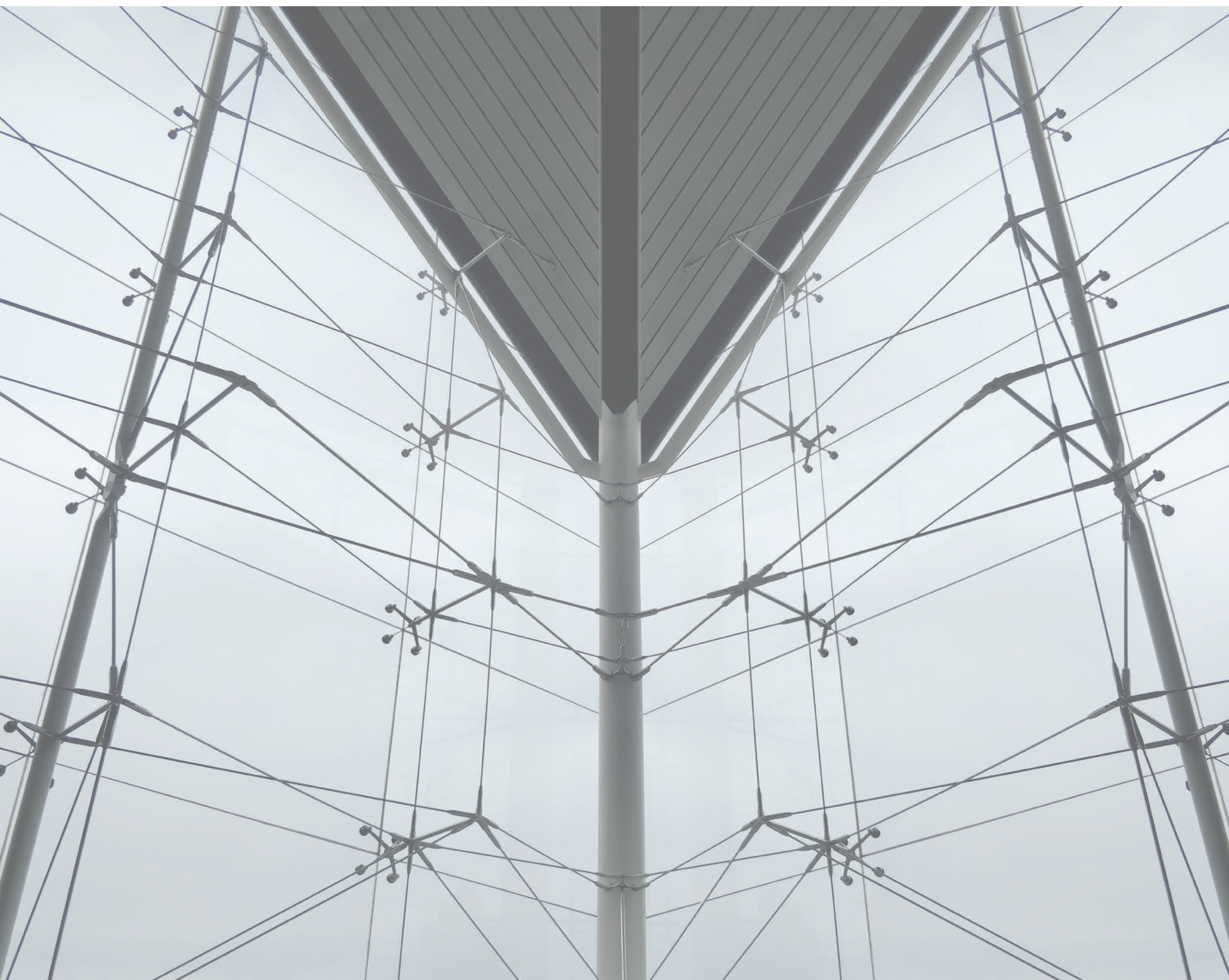




**ADVIESBUREAU
TIELEMANS**

BOUWCONSTRUCTIES B.V.



RISE te Rotterdam

MM20029
15-09-2023

Uitgangspunten en robuustheid Weenablok
Document_DO-W003



Document MM20029_Document_DO-W003
Project RISE te Rotterdam

Uitgangspunten en robuustheid Weenablok

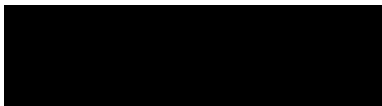
Opdrachtgever Hofplein Ontwikkel BV

Datum 15-09-2023

Revisie 0 |

Projectverantwoordelijke

Opgesteld door



Inhoudsopgave

1	Algemeen	6
1.1	Inleiding	6
1.2	Locatie	6
1.3	Faseringen	7
1.4	Gebouwbeschrijving	8
2	Algemene uitgangspunten	9
2.1	Van toepassing zijnde voorschriften	9
2.2	Veiligheidsklasse en referentieperiode	9
2.3	Belastingcombinaties	10
2.3.1	Tabel NB.3 – A1.2(A) — Rekenwaarden van belastingen (EQU) (groep A)	10
2.3.2	Tabel NB.5 – A1.2(B) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep B)	10
2.3.3	Tabel NB.7 – A1.3 — Rekenwaarden van buitengewone belastingen	10
2.4	Materialen	11
2.4.1	Beton	11
2.4.2	Wapeningsstaal	11
2.4.3	Constructiestaal	11
2.4.4	Constructiehout	11
3	Belastingen	13
3.1	Dakbelastingen	13
3.2	Vloerbelastingen	13
3.3	Gevelgewichten	14
3.4	Belastingoverzichten	14
3.5	Gebouwgewicht	15
3.5.1	Weenablok	15
3.6	Scheefstand	16
3.6.1	Weenablok	16
3.7	Belastingen uit grondwater	17
3.8	Grondgewicht	18
3.9	Negatieve kleeft op kelderwanden	19
3.10	Windbelastingen	20
3.10.1	Stuwdruk Weenablok	21
3.10.2	Omhullend aan te houden stuwdruk op hoog en laagbouw:	22
3.11	Sneeuwbelastingen	27
4	Brandwerendheid	28
4.1	Algemeen	28

4.2	Eisen geldend voor het project.....	28
4.3	Hoofddraagconstructie bij brand	28
4.4	Specifieke detaillering ten aanzien van houten onderdelen	29
5	Constructieomschrijving	30
5.1	Verticale draagstructuur Weenablok	30
5.2	Stabiliteitsprincipe	33
5.2.1	Algemeen.....	33
5.3	Fundering en Paalsysteem	33
5.4	Ontwerpdiktes en sterkteklassen	34
5.4.1	Vloeren	34
5.4.2	Wanden	34
5.4.3	Kolommen.....	34
6	Dilatatie tussen fase 1 en 2	35
7	Robuustheid	36
7.1	Inleiding	36
7.2	Strategie voor het maken van een robuust ontwerp.	37
8	Rekenmethoden, software en resultaten	39
8.1	Software	39
8.2	Controle vloeren	40
8.2.1	Noot met betrekking tot brand	40
8.2.2	Dakvloer.....	42
8.2.3	Dakvloer 2 ^e draagweg – middensteunpunt valt weg	48
8.2.4	Dakvloer 2 ^e draagweg – eindsteunpunt valt weg	52
8.2.5	Verdiepingsvloer	56
8.2.6	Verdiepingsvloer 2 ^e draagweg – middensteunpunt vervalt	62
8.2.7	Verdiepingsvloer 2 ^e draagweg – eindsteunpunt vervalt	66
8.3	Controle liggers	70

Documentversies

Revisie 0 (15-09-2023)

