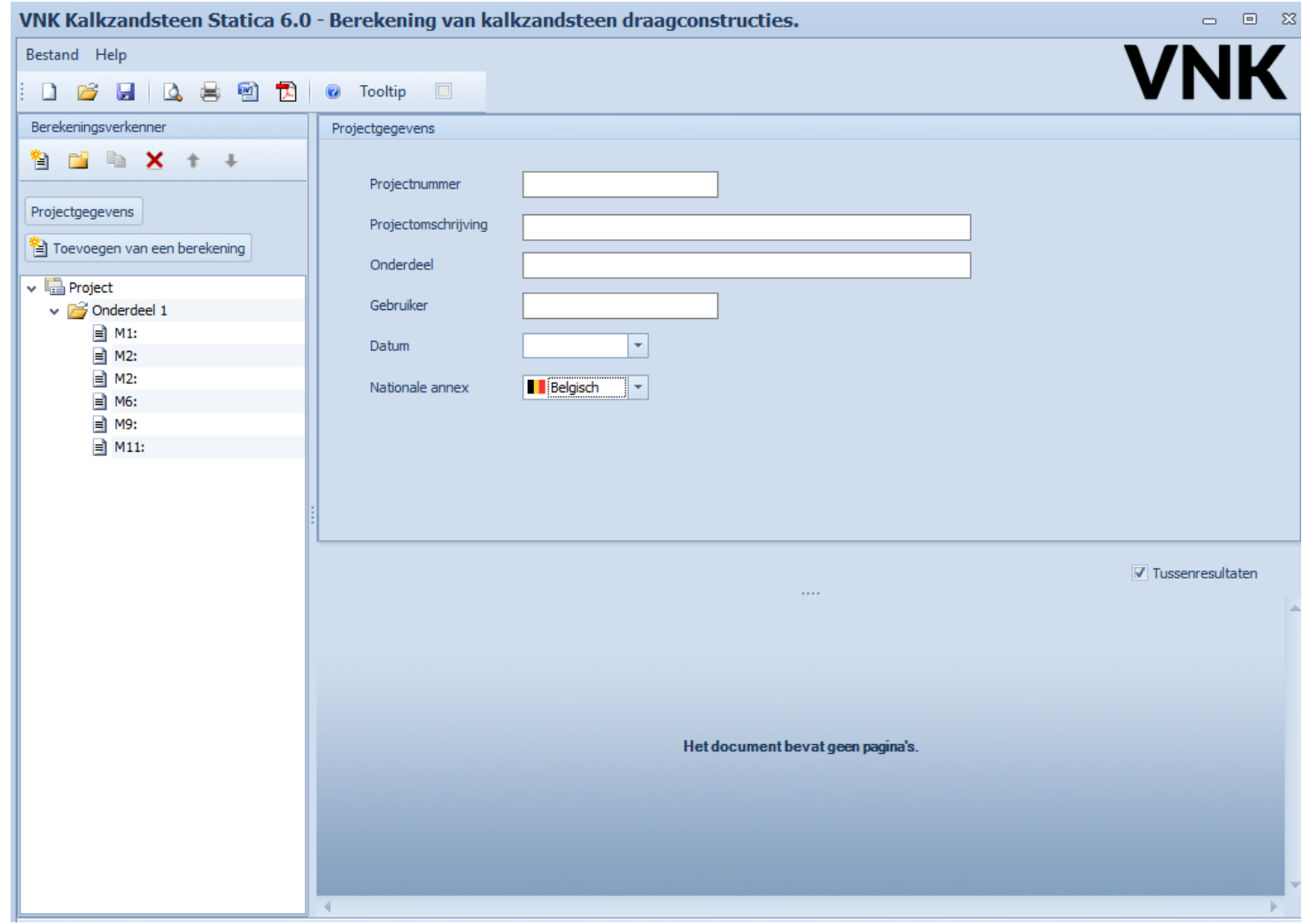
TECHNISCHE AANBEVELING



STICHTING
STAPELBOUW

Nieuw in Statica 6.0

Nationale bijlage van België



Rekenvoorbeelden

Reeds bij de eerste versie van het Statica programma zijn door het VNK rekenvoorbeelden uitgebracht.

Deze rekenvoorbeelden zijn deels ook gebruikt in de CURSUS over Eurocode 6 die de Stichting Stapelbouw met enige regelmaat georganiseerd heeft.

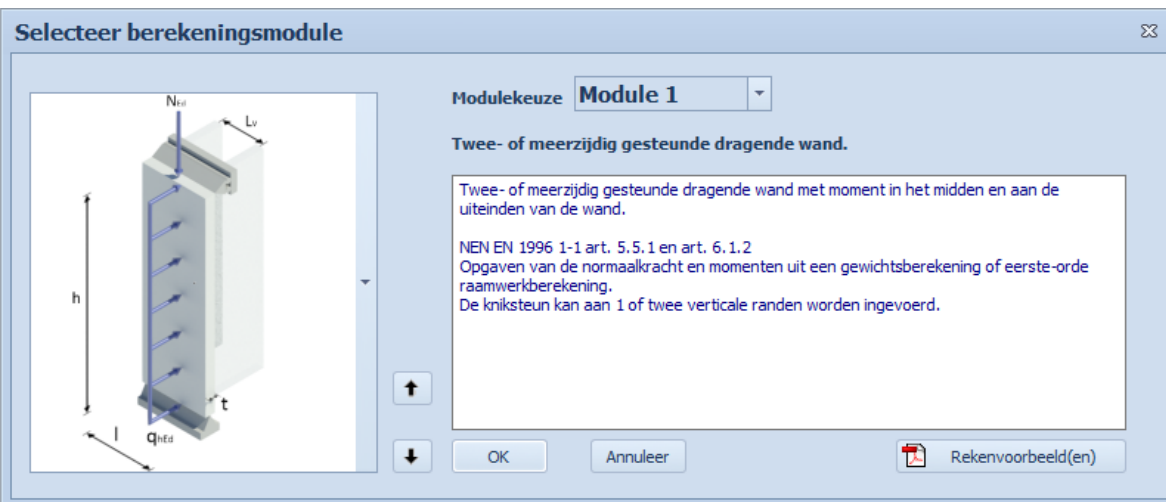


Rekenvoorbeelden

De rekenvoorbeelden kunnen worden gedownload via de site van het VNK:

<https://www.kalkzandsteen.nl/statica-6-0/rekenvoorbeelden/>

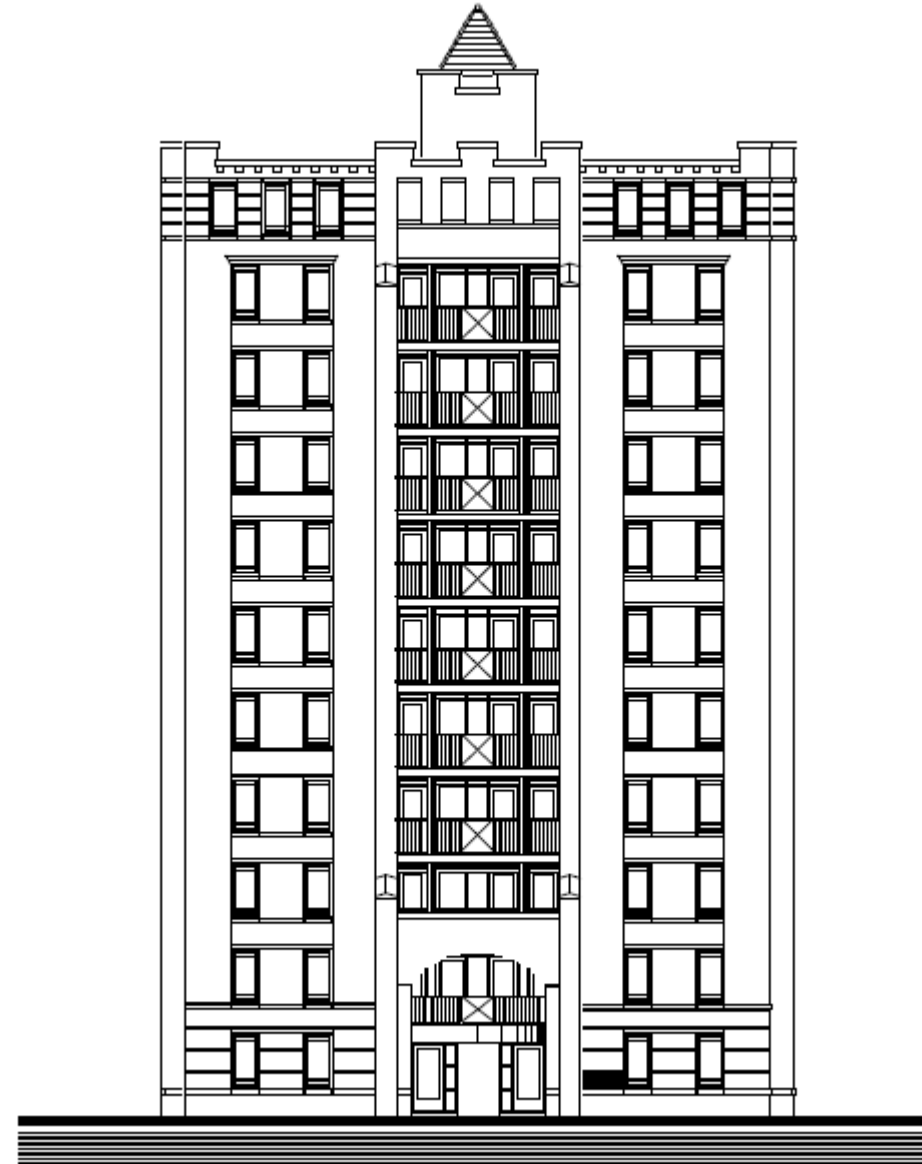
Daar waar rekenvoorbeelden te koppelen zijn aan specifieke berekeningen van modules, zijn ze ook direct vanuit het programma oproepbaar.



Rekenvoorbeelden

De volgende rekenvoorbeelden zijn beschikbaar:

- Rij woningen met penanten in voor- en achtergevel
- Rij woningen met penanten naast het trapgat
- Woongebouw met een raamwerk
- Woongebouw met stabiliteitswanden
- Bungalow met (gewapende) metselwerkpenanten



Rekenvoorbeelden

De rekenvoorbeelden bestaan uit een volledig uitgeschreven berekening en voorbeelden van het gebruik van het Statica programma.

Bijlage - Berekeningen uitgevoerd met VNK Statica 6.01.11

Berekeningen zoals hiervoor zijn beschreven, kunnen ook worden uitgevoerd met het programma VNK Statica. Hierna treft u achtereenvolgens berekeningen aan die overeenkomen met de berekeningen in de volgende paragrafen:

- 2.2 Toets van stabiliteitswand 1
 - Berekening uitgevoerd met module 4 van het programma
 - Berekening uitgevoerd met module 6 van het programma
- 4 Zwaarst belaste wand
 - Berekening uitgevoerd met module 5 van het programma
- 5.3 Wand belast door wind – wand met de grootste normaalkracht
 - Berekening uitgevoerd met module 1 van het programma
- 6 Controle oplegspanning ter plaatse van betonnen latei in de zijgevel
 - Berekening uitgevoerd met module 3 van het programma

| | | | |
|---------------------|---|----------------------------|-----------------|
| Projectnummer | : | Datum : 01-05-2020 - 09:54 | Blad: 10 van 18 |
| Projectomschrijving | : | | |
| Onderdeel | : | | |

Module 5 - Dragende wanden in geschoord raamwerk

INVOERGEGEVENS

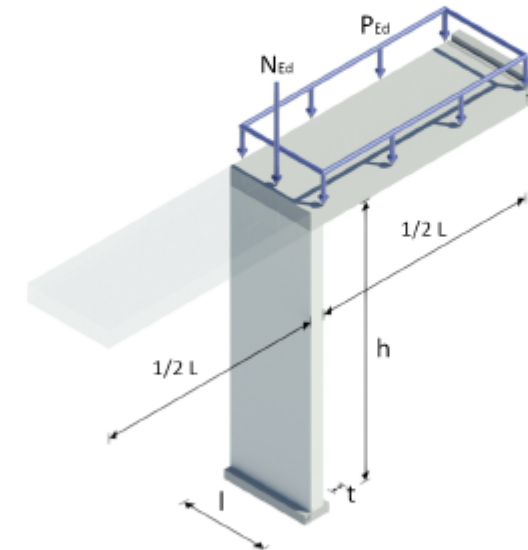
ONDERDEEL : 4 Zwaarst belaste wand

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 28) $f_b = 28 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



Geometrie van de wand:

| | | |
|------------|----------|-----------|
| dikte | t | = 214 mm |
| hoogte | h | = 2600 mm |
| breedte | l | = 2190 mm |
| Type wand: | Eindwand | |

Geometrie van de vloer:

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| grootste overspanning | l | = 5400 mm |
|-----------------------|-----|-----------|



Tot slot



Pauze



VNK Statica 6.0



Praktijkvoorbeelden VNK Statica 6.0

Inleiding

Algemeen

- Ontwerpen van een draagstructuur met kalkzandsteenwanden

Invoer

- Basisinvoer VNK statica 6.0

Gebouw A (stabiliteitswanden)

- Module 1, 4, 5, 6

Gebouw B (ongeschoord raamwerk)

- Module 7 en 8

Afsluiting

- Vragen

Ontwerpen draagstructuur

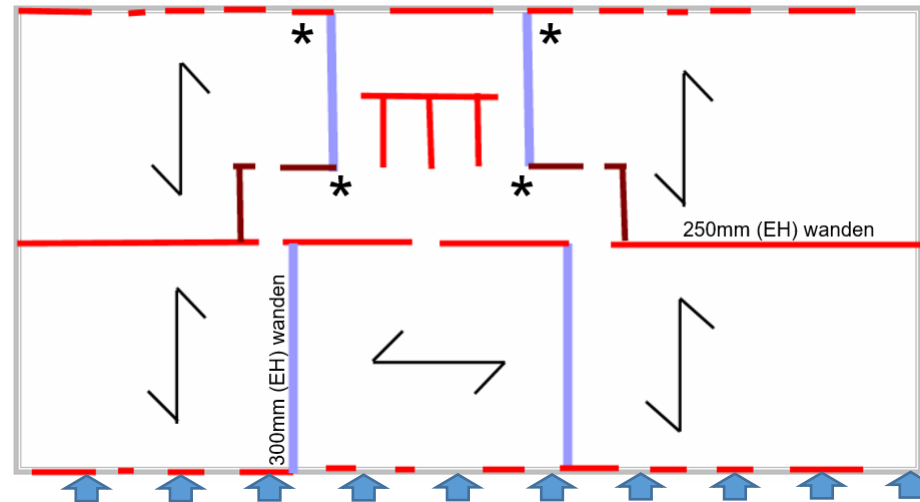
Vastleggen verticale belastingsafdracht

- Vloeren, wanden, kolommen en lateien
- type vloeren twee/vierzijdige afdracht
- Dilataties
- Geluidseisen, Brand

Ontwerpen draagstructuur

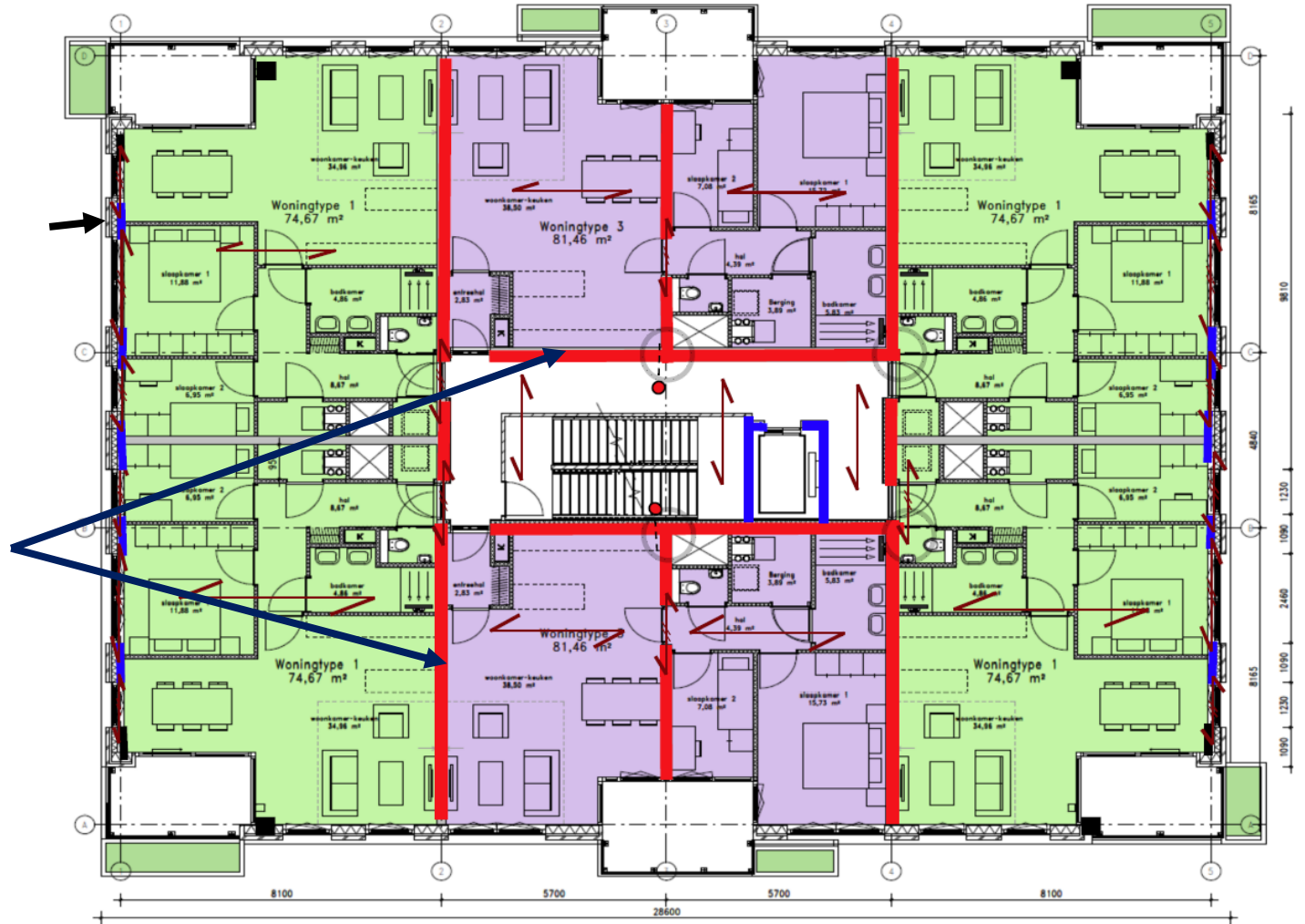
Vastleggen horizontale belastingsafdrag

- Afdracht wind- en scheefstandsbelastingen.

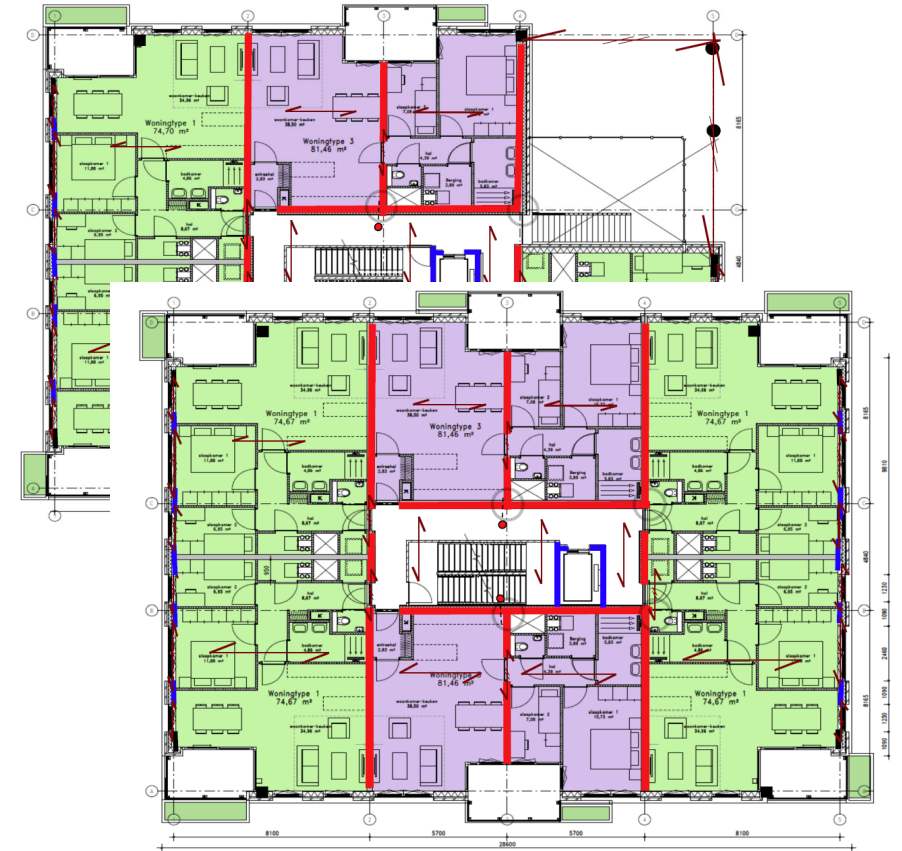


Gebouw A stabiliteitswanden

- Windbelaste dragende penanten in de gevels **Module 1**
- Dragende penanten/wanden in de gevel icm vloer **Module 5**
- Dragende penanten met puntlast aan de rand **Module 3**
- Stabiliteitswanden **Module 6 en 4**



Gebouw A stabiliteitswanden



Opbouw VNK Statica 6.0

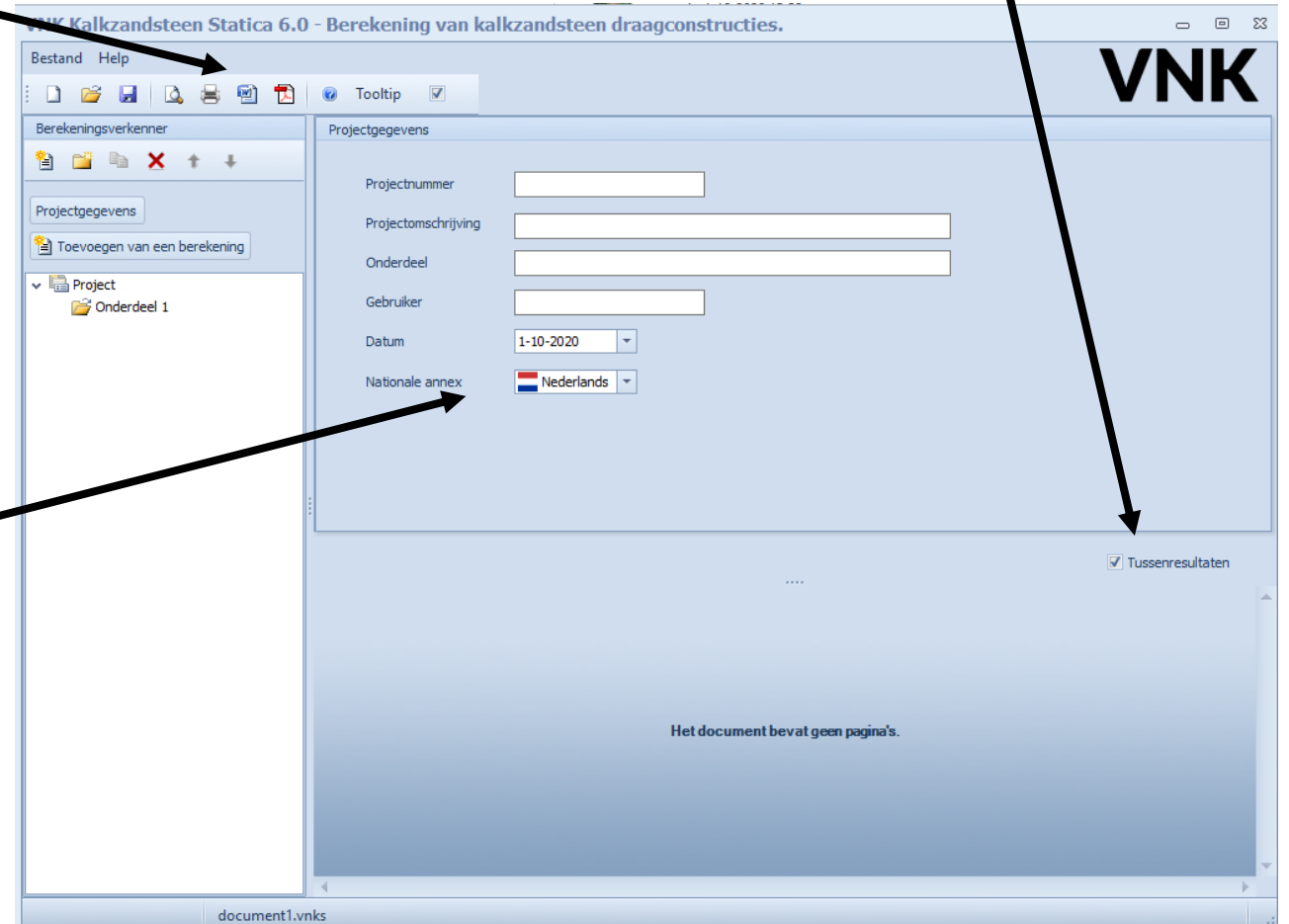
Uitvoer in RTF of PDF formaat
of printer

