

## MASTER

### Hoogbouw in hout

het constructief ontwerpen van een appartementengebouw van tenminste 10 bouwlagen met een houtconstructie

Woudenberg, E.C.

*Award date:*  
2006

[Link to publication](#)

#### **Disclaimer**

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

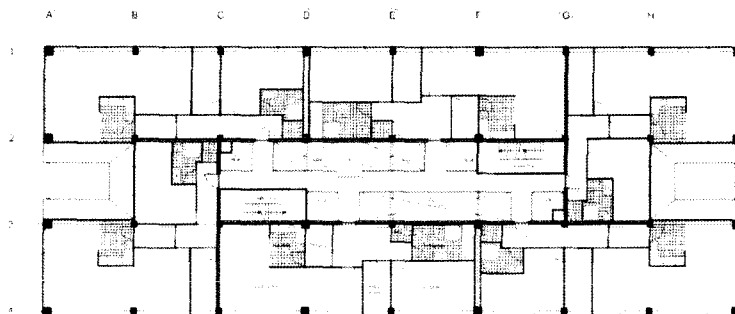
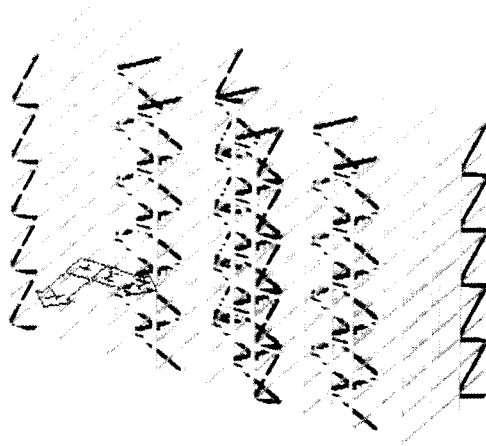
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

#### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Hoogbouw in hout

Het constructief ontwerpen van een appartementengebouw van tenminste 10 bouwlagen met een houtconstructie.



## Bijlage afstudeerverslag (2/2)

Van E.C. Woudenberg voor het afronden van de studie voor Bouwkundig ingenieur aan de faculteit Bouwkunde van de TU/e, afstudeerrichting Constructief Ontwerpen.

E.C. Woudenberg  
Studentnr. 476602  
September 2006  
Afstudeernr: A-2006.13

Leden afstudeerbegeleidingscommissie:  
Prof. Dr. Ir. A.J.M. Jorissen  
Dr. Ir. S.P.G. Moonen  
Ir S.F.A.J.G. Zegers



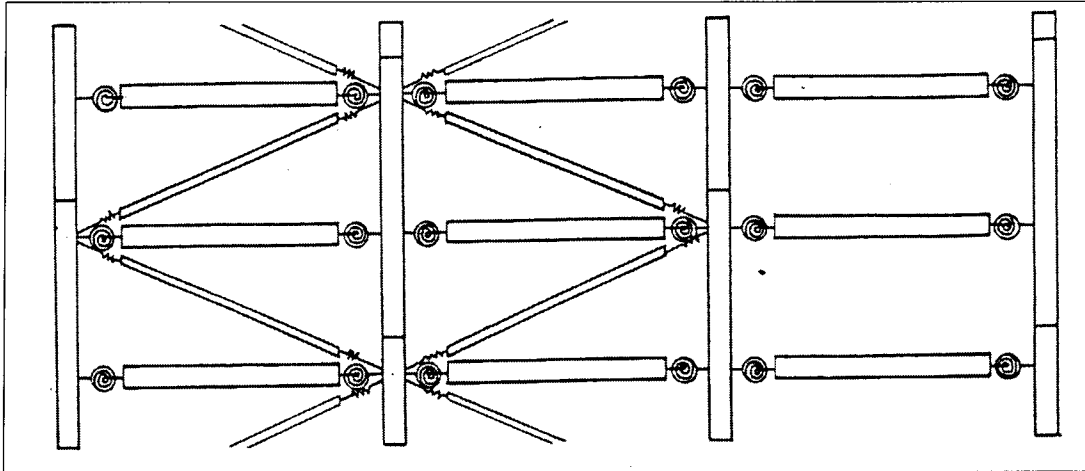
**Bijlagen:**

- A.1    Literatuurstudie Hubert Kuijpers**
- A.2    Eisen Bouwbesluit betreffende brand**
  
- B.1    Bepaling van belastingen**
- B.2    Handberekening**
- B.3    Uitkomsten ESA Prima Win**
- B.4    Controle Berekeningen eerste stabiliteitsontwerp**
- B.5    Stabiliteitvarianten**
- B.6    Uitkomsten ESA Prima Win uitbuiging variant G t/m J**
- B.7    Uitkomsten ESA Prima Win + Controle stabiliteitsvariant G**
- B.8    Controle berekening stabiliteit variant 4**
- B.9    Hogere verdiepingshoogte**
- B.10    Verdiepingshoogte 3400 mm**
- B.11    Verdiepingshoogte 3600 mm**
  
- C.1    Eisen Bouwbesluit betreffende geluid**
- C.2    Berekening BASlab**
- C.3    Berekening trillingen van vloeren door lopen**
  
- D.1    Tekeningen definitief ontwerp**
  
- E.1    Berekening detail kolomvoet**
- E.2    Bouwkundige detaillering**
  
- F.1    Bepaling belastingen**
- F.2    Uitkomsten ESA Prima Win stabiliserend element**
- F.3    Uitkomsten ESA Prima Win aanpendelende constructie**
- F.4    ESA Prima Win uitkomsten uitbuiging aan de top**
- F.5    Uitkomsten ESA Prima Win kolom bij brand**
  
- G.1    Gewichtberekening**

**Bijlage A.1 Literatuurstudie Hubert Kuijpers:**

**De schematisering:**

De liggers en diagonalen (inclusief veren) in onderstaande tekening kunnen worden omgezet in balken met overeenkomstige EI en EA.



Voor de diagonalen geldt dat ze op normaalkracht worden belast.

$$\text{Diagonaal: } N = \frac{EA_{oud} \cdot \Delta I_1}{I} \quad \text{Per verbinding: } F = k \cdot \Delta I_2$$

Er zijn 3 verbindingen per uiteinde en 2 sneden. Dat betekent dat:  $\frac{1}{6} \cdot N = k \cdot \Delta I_2$

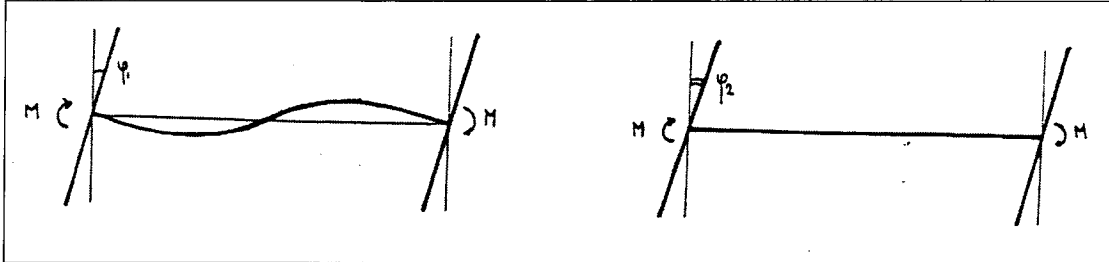
$$\text{Voor het gehele element geldt dan: } N = \frac{EA_{nieuw} \cdot (\Delta I_1 + \Delta I_2 + \Delta I_2)}{I}$$

$$\text{Uitwerking geeft: } EA_{nieuw} = \frac{I}{\left( \frac{I}{EA_{oud}} + \frac{1}{6} \cdot k + \frac{1}{6} \cdot k \right)}$$

In onderstaand schema zijn alle diagonalen weergegeven.

Diagonalen														
3600 buizen	sneden	k	kolom hoogte	ligger lengte	lengte	h	b	E	AE nieuw	AE oud	A nieuw	A oud	A st	I st
3	2	116000	3200	3600	4816,638	350	100	13000	3,58E+08	455000000	27527,65	35000	0.001704	1.81E-06
ok														
4800 buizen	sneden	k	kolom hoogte	ligger lengte	lengte	h	b	E	AE nieuw	AE oud	A nieuw	A oud	A st	I st
3	2	126000	3200	4800	5768,682	400	100	13000	4,2E+08	520000000	32298,11	40000	0.001999	2.06E-06
ok														
6000 buizen	sneden	k	kolom hoogte	ligger lengte	lengte	h	b	E	AE nieuw	AE oud	A nieuw	A oud	A st	I st
3	2	136000	3200	6000	6800	450	100	13000	4,83E+08	585000000	37144,7	45000	0.002299	2.32E-06

Ook de liggers kunnen op EA worden geschematiseerd. Belangrijk is de schematisatie op EI, er geldt dat de totale hoekverdraaiing  $\psi_{\text{totaal}}$  een sommatie is van hoekverdraaiing  $\psi_1$  als gevolg van buiging en hoekverdraaiing  $\psi_2$  als gevolg van schranken van de hoek, zie de onderstaande tekeningen.



Voor de ligger geldt:  $\psi_1 = \frac{M \cdot l}{6 \cdot EI}$  en de verbinding geldt:  $\psi_2 = \frac{M}{K}$

Voor  $\psi_{\text{totaal}}$  geldt:  $\psi_{\text{totaal}} = \psi_1 + \psi_2$  waaruit volgt  $\frac{M \cdot l}{6 \cdot EI_{\text{nieuw}}} = \frac{M \cdot l}{6 \cdot EI_{\text{oud}}} + \frac{M}{K}$

Uitwerking geeft:  $EI_{\text{nieuw}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{EI_{\text{oud}}} + \frac{6}{K \cdot l}\right)}$

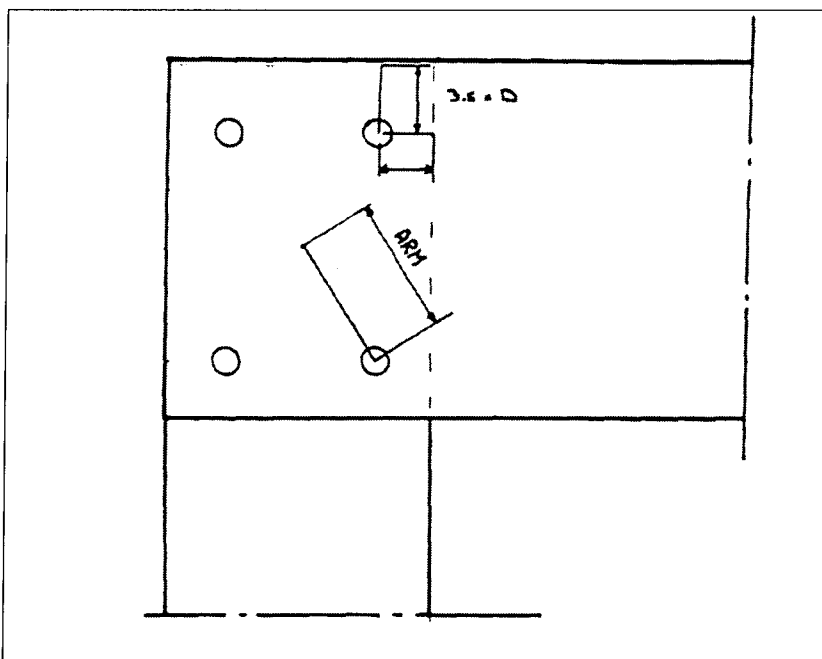
Welke waarde wordt voor K gekozen. Elke gewenste K kan gerealiseerd worden. Gekozen wordt K zo aan te nemen dat op moment van bezwijken van de ligger het veldmoment gelijk

is aan de moment bij de oplegging. Ofwel  $M = \frac{q \cdot l^2}{16}$ .

Er geldt data  $K = \frac{M}{\psi}$  voor  $\psi$  geldt:  $\psi = \frac{12 \cdot M \cdot l}{24 \cdot EI} + \frac{q \cdot l^3}{24 \cdot EI}$

Hiermee is K te bepalen.

Maar K kent een maximum. Dit is afhankelijk van k (stijfheid individuele verbinding), van het aantal verbindingen (4), het aantal sneden (2) en van de maximaal toegestane arm als gevolg van randafstanden, zie onderstaande tekening.



Het blijkt mogelijk meer stijfheid te halen.  $M = \frac{ql^2}{14}$  is mogelijk. Criterium bij het zoeken van de stijfste verbinding wordt dan de maximale arm.

In onderstaande tabel is te zien tot welke waarden voor K dit leidt voor verschillende liggers in de verschillende ontwerpen. Daarbij zijn ook de EA<sub>nieuw</sub> en EI<sub>nieuw</sub> gegeven.

Rotatie veer in ligger		6000	0.0731	1/13.67										
		4800	0.0711	1/14.06										
		3600	0.0711	1/14.06										
		leestraem			liefst 1/16d <sup>2</sup>		mogenk		mogenk		prv_2		K_gewenst is tevens maximaal	
b	h	lengte	g	M1	M2	E	I	Mhout	Mbus	0.751895	-0.00037	2.44E+10	formule OK	
100	450	3600	9.9	8981280	8981280	11000	759375000	1.01E+08	1.35E+08	0.905196	-0.00091	2.43E+10	formule OK	
100	480	4800	13.5	22083840	22083840	11000	921600000	1.15E+08	1.27E+08	0.905196	-0.00091	2.43E+10	formule OK	
100	480	4800	13.5	22083840	22083840	11000	921600000	1.15E+08	1.27E+08	0.905196	-0.00091	2.43E+10	formule OK	
100	600	6000	16.8	44210880	44210880	11000	1.8E+09	1.8E+08	1.78E+08	1.0204	-0.00094	4.71E+10	formule OK	
wordt 1/14 aan de hand van de arm_max														
lignostone	plaathoogte	plaatbreedte	max buis	randafstand es	arm_max									
4 buizen	450	300	22	3.5	165.0242406	OK								
4 buizen	480	325	28	3.5	155.9623352									
4 buizen	600	350	28	3.5	216.1781673									
k verbinding per snede														
K	aantal bus	aantal snede	phi	phi bezwijk	arm_max	Kresultaat								
3600	116000	2.436E+10	4	2	0.000369	0.004937375	162.02943	165.0242	2.44E+10	OK				
4800	126000	2.432E+10	4	2	0.000908	0.002808028	155.31758	155.9623	2.43E+10					
6000	126000	4.715E+10	4	2	0.000938	0.001871577	216.26778	216.1782	4.71E+10					

ligger														
Verdisconteren voor pcframe														
hiermee kun je selen gebouwtwijkingen berekenen en krachten.														
dus geen zakkings van liggers e.d.														
buizen	sneden	k	K	lengte	h	b	E	AE nieuw	AE oud	A nieuw	I oud	I nieuw	EI nieuw	EI oud
4	2	116000	2.44E+10	3600	450	100	11000	3.82E+08	4.95E+08	34713.22	7.59E+08	4.83E+08	5.32E+12	5.32E+12
buizen	sneden	k	K <td>lengte</td> <td>h</td> <td>b</td> <td>E <td>AE nieuw</td> <td>AE oud</td> <td>A nieuw</td> <td>I oud</td> <td>I nieuw</td> <td>EI nieuw</td> <td>EI oud</td> </td>	lengte	h	b	E <td>AE nieuw</td> <td>AE oud</td> <td>A nieuw</td> <td>I oud</td> <td>I nieuw</td> <td>EI nieuw</td> <td>EI oud</td>	AE nieuw	AE oud	A nieuw	I oud	I nieuw	EI nieuw	EI oud
4	2	126000	2.43E+10	4800	480	100	11000	4.33E+08	5.28E+08	39400.65	9.22E+08	6.06E+08	6.66E+12	6.66E+12
buizen	sneden	k	K <td>lengte</td> <td>h</td> <td>b</td> <td>E <td>AE nieuw</td> <td>AE oud</td> <td>A nieuw</td> <td>I oud</td> <td>I nieuw</td> <td>EI nieuw</td> <td>EI oud</td> </td>	lengte	h	b	E <td>AE nieuw</td> <td>AE oud</td> <td>A nieuw</td> <td>I oud</td> <td>I nieuw</td> <td>EI nieuw</td> <td>EI oud</td>	AE nieuw	AE oud	A nieuw	I oud	I nieuw	EI nieuw	EI oud
4	2	126000	4.71E+10	6000	600	100	11000	5.42E+08	6.6E+08	49250.81	1.8E+09	1.27E+09	1.39E+13	1.39E+13

Voor de kolom gelden de ongewijzigde houtdoorsneden, zie onderstaande tabel.

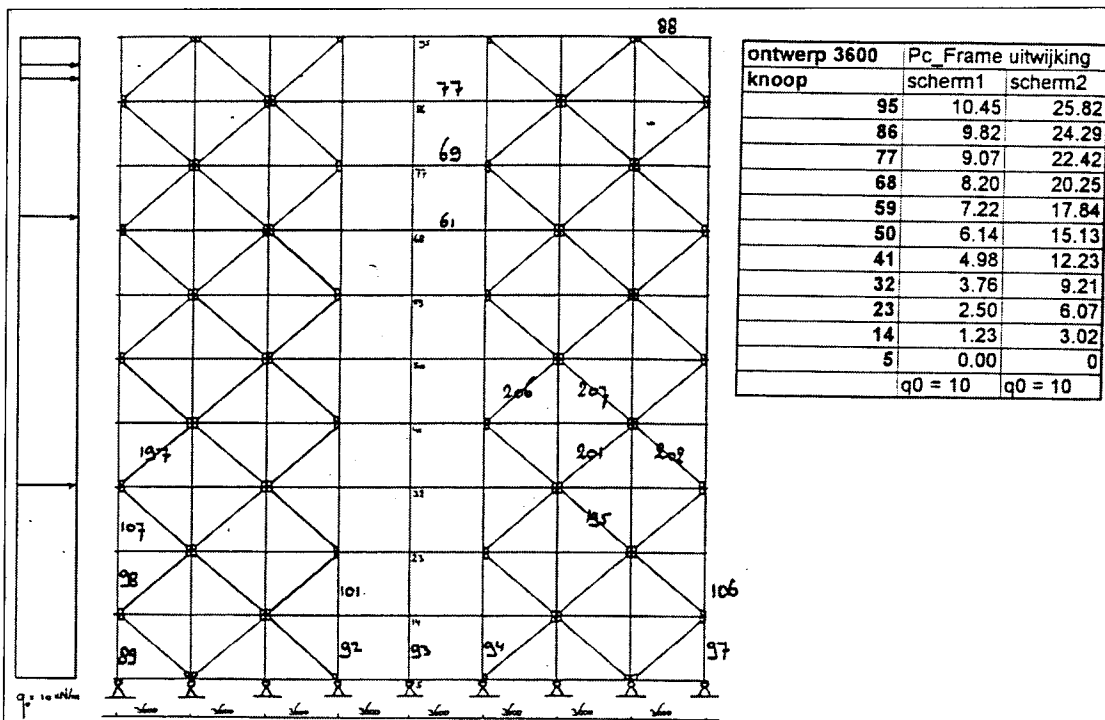
kolom														
traagheids moment kolom														
b	h	hypotenusa	lzz' 1	lzz' 3	lzz' 2	lzz' 4	I kolom	Akolom	E	EA	EI			
300	300	424.28407	424.2841	212.132	3361486050	3.36E+09	3.38E+08	3.38E+08	7.4E+09	180000	11000	1980000000	8.13777E+13	8.13777E+13
325	325	459.61941	459.6194	229.8097	3967999470	3.97E+09	4.65E+08	4.65E+08	8.87E+09	211250	11000	2323750000	9.75229E+13	9.75229E+13
350	350	494.97475	494.9747	247.4874	4630651151	4.63E+09	6.25E+08	6.25E+08	1.05E+10	245000	11000	2695000000	1.1563E+14	1.1563E+14
375	375	530.33009	530.3301	265.165	5351198906	5.35E+09	8.24E+08	8.24E+08	1.24E+10	281250	11000	3093750000	1.35854E+14	1.35854E+14
400	400	565.68542	565.6854	282.8427	6131530756	6.13E+09	1.07E+09	1.07E+09	1.44E+10	320000	11000	3520000000	1.5636E+14	1.5636E+14
425	425	601.04078	601.0408	300.5204	6973664928	6.97E+09	1.36E+09	1.36E+09	1.67E+10	361250	11000	3973750000	1.83327E+14	1.83327E+14
450	450	636.39811	636.3981	318.1981	7879749863	7.88E+09	1.71E+09	1.71E+09	1.92E+10	405000	11000	4455000000	2.10944E+14	2.10944E+14
475	475	671.75144	671.7514	335.8757	8852064203	8.85E+09	2.12E+09	2.12E+09	2.19E+10	451250	11000	4983750000	2.4141E+14	2.4141E+14
500	500	707.10678	707.1068	353.5534	9893018808	9.89E+09	2.8E+09	2.8E+09	2.5E+10	500000	11000	5500000000	2.74938E+14	2.74938E+14

**Bepalen GA en EI:**

Ontwerp 3600:

Algemeen:

In onderstaande tekening is het model van scherm 1 dat in PC\_frame is ingevoerd weergegeven. In tabel zijn de uitwijkingen als gevolg van de gevellast weergegeven.