Eerste uitgave

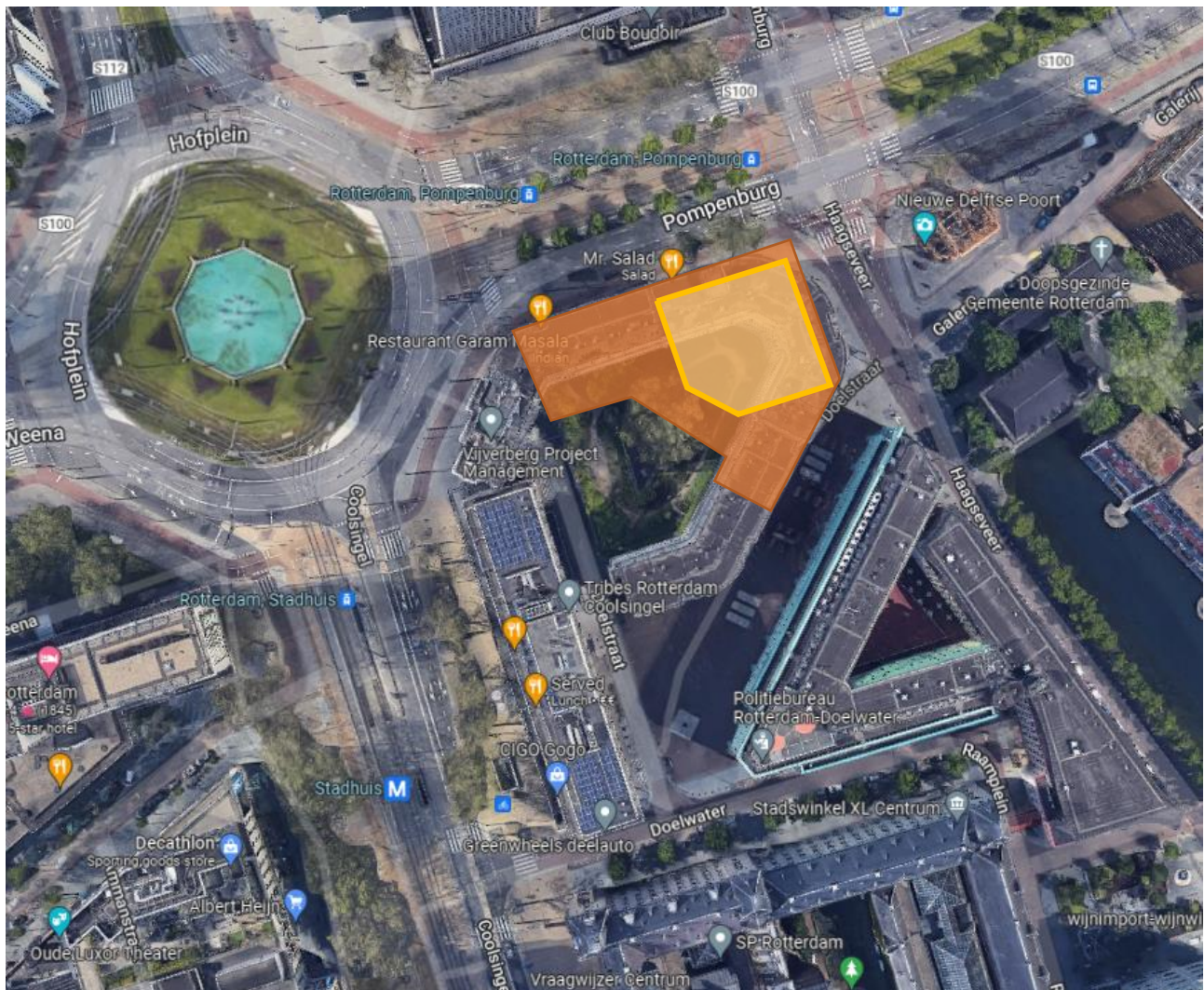
1 Algemeen

1.1 Inleiding

Dit document behandelt de uitgangspunten en aannames van het Weenablok in het RISE project. De Weenatoren wordt behandeld in het document *Document_DO-W001*. De gedachtegang met betrekking tot het ontwerpen van de hoofddraagconstructie, de stabiliteit, de onderlinge samenhang tussen de verschillende onderdelen en toegepaste materialen worden uiteengezet.

1.2 Locatie

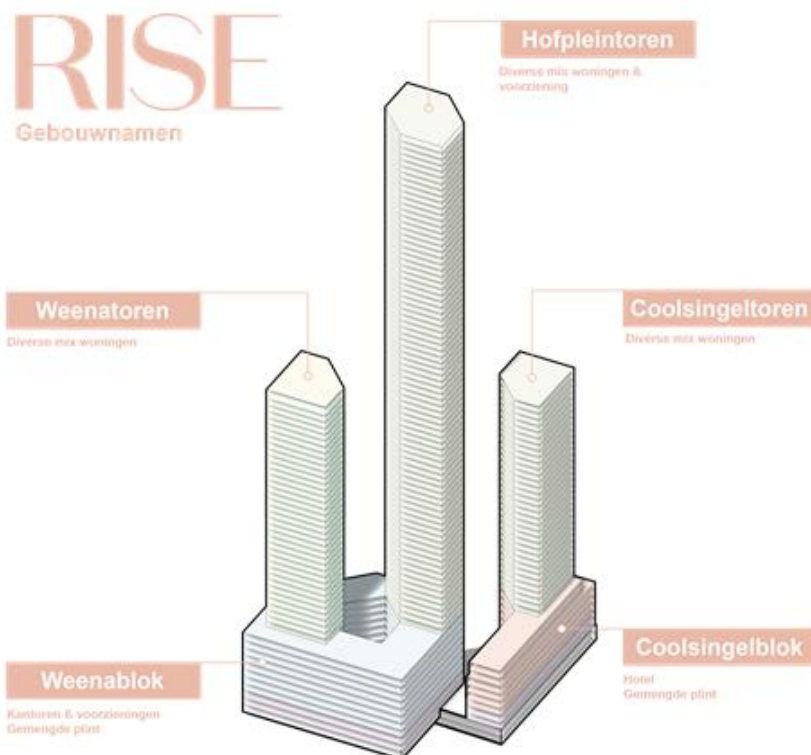
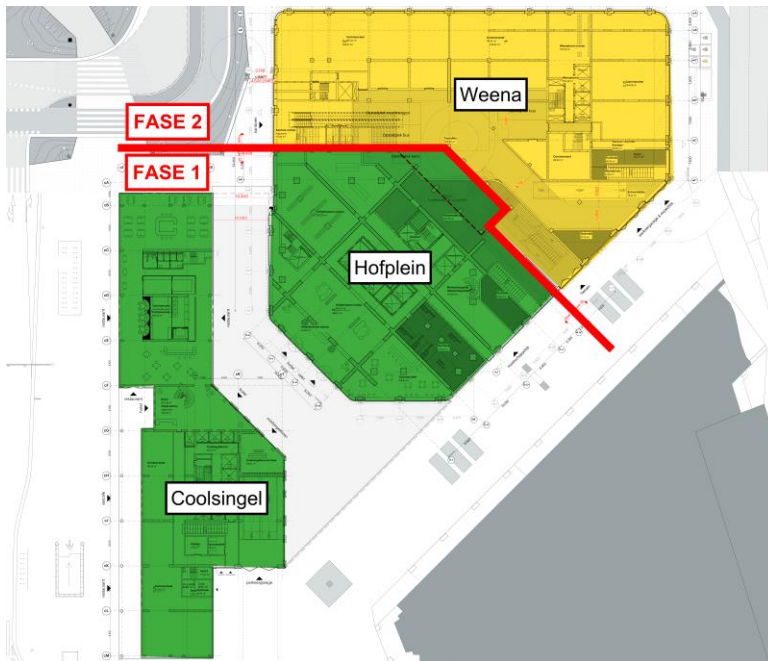
De geplande nieuwbouwlocatie bevindt zich in de Gemeente Rotterdam, op het kruispunt van de Coolsingel en Pompenburg.