Toevoegen projectgegevens

Toevoegen berekeningen

Berekening volgens de
Nederlandse en Belgische
annex

Lange of korte uitvoer



Module 1-invoer

Gevolgklasse CC1, CC2 of CC3

Kalkzandsteen kwaliteit

Kalkzandsteen verlijmd of gemetseld

Module 1 - Twee- of meerzijdig gesteunde dragende wand met

Algemeen Geometrie Belasting

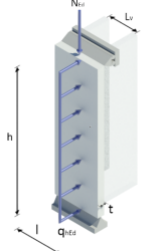
Onderdeel

Gevolgklasse CC2

Materiaalgegevens

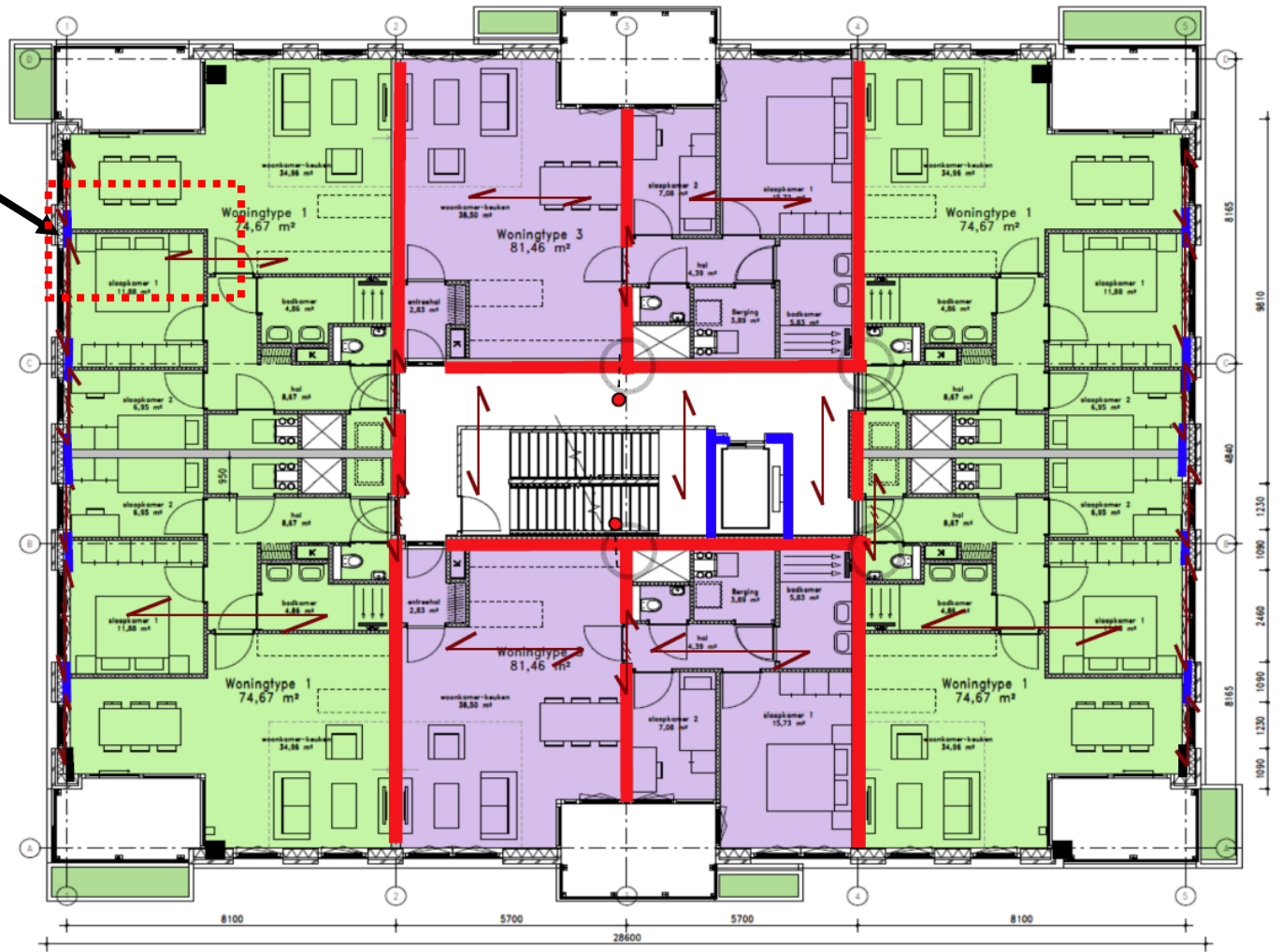
Kwaliteit kalkzandsteen CS 36

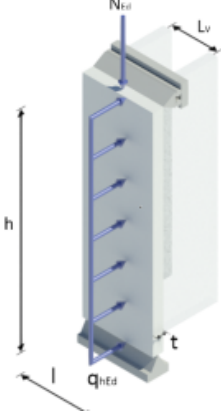
Morteltype Metselmortel Lijmmortel



module 1-invoer

Windbelaste dragende penanten
in de gevels **Module 1**





module 1-invoer

NEN-EN1990 Tabel NB.4 - A1.2(B) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep B)

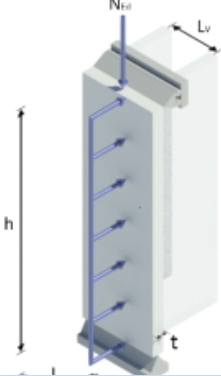
| Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties | Blijvende belastingen | | Overheersende veranderlijke belasting | Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende | |
|--|-----------------------|-------------------|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| | Ongunstig | Gunstig | | Belangrijkste (indien aanwezig) | Andere |
| (Vgl. 6.10a) | $1,35 G_{k,j,sup}^a$ | $0,9 G_{k,j,inf}$ | $1,5 Q_{k,1}$ | $1,5 \psi_{0,1} Q_{k,i}$ | $1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$ |
| (Vgl. 6.10b) | $1,2 G_{k,j,sup}^b$ | $0,9 G_{k,j,inf}$ | | $1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$ | |

^a Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met $1,2 G_{k,j,sup}$.
^b Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.

Windbelasting: $q_p(z) = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $c = 1,4$ $q_{ep}/q_p = 1,46$ (vergrotingsfactor)
 $P_{Ehd} = 1,00 \times 1,4 \times 1,46 \times 100\% \times 1,50 = 3,06 \text{ kN/m}^2$

Rekenwaarde vloerbelasting $P_{Ed} = 8,90 \times 1,20 + 2,75 \times 0,40 \times 1,5 = 12,3 \text{ kN/m}^2$

| Gewicht op penant | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|----------------------|----------------------|----------|-------------------|------|------|----------|------|
| Belastingsbreedte | 4,05 m | rb | vb | ψ_0 | opp | Ng | Nq | ψ_0 | Nq |
| Belastingslengte | 3,00 m | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (-) | (m ²) | (kN) | (kN) | (-) | (kN) |
| Dakvloer | 9,60 | 2,75 | 0,00 | 12,2 | 117 | 0 | 0,0 | 0 | |
| 4 ^e verdiepingvloer | 8,90 | 2,75 | 0,40 | 12,2 | 108 | 13 | 0,40 | 13 | |
| 3 ^e verdiepingvloer | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 12,2 | 108 | 33 | 0,40 | 13 | |
| 2 ^e verdiepingvloer | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 12,2 | 108 | 33 | 0,40 | 13 | |
| | | | | Hoogte | Lengte | | | | |
| | | | | (m) | (m) | | | | |
| Wand gem. | ca | 4,78 | 100% | 10,80 | 3,00 | 155 | | | |
| Subtotaal | | | | | | 596 | 80 | | 40 |
| 6.10.a | | Ng = 596 | kN | x | 1,35 | = | 804 | kN | |
| | | Nq = 40 | kN | x | 1,50 | = | 60 | kN | |
| | | 636 | | | | | 865 | kN | |
| 6.10.b | | Ng = 596 | kN | x | 1,20 | = | 715 | kN | |
| | | Nq = 80 | kN | x | 1,50 | = | 120 | kN | |
| | | 676 | kN | | | | 835 | kN | |
| | | Ng = 596 | kN | x | 1,20 | = | 715 | kN | |
| | | Nq = 40 | kN | x | 1,50 | = | 60 | kN | |
| | | 636 | kN | | | | 775 | kN | |



module 1-invoer

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Algemeen Geometrie Belasting

Wand

t: [mm] h: [mm]

ℓ: [mm]

Soort vloeroplegging

n_s 2 3 4

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

N_{Ed} [kN]

$N_{Ed,max}$ [kN]

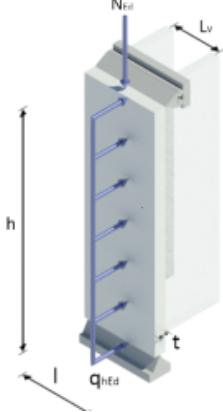
Raamwerkberekening

Herverdelen van momenten

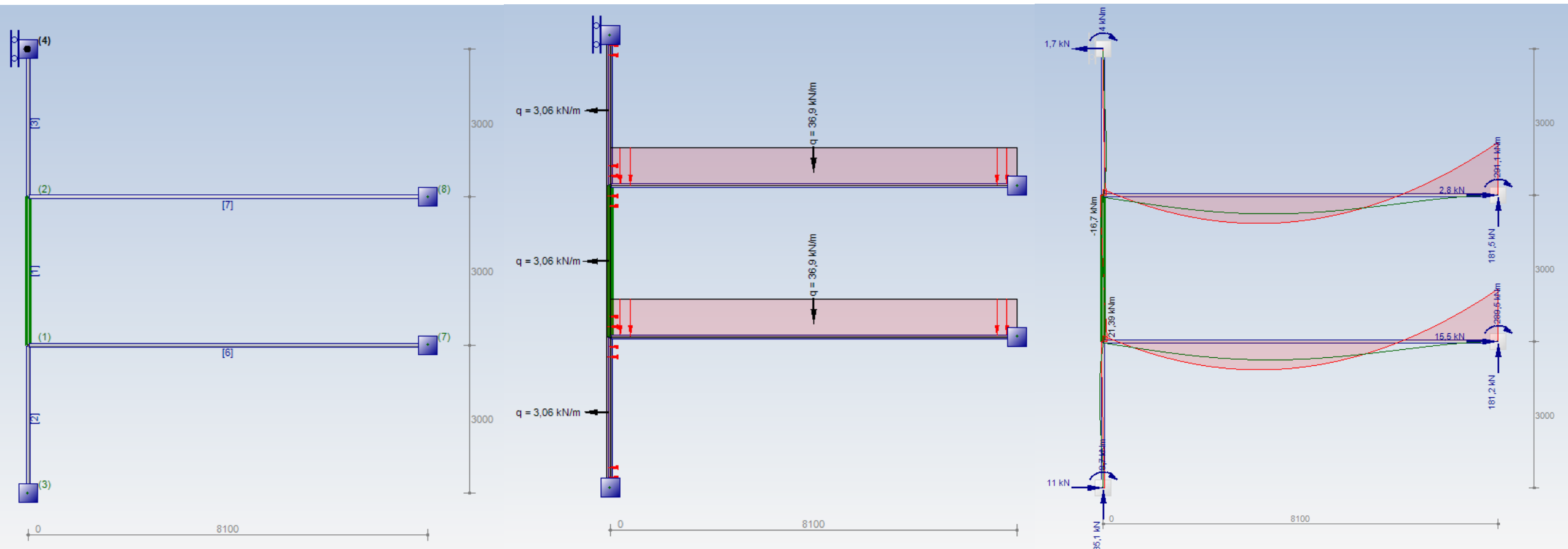
$M_{Ed;t}$ [kNm]

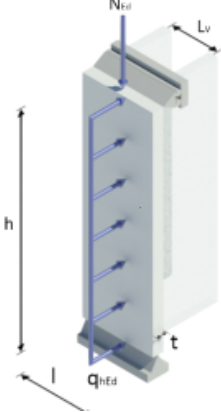
$M_{Ed;m}$ [kNm]

$M_{Ed;b}$ [kNm]



module 1-invoer





module 1-uitvoer

Bepaling druksterkte

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0,8 \times 36^{0,85} \times 12,5^0 = 16,82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16,82}{1,7} = 9,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,75 \quad \dots(5.3)$$

Controle slankheid met de bekende momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0,75 \times 3000 = 2250 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

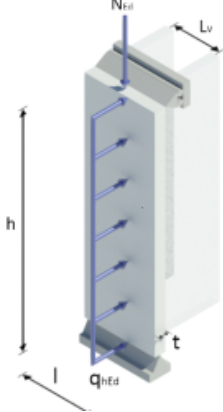
Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 12,86 < 27 \quad u.c. = 0,48$$

Slankheid van de wand voldoet.

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5 \text{ mm}$$



module 1-uitvoer

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = -21,6 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0,05 t) = 26,6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 26,6 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,697 \quad \dots(6.4)$$

$$N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 1326,99 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit met de bekende momenten

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = 27,6 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0,05 t) = 32,6 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 32,6 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0,627 \quad \dots(6.4)$$

$$N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 1195,27 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

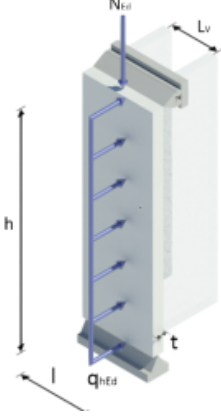
Excentriciteit midden

$$M_{Ed,mc} = M_{Ed,m} + \frac{\Delta M_t + \Delta M_b}{2} = -1,1 + \frac{0 + 0}{2} = -1,1 \text{ kNm}$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = -1,4 \text{ mm}$$

$$e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 6,4 \text{ mm}$$

module 1-uitvoer



Midden doorsnede
(Bijlage G)

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k ; 0,05 t_{ef}) = 8,8 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{8,75}{175} = 0,9 \dots(G.2)$$

$$\lambda_\Phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2250}{175} \sqrt{\frac{16,8}{11777,3}} = 0,486 \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\Phi - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0,486 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{8,8}{175}} = 0,63 \dots(G.3)$$

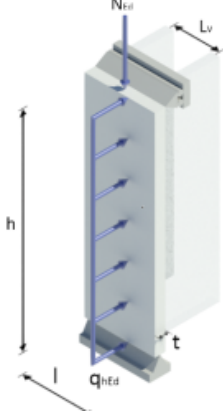
$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,738 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m l t f_d = 1406,12 \text{ kN} \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 775 \text{ kN} < N_{Rd} = 1195,3 \text{ kN} \quad u.c. = 0,65 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Controle van de
bekende momenten

max u.c.=0,65



module 1-uitvoer

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1,00 \times 3000 = 3000 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 17,14 < 27 \quad u.c. = 0,63 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0,05 t) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{175} = 0,886 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{3000}{175} \sqrt{\frac{16,8}{11777,3}} = 0,648 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,648 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{10}{175}} = 0,882 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u/2)} = 0,6 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} l t f_d = 1143,59 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

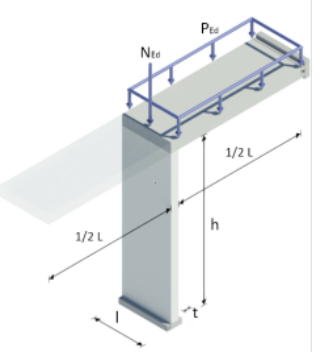
Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 865 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 1143,6 \text{ kN} \quad u.c. = 0,76$$

Capaciteit van de wand voldoet.

Controle met de constante
minimale 1^e orde excentriciteit

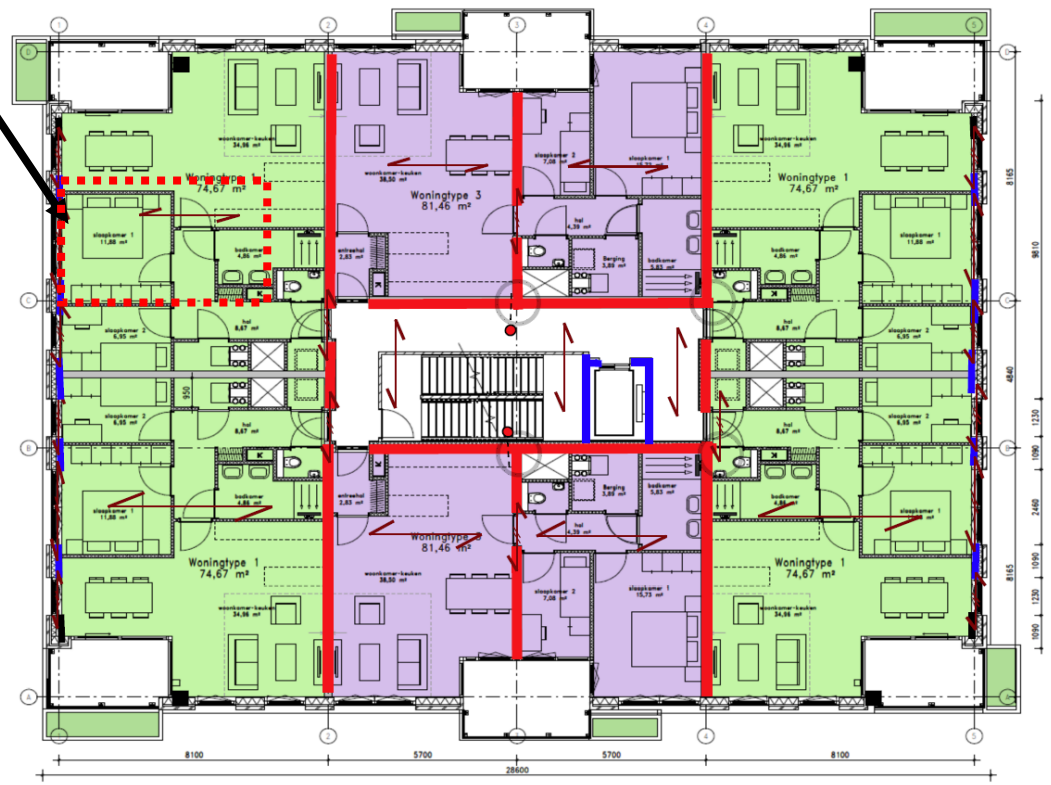
max u.c.=0,76



module 5-invoer

Maximaal dragende penanten in de gevels **Module 5**

| Gewicht op penant | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|----------------------|------|----------|-------------------|----------|------|----------|------|
| Belastingsbreedte | 4,05 m | rb | vb | ψ_0 | opp | Ng | Nq | ψ_0 | Nq |
| Belastingslengte | 3,00 m | (kN/m ²) | | (-) | (m ²) | (kN) | (kN) | (-) | (kN) |
| Dakvloer | | 9,60 | 2,75 | 0,00 | 12,2 | 117 | 0 | 0,0 | 0 |
| 4 ^e verdiepingvloer | | 8,90 | 2,75 | 0,40 | 12,2 | 108 | 13 | 0,40 | 13 |
| 3 ^e verdiepingvloer | | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 12,2 | 108 | 33 | 0,40 | 13 |
| 2 ^e verdiepingvloer | | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 12,2 | 108 | 33 | 0,40 | 13 |
| | | | | | Hoogte | Lengte | | | |
| | | | | | (m) | (m) | | | |
| Wand gem. | ca | 4,78 | 100% | 10,80 | 3,00 | 155 | | | |
| Subtotaal | | | | | | 596 | 80 | | 40 |
| 6.10.a | | Ng = 596 kN | | x | 1,35 | = 804 kN | | | |
| | | Nq = 40 kN | | x | 1,50 | = 60 kN | | | |
| | | 636 | | | | 865 kN | | | |

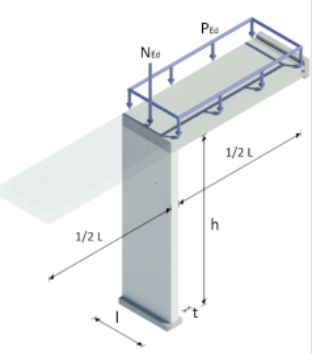


| Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties | Blijvende belastingen | | Overheersende veranderlijke belasting | Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende | |
|--|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---|---|
| | Ongunstig | Gunstig | | Belangrijkste (indien aanwezig) | Andere |
| (Vgl. 6.10a) | 1,35 G _{kj,sup} ^a | 0,9 G _{kj,inf} | | 1,5 $\psi_{0,1}$ Q _{k,1} | 1,5 $\psi_{0,i}$ Q _{k,i} (i > 1) |
| (Vgl. 6.10b) | 1,2 G _{kj,sup} ^b | 0,9 G _{kj,inf} | 1,5 Q _{k,1} | | 1,5 $\psi_{0,i}$ Q _{k,i} (i > 1) |

^a Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met 1,2 G_{kj,sup}.

^b Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.

Verdiepingvloer belasting
 $P_{Ed} = 8,90 \times 1,35 + 2,75 \times 0,4 \times 1,5 = 13,7 \text{ kN/m}^2$



module 5-invoer

Module 5 - Dragende wanden in geschoord raamwerk

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Module 5 - Dragende wanden in geschoord raamwerk

Algemeen Geometrie Belasting

Wand

t : [mm] h : [mm]

ℓ : [mm]

type :

Vloer

aantal opleggingen :

L : [mm]

d : [mm]

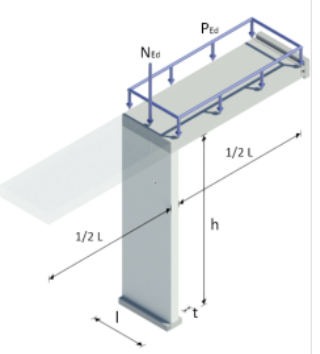
Module 5 - Dragende wanden in geschoord raamwerk

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

N_{Ed} [kN]

P_{Ed} [kN/m²]



module 5-uitvoer

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0,8 \times 36^{0,85} \times 12,5^0 = 16,82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16,82}{1,7} = 9,9 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 5.5.1.2 (11)

$$h_{er} = \rho h = 1,00 \times 2700 = 2700 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

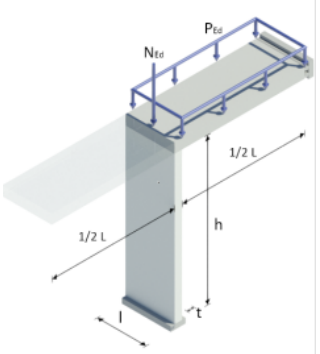
Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{er}}{t_{er}} = 15,43 < 27 \text{ u.c.} = 0,57$$

Slankheid van de wand voldoet.