Op de volgende pagina is de 'fit' van scherm 1 grafisch weergegeven, met bijbehorende tabel. Deze zelfde procedure is ook uitgevoerd voor scherm 2 en scherm 3. De resultaten zijn gesommeerd. Dit leidt tot de volgende stijfheden voor het gehele gebouw:

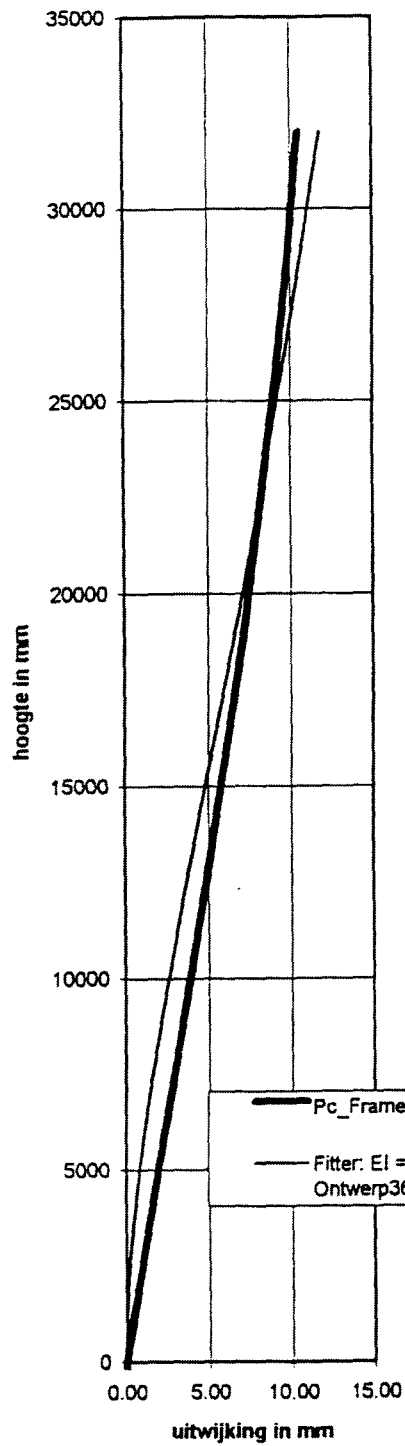
Scherf 1:  $GA = 2,05 \cdot 10^8$  en  $EI = 3,50 \cdot 10^{16}$  (1 maal)

Scherf 2:  $GA = 0,83 \cdot 10^8$  en  $EI = 0,95 \cdot 10^{16}$  (2 maal)

Scherf 3:  $GA = 0,42 \cdot 10^8$  en  $EI = 0,01 \cdot 10^{16}$  (6 maal)

**$GA = 6,24 \cdot 10^8$  en  $EI = 5,4 \cdot 10^{16}$**





El_test	GA_test	
3.50E+16	2.05E+08	
benaderin	werkelijk	
w	PC_frame	verschil in mm
11.78159	10.45	1.33
10.6184	9.82	0.80
9.402648	9.07	0.33
8.106224	8.20	-0.09
6.726251	7.22	-0.49
5.284932	6.14	-0.86
3.830879	4.98	-1.15
2.442047	3.76	-1.32
1.230432	2.50	-1.27
0.34882	1.23	-0.88
0	0.00	0.00

**Bijlage A.2 Eisen Bouwbesluit betreffende brand.**

## Afd. 2.11 Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie.

- Art. 2.82 Stookplaats:  
Materiaal nabij stookplaats onbrandbaar (NEN 6064), als warmte straling groter is dan  $2\text{kW/m}^2$  (NEN 6061), en als in het materiaal een temperatuur kan optreden hoger dan 363 K.
- Art. 2.83 Schacht, koker of kanaal:  
Afmeting groter dan  $0,015\text{ m}^2$ , grenzend aan een brandcompartiment onbrandbaar over een dikte van 0,01 m (NEN 6064).
- Art. 2.84 Rookafvoer:  
Voorziening voor afvoer van rook is brandveilig volgens NEN 6062  
Materiaal onbrandbaar (NEN 6064), als in materiaal een temperatuur hoger dan 363 K kan optreden.  
Afstand horizontale uitmonding naar een brandgevaarlijk dak van een ander bouwwerk moet ten minste 15 meter.
- Art. 2.85 Dak:  
Een dak van een gebruiksfunctie niet brandgevaarlijk (NEN 6063)  
Dak mag wel brandgevaarlijk zijn als:
- Geen vloer van een verblijfsgebied boven de 5 meter.
  - Geen brandgevaarlijk dak heeft op een afstand van minder dan 15 meter van de perceel grens.

## Afd. 2.12 Beperking van ontwikkeling van brand.

- Art. 2.91 Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat brand zich niet snel kan ontwikkelen
- Art. 2.92 Binnenoppervlak  
Grenswaarden brandklasse (NEN 6065):
- |                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Brand- en rookvrije vluchtroute | klasse 2 |
| Rookvrije vluchtroute           | klasse 2 |
| Overig                          | klasse 4 |
- Art. 2.93 Buitenoppervlak  
Grenswaarden brandklasse (NEN 6065):
- |                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Brand- en rookvrije vluchtroute | klasse 2 |
| Rookvrije vluchtroute           | klasse 2 |
| Overig                          | klasse 4 |
- 1) Een deur, raam, kozijn die grenst aan de buitenlucht voldoet aan klasse 4.  
2) Constructie onderdeel boven de 13 meter boven meetniveau dat grens aan de buitenlucht moet voldoen aan klasse 2.  
3) Bij een vloer van een verblijfsgebied boven de 5 meter, moet de eerste 2,5 meter van de van de gevel grenzend aan de buitenlucht voldoen aan klasse 1.
- Art. 2.94 Beloopbaar vlak  
Grenswaarde brandklasse (NEN 6065):
- |                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Brand- en rookvrije vluchtroute | T1 |
| Rookvrije vluchtroute           | T1 |
| Overig                          | T3 |
- Art. 2.92 en 2.93 gelden niet voor: vloer, hellingbaan, trap, en dak.  
Brandklasse voor vloer, hellingbaan, trap aan de bovenzijde volgens NEN 1775.
- Art. 2.95 Op ten hoogste 5% van de totale oppervlakte van de constructie onderdelen zijn de eisen van artikel 2.92 t/m 2.94 niet van toepassing.

## Afd. 2.13 Beperking van uitbreiding van brand

- Art 2.103 Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat uitbreiding van brand voldoende wordt beperkt.
- Art 2.104 Ligging:  
 1) Een besloten ruimte ligt in een brandcompartiment. Dit geldt niet voor toiletruimte, badruimte, meterruimte, opstelplaats verbrandingstoestel. Een liftschacht moet wat betreft klasse van brandvoortplanting en de mate van rookontwikkeling voldoen aan de eisen van een brand- en rookvrije vluchtroute.  
 2) Technische ruimte groter dan 50 m<sup>2</sup>, ruimte voor opslag van bij ministeriële regeling aangegeven brandbare, brandbevorderende of bij brand gevaar opleverende stoffen in een brandcompartiment.  
 3) In afwijking tot eerste lid, ligt een ruimte waardoor een brand- en rookvrije vluchtroute voert niet in een brandcompartiment.
- Art. 2.105 Omvang:  
 1) Een brandcompartiment strekt zich niet uit over meer dan 1 perceel.  
 2) In een brandcompartiment van een woongebouw liggen uitsluitend woonfuncties.  
 4) Een brandcompartiment is niet groter dan 1000 m<sup>2</sup>.  
 5) Indien een woonfunctie gelegen in een woongebouw en is aangewezen op gedeeltelijk samenvallende vluchtwegen, liggen in het brandcompartiment waar de woningfunctie in ligt maximaal: zes woonfuncties, woonfuncties met een totaal gebruiksoppervlakte van 800 m<sup>2</sup>.  
 6) Een stookruimte als bedoeld in art. 4.88 lid 4 en 5, is een brandcompartiment.  
 7) Een technische ruimte met een gebruiksoppervlakte van meer dan 50 m<sup>2</sup> is een brandcompartiment.
- Art. 2.106 Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag:  
 1) Volgens NEN 6068 bepaalde weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag van brandcompartiment naar brandcompartiment, een besloten ruimte waardoor een van rook en brand gevrijwaarde vluchtroute voert, en een niet besloten veiligheidstrappenhuis is niet lager dan 60 minuten.  
 2) In afwijking van lid 1, kan worden volstaan met 30 minuten, bij een vuurbelasting van minder dan 500 MJ/m<sup>2</sup>. Dit geldt niet voor een veiligheidstrappenhuis.  
 3) In afwijking tot lid 1 kan er volstaan worden met 30 minuten als: het brandcompartiment en de besloten ruimte op her zelfde perceel liggen en in het gebouw geen vloer van een verblijfsgebied boven de 7 meter ligt. Niet geldt niet voor een veiligheidstrappenhuis.  
 4) In afwijking van het eerste lid kan tussen een brandcompartiment en een besloten ruimte waardoor een brand- en rookvrije vluchtroute voert worden volstaan met 30 minuten. Dit geldt niet voor een veiligheidstrappenhuis.
- Art. 2.107 Zelfsluitende deur:  
 In een inwendige scheidingsconstructie van een brandcompartiment waarvoor een eis voor de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag geldt, bevindt zich geen ander beweegbaar constructieonderdeel dan een zelfsluitende deur.

## Afdeling 2.14 Verder beperking van uitbreiding van brand

- Art. 2.115 Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat uitbreiding van brand in verdergaande mate wordt beperkt,
- Art. 2.116 Ligging:
- 1) Een niet-gemeenschappelijke ruimte ligt in een subbrandcompartiment. Dit geldt niet voor toiletruimte, badruimte, meterruimte, en een opstelplaats voor een verbrandingstoestel.
  - 2) Een gemeenschappelijk verblijfsgebied ligt in een subbrandcompartiment.
  - 4) Een subbrandcompartiment ligt in een brandcompartiment.
- Art. 2.117 Omvang:
- 1) Een subbrandcompartiment strekt zich uit over meer dan een brandcompartiment.
  - 2) Een subbrandcompartiment als bedoeld in artikel 2.116 lid 1, omvat in afwijking van artikel 2.105 lid 2, uitsluitend niet gemeenschappelijke ruimten van niet meer dan één gebruiksfunctie en nevenfunctie van die gebruiksfunctie.
  - 3) Een subbrandcompartiment heeft een gebruikersoppervlakte die niet groter is dan 500 m<sup>2</sup>
  - 5) Een gemeenschappelijk verblijfsgebied is een subbrandcompartiment.
- Art. 2.118 Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag:
- 1) Volgens NEN 6068 bepaalde weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag van een subbrandcompartiment naar een ruimte in het brandcompartiment, een ander brandcompartiment, een besloten ruimte waardoor een brand- en rookvrije vluchtroute voert, en niet besloten veiligheidstrappenhuis is niet lager dan 60 minuten.
  - 3) In afwijking tot lid 1 kan worden volstaan met 30 minuten indien: De volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting van het subbrandcompartiment niet groter dan 500 MJ/m<sup>2</sup>, en in het gebouw geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7 meter.
  - 4) In afwijking tot lid 1, kan tussen een subbrandcompartiment en een besloten ruimte waardoor een rookvrije ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute loopt zijn volstaan met 30 minuten.

## Afdeling 2.15 Beperking van ontstaan van rook.

- Art. 2.125 Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het zich snel ontwikkelen van rook voldoende wordt beperkt.
- Art. 2.126 Algemeen:
- 1) Een constructieonderdeel heeft aan een zijde die grenst aan de binnenlucht, een volgens NEN 6066 bepaalde rookdichtheid van ten hoogste 10 m<sup>-1</sup>.
  - 2) Indien een constructieonderdeel aan een zijde die grenst aan de binnenlucht in een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, een volgens NEN 6065 bepaalde bijdrage tot brandvoortplanting heeft die voldoet aan klasse 2, maar niet aan klasse 1, heeft dat constructieonderdeel aan die zijde, in afwijking van lid 1, een rookproductie met een volgens NEN 6066 bepaalde rookdichtheid van ten hoogste 2,2 m<sup>-1</sup>.
  - 3) Indien een constructieonderdeel aan een zijde die grenst aan de binnenlucht in een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, een volgens NEN 6065 bepaalde bijdrage tot brandvoortplanting heeft die voldoet aan klasse 1, heeft dat constructieonderdeel aan die zijde, in afwijking van het eerste lid,

- een rookproductie met een volgens NEN 6066 bepaalde rookdichtheid van ten hoogste  $5,4 \text{ m}^{-1}$ .
- Art. 2.128 Vrijgesteld:  
Op ten hoogste 5% van totale oppervlakte van de constructieonderdelen van elke afzonderlijke ruimte waarvoor volgens artikel 2.126 die eis geldt, is die eis niet van toepassing.

#### Afdeling 2.16 Beperking van verspreiding van rook.

- Art. 2.134 Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat bij brand rook zich niet binnen korte tijd kan verspreiden naar een ander deel van het bouwwerk zodat op veilige wijze het aansluitende terrein kan worden bereikt.
- Art. 2.135 Ligging:  
  - 1) Een brandcompartiment is ingedeeld in één of meerdere rookcompartimenten.
  - 2) Tussen een toegang van een verblijfsgebied en een toegang van een belstoten vluchtrappenhuis van een gebouw waarin een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 50 meter boven het meerniveau, ligt een verkeersruimte met een lengte van tenminste 2 meter. Indien de verkeersruimte een besloten ruimte is, is deze een rookcompartiment.
- Art. 2.137 Weerstand rookdoorgang  
De volgens NEN 6075 bepaalde weerstand tegen rookdoorslag van een rookcompartiment naar een besloten ruimte is niet lager dan 30 minuten.
- Art. 2.138 Zelfsluitende constructieonderdelen:  
  - 1) In een inwendige scheidingsconstructie van een rookcompartiment waarvoor een weerstand tegen rookdoorgang geldt, bevindt zich geen beweegbaar constructieonderdeel anders dan een zelfsluitend constructieonderdeel.
  - 2) Het eerste lid geldt niet voor een toegang van een woonfunctie gelegen in een woongebouw.

#### Afdeling 2.17 Vluchten binnen een rookcompartiment en een subbrandcompartiment

- Art. 2.145 Een te bouwen vouwwerk is zodanig dat een rookcompartiment en een subbrandcompartiment voldoende snel en veilig kunnen worden verlaten.
- Art. 2.146 Verblijfsgebied en verblijfsruimte:  
  - 1) De loopafstand tussen een punt in een gemeenschappelijk verblijfsgebied en ten minste een toegang van het subbrandcompartiment waarin het verblijfsgebied ligt, is ten hoogste 20 m. Bij bepalen van de loopafstand wordt een constructieonderdeel, niet zijnde een bouwconstructie, dat in het verblijfsgebied ligt, buitenbeschouwing gelaten.
  - 2) De loopafstand tussen een punt in een gemeenschappelijke verblijfsruimte en ten minste een toegang van het subbrandcompartiment waarin de verblijfsruimte ligt, is ten hoogste 30 m.
  - 4) Ten minste een toegang als bedoeld in lid 2, van een gemeenschappelijke verblijfsruimte is een toegang van het subbrandcompartiment waarin die ruimte ligt, of bij ten minste een toegang begint een route die uitsluitend door gemeenschappelijke verkeersruimten naar een toegang van dat subbrandcompartiment voert. De toegang van die verblijfsruimte mag de toegang van een andere verblijfsruimte zijn, op voorwaarde dat die ruimte tenminste twee toegangen heeft waarbij een route begint die uitsluitend door verkeersruimten naar een toegang van het subbrandcompartiment voert.

- 5) Lid 1 t/m 3 gelden niet voor een gemeenschappelijke verblijfsgebied dat in een subbrandcompartiment ligt met een gebruiksoppervlakte van minder dan 500 m<sup>2</sup>.
- 6) De loopafstand tussen de toegang van een niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte en ten minste een toegang van het brandcompartiment of het subbrandcompartiment waarin de ruimte ligt, is ten hoogste 15 meter.
- 7) Een toegang bedoeld als in lid 6, van een niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte, is een toegang van het brandcompartiment of een subbrandcompartiment, of ter plaatse van die toegang begint een route naar de toegang van een brandcompartiment of een subbrandcompartiment. Een besloten ruimte op die route heeft een niet-ioniserende rookmelder die is aangesloten op een voorziening voor elektriciteit en die voldoet aan de primaire inrichtingseisen en de primaire producteisen volgens NEN 2555.
- 14) Indien volgens lid 1 t/m 4 twee toegangen zijn vereist, is die afstand tussen een punt van de ene toegang en een punt van de andere toegang ten minste 5 m.
- Art. 2.147 Subbrandcompartiment:
- 1) Een toegang van het rookcompartiment als bedoeld in artikel 2.146, lid 1 en 2: is een toegang van het rookcompartiment waarin dat subbrandcompartiment ligt, of is een toegang waarbij een route begint die niet door een verblijfsruimte, een toiletruimte, een badruimte of een technische ruimte naar een toegang van het rookcompartiment voert.
- 2) Een subbrandcompartiment met een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m<sup>2</sup> heeft ten minste 2 toegangen.
- Art. 2.148 Rookcompartiment
- 1) De afstand tussen een stookplaats en de verticale projectie van een trap is ten minste 1,5 m.
- 2) Een rookcompartiment heeft een of meer toegangen, met een minimum van twee indien de gebruiksoppervlakte van het rookcompartiment groter is dan 500 m<sup>2</sup>.
- Afdeling 2.18 Vluchtroutes
- Art. 2.153 Een te bouwen bouwwerk heeft voldoende vluchtroutes waarlangs bij brand een veilige plaats kan worden bereikt.
- Art. 2.154 Veilige plaats:
- 1) Een rookvrije vluchtroute leidt naar het aansluitende terrein en vandaar naar de openbare weg zonder dat deuren worden gepasseerd die met een sleutel worden geopend.
- Art. 2.156 Uit rookcompartiment:
- 1) Ter plaatse van een toegang van een rookcompartiment beginnen ten minste twee rookvrije vluchtroutes die behalve bij de toegang nergens samenvallen. Dit geldt niet voor een rookcompartiment met een gebruikersoppervlakte van niet meer dan 250 m<sup>2</sup> waarin geen verblijfsruimte ligt.
- 2) In afwijking van lid 1, kan worden volstaan met één vluchtroute, indien het rookcompartiment meer dan een toegang heeft en ten minste twee van de ter plaatse van die toegangen beginnende vluchtroutes nergens samenvallen.
- 3) Delen van de twee vluchtroutes als bedoeld in lid 1 en 2, kunnen voorzover deze in een veiligheidstrappenhuis liggen, samenvallen.
- 4) Indien het rookcompartiment een technische ruimte is, kunnen, in afwijking van lid 1, de eerste gedeelten van de twee vluchtroutes over een lengte van niet meer dan 8 m samenvallen.
- Art. 2.157 Uit subbrandcompartiment:

- 1) Ter plaatsen van een toegang van een subbrandcompartiment beginnen ten minste twee rookvrije vluchtroutes die nergens samenvallen.
- 2) In afwijking tot lid 1, kan worden volstaan met één rookvrije vluchtroute, indien het subbrandcompartiment meer dan een toegang heeft en ten minste twee van de ter plaatse van die toegangen beginnende rookvrije vluchtroutes nergens samenvallen.
- 3) In afwijking van lid 1, kunnen twee rookvrije vluchtroutes geheel of gedeeltelijk samenvallen, als het samenvallende gedeelte niet in een trappenhuis ligt en niet aan een ander subbrandcompartiment grenst.
- 4) In afwijking van lid 3, kan het samenvallende gedeelte aan een ander subbrandcompartiment grenzen, indien:
  - a. Het samenvallende gedeelte aan niet meer dan een ander subbrandcompartiment grenst,
  - b. De toegang van het subbrandcompartiment en de toegang van het andere subbrandcompartiment recht tegenover elkaar liggen en
  - c. Het samenvallende gedeelte niet langs een beweegbaar constructieonderdeel voert, tenzij dit deel uitmaakt van de toegang van het andere subbrandcompartiment.
- 5) In afwijking met lid 3, kan het samenvallende gedeelte in een trappenhuis liggen en aan een ander subbrandcompartiment grenzen, indien:
  - a. De totale gebruiksoppervlakte van de woonfuncties die zijn aangewezen op dat trappenhuis niet groter is dan 800 m<sup>2</sup>, geen vloer van een verblijfsgebied van die woonfuncties hoger ligt dan 12,5 m boven het meerniveau en geen van de woonfuncties een gebruikersoppervlakte heeft van meer dan 150 m<sup>2</sup>.
  - b. Op dat trappenhuis niet meer dan zes woonfuncties zijn aangewezen, waarvan geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 6 m boven meetniveau, of
  - c. Dat trappenhuis een veiligheidstrappenhuis is.

#### Afdeling 2.19 Inrichting van rookvrije vluchtroutes

- |            |   |
|------------|---|
| Art. 2.166 | Een te bouwen bouwwerk heeft zodanig ingerichte rookvrije vluchtroutes, dat in geval van brand snel en veilig kan worden gevlucht.  |
| Art. 2.167 | Afmetingen doorgang: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Een rookvrije vluchtroute heeft een vrije doorgang met een breedte die niet kleiner is dan 0,6 m en een hoogste van tenminste 1,9 m.</li> </ol>  |
| Art. 2.168 | Scheidingsconstructie tussen vluchtmogelijkheden. <ol style="list-style-type: none"> <li>1) De volgens NEN 6068 bepaalde weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag tussen rookvrije vluchtroutes bedraagt ten minste 30 minuten. Dit geldt niet voor een samenvallend gedeelte en aan het begin van twee rookvrije vluchtroutes als bedoeld in de artikelen 2.156 lid 1 en 2.157 lid 1.</li> <li>2) Een inwendige scheidingsconstructie tussen twee rookvrije vluchtroutes bevat geen ander beweegbaar constructieonderdeel dan een zelfsluitende deur.</li> </ol> |
| Art. 2.169 | Luchttoevoer en rookafvoer:<br>Een niet-besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, heeft een voorziening voor afvoer van rook met een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van rook, met een zodanige capaciteit dat die ruimte tijdens brand gedurende langere tijd kan worden gebruikt om te vluchten.  |

- Art. 2.170 Permanente vuurbelasting:
- 1) Het product van volgens NEN 6090 bepaalde vuurbelasting en de netto vloeroppervlakte van een veiligheidstrappenhuis is per bouwlaag ten hoogste 3500 MJ.
  - 2) Een vluchttrappenhuis, anders dan een veiligheidstrappenhuis is niet rechtstreeks bereikbaar vanuit een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, een toiletruimte, een liftschacht of een technische ruimte, tenzij het product volgens NEN 6090 bepaalde permanente vuurbelasting en de som van de netto vloeroppervlakten van dat vluchttrappenhuis, de besloten ruimte, de toiletruimte, de liftschacht en de technische ruimte per bouwlaag ten hoogste 3500 MJ is. Dit geldt niet voor een trappenhuis dat voldoet aan artikel 2.157 lid 5.
- Art. 2.171 Draairichting deur:
- 1) een deur tussen een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, en een vluchttrappenhuis draait bij het openen niet tegen de vluchtrichting in.
- Art. 2.172 Loopafstand:  
Een besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, heeft tussen twee toegangen die in de rookvrije vluchtroute liggen, een loopafstand die niet groter is dan 30 m. Dit geldt niet voor een vluchttrappenhuis.

#### Afdeling 2.20 Voorkoming en beperking van ongevallen bij brand.

- Art. 2.183 Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat personen kunnen worden gered en brand kan worden bestreden.
- Art. 2.184 Aanwezigheid:
- 1) Een gebruiksfunctie waarin een vloer van een verblijfsgebied voor het verblijven van mensen hoger ligt dan 20 meter boven het meetniveau, heeft een al dan niet gemeenschappelijke brandweerlift.
- Art. 2.185 Loopafstand:
- 1) De loopafstand tussen een toegang van een subbrandcompartiment of een rookcompartiment en ten minste een toegang van een vluchttrappenhuis is niet groter dan 45 m.
  - 2) De loopafstand tussen een toegang van een subbrandcompartiment en ten minste een toegang van een brandweerlift is niet groter dan 90 m.
  - 3) De loopafstand tussen een meterruimte als bedoeld in artikel 4.66 en de toegang van een woonfunctie is ten hoogste 3 m, indien die afstand wordt afgelegd door een niet-gemeenschappelijke ruimte.
  - 4) Een gemeenschappelijke meterruimte als bedoeld in artikel 4.66, die niet rechtstreeks vanaf de openbare weg toegankelijk is, is uitsluitend bereikbaar door gemeenschappelijke verkeersruimten.
- Art. 2.186 Inrichting:
- 1) Een niet-besloten ruimte waardoor een rookvrije vluchtroute voert, heeft een voorziening voor de afvoer van rook met een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van rook, met een zodanige capaciteit dat die ruimte tijdens brand gedurende langere tijd kan worden gebruikt voor het uitvoeren van reddingswerkzaamheden en bluswerkzaamheden.