Figuur 1-1 Situatie met gebouwcontour Weenablok (oranje) en Weenatoren (geel).

1.3 Faseringen

De Weena toren en het Weenablok zijn onderdeel van het RISE project. Het Weenablok is onderdeel van fase 2. Fase 1 en 2 zijn zo veel als mogelijk ontkoppeld. Zie ook hiervoor ook uitgangspunten Weena gebouw (document DO-W001).

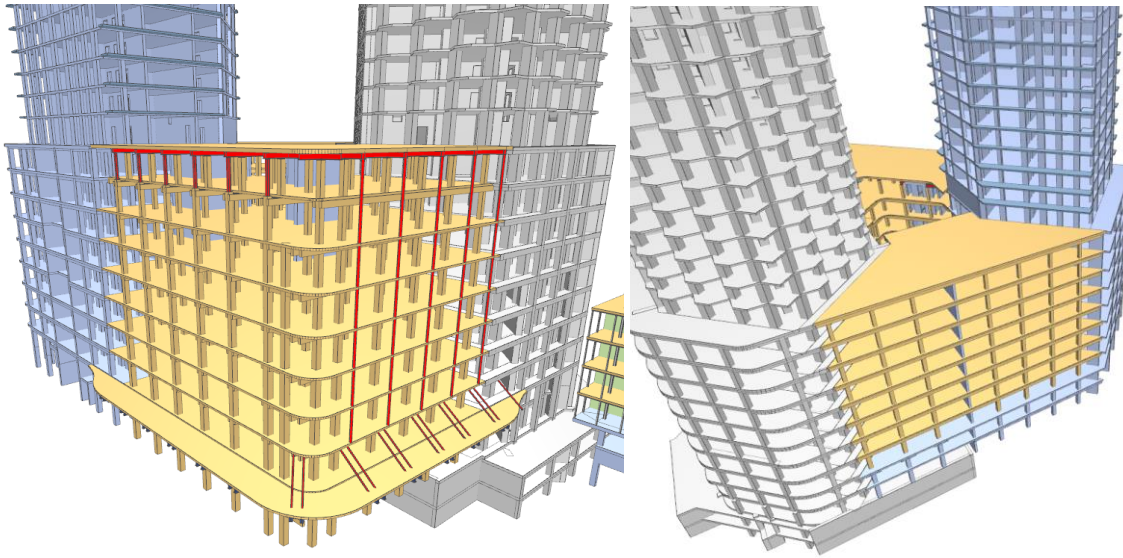


Figuur 1-2 Overzicht van deelprojecten RISE-project en de projectfasering.

1.4 Gebouwbeschrijving

Het gebouw bestaat uit een 10 aantal bouwlagen. Waarvan 1 ondergronds. Deze ondergrondse verdieping bestaat uit een parkeervoorziening / opslagruimte. De begane grondvloer heeft een commerciële functie. De overige verdiepingen zijn kantoorverdiepingen.

Aan de voorzijde is het Weenblok uitgevoerd in hout vanaf de begane grondvloer. Aan de achterzijde vanaf de tweede verdiepingvloer.



Figuur 1-3 Weenablok voorzijde (links), Weenablok achterzijde (rechts)

2 Algemene uitgangspunten

2.1 Van toepassing zijnde voorschriften

Bouwbesluit 2012

NEN-EN 1990:	Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991:	Belastingen op constructies
NEN-EN 1992:	Ontwerp en berekening van betonconstructies
NEN-EN 1993:	Ontwerp en berekening van staalconstructies
NEN-EN 1994:	Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies
NEN-EN 1995:	Ontwerp en berekening van houtconstructies
NEN-EN 1996:	Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk
NEN-EN 1997:	Geotechnisch ontwerp

2.2 Veiligheidsklasse en referentieperiode

Gebruiksfunctie:	Categorie A: Woonfunctie
	Categorie B: Kantoorfunctie
	Categorie C: Bijeenkomstfunctie
	Categorie E: Opslag functie, techniekruimten
	Categorie F: Parkeerfunctie
	Categorie H: Daken
Gevolgklasse:	CC3
Ontwerplevensduur:	50 jaar

2.3 Belastingcombinaties

2.3.1 Tabel NB.3 – A1.2(A) — Rekenwaarden van belastingen (EQU) (groep A)

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

2.3.2 Tabel NB.5 – A1.2(B) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep B)

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
(Vgl. 6.10a)	$1,49 G_{k,j,sup}^a$	$0,9 G_{k,j,inf}$		$1,65 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
(Vgl. 6.10b)	$1,32 G_{k,j,sup}^b$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,65 Q_{k,1}$		$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
^a Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met $1,32 G_{k,j,sup}$.					
^b Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.					

Het onderscheid tussen gunstig en ongunstig werkende blijvende belasting hoeft bij STR/GEO alleen te worden gemaakt voor het totaal van alle belasting van een soort, zoals eigengewicht.

2.3.3 Tabel NB.7 – A1.3 — Rekenwaarden van buitengewone belastingen

Ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende buitengewone of aardbevingsbelasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
Buitengewoon (Vgl. 6.11a/b)	$1,00 \cdot G_{k,j,sup}^a$	$1,00 \cdot G_{k,j,inf}$	$1,00 \cdot A_d$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}^a$	$\psi_{2,i} Q_{k,i} (i > 1)$
^a Uitsluitend voor wind in combinatie met brand bij het beoordelen van disproportionele schade volgens NEN-EN 1991-1-7; voor overige gevallen $\psi_{2,1}$.					

2.4 Materialen

Eigenschappen als beschreven in paragrafen hieronder, tenzij anders op tekeningen of in berekeningen vermeld.

2.4.1 Beton

Specifieke dikten, sterkte- en milieuklassen worden per onderdeel benoemd.

Algemeen voor beton wordt aangehouden:

Soortelijk gewicht:	25 kN/m ³	
E-modulus gescheurd:	alle klassen	9000 N/mm ²
E-modulus ongescheurd:	C30/37	32800 N/mm ²
	C35/45	32800 N/mm ²
	C40/50	32800 N/mm ²
	C50/60	37300 N/mm ²
	C60/70	39100 N/mm ²

2.4.2 Wapeningsstaal

Wapening	losse staven	B500 B
	wapeningsnetten	B500 A
Soortelijk gewicht:	78,5 kN/m ³	
E-modulus:	2,0 10 ⁵ N/mm ²	

2.4.3 Constructiestaal

Walsprofielen	S235JRG2 / S355J2G3
Buisprofielen	S355J2H
Soortelijk gewicht:	78,5 kN/m ³
E-modulus:	2,1 10 ⁵ N/mm ²

Tenzij anders op tekeningen of in berekeningen vermeld.