Bepaling druksterkte

Controle slankheid met de minimale 1^e orde excentriciteit



module 5-uitvoer

NPR 9096-1-1 artikel 6.1.2.3

$$\lambda_v = \frac{l_v}{d} = 30,00$$

NPR 9096-1-1 tabel 10

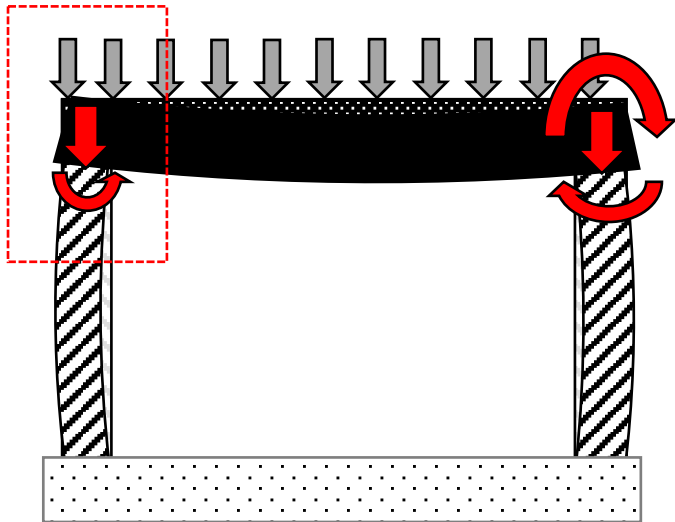
$$\lambda_v = 30 > \lambda_{v;grens} = 20$$

$$f = \frac{p_{Ed} l_v^2}{f_d} = \frac{13,7 \times 8100^2}{9,9} = 90,82 < f(\lambda_v) = \frac{145 \lambda_v}{3 \lambda_v - 60} = 145$$

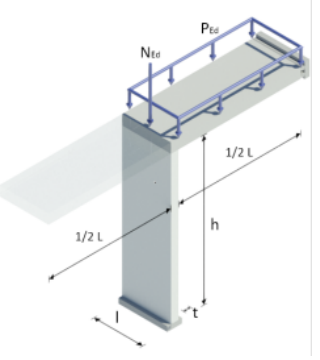
Er wordt voldaan aan de in NPR 9096-1-1 artikel 6.1.2.3 (3) gestelde voorwaarde!

$$\lambda_v = 30 \text{ volgens figuur 16: } \eta = 0,03281$$

$$M_{Ei;d} = \eta p_{Ed} l l_v^2 = 0,03281 \times 13,7 \times 8100^2 = 29,49 \text{ kNm/m}$$

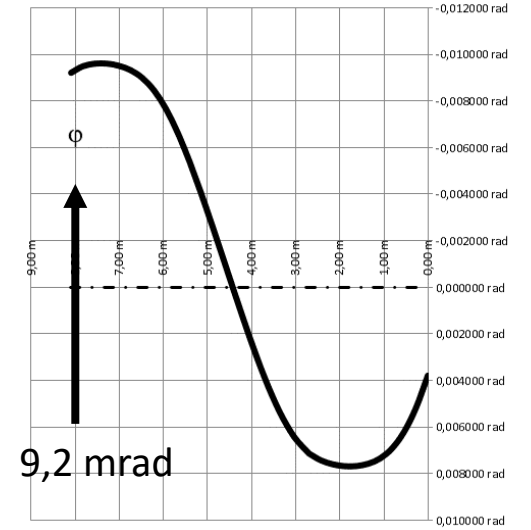
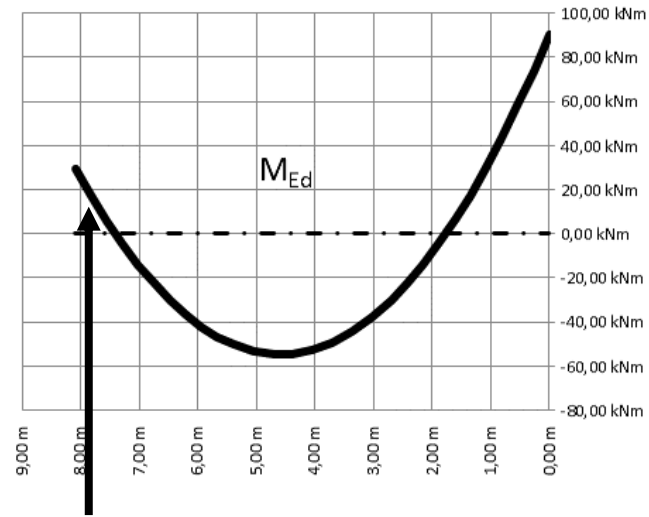
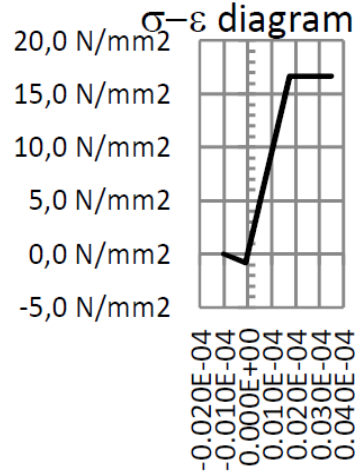


$$N_{Ed} = 865 \text{ kN}$$

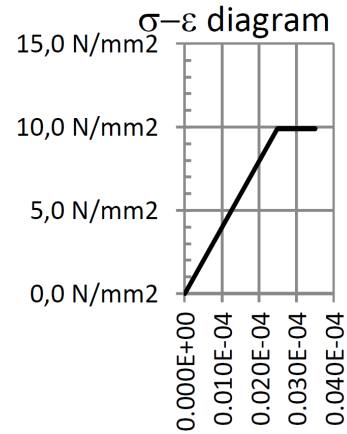


module 5-uitvoer

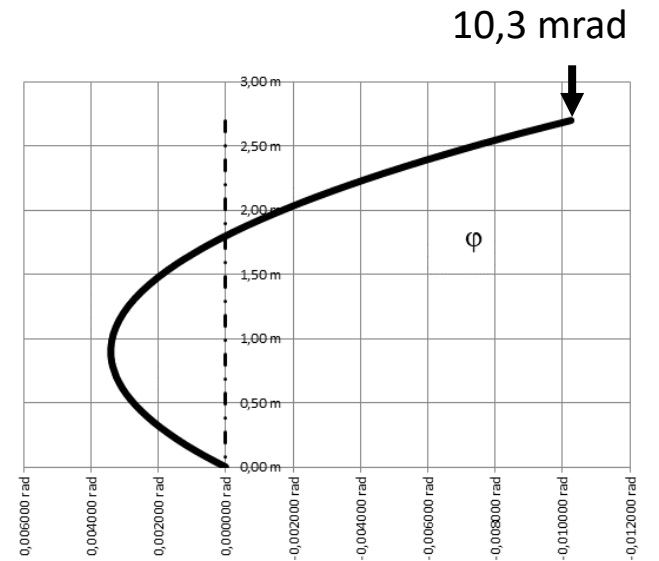
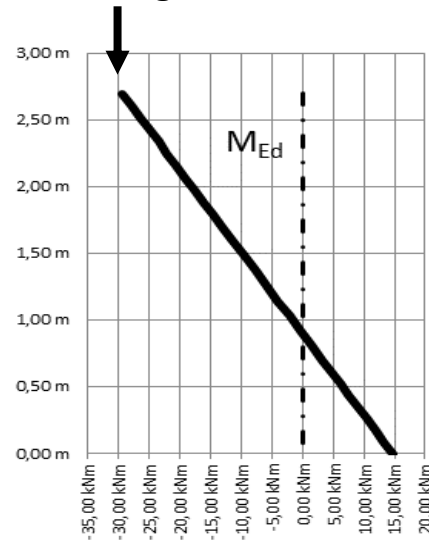
betonvloer

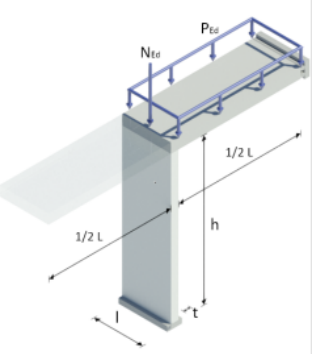


kalkzandsteenwand



Inklemmings moment 29,49 kNm





module 5-uitvoer

Controle met de constante
minimale 1^e orde excentriciteit

max u.c.=0,70

$$e_{mk} = \max\left(10; \frac{h_{ef}}{300}; 0,05 t\right) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{175} = 0,886 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2700}{175} \sqrt{\frac{16,8}{11777,3}} = 0,583 \quad \dots(G.4)$$

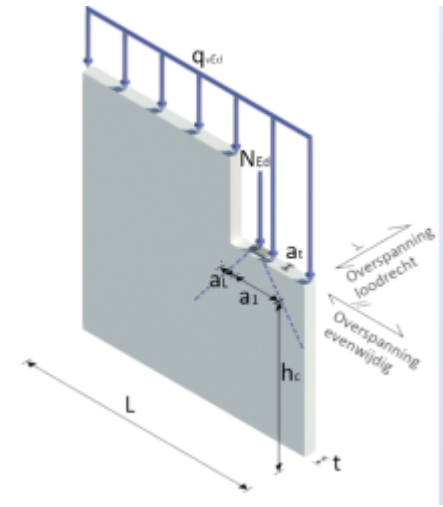
$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,583 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{10}{175}} = 0,784 \quad \dots(G.3)$$

$$\phi = A_1 e^{-1(u/2)^2} = 0,651 \quad \dots(G.1)$$

$$N_{Rd} = \phi \ell t f_d = 0,651 \times 1100 \times 175 \times 9,9 = 1240,6 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 865 \text{ kN} < N_{Rd} = 1240,6 \text{ kN} \quad u.c. = 0,70 \text{ Capaciteit van de wand voldoet.}$$

module 3-invoer



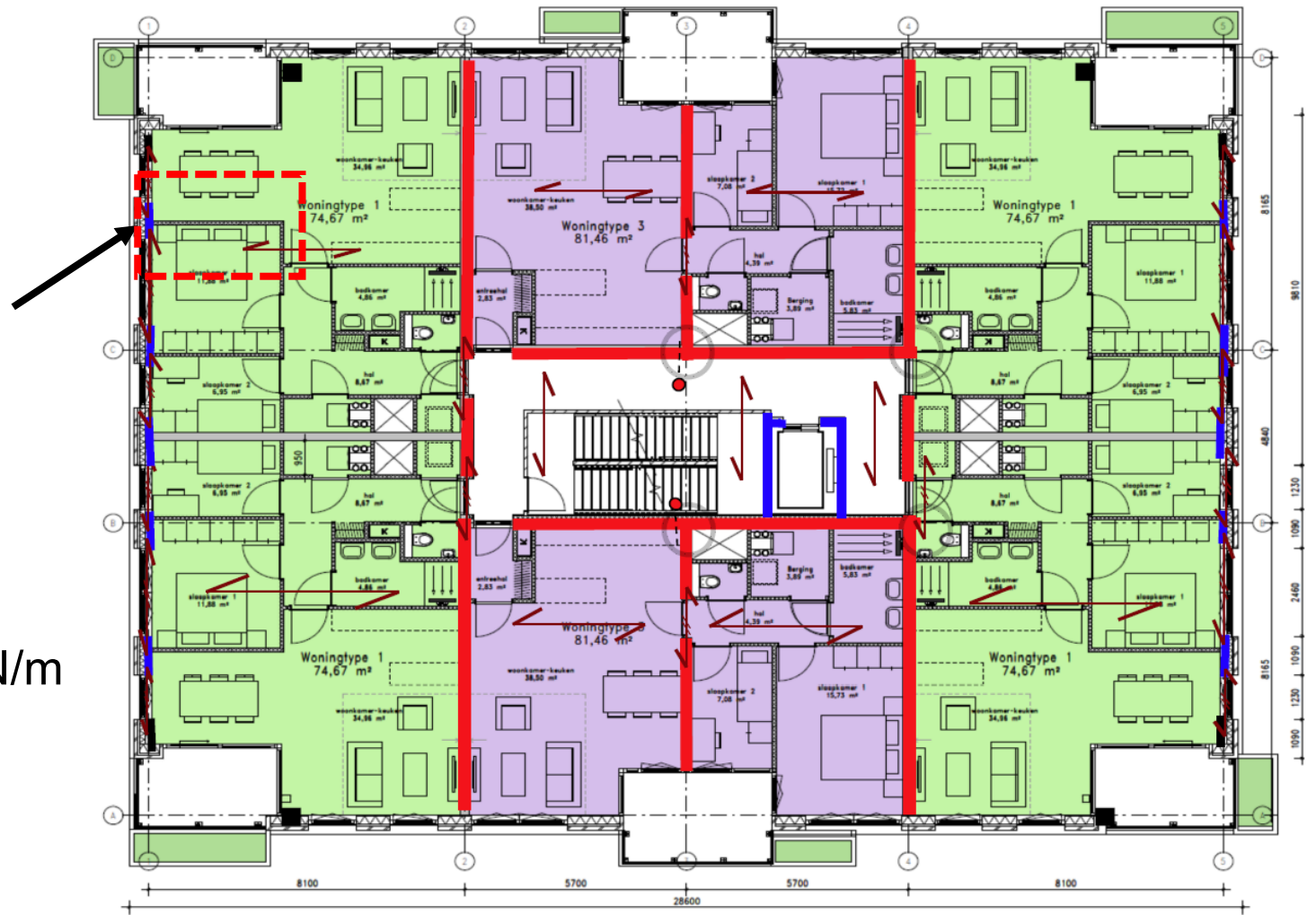
Oplegging met puntlast **Module 3**

Verdiepingsvloer **belasting**

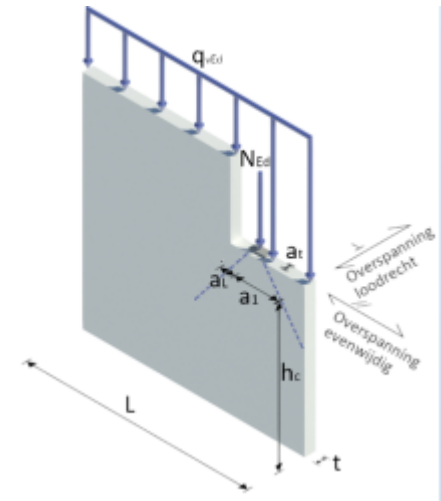
$$P_{Ed} = 8,90 \times 1,20 + 2,75 \times 1,5 = 14,8 \text{ kN/m}^2$$

$$N_{Ed} = 14,8 \times 4,05 \times 2,5 = 150 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed} = (835 \text{ kN} - 150 \text{ kN}) / 1,1 \text{ m} = 623 \text{ kN/m}$$



module 3-invoer



Module 3 - Oplegspanning bij een puntlast

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Module 3 - Oplegspanning bij een puntlast

Algemeen Geometrie Belasting

Geometrie

t : [mm] a1 : [mm]

L : [mm] aL : [mm]

hc : [mm] at : [mm]

Overspanningrichting van de balk of latei

Module 3 - Oplegspanning bij een puntlast

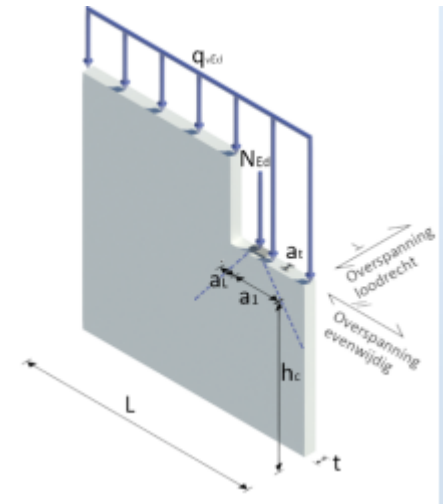
Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

N_{Ed} [kN]

q_{vEd} [kN/m]

De excentriciteit van het lastvlak et moet kleiner of gelijk zijn aan $t/4$



module 3-uitvoer

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0,8 \times 36^{0,35} \times 12,5^0 = 16,82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16,82}{1,7} = 9,9 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 6.1.3 (1)

$$L_{efm} = \min \left(a_L + 2 \times 0,577 \frac{h_c}{2}; a_L + 0,577 \frac{h_c}{2} + a_s; L \right) = 1030 \text{ mm}$$

$$A_{er} = L_{efm} t = 180241 \text{ mm}^2 \quad A_b = a_L a_s = 43750 \text{ mm}^2$$

$$A_{er} = \max \left(A_{er}; \frac{A_b}{0,45} \right) = 180241 \text{ mm}^2$$

$$\beta = \max \left(1; \left(1 + 0,3 \frac{a_s}{h_c} \right) \left(1,50 - 1,1 \frac{A_b}{A_{er}} \right) \right) = 1,233 \quad \dots(6.11)$$

$$\beta = \min \left(\beta; \left(1,25 + \frac{a_s}{2 h_c} \right); 1,50 \right) = 1,233$$

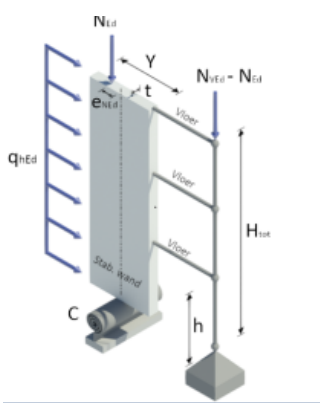
$$N_{Roc} = \beta A_b f_d = 1,233 \times 43750 \times 9,9 = 533,9 \text{ kN} \quad \dots(6.10)$$

$$N_{Ed} = N_{Eoc} + N_{Edv} a_L = 150 + 681 \times 250 = 320,3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 320,3 \text{ kN} < N_{Roc} = 533,9 \text{ kN} \quad u.c. = 0,60 \text{ De capaciteit van de oplegging voldoet.} \quad \dots(6.9)$$

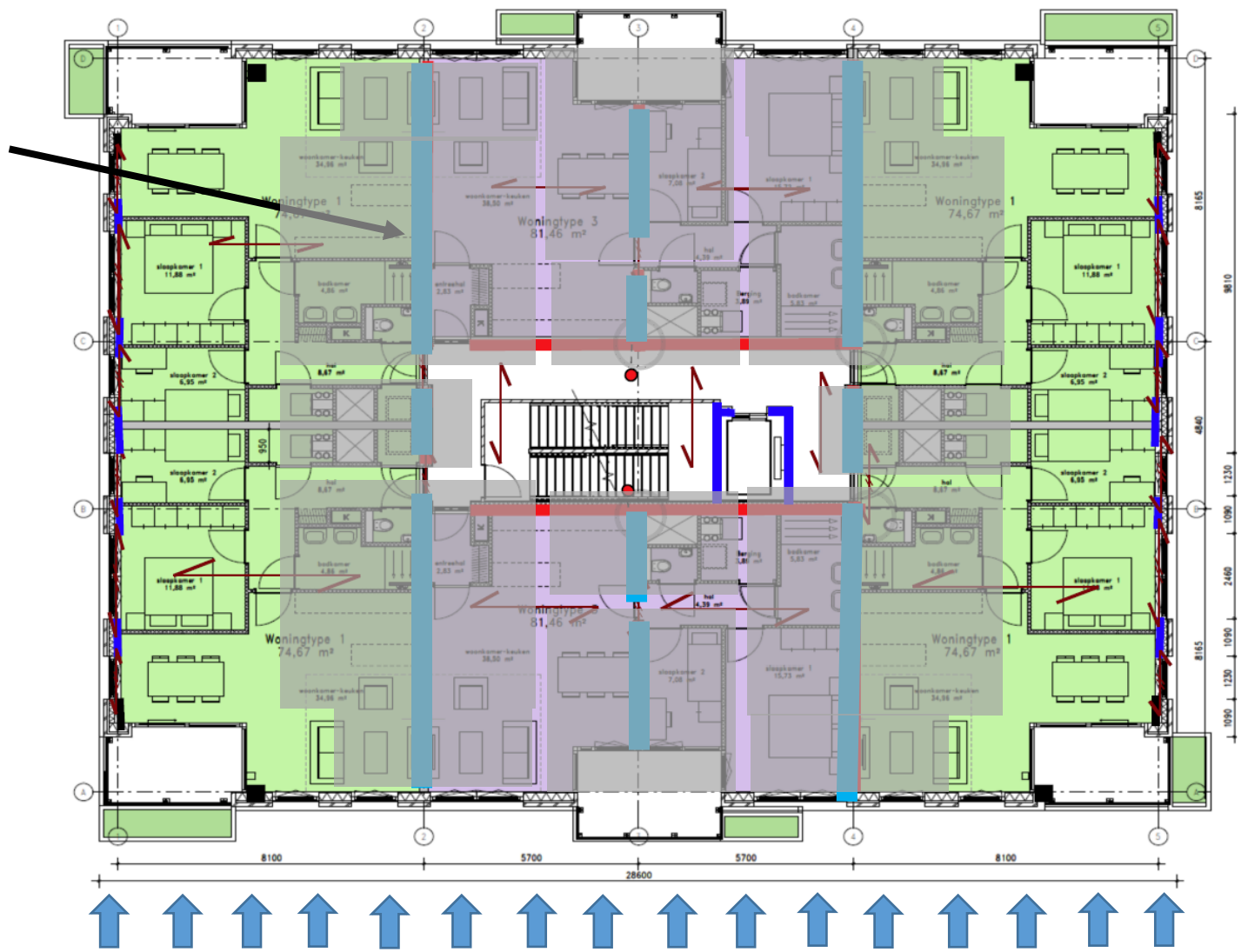
Controle oplegvlak

Conclusie : De capaciteit van de oplegging voldoet.