## Afdeling 2.21 Bestrijding van brand.

- Art. 2.190 Een te bouwen bouwwerk heeft zodanige voorzieningen voor de bestrijding van brand, dat brand binnen redelijke tijd kan worden bestreden.
- Art. 2.191 Aanwezigheid:
- 1) Een gebruiksfunctie met een verblijfsgebied waarvan de vloer hoger ligt dan 20 m boven het meerniveau, heeft ten minste een al dan niet gemeenschappelijke droge blusleiding.
  - 2) Een gebruiksfunctie met een gebruiksoppervlakte die groter is dan 500 m<sup>2</sup>, heeft ten minste een al dan niet gemeenschappelijke brandslanghaspel.
- Art. 2.192 Aantal:
- 1) Het aantal droge blusleidingen is zodanig dat de loopafstand tussen een brandaansluiting van droge blusleiding en een toegang van een op die aansluiting aangewezen subbrandcompartiment niet groter is dan 50 m.
  - 3) Het aantal brandslanghaspels is zodanig dat de loopafstand tussen een brandslanghaspel en elk punt van de vloer een gebruiksfunctie niet groter is dan de langer van de brandslang, vermeerderd met 5 m. Dit geldt niet voor de vloer van een niet in een verblijfsgebied gelegen ruimte, die vanaf de toegang van de gebruiksfunctie niet door besloten ruimten kan worden bereikt.
  - 4) Bij het bepalen van de loopafstand als bedoeld in lid 3, wordt een constructieonderdeel niet zijnde een bouwconstructie, gelegen in een verblijfsgebied, buiten beschouwing gelaten.
  - 5) Bij het bepalen van de loopafstand als bedoeld in lid 3, wordt de loopafstand gelegen in een verblijfsgebied met 1,5 vermenigvuldigd..
- Art. 2.193 Veiligheid:
- 1) een droge blusleiding als bedoeld in artikel 2.191 lid 1, voldoet aan NEN 1594.
  - 2) Een brandslanghaspel als bedoeld in artikel 2.191 lid 2 en 3:
    - a. Is aangesloten op een voorziening voor drinkwater als bedoeld in artikel 3.120, en
    - b. Ligt niet in een vluchttrappenhuis.
  - 3) Een brandslanghaspel als bedoeld in artikel 2.191 lid 2 en 3, heeft een slang met:
    - a. Een lengte van niet meer dan 30 m en
    - b. Een statische druk van niet minder dan 100 kPa en een capaciteit van 1,3 m<sup>3</sup>/h, bij gelijktijdig van twee brandslanghaspels aangesloten op dezelfde voorziening voor drinkwater.

## Afdeling 2.22 Grote brandcompartimenten.

- Art. 2.200 Een te bouwen bouwwerk met een brandcompartiment of een subbrandcompartiment, waarvan de gebruiksoppervlakte groter is dan de toelaatbare gebruiksoppervlakte als bedoeld in paragraaf 2.13.1, onderscheidenlijk 2.14.1, is zodanig ingericht dat het brandveilig is.

## Bijlage B.1 Bepaling van belastingen

### Bepaling permanente belasting NEN 7602:

Artikel 7.1 Eigengewicht van bouwwerken.

Het gewicht van de constructiedelen

Het gewicht van niet dragende elementen. Die permanent op het beschouwde constructiedeel rusten.

#### Gewichtberekening

Bepaling gewicht op kolommen.

De kolommen dragen:

- Eigengewicht kolom
- Eigengewicht balken (dwars- en langsrichting 6 meter)
- Vloer (oppervlak van 6 bij 6 meter)
- Scheidingswanden
- Vloerafwerking
- Gevel

Kolommen 350 bij 350 mm.

$$\text{Volumieke massa } 500 \text{ kg/m}^3 = 5,0 \text{ kN/m}^3$$

$$5,0 \cdot 0,35 \cdot 0,35 = 0,61 \text{ kN/m.}$$

$$\text{Per kolom} = 3,2 \cdot 0,61 = 1,96 \text{ kN.}$$

Balken 200 bij 400 mm.

$$\text{Volumieke massa } 500 \text{ kg/m}^3 = 5,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Langsrichting} = 5,0 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}$$

$$\text{Dwarsrichting} = 6,0 \cdot 0,4 = 2,4 \text{ kN.}$$

Vloer Lignatur REI 90 (brandwerendheid van 90 minuten) 220 mm hoog.

$$\text{Volumieke massa } 470 \text{ kg/m}^3 = 4,7 \text{ kN/m}^3$$

Circa 0,143 meter volledig hout omgerekend.

$$0,143 \cdot 4,7 = 0,67 \text{ kN/m}^2$$

Scheidingswanden

$$\text{Circa } 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Vloerafwerking

$$\text{Circa } 0,40 \text{ kN/m}^2$$

Gevel

$$\text{Circa } 1,0 \text{ kN/m.}$$

Totale belasting:

Vloer Lignatur REI 90, 220 dik	0,67	kN/m <sup>2</sup>
Vloerafwerking	0,4	kN/m <sup>2</sup>
Scheidingswanden	0,75	kN/m <sup>2</sup>
Totaal	1,82	kN/m <sup>2</sup>

$$Q_{\text{eg}} = 6,0 \cdot 1,82 = 10,92 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\text{ligger}} = \underline{0,40 \text{ kN/m}}$$

$$Q_{\text{totaal}} = \underline{\underline{11,32 \text{ kN/m}}}$$

Puntlasten

$$\text{Kolom} \quad 1,96 \text{ kN}$$

$$\text{Ligger (dwars)} \quad \underline{\underline{2,40 \text{ kN}}}$$

Totaal **4,36 kN**

Extra puntlasten

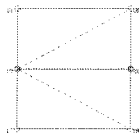
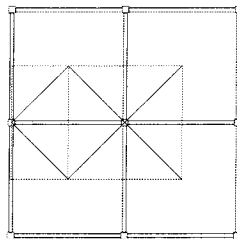
Links:

Aan de gevel komt een extra lijnlast van het eigengewicht van de gevel, deze is geschat op 1,0 kN/m.

Puntlast eigengewicht gevel wordt:  $6,0 \cdot 1,0 = 6,0 \text{ kN}$ .

Rechts:

Om alle belastingen die aangrijpen op de constructie mee te kunnen nemen moet er een extra puntlast worden toegevoegd die de belasting van de helft van de vloer op de kolom meeneemt. Dit geldt alleen voor een midden kolom, en niet voor de kolommen aan de gevel. Zie onderstaand plaatje.



Deze belasting wordt dan:

Voor eigengewicht van de vloer  $3 \cdot 6 \cdot 1,82 + 3 \cdot 0,4 = 33,96 \text{ kN}$ .

**Veranderlijke belasting volgens NEN6702**

Artikel 8.2 Belasting door personen, meubilaire en aankleding.

Woningen  $1,75 \text{ kN/m}^2$   $\varphi = 0,4$

Verdeelde last =  $6,0 \cdot 1,75 = \mathbf{10,50 \text{ kN/m}}$

Extra puntlast voor belasting op middenkolom =  $3 \cdot 6 \cdot 1,75 = \mathbf{31,5 \text{ kN}}$ .

Artikel 8.6 Windbelasting.

Formule voor bepaling windbelasting:

$$P_{\text{rep}} = C_{\text{dim}} \cdot C_{\text{index}} \cdot C_{\text{eq}} \cdot \varnothing_1 \cdot p_w$$

$$F_{\text{index}} = A \cdot P_{\text{rep}}$$

$F_{\text{index}}$ : De representatieve waarde van de windkracht op een oppervlak.

$P_{\text{rep}}$ : Windbelasting door winddruk, windzuiging, windwrijving en over- of onderdruk.

$C_{\text{dim}}$ : Een factor die de afmetingen van een bouwwerk in rekening brengt, te bepalen volgens 8.6.3.

$C_{\text{index}}$ : Wind vormfactoren.

$C_{\text{pe}}$ : Externe druk of zuiging, te bepalen volgens 8.6.4.1, 8.6.4.2 en 8.6.4.6

$C_{\text{pe;loc}}$ : Voor lokale situaties in vlakken, te bepalen volgens 8.6.4.3

$C_{\text{pi}}$ : Interne over- of onderdruk, te bepalen volgens 8.6.4.4

$C_f$ : Wrijving, te bepalen volgens 8.6.4.5

$C_t$ : Combinatie van voor genoemde factoren op zodanige wijze dat de totale windbelasting als één geheel wordt beschouwd, te bepalen volgens 8.6.4.2 en 8.6.4.6

$C_{\text{eq}}$ : Druk vereffeningfactor, te bepalen volgens 8.6.5

$\varnothing_1$ : Vergrotingsfactor die de dynamische invloed van wind in de windrichting in rekening brengt, te bepalen volgens 8.6.6

$p_w$ : Externe waarde van stuwdruk, te bepalen volgens 8.6.2

A: Beschouwde oppervlakte waarop windbelasting werkt in  $\text{m}^2$ .

Stuwdruk  $p_w$  8.6.2, tabel 10 bijlage A.1:

Bepalen gebied waar bouwwerk staat:

In Eindhoven dus gebied 3.

Omgeving:

Bebouwde omgeving.

Bepalen  $p_w$  met tabel 10:

Hoogte 32 meter

$H = 30$   $p_w = 0,95$

$H = 35$   $p_w = 1,02$

$H = 32$   $p_w = 0,98$

Verdeling Extreme waarde van de stuwdruk  $p_w$  (8.6.2.4):

- Indien  $h \leq b$  moet de bij  $h$  behorende stuwdruk over de hoogte van het bouwwerk constant zijn aangenomen. Hierin is  $b$  de gemiddelde dwarsafmeting van het gebouw loodrecht op de beschouwde windrichting, en  $h$  de bouwwerk hoogte.
- Indien  $h \geq b$  moet de verdeling van de stuwdruk voor het gedeelte van het bouwwerk, hoger dan  $b$  over de hoogte zijn aangepast volgens de verdeling in tabel 10 (bijlage A.1). Voor het gedeelte van het bouwwerk, lager dan  $b$  moet de bij  $b$  horende stuwdruk zijn aangehouden.

Verdeling van de extreme waarde van de stuwdruk  $p_w$  over de breedte van het bouwwerk:

- De stuwdruk  $p_w$  over de volle breedte van het bouwwerk gelijkmatig verdeelt.
- Helft  $p_w$  gelijkmatig, andere helft  $0,5 \cdot p_w$  gelijkmatig.

$C_{dim}$  Invloed afmetingen van een bouwwerk, 8.6.3 volgens bijlage A.2:

Wind op de langsgevel:

$$b = 48/3 = 12 \text{ meter}$$

$$h = 32 \text{ meter}$$

$$C_{dim} = 0,93 \text{ meter}$$

Wind op de dwarsgevel:

$$b = 18/6 = 3 \text{ meter}$$

$$h = 32 \text{ meter}$$

$$C_{dim} = 0,95 \text{ meter}$$

Windvormfactoren  $C_{index}$  8.6.4:

$C_{pe}$  winddruk en windzuiging gevels figuur 24 (bijlage A.3) 8.6.4.1

$C_{pe}$  winddruk en windzuiging daken en luifels figuur 25, 26, 27 (bijlage A.3) 8.6.4.2

$C_{pe}$  lokale windfactoren figuur 28 t/m 31 (bijlage A.3) 8.6.4.3

$C_{pi}$  windoverdruk en windonderdruk op of gesloten gebouw 8.6.4.4

Gesloten gebouw  $C_{pi} = +0,3$  en  $-0,3$ .

Vormfactoren voor windwrijving, vlakken evenwijdig aan de windrichting of een hoek kleiner dan 10 graden 8.6.4.5

- Gladde oppervlakken  $C_f = 0,01$
- Uitsteeksels  $\leq 40$  mm  $C_f = 0,02$
- Uitsteeksels  $\geq 40$  mm  $C_f = 0,04$

Specifieke vormen en onderdelen 8.6.4.6

- niet van toepassing.

Druk vereffeningfactor  $C_{eq}$  8.6.5

$$C_{eq} = 1,0$$

Dynamische invloed van de wind  $\varnothing_1$  8.6.6

Wind evenwijdig aan windrichting  $\varnothing_1$  volgens A.4

$$\varnothing_1 = 1 \text{ als } h \leq 50 \text{ en } h/b \leq 5$$

$$h = 32 \text{ voldoet}$$

$$h/b = 32/48 = 0,7 \text{ langsgevel, voldoet}$$

$$h/b = 32/18 = 1,8 \text{ dwarsgevel, voldoet}$$

Windbelasting loodrecht op de windrichting 8.6.6.3

Gebouw kleiner dan 100 meter, en rechthoekig, dan hoeft dynamische invloed niet in rekening gebracht te worden.

Berekening:

Wind op dwarsgevel:

$$P_{rep} = C_{dim} \cdot C_{index} \cdot C_{eq} \cdot \varnothing_1 \cdot p_w$$

$$C_{dim} = 0,95$$

$$C_{index} = C_{pe} (0,8 + 0,4) = 1,20$$

$$C_{eq} = 1$$

$$\varnothing_1 = 1$$

$$p_w = 0,98$$

$$P_{rep} = 0,95 \cdot 1,20 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98 = 1,12 \text{ kN/m}^2$$

Wind op langsgevel:

$$P_{rep} = C_{dim} \cdot C_{index} \cdot C_{eq} \cdot \varnothing_1 \cdot p_w$$

$$\begin{aligned}C_{dim} &= 0,93 \\C_{index} &= C_{pe} (0,8 + 0,4) = 1,20 \\C_{eq} &= 1 \\\varnothing_1 &= 1 \\p_w &= 0,98\end{aligned}$$

$$P_{rep} = 0,93 \cdot 1,20 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98 = 1,09 \text{ kN/m}^2$$

Verdeling belasting over stabiliteitselementen.

Uitgangspunt is dat de belasting gelijkmatig verdeeld wordt over alle stabiliteitselementen.

Langsgevel  $F_{index}$

- 4 stabiliteitselementen.
- Breedte 48 meter
- Hoogte 32 meter (10 maal 3,2 meter)

$$F_{index} = (48/4) \cdot (32/10) \cdot P_{rep} = 12 \cdot 3,2 \cdot 1,09 = \mathbf{41,86 \text{ kN}}$$

Dwarsgevel  $F_{index}$

- 6 stabiliteitselementen.
- Breedte 18 meter
- Hoogte 32 meter (10 maal 3,2 meter)

$$F_{index} = (18/6) \cdot (32/10) \cdot P_{rep} = 3 \cdot 3,2 \cdot 1,12 = \mathbf{10,75 \text{ kN}}$$

## Bijlage B.2 Handberekening

## Stabiliteit Berekening.

## Extreem (Maatgevend Druk)

1,20	Eigengewicht
$0,4 * 1,5 = 0,60$	Veranderlijk op vloer
1,50	Wind

## Eigengewicht

	factor	belasting	lengte	kN totaal	kN oplegging links	kN oplegging rechts
Q-last in kN/m	1,20	11,32	6,00	81,50	40,75	40,75
Puntlast links eigengewicht in kN	1,20	4,36	1,00	5,23	5,23	
Puntlast links gevel in kN	1,20	6,00	1,00	7,20	7,20	
Puntlast rechts eigengewicht in kN	1,20	4,36	1,00	5,23		5,23
Puntlast rechts vloer in kN	1,20	33,96	1,00	40,75		40,75
Totaal					53,18	86,74

	per verdieping	aantal	Totaal	
Totaal links	53,18	10,00	531,84	kN
Totaal rechts	86,74	10,00	867,36	kN

## Veranderlijk vloer

	factor	belasting	lengte	totaal	oplegging links	oplegging rechts
Q-last	0,60	10,50	6,00	37,80	18,90	18,90
Puntlast rechts vloer	0,60	31,50	1,00	18,90		18,90
Totaal					18,90	37,80

	per verdieping	aantal	Totaal	
Totaal links	18,90	10,00	189,00	kN
Totaal rechts	37,80	10,00	378,00	kN

	EG	Veranderl.	
<b>Eigengewicht + Veranderlijk links</b>	531,84	189,00	<b>720,84</b>
<b>Eigengewicht + Veranderlijk rechts</b>	867,36	378,00	<b>1245,36</b>

**Wind**

Factor	1,50				
Waarde	1,50	41,68	62,52		Per verdieping per stab. element Arm = 6 meter
		hoogte	kracht	Kracht/arm	
Verdieping 10	31,26	32,00	1000,32	166,72	
Verdieping 9	62,52	28,80	1800,58	300,10	
Verdieping 8	62,52	25,60	1600,51	266,75	
Verdieping 7	62,52	22,40	1400,45	233,41	
Verdieping 6	62,52	19,20	1200,38	200,06	
Verdieping 5	62,52	16,00	1000,32	166,72	
Verdieping 4	62,52	12,80	800,26	133,38	
Verdieping 3	62,52	9,60	600,19	100,03	
Verdieping 2	62,52	6,40	400,13	66,69	
Verdieping 1	62,52	3,20	200,06	33,34	
Verdieping 0	31,26	0,00	0,00	0,00	
Totaal	<b>625,20</b>			<b>1667,20</b>	

E.g. + Veranderlijk + Wind links  
 E.g. + Veranderlijk + Wind rechts

**-946,36** Trek!!!  
**2912,56** Druk

**Stabiliteit Berekening.****Extreem (Maatgevend Trek)**

0,90 Eigengewicht  
 0,4 \* 0,9 = 0,36 Veranderlijk op vloer  
 1,50 Wind

**Eigengewicht**

	factor	belasting	lengte	totaal	oplegging links	oplegging rechts
Q-last	0,90	11,32	6,00	61,13	30,56	30,56
Puntlast links eigengewicht	0,90	4,36	1,00	3,92	3,92	
Puntlast links gevel	0,90	6,00	1,00	5,40	5,40	
Puntlast rechts eigengewicht	0,90	4,36	1,00	3,92		3,92
Puntlast rechts vloer	0,90	33,96	1,00	30,56		30,56
Totaal					39,89	65,05
	per verdieping	aantal	Totaal			
Totaal links	39,89	10,00	398,88	kN		
Totaal rechts	65,05	10,00	650,52	kN		



**Veranderlijk vloer**

	factor	belasting	lengte	totaal	oplegging links	oplegging rechts
Q-last	0,36	10,50	6,00	22,68	11,34	11,34
Puntlast rechts vloer	0,36	31,50	1,00	11,34		11,34
Totaal					11,34	22,68
	per verdieping	aantal	Totaal			
Totaal links	11,34	10,00	113,40	kN		
Totaal rechts	22,68	10,00	226,80	kN		
	EG	Veranderl.				
<b>Eigengewicht + Veranderlijk links</b>	398,88	113,40	<b>512,28</b>			
<b>Eigengewicht + Veranderlijk rechts</b>	650,52	226,80	<b>877,32</b>			

**Wind**

Factor	1,50				
Waarde	1,50	41,68	62,52		
		hoogte	kracht	Kracht/arm	Arm = 6 meter
Verdieping 10	31,26	32,00	1000,32	166,72	
Verdieping 9	62,52	28,80	1800,58	300,10	
Verdieping 8	62,52	25,60	1600,51	266,75	
Verdieping 7	62,52	22,40	1400,45	233,41	
Verdieping 6	62,52	19,20	1200,38	200,06	
Verdieping 5	62,52	16,00	1000,32	166,72	
Verdieping 4	62,52	12,80	800,26	133,38	
Verdieping 3	62,52	9,60	600,19	100,03	
Verdieping 2	62,52	6,40	400,13	66,69	
Verdieping 1	62,52	3,20	200,06	33,34	
Verdieping 0	31,26	0,00	0,00	0,00	
<b>Totaal</b>	<b>625,20</b>			<b>1667,20</b>	

E.g. + Veranderlijk + Wind links **-1154,92** Trek!!!  
 E.g. + Veranderlijk + Wind rechts **2544,52** Druk

**Bijlage B.3     Uitkomsten ESA Prima Win****Eerste stabiliteitsontwerp.**

Oplegreacties:

Steunpunt	knoop	combi	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
1	1	7	-31.26	-1137.91	0.00
		8	-31.26	-918.01	0.00
2	2	7	-593.94	2578.54	0.00
		8	-593.94	2969.26	0.00

Vervorming:

knoop	combi	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
21	4	99.48	0.95	3.54
22		99.35	-19.50	3.50

Uitkomsten belasting combinatie 1 maximale druk (UGT):  
1,2 \* Eigengewicht + 1,5 \* 0,4 \* Veranderlijk + 1,5 Wind

Knoop 1:

Horizontaal:                 -31,26                 kN  
Verticaal:                     -918,01                 kN (trek)

Knoop 2:

Horizontaal:                 -593,94                 kN  
Verticaal:                     2969,26                 kN (druk)

Uitkomsten belasting combinatie 2 maximale trek (UGT):  
0,9 \* Eigengewicht + 0,9 \* 0,4 \* Veranderlijk + 1,5 Wind (één vloer extreem veranderlijk)

Knoop 1:

Horizontaal:                 -31,26                 kN  
Verticaal:                     -1137,91                 kN (trek)

Knoop 2:

Horizontaal:                 -593,94                 kN  
Verticaal:                     2578,54                 kN (druk)

Uitkomsten belasting combinatie 3 (GGT):  
1,0 \* Eigengewicht + 1,0 \* 0,4 \* Veranderlijk + 1,0 Wind

De maximale uitbuiging aan de top berekend met ESA Prima Win is 99,48 mm. (Bijlage 5.3), de eis gesteld aan de maximale horizontale verplaatsing aan de top volgens NEN 6702 is 1/500 van de gebouwhoogte.

Controle eis:

$$u_{top} \leq \frac{1}{500} * h$$

h = 32000 mm.

u<sub>top</sub> = 99,48 mm.

$$\frac{1}{500} * 32000 = 64 \text{ mm}$$

$$u_{\text{top}} = 99.48 \geq 64$$

**Voldoet niet !**

**Bijlage B.4    Controle Berekningen eerste stabiliteitsontwerp****Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:**Eigenschappen kolom:

Lengte:	3200 mm.
Breedte:	350 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	122500 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$1,25 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$1,25 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$7,15 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$7,15 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 2 belasting combinatie 1 ( $1,2 \cdot EG + 0,4 \cdot 1,5 \cdot Q + 1,5 \cdot W$ ):  
 $N = 2969,26$  kN

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:  
 $f_{gl;c;0;rep} = 26,5$  N/mm<sup>2</sup>.