2.4.4 Constructiehout**Zaaghout**

Kwaliteit:	C24
Soortelijk gewicht:	5,0 kN/m ³
E-modulus:	11000 N/mm ²

Gelamineerd hout

Kwaliteit:	GL24h
Soortelijk gewicht:	5,5 kN/m ³
E-modulus:	11500 N/mm ²

CLT

Kwaliteit:	C24
Soortelijk gewicht:	5,5 kN/m ³
E-modulus:	11000 N/mm ²

3 Belastingen

3.1 Dakbelastingen

Daktuin

Categorie C5: Ruimten waar zich grote mensenmassa's kunnen bevinden

Eigengewicht	$0,32 \times 5,50 =$	1,76	
Daktuin	$1,00 \times 20,00 =$	20,00	
Isolatie en dakbedekking	$0,05 + 0,15 =$	0,20	
Plafond, leidingen etc	$0,50 =$	0,50	
Extra		0,04	
		+ -----	
Totaal blijvende belasting		22,50	kN/m ²
Opgelegde belasting	$5,00 =$	5,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting		7,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,70$	$\psi_2 = 0,60$

3.2 Vloerbelastingen

Verdiepingsvloer

Categorie B: Kantoorfunctie

Eigengewicht	$0,20 \times 5,50 =$	1,10	
Afwerking	$0,07 \times 20,00 =$	1,40	
Plafond, leidingen etc	$0,50 =$	0,50	
Extra	$0,10 =$	0,10	
		+ -----	
Totaal blijvende belasting		3,10	kN/m ²
Opgelegde belasting inclusief scheidingswanden	$0,50 + 2,50 =$	3,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting		3,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,50$	$\psi_1 = 0,50$	$\psi_2 = 0,30$

Restaurant

Categorie C2: Ruimten met vaste zitplaatsen

Eigengewicht	$0,24 \times 5,50 =$	1,32	
Afwerking	$0,10 \times 20,00 =$	2,00	
Plafond, leidingen etc	$0,50 =$	0,50	
Extra	$0,18 =$	0,18	
		+ -----	
Totaal blijvende belasting		4,00	kN/m ²
Opgelegde belasting	$4,00 =$	4,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting		7,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,70$	$\psi_2 = 0,60$

Ten behoeve van de akoestische en geluidsisolerende prestatie-eisen is extra massa meegenomen in de afwerking. De exact benodigde massa van het vloerpakket dient in de vervolgfase vastgesteld te worden door de bouwfysisch adviseur.

Verdiepingsvloer kantoor d = 300

Categorie B: Kantoorfunctie

Eigengewicht		$0,30 \times 25,00 =$	7,50	
Afwerking		$0,07 \times 20,00 =$	1,40	
Plafond, leidingen etc		$0,50 =$	0,50	
Extra			0,00	
			$+ \text{-----}$	
Totaal blijvende belasting			9,40	kN/m ²
Opgelegde belasting inclusief scheidingswanden		$4,00 =$	4,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting			3,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,50$	$\psi_1 = 0,50$	$\psi_2 = 0,30$	

Expeditevvloer d = 400

 Categorie F: Verkeersfunctie, met voertuiggewicht ≤ 25 kN

Eigengewicht		$0,40 \times 25,00 =$	10,00	
Afwerking		$0,15 \times 20,00 =$	3,00	
Isolatie en dakbedekking		$0,05 + 0,15 =$	0,20	
Plafond, leidingen etc		$0,50 =$	0,50	
Extra			0,00	
			$+ \text{-----}$	
Totaal blijvende belasting			13,70	kN/m ²
Opgelegde belasting		$15,00 =$	15,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting			10,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,70$	$\psi_1 = 0,70$	$\psi_2 = 0,60$	

Keldervloer

 Categorie F: Verkeersfunctie, met voertuiggewicht ≤ 25 kN

Eigengewicht		$0,50 \times 25,00 =$	12,50	
Extra			0,00	
			$+ \text{-----}$	
Totaal blijvende belasting			12,50	kN/m ²
Opgelegde belasting		$3,00 =$	3,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting			10,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,70$	$\psi_1 = 0,70$	$\psi_2 = 0,60$	

3.3 Gevelgewichten
Gevel

Permanent

Eigengewicht		$1,50 =$	1,50	
Extra			0,00	
			$+ \text{-----}$	
Totaal blijvende belasting			1,50	kN/m ²

3.4 Belastingoverzichten

De opgelegde belastingen zijn grafisch weergegeven in de belastingplattegronden, welke zijn opgenomen in de volgende documenten:

- MM20029_Tekening_DO-PG0501_Belastingen (verdieping -1)
- MM20029_Tekening_DO-PG0502_Belastingen (verdieping 0)
- MM20029_Tekening_DO-WT0500_Belastingen (verdieping 1 t/m 9)
- MM20029_Tekening_DO-WT0501_Belastingen (verdieping 10 t/m 46)

3.5 Gebouwgewicht

Een indicatie van de gebouwgewichten is weergegeven in de volgende paragrafen.

3.5.1 Weenablok

Weenablok

	$G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k$	pb	vb
L10 - Daktuin	$925+538 \times (22,50 + 0,40 \times 5,00) =$	32918 +	2926
L3 t/m L9 - Verdiepingsvloer kantoor	$7 \times (925+538) \times (3,10 + 0,50 \times 3,00) =$	31747 +	15362
L2 - Restaurant / Commerciëel	$255 \times (4,00 + 0,40 \times 5,00) =$	1020 +	510
L2 - Verdiepingsvloer kantoor d = 300	$1225 \times (9,40 + 0,50 \times 4,00) =$	11515 +	2450
L2 - Verdiepingsvloer kantoor	$170 \times (3,10 + 0,50 \times 3,00) =$	527 +	255
L2 - Luifel	$262 \times (3,00 + 0,50 \times 3,00) =$	786 +	393
L1 - Restaurant / Commerciëel	$255 \times (4,00 + 0,40 \times 5,00) =$	1020 +	510
L1 - Verdiepingsvloer commercieel d = 300	$1225 \times (9,40 + 0,40 \times 5,00) =$	11515 +	2450
L1 - Verdiepingsvloer kantoor	$170 \times (3,10 + 0,50 \times 3,00) =$	527 +	255
L0 - Verdiepingsvloer commercieel d = 300	$715+281 \times (9,40 + 1,00 \times 5,00) =$	9362 +	4980 extr
L0 - Expeditievloer d = 400	$712 \times (13,70 + 1,00 \times 15,00) =$	9754 +	10680 extr
B1 - Kelder vloer parkeren d = 270	$886 \times (7,30 + 0,70 \times 3,00) =$	6468 +	1861
B1 - Kelder techniek	$267 \times (7,30 + 0,80 \times 10,00) =$	1949 +	2136
Gevel	$10 \times 3,70 \times 100 \times (1,50 + 0,00 \times 0,00) =$	5550 +	0
Gelamineerde ligger 260x550	$(10 \times 14 \times 28,0 + 8 \times 10 \times 25,0) \times (0,79 + 0,00 \times 0,00) =$	4656 +	0
Gelamineerde kolom 640x640	$10 \times 3,70 \times 59 \times (2,25 + 0,00 \times 0,00) =$	4918 +	0
Betonwand 300mm	$10 \times 3,7 \times (7,20+9,00+4 \times 7,20) \times (7,50 + 0,00 \times 0,00) =$	12488 +	0
Wandligger 600mm	$11,20 \times 3,70 \times (15,00 + 0,00 \times 0,00) =$	622 +	0
L6 t/m L9 Kolomkop 2500x2500mm ²	$2 \times 29 \times (2,5 \times 2,5 - 0,5 \times 0,5) \times 0,25 \times (25,00 + 0,00 \times 0,00) =$	2175 +	0
L1 t/m L10 Betonbalk 650x650mm ²	$2 \times 40,0 \times (5,69 + 0,00 \times 0,00) =$	455 +	0
Kelderwand 450mm	$3,50 \times 156 \times (11,25 + 0,00 \times 0,00) =$	6143 +	0
Poer 3,60x3,60x2,00m ³	$8 \times 3,6 \times 3,6 \times 2,0 \times (25,00 + 0,00 \times 0,00) =$	5184 +	0
Poer kern	$2,0 \times 95 \times (25,00 + 0,00 \times 0,00) =$	4750 +	0
		+ ----- + -----	
	Totaal	166048 +	44767 kN

Frequent = 37958 kN Quasi blijvend = 31813 kN Momentaan = 36439 kN Extreem = 44767 kN

Belastingen uiterste grenstoestand, CC3-Nieuwbouw

$$F_{Ed} = 1,49 \times 166047,8 + 1,65 \times 36439,1 = 306706 \text{ kN (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)}$$

$$= 1,32 \times 166047,8 + 1,65 \times 44767,1 = 293323 \text{ kN (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)}$$

3.5.1.1 Indicatie benodigde palen uit gewicht

Uitgaande van een benutting van de palen van 6000 kN, is het benodigd aantal palen circa $306706 / 6000 = 51$.