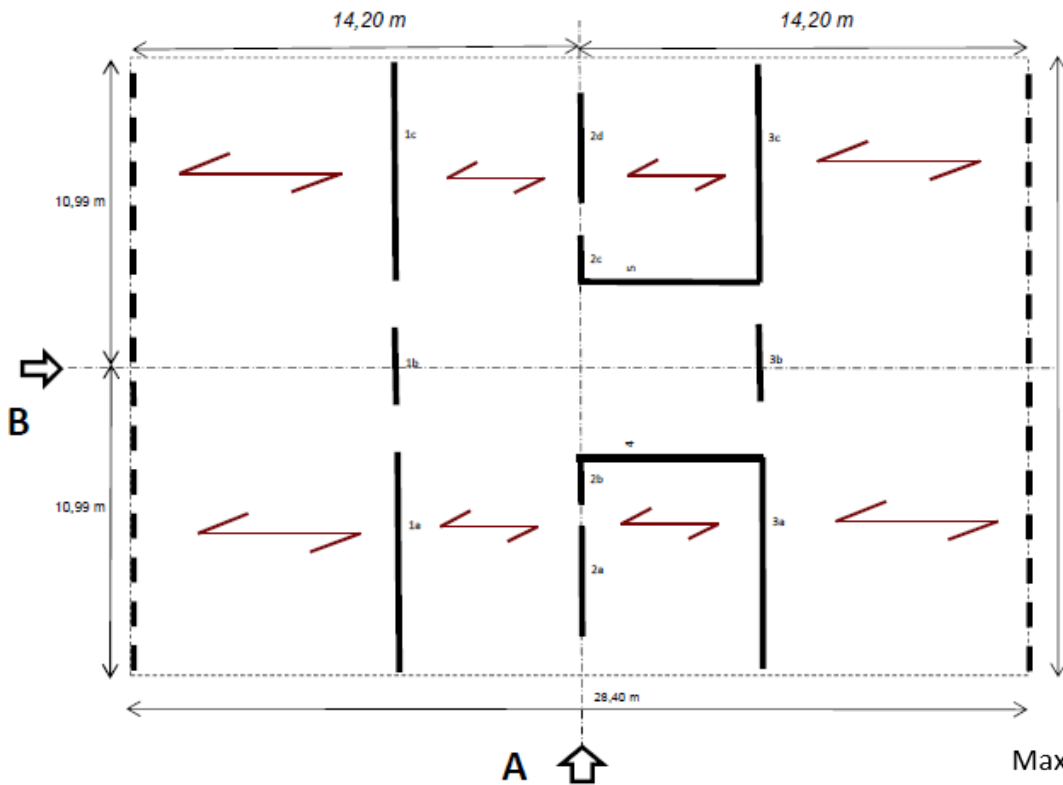
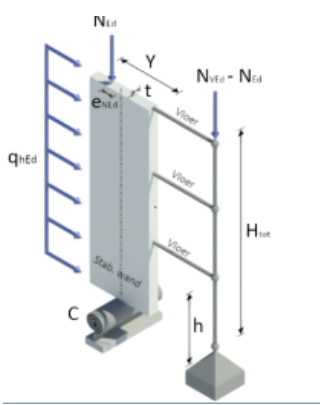


module 6-invoer

Stabiliteitskern, Module 6



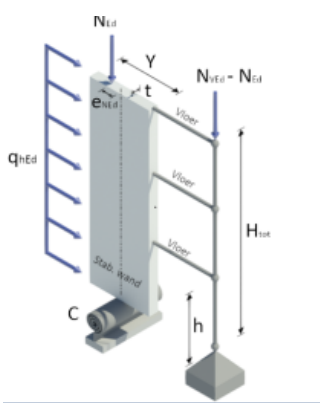
module 6-invoer



| Wanden gedragen zich neutraal | | | | | Wind | | Aanpend. Bel. | | maximale ongedilateerde lengte | | |
|-------------------------------|-------|----------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------|
| Wand | b (m) | Stramien | t (m) | | H _{wd} (kN) | M _{wd} (kNm) | N _{vgdmax} (kN) | N _{vgdmin} (kN) | Dragende wanden | | |
| | | | | | | | | | dagmaat | max | |
| 1a | 0,250 | 2 | 8,10 | 11,07 23,5% | 174 | 1370 | 10574 | 7269 | 2,7 m | 2x onbelemmerd | 11,61 m V |
| 1b | 0,250 | 2 | 2,35 | 0,27 0,6% | 4 | 33 | 258 | 178 | 2,7 m | 2x onbelemmerd | 11,61 m V |
| 1c | 0,250 | 2 | 8,10 | 11,07 23,5% | 174 | 1370 | 10574 | 7269 | 2,7 m | 2x onbelemmerd | 11,61 m V |
| 2a | 0,250 | 3 | 3,65 | 1,01 2,1% | 16 | 125 | 968 | 665 | 2,7 m | 2x onbelemmerd | 11,61 m V |
| 2b | 0,250 | 3 | 2,00 | 0,17 0,4% | 3 | 21 | 159 | 109 | 2,7 m | 1x onbelemmerd + 1x bulgslap | 9,18 m V |
| 2c | 0,250 | 3 | 2,00 | 0,17 0,4% | 3 | 21 | 159 | 109 | 2,7 m | 1x onbelemmerd + 1x bulgslap | 9,18 m V |
| 2d | 0,250 | 3 | 3,65 | 1,01 2,1% | 16 | 125 | 968 | 665 | 2,7 m | 2x onbelemmerd | 11,61 m V |
| 3a | 0,250 | 4 | 8,10 | 11,07 23,5% | 174 | 1370 | 10574 | 7269 | 2,7 m | 1x onbelemmerd + 1x bulgslap | 9,18 m V |
| 3b | 0,250 | 4 | 2,35 | 0,27 0,6% | 4 | 33 | 258 | 178 | 2,7 m | 2x onbelemmerd | 11,61 m V |
| 3c | 0,250 | 4 | 8,10 | 11,07 23,5% | 174 | 1370 | 10574 | 7269 | 2,7 m | 1x onbelemmerd + 1x bulgslap | 9,18 m V |
| Totaal | | | | 100,0% | 740 | 5838 | 45066 | 30980 | | | |

Maximale ongedilateerde wandlengte factor voor dragende en gefundeerd wanden (maximale ongedilateerde wandlengte = factor x dagmaat wand)

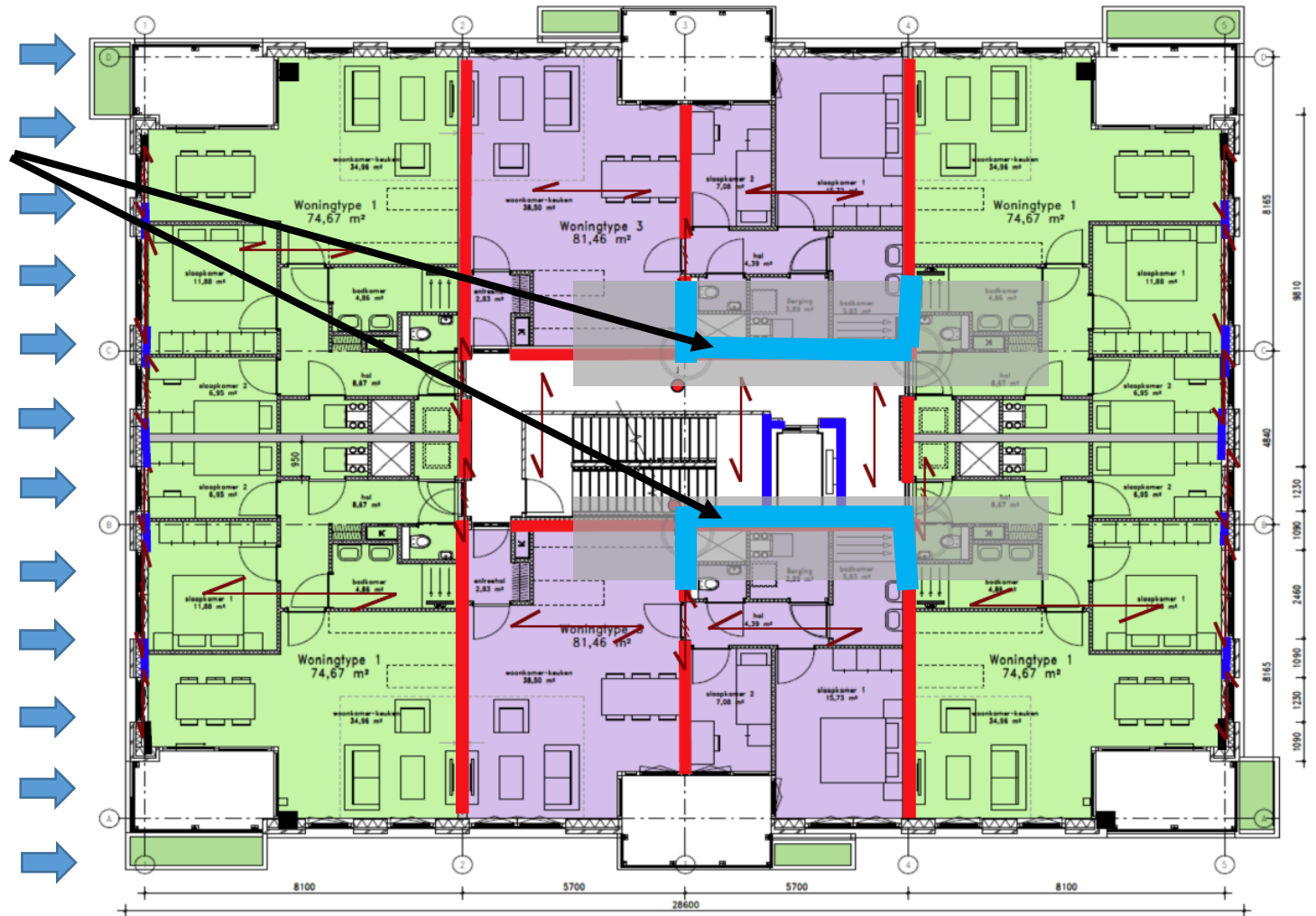
| Randvoorwaarde | dwarswanden | dwarswand | dwarswanden | dwarswand | dwarswanden | dwarswanden | maximaal |
|----------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-------------|----------|
| | geen | ≤ t | 2x ≤ t | > t | 1x > t & 1x ≤ t | 2x > t | |
| twand ≤ 150mm | 3,7 | 3,0 | 2,3 | 1,9 | 1,5 | 1,2 | ≤ 10 m |
| twand > 150mm | 4,3 | 3,4 | 2,6 | 2,1 | 1,7 | 1,4 | ≤ 12 m |



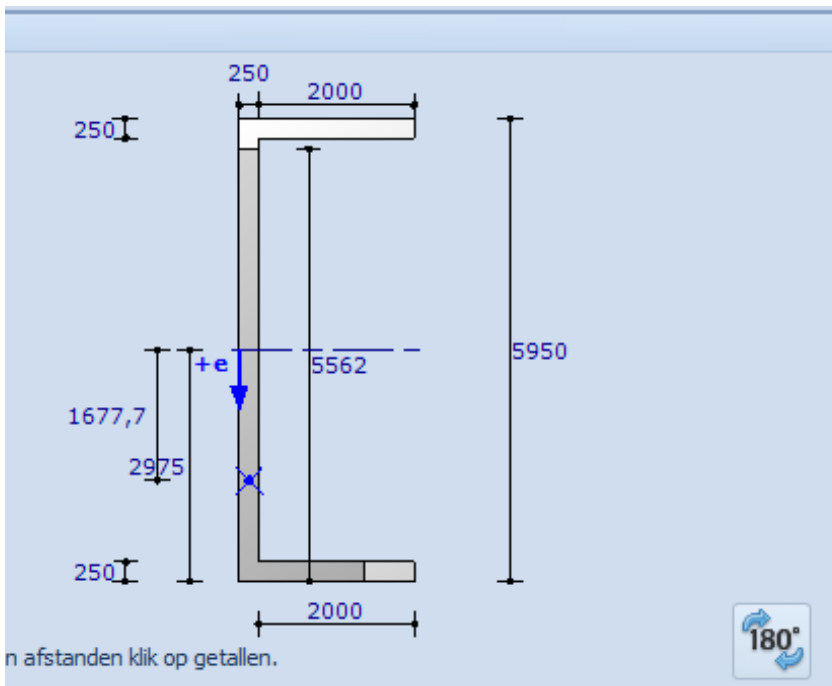
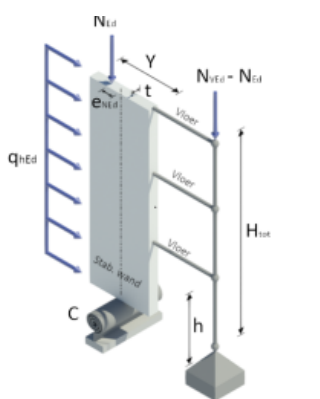
module 6-invoer

Stabiliteitskern, Module 6

| Belastingsbreedte | 2,00 m | rb | vb | ψ_0 | Breedte | Lengte | Ng | Nq | ψ_0 | Nq | |
|--------------------------------|---------|----------------------|----------------------|----------|-------------------|-------------------|--------------|------|----------|-----------|--|
| Belastingslengte | 11,40 m | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (-) | (m ¹) | (m ¹) | (kN) | (kN) | (-) | (kN) | |
| Dak | | 9,60 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 11,40 | 109 | 0 | 0,00 | 0 | |
| 4 ^e verdiepingvloer | | 8,90 | 2,75 | 0,40 | 2,00 | 11,40 | 203 | 25 | 0,40 | 25 | |
| 3 ^e verdiepingvloer | | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 2,00 | 11,40 | 203 | 63 | 0,40 | 25 | |
| 2 ^e verdiepingvloer | | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 2,00 | 11,40 | 203 | 63 | 0,40 | 25 | |
| Hoogte Lengte | | | | | | | | | | | |
| (m) (m) | | | | | | | | | | | |
| stabwand | ca | 5,50 | 100% | 12,80 | 5,70 | | 401 | | | | |
| bouwmuur | ca | 5,50 | 100% | 12,80 | 6,00 | | 422 | | | | |
| Subtotaal | | | | | | | 1542 | 150 | | 75 | |
| 6.10 | | | | | | | Ng = 1542 kN | x | 0,90 | = 1388 kN | |



module 6-invoer



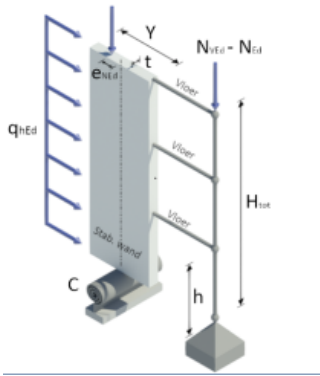
Algemeen | Geometrie 1 | Geometrie 2 | Belasting

Hoogte wand

| | | | |
|--------|---|-----|---|
| htot : | <input type="text" value="12550"/> [mm] | n : | <input type="text" value="4"/> |
| h : | <input type="text" value="2700"/> [mm] | C : | <input type="text" value="500000"/> [kNm/rad] |

Diagram showing a wall section with a curved load on top and three upward reaction arrows at the base.

module 6-invoer



Algemeen Geometrie 1 Geometrie 2 **Belasting**

Belasting

N_{Ed} [kN]

e_{NEd} [m]

N_{VEd} [kN]

q_{HEd} [kN/m]

horizontale belasting a.g.v. imperfecties

Belasting op stab. kern

| Belastingsbreedte | 2,00 m | rb | vb | ψ_0 | Breedte | Lengte | Ng | Nq | ψ_0 | Nq | |
|---------------------------------|---------|----------------------|----------------------|----------|-------------------|-------------------|-----------------|------|----------|-----------|--|
| Belastingslengte | 11,40 m | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (-) | (m ¹) | (m ¹) | (kN) | (kN) | (-) | (kN) | |
| Dak | | 9,60 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 11,40 | 109 | 0 | 0,00 | 0 | |
| 4 ^e verdiepingsvloer | | 8,90 | 2,75 | 0,40 | 2,00 | 11,40 | 203 | 25 | 0,40 | 25 | |
| 3 ^e verdiepingsvloer | | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 2,00 | 11,40 | 203 | 63 | 0,40 | 25 | |
| 2 ^e verdiepingsvloer | | 8,90 | 2,75 | 1,00 | 2,00 | 11,40 | 203 | 63 | 0,40 | 25 | |
| Hoogte Lengte | | | | | | | | | | | |
| (m) (m) | | | | | | | | | | | |
| stabwand | ca | 5,50 | 100% | 12,80 | 5,70 | | 401 | | | | |
| bouwmuur | ca | 5,50 | 100% | 12,80 | 6,00 | | 422 | | | | |
| Subtotaal | | | | | | | 1542 | 150 | | 75 | |
| 6.10 | | | | | | | $N_g = 1542$ kN | x | 0,90 | = 1388 kN | |

Gebouw gewicht

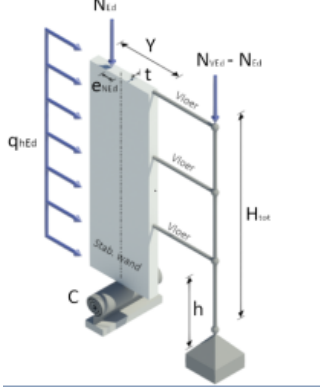
| | rb v.g. | rb v.r. | rb balkon | vb | vb | vb | ψ_0 | ψ_0 | woonvlak | trappenhuis | Galerijbalken | Ng | Nq | ψ_0 | ψ_0 | Nq |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------|----------|------------|------|
| | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (kN/m ²) | (-) | (-) | (m ²) | (m ²) | (m ²) | (kN) | (kN) | (-) | (-) | (kN) |
| Dak | 9,60 | | | 1,00 | | | 0,00 | 0,00 | 418 | | | 4013 | 0 | 0,40 | 0,40 | 167 |
| 4 ^e v.v. | 8,90 | 0,00 | 8,70 | 2,75 | 2,00 | 2,50 | 0,40 | 0,40 | 467 | 51 | 94 | 4970 | 648 | 0,40 | 0,40 | 648 |
| 3 ^e v.v. | 8,90 | 0,00 | 8,70 | 2,75 | 2,00 | 2,50 | 1,00 | 1,00 | 490 | 51 | 70 | 4972 | 1626 | 0,40 | 0,40 | 650 |
| 2 ^e v.v. | 8,90 | 0,00 | 8,70 | 2,75 | 2,00 | 2,50 | 1,00 | 1,00 | 490 | 51 | 70 | 4972 | 1626 | 0,40 | 0,40 | 650 |
| opp. gewicht | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hoogte (m) Lengte (m) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dragend gevelgewicht | | | | ca | 4,78 | 100% | 11,35 | 42,34 | 1 | eindgevels | | 2297 | | | | |
| Dragende binnenwanden | | | | ca | 5,50 | 100% | 10,80 | 86,40 | 1 | bouwmuren | | 5132 | | | | |
| Dragende binnenwanden | | | | ca | 3,85 | 100% | 10,80 | 7,00 | 1 | bouwmuren | | 291 | | | | |
| Niet/weinig dragende gevel | | | | ca | 1,48 | 100% | 12,55 | 55,20 | 1 | voor/achtergevel | | 1022 | | | | |
| Subtotaal | | | | | | | | | | | | 31883 | 3900 | | | 2674 |
| | | | | | | | | | | | | $N_g = 31883$ kN | x | 0,90 | = 28695 kN | |

Initiële scheefstand

Scheefstand

$$v = 1 / (100 \sqrt{h_{tot}})$$

2 stabiliteitskernen 28695 kN / 2 = 14347 kN/stab. kern



module 6-uitvoer

Artikel 5.5.3 (2)

$$b_{max1} = \min \left(\frac{h_{tot}}{5} ; \frac{h}{2} ; 6 t_{m1} \right) = 1350 \text{ mm}$$

$$b_{max3} = \min \left(\frac{h_{tot}}{5} ; \frac{h}{2} ; 6 t_{m3} \right) = 1350 \text{ mm}$$

$$x_1 = 0 \text{ mm} \quad x_2 = 1350 \text{ mm} \quad x_3 = 0 \text{ mm} \quad x_4 = 0 \text{ mm} \quad x_5 = 0 \text{ mm} \quad x_6 = 1350 \text{ mm}$$

$$A = 2,163 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad S = 6,433 \times 10^9 \text{ mm}^3 \quad z_w = \frac{S}{A} = 2975 \text{ mm}$$

$$nu = \frac{1}{100 \sqrt{h_{tot}}} = 0,0028$$

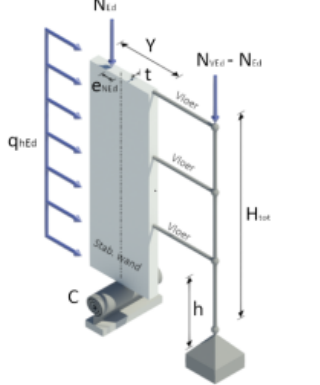
$$q_{HEd,nu} = nu \frac{N_{VEd}}{h_{tot}} = 3,23 \text{ kN/m}$$

Initiële scheefstand

Totale horizontale rekenbelasting $q_{HEd} = q_{HEd} + q_{HEd,nu} = 21,55 \text{ kN/m}$

1^e orde moment

$$M_{0Ed} = N_{Ed} e_{NEd} + \frac{1}{2} q_{HEd} h_{tot}^2 = 1696,85 \text{ kNm}$$



module 6-uitvoer

a. Partiële stabiliteitscontrole lijf artikel 6.1.2.2

Artikel 5.5.1.2 (7)

$$L_v = 5950 \text{ mm} \quad n_s = 4$$

$$\rho = 0,75$$

...(5.3)

$$h = 2700 \text{ mm} < 1,15 L_v = 6842,5 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho h}{L_v} \right)^2} \rho = \frac{1}{1 + \left(\frac{0,75 \times 2700}{5950} \right)^2} \times 0,75 = 0,67$$

...(5.8)

$$h_{er} = \rho h = 0,67 \times 2700 = 1815 \text{ mm}$$

...(5.2)

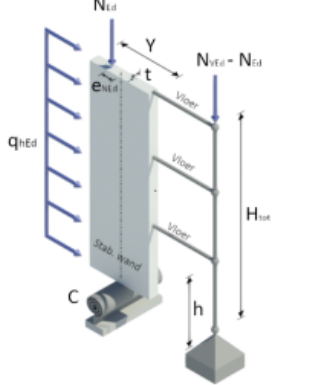
Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{er}}{t_{er}} = 7,26 < 27 \quad \text{u.c.} = 0,27$$

Slankheid van de wand voldoet.

Artikel 5.5.1.1 (4)

Slankheid lijf(4 zijdig gesteund)
tgv de bekende momenten



module 6-uitvoer

$$e_{int} = \frac{h_{er}}{450} = 4 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h = 2700 \text{ mm} < 1,15 L_v = 6842,5 \text{ mm}$$

$$\rho_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 h}{L_v} \right)^2} \quad \rho_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{1,00 \times 2700}{5950} \right)^2} \times 1,00 = 0,83 \quad \dots(5.8)$$

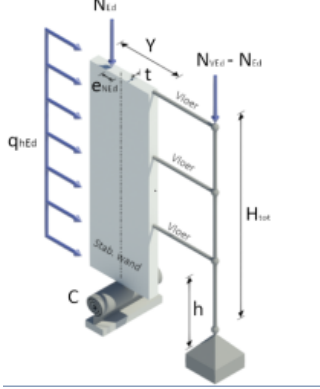
$$h_{er2} = \rho_2 h = 0,83 \times 2700 = 2239 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{er2}}{t_{er}} = 8,96 < 27 \quad u.c. = 0,33$$

Slankheid van de wand voldoet.

*Slankheid lijf(4 zijdig gesteund)
tgv de constante minimale 1^e
orde excentriciteit*



module 6-uitvoer

Capaciteit bepaling lijf (4 zijdig gesteund) met de constante minimale 1^e orde excentriciteit

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{e2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8)$$

$$e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0,05 t) = 12,5 \text{ mm} \dots(6.6)$$

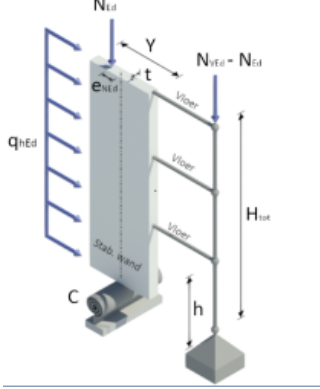
$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{12,5}{250} = 0,9 \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{e2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2239}{250} \sqrt{\frac{16,8}{11777,3}} = 0,338 \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,338 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{12,5}{250}} = 0,41 \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-\lambda_\phi u/2} = 0,827 \dots(G.1)$$

$$N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 12179,98 \text{ kN} \dots(6.2)$$



module 6-uitvoer

b. Partiële stabiliteitscontrole flens artikel 6.1.2.2

Artikel 5.5.1.2 (7)

$$L_v = 1350 \text{ mm} \quad n_s = 3$$

$$\rho = 0,75$$

...(5.3)

$$h = 2700 \text{ mm} < 3,5 L_v = 4725 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho h}{3 L_v} \right)^2} \rho = \frac{1}{1 + \left(\frac{0,75 \times 2700}{3 \times 1350} \right)^2} \times 0,75 = 0,60$$

...(5.6)

Slankheid flens(3 zijdig gesteund) tgv de bekende momenten

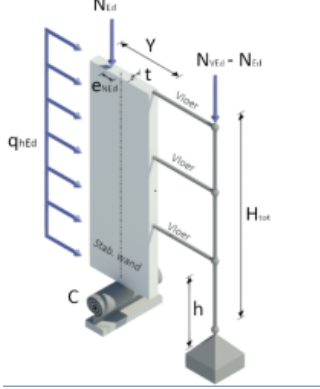
$$\lambda = \frac{h_{er}}{t_{er}} = 6,48 < 27 \quad u.c. = 0,24$$

Slankheid van de wand voldoet.

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{int} = \frac{h_{er}}{450} = 3,6 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2



module 6-uitvoer

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h = 2700 \text{ mm} < 3,5 L_v = 4725 \text{ mm}$$

$$\rho_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 h}{3 L_v} \right)^2} \quad \rho_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{1,00 \times 2700}{3 \times 1350} \right)^2} \times 1,00 = 0,69 \quad \dots(5.6)$$

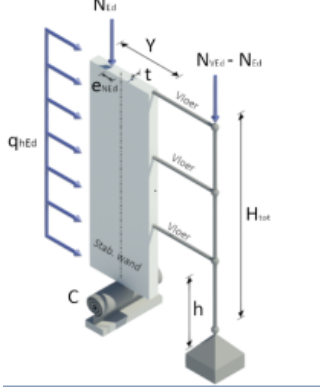
$$h_{ef2} = \rho_2 h = 0,69 \times 2700 = 1869 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 7,48 < 27 \quad \text{u.c.} = 0,28$$

Slankheid van de wand voldoet.