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{2969,26 \cdot 10^3}{122500} = 24,24 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3200 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{\text{hout}}}} = \sqrt{\frac{1,25 \cdot 10^9}{122500}} = 101,02 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3200}{101,02} = 31,68$$

Bepalen  $k_{\text{com}}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{\text{com}} = 0,91$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{\text{com}} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{24,24}{0,91 \cdot 18,77} = 1,42 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

### Controle diagonaal begane grond op maximale drukkracht:

#### Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6800 mm.
Breedte:	200 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	70000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$7,15 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$ .
$I_z$ :	$2,33 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$ .
$W_y$ :	$4,08 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ .
$W_z$ :	$2,33 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{\text{mod}}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

#### Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 1):

$$N = 673,13 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$f_{gl;c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{\text{mod}} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

#### Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{673,13 \cdot 10^3}{70000} = 9,62 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6800 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,33 \cdot 10^8}{70000}} = 57,74 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{6800}{57,74} = 117,78$$

Bepalen  $k_{com}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2

$$k_{com} = 0,29$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{9,62}{0,29 \cdot 18,77} = 1,76 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

**Bijlage B.5 Stabiliteitvarianten**

Uitkomsten berekeningen verschillende stabiliteitssystemen:

**Varianten A t/m F:**

	A	B	C	D	E	F	
	Alleen diagonalen	Doorgaande liggers	Doorgaande liggers extra diagonalen BG	Andere diagonalen	Alleen diagonalen + wind andere zijde	Dubbele diagonalen	Alleen diagonalen maar om gedraaid
Trek	1154,92	1188,15	993,95	1042,26	473,11	1026,32	838,15
Druk	2595,79	2642,68	2484,07	2494,06	2388,04	2713,13	2912,56
Trek	100,00	102,88	86,06	90,25	40,96	88,87	72,57
Druk	100,00	101,81	95,70	96,08	92,00	104,52	112,20

**Varianten G t/m J:**

StAAF	G	H	I	1 zijde diagonalen	J
1 (trek)	1042,89	1022,39	1009,43	1154,92	476,27
	90,30	88,52	87,40	100,00	41,24
2 (druk)	2745,92	2652,51	2633,09	2912,56	2133,55
	94,28	91,07	90,40	100,00	73,25
3 (trek)	901,91	759,47	770,84		248,69
	78,09	65,76	66,74		21,53
4 (druk)	2554,68	2485,14	2502,97		1947,21
	87,71	85,32	85,94		66,86

**Doorbuiging**

in mm	87,69	82,74	82,41
in %			

**Eis NEN**

55,21	64,00
86,27	100,00

**Bijlage B.6     Uitkomsten ESA Prima Win uitbuiging variant G t/m J.**

## Uitbuiging variant G

knoop	combi	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
41	4	<b>87.69</b>	<b>-0.41</b>	<b>13.77</b>
42		<b>87.43</b>	<b>-17.56</b>	<b>-8.05</b>
43		<b>86.99</b>	<b>-1.52</b>	<b>13.48</b>
44		<b>86.99</b>	<b>-16.93</b>	<b>-8.34</b>

## Uitbuiging variant H

knoop	combi	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
41	4	<b>82.74</b>	<b>-0.57</b>	<b>10.87</b>
42		<b>82.47</b>	<b>-16.65</b>	<b>-2.74</b>
43		<b>81.94</b>	<b>-2.84</b>	<b>1.34</b>
44		<b>81.94</b>	<b>-16.36</b>	<b>-2.79</b>

## Uitbuiging variant I

knoop	combi	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
41	4	<b>82.41</b>	<b>-0.67</b>	<b>10.89</b>
42		<b>82.15</b>	<b>-16.79</b>	<b>-2.76</b>
43		<b>81.70</b>	<b>-2.79</b>	<b>1.31</b>
44		<b>81.25</b>	<b>-16.23</b>	<b>-2.80</b>

## Uitbuiging variant J

knoop	combi	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
41	4	<b>55.21</b>	<b>-3.21</b>	<b>9.53</b>
42		<b>55.04</b>	<b>-14.37</b>	<b>-2.51</b>
43		<b>54.57</b>	<b>-5.17</b>	<b>1.57</b>
44		<b>54.57</b>	<b>-13.73</b>	<b>-4.14</b>



## Bijlage B.7 Uitkomsten ESA Prima Win + Controle stabiliteitsvariant G

## Uitkomsten ESA

staaf	doorsn.	dx [m]	combi	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	1	0.000	8	786.97	-0.00	0.00
		3.200	8	786.97	-0.00	-0.00
2		0.000	8	-2403.08	0.00	-0.00
		3.200	8	-2403.08	0.00	0.00
3		0.000	8	309.45	-0.00	-0.00
		3.200	8	309.45	-0.00	-0.00
4		0.000	8	-2561.83	0.00	0.00
		3.200	8	-2561.83	0.00	0.00
8	3	0.000	8	-743.95	0.00	-0.00
		6.800	8	-743.95	0.00	0.00
81		0.000	8	608.13	0.00	0.00
		6.800	8	608.13	0.00	0.00

## Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:

## Eigenschappen kolom:

Lengte:	3200 mm.
Breedte:	350 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser,rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	122500 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$1,25 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$1,25 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$7,15 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$7,15 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 2 (belasting combinatie 1):

$$N = 2561,83 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u,d}$ ):

Sterkte klasse GL 28h:

$$f_{gl;c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u,d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{2561,83 \cdot 10^3}{122500} = 20,91 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3200 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{1,25 \cdot 10^9}{122500}} = 101,02 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3200}{101,02} = 31,68$$

Bepalen  $k_{com}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2

$$k_{com} = 0,91$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{20,91}{0,91 \cdot 18,77} = 1,22 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er gekozen om de afmeting te vergroten.

Eis:

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} < k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} < 0,91 \cdot 18,77 = 17,08 \text{ N/mm}^2$$

$$N_d = 2561,83 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$A_{hout} > \frac{N_d}{17,08} = \frac{2561,83 \cdot 10^3}{17,08} = 149990 \text{ mm}^2$$

Hieruit volgt een afmeting van 390 bij 390 mm., doordat door het toenemen van de afmetingen ook het gewicht toeneemt, zal waarschijnlijk 390 mm. Niet voldoende, om die reden wordt er gekozen voor 400 bij 400 mm.

Met deze afmetingen moet de berekening opnieuw gemaakt worden.

**Controle diagonaal begane grond op maximale drukkracht:**Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6800 mm.
Breedte:	200 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	70000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$7,15 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$2,33 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$4,08 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$2,33 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 1):

$$N = 743,95 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$f_{gl;c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{743,95 \cdot 10^3}{70000} = 10,63 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6800 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,33 \cdot 10^8}{70000}} = 57,74 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{6800}{57,74} = 117,77$$

Bepalen  $k_{com}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2

$$k_{com} = 0,29$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{10,63}{0,29 \cdot 18,77} = 1,95 \geq 1 \quad \text{Voldoet niet!}$$

Deze afmeting voldoet niet, er wordt bepaald welke afmetingen er nodig zijn om aan de eis te voldoen.

Er is niet eenduidig te bepalen welke afmeting wel zal voldoen, want zowel de waarde  $\sigma_{c;0;u;d}$  en  $k_{com}$  zijn afhankelijk van de afmetingen van de diagonaal.

Het feit is wel dat als de afmetingen van het hout toenemen de  $k_{com}$  stijgt, en de  $\sigma_{c;0;u;d}$  daalt. Hieruit volgt:  $\sigma_{c;0;u;d} / k_{com} < f_{gl;c;0;u;d} = 18,77$  mm.

Schatting H= 400 mm. B= 300 mm.

#### Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6800 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$16,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$9,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$6,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 1):

$$N = 743,95 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$f_{gl;c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gt;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{743,95 \cdot 10^3}{120000} = 6,20 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6800 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{9,0 \cdot 10^8}{120000}} = 86,60$$

$$\lambda_z = \frac{6800}{86,60} = 78,52$$

Bepalen  $k_{com}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2

$$k_{com} = 0,53$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{6,20}{0,53 \cdot 18,77} = 0,62 < 1$$

**Voldoet!**

De schatting is iets te groot, maar de belasting door eigengewicht zal toenemen met dit deze diagonaal, dus waarschijnlijk zal de aanname redelijk goed zijn. Nu moet de constructie met de nieuwe afmetingen opnieuw worden berekend en daarna getoetst.

### Bijlage B.8 Controle berekening stabiliteit variant 4.

#### Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:

##### Eigenschappen kolom:

Lengte:	3200 mm.
Breedte:	350 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	122500 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$1,25 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$1,25 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$7,15 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$7,15 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

##### Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 3156,87 \text{ kN}$$

##### Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse GL 28h:

$$f_{gl;c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

##### Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{3156,87 \cdot 10^3}{122500} = 25,77 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{\text{knik}} = 3200 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{\text{hout}}}} = \sqrt{\frac{1,25 \cdot 10^9}{122500}} = 101,02 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3200}{101,02} = 31,68$$

Bepalen  $k_{\text{com}}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{\text{com}} = 0,91$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{\text{com}} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{25,77}{0,91 \cdot 18,77} = 1,51 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er gekozen om de afmeting te vergroten.

Eis:

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{\text{hout}}} < k_{\text{com}} \cdot f_{c;0;u;d}$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{\text{hout}}} < 0,91 \cdot 18,77 = 17,08 \text{ N/mm}^2$$

$$N_d = 3156,87 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$A_{\text{hout}} > \frac{N_d}{17,08} = \frac{3156,87 \cdot 10^3}{17,08} = 184828,45 \text{ mm}^2$$

Hier uit volgt een afmeting van 430 bij 430 mm., door het toenemen van de afmetingen zal ook het gewicht toenemen, en  $K_{\text{com};z}$  zal ook toenemen. Aangezien dat de toename van het eigengewicht  $N_d$  doet stijgen, en de factor  $K_{\text{com};z}$  onder de deelstreep staat, zullen deze stijgingen elkaar nagenoeg opheffen. Om deze reden worden de afmetingen 430 bij 430 voor de kolom gekozen.

Met deze afmetingen moet de berekening opnieuw gemaakt worden.

### Controle diagonaal begane grond op maximale drukkracht:

#### Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6800 mm.
Breedte:	200 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	70000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$7,15 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$ .
$I_z$ :	$2,33 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$ .
$W_y$ :	$4,08 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ .
$W_z$ :	$2,33 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{\text{mod}}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 8 (belasting combinatie 8):

$$N = 981,29 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u,d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$f_{gl;c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u,d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{981,29 \cdot 10^3}{70000} = 14,02 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6800 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,33 \cdot 10^8}{70000}} = 57,74 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{6800}{57,74} = 117,77$$

Bepalen  $k_{com}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2

$$k_{com} = 0,29$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{14,02}{0,29 \cdot 18,77} = 2,57 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze afmeting voldoet niet, er wordt bepaald welke afmetingen er nodig zijn om aan de eis te voldoen.

Er is niet eenduidig te bepalen welke afmeting wel zal voldoen, want zowel de waarde  $\sigma_{c;0;u;d}$  en  $k_{com}$  zijn afhankelijk van de afmetingen van de diagonaal.

Het feit is wel dat als de afmetingen van het hout toenemen de  $k_{com}$  stijgt, en de  $\sigma_{c;0;u;d}$  daalt.

Hieruit volgt:  $\sigma_{c;0;u;d} / k_{com} < f_{gl;c;0;u;d} = 18,77 \text{ mm}$ .



Schatting H= 400 mm. B= 300 mm.

Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6800 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$16,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$9,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$6,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 8 (belasting combinatie 8):

$$N = 986,82 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$f_{gl;c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{986,82 \cdot 10^3}{120000} = 8,22 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6800 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{\text{hout}}}} = \sqrt{\frac{9,0 \cdot 10^8}{120000}} = 86,60 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{6800}{86,60} = 78,52$$

Bepalen  $k_{\text{com}}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{\text{com}} = 0,53$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{\text{com}} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{8,22}{0,53 \cdot 18,77} = 0,83 < 1$$

**Voldoet!**

**Controle kolom begane grond op maximale trekkracht:**

Eigenschappen kolom:

Lengte:	3200 mm.
Breedte:	350 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser,rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	122500 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	12,5 · 10 <sup>8</sup> mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	12,5 · 10 <sup>8</sup> mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	7,1 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	7,1 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{\text{mod}}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 1 (belasting combinatie 7):

$$N = 1587,85 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$f_{gl;t;0;rep} = 19,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{\text{mod}} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{19,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 13,81 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d}$$

$$\sigma_{t;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{\text{hout}}} = \frac{1587,85 \cdot 10^3}{122500} = 12,96 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d} \Rightarrow 12,96 \leq 13,81 \quad \text{Voldoet!}$$

**Controle diagonaal begane grond op maximale trekkracht:**

Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6800 mm.
Breedte:	200 mm.
Hoogte:	350 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	70000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$7,14 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$ .
$I_z$ :	$2,33 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$ .
$W_y$ :	$4,08 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ .
$W_z$ :	$2,33 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 81 (belasting combinatie 7):

$$N = 833,20 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$F_{gl;t;0;rep} = 19,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0 \text{ (voor gelamineerd hout)}$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{19,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 13,81 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d}$$

$$\sigma_{t;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{\text{hout}}} = \frac{833,20 \cdot 10^3}{70000} = 11,90 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t,0;u,d} \leq f_{t,0;u,d} \Rightarrow 11,90 \leq 13,81$$

**Voldoet!**

**Bijlage B.9 Hogere verdiepingshoogte**

Bepaling permanente belasting NEN 7602:

Artikel 7.1 Eigengewicht van bouwwerken.

Het gewicht van de constructiedelen

Het gewicht van niet dragende elementen. Die permanent op het beschouwde constructiedeel rusten.

Gewichtberekening

Bepaling gewicht op kolommen.

De kolommen dragen:

- Eigengewicht kolom
- Eigengewicht balken (dwars- en langsrichting 6 meter)
- Vloer (oppervlak van 6 bij 6 meter)
- Scheidingswanden
- Vloerafwerking
- Gevel

Kolommen 430 bij 430 mm.

$$\text{Volumieke massa } 500 \text{ kg/m}^3 = 5,0 \text{ kN/m}^3$$

$$5,0 \cdot 0,43 \cdot 0,43 = 0,92 \text{ kN/m.}$$

$$\text{Per kolom} = 3,4 \cdot 0,92 = 3,14 \text{ kN.}$$

Balken 200 bij 400 mm.

$$\text{Volumieke massa } 500 \text{ kg/m}^3 = 5,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Langsrichting} = 5,0 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}$$

$$\text{Dwarsrichting} = 6,0 \cdot 0,4 = 2,4 \text{ kN.}$$

Vloer Lignatur REI 90 (brandwerendheid van 90 minuten) 220 mm hoog.

$$\text{Volumieke massa } 470 \text{ kg/m}^3 = 4,7 \text{ kN/m}^3$$

Circa 0,143 meter volledig hout omgerekend.

$$0,143 \cdot 4,7 = 0,67 \text{ kN/m}^2$$

Scheidingswanden

$$\text{Circa } 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Vloerafwerking

$$\text{Circa } 0,40 \text{ kN/m}^2$$

Gevel

$$\text{Circa } 1,0 \text{ kN/m.}$$

Totale belasting:

Vloer REI 90, 220 dik	0,67	kN/m <sup>2</sup>
Vloerafwerking	0,4	kN/m <sup>2</sup>
Scheidingswanden	0,75	kN/m <sup>2</sup>
Totaal	1,82	kN/m <sup>2</sup>

$$Q_{\text{eg}} = 6,0 \cdot 1,82 = 10,92 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\text{ligger}} = 0,40 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\text{g,tot.}} = 11,32 \text{ kN/m}$$

Puntlast

$$\text{Kolom} \quad 3,14 \text{ kN}$$

$$\text{Ligger (dwars)} \quad \underline{2,40 \text{ kN}}$$

Totaal 5,54 kN

Extra puntlast

Gevel:

Aan de gevel komt een extra puntlast van het eigengewicht van de gevel, deze is geschat op 1,0 kN/m.

Eigengewicht gevel:  $6,0 \cdot 1,0 = 6,0$  kN.

Veranderlijke belasting volgens NEN6702

Artikel 8.2 Belasting door personen, meubilaire en aankleding.

Woningen  $1,75 \text{ kN/m}^2 \varphi = 0,4$

Verdeelde last =  $6,0 \cdot 1,75 = 10,50$

Extra puntlast voor belasting op middenkolom =  $3 \cdot 6 \cdot 1,75 = 31,5$  kN.

Overzicht belastingen per verdieping

### Eigengewicht

Verdeelde last	$10,92 + 0,4 =$	11,32	kN/m
Puntlast Gevel	$6,0 + 5,54 =$	11,54	kN
Puntlast midden	$5,54 =$	5,54	kN

### Veranderlijk

Verdeelde last  $6,0 \cdot 1,75 =$  10,50kN/m

### Wind

Beschouwd wordt de wind op de langsgevel, omdat deze maar 4 stabiliteitsvlakken heeft, dus grotere belasting)

Windbelasting  $1,09 \cdot 2 \cdot 48/3 \cdot 34/10 = 118,59$  kN

Belastingfactoren:

Permanent

Extreem = 1,2

Extreem = 0,9

Momentaan = 1,0

Veranderlijk

Extreem = 1,5

Extreem = 0,9

Momentaan = 1,0 ( $\varphi = 0,4$ )

Wind

Extreem = 1,5

Extreem = 0,9

Momentaan = 1,0

Belasting combinatie:

UGT:

Extreem Eigengewicht + Momentaan Veranderlijk + Extreem Wind

Maximale druk:  $1,2 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot 0,4 \cdot \text{Veranderlijk} + 1,5 \cdot \text{Wind}$  (één vloer extreem veranderlijke belasting)

Maximale trek:  $0,9 \cdot \text{Eigengewicht} + 0,9 \cdot 0,4 \cdot \text{Veranderlijk} + 1,5 \cdot \text{Wind}$  (één vloer extreem veranderlijke belasting)

GGT:

Momentaan Eigengewicht + Momentaan Veranderlijk + Momentaan Wind

$1,0 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,0 \cdot 0,4 \cdot \text{Veranderlijk} + 1,0 \cdot \text{Wind}$  (één vloer extreem veranderlijke belasting)

**B.10 Verdiepingshoogte 3400 mm.****Uitkomsten ESA Prima Win**

staaf	doorsn.	dx [m]	combi	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	1	0.000	7	1870.61	-0.00	0.00
			8	1585.10	-0.00	0.00
		3.400	7	1870.61	-0.00	-0.00
			8	1585.10	-0.00	-0.00
2		0.000	7	-2812.75	0.00	-0.00
			8	-3139.73	0.00	-0.00
		3.400	7	-2812.75	0.00	0.00
			8	-3139.73	0.00	0.00
3		0.000	7	1269.74	-0.00	-0.00
			8	942.77	-0.00	-0.00
		3.400	7	1269.74	-0.00	-0.00
			8	942.77	-0.00	-0.00
4		0.000	7	-3169.51	0.00	0.00
			8	-3455.02	0.00	0.00
		3.400	7	-3169.51	0.00	0.00
			8	-3455.02	0.00	0.00
8	3	0.000	7	-1054.17	0.00	-0.00
			8	-1064.75	0.00	-0.00
		6.896	7	-1054.17	0.00	0.00
			8	-1064.75	0.00	0.00
81		0.000	7	888.21	0.00	0.00
			8	877.64	0.00	0.00
		6.896	7	888.21	0.00	0.00
			8	877.64	0.00	0.00

**Controle 3400 verdiepingshoogte C24****Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:**Eigenschappen kolom:

Lengte:	3400 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	C 24
$E_{gl,0;ser;rep}$ :	11100 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,49 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,49 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:



Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 3455,02 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse C24:

$$f_{c;0;rep} = 21 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{21}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 14,88 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{3455,02 \cdot 10^3}{184900} = 18,69 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3400 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,85 \cdot 10^9}{184900}} = 124,13 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3400}{124,13} = 27,39$$

Berekening  $k_{com}$  met formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,95$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{18,69}{0,95 \cdot 14,88} = 1,33 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er gekozen om een hoger sterkte toe te passen, namelijk gelamineerd hout GL 28h.

**Controle 3400 verdiepingshoogte GL 28h**

**Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:**

Eigenschappen kolom:

Lengte:	3400 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	112600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 3455,02 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse GL 28h:

$$f_{c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{3455,02 \cdot 10^3}{184900} = 18,69 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3400 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,85 \cdot 10^9}{184900}} = 124,13 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{3400}{124,13} = 27,39$$

Berekening  $k_{com}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,96$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{18,69}{0,96 \cdot 18,77} = 1,04 \geq 1 \quad \text{Voldoet niet!}$$

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er een hogere sterkte gekozen, namelijk GL 32h.

### Controle 3400 verdiepingshoogte GL 36h

#### Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:

##### Eigenschappen kolom:

Lengte:	3400 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	GL 32h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	13700 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	2,85 · 10 <sup>9</sup> mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	2,85 · 10 <sup>9</sup> mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	13,25 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	13,25 · 10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

##### Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 3455,02 \text{ kN}$$

##### Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse GL 32h:

$$f_{c;0;rep} = 29 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{29}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 20,54 \text{ N/mm}^2.$$

##### Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{3455,02 \cdot 10^3}{184900} = 18,69 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3400 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,85 \cdot 10^9}{184900}} = 124,13 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3400}{124,13} = 27,39$$

Berekening  $k_{com}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,96$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{18,69}{0,96 \cdot 20,54} = 0,94 \leq 1$$

**Voldoet!**

### Overzicht kolom met maximale drukbelasting.

#### Overzicht verdiepingshoogte 3400

Lengte	3400	mm
Breedte	430	mm
Hoogte	430	mm

A	184900	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veiligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

#### Factoren

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
k <sub>h</sub>	1,00

#### Belasting

Belasting N	3455,02	kN
-------------	---------	----

	C24	GL 28h	GL 32h
f <sub>c;0,rep</sub>	21	26,5	29
E <sub>;0,ser,rep</sub>	11000	12600	13700
f <sub>m;0,rep</sub>	24	28	32
f <sub>u;d</sub>	14,88	18,77	20,54
σ <sub>c;0;u;d</sub>	18,69	18,69	18,69
k <sub>com;z</sub>	0,95	0,96	0,96
<b>check</b>	<b>1,33</b>	<b>1,04</b>	<b>0,94</b>

**Controle 3400 verdiepingshoogte C24****Controle diagonaal begane grond op maximale drukkracht:**Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6896,38 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	C 24
$E_{gt;0;ser;rep}$ :	11100 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$1,6 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$0,9 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$6,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 8 (belasting combinatie 8):

$$N = 1064,75 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse C24:

$$f_{c;0;rep} = 21 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gt;c;0;u;d} = \frac{21}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 14,88 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{1064,75 \cdot 10^3}{120000} = 8,87 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6896,38 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{\text{hout}}}} = \sqrt{\frac{9,0 \cdot 10^8}{120000}} = 86,60 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{6896,38}{86,60} = 79,63$$

Berekening  $k_{\text{com}}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{\text{com}} = 0,55$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{\text{com}} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{8,87}{0,55 \cdot 14,88} = 1,09 \geq 1 \quad \text{Voldoet niet!}$$

Deze diagonalen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er gekozen om een hogere sterkte toe te passen, namelijk gelamineerd hout GL 28h.