3.6 Scheefstand

3.6.1 Weenablock

$$\begin{aligned}
 \text{scheefstand } \theta_i &= \theta_0 \times \alpha_h \times \alpha_m \\
 &= 1/300 \times 2/3 \times 0,866 = 0,00192 \\
 &= 1/519
 \end{aligned}$$

waarin,

$$\begin{aligned}
 \text{reductiefactor hoogte } \alpha_h &= 2 / \sqrt{H}; \quad 2/3 \leq \alpha_h \leq 1 \\
 &= \min(\max(2 / \sqrt{(37,90)} = 0,32; 2/3); 1) \\
 &= 2/3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{reductiefactor aantal elementen } \alpha_m &= \sqrt{(0,5 \times (1 + 1/m))} \\
 &= \sqrt{(0,5 \times (1 + 1/2))} = 0,866 \\
 m &= 1 \text{ kern en } 1 \text{ wanden per hoofdrichting}
 \end{aligned}$$

De scheefstand wordt door middel van horizontale belasting per verdieping meegenomen.

F-last laagbouw

	$G_{rep} + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_{rep}$	pb	vb
Gebouwgewicht	$(1 / 520) / 11 \times (166048 + 1,00 \times 44767) =$	29,03 +	7,83
		+ ----- + -----	
	Totaal	29,03 +	7,83 kN
Frequent = 0,00 kN	Quasi blijvend = 0,00 kN	Momentaan = 0,00 kN	Extreem = 15,65 kN

Belasting uiterste grenstoestand

$$F_{Ed} = 1,49 \times 29,03 + 1,65 \times 0,00 = 43,11 \text{ kN (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)}$$

$$= 1,32 \times 29,03 + 1,65 \times 7,83 = 51,28 \text{ kN (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)}$$

$$F_{Ek} = 51,28 / 1,32 = 38,80 \text{ kN}$$

Belasting uit scheefstand wordt in het 3D-model meegenomen door vlaklasten op de vloerschijven aan te brengen in x- en y-richting. Het effect van de variabele belasting wordt gecombineerd met die van de permanente belasting, door met de factoren van de UGTb-situatie terug te rekenen (dit is conservatief voor de UGTa-situatie):

$$\begin{aligned}
 F_{rep} &= F_{PB} + \psi_0 \times 1,65 / 1,32 \times F_{VB} \\
 &\approx F_{PB} + 0,4 \times 1,65 / 1,32 \times F_{VB} \\
 &\approx F_{PB} + 0,5 \times F_{VB}
 \end{aligned}$$

De scheefstand geeft een moment op de fundering ter grootte van circa

$$M_{\text{scheefstand}} = 1/2 \times (38,80 / 3,7) \times (7,4 + 37,00)^2 = 10336 \text{ kNm}$$

3.7 Belastingen uit grondwater

De hoogst gemeten waterkolom ter plaatse, is maatgevend voor het bepalen van de belasting uit grondwater. Voor het vaststellen van deze hoogte is tabel 3-1 uit rapport R2000582-04 gebruikt van MOS grondmechanica, zie Figuur 3-2 hieronder.

De hoogst te verwachten waterkolom voor het berekenen van de waterdruk op de kelderdelen, wordt hier aangenomen met een hoogte tot -0,3m +NAP (01-1 (oud)). Dit is volgens hier bovengenoemd rapport gelijk aan 600mm -Peil.

Tabel 3-1: Statistische uitwerking peilbuizen MOS en gemeente in de omgeving van het project

peilbuis	maaiveld [m NAP]	filter		statistische eigenschappen			
		van [m NAP]	tot [m NAP]	HG / HS [m NAP]	GHG / GHS [m NAP]	Gemiddelde [m NAP]	GLG / GLS [m NAP]
01-1 (oud)	+0,0	-4,1	-5,1	-0,3	-1,8	-1,9	-2,3
01-2 (oud)	+0,0	-19,0	-20,0	-0,4	-1,2	-1,3	-1,5
01-2	+0,0	n.b.	n.b.	-1,4	-1,8	-2,5	-2,8
03	+0,7	-2,5	-3,5	-0,6	-1,0	-1,1	-1,3
02	-1,1	-4,2	-5,2	-1,2	-2,1	-2,3	-2,4
L3	-0,9	-4,0	-5,0	-2,7	-2,8	-2,9	-3,0
L4	-1,0	-4,0	-5,0	-2,1	-2,6	-2,9	-3,1
L6	-0,8	-3,8	-4,8	-2,3	-2,4	-3,7	-3,9
920	0,06	-2,96	-5,96	-1,85	o.g.	-2,0	o.g.
18	0,37	-1,43	-2,43	-0,76	-0,9	-1,1	-1,3
31	0,10	-2,44	-3,44	-1,15	-1,4	-1,6	-1,7
9	0,45	-1,97	-2,97	-0,62	-0,8	-1,0	-1,2
32	?	?	?	-0,93	-1,1	-1,3	-1,5

o.g. = onvoldoende gegevens
n.b. = niet bekend
HG / HS = hoogst gemeten grondwaterstand / stijghoogte
GHG / GHS = gemiddeld hoogste grondwaterstand / stijghoogte
GLG / GLS = gemiddeld laagste grondwaterstand / stijghoogte

Figuur 3-1 tabel 3-1, rapportage MOS R2000582-04

3.8 Grondgewicht

Het aan te houden grondgewicht voor (hoofdzakelijk) bepalen van belasting op kelderwanden en grond ke- rende constructies, is bepaald aan de hand van de gegevens in tabel 5-2, uit rapportage MOS R2000582-04, zie Figuur 3-2 hieronder.