Slankheid flens(3 zijdig gesteund) tgv de constante minimale 1^e orde excentriciteit



VNK Statica 6.0-module 6-uitvoer

Capaciteit bepaling flens (3 zijdig gesteund) met de constante minimale 1^e orde excentriciteit

$$e_{m2} = \max\left(10; \frac{h_{ef2}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0,05 t) = 12,5 \text{ mm} \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{12,5}{250} = 0,9 \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{1869,2}{250} \sqrt{\frac{16,8}{11777,3}} = 0,283 \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,283 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{12,5}{250}} = 0,327 \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u^2)/2} = 0,853 \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 2849,65 \text{ kN} \dots(6.2)$$

$$\Phi = \min(\Phi_{mlijf}; \Phi_{mflens}) = \min(0,827; 0,853) = 0,827$$

$$f_{d,limit} = \Phi f_d = 0,827 \times 9,9 = 8,19 \text{ N/mm}^2$$

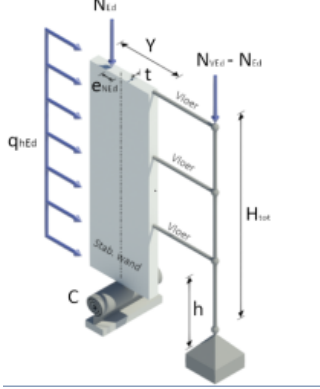
$$\varepsilon_u = -0,0035 \quad \varepsilon_{ul} = \frac{f_{d,limit}}{f_d} \cdot -0,0025 = \frac{8,188}{9,897} \cdot -0,0025 = -0,00207$$

Capaciteit zonder gelimiteerde sterkte

$$M_{Rd} = 4061,33 \text{ kNm} \quad x_u = 136,3 \text{ mm}$$

Capaciteit met gelimiteerde sterkte

$$M_{Rd} = 4033,2 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 212 \text{ mm}$$



module 6-uitvoer

Bepaling 2^e orde moment

Bepaling van de buigstijfheid EI

$$M_{EI} = 0,8 M_{Rd} = 3249,07 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_c = -0,000488 \quad \varepsilon_t = 0,000430$$

$$\kappa_{EI} = \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{y} = \frac{0,000430 - (-0,000488)}{5950} = 1,543 \times 10^{-7} \text{ 1/mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{\kappa_{EI}} = 21061026 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{21061026}{500000 \times 12550} = 3,356$$

$$N_B = 7,8 \frac{n}{n+1,6} \frac{1}{3,9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 52875,7 \text{ kN} \dots (\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

Toetsing knikstabiliteit

$$N_{VEd} = 14347 \text{ kN} < N_B = 52875,7 \text{ kN} \quad u.c. = 0,27$$

Knikstabiliteit voldoet.

Controle 2^e orde moment

$u.c. = 0,58$

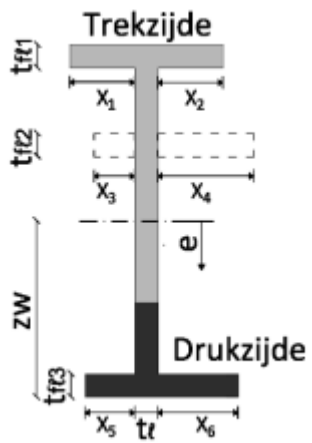
$$\frac{N_B}{N_{VEd}} = 3,7 < 11 \quad M_{Ed} = M_{oEd} \left(1 + \frac{1}{\frac{N_B}{N_{VEd}} - 1} \right) = 2328,71 \text{ kNm}$$

Toetsing momentcapaciteit

$$M_{Ed} = 2328,71 \text{ kNm} < M_{Rd} = 4033,2 \text{ kNm} \quad u.c. = 0,58$$

Momentcapaciteit voldoet.

module 4-invoer



Module 4 - Doorsnede stabiliteitskern met moment en dwarskracht

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Gebruik gelimiteerde sterkte Ja Nee

Gelimiteerde sterkte

Voor wijzigin

Module 4 - Doorsnede stabiliteitskern met moment en dwarskracht

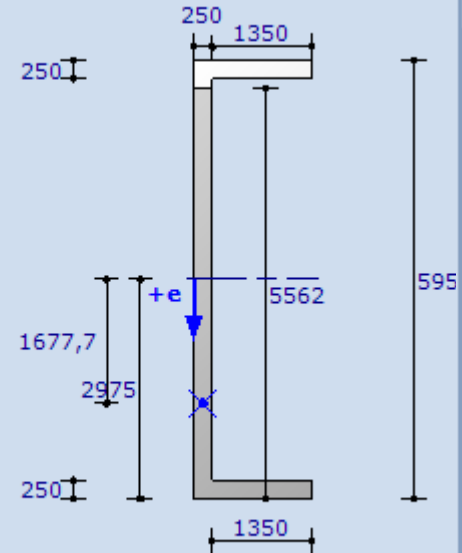
Algemeen Geometrie Belasting

Doorsnede

Rechthoekig H-vormig

| | | | |
|-----------------|--|-----------------|--|
| y | <input type="text" value="5950 [mm]"/> | t ₁ | <input type="text" value="250 [mm]"/> |
| x ₁ | <input type="text" value="0 [mm]"/> | x ₂ | <input type="text" value="1350 [mm]"/> |
| x ₃ | <input type="text" value="0 [mm]"/> | x ₄ | <input type="text" value="0 [mm]"/> |
| x ₅ | <input type="text" value="0 [mm]"/> | x ₆ | <input type="text" value="1350 [mm]"/> |
| t _{f1} | <input type="text" value="250 [mm]"/> | t _{f2} | <input type="text" value="120 [mm]"/> |
| t _{f3} | <input type="text" value="250 [mm]"/> | t _t | <input type="text" value="1200 [mm]"/> |

Voor wijziging van afstanden klik op getallen.



Module 4 - Doorsnede stabiliteitskern met moment en dwarskracht

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

| | |
|-----------------|--|
| N _{Ed} | <input type="text" value="1388 [kN]"/> |
| V _{Ed} | <input type="text" value="270,4 [kN]"/> |
| M _{Ed} | <input type="text" value="2328,71 [kNm]"/> |

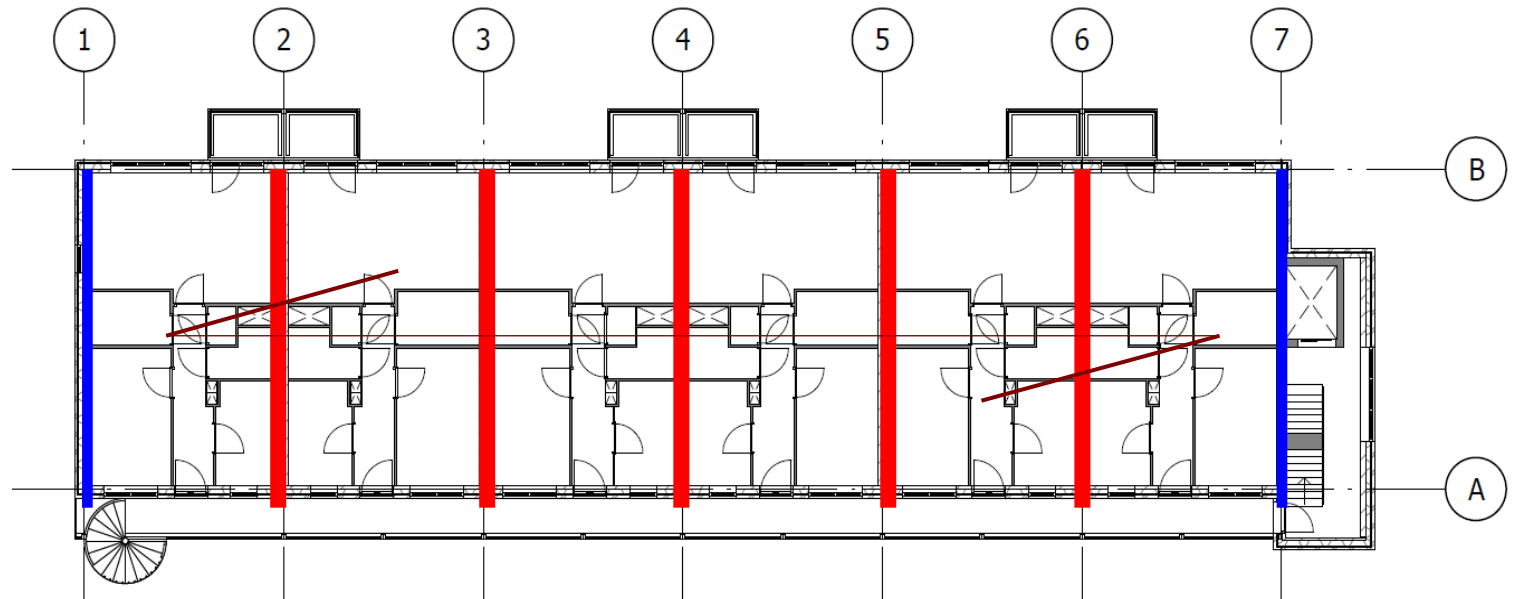


Unity Check: 0,58 Momentcapaciteit voldoet.

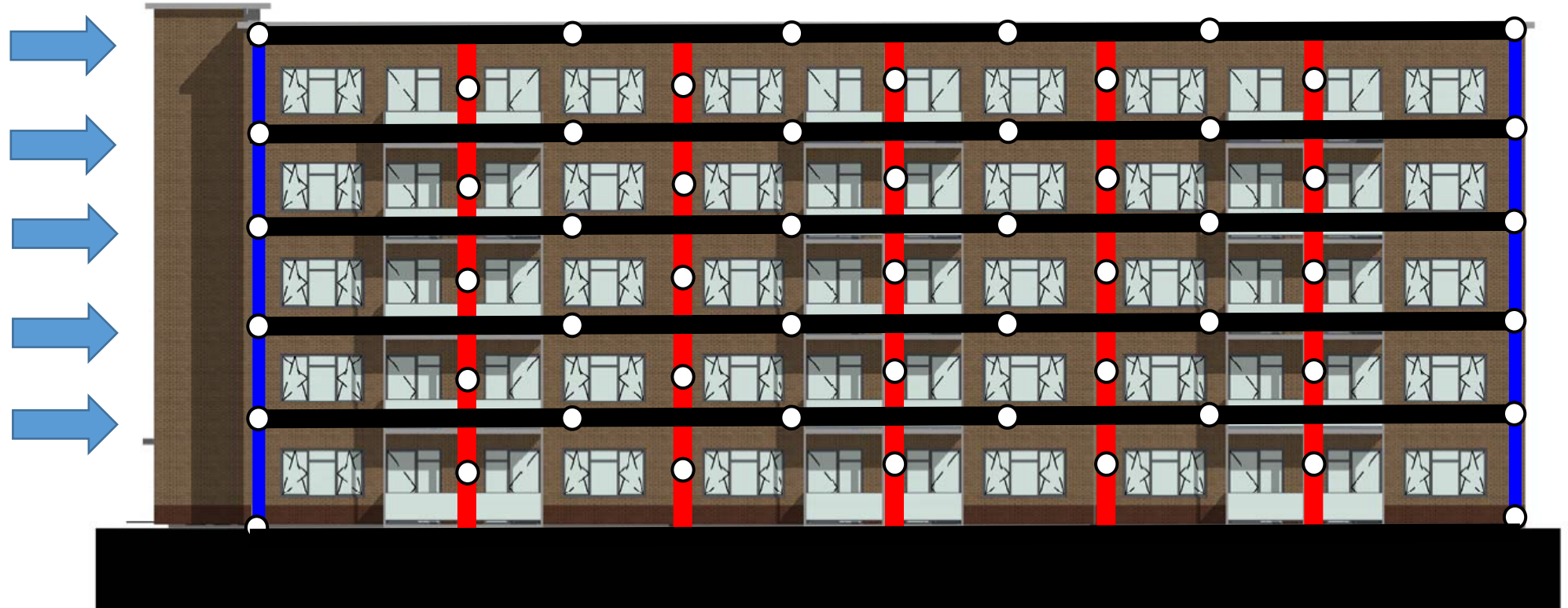
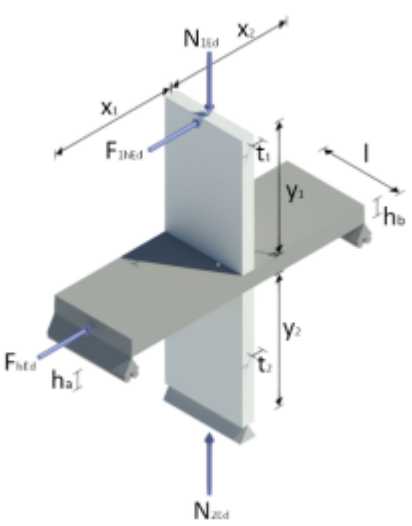
Gebouw B raamwerk

module 7 - stabiliteitswand met inklemming aan de onderzijde

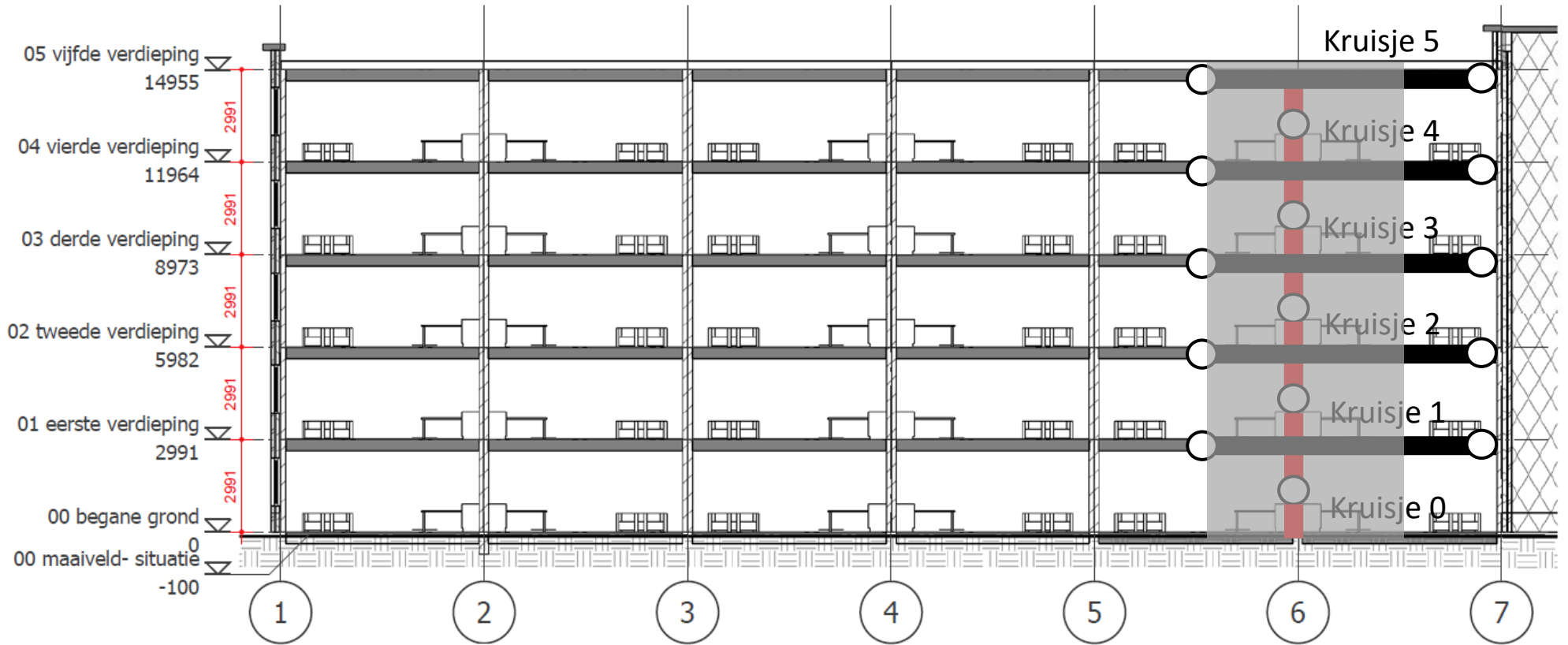
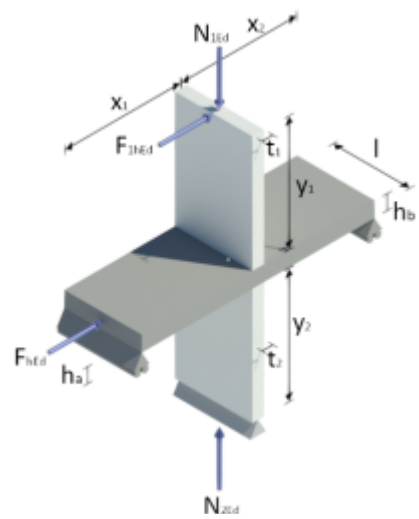
module 8 - met Kruisvormige constructiedeel



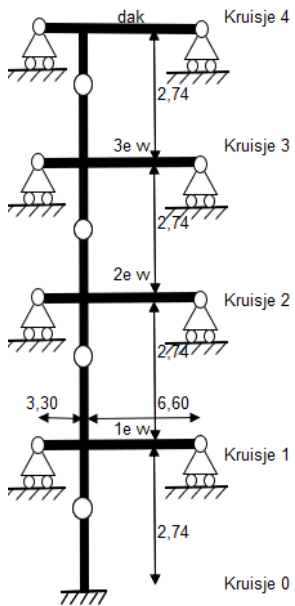
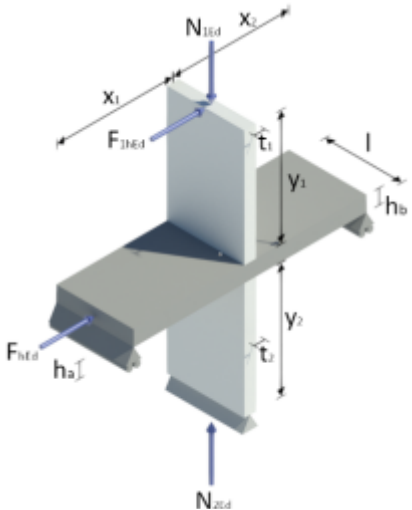
module 8-invoer



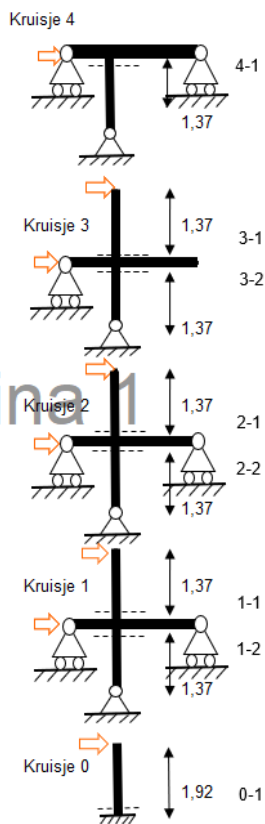
module 8-invoer



module 8-invoer



Pagina 1



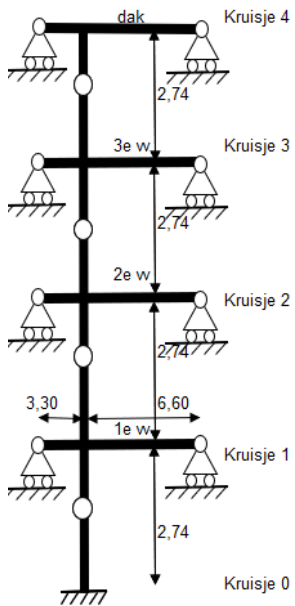
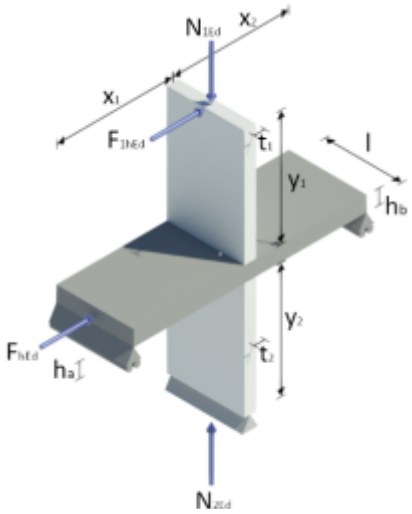
Normaalkracht in wand

| | | | | | | |
|-----------|------------------------------|-------|---|------|------------------------------|---------------|
| Kruisje 5 | Belasting t.p.v. 5-1 | B (m) | | | | |
| | Dak | 7,40 | x | 10,2 | x | 6,60 = 498 kN |
| | | | | | N3-1 = 498 kN | |
| Kruisje 4 | Belasting t.p.v. 4-1 | | | | | |
| | Bouwmuur | 3,85 | x | 10,2 | x | 2,74 = 108 kN |
| | | | | | Normaalkracht = 498 kN | |
| | | | | | N2-1 = 606 kN | |
| Kruisje 4 | Belasting t.p.v. 4-2 | | | | | |
| | Niet dragende gevel | 2,58 | x | 13,2 | x | 2,99 = 102 kN |
| | 4 ^e verdiep.vloer | 7,85 | x | 10,2 | x | 6,60 = 528 kN |
| | | | | | Normaalkracht N2-1 = 606 kN | |
| | | | | | N2-2 = 1236 kN | |
| Kruisje 3 | Belasting t.p.v. 3-1 | | | | | |
| | Bouwmuur | 3,85 | x | 10,2 | x | 2,74 = 108 kN |
| | | | | | Normaalkracht N3-1 = 1236 kN | |
| | | | | | N2-1 = 1344 kN | |
| Kruisje 3 | Belasting t.p.v. 3-2 | | | | | |
| | Niet dragende gevel | 2,58 | x | 13,2 | x | 2,99 = 102 kN |
| | 3 ^e verdiep.vloer | 7,85 | x | 10,2 | x | 6,60 = 528 kN |
| | | | | | Normaalkracht N2-1 = 1344 kN | |
| | | | | | N2-2 = 1974 kN | |
| Kruisje 2 | Belasting t.p.v. 2-1 | | | | | |
| | Bouwmuur | 3,85 | x | 10,2 | x | 2,74 = 108 kN |
| | | | | | Normaalkracht N2-2 = 1974 kN | |
| | | | | | N1-1 = 2081 kN | |
| Kruisje 2 | Belasting t.p.v. 2-2 | | | | | |
| | Niet dragende gevel | 2,58 | x | 13,2 | x | 2,99 = 102 kN |
| | 2e verdiep.vloer | 7,85 | x | 10,2 | x | 6,60 = 528 kN |
| | | | | | Normaalkracht N1-1 = 2081 kN | |
| | | | | | N1-2 = 2711 kN | |
| Kruisje 1 | Belasting t.p.v. 1-1 | | | | | |
| | Bouwmuur | 3,85 | x | 10,2 | x | 2,74 = 108 kN |
| | | | | | Normaalkracht N1-2 = 2711 kN | |
| | | | | | N1-1 = 2819 kN | |
| Kruisje 1 | Belasting t.p.v. 1-2 | | | | | |
| | Niet dragende gevel | 2,58 | x | 13,2 | x | 2,99 = 102 kN |
| | 1e verdiep.vloer | 7,85 | x | 10,2 | x | 6,60 = 528 kN |
| | | | | | Normaalkracht N1-1 = 2819 kN | |
| | | | | | N1-2 = 3449 kN | |
| Kruisje 0 | Belasting t.p.v. 0-1 | | | | | |
| | Bouwmuur | 3,85 | x | 10,2 | x | 2,74 = 108 kN |
| | | | | | Normaalkracht N1-2 = 3449 kN | |
| | | | | | N0-1 = 3557 kN | |

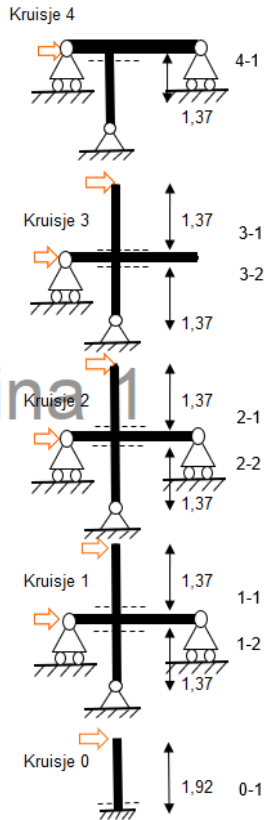
Rekenwaarden van de belasting

| | | | | |
|--------------------|---|------|---|---------|
| $N_{Ed5-1} = 498$ | x | 0,90 | = | 448 kN |
| $N_{Ed4-1} = 606$ | x | 0,90 | = | 545 kN |
| $N_{Ed4-2} = 1236$ | x | 0,90 | = | 1112 kN |
| $N_{Ed3-1} = 1344$ | x | 0,90 | = | 1209 kN |
| $N_{Ed3-2} = 1974$ | x | 0,90 | = | 1776 kN |
| $N_{Ed2-1} = 2081$ | x | 0,90 | = | 1873 kN |
| $N_{Ed2-2} = 2711$ | x | 0,90 | = | 2440 kN |
| $N_{Ed1-1} = 2819$ | x | 0,90 | = | 2537 kN |
| $N_{Ed1-2} = 3449$ | x | 0,90 | = | 3104 kN |
| $N_{Ed0-1} = 3557$ | x | 0,90 | = | 3201 kN |

module 8-invoer



Pagina 1



Wind + scheefstandsbelastingen

Rekenwaarden van de belasting

| | | | | |
|---------------|--------|---|-------------|-----------|
| Dak | 12,5 | = | 12,5 | kN |
| $W_{4;d}$ | = 13,5 | = | 13,5 | kN |
| $W_{3;d}$ | = 13,5 | = | 13,5 | kN |
| $W_{2;d}$ | = 13,5 | = | 13,5 | kN |
| $W_{1;d}$ | = 13,5 | = | 13,5 | kN |
| Totaal | | | 66,3 | kN |