### Controle 3400 verdiepingshoogte GL 28h

#### Controle diagonaal begane grond op maximale drukkracht:

##### Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6896,38 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$1,6 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$0,9 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$6,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{\text{mod}}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 1064,75 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse GL 28h:

$$f_{c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{\text{rep}}/\gamma_m \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{\text{mod}} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl,c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{1064,75 \cdot 10^3}{120000} = 8,87 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6896,38 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{0,9 \cdot 10^9}{120000}} = 86,60 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{6896,38}{86,60} = 79,63$$

Berekening  $k_{com}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,56$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{8,87}{0,56 \cdot 18,77} = 0,84 \leq 1$$

**Voldoet!**



---

**Overzicht diagonaal met maximale drukbelasting.**
**Overzicht verdiepingshoogte 3400**

Lengte	6896,38	mm
Breedte	300	mm
Hoogte	400	mm

A	120000	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	1600000000	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	900000000	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	8000000	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	6000000	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veiligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

**Factoren**

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
k <sub>h</sub>	1,00

**Belasting**

Belasting N	1064,75	kN
-------------	---------	----

	C24	GL 28h
f <sub>c;0;rep</sub>	21	26,5
E <sub>;0;ser;rep</sub>	11000	12600
f <sub>m;0;rep</sub>	24	28
f <sub>u;d</sub>	14,88	18,77
σ <sub>c;0;u;d</sub>	8,87	8,87
k <sub>com;z</sub>	0,55	0,56
<b>check</b>	<b>1,09</b>	<b>0,84</b>

**Controle 3400 verdiepingshoogte C24****Controle kolom begane grond op maximale trekkracht:**Eigenschappen kolom:

Lengte:	3400 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	C 24
$E_{0,ser,rep}$ :	11000 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 1 (belasting combinatie 7):

$$N = 1870,61 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u,d}$ ):

Strekte klasse C24:

$$f_{t,0,rep} = 14 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u,d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{t,0,u,d} = \frac{14}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 9,92 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t,0,u,d} \leq f_{t,0,u,d}$$

$$\sigma_{t,0,u,d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{1870,61 \cdot 10^3}{184900} = 10,12 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t,0,u,d} \leq f_{t,0,u,d} \Rightarrow 10,12 \geq 9,92$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er gekozen om een hogere sterkte toe te passen, namelijk gelamineerd hout GL 28h.

**Controle 3400 verdiepingshoogte GL 28h****Controle kolom begane grond op maximale trekkracht:**Eigenschappen kolom:

Lengte:	3400 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 1 (belasting combinatie 7):

$$N = 1870,61 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$F_{t;0;rep} = 19,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{t;0;u;d} = \frac{19,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 13,81 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d}$$

$$\sigma_{t;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{1870,61 \cdot 10^3}{184900} = 10,12 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d} \Rightarrow 10,12 \leq 13,81$$

**Voldoet!**

**Overzicht kolom met maximale trekbelasting.****Overzicht verdiepingshoogte 3400**

Lengte	3400	mm
Breedte	430	mm
Hoogte	430	mm

A	184900	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veiligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

**Factoren**

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
k <sub>h</sub>	1,00

**Belasting**

Belasting N	1870,61	kN
-------------	---------	----

	C24	GL 28h
f <sub>t,0;rep</sub>	14	19,5
f <sub>t,0;d</sub>	9,92	13,81
σ <sub>t,0;d</sub>	10,12	10,12
<b>check</b>	<b>1,02</b>	<b>0,73</b>

**Controle 3400 verdiepingshoogte C24****Controle diagonaal begane grond op maximale trekkracht:**Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6896,38 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	C24
$E_{gl,0;ser,rep}$ :	11000 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$16,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$9,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 81 (belasting combinatie 7):

$$N = 888,21 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u,d}$ ):

Strekte klasse C24:

$$F_{gl,t,0;rep} = 14 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u,d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl,t,0;u,d} = \frac{14}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 9,92 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t,0;u,d} \leq f_{t,0;u,d}$$

$$\sigma_{t,0;u,d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{888,21 \cdot 10^3}{120000} = 7,40 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t,0;u,d} \leq f_{t,0;u,d} \Rightarrow 7,40 \leq 9,92$$

**Voldoet!**

**Overzicht kolom met maximale trekbelasting.****Overzicht verdiepingshoogte 3400**

Lengte	6896,38	mm
Breedte	300	mm
Hoogte	400	mm

A	120000	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	1600000000	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	900000000	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	8000000	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	6000000	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veiligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

**Factoren**

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
k <sub>h</sub>	1,00

**Belasting**

Belasting N	888,21	kN
-------------	--------	----

	C24	GL 28h
f <sub>t,0,rep</sub>	14	19,5
f <sub>t,0,d</sub>	9,92	13,81
σ <sub>t,0,d</sub>	7,40	7,40
<b>check</b>	0,75	0,54

**B.11 Verdiepingshoogte 3600 mm.****Uitkomsten ESA Prima Win**

staaf	doorsn.	dx [m]	combi	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	1	0.000	7	2174.97	-0.00	-0.00
			8	1888.39	-0.00	-0.00
		3.600	7	2174.97	-0.00	-0.00
			8	1888.39	-0.00	-0.00
2		0.000	7	-3057.41	0.00	-0.00
			8	-3383.32	0.00	-0.00
		3.600	7	-3057.41	0.00	0.00
			8	-3383.32	0.00	0.00
3		0.000	7	1519.57	-0.00	-0.00
			8	1193.66	-0.00	-0.00
		3.600	7	1519.57	-0.00	-0.00
			8	1193.66	-0.00	-0.00
4		0.000	7	-3475.64	0.00	-0.00
			8	-3762.21	0.00	-0.00
		3.600	7	-3475.64	0.00	0.00
			8	-3762.21	0.00	0.00
8	3	0.000	7	-1132.84	0.00	-0.00
			8	-1145.20	0.00	-0.00
		6.997	7	-1132.84	0.00	-0.00
			8	-1145.20	0.00	-0.00
81		0.000	7	953.90	0.00	0.00
			8	941.54	0.00	0.00
		6.997	7	953.90	0.00	0.00
			8	941.54	0.00	0.00

**Controle 3600 verdiepingshoogte C24****Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:**Eigenschappen kolom:

Lengte:	3600 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	C 24
$E_{gl,0;ser;rep}$ :	11100 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):  
 $N = 3762,21 \text{ kN}$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u,d}$ ):

Sterkte klasse C24:

$$f_{c,0;rep} = 21 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u,d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\begin{aligned}\gamma_m &= 1,2 \\ k_{mod} &= 0,85 \\ k_h &= 1,0\end{aligned}$$

$$f_{gl;c,0;u,d} = \frac{21}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 14,88 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c,0;d}}{k_{com} \cdot f_{c,0;u,d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c,0;u,d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{3762,21 \cdot 10^3}{184900} = 20,35 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3600 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,85 \cdot 10^9}{184900}} = 124,13 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3600}{124,13} = 29,00$$

Berekening  $k_{com}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,94$$

$$\frac{\sigma_{c,0;d}}{k_{com} \cdot f_{c,0;u,d}} = \frac{20,35}{0,94 \cdot 14,88} = 1,46 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er een hogere sterkte gekozen, namelijk GL 28h.

**Controle 3600 verdiepingshoogte GL 28h**

**Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:**

Eigenschappen kolom:



Lengte:	3600 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 3761,21 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse GL 28h:

$$f_{c;0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{3761,21 \cdot 10^3}{184900} = 20,35 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3600 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,85 \cdot 10^9}{184900}} = 124,13 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3600}{124,13} = 29,00$$

Berekening  $k_{com}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,95$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{20,35}{0,95 \cdot 18,77} = 1,14 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er een hogere sterkte gekozen, namelijk GL 32h.

### Controle 3600 verdiepingshoogte GL 32h

#### Controle kolom begane grond op maximale drukkracht:

##### Eigenschappen kolom:

Lengte:	3600 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	GL 32h
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	13700 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$2,85 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 3762,21 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse GL 32h:

$$f_{c;0;rep} = 29 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{29}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 20,54 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{3762,21 \cdot 10^3}{184900} = 20,35 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 3600 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{2,85 \cdot 10^9}{184900}} = 124,13 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{3600}{124,13} = 29,00$$

Berekening  $k_{com}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,96$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{20,35}{0,96 \cdot 20,54} = 1,04 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. Deze afmeting en hout sterkte voldoet bijna aan de gestelde eis, er wordt dus geen hogere sterkte gekozen. Waarschijnlijk zal de totale belasting door eigengewicht lager uitvallen, omdat de afmetingen van de kolommen, liggers en diagonalen naar boven toe verkleind zullen worden. De belastingen zijn op de hogere verdiepingen namelijk lager dan op de begane grond.

### Overzicht kolom met maximale drukbelasting.

#### Overzicht verdiepingshoogte 3600

Lengte	3600	mm
Breedte	430	mm
Hoogte	430	mm

A	184900	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

**Factoren**

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
K <sub>h</sub>	1,00

**Belasting**

Belasting N 3762,21 kN

	C24	GL 28h	GL 32h
f <sub>c,0;rep</sub>	21	26,5	29
E <sub>;0;ser,rep</sub>	11000	12600	13700
f <sub>m,0;rep</sub>	24	28	32
f <sub>u;d</sub>	14,88	18,77	20,54
σ <sub>c,0;u;d</sub>	20,35	20,35	20,35
k <sub>com;z</sub>	0,94	0,95	0,96
<b>check</b>	<b>1,46</b>	<b>1,14</b>	<b>1,04</b>

**Controle 3600 verdiepingshoogte C24****Controle diagonaal begane grond op maximale drukkracht:**Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6997,14 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	C 24
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	11100 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$1,6 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$0,9 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$6,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 8 (belasting combinatie 8):

$$N = 1145,20 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Sterkte klasse C24:

$$f_{c;0;rep} = 21 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep}/\gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl;c;0;u;d} = \frac{21}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 14,88 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{1145,20 \cdot 10^3}{120000} = 9,54 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6997,14 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{\text{hout}}}} = \sqrt{\frac{9,0 \cdot 10^8}{120000}} = 86,60 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{6997,14}{86,60} = 80,80$$

Berekening  $k_{\text{com}}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{\text{com}} = 0,54$$

$$\frac{\sigma_{c,0;d}}{k_{\text{com}} \cdot f_{c,0;u;d}} = \frac{9,54}{0,54 \cdot 14,88} = 1,20 \geq 1$$

**Voldoet niet!**

Deze diagonalen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er gekozen om een hogere sterkte toe te passen, namelijk gelamineerd hout GL 28h.

### Controle 3600 verdiepingshoogte GL 28h

#### Controle diagonaal begane grond op maximale drukkracht:

##### Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6997,14 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{gl,0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$1,6 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$0,9 \cdot 10^9$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$6,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{\text{mod}}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

##### Belastingen:

Maximale drukkracht staaf 4 (belasting combinatie 8):

$$N = 1145,20 \text{ kN}$$

##### Bepaling rekensterkte ( $f_{u,d}$ ):

Sterkte klasse GL 28h:

$$f_{c,0;rep} = 26,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u,d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{\text{mod}} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{g;c;0;u;d} = \frac{26,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 18,77 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (druk + knikgevaar, geen moment):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.15.

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{1145,20 \cdot 10^3}{120000} = 9,54 \text{ N/mm}^2.$$

$$\lambda_z = \frac{L_{knik}}{i_z}$$

$$L_{knik} = 6997,14 \text{ mm.}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{hout}}} = \sqrt{\frac{0,9 \cdot 10^9}{120000}} = 86,60 \text{ mm.}$$

$$\lambda_z = \frac{6997,14}{86,60} = 80,80$$

Berekening  $k_{com}$  zie formule NEN6760 art. 11.15.2.

$$k_{com} = 0,55$$

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{com} \cdot f_{c;0;u;d}} = \frac{9,54}{0,55 \cdot 18,77} = 0,92 \leq 1$$

**Voldoet!**

## Overzicht diagonaal met maximale drukbelasting.

### Overzicht verdiepingshoogte 3600

Lengte	6997,14	mm
Breedte	300	mm
Hoogte	400	mm

A	120000	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	1600000000	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	900000000	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	8000000	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	6000000	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veiligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

### Factoren

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
k <sub>h</sub>	1,00

### Belasting

Belasting N	1145,20	kN
-------------	---------	----

	C24	GL 28h
f <sub>c,0;rep</sub>	21	26,5
E <sub>;0;ser;rep</sub>	11000	12600
f <sub>m,0;rep</sub>	24	28
f <sub>u;d</sub>	14,88	18,77
σ <sub>c;0;u;d</sub>	9,54	9,54
k <sub>com;z</sub>	0,54	0,55
<b>check</b>	<b>1,20</b>	<b>0,92</b>



**Controle 3600 verdiepingshoogte C24****Controle kolom begane grond op maximale trekkracht:**Eigenschappen kolom:

Lengte:	3600 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	C 24
$E_{0,ser,rep}$ :	11000 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

## Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 1 (belasting combinatie 7):

$$N = 2174,97 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u,d}$ ):

Strekte klasse C24:

$$F_{t,0,rep} = 14 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u,d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{t,0,u,d} = \frac{14}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 9,92 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t,0,u,d} \leq f_{t,0,u,d}$$

$$\sigma_{t,0,u,d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{2174,97 \cdot 10^3}{184900} = 11,76 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t,0,u,d} \leq f_{t,0,u,d} \Rightarrow 11,76 \geq 9,92$$

**Voldoet niet!**

Deze kolommen voldoen niet aan de gestelde eis, er zijn verschillende mogelijkheden om aan deze eis te voldoen. Bijvoorbeeld vergroten van de afmetingen of kiezen voor een hogere sterkte klasse van het hout. In dit geval wordt er gekozen om een hogere sterkte toe te passen, namelijk gelamineerd hout GL 28h.

**Controle 3600 verdiepingshoogte GL 28h****Controle kolom begane grond op maximale trekkracht:**Eigenschappen kolom:

Lengte:	3600 mm.
Breedte:	430 mm.
Hoogte:	430 mm.
Sterkte klasse:	GL 28h
$E_{0;ser;rep}$ :	12600 N/mm <sup>2</sup> .
A:	184900 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$28,5 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$13,25 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 1 (belasting combinatie 7):

$$N = 2174,97 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse GL 28h:

$$F_{t;0;rep} = 19,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{t;0;u;d} = \frac{19,5}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 13,81 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d}$$

$$\sigma_{t;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{2174,97 \cdot 10^3}{184900} = 11,76 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d} \Rightarrow 11,76 \leq 13,81$$

**Voldoet!**

---

**Overzicht kolom met maximale trekbelasting.**
**Overzicht verdiepingshoogte 3600**

Lengte	3600	mm
Breedte	430	mm
Hoogte	430	mm

A	184900	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	2849000833	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	13251167	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veiligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

**Factoren**

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
k <sub>h</sub>	1,00

**Belasting**

Belasting N	2174,97	kN
-------------	---------	----

	C24	GL 28h
f <sub>t,0;rep</sub>	14	19,5
f <sub>t,0;d</sub>	9,92	13,81
σ <sub>t,0;d</sub>	11,76	11,76
<b>check</b>	<b>1,19</b>	<b>0,85</b>

**Controle 3600 verdiepingshoogte C24****Controle diagonaal begane grond op maximale trekkracht:**Eigenschappen diagonaal:

Lengte:	6997,14 mm.
Breedte:	300 mm.
Hoogte:	400 mm.
Sterkte klasse:	C24
$E_{gl;0;ser;rep}$ :	11000 N/mm <sup>2</sup> .
A:	120000 mm <sup>2</sup> .
$I_y$ :	$16,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$I_z$ :	$9,0 \cdot 10^8$ mm <sup>4</sup> .
$W_y$ :	$8,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
$W_z$ :	$6,0 \cdot 10^6$ mm <sup>3</sup> .
Soort gebouw:	Woongebouw
Veiligheidsklasse:	3
Klimaatklasse:	1
Belastingduurklasse:	3
$k_{mod}$ :	0,85
Materiaalfactor:	$\gamma_m = 1,2$

Belastingen:

Maximale trekkracht staaf 81 (belasting combinatie 7):

$$N = 953,90 \text{ kN}$$

Bepaling rekensterkte ( $f_{u;d}$ ):

Strekte klasse C24:

$$F_{gl;t;0;rep} = 14 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{u;d} = f_{rep} / \gamma_m \cdot k_{mod} \cdot k_h$$

$$\gamma_m = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,85$$

$$k_h = 1,0$$

$$f_{gl;t;0;u;d} = \frac{14}{1,2} \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 9,92 \text{ N/mm}^2.$$

Spanningscontrole (Trek evenwijdig aan de vezelrichting):

Toetsing volgens NEN 6760 art. 11.2.

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d}$$

$$\sigma_{t;0;u;d} = \frac{N_d}{A_{hout}} = \frac{953,90 \cdot 10^3}{120000} = 7,95 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{t;0;u;d} \leq f_{t;0;u;d} \Rightarrow 7,95 \leq 9,92$$

**Voldoet!**

**Overzicht kolom met maximale trekbelasting.****Overzicht verdiepingshoogte 3600**

Lengte	6997,14	mm
Breedte	300	mm
Hoogte	400	mm

A	120000	mm <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	1600000000	mm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	900000000	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub>	8000000	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	6000000	mm <sup>3</sup>
Soort gebouw	Woongebouw	
Veiligheidsklasse	3	
Klimaatklasse	1	
Belastingduurklasse	3	

**Factoren**

K <sub>mod</sub>	0,85
Materiaal factor	1,20
k <sub>h</sub>	1,00

**Belasting**

Belasting N	953,90	kN
-------------	--------	----

	C24	GL 28h
f <sub>t,0;rep</sub>	14	19,5
f <sub>t,0;d</sub>	9,92	13,81
σ <sub>t,0;d</sub>	7,95	7,95
<b>check</b>	0,80	0,58

**Bijlage C.1 Eisen Bouwbesluit betreffende geluid.**

## Afdeling 3.1 Bescherming van tegen geluid van buiten, nieuwbouw.

- Art. 3.1 Een te bouwen bouwwerk biedt in een verblijfsgebied bescherming tegen geluid van buiten.
- Art. 3.2 Industrie-, weg of railverkeerslawaai:
- 1) Een uitwendige scheidingsconstructie van een gebruiksfunctie die gevoelig is voor industrie-, weg- of railverkeerslawaai, die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied en de buitenlucht, heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering, die niet kleiner is dan het verschil tussen de volgens de Wet geluidhinder bepaalde geluidsbelasting van die scheidingsconstructie en de grenswaarde voor het geluidsniveau in het verblijfsgebied als aangegeven in tabel 3.1 (35 dB), met een minimum van 20 dB(A).
  - 4) Indien krachtens de Wet geluidhinder in het verblijfsgebied een hoger geluidsniveau is toegestaan dan bedoeld in het eerste en derde lid, heeft de uitwendige scheidingsconstructie een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering die niet kleiner is dan het verschil tussen de geluidsbelasting van die scheidingsconstructie en het krachtens de Wet geluidhinder toegestane geluidsniveau.
  - 5) Op een inwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied als bedoeld in het eerste en derde lid, die niet de scheiding vormt met een aangrenzend verblijfsgebied van een andere gebruiksfunctie die gevoelig is voor industrie-, weg- of railverkeerslawaai, zijn het eerste, derde en vierde lid van overeenkomstige toepassing.
  - 6) Een scheidingsconstructie als bedoeld in het eerste en het derde tot en met vijfde lid van een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering die maximaal 2 dB(A) lager ligt dan de karakteristieke geluidwering als bedoeld in het eerste en het derde tot en met vijfde lid, van het verblijfsgebied waarin die verblijfsruimte ligt.
- Art. 3.3 Luchtvaartlawaai:
- 1) Een uitwendige scheidingsconstructie van een gebruiksfunctie die gevoelig is voor luchtvaartlawaai, die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied en de buitenlucht, heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering die, afhankelijk van de volgens de Luchtvaartwet bepaalde geluidsbelasting van die scheidingsconstructie, niet kleiner is dan de waarde die is aangegeven in tabel 3.3.1. Indien de geluidsbelasting ligt tussen de Ke-waarden, gegeven in de eerste kolom, wordt de te bereiken waarde van de geluidwering bepaald door middel van rechtevenredige interpolatie tussen de dB(A)-waarden, gegeven in de tweede kolom.

Tabel 3.3.1 Geluidwering in geval van luchtvaartlawaai

Geluidsbelasting in Ke	Vereiste karakteristieke geluidwering in dB(A)
36-40	30-33
41-45	33-36
46-50	36-40
meer dan 50	40

- 3) Een uitwendige scheidingsconstructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied van een gebruiksfunctie die bijzonder

gevoelig is voor luchtvaartlawaai en de buitenlucht, heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering die niet kleiner is dan het verschil tussen de LAeq geluidsbelasting veroorzaakt door structureel uitgevoerd nachtelijk vliegverkeer, op die constructie en een LAeq geluidsniveau van 26 dB(A). De LAeq geluidsbelasting voor startend en landend vliegverkeer buiten een gebruiksfunctie, uitgedrukt in dB(A), wordt berekend overeenkomstig de Regeling berekening nachtelijke geluidsbelasting, waarbij de geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie, onderscheiden naar startend en landend vliegverkeer ( $L_{gevel,m}$ ), gelijk wordt gesteld aan 0 dB(A).

- 4) Op een inwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, als bedoeld in het eerste tot en met derde lid, die niet de scheiding vormt met een aangrenzend verblijfsgebied van een voor luchtvaartlawaai gevoelige gebruiksfunctie, zijn het eerste tot en met derde lid van overeenkomstige toepassing.
- 5) Een scheidingsconstructie als bedoeld in het eerste tot en met vierde lid, van een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke geluidwering die maximaal 2 dB(A) lager is dan de karakteristieke geluidwering als bedoeld in het eerste tot en met vierde lid, van het verblijfsgebied waarin de verblijfsruimte ligt.

#### Afdeling 3.2 Bescherming tegen geluid van installaties, nieuwbouw.

- Art. 3.6 Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen geluid van installaties.
- Art. 3.7 Aangrenzend perceel:  
Een toilet met waterspoeling, een kraan, een mechanisch ventilatiesysteem, een warmwatertoestel, een installatie voor het verhogen van waterdruk of een lift van een gebruiksfunctie veroorzaakt in een verblijfsgebied van een gebruiksfunctie op een aangrenzend perceel een volgens NEN 5077 bepaald karakteristiek geluidsniveau van ten hoogste 30 dB(A). Dit geldt niet voor een op een aangrenzend perceel gelegen lichte industriefunctie of een overige gebruiksfunctie.
- Art. 3.8 Zelfde perceel:
- 1) Een toilet met waterspoeling, een kraan, een mechanisch ventilatiesysteem, een warmwatertoestel, een installatie voor verhoging van waterdruk of een lift veroorzaakt in een niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied van een andere op hetzelfde perceel gelegen woonfunctie een volgens NEN 5077 bepaald karakteristiek geluidsniveau van ten hoogste 30 dB(A).