Aangehouden gewicht voor veldvochtige grond: $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$

Aangehouden gewicht voor verzadigde grond: $\gamma_{\text{sat}} = 19 \text{ kN/m}^3$

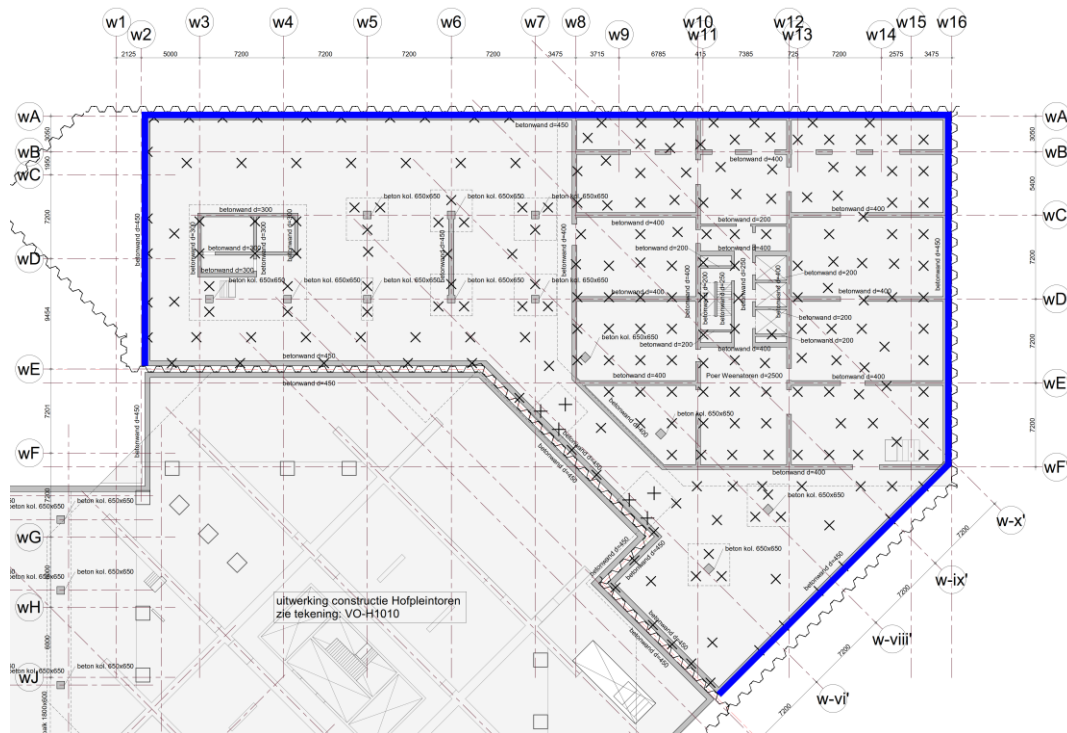
Tabel 5-2: Geschematiseerd grondprofiel voor zettingsberekening s_z

b.k. Laag in m t.o.v. NAP	Grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	a [-]	b [-]	c [-]	c_v [m ² /s]
+0,3	Zand, toplaag	17/19				
-3,0	Klei, humeus	16/18	-	-	-	-
-5,0	Veen	14/14	-	-	-	-
-7,5	Klei, zandig	15,5/15,5	-	-	-	-
-17,0	Zand, vast, Pleistoceen	19/21	0,0005	0,0016	0	gedraineerd

Figuur 3-2 tabel 5-2, rapportage MOS R2000582-04

3.9 Negatieve kleeft op kelderwanden

Volgens rapportage MOS R2000582-04, §4.2, worden de kelderbuitenwanden en buitenzijden belast met een negatieve kleeft belasting uit grond. De grootte van deze belasting is gelijk aan: $q_{nk;E,D} = 60 \text{ kN/m}^2$. In Figuur 3-3 is met blauw aangegeven op welke wanden deze belasting aangrijpt.



Figuur 3-3 Kelderwanden, negatieve kleeft $q_{nk;E,D} = 60 \text{ kN/m}^2$

3.10 Windbelastingen

Windbelastingen zijn bepaald conform NEN-EN 1991-1-4.

Voor bepaling van de windbelasting op de hoog- en de laagbouw, wordt voor elk van de bouwdelen de windbelasting berekend uitgaande van losse gebouwen. Met andere woorden eventuele beschutting door de Hofplein en Weena toren wordt hier genegeerd. Dit is conservatief ten aanzien van de werkelijk optredende windbelastingen.

Welke effecten bestaan ten gevolge van de naast staande gebouwen, wordt door middel van windtunnelproeven nader onderzocht door Peutz, gecontroleerd door TNO. Gunstige of ongunstige effecten op windsnelheden en stuwdrukken volgend uit het onderzoek, worden in verdere uitwerking van het plan meegenomen.

Uitgangspunt is om de gunstige windbelastingsresultaten uit de windtunnelproeven zoals uitgevoerd door Peutz in een latere fase te gebruiken als belasting op de constructie. Hiervoor voert TNO momenteel een 2nd opinion uit op de windtunnelproeven van Peutz en analyseert hoe de resultaten op een juiste manier doorgevoerd mogen worden in de berekeningen.

3.10.1 Stuwdruk Weenablok

Conform bijlage A.4 van de NEN-EN 1991-4 wordt de referentiehoogte voor de stuwdruk op de laagbouw bepaald. De Hofpleintoren wordt hierbij aangehouden als het hoogst nabij gelegen gebouw.

Aangezien de afstand tussen hoogbouw en laagbouw nul bedraagt, is $x = 0$, waardoor de referentiehoogte $z_n = \frac{1}{2} \times r$. De straal r is gelijk aan $2 \times d_{\text{large}}$, omdat $h_{\text{high}} > 2 \times d_{\text{large}}$. De referentiehoogte bedraagt:

$$z_n = \frac{1}{2} \times (2 \times \max(30; 50,9)) = 50,9\text{m}$$

Een hoogte van 50,9m wordt hier aangenomen als bebouwde omgeving. Dit geeft een stuwdruk:

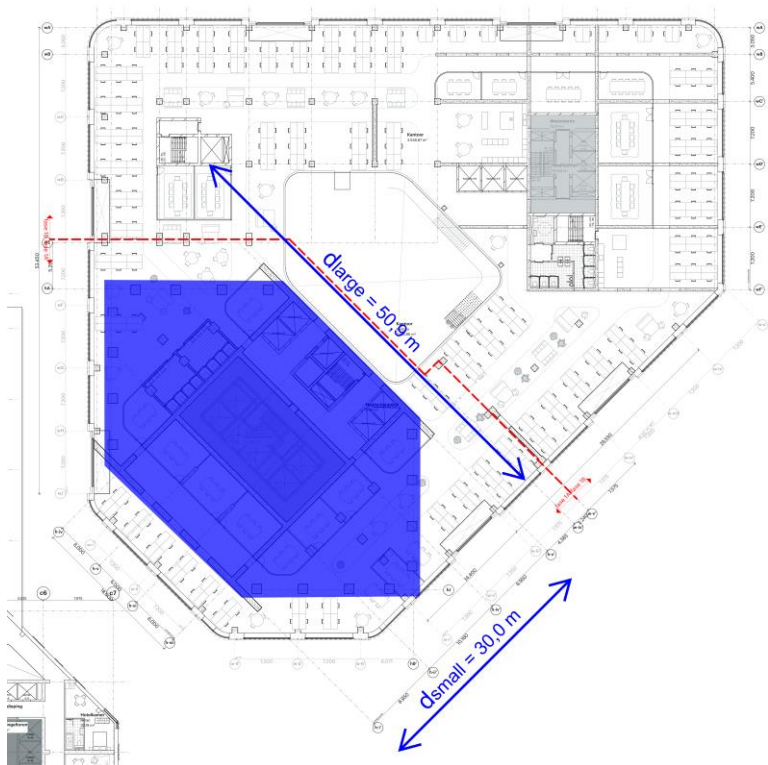
Stuwdruk = 50,90m + maaiveld

Windbelasting

Windgebied II; Bebouwd; hoogte 50,900 boven maaiveld, stuwdruk = 1,22 kN/m²

Momentaanfactor $\psi_0 = 0,00$ $\psi_1 = 0,20$ $\psi_2 = 0,00$

Reductiefactor 1,00



Figuur 3-4 Geometrie ten aanzien van bepaling windbelasting.