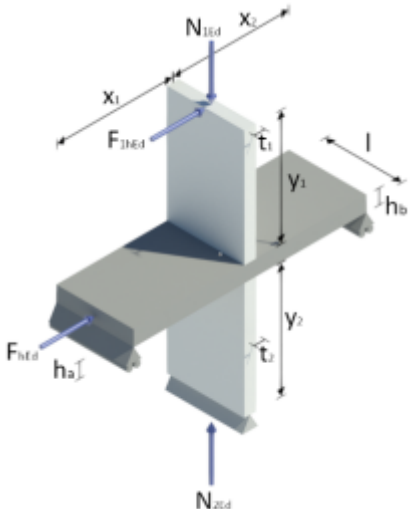
Rekenwaarden van de momenten

| | | | | | | |
|-------------|--------|---|------|---|-------|-----|
| M_{Ed5-1} | = 12,5 | x | 1,37 | = | 17,1 | kNm |
| M_{Ed4-1} | = 12,5 | x | 1,37 | = | 17,1 | kNm |
| M_{Ed4-2} | = 25,9 | x | 1,37 | = | 35,6 | kNm |
| M_{Ed3-1} | = 25,9 | x | 1,37 | = | 35,6 | kNm |
| M_{Ed3-2} | = 39,4 | x | 1,37 | = | 54,0 | kNm |
| M_{Ed2-1} | = 39,4 | x | 1,37 | = | 54,0 | kNm |
| M_{Ed2-2} | = 52,9 | x | 1,37 | = | 72,4 | kNm |
| M_{Ed1-1} | = 52,9 | x | 1,37 | = | 72,4 | kNm |
| M_{Ed1-2} | = 66,3 | x | 1,37 | = | 90,9 | kNm |
| M_{Ed0-1} | = 66,3 | x | 1,92 | = | 127,2 | kNm |

← Kruisje module 8

← Uitkragende wand module 7

module 8-invoer



Module 8 - Stabiliteit met een kruisvormig constructiedeel

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse **CC2**

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen **CS 36**

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Betonkwaliteit **C30/37**

Wanden

| | | | |
|-------|-----------|-------|-----------|
| l | 9600 [mm] | | |
| t_1 | 250 [mm] | y_1 | 1371 [mm] |
| t_2 | 250 [mm] | y_2 | 1371 [mm] |

Vloeren

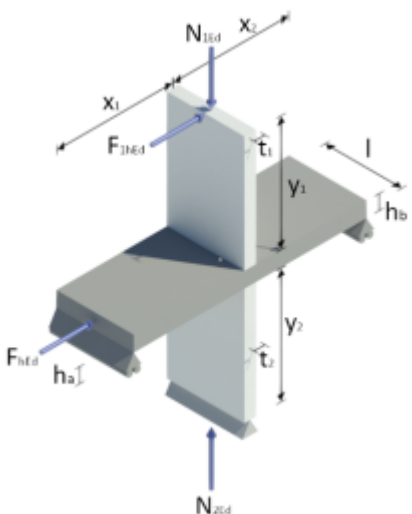
| | | | |
|-------|----------|-------|-----------|
| h_a | 250 [mm] | x_1 | 3300 [mm] |
| h_b | 250 [mm] | x_2 | 6600 [mm] |

Belasting

| | |
|------------|-----------|
| N_{1Ed} | 2537 [kN] |
| N_{2Ed} | 3104 [kN] |
| N_{1VEd} | 3798 [kN] |
| N_{2VEd} | 4647 [kN] |
| F_{1HEd} | 52.8 [kN] |
| F_{HEd} | 13.5 [kN] |

Voor wijziging van afstanden klik op getallen.

module 8-uitvoer



E vloeren

Buigstijfheid vloeren

Buigstijfheid wanden

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0,8 \times 36^{0,05} \times 12,5^0 = 16,82 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{16,82}{1,7} = 9,9 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{10Ed} = F_{1HEd} h_1 = 72,39 \text{ kNm}$$

$$e_{10Ed} = \frac{M_{10Ed}}{N_{1Ed}} = 28,5 \text{ mm}$$

$$F_{2HEd} = F_{1HEd} + F_{HEd} = 52,8 + 13,5 = 66,3 \text{ kN}$$

$$M_{20Ed} = F_{2HEd} h_2 = 90,9 \text{ kNm}$$

$$e_{20Ed} = \frac{M_{20Ed}}{N_{2Ed}} = 29,3 \text{ mm}$$

$$E_{c,uls} = 1850 + 70 f_{ck} = 1850 + 70 \times 37 = 4440 \text{ N/mm}^2$$

$$I_a = \frac{b}{12} h_a^3 = 1,25 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

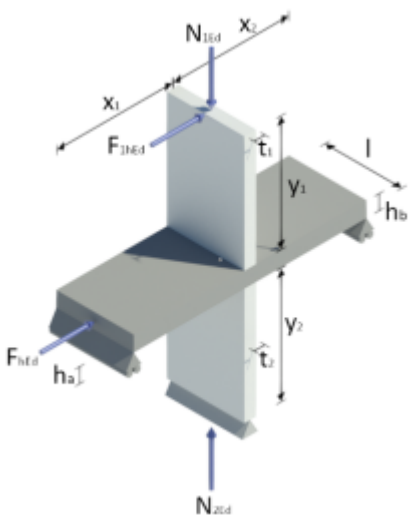
$$C_a = \frac{3 E_{c,uls} I_a}{L_a} = 50454,5 \text{ kNm}$$

$$I_b = \frac{b}{12} h_b^3 = 1,25 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$C_b = \frac{3 E_{c,uls} I_b}{L_b} = 25227,3 \text{ kNm}$$

$$C_1 = (C_a + C_b) \frac{M_{10Ed}}{M_{10Ed} + M_{20Ed}} = (50454,5 + 25227,3) \frac{72,4}{72,4 + 90,9} = 33551,6 \text{ kNm}$$

$$C_2 = C_a + C_b - C_1 = 50454,5 + 25227,3 - 33551,6 = 42130,2 \text{ kNm}$$



module 8-uitvoer

Controle wand 1

$$A = 2,4 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad S = 3 \times 10^8 \text{ mm}^3 \quad z_w = \frac{S}{A} = 125 \text{ mm}$$

$$M_{oEd} = N_{Ed} e_{Ned} + F_{HEd} h_{tot} = 72,39 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_u = -0,0035$$

$$f_d = 9,9 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Rd} = 279,82 \text{ kNm} \quad x_u = 41,5 \text{ mm}$$

Bepaling van de buigstijfheid EI

$$M_{EI} = 0,8 M_{Rd} = 223,85 \text{ kNm}$$

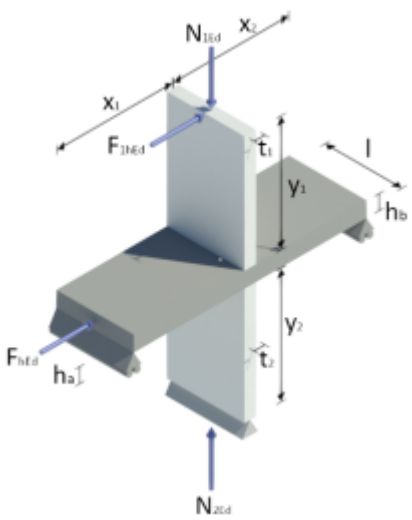
$$\varepsilon_c = -0,001210 \quad \varepsilon_t = 0,001533$$

$$\kappa_{EI} = \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{t} = \frac{0,001533 - (-0,001210)}{250} = 1,097 \times 10^{-5} \text{ 1/mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{\kappa_{EI}} = 20397 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{20397}{33552 \times 1371} = 0,443$$

Bepaling 2^e orde moment wand 1



module 8-uitvoer

$$N_B = \frac{\pi^2}{\pi^2 k + 4} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 12785,9 \text{ kN} \dots (\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

$$M_{Ed} = M_{0Ed} \left(1 + \frac{1}{\frac{N_B}{N_{VEd}} - 1} \right) = 102,98 \text{ kNm}$$

Toetsing momentcapaciteit

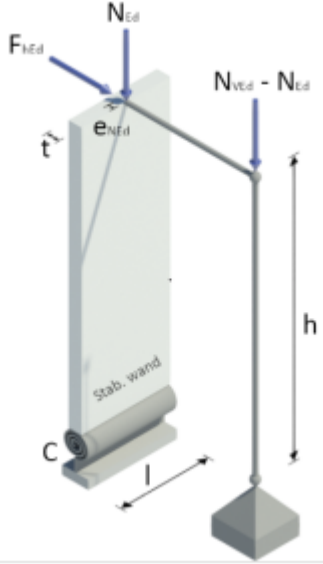
$$M_{Ed} = 102,98 \text{ kNm} < M_{Rd} = 279,82 \text{ kNm} \quad \text{u.c.} = 0,37$$

Momentcapaciteit voldoet.

Controle 2^e orde moment wand 1

Controle wand 2 idem als wand 1 u.c. 0,39

module 7-invoer



Module 7 - Stabiliteitswand met inklemming aan onderzijde

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Module 7 - Stabiliteitswand met inklemming aan onderzijde

Algemeen Geometrie Belasting

Wand

t : [mm] htot : [mm]

ℓ : [mm] C : [kNm/rad]

Soort vloeroplegging

Module 7 - Stabiliteitswand met inklemming aan onderzijde

Algemeen Geometrie Belasting

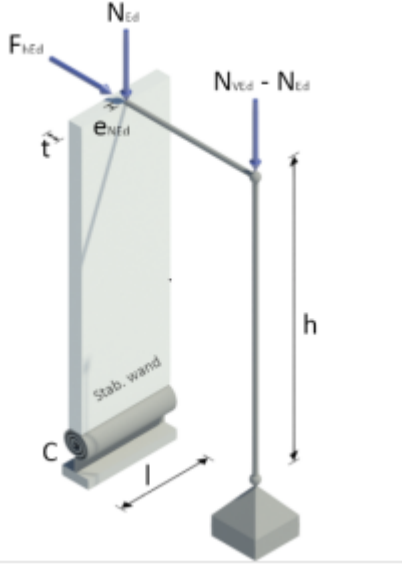
Belasting

N_{Ed} [kN]

e_{NEd} [m]

N_{VEd} [kN]

F_{HEd} [kN]



module 7-uitvoer

Bepaling van de buigstijfheid EI

$$M_{EI} = 0,8 M_{Rd} = 272,68 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_c = -0,001410 \quad \varepsilon_t = 0,001542$$

$$\kappa_{EI} = \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{t} = \frac{0,001542 - (-0,001410)}{250} = 1,181 \times 10^{-6} \text{ 1/mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{\kappa_{EI}} = 23094 \text{ kN m}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{23094}{65000 \times 1919} = 0,185$$

$$e_{NEd} = 0 \quad N_B = \frac{\pi^2}{\pi^2 k + 4} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 10621,3 \text{ kN} \dots (\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

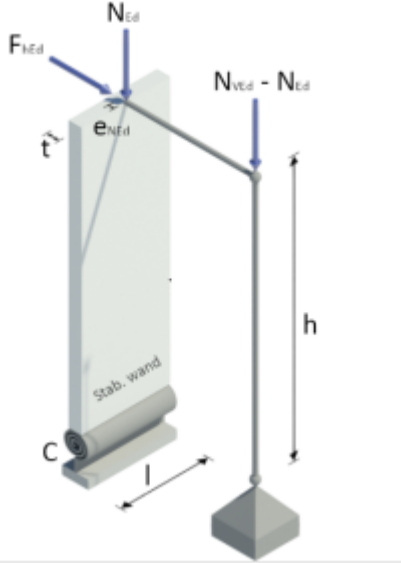
$$M_{Ed} = M_{oEd} \left(1 + \frac{1}{\frac{N_B}{N_{VEd}} - 1} \right) = 231,82 \text{ kNm}$$

Toetsing momentcapaciteit

$$M_{Ed} = 231,82 \text{ kNm} < M_{Rd} = 340,85 \text{ kNm} \quad u.c. = 0,68$$

Momentcapaciteit voldoet.

Controle 2^e orde moment wand



module 7-uitvoer

Bepaling van het gedrukte gedeelte

$$\varepsilon_c = -0,001068 \quad \varepsilon_t = 0,000625$$

$$x_v = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - \varepsilon_t} t = \frac{-0,001068}{-0,001068 - 0,000625} \times 250 = 157,7 \text{ mm}$$

$$l_c = \min(x_v; t) = 157,7 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = \frac{\varepsilon_c}{0,0025} f_d = \frac{-0,001068}{0,0025} \times 9,9 = 4,228 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{vxdH} = N_{Ed} = 3201 \text{ kN}$$

$$\sigma_d = \frac{N_{vxd}}{l_c b} = \frac{3201}{157,7 \times 9600} = 2,114 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 3.6.2 (3)

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_d = 0,6 + 0,4 \times 2,114 = 1,446 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.5)$$

$$f_{vk} = \min(f_{vit}; f_{vk}) = \min(2,34; 1,446) = 1,446 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{1,446}{1,7} = 0,85 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing dwarskrachtcapaciteit volgens artikel 6.2

$$V_{Rd} = f_{vd} t l_c = 0,85 \times 9600 \times 157,7 = 1287,6 \text{ kN} \quad \dots(6.13)$$

$$V_{Ed} = 66,3 \text{ kN} < V_{Rd} = 1287,6 \text{ kN} \quad \dots(6.12) \quad u.c. = 0,05$$

Dwarskrachtcapaciteit voldoet.

Controle dwarskracht

VNK Statica 6.0

Bedankt voor uw aandacht

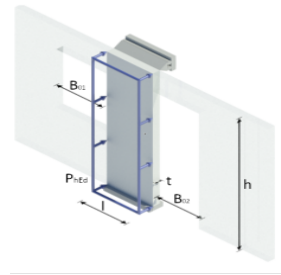
Vragen?

Pauze



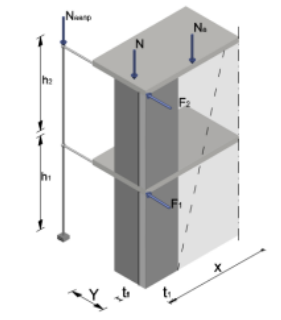
Seriematige laagbouw

- Module 2



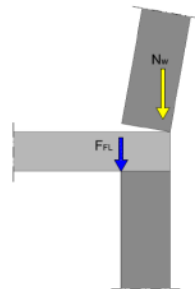
- Niet dragende windbelaste wanden

- Module 9

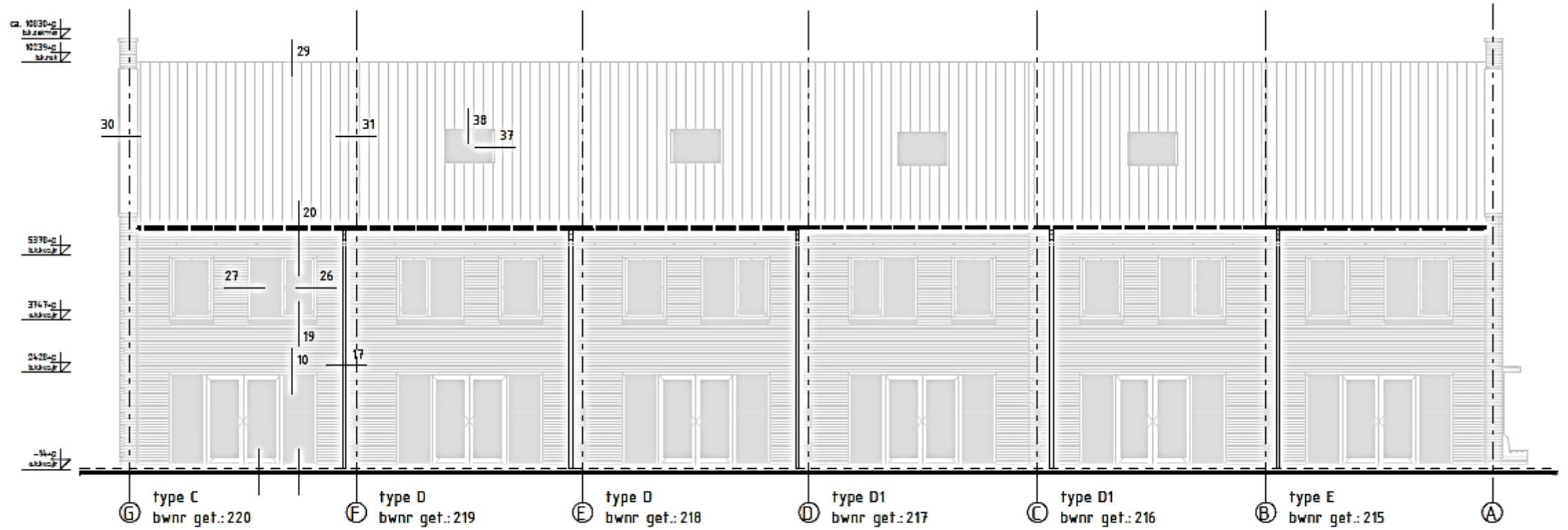


- Stabiliteitskern van twee verdiepingen bestaande uit een bouwmuur en penant;

- Module 10

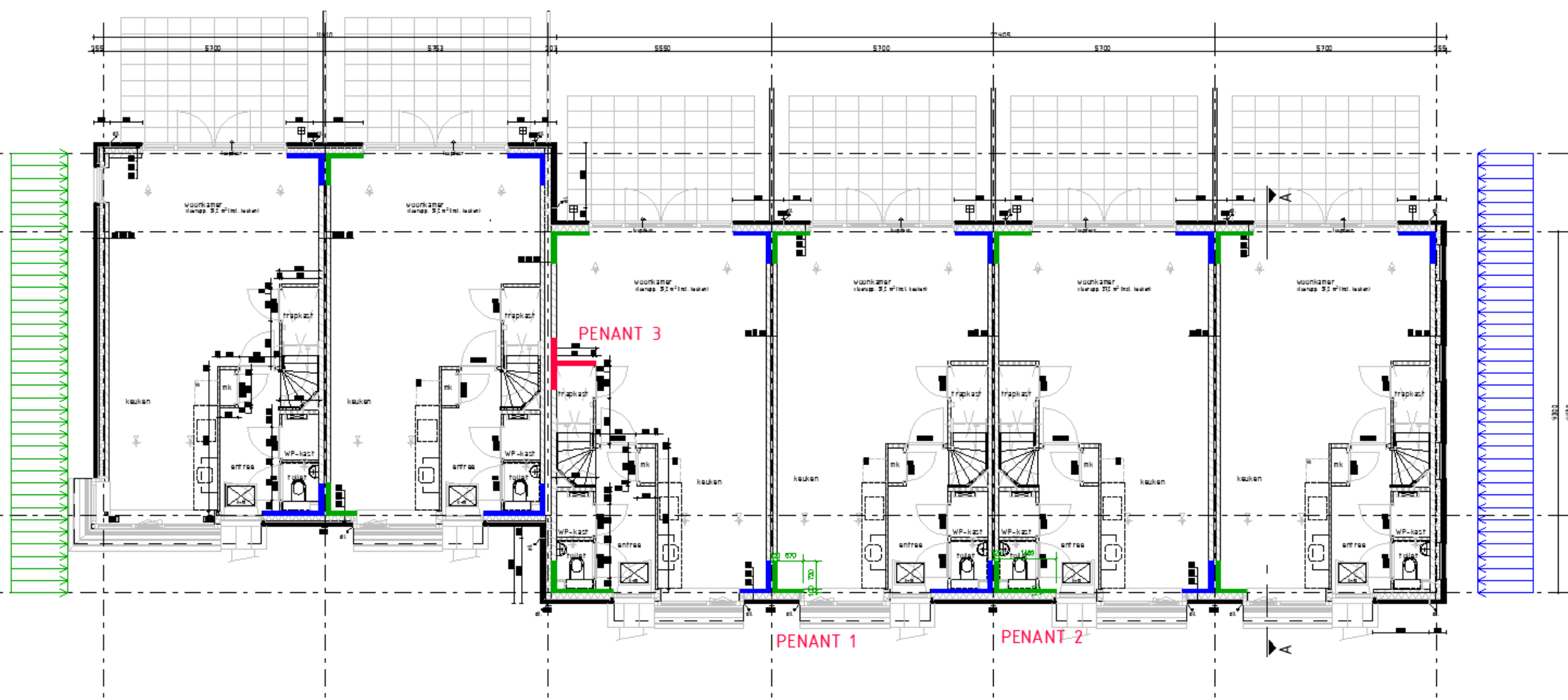


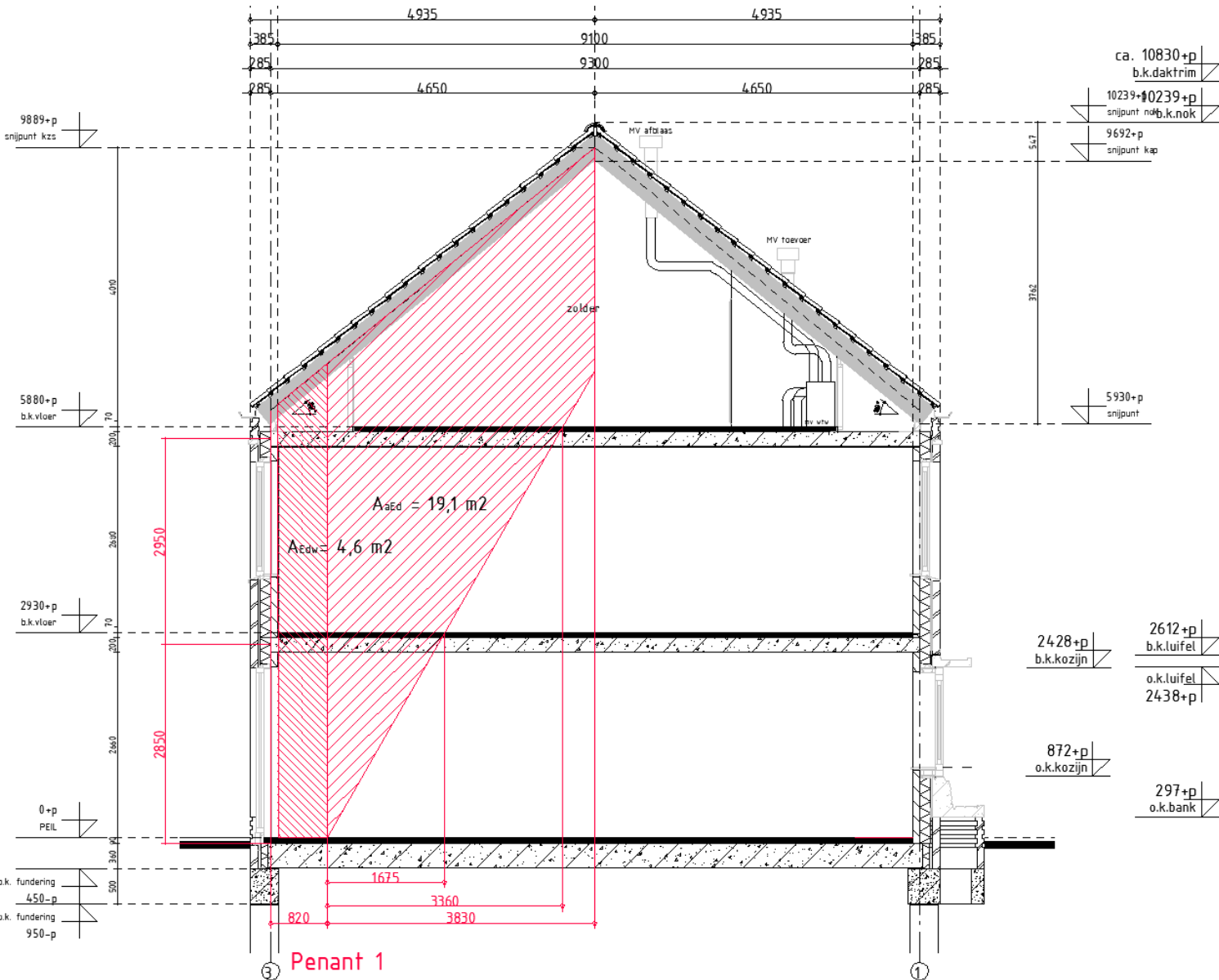
- Verplaatsingscontrole van een neutrale wand.