#### Afdeling 3.3 Geluidwerking tussen verblijfsruimten van dezelfde gebruiksfunctie, nieuwbouw

- Art. 3.11 Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen onderlinge geluidsoverlast tussen niet-gemeenschappelijke verblijfsruimten van dezelfde gebruiksfunctie.
- Art. 3.12 Isolatie-index:  
De volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid en de isolatie-index voor contactgeluid voor de geluidsoverdracht van een verblijfsruimte naar een andere verblijfsruimte van dezelfde woonfunctie is ten minste - 20 dB. Dit voorschrift geldt niet, indien de verblijfsruimten op dezelfde bouwlaag zijn gelegen en met elkaar in open verbinding staan, of indien de ene ruimte vanuit de andere rechtstreeks bereikbaar is door een deuropening.

## Afdeling 3.5 Geluidwering tussen ruimte van verschillende gebruiksfuncties, nieuwbouw

- Art. 3.17 Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen onderlinge geluidsoverlast tussen gebruiksfuncties.
- Art. 3.18 Ander perceel:
- 1) De volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een verblijfsgebied van een op een ander perceel gelegen, aangrenzende gebruiksfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (0 dB). Dit voorschrift geldt niet indien de aangrenzende gebruiksfunctie een lichte industriefunctie of een overige gebruiksfunctie is.
  - 2) De volgens NEN 5077 bepaalde isolatie-index voor contactgeluid voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een verblijfsgebied van een op een ander perceel gelegen, aangrenzende gebruiksfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (5 dB). Dit voorschrift geldt niet indien de aangrenzende gebruiksfunctie een lichte industriefunctie of een overige gebruiksfunctie is.
  - 3) De volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een besloten ruimte niet zijnde een verblijfsgebied, van een op een ander perceel gelegen, aangrenzende woonfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (-5 dB).
  - 4) De volgens NEN 5077 bepaalde isolatie-index voor contactgeluid voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een besloten ruimte niet zijnde een verblijfsgebied, van een op een ander perceel gelegen, aangrenzende woonfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (0 dB).
- Art. 3.19 Hetzelfde perceel:
- 1) De volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een verblijfsgebied van een op hetzelfde perceel gelegen aangrenzende woonfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (0 dB).
  - 2) De volgens NEN 5077 bepaalde isolatie-index voor contactgeluid voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een verblijfsgebied van een op hetzelfde perceel gelegen aangrenzende woonfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (5 dB).
  - 3) De volgens NEN 5077 bepaalde karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid van een besloten ruimte naar een besloten ruimte niet zijnde een verblijfsgebied van een op hetzelfde perceel gelegen aangrenzende woonfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (-5 dB).
  - 4) De volgens NEN 5077 bepaalde isolatie-index voor contactgeluid voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een besloten ruimte niet zijnde een verblijfsgebied van een op hetzelfde perceel gelegen aangrenzende woonfunctie, is niet kleiner dan de in tabel 3.17 aangegeven grenswaarde (0 dB).
  - 6) In afwijking van het derde en vierde lid, is geen eis gesteld aan de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid en de isolatie-index voor contactgeluid, voor de geluidsoverdracht van een besloten ruimte naar een op hetzelfde perceel gelegen, besloten gemeenschappelijke verkeersruimte.
  - 7) In afwijking van het eerste tot en met vierde lid, geldt geen eis voor de karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid en de isolatie-index voor contactgeluid, voor de geluidsoverdracht van

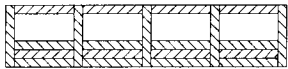

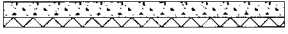



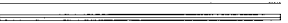
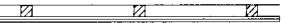


een gemeenschappelijke ruimte naar een andere  
gemeenschappelijke ruimte indien op die ruimten uitsluitend  
dezelfde gebruiksfuncties zijn aangewezen.

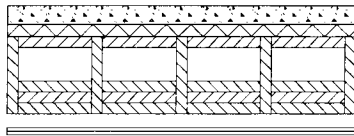
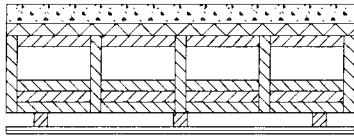
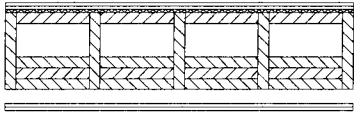
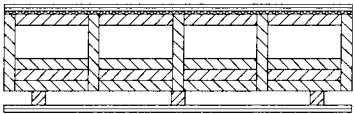
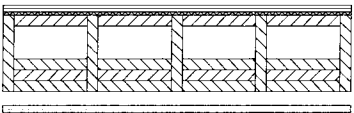
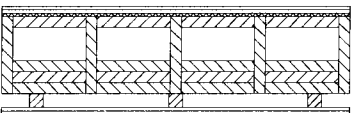
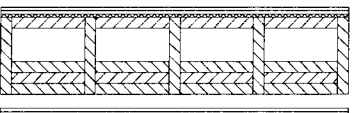
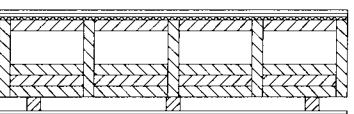
## Bijlage C.2 Berekening BASlab.

In BASlab kunnen maar maximaal 2 lagen worden ingevoerd, en een vloerconstructie van 3 lagen kan niet in één keer worden ingevoerd. Vandaar dat de constructie in delen moet worden ingevoerd, en vervolgens per deel de geluidsisolerende waarden worden bepaald. Deze delen worden vervolgens bij elkaar opgeteld, en van de samengestelde vloerconstructies worden de  $R_A$  en  $L_{n,A}$  bepaald.

In de onderstaande figuur worden de lagen weergegeven die in BASlab worden ingevoerd.

	<p><b>VL0</b> Vloer LIGNATUR REI 90. hoogte 220 mm.</p>
	<p><b>VL1 en VL2</b> Massieve vloer gereduceerde hoogte. hoogte 124 mm.</p>
	<p><b>DV1</b> 55 mm cementdekvloer. 35 mm absorberende laag.</p>
	<p><b>DV2</b> 2 x 10 mm Fermacell plaat. 9 mm absorberende laag 100 kg/m<sup>3</sup>.</p>
	<p><b>DV3</b> 2 x 10 mm Fermacell plaat. 9 mm absorberende laag 50 kg/m<sup>3</sup>.</p>
	<p><b>DV4</b> 2 x 10 mm Fermacell plaat. 9 mm absorberende laag.</p>
	<p><b>PL1</b> 2 x 10 mm Fermacell plaat. 40 mm luchtsouw, geen koppeling.</p>
	<p><b>PL2</b> 2 x 10 mm Fermacell plaat. 40 mm luchtsouw, aan regelwerk.</p>

Er worden 8 verschillende combinaties samengesteld, van deze combinatie wordt de  $R_A$  en de  $L_{n,A}$  bepaald. In de onderstaande figuur zijn de 8 verschillende combinaties weergegeven.

	<b>VL0+DV1+PL1</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Cement. Plafond ontkoppeld.
	<b>VL0+DV1+PL2</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Cement Plafond op houtenregels.
	<b>VL0+DV2+PL1</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Fermacell abs 100 kg/m <sup>3</sup> . Plafond ontkoppeld.
	<b>VL0+DV2+PL2</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Fermacell abs 100 kg/m <sup>3</sup> . Plafond op houtenregels.
	<b>VL0+DV3+PL1</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Fermacell abs 50 kg/m <sup>3</sup> . Plafond ontkoppeld.
	<b>VL0+DV3+PL2</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Fermacell abs 50 kg/m <sup>3</sup> . Plafond op houtenregels.
	<b>VL0+DV4+PL1</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Fermacell abs. Plafond ontkoppeld.
	<b>VL0+DV4+PL2</b> Vloer LIGNATUR REI 90. Dekvloer Fermacell abs. Plafond op houtenregels.

In de onderstaande tabel zijn de uitkomsten van BASlab weergegeven en de berekende waarden van de samengestelde constructies.

		Frequentie					RA/LnA
		125	250	500	1000	2000	
VL0	R	25,5	29,1	39,9	49,8	47,5	
VL1	R	32,5	31,7	30,7	39,3	47,2	37
VL2	R	25,7	26,1	34,3	43,7	52,1	37
VL2	Ln	82,9	87	86,7	86,3	84,9	78
VL2+DV1	R	49,9	54,8	65,0	79,2	104,0	66
VL2+DV1	Ln	85,5	79,1	66,5	59,3	38,8	71
VL2+DV2	R	33,0	33,5	44,8	64,5	77,7	46
VL2+DV2	Ln	90,5	80,1	61,0	43,5	43,1	76
VL2+DV3	R	29,4	30,7	47,8	67,5	80,7	43
VL2+DV3	Ln	86,5	74,5	58,4	42,6	34,5	72
VL2+DV4	R	29,5	32,2	50,2	69,9	83,1	45
VL2+DV4	Ln	88,9	73,8	57,9	43,5	33	74
VL1+PL1	R	37,5	42,7	42,6	54,2	67,2	49
VL1+PL2	R	34,6	36,2	37,6	47,7	50,2	43
DV1	R	24,2	28,7	30,7	35,5	51,9	35,1
DV1	Ln	-2,6	7,9	20,2	27,0	46,1	31,2
DV2	R	7,3	7,4	10,5	20,8	25,6	15,8
DV2	Ln	-7,6	6,9	25,7	42,8	41,8	30,4
DV3	R	3,7	4,6	13,5	23,8	28,6	15,8
DV3	Ln	-3,6	12,5	28,3	43,7	50,4	36,3
DV4	R	3,8	6,1	15,9	26,2	31,0	17,4
DV4	Ln	-6,0	13,2	28,8	42,8	51,9	37,4
PL1	R	5,0	11,0	11,9	14,9	20,0	15,2
PL2	R	2,1	4,5	6,9	8,4	3,0	5,3
VL0+DV1+PL1	R	54,7	68,8	82,5	100,2	119,4	<b>74,8</b>
VL2+DV1+PL1	Ln	80,5	68,1	54,6	44,4	18,8	<b>65,8</b>
VL0+DV1+PL2	R	51,8	62,3	77,5	93,7	102,4	<b>71,0</b>
VL2+DV1+PL2	Ln	83,4	74,6	59,6	50,9	35,8	<b>69,0</b>
VL0+DV2+PL1	R	37,8	47,5	62,3	85,5	93,1	<b>56,7</b>
VL2+DV2+PL1	Ln	85,5	69,1	49,1	28,6	23,1	<b>70,6</b>
VL0+DV2+PL2	R	34,9	41,0	57,3	79,0	76,1	<b>52,2</b>
VL2+DV2+PL2	Ln	88,4	75,6	54,1	35,1	40,1	<b>73,6</b>
VL0+DV3+PL1	R	34,2	44,7	65,3	88,5	96,1	<b>53,5</b>
VL2+DV3+PL1	Ln	81,5	63,5	46,5	27,7	14,5	<b>66,6</b>
VL0+DV3+PL2	R	31,3	38,2	60,3	82,0	79,1	<b>49,2</b>
VL2+DV3+PL2	Ln	84,4	70,0	51,5	34,2	31,5	<b>69,6</b>
VL0+DV4+PL1	R	34,3	46,2	67,7	90,9	98,5	<b>54,1</b>
VL2+DV4+PL1	Ln	83,9	62,8	46,0	28,6	13,0	<b>68,9</b>
VL0+DV4+PL2	R	31,4	39,7	62,7	84,4	81,5	<b>50,0</b>
VL2+DV4+PL2	Ln	86,8	69,3	51,0	35,1	30,0	<b>71,9</b>

### Bijlage C.3 Berekening trillingen van vloeren door lopen.

#### Bepalen modale massa:

Voor het gebruik van de grafieken uit de SBR richtlijn: Trillingen van vloeren door lopen, is het noodzakelijk om de modale massa te bepalen. De modale massa is de massa die invloed heeft op het trillingsgedrag. Het gedeelte van de vloer dicht bij de oplegging zullen immers minder meetrillen, en daardoor heeft de massa op die plaatsen dus ook minder invloed op het trillingsgedrag.

Om de modale massa te bepalen moet de oppervlakte boven de doorbuigingslijn wordt berekend. Met behulp van een integraal wordt de exacte oppervlakte boven de doorbuigingslijn berekend. Door de maximale doorbuiging in het midden gelijk te stellen aan 1 kan het percentage worden bepaald welk deel de modale massa bedraagt.

Opstellen van de vergelijking voor het bepalen van de elastische doorbuigingslijn:

$$q_x = q \quad (1)$$

$$V_x = -\int q_x dx = -qx + C_1 \quad (2)$$

$$M_x = \int (-q_x + C_1) dx = -\frac{1}{2}qx^2 + C_1x + C_2 \quad (3)$$

$$\varphi_x = \frac{1}{EI} \int \left( -\frac{1}{2}qx^2 + C_1x + C_2 \right) dx = \frac{1}{EI} \left( -\frac{1}{6}qx^3 + \frac{1}{2}C_1x^2 + C_2x + C_3 \right) \quad (4)$$

$$\downarrow w_x = -\int \left( \frac{1}{EI} \left( -\frac{1}{6}qx^3 + \frac{1}{2}C_1x^2 + C_2x + C_3 \right) \right) dx = \quad (5)$$

$$-\frac{1}{EI} \left( -\frac{1}{24}qx^4 + \frac{1}{6}C_1x^3 + C_2x^2 + C_3x + C_4 \right)$$

Met behulp van de bekende waarde kunnen de constanten worden opgelost:

Voor  $x = 0$  is  $M_x = 0$  en  $w_x = 0$

Voor  $x = L$  is  $M_x = 0$  en  $w_x = 0$

De functies worden dan:

$$q_x = q \quad (6)$$

$$V_x = -qx + \frac{1}{2}ql \quad (7)$$

$$M_x = -\frac{1}{2}qx^2 + \frac{1}{2}qlx \quad (8)$$

$$\varphi_x = \frac{1}{EI} \left( -\frac{1}{6}qx^3 + \frac{1}{4}qlx^2 - \frac{1}{24}ql^3 \right) \quad (9)$$

$$\downarrow w_x = -\frac{1}{EI} \left( -\frac{1}{24}qx^4 + \frac{1}{12}qlx^3 - \frac{1}{24}ql^3x \right) \quad (10)$$

De oppervlakte boven de elastische doorbuigingslijn bepaald worden met de onderstaande formule:

$$A = \int_0^l \left( \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{24}qx^4 - \frac{1}{12}qlx^3 + \frac{1}{24}ql^3x \right) \right) dx \quad (11)$$

De maximale doorbuiging in het midden wordt gelijk gesteld aan 1 en vervolgens moet de gemiddelde doorbuiging bepaald worden over de lengte L. Dit houdt in dat de oppervlakte gedeeld wordt door  $U_{\text{midden}}$  en door de lengte L.

$$Factor_{\text{modale\_massa}} = \frac{\int_0^l \left( \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{24} qx^4 - \frac{1}{12} qlx^3 + \frac{1}{24} ql^3 x \right) \right) dx}{\left( \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{24} q \left( \frac{l}{2} \right)^4 - \frac{1}{12} ql \left( \frac{l}{2} \right)^3 + \frac{1}{24} ql^3 \left( \frac{l}{2} \right) \right) \right) l} = \quad (12)$$

$$\frac{\frac{1}{EI} \left( \frac{1}{120} ql^5 - \frac{1}{48} ql^5 + \frac{1}{48} ql^5 \right)}{\left( \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI} \right) l} = \frac{16}{25} = 0,64$$

Uit vergelijking (12) blijkt dat de modale massa voor een ligger op twee steunpunten gelijk is aan 64% van de totale massa.

Uit nader onderzoek is gebleken dat de factor van 64% niet correct is, maar dat het 49% moet zijn. Vandaar dat de modale massa wordt berekend met de factor van 49%.

### Berekening:

Gegevens:

Functie	Wonen
Rechthoekig vloerveld van	6,0 bij 6,0 meter ( $L_{\text{vl}} * B_{\text{vl}}$ )
Overspanning	6,0 meter ( $L_{\text{vl}}$ )
Element breedte	1,0 meter

Belastingen:

$Q_{\text{eigen}}$	Vloer LIGNATUR REI 90	0,67 kN/m <sup>2</sup>
	Dekvloer	0,75 kN/m <sup>2</sup>
	Scheidingswanden	0,75 kN/m <sup>2</sup>
Totaal:		2,17 kN/m <sup>2</sup>

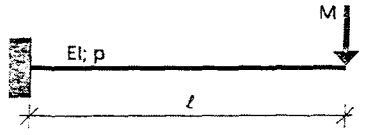
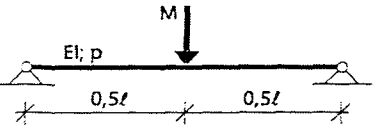
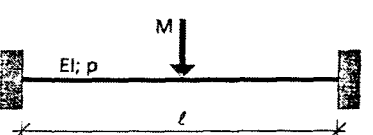
Berekening:

Stijfheid:	
$I_{\text{element}}$ :	701542459 mm <sup>4</sup>
$E_{\text{element}}$ :	11000 N/mm <sup>2</sup>
$E I_{\text{element}}$ :	7716967,05 Nm <sup>2</sup>
$E I_{\text{vloer}}$ :	46301802,30 Nm <sup>2</sup>

Massa (P) =  $L_{\text{vl}} * B_{\text{vl}} * Q_{\text{eigen}} * 100 = 6,0 * 6,0 * 2,17 * 100 = 7812$  kg.

Puntlast (M) (fictief gewicht van een persoon) = 30 kg.

$$\text{Eigenfrequentie } f_e = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{l^2(M + 0,49p)}} = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3 \cdot 46301802,30}{l^2(30 + 0,49 \cdot 7812)}} = 8,22 \text{ Hz}$$

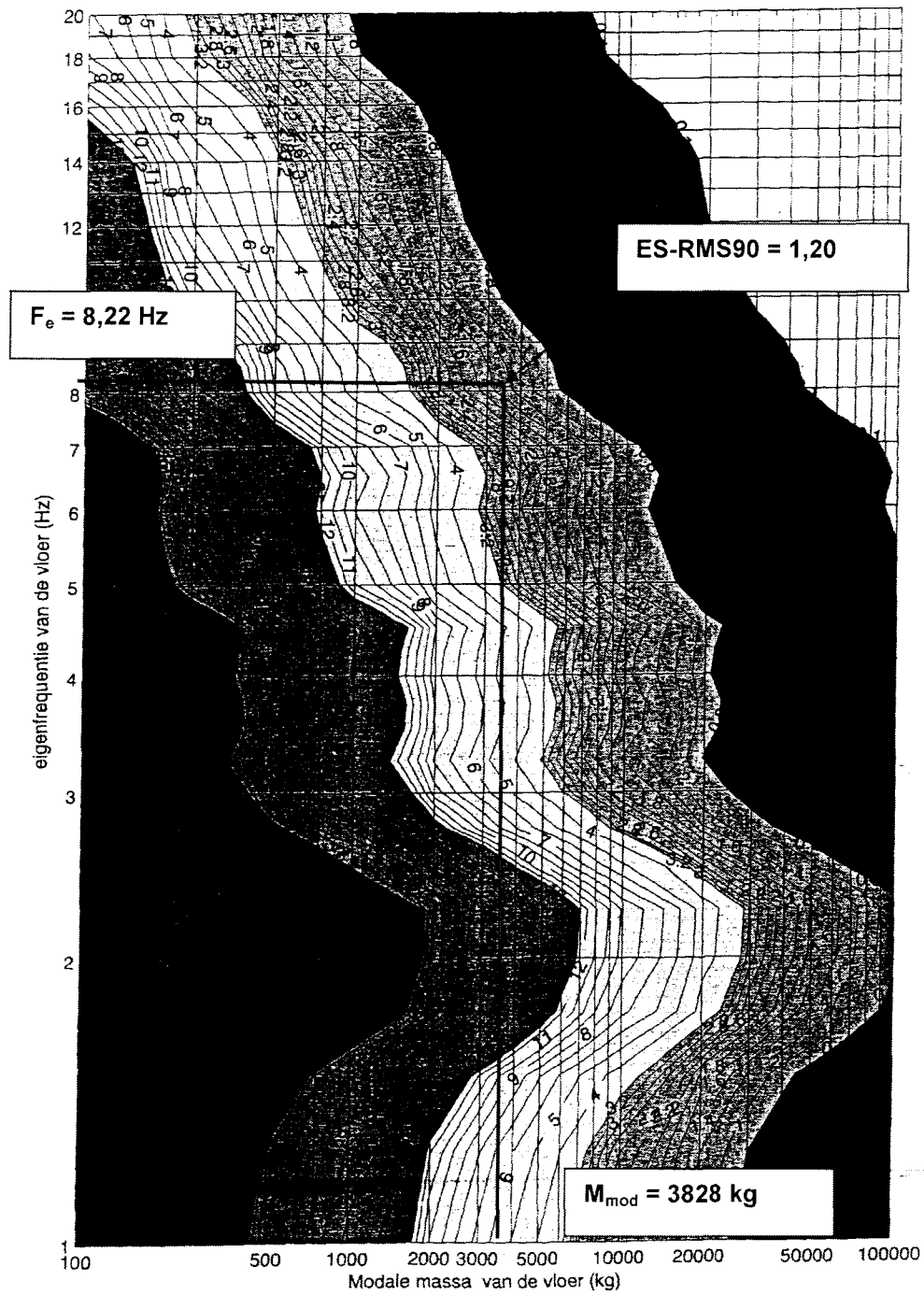
	$\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{l^3(M + 0,24p)}}$
	$\frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{l^3(M + 0,49p)}}$
	$\frac{4}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{l^3(M + 0,37p)}}$

Factor modale massa bedraagt 49%

Modale massa =  $0,49 \cdot 7812 = 3827,88 \text{ kg}$

Demping is voor een houtenvloer met een woonfunctie 7 %

Bepalen ES-RMS90 met behulp van Grafiek C.7:

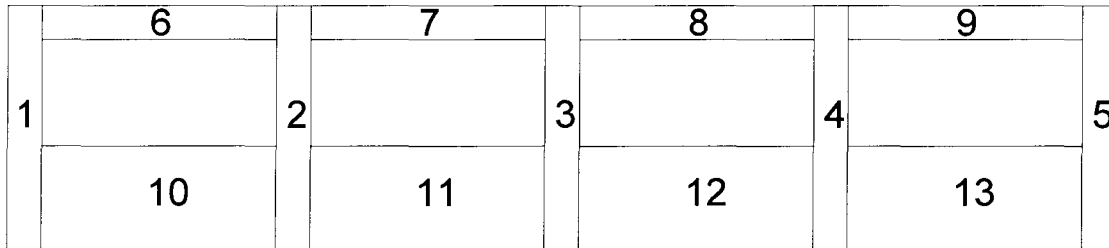


De waarde ES-RMS90 van 1,20 valt tussen de 0,8 en 3,2 dus voldoet aan beoordelingsklasse D.



**Bepalen van traagheidsmoment (I) van het vloer element.**

Het vloerelement wordt opgedeeld in 13 delen.