3.10.2 Omhullend aan te houden stuwdruk op hoog en laagbouw:

De berekende stuwdruk aan voet van de toren en laagbouw zijn bij benadering gelijk aan elkaar ($P_w = 1,22 \text{ kN/m}^2$). Ter hoogte van de dakrand is de stuwdruk op de toren hoger berekend dan op de laagbouw (bij benadering $P_w = 1,30 \text{ kN/m}^2$).

Omdat de hoogbouw een gedeelde gevel met de laagbouw, wordt op de laagbouw de zelfde stuwdruk aangehouden als op de toren.

3.10.2.1 Windbelasting in x-richting

$$H = 37,90 \text{ m}$$

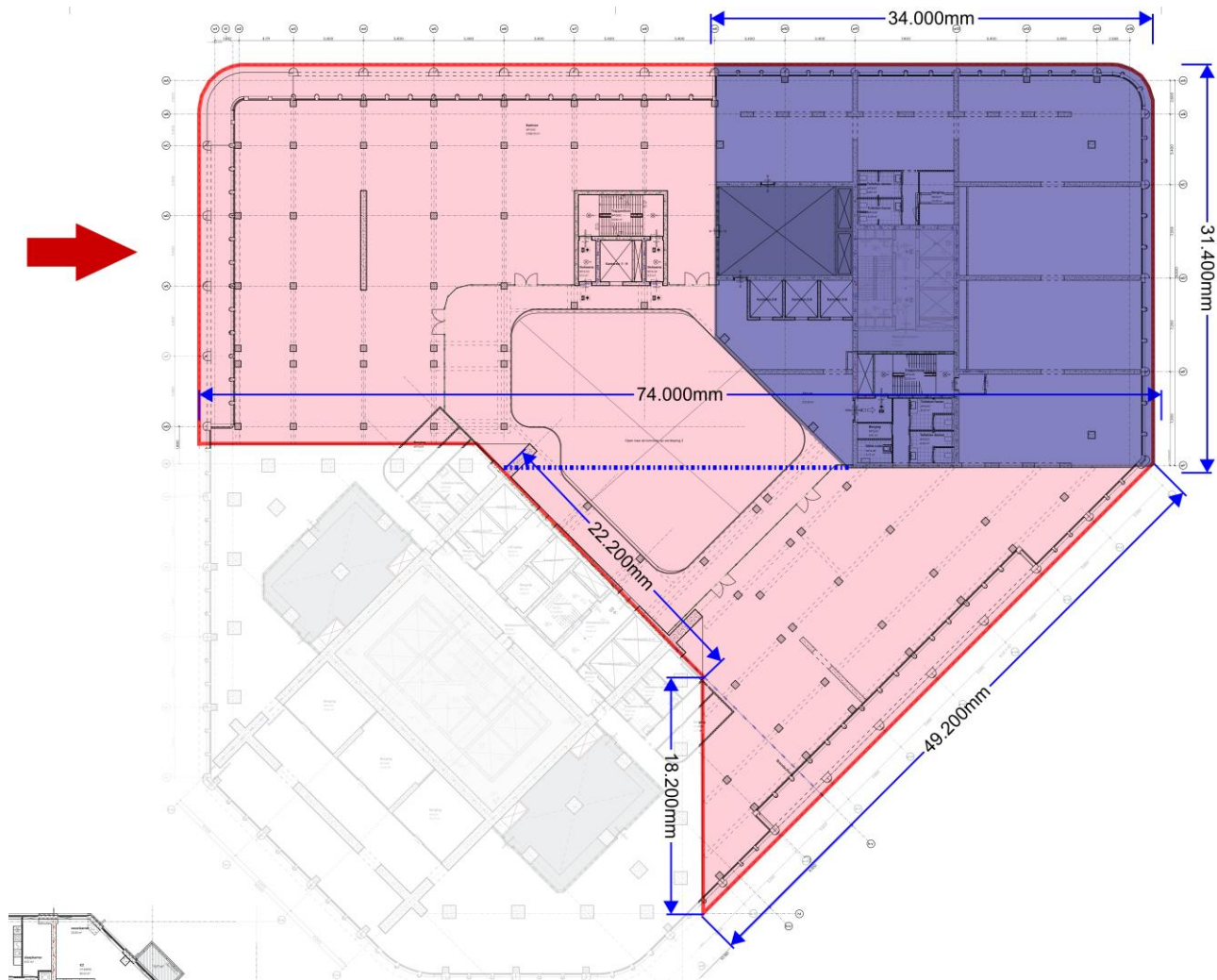
$$D = 72,80 \text{ m}$$

$$H / D = 37,90 / 74,00 = 0,51$$

$$C_{Pe,10,D} = 0,8$$

$$C_{Pe,10,E} = 0,5$$

$$\text{Correlatiefactor} = 0,85$$



Figuur 3-5

Belasting per verdieping 1 t/ m 8 (exclusief het deel dat al bij de toren is meegenomen):

$$\begin{aligned} F_{h,x} &= 1,22 \text{ kN/m}^2 \times 3,7\text{m} \times 0,85 \times \\ &\quad \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \times 22,20\text{m} \times 0,8 + 18,20\text{m} \times 0,8 + \frac{1}{2} \sqrt{2} \times 49,20\text{m} \times 0,5 \right) \\ &= 170,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

Voor de verdiepingen met een andere belastinghoogte dan 3,70m, is de resultante windkracht per verdieping gecorrigeerd naar rato van belastinghoogte, zie volgende tabellen.

Laagbouw wind in x-richting

vloer [n]	niveau tov peil [m]	belasting- hoogte [m]	stuwdruk [kN/m ²]	q-last D [m]	q-last E [kN/m]	F-last [kN]	V [kN]	M [kNm]
-1	-3,500	0,00	0,000	0,000	0,000	0,0	1761,7	39749
0	0,000	1,85	1,219	1,534	0,959	85,4	1761,7	33583
1	3,700	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	1676,3	27381
2	7,400	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	1505,6	21810
3	11,100	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	1334,9	16871
4	14,800	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	1164,2	12563
5	18,500	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	993,5	8887
6	22,200	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	822,8	5842
7	25,900	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	652,1	3429
8	29,600	3,70	1,219	3,068	1,918	170,7	481,4	1648
9	33,300	3,70	1,258	3,165	1,978	176,1	310,7	498
10	37,000	2,75	1,294	2,421	1,513	134,7	134,7	0
dakrand	37,900					1761,7		