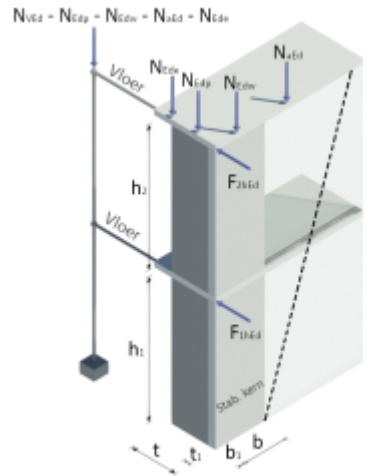
NPR 9096-1-1:2012

| Windgebied | Bebouwd/ Onbebouwd | Gesommeerde breedte m | |
|--|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| | | Steenconstructietype 1 | Steenconstructietype 2 |
| 1 | Onbebouwd | $3,7 + 0,12 n$ | $5,0 + 0,12 n$ |
| | Bebouwd | $2,8 + 0,12 n$ | $3,8 + 0,12 n$ |
| 2 | Onbebouwd | $3,1 + 0,12 n$ | $4,2 + 0,12 n$ |
| | Bebouwd | $2,3 + 0,12 n$ | $3,3 + 0,12 n$ |
| 3 | Onbebouwd | $2,6 + 0,12 n$ | $3,5 + 0,12 n$ |
| | Bebouwd | $2,0 + 0,12 n$ | $2,8 + 0,12 n$ |
| waarin: n is het aantal actieve penanten. | | | |





Invoer kern 1



Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel: Kern 1

Gevolgklasse: CC1

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen: CS 12

Morteltype: Metselmortel Lijmmortel

Algemeen Geometrie Belasting

Doorsnedegeometrie

y: 790 [mm] t₁: 100 [mm]

x₁: 0 [mm] x₂: 720 [mm]

t_{fl}: 120 [mm]

Hoogte wand

h₁: 2850 [mm] n_f: 2

h₂: 2950 [mm] C: 14000 [kNm/rad]

Aansluiting: verlijmde loodvoeg met

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

| | | | |
|------------------|------------|-------------------|-----------|
| N _{Edp} | 6,1 [kN] | F _{1HEd} | 4,05 [kN] |
| N _{Edw} | 18,1 [kN] | F _{2HEd} | 4,85 [kN] |
| N _{VEd} | 117,2 [kN] | N _{aEd} | 93 [kN] |
| N _{Ede} | 0 [kN] | ε _{NEde} | 0 [mm] |

Uitvoer kern 1

Module 9 - Stabiliteitskern van twee verdiepingen bestaande uit een bouwmuur en penant

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : Kern 1

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC1
genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$
mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

Doorsnedegeometrie:

hoogte $y = 790 \text{ mm}$
lijfbreedte $t_l = 100 \text{ mm}$
breedte 1 flens $x_1 = \text{mm}$
breedte 2 flens $x_2 = 720 \text{ mm}$
dikte flens $t_f = 120 \text{ mm}$

Geometrie wand:

hoogte van de wand begane grond $h_1 = 2850 \text{ mm}$
hoogte van de wand op de 1e verdieping $h_2 = 2950 \text{ mm}$
aantal verdiepingen $n_f = 2$
rotatie veerconstante $C = 1,4e+04 \text{ kNm/rad}$
aansluiting: verlijmd loodvoeg met ankers

Belastingen:

normaalkracht van het gewicht van het penant $N_{EG} = 6,1 \text{ kN}$
normaalkracht die aangrijpt op de bouwmuur $N_{EW} = 18,1 \text{ kN}$
normaalkracht die gestabiliseerd moet worden $N_{VEG} = 117,2 \text{ kN}$
horizontale belasting $F_{1HEG} = 4,050 \text{ kN}$
horizontale belasting $F_{2HEG} = 4,850 \text{ kN}$
normaalkracht in de bouwmuur buiten de meewerkende breedte $N_{EG} = 93,000 \text{ kN}$
extra normaalkracht $N_{EGe} = 0,000 \text{ kN}$
excentriciteit $N_{EGe} = 0 \text{ mm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Resultaten

$$f_{cd} = 4,41 \text{ N/mm}^2 \quad f_{d,limi} = 3,09 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vvd} = 0,15 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Rd} = 49,59 \text{ kNm} \quad x_u = 413,1 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 36,16 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 727,1 \text{ mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{\kappa_{EI}} = 14195 \text{ kNm}^2$$

Toetsing momentcapaciteit aan de voet

$$M_{Ed} = 26,18 \text{ kNm} < M_{Rd} = 49,59 \text{ kNm} \quad u.c. = 0,53 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

Toetsing gereduceerde momentcapaciteit op de halve hoogte

$$M_{nEd} = M_{nEG} \frac{M_{Ed}}{M_{0Ed}} = 11,95 \text{ kNm} < M_{Rd} = 36,16 \text{ kNm} \quad u.c. = 0,33 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

$$V_{Ed} = 8,9 \text{ kN} < V_{Rd} = 41,1 \text{ kN} \dots (6.12) \quad u.c. = 0,22 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Verplaatsingen

$$\delta_{s1} = 19,1 \text{ mm} \quad \delta_{s2} = 49,7 \text{ mm}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Uitvoer kern 1

Tussenresultaten

$$f_{vvk} = \frac{22,5}{b} = \frac{22,5}{100} = 0,225 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vvd} = \frac{f_{vvk}}{\gamma_M} = \frac{0,225}{1,5} = 0,15 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 5.5.3 (2)

$$b_{max} = \min\left(\frac{h_{tot}}{5}; \frac{h}{2}; 6t\right) = 720 \text{ mm}$$

$$b_1 = x_1 = 0 \text{ mm} \quad b_2 = x_2 = 720 \text{ mm}$$

$$A = 1,654 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad S = 9,428 \times 10^7 \text{ mm}^3 \quad z_w = \frac{S}{A} = 570 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = N_{Edw} + N_{Edp} + N_{Ede} = 18,1 + 6,1 + 0 = 24,2 \text{ kN}$$

$$e_{NEd} = \frac{N_{Edw}\left(\frac{t_1}{2} - t - z_w\right) + N_{Edp}\left(z_w - \frac{t-t_1}{2}\right) + N_{Ede}(z_w - e_{NEde})}{N_{Ed}} = -60,4 \text{ mm}$$

$$F_{FRd} = nf40 = 80 \text{ kN} \quad F_{vFRd} = h_{tot} t_1 f_{vvd} = 5800 \times 100 \times 0,15 = 87 \text{ kN}$$

$$N_{sEd} = 93 \text{ kN} \quad N_{sEd} + N_{Edw} < F_{FRd} + F_{vFRd}$$

$$N_{VEd} = \max(N_{VEd}; N_{sEd} + N_{Ed}) = 117,2 \text{ kN}$$

$$M_{oEd} = N_{Ed} e_{NEd} + N_{sEd} \left(z_w - y + \frac{t_1}{2}\right) + F_{2HEd} h_{tot} + F_{1HEd} h_1 = 23,33 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = F_{2HEd} + F_{1HEd} = 8,9 \text{ kN} \quad M_{nEd} = M_{oEd} - V_{Ed} \frac{h_1}{2} = 10,65 \text{ kNm}$$

Controle van de partiële stabiliteit artikel 6.1.2.2

$$f_k = K (f_d)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0,8 \times 12^{0,85} \times 12,5^0 = 6,61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6,61}{1,5} = 4,41 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vka} = 0,6 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 5.5.1.2 (7)

$$L_v = 670 \text{ mm} \quad n_z = 3$$

$$\rho = 0,75 \quad \dots(5.3)$$

$$h = 2850 \text{ mm} > 3,5 L_v = 2345 \text{ mm}$$

$$\frac{1,5 L_v}{h} = \frac{1,5 \times 670}{2850} = 0,35 > 0,3 \quad \rho = 0,35 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{er} = \rho h = 0,35 \times 2850 = 1005 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{er}}{t_{er}} = 10,05 < 27 \quad u.c. = 0,37 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{int} = \frac{h_{er}}{450} = 2,2 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit midden

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{int} = 2,2 \text{ mm}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h = 2850 \text{ mm} > 3,5 L_v = 2345 \text{ mm}$$

$$\frac{1,5 L_v}{h} = \frac{1,5 \times 670}{2850} = 0,35 > 0,3 \quad \rho_z = 0,35 \quad \dots(5.7)$$

$$h_{erz} = \rho_z h = 0,35 \times 2850 = 1005 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{erz}}{t_{er}} = 10,05 < 27 \quad u.c. = 0,37 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{mz} = \max\left(10; \frac{h_{erz}}{300}\right) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots(6.8) \quad e_{mkz} = \max(e_{mz} + e_k; 0,05 t) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mkz}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{100} = 0,8 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{erz}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{1005}{100} \sqrt{\frac{6,6}{4629,1}} = 0,38 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mkz}}{t}} = \frac{0,38 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{10}{100}} = 0,517 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{mz} = A_1 e^{-\lambda_{\phi} u^2} = 0,7 \dots(G.1) \quad N_{Rd,mz} = \Phi_{mz} f_{td} = 308,59 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$f_{d,limz} = \Phi f_d = 0,7 \times 4,41 = 3,09 \text{ N/mm}^2$$

Capaciteit zonder gelimiteerde sterkte

$$M_{Rd} = 49,59 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 413,1 \text{ mm}$$

Capaciteit met gelimiteerde sterkte

$$M_{Rd} = 36,16 \text{ kNm} \quad x_{ul} = 727,1 \text{ mm}$$

Bepaling van de buigstijfheid EI

$$M_{EI} = 0,8 M_{Rd} = 39,67 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_c = -0,001923 \quad \varepsilon_t = 0,000285$$

$$\kappa_{EI} = \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{y} = \frac{0,000285 - (-0,001923)}{790} = 2,795 \times 10^{-6} \text{ 1/mm}$$

$$EI = \frac{M_{EI}}{\kappa_{EI}} = 14195 \text{ kNm}^2$$

$$k = \frac{EI}{C h_{tot}} = \frac{14195}{14000 \times 5800} = 0,175$$

$$N_B = \frac{4,29}{3,9k+1} \frac{EI}{h_{tot}^2} = 1076,4 \text{ kN} \dots (\text{NPR 9096-1-1 tabel 7})$$

$$\frac{N_B}{N_{VEd}} = 9,2 < 11 \quad M_{Ed} = M_{oEd} \left(1 + \frac{1}{\frac{N_B}{N_{VEd}} - 1} \right) = 26,18 \text{ kNm}$$

$$M_{nEd} = M_{oEd} \frac{M_{Ed}}{M_{oEd}} = 10,65 \times \frac{26,18}{23,33} = 11,95 \text{ kNm}$$

Toetsing momentcapaciteit aan de voet

$$M_{Ed} = 26,18 \text{ kNm} < M_{Rd} = 49,59 \text{ kNm} \quad u.c. = 0,53 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

Toetsing gereduceerde momentcapaciteit op de halve hoogte

$$M_{nEd} = M_{oEd} \frac{M_{Ed}}{M_{oEd}} = 11,95 \text{ kNm} < M_{Rd} = 36,16 \text{ kNm} \quad u.c. = 0,33 \quad \text{Momentcapaciteit voldoet.}$$

Bepaling van het gedrukte gedeelte

$$\varepsilon_c = -0,001359 \quad \varepsilon_t = -0,000032$$

$$x_v = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - \varepsilon_t} y = \frac{-0,001359}{-0,001359 - (-0,000032)} \times 790 = 809,4 \text{ mm}$$

$$l_c = \min(x_v, y) = 790 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = \frac{\varepsilon_c}{0,0025} f_{cd} = \frac{-0,001359}{0,0025} \times 4,41 = 2,396 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{vxdH} = 96,9 \text{ kN} \quad N_{vxd} = 96,9 \text{ kN}$$

$$\sigma_a = \frac{N_{vxd}}{l_c t_1} = \frac{96,9}{790 \times 100} = 1,227 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 3.6.2 (3)

$$f_{vk} = f_{vkd} + 0,4 \sigma_a = 0,6 + 0,4 \times 1,227 = 1,091 \text{ N/mm}^2 \quad \dots (3.5)$$

$$f_{vd} = \min(f_{vtd}; f_{vk}) = \min(0,78; 1,091) = 0,78 \text{ N/mm}^2 \quad f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{0,78}{1,5} = 0,52 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing dwarskrachtcapaciteit volgens artikel 6.2

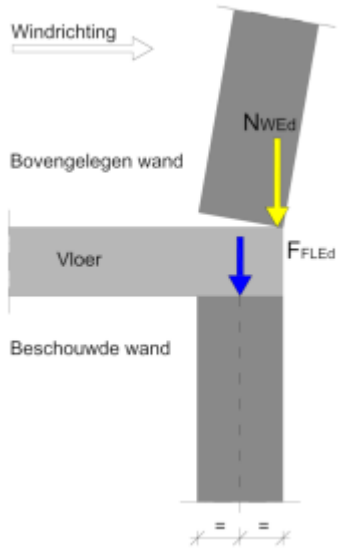
$$V_{Rd} = f_{vd} t_1 l_c = 0,52 \times 100 \times 790 = 41,1 \text{ kN} \quad \dots (6.13)$$

$$V_{Ed} = 8,9 \text{ kN} < V_{Rd} = 41,1 \text{ kN} \dots (6.12) \quad u.c. = 0,22 \quad \text{Dwarskrachtcapaciteit voldoet.}$$

Horizontale verplaatsing 1^e en 2^e verdiepingvloer

$$\delta_{a1} = 19,1 \text{ mm} \quad \delta_{a2} = 49,7 \text{ mm}$$

Module 10 - Verplaatsingscontrole



Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijm Mortel

Volumiek gewicht kalkzandsteen γ [kN/m³]

Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

Algemeen Geometrie Belasting

Wand

t: [mm] h: [mm]

ℓ : [mm]

type vloeroplegging A B C

Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

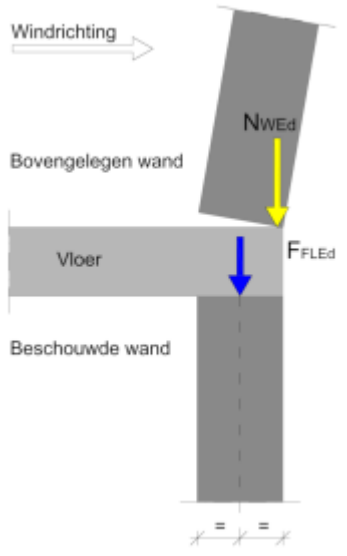
N_{wEd} [kN]

F_{fLEd} [kN]

delta _d [mm]

γ_G

Module 10 - Verplaatsingscontrole



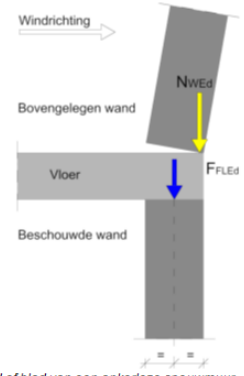
Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

INVOEREGEGEVENS

ONDERDEEL : 1e verdieping

Materiaaleigenschappen:
 gevolgklasse: CC1
 genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_d = 12 \text{ N/mm}^2$
 mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel $= 18,5 \text{ kN/m}^2$
 volumiek gewicht kalkzandsteen

Geometrie van de wand:
 dikte $t = 120 \text{ mm}$
 hoogte $h = 2850 \text{ mm}$
 breedte $l = 1000 \text{ mm}$
 Type oplegging: A



zie NPR 9096-1-1: figuur 6 Kopwand of blad van een ankerloze spouwmuur

Belastingen:
 normaalkracht $N_{wEd} = 7,7 \text{ kN}$
 reactiekracht uit de vloer links $F_{FLEd} = 12,4 \text{ kN}$
 verplaatsing aan de top $\delta_e = 30,6 \text{ mm}$

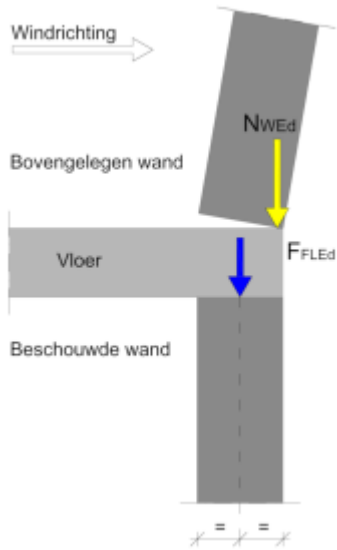
BEREKENING

Toetsing volgens NPR 9096 -1-1 art 5.4 of de dragende wand zich als neutrale wand gedraagt door de verplaatsing aan de bovenzijde van de wand te toetsen.

Resultaten
 $f_d = 4,41 \text{ N/mm}^2$
 $e_t = 0 \text{ mm}$ $e_o = 50,8 \text{ mm}$
 $\delta_e = 30,6 \text{ mm} < \delta_e = 57,1 \text{ mm}$ u.c. = 0,54 Neutrale wand voldoet aan de eisen.

Conclusie : Neutrale wand voldoet.

Module 10 - Verplaatsingscontrole



BEREKENING

Toetsing volgens NPR 9096 -1-1 art 5.4 of de dragende wand zich als neutrale wand gedraagt door de verplaatsing aan de bovenzijde van de wand te toetsen.

Tussenresultaten

$$N_{Ed} = N_{wEd} + F_{fLEd} = F_{fREd} = 20,1 \text{ kN}$$

$$G_{Ed} = t f h \gamma_{Ed} = 0,12 \times 1 \times 2,85 \times (0,9 \times 18,5) = 5,7 \text{ kN}$$

$$f_d = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 5.4(9)

$$e_1 = 0 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{h}{t} = 23,75 \quad \alpha = \frac{N_{Ed} + \frac{1}{2} G_{Ed}}{t f_d} = 0,043 \quad \frac{e_1}{t} = \frac{0}{120} = 0$$

Bepaling $e_{0\lambda}$ m.b.v. NPR 9096-1-1 figuren 10 en 11 ($h/t=20$ en $h/t=25$)

$$\lambda_{h1} = 20$$

$$\lambda_{h2} = 25$$

$$e_{0h1} = 0,4427 t = 53,1 \text{ mm}$$

$$e_{0h2} = 0,4171 t = 50,1 \text{ mm}$$

$$e_o = e_{0h2} + (e_{0h2} - e_{0h1}) \frac{\lambda - \lambda_{h1}}{\lambda_{h2} - \lambda_{h1}} = 50,8 \text{ mm}$$

$$\delta_u = \frac{e_o (N_{Ed} + G_{Ed}) - e_1 N_{Ed}}{N_{Ed} + \frac{1}{2} G_{Ed}} = 57,1 \text{ mm}$$

$$\delta_d = 30,6 \text{ mm} < \delta_u = 57,1 \text{ mm} \quad u.c. = 0,54$$

Neutrale wand voldoet aan de eisen.

Resultaten

$$f_d = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

$$e_1 = 0 \text{ mm}$$

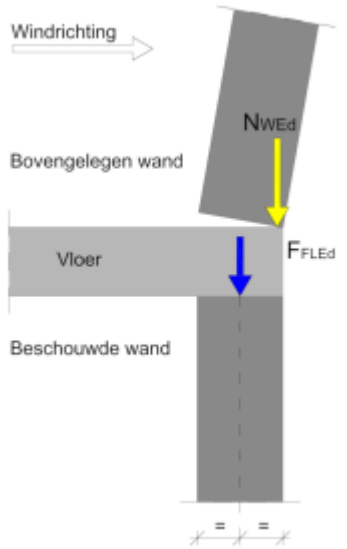
$$e_o = 50,8 \text{ mm}$$

$$\delta_d = 30,6 \text{ mm} < \delta_u = 57,1 \text{ mm} \quad u.c. = 0,54$$

Neutrale wand voldoet aan de eisen.

Conclusie : Neutrale wand voldoet.

Module 10 - Verplaatsingscontrole



Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel

Gevolklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Volumiek gewicht kalkzandsteen γ [kN/m³]

Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

Algemeen Geometrie Belasting

Wand

t : [mm] h : [mm]

ℓ : [mm]

type vloeroplegging A B C

Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

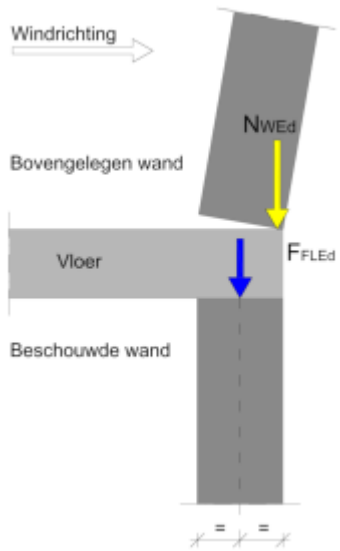
N_{WEd} [kN]

F_{FLEd} [kN]

delta d [mm]

γ_G

Module 10 - Verplaatsingscontrole



Module 10 - Verplaatsingscontrole van een neutrale wand

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : begane grond

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC1

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_o = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

volumiek gewicht kalkzandsteen $= 18,5 \text{ kN/m}^3$

Geometrie van de wand:

dikte

$t = 120 \text{ mm}$

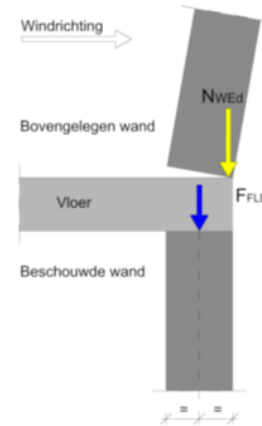
hoogte

$h = 2850 \text{ mm}$

breedte

$l = 1000 \text{ mm}$

Type oplegging: A



zie NPR 9096-1-1: figuur 6 Kopwand of blad van een ankerloze spouwmuur

Belastingen:

normaalkracht

$N_{wEd} = 25,3 \text{ kN}$

reactiekracht uit de vloer links

$F_{fLEd} = 12,4 \text{ kN}$

verplaatsing aan de top

$\delta_o = 19,1 \text{ mm}$

BEREKENING

Toetsing volgens NPR 9096 -1-1 art 5.4 of de dragende wand zich als neutrale wand gedraagt door de verplaatsing aan de bovenzijde van de wand te toetsen.

Resultaten

$f_o = 4,41 \text{ N/mm}^2$

$e_1 = 0 \text{ mm}$

$e_o = 45,6 \text{ mm}$

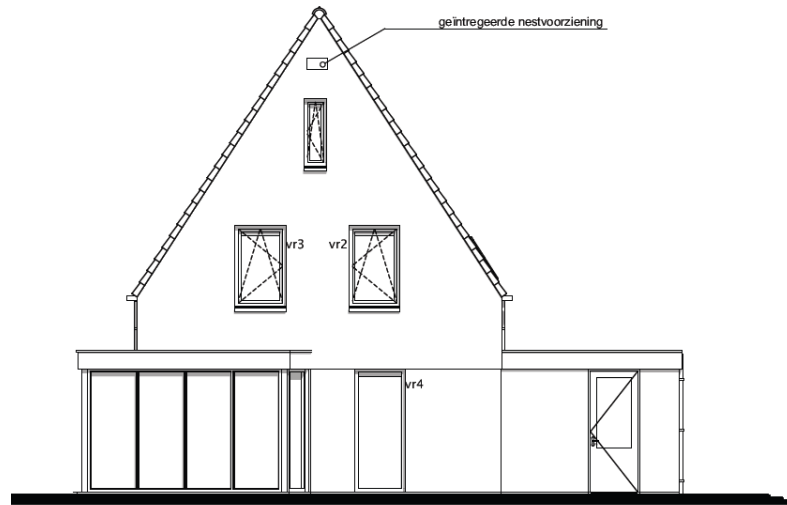
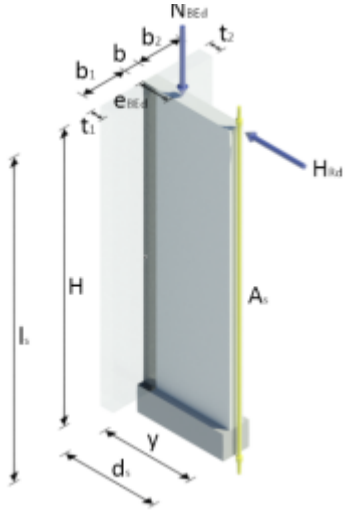
$\delta_o = 19,1 \text{ mm} < \delta_u = 48,8 \text{ mm}$ u.c. = 0,39

Neutrale wand voldoet aan de eisen.