Per deel wordt het traagheidsmoment, het zwaartepunt, en de oppervlakte berekend. Vervolgens wordt het zwaartepunten van de volledige vloer bepaald. Met behulp van de formule onderstaande formule wordt het traagheidsmoment van de vloer berekend.

$$I_{vloer} = \sum (I_i + A_i \cdot z_i^2)$$

$I_i$  = Traagheidsmoment van het element.

$A_i$  = Oppervlakte van het element.

$Z_i$  = Afstand van zwaartepunt element naar zwaartepunt vloer.

In onderstaande tabel staat de berekening weergegeven:

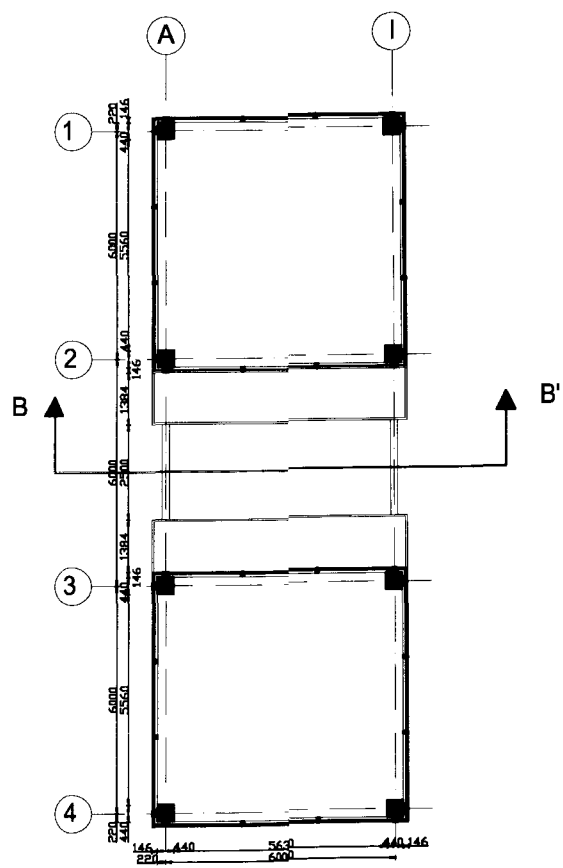
Element	Breedte	Hoogte	z (Zwaartepunt)
1	31	220	110
2	31	220	110
3	31	220	110
4	31	220	110
5	31	220	110
6	211,25	31	204,5
7	211,25	31	204,5
8	211,25	31	204,5
9	211,25	31	204,5
10	211,25	93	46,5
11	211,25	93	46,5
12	211,25	93	46,5
13	211,25	93	46,5

**Z<sub>element</sub> 91,892857**

Traagheidsmoment		Oppervlakte		Zwaartepunt	
$I_1$	27507333	$A_1$	6820	$Z_1$	-18,1071
$I_2$	27507333	$A_2$	6820	$Z_2$	-18,1071
$I_3$	27507333	$A_3$	6820	$Z_3$	-18,1071
$I_4$	27507333	$A_4$	6820	$Z_4$	-18,1071
$I_5$	27507333	$A_5$	6820	$Z_5$	-18,1071
$I_6$	524445,73	$A_6$	6548,75	$Z_6$	-112,607
$I_7$	524445,73	$A_7$	6548,75	$Z_7$	-112,607
$I_8$	524445,73	$A_8$	6548,75	$Z_8$	-112,607
$I_9$	524445,73	$A_9$	6548,75	$Z_9$	-112,607
$I_{10}$	14160035	$A_{10}$	19646,25	$Z_{10}$	45,39286
$I_{11}$	14160035	$A_{11}$	19646,25	$Z_{11}$	45,39286
$I_{12}$	14160035	$A_{12}$	19646,25	$Z_{12}$	45,39286
$I_{13}$	14160035	$A_{13}$	19646,25	$Z_{13}$	45,39286

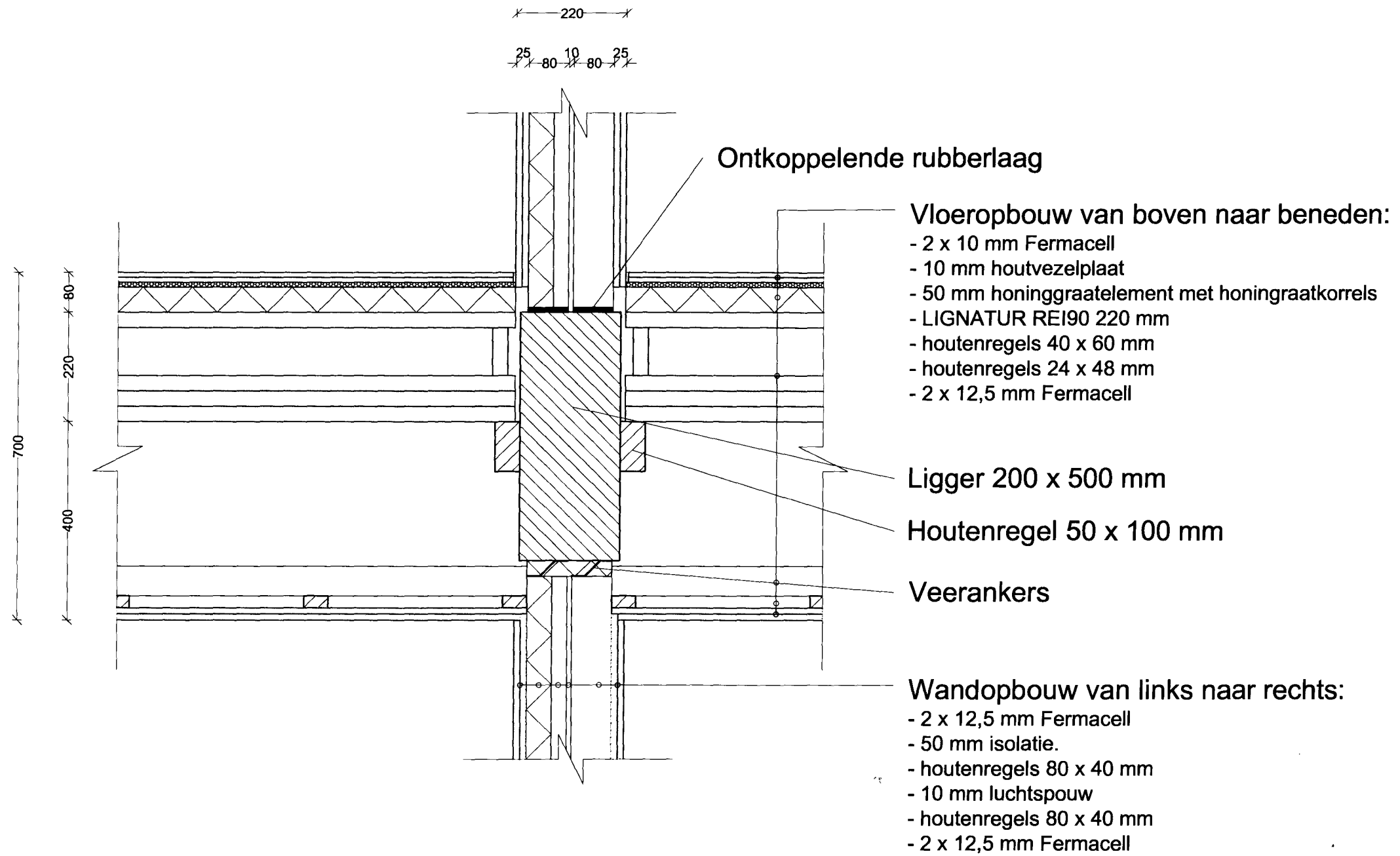
**I<sub>element</sub> 701542459**

**Bijlage D.1 Tekeningen definitief ontwerp.**



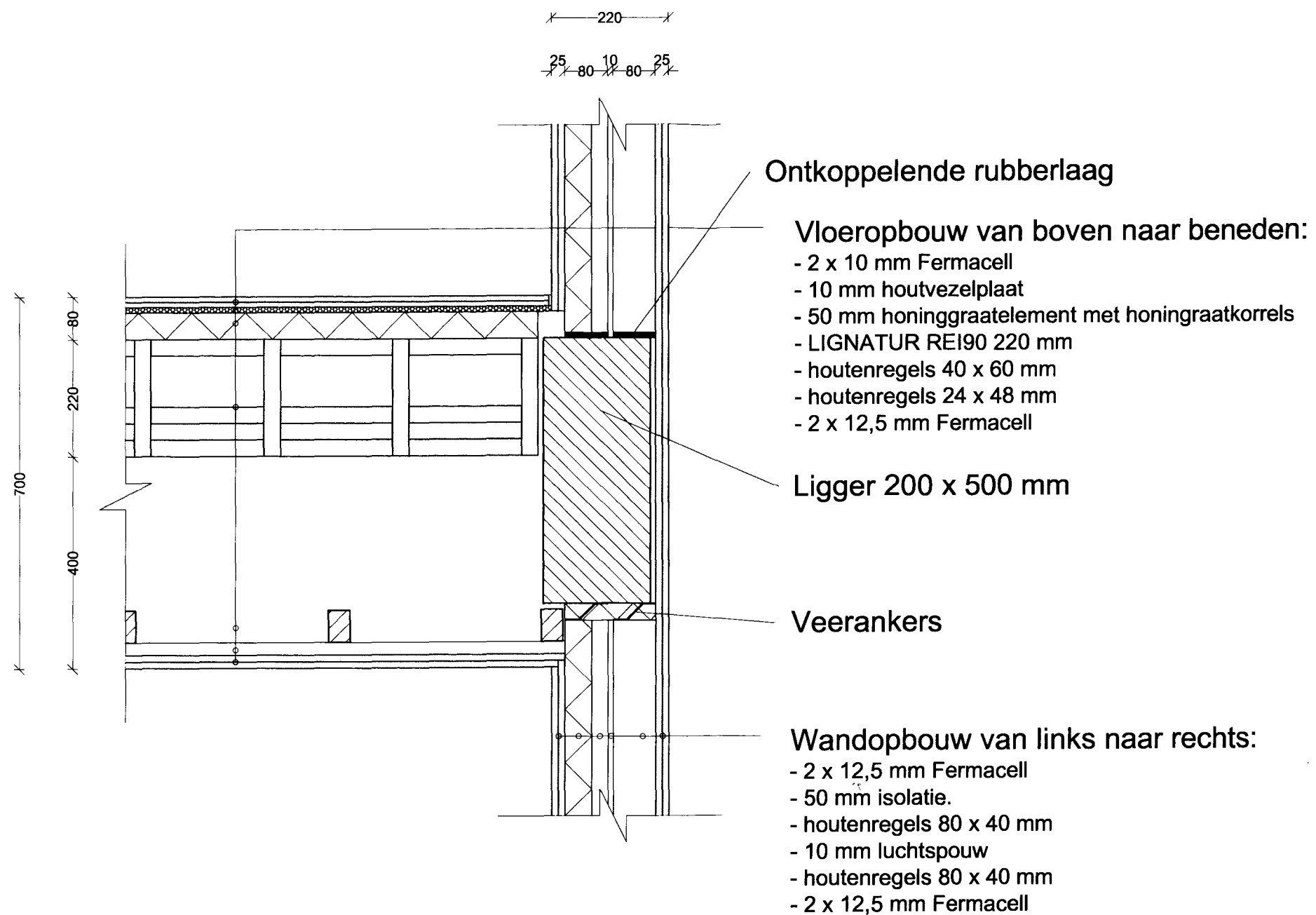
Plattegr

Schaal: 1 : 200



Detail 1: Vloer - wand

Schaal: 1:10



Detail 2: Vloer - wand tpv vide

Schaal: 1:10

**Bijlage E.2    Bouwkundige detaillering.**

**Bijlage F.1 Bepaling belastingen.****Bepaling permanente belasting NEN 7602:**

Artikel 7.1 Eigengewicht van bouwwerken.

Het gewicht van de constructiedelen

Het gewicht van niet dragende elementen. Die permanent op het beschouwde constructiedeel rusten.

Gewichtberekening:

Bepaling belasting op de kolommen, welke permanente belasting werkt er op de kolom:

- Kolommen
- Liggers (dwars- en langsrichting)
- Vloeren
- Vloerafwerking en plafond
- Scheidingwanden.
- Gevel

Kolommen 440 bij 440 mm.

Volumieke massa GL 28h is  $410 \text{ kg/m}^3 = 4,1 \text{ kN/m}^3$

$4,10 \cdot 0,44 \cdot 0,44 = 0,66 \text{ kN/m}$

Per kolom =  $3,4 \cdot 0,66 = 2,23 \text{ kN}$

Liggers 200 bij 400 mm.

Volumieke massa GL 28h is  $410 \text{ kg/m}^3 = 4,1 \text{ kN/m}^3$

Langsrichting =  $4,10 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,33 \text{ kN/m}$

Dwarsrichting =  $6,0 \cdot 0,33 = 2,0 \text{ kN}$

Vloer LIGNATUR REI90 (brandwerendheid 90 minuten) 220 mm hoog.

Volumieke massa  $470 \text{ kg/m}^3 = 4,7 \text{ kN/m}^3$

Circa 0,143 meter volledig hout omgerekend.

$0,143 \cdot 4,7 = 0,67 \text{ kN/m}^2$

Scheidingswanden

Circa  $0,6 \text{ kN/m}^2$

Vloerafwerking + Plafond

Circa  $0,50 \text{ kN/m}^2$

Gevel

Circa  $1,0 \text{ kN/m}$ .

Totale belasting:

Vloer Lignatur REI 90, 220 dik	0,67	$\text{kN/m}^2$
Vloerafwerking	0,5	$\text{kN/m}^2$
Scheidingswanden	0,6	$\text{kN/m}^2$
Totaal	1,77	$\text{kN/m}^2$

$Q_{eg} = 6,0 \cdot 1,77 = 10,62 \text{ kN/m}$

$Q_{ligger} = 0,33 \text{ kN/m}$

$Q_g = 10,95 \text{ kN/m}$

Puntlasten:

Puntlast midden ( $F_{g,m}$ ):

Kolom  $2,33 \text{ kN}$

Ligger (dwars)  $2,0 \text{ kN}$



Totaal ( $F_{g,m}$ )	4,23 kN
Puntlast gevel ( $F_{g,g}$ ):	
Kolom	2,33 kN
Ligger (dwars)	2,0 kN
Gevel ( $6,0 \cdot 1,0$ )	<u>6,0 kN</u>
Totaal ( $F_{g,g}$ )	10,23 kN

**Veranderlijke belasting volgens NEN6702:**

Artikel 8.2 Belasting door personen, meubilaire en aankleding.

Woningen  $1,75 \text{ kN/m}^2$   $\varphi = 0,4$

Verdeelde last ( $Q_q$ ) =  $6,0 \cdot 1,75 = 10,50$

**Bepaling windbelasting volgens NEN6702:**

Artikel 8.6

Formule voor bepaling windbelasting:

$$P_{\text{rep}} = C_{\text{dim}} \cdot C_{\text{index}} \cdot C_{\text{eq}} \cdot \varnothing_1 \cdot p_w$$

$$F_{\text{index}} = A \cdot P_{\text{rep}}$$

$F_{\text{index}}$ : De representatieve waarde van de windkracht op een oppervlak.

$P_{\text{rep}}$ : Windbelasting door winddruk, windzuiging, windwrijving en over- of onderdruk.

$C_{\text{dim}}$ : Een factor die de afmetingen van een bouwwerk in rekening brengt, te bepalen volgens 8.6.3.

$C_{\text{index}}$ : Wind vormfactoren.

$C_{pe}$ : Externe druk of zuiging, te bepalen volgens 8.6.4.1, 8.6.4.2 en 8.6.4.6

$C_{pe,loc}$ : Voor lokale situaties in vlakken, te bepalen volgens 8.6.4.3

$C_{pi}$ : Interne over- of onderdruk, te bepalen volgens 8.6.4.4

$C_f$ : Wrijving, te bepalen volgens 8.6.4.5

$C_t$ : Combinatie van voor genoemde factoren op zodanige wijze dat de totale windbelasting als één geheel wordt beschouwd, te bepalen volgens 8.6.4.2 en 8.6.4.6

$C_{eq}$ : Druk vereffeningfactor, te bepalen volgens 8.6.5

$\varnothing_1$ : Vergrotingsfactor die de dynamische invloed van wind in de windrichting in rekening brengt, te bepalen volgens 8.6.6

$p_w$ : Externe waarde van stuwdruk, te bepalen volgens 8.6.2

A: Beschouwde oppervlakte waarop windbelasting werkt in  $\text{m}^2$ .

Stuwdruk  $p_w$  8.6.2, tabel 10 bijlage A.1:

Bepalen gebied waar bouwwerk staat:

In Eindhoven dus gebied 3.

Omgeving:

Bebouwde omgeving.

Bepalen  $p_w$  met tabel 10:

Hoogte 34 meter

H = 30  $p_w = 0,95$

H = 35  $p_w = 1,02$

H = 34  $p_w = 1,01$

Verdeling Extreme waarde van de stuwdruk  $p_w$  (8.6.2.4):

- Indien  $h \leq b$  moet de bij  $h$  behorende stuwdruk over de hoogte van het bouwwerk constant zijn aangenomen. Hierin is  $b$  de gemiddelde dwarsafmeting van het gebouw loodrecht op de beschouwde windrichting, en  $h$  de bouwwerk hoogte.
- Indien  $h \geq b$  moet de verdeling van de stuwdruk voor het gedeelte van het bouwwerk, hoger dan  $b$  over de hoogte zijn aangepast volgens de verdeling in tabel 10 (bijlage A.1). Voor het gedeelte van het bouwwerk, lager dan  $b$  moet de bij  $b$  horende stuwdruk zijn aangehouden.

Verdeling van de extreme waarde van de stuwdruk  $p_w$  over de breedte van het bouwwerk:

- De stuwdruk  $p_w$  over de volle breedte van het bouwwerk gelijkmatig verdeelt.
- Helft  $p_w$  gelijkmatig, andere helft  $0,5p_w$  gelijkmatig.

$C_{dim}$  Invloed afmetingen van een bouwwerk, 8.6.3 volgens bijlage A.2:

Wind op de langsgevel:

$$b = 48/3 = 12 \text{ meter}$$

$$h = 34 \text{ meter}$$

$$C_{dim} = 0,92 \text{ meter}$$

Wind op de dwarsgevel:

$$b = 18/6 = 3 \text{ meter}$$

$$h = 34 \text{ meter}$$

$$C_{dim} = 0,95 \text{ meter}$$

Windvormfactoren  $C_{index}$  8.6.4:

$C_{pe}$  winddruk en windzuiging gevels figuur 24 (bijlage A.3) 8.6.4.1

$$C_{pe} \text{ winddruk} = 0,8 \text{ en } C_{pe} \text{ windzuiging} = 0,4.$$

$C_{pe}$  winddruk en windzuiging daken en luifels figuur 25, 26, 27 (bijlage A.3) 8.6.4.2

$C_{pe}$  lokale windfactoren figuur 28 t/m 31 (bijlage A.3) 8.6.4.3

$C_{pi}$  windoverdruk en windonderdruk op of gesloten gebouw 8.6.4.4

$$\text{Gesloten gebouw } C_{pi} = +0,3 \text{ en } -0,3.$$

Vormfactoren voor windwrijving, vlakken evenwijdig aan de windrichting of een hoek kleiner dan 10 graden 8.6.4.5

$$- \text{ Gladde oppervlakken } C_f = 0,01$$

$$- \text{ Uitsteeksels } \leq 40 \text{ mm } C_f = 0,02$$

$$- \text{ Uitsteeksels } \geq 40 \text{ mm } C_f = 0,04$$

Specifieke vormen en onderdelen 8.6.4.6

- niet van toepassing.

Druk vereffeningfactor  $C_{eq}$  8.6.5

$$C_{eq} = 1,0$$

Dynamische invloed van de wind  $\varnothing_1$  8.6.6

Wind evenwijdig aan windrichting  $\varnothing_1$  volgens A.4

$$\varnothing_1 = 1 \text{ als } h \leq 50 \text{ en } h/b \leq 5$$

$$h = 34 \text{ voldoet}$$

$$h/b = 34/48 = 0,71 \text{ langsgevel, voldoet}$$

$$h/b = 34/18 = 1,9 \text{ dwarsgevel, voldoet}$$

Windbelasting loodrecht op de windrichting 8.6.6.3

Gebouw kleiner dan 100 meter, en rechthoekig, dan hoeft dynamische invloed niet in rekening gebracht te worden.

Berekening:

Wind op dwarsgevel:

$$P_{rep} = C_{dim} \cdot C_{index} \cdot C_{eq} \cdot \varnothing_1 \cdot p_w$$

$$\begin{aligned}
 C_{dim} &= 0,95 \\
 C_{index} &= C_{pe} (0,8 + 0,4) = 1,20 \\
 C_{eq} &= 1 \\
 \varnothing_1 &= 1 \\
 p_w &= 1,01
 \end{aligned}$$

$$P_{rep} = 0,95 \cdot 1,20 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

Wind op langsgevel:

$$P_{rep} = C_{dim} \cdot C_{index} \cdot C_{eq} \cdot \varnothing_1 \cdot p_w$$

$$\begin{aligned}
 C_{dim} &= 0,92 \\
 C_{index} &= C_{pe} (0,8 + 0,4) = 1,20 \\
 C_{eq} &= 1 \\
 \varnothing_1 &= 1 \\
 p_w &= 1,01
 \end{aligned}$$

$$P_{rep} = 0,92 \cdot 1,20 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,01 = 1,12 \text{ kN/m}^2$$

Verdeling belasting over stabiliteitselementen.

Uitgangspunt is dat de belasting gelijkmatig verdeeld wordt over alle stabiliteitselementen.

Dwarsgevel  $F_{index}$

- 6 stabiliteitselementen.
- Breedte 18 meter
- Hoogte 34 meter (10 maal 3,4 meter)

$$F_{index} = (18/6) \cdot (34/10) \cdot P_{rep} = 3 \cdot 3,4 \cdot 1,15 = 11,73 \text{ kN}$$

Langsgevel  $F_{index}$

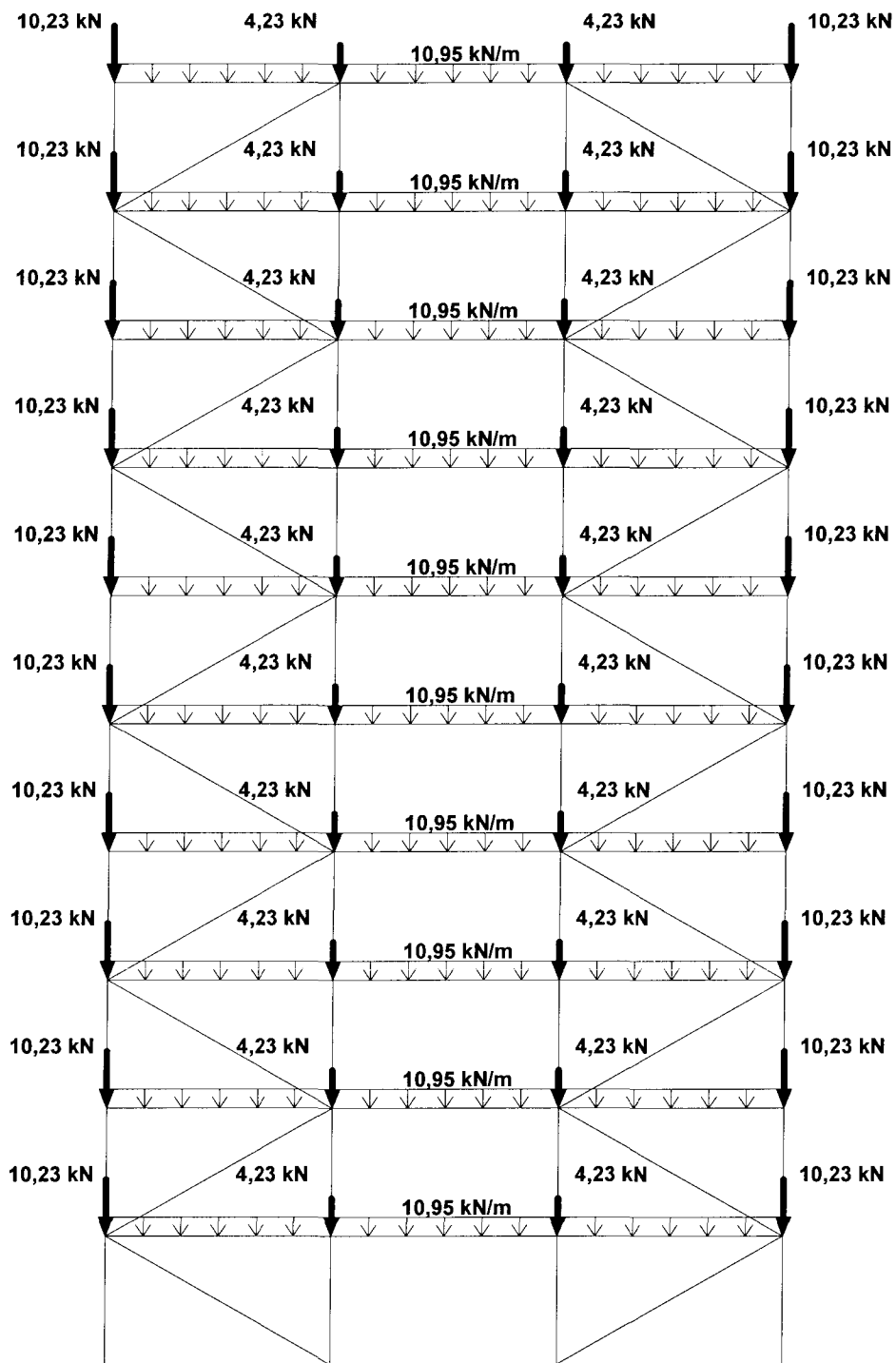
- 3 stabiliteitselementen.
- Breedte 48 meter
- Hoogte 34 meter (10 maal 3,4 meter)

$$F_{index} = (48/3) \cdot (34/10) \cdot P_{rep} = 16 \cdot 3,4 \cdot 1,12 = 60,93 \text{ kN}$$

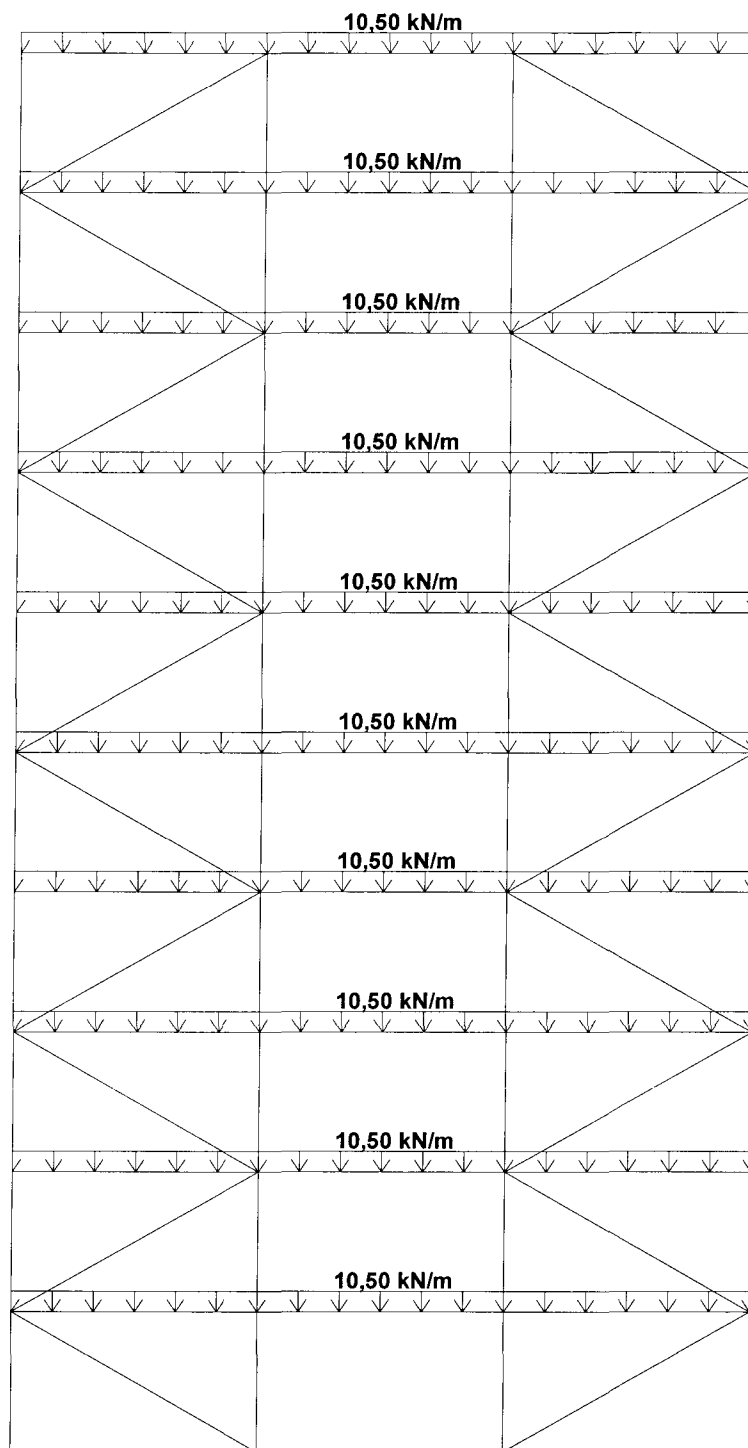
De windbelasting op de langsgevel is maatgevend, vandaar dat de windbelasting op deze gevel verder wordt uitgewerkt.

$$\text{Belasting } F_{q,w} = 2 \cdot 60,93 = 121,86 \text{ kN}$$

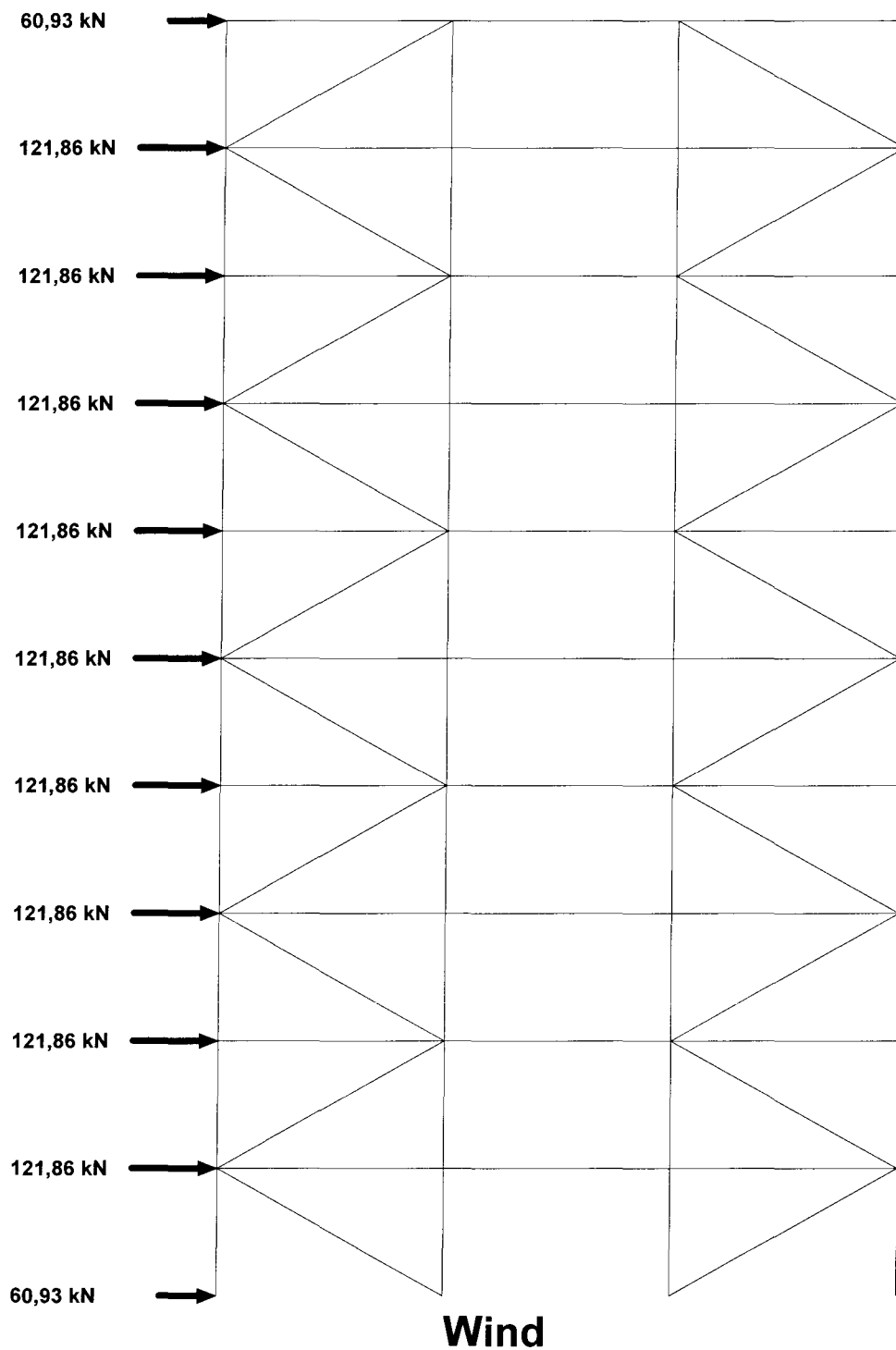
Constructieschema met belastingen:



**Eigengewicht**



**Veranderlijk**



**Maatgevende belastingcombinaties:**

**UGT**

***Maatgevende belastingcombinatie trekkracht in kolom.***

Gunstig · Permanent + Momentaan · Gunstig · Veranderlijk + Extreem · Wind

0,9 · Permanent + 0,4 · 0,9 · Veranderlijk + 1,5 · Wind

***Maatgevende belastingcombinatie drukkracht in kolom.***

Normaal · Permanent + Momentaan · Normaal · Veranderlijk + Extreem · Wind

1,2 · Permanent + 0,4 · 1,5 · Veranderlijk + 1,5 · Wind

Bij de veranderlijke belasting wordt op 1 bouwlaag de extreme waarde van de veranderlijke belasting geplaatst in plaats van de momentane waarde.

**GGT**

Normaal · Eigengewicht + Momentaan · Normaal · Veranderlijk + Normaal · Wind

1,0 · Eigengewicht + 1,0 · 0,4 · Veranderlijk + 1,0 · Wind

Bij de veranderlijke belasting wordt op 1 bouwlaag de extreme waarde van de veranderlijke belasting geplaatst in plaats van de momentane waarde.

## Bijlage F.2 Uitkomsten ESA Prima Win stabiliserend element.

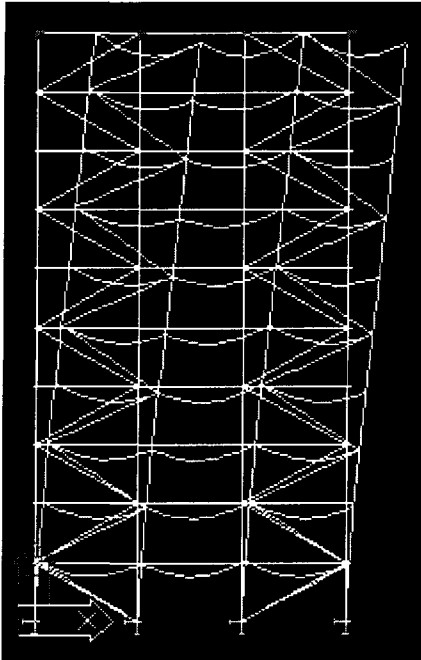
staaf	doorsn.	dx [m]	combi	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	1	0.000	11	1966.66	-0.00	0.00
			12	1689.79	-0.00	0.00
		3.400	11	1966.66	-0.00	-0.00
			12	1689.79	-0.00	-0.00
2		0.000	11	-2842.39	0.00	-0.00
			12	-3160.62	0.00	-0.00
		3.400	11	-2842.39	0.00	0.00
			12	-3160.62	0.00	0.00
3		0.000	11	1352.64	-0.00	-0.00
			12	1034.41	-0.00	-0.00
		3.400	11	1352.64	-0.00	-0.00
			12	1034.41	-0.00	-0.00
4		0.000	11	-3212.39	0.00	0.00
			12	-3489.26	0.00	0.00
		3.400	11	-3212.39	0.00	0.00
			12	-3489.26	0.00	0.00
8	3	0.000	11	-1080.27	0.00	-0.00
			12	-1089.90	0.00	-0.00
		6.896	11	-1080.27	0.00	0.00
			12	-1089.90	0.00	0.00
81		0.000	11	915.66	0.00	0.00
			12	906.03	0.00	0.00
		6.896	11	915.66	0.00	0.00
			12	906.03	0.00	0.00



## Bijlage F.3 Uitkomsten ESA Prima Win aanpendelende constructie.

staaf	doorsn.	dx [m]	combi	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	1	0.000	6	-581.58	-0.00	0.00
			9	-734.31	-0.00	-0.00
		3.400	6	-581.58	-0.00	-0.00
			9	-734.31	-0.00	-0.00
2		0.000	6	-944.06	0.00	0.00
			9	-1273.86	0.00	0.00
		3.400	6	-944.06	0.00	0.00
			9	-1273.86	0.00	0.00
3		0.000	6	-944.06	-0.00	0.00
			9	-1273.86	-0.00	-0.00
		3.400	6	-944.06	-0.00	-0.00
			9	-1273.86	-0.00	-0.00
4		0.000	6	-581.58	0.00	0.00
			9	-734.31	0.00	0.00
		3.400	6	-581.58	0.00	0.00
			9	-734.31	0.00	0.00

## Bijlage F.4 ESA Prima Win uitkomsten uitbuiging aan de top.



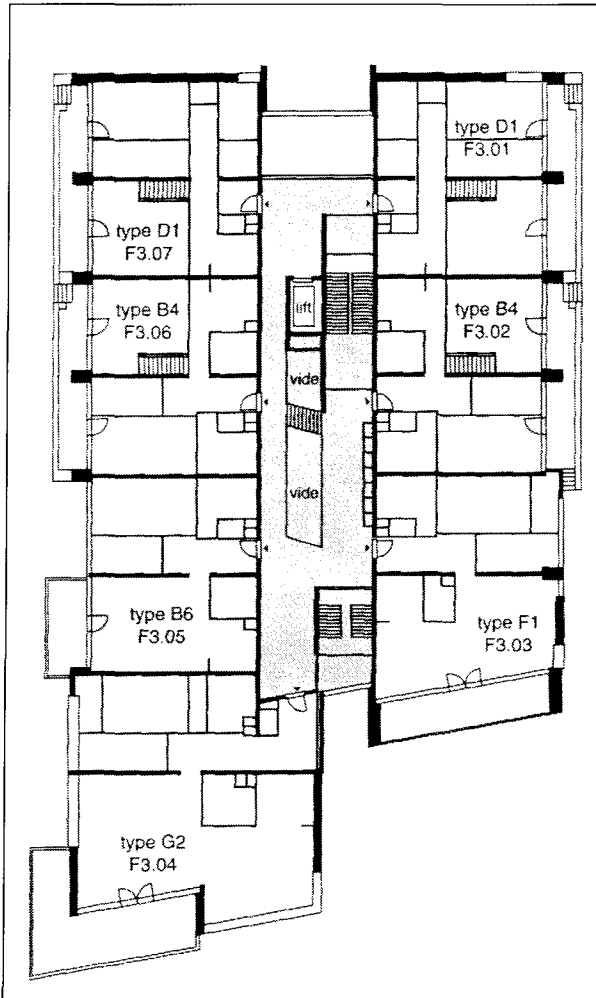
knoop	combi	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
41	6	87.84	2.37	17.14
42		87.47	-14.27	-11.59
43		86.96	1.62	16.97
44		86.96	-14.00	-11.76

**Bijlage F.5      Uitkomsten ESA Prima Win kolom bij brand.**

staaf	doorsn.	dx [m]	combi	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
9	1	0.000	7	-476.95	-0.00	0.00
		3.400	7	-476.95	-0.00	-0.00
10		0.000	7	-1031.44	0.00	-0.00
		3.400	7	-1031.44	0.00	0.00
11		0.000	7	-487.11	-0.00	0.00
		3.400	7	-487.11	-0.00	-0.00
12		0.000	7	-907.04	0.00	-0.00
		3.400	7	-907.04	0.00	0.00

## Bijlage G.1 Gewichtberekening

## Bepaling gewicht constructie per bouwlaag 'De Markies'



Eigenschappen:

Vloeren beton 200 mm dik, gewicht  $20 \text{ kN/m}^3$ .  
 Wanden beton 200 mm dik, gewicht  $24 \text{ kN/m}^3$ .

Het vloeroppervlak wordt vereenvoudigd tot een rechthoek van 28 bij 35 meter. Verder wordt er gerekend met aan beide zijde van de middenzone 8 woningscheidende wanden, en 2 wanden scheidingswanden tussen de middenzone en de woningen. De hoogte van de wanden is 3,4 meter. De woningscheidende wanden hebben een lengte van 10 meter, de wand tussen de woningen en de middenzone heeft een lengte van 35 meter.

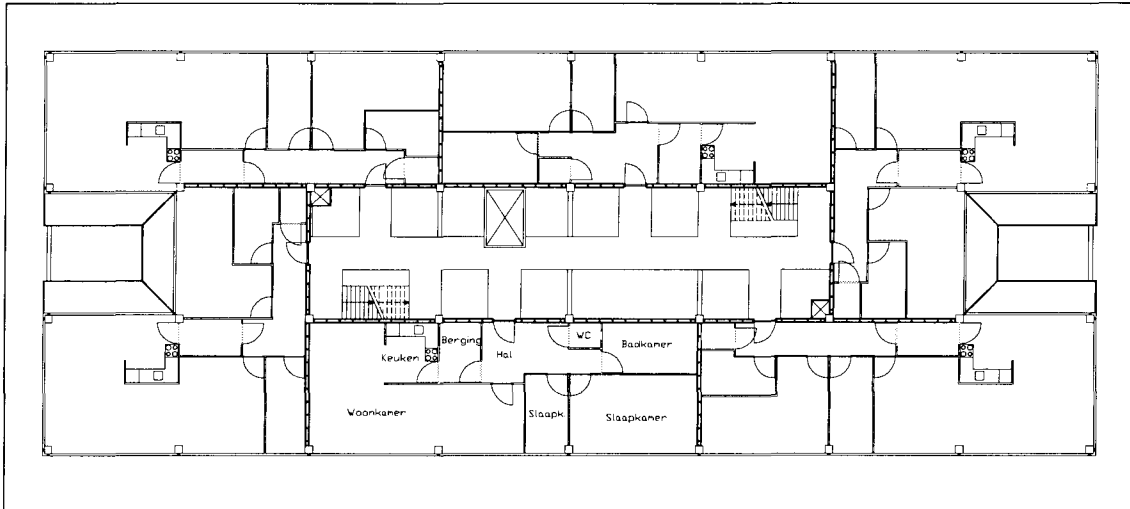
Afmetingen:

Vloer:	$28 \cdot 35 \cdot 0,2 =$	$196 \text{ m}^3$ .
Wanden:	$16 \cdot 10 \cdot 3,4 \cdot 0,2 =$	$108,8 \text{ m}^3$ .
	$2 \cdot 35 \cdot 3,4 \cdot 0,2 =$	$47,6 \text{ m}^3$ .

Gewicht:

Vloer:	$196 \cdot 20 =$	$3920 \text{ kN}$ .
Wanden:	$(108,8 + 47,6) \cdot 24 =$	$3753,6 \text{ kN}$ .
Totaal per verdieping:		<b><math>7673,6 \text{ kN}</math></b> .

### Bepaling gewicht constructie per bouwlaag van de houtconstructie.



#### Eigenschappen:

Vloeren LIGANTUR REI90 (0,67 kN/m<sup>2</sup>) + Dekvloer Fermacell (0,34 kN/m<sup>2</sup>) + Plafond Fermacell (0,27 kN/m<sup>2</sup>).

Wanden Fermacell, gewicht 0,66 kN/m<sup>2</sup>.

Kolommen: 16 stuks van 440 bij 440 mm. (4,1 kN/m<sup>3</sup>).

20 stuks van 300 bij 300 mm. (4,1 kN/m<sup>3</sup>).

Liggers: 59 stuks van 500 bij 200 mm. (4,1 kN/m<sup>3</sup>).

Het vloeroppervlak wordt vereenvoudigd tot een rechthoek van 18 bij 48 meter.

Voor de woningscheidende wanden en de wanden tussen de woningen en middenzone zijn er 16 wanden van 6,0 bij 3,4 meter aanwezig in de plattegrond.

De lengte van de kolommen is 3,4 meter, en de lengte van de liggers is 6,0 meter.

#### Afmetingen:

Vloer:	$18 \cdot 48 =$	864 m <sup>2</sup> .
Wanden:	$16 \cdot 6,0 \cdot 3,4 =$	326,4 m <sup>2</sup> .
Kolommen:	$16 \cdot 0,44 \cdot 0,44 \cdot 3,4 =$	10,5 m <sup>3</sup> .
	$20 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3,4 =$	6,1 m <sup>3</sup> .
Ligger:	$59 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 6,0 =$	35,4 m <sup>3</sup> .

#### Gewicht:

Vloer:	$864 \cdot (0,67 + 0,34 + 0,27) =$	1105,9 kN.
Wanden:	$326,4 \cdot 0,66 =$	215,4 kN.
Kolommen:	$(10,5 + 6,1) \cdot 4,1 =$	68,1 kN.
Ligger:	$35,4 \cdot 4,1 =$	145,1 kN
Totaal per verdieping:		<b>1534,5 kN</b>