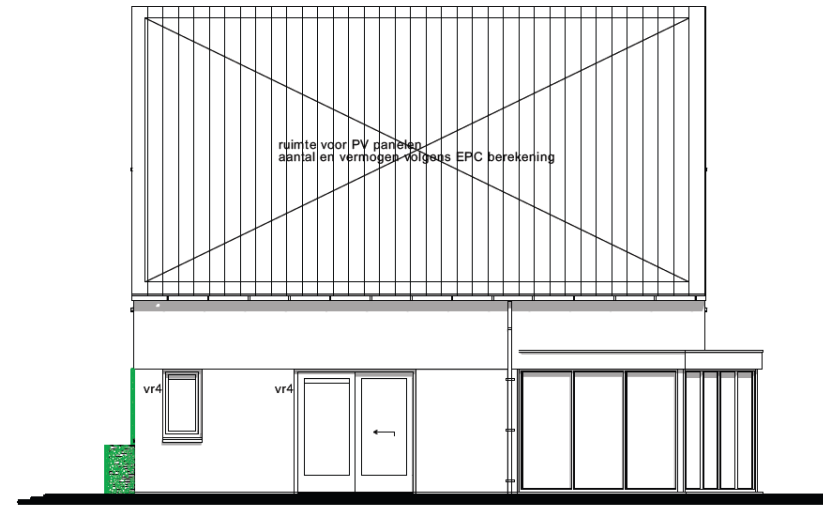
Conclusie : Neutrale wand voldoet.

VNK Statica 6.0 - Module 11

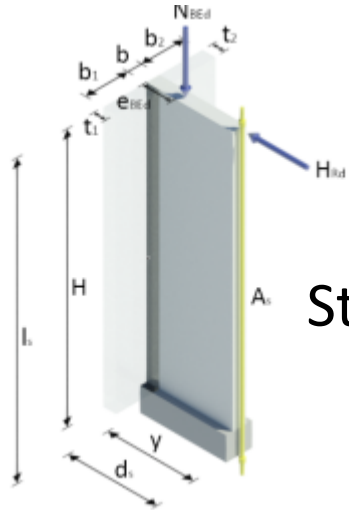
Stabiliteitskern (1 bouwlaag) met niet hechtende wapening **Module 11**



aanzicht
Achtergevel



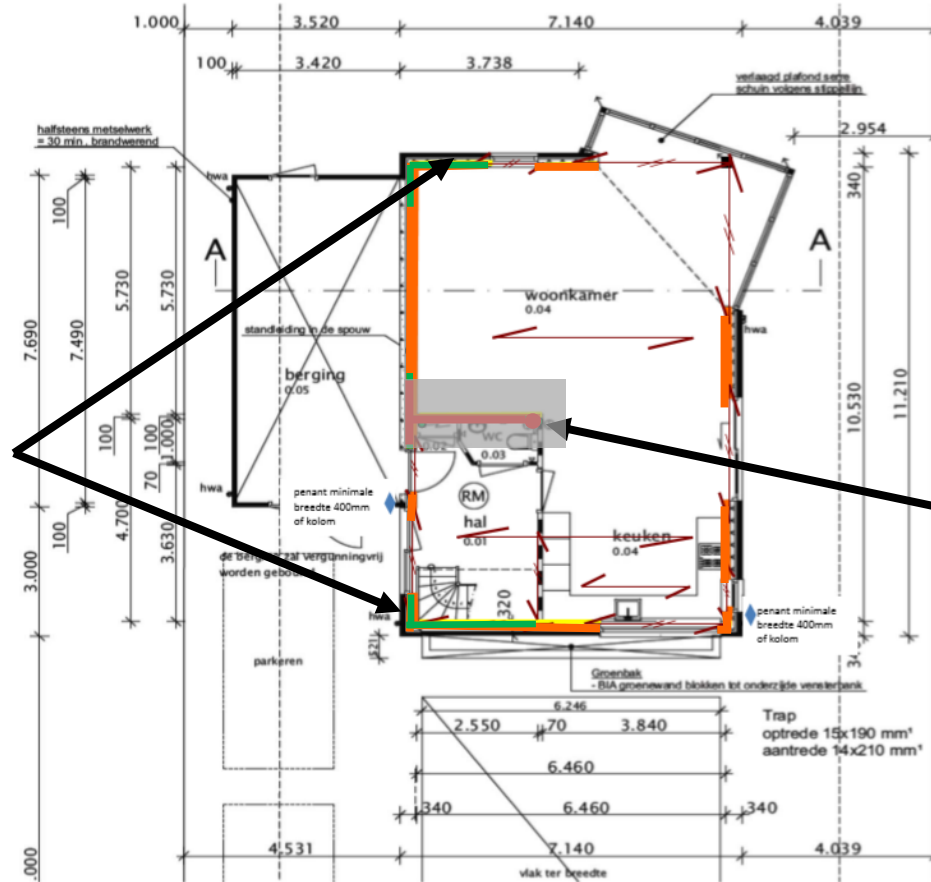
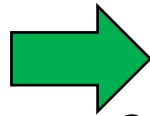
aanzicht
Rechtergevel



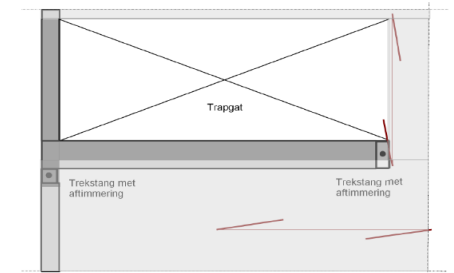
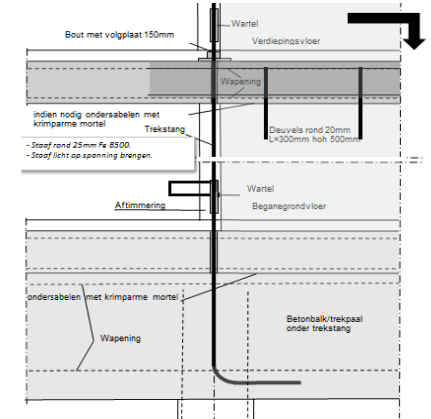
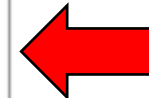
VNK Statica 6.0 - Module 11

Stabiliteitswand (1 bouwlaag) met niet hechtende wapening **Module 11**

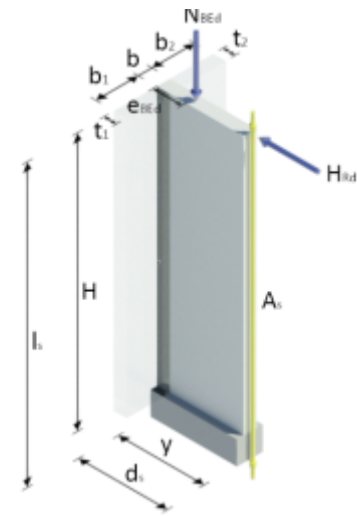
Actieve penant voor max 2 bouwlagen **Module 9**



Stabiliteitswand (1 bouwlaag) met niet hechtende wapening **Module 11**



VNK Statica 6.0 - Module 11



Module 11 - Stabiliteitswand met niet hechtende wapening

Algemeen Geometrie Wapening Belasting

Onderdeel

Gevolgklasse

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen

Morteltype Metselmortel Lijm Mortel

Buigtreksterkte van de kimvoeg f_{xk1} [N/mm²]

Voor wijziging van afstanden klik op getallen.

Algemeen Geometrie Wapening Belasting

Doorsnedegeometrie

Rechthoekig T-vormig

t [mm] b [mm]

b₁ [mm] b₂ [mm]

t₁ [mm]

Hoogte wand

h [mm]

Aansluiting:

Algemeen Geometrie Wapening Belasting

Wapening

A_s [mm²]

l_s [mm]

d_s [mm]

f_{yd} [N/mm²]

σ₀ [N/mm²]

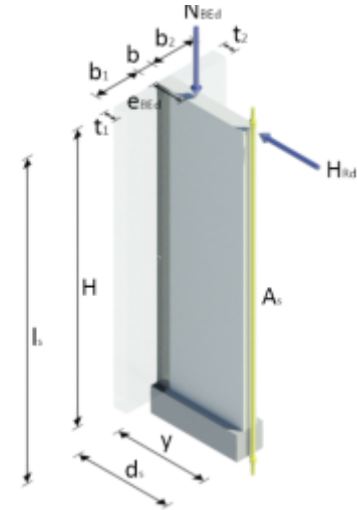
Algemeen Geometrie Wapening Belasting

Belasting

N_{BEEd} [kN]

e_{BEEd} [mm]

VNK Statica 6.0 - Module 11



Projectnummer : Datum : 23-11-2020 - 16:46 Blad: 1 van 5
 Projectomschrijving :
 Onderdeel :

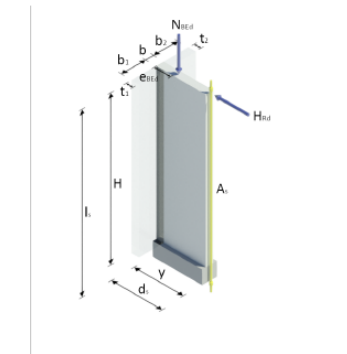
Bestand : ...Users\evan\stede\Desktop\presentatie\VNK11.vnks
 Nationale annex : Nederlands

Module 11 - Stabiliteitswand met niet hechtende wapening

INVOERGEDGEVENS

ONDERDEEL :

Materiaaleigenschappen:
 gevolgklasse: CC1
 genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_d = 12 \text{ N/mm}^2$
 mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel $f_{akt} = 0,3 \text{ N/mm}^2$
 buigtreksterkte van de kimvoeg



Doorsnedegeometrie:
 hoogte $y = 2550 \text{ mm}$
 lijfbreedte $b = 120 \text{ mm}$
 breedte1 flens $b_1 = 720 \text{ mm}$
 breedte2 flens $b_2 = 720 \text{ mm}$
 dikte flens $t_1 = 120 \text{ mm}$

Geometrie wand:
 hoogte van het penant $h = 2700 \text{ mm}$
 aansluiting: verlijmde loodvoeg met ankers

Wapening:
 wapeningsoppervlak $A_s = 202 \text{ mm}^2$
 lengte van het wapeningstaal $l_s = 3500 \text{ mm}$
 afstand tussen de wapening en de meest gedrukte vezel $d_s = 2550 \text{ mm}$
 rekenwaarde van de sterkte $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$
 voorspanning $\sigma_o = 0 \text{ N/mm}^2$

Resultaten

$$I = 3,004 \times 10^{11} \text{ mm}^4 \quad W_t = 1,835 \times 10^8 \text{ mm}^3 \quad W_c = 3,288 \times 10^8 \text{ mm}^3$$

$$N_{Ed} = 69,1 \text{ kN} > f_d A = 1920,4 \text{ kN} \quad u.c. = 0,04 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Excentriciteit valt binnen de doorsnede.

$$H_{cr} = \max \left(0; \frac{M_{cr} - N_{Ed} (e_{NEd} - (t - z_w))}{h} \right) = 14,8 \text{ kN} \quad \delta_{cr} = \frac{H_{cr} h^3}{3EI} = 0,1 \text{ mm}$$

$$x = t_1 + \frac{N_{Ed} + N_{sd} - N_t}{b_f 0,2 f_d} = 1220,6 \text{ mm} \quad z = \max(0,5 t_1; 0,2 x) = 244,1 \text{ mm}$$

hoogte drukzone $< 0,8 d$

$$H_{Rd} = 69,91 \text{ kN} \quad V_{Rd} = 70,11 \text{ kN}$$

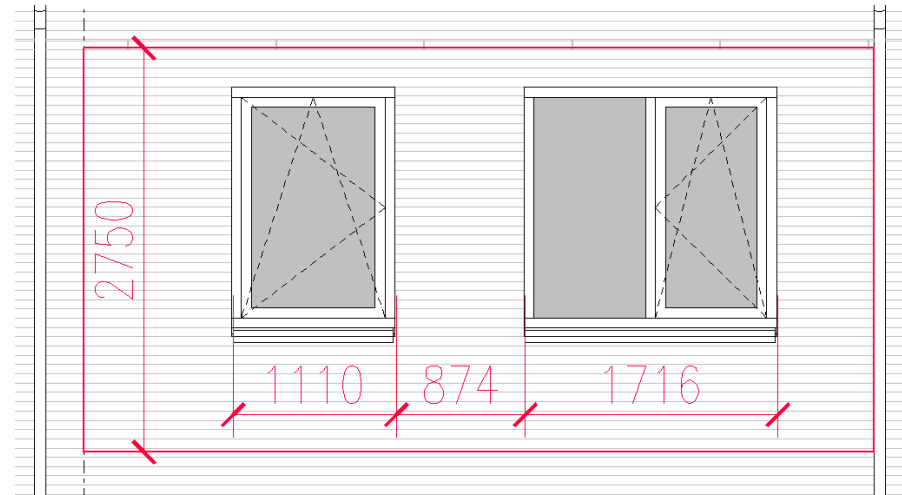
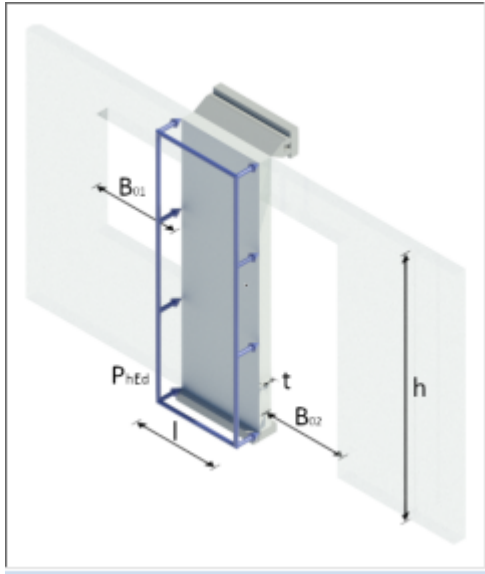
Afschuiving is gecontroleerd en belastingen zijn aangepast.

$$\sigma_{mid} = 0,29 \text{ N/mm}^2 < \phi f_d = 3,51 \text{ N/mm}^2 \quad u.c. = 0,08 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$\delta_{sd} = \frac{h}{d-x} \frac{N_{sd} l_s}{E_s A_s} = 15,5 \text{ mm} \quad \delta_{Rd} = \delta_{cr} + \delta_{sd} = 15,5 \text{ mm}$$

Conclusie : De maximale opneembare horizontale belasting en het lastvervormingsgedrag van de wand zijn bekend.

Module 2 – Wind belaste niet dragende wanden



Module 2 - Niet-dragende wand met (laterale) windbelasting

Algemeen Geometrie Belasting

Onderdeel Gevel -A

Gevolklasse CC1

Materiaalgegevens

Kwaliteit kalkzandsteen CS 12

Morteltype Metselmortel Lijmmortel

Buigtreksterkte van de kimvoeg f_{xkk1} 0,3 [N/mm²]

Volumiek gewicht kalkzandsteen γ 18,5 [kN/m³]

Module 2 - Niet-dragende wand met (laterale) windbelasting

Algemeen Geometrie Belasting

Geometrie

t 100 [mm]

h 2750 [mm]

ℓ 874 [mm]

Module 2 - Niet-dragende wand met (laterale) windbelasting

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

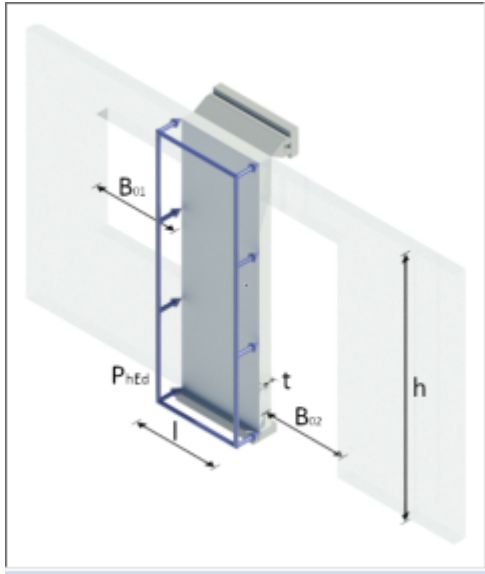
q_{Ehd} 0,708 [kN/m]

γ_G 0,9

q_{Evd} 1,45521 [kN/m]

Additional randvoorwaarden en berekening q_{Ehd}

Module 2 – Wind belaste niet dragende wanden



Module 2 - Niet-dragende wand met (laterale) windbelasting

Algemeen Geometrie Belasting

Belasting

q_{Ehd} 0,708 [kN/m]

γ_G 0,9

q_{Evd} 1,45521 [kN/m]

Additional
randvoor-
waarden en
berekening q_{Ehd}

Bereken q_{Ehd}

Windgebied III ..

Terreincategorie II Onbebouwd gebied

h_b 9,7 [m] b_{O1} 1,72 [m]

b_b 16,4 [m] b_{O2} 1,11 [m]

h_w 5,2 [m]

Stuwdruk p_w 0,695 [kN/m²]

c_f 1,1 [m] percentage 55 [%]

aantal zijden 2

q_{Ehd} 0,708 [kN/m]

Annuleer

OK

Module 2 – Wind belaste niet dragende wanden

Module 2 - Niet-dragende wand met (laterale) windbelasting

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : Gevel -A

Materiaaleigenschappen:

| | |
|--|--|
| gevolgklasse: CC1 | |
| genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) | $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$ |
| mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel | |
| buigtreksterkte van de kimvoeg | $f_{\text{xxkt}} = 0,3 \text{ N/mm}^2$ |
| volumiek gewicht kalkzandsteen | $= 18,5 \text{ kN/m}^3$ |

Geometrie van de wand:

| | |
|---|---------------------------|
| dikte | $t = 100 \text{ mm}$ |
| hoogte | $h = 2750 \text{ mm}$ |
| breedte | $l = 874 \text{ mm}$ |
| hoogte van het gebouw | $h_b = 9,7 \text{ m}$ |
| breedte van het gebouw | $b_b = 16,4 \text{ m}$ |
| hoogte van de wandlocatie | $h_w = 5,2 \text{ m}$ |
| breedte van naastliggende raamopening 1 | $b_{o1} = 1,72 \text{ m}$ |
| breedte van naastliggende raamopening 2 | $b_{o2} = 1,11 \text{ m}$ |
| aantal zijden die gesteund zijn | $SS = 2$ |

Belastingen:

| | | |
|---|-----------------------|---------------------------------------|
| Windgebied | : III | |
| Terreincategorie | : II Onbebouwd gebied | |
| Drukcoëfficiënt | | $C_f = 1,10$ |
| Percentage van belasting op de wand | | $= 55 \%$ |
| Horizontale belasting | | $q_{\text{Ehd}} = 0,708 \text{ kN/m}$ |
| Verticale belasting ($q_{\text{Evd}} = \gamma_a \cdot \gamma \cdot t \cdot b = 0,9 \times 18,5 \times 0,1 \times 0,87$) | | $q_{\text{Evd}} = 1,455 \text{ kN/m}$ |

Module 2 – Wind belaste niet dragende wanden

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 6.3.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):
Resultaten

$$f_k = K (f_b)^{\alpha} (f_m)^{\beta} = 0,8 \times 12^{0,55} \times 12,5^0 = 6,61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6,61}{1,5} = 4,41 \text{ N/mm}^2 \quad f_{xk1} = \frac{f_{xk1}}{\gamma_M} = \frac{0,6}{1,5} = 0,4 \text{ N/mm}^2 \quad f_{xsk1} = \frac{f_{xsk1}}{\gamma_M} = \frac{0,3}{1,5} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Berekening q_{Ed}

$$z_e = 9,7 \text{ m} \quad \text{Extreme stuwdruk } p_w = 0,695 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{wEd} = p_w c_f \gamma_f \text{ per}/100 = 0,695 \times 1,10 \times 1,35 \times 55/100 = 0,567 \text{ kN/m}^2$$

NPR 9096-1-1 figuur 18

$$b/h = 0,318 \quad b_{o1}/h = 0,625 \quad b_{o2}/h = 0,404$$

$$equ = equ_s + (equ_b - equ_s) b_{o2}/h = 1,284 + (1,639 - 1,284) \times 0,404 = 1,428$$

$$q_{Ed} = p_{wEd} b equ = 0,567 \times 0,874 \times 1,428 = 0,708 \text{ kN/m}$$

$$N_{bEd} = h q_{Ed} = 4,002 \text{ kN} \quad M_{bEd} = (f_{xsk1} + \frac{N_{bEd}}{f_t}) \frac{f_t^2}{6} = 0,36 \text{ kNm}$$

$$M_{bEd} = -q_{Ed} \frac{h^2}{8} = -0,67 \text{ kNm}$$

$$|M_{bEd}| > M_{bEd} \quad M_{bEd} = -N_{bEd} \left(\frac{t}{2} - 0,36 \frac{N_{bEd}}{f_t} \right) = -0,2 \text{ kNm}$$

$$V_{tEd} = q_{Ed} \frac{h}{2} + \frac{M_{bEd}}{h} = 0,9 \text{ kN} \quad V_{bEd} = q_{Ed} h - V_{tEd} = 1,046 \text{ kN}$$

$$y = \frac{V_{tEd}}{q_{Ed}} = 1,272 \text{ m}$$

$$M_{vEd} = V_{tEd} y - q_{Ed} \frac{y^2}{2} = 0,57 \text{ kNm} \quad N_{vEd} = q_{Ed} y = 1,851 \text{ kN}$$

Module 2 – Wind belaste niet dragende wanden

$$M_{bEd} = -q_{Ed} \frac{h^2}{8} = -0,67 \text{ kNm}$$

$$|M_{bEd}| > M_{bRd} \quad M_{bEd} = -N_{bEd} \left(\frac{t}{2} - 0,36 \frac{N_{bEd}}{f_t} \right) = -0,2 \text{ kNm}$$

$$V_{tEd} = q_{Ed} \frac{h}{2} + \frac{M_{bEd}}{h} = 0,9 \text{ kN}$$

$$V_{bEd} = q_{Ed} h - V_{tEd} = 1,046 \text{ kN}$$

$$y = \frac{V_{tEd}}{q_{Ed}} = 1,272 \text{ m}$$

$$M_{vEd} = V_{tEd} y - q_{Ed} \frac{y^2}{2} = 0,57 \text{ kNm}$$

$$N_{vEd} = q_{Ed} y = 1,851 \text{ kN}$$

$$\sigma_d = \min \left(\frac{N_{vEd}}{f_t}; 0,2 f_d \right) = 0,021 \text{ N/mm}^2 \quad M_{vRd} = (f_{yk1} + \sigma_d) \frac{f t^2}{6} = 0,61 \text{ kNm}$$

Artikel 6.3.1(1)

$$M_{vEd} = 0,57 \text{ kNm} < M_{vRd} = 0,61 \text{ kNm} \quad \text{u.c.} = 0,93 \text{ Capaciteit van de wand voldoet.} \quad \dots(6.15)$$

Conclusie : Wand voldoet.

Opgaven

- 1 Woongebouw
 - Module 5,6,7 en 8
- 2a Rijwoningen
 - Module 9, 10
- 2b Binnenspouwblad
 - Module 2

VNK Vereniging
Nederlands
Kalkzandsteenplatform

Afsluiting

Bouwen? Natuurlijk in kalkzandsteen.