3.10.2.2 Windbelasting in y-richting

$$H = 37,90 \text{ m}$$

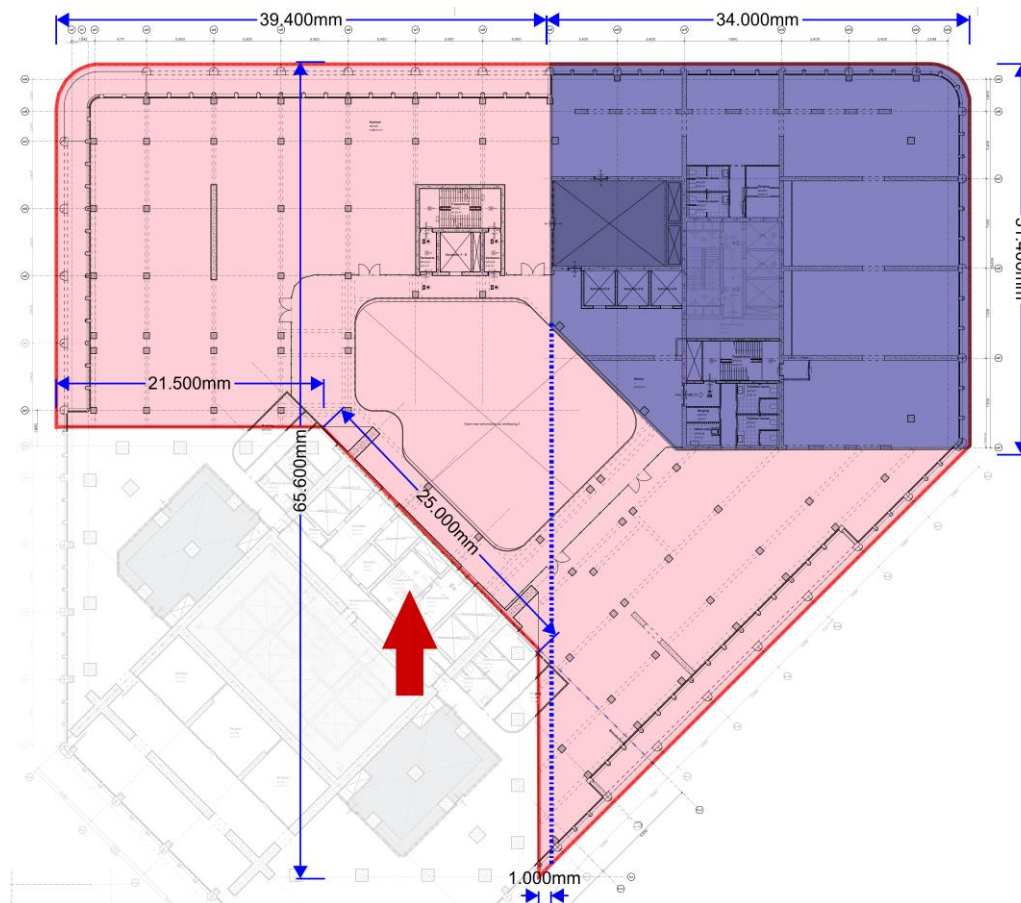
$$D = 51,28 \text{ m}$$

$$H / D = 37,90 / 65,60 = 0,58$$

$$C_{Pe,10,D} = 0,8$$

$$C_{Pe,10,E} = 0,5$$

$$\text{Correlatiefactor} = 0,85$$



Figuur 3-6

Belasting per verdieping 1 t/ m 8 (exclusief het deel dat al bij de toren is meegenomen):

$$\begin{aligned} F_{h,y} &= 1,22 \text{ kN/m}^2 \times 3,7\text{m} \times 0,85 \times \\ &\quad (21,50\text{m} \times 0,8 + \frac{1}{2}\sqrt{2} \times 25,00\text{m} \times 0,8 + 1,00\text{m} \times 0,8 + 39,40\text{m} \times 0,5) \\ &= 198,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

Voor de verdiepingen met een andere belastinghoogte dan 3,70m, is de resultante windkracht per verdieping gecorrigeerd naar rato van belastinghoogte zie volgende tabel.

Laagbouw wind in y-richting

vloer [n]	niveau tov peil [m]	belasting- hoogte [m]	stuwdruk [kN/m ²]	q-last D [m]	q-last E [kN/m]	F-last [kN]	V [kN]	M [kNm]
-1	-3,500	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0	2052,7	46316
0	0,000	1,85	1,219	1,53	0,958	99,5	2052,7	39131
1	3,700	3,70	1,219	3,07	1,917	198,9	1953,3	31904
2	7,400	3,70	1,219	3,07	1,917	198,9	1754,4	25413
3	11,100	3,70	1,219	3,07	1,917	198,9	1555,5	19658
4	14,800	3,70	1,219	3,07	1,917	198,9	1356,6	14638
5	18,500	3,70	1,219	3,07	1,917	198,9	1157,7	10355
6	22,200	3,70	1,219	3,07	1,917	198,9	958,8	6807
7	25,900	3,70	1,219	3,07	1,917	198,9	759,9	3996
8	29,600	3,70	1,219	3,07	1,918	198,9	561,0	1920
9	33,300	3,70	1,258	3,16	1,978	205,1	362,1	581
10	37,000	2,75	1,294	2,42	1,513	156,9	156,9	0
dakrand	37,900					2052,7		

3.11 Sneeuwbelastingen

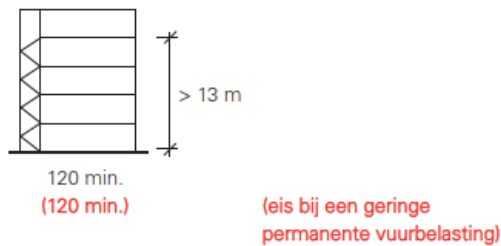
Sneeuwbelastingen worden bepaald conform NEN-EN 1991-1-3.

Voor de platte daken geldt een sneeuwbelasting van 0,56 kN/m².

Eventuele sneeuwophopingen bij opgaande gevels of obstakels worden in vervolgdOCUMENTEN beschouwd.

4 Brandwerendheid

4.1 Algemeen



Figuur 4-1 Eisen aan de hoofddraagconstructie van woongebouwen. Bepalend is de ligging van de vloer van het hoogste verblijfgebied.

4.2 Eisen geldend voor het project

In de rapportage H6985-6-RA-001 van Peutz, van de datum 18-05-2022, zijn de eisen met betrekking tot de brandwerendheid beschreven. De voor de hoofddraagconstructie geldende eisen worden beknopt benoemd.

Voor de sterkte van de hoofddraagconstructie geldt een basisweerstand van 120 minuten, welke voortkomt uit de eis voor de Weenatoren. Zodoende wordt de hoofddraagconstructie getoetst met een brandwerendheid van 120 minuten.

4.3 Hoofddraagconstructie bij brand

Tot de hoofddraagconstructie bij brand worden die onderdelen gerekend waarvan bezwijken aanleiding kan geven tot voortschrijdende instorting.

De navolgende onderdelen maken deel uit van de hoofddraagconstructie bij brand. De staalconstructies die hiervan deel uitmaken dienen dus, 120 minuten brandwerend bekleed te worden. De betonconstructies zullen hierop berekend worden. De houtconstructie wordt berekend op 120 minuten brandwerendheid, behalve de houten wanden, deze worden 120 minuten brandwerend bekleed. Dit betreffen de onderdelen:

- Alle kolommen en dragende wanden.
- Alle vloerbalken.
- Alle vloeren (exclusief de balkons en de vloeren in de trappenhuizen).

Onderdelen van de hoofddraagconstructie die de brandscheidingen dragen of steunen, dienen brandwerend uitgevoerd te worden.

4.4 Specifieke detaillering ten aanzien van houten onderdelen

Constructie-onderdelen waar de brandwerendheid gehaald wordt uit een combinatie van gips en de achterliggende houten constructie, dient conform *NEN-EN 1995-1-2:2005+C2:2009+NB:2011 Hout- Brand – 3.4.3.3 Begin van inbranden (4)* aangetoond te worden.

In het ontwerp van de CLT-onderdelen is uitgegaan van de omhullende van de diverse CLT-leveranciers. De leverancier en dus de bijbehorende ETA van het desbetreffende product is nog onbekend. De opdrachtgever zal ruim voor start van de uitvoering de ETA van de desbetreffende leverancier delen met het bevoegd gezag, waaruit de inbrandsnelheid blijkt.

De CLT-vloeren worden uitgewerkt op basis van PUR-lijm en delaminatie bij brand.

In het ontwerp van de gelamineerde onderdelen is uitgegaan een inbrandsnelheid conform Eurocode.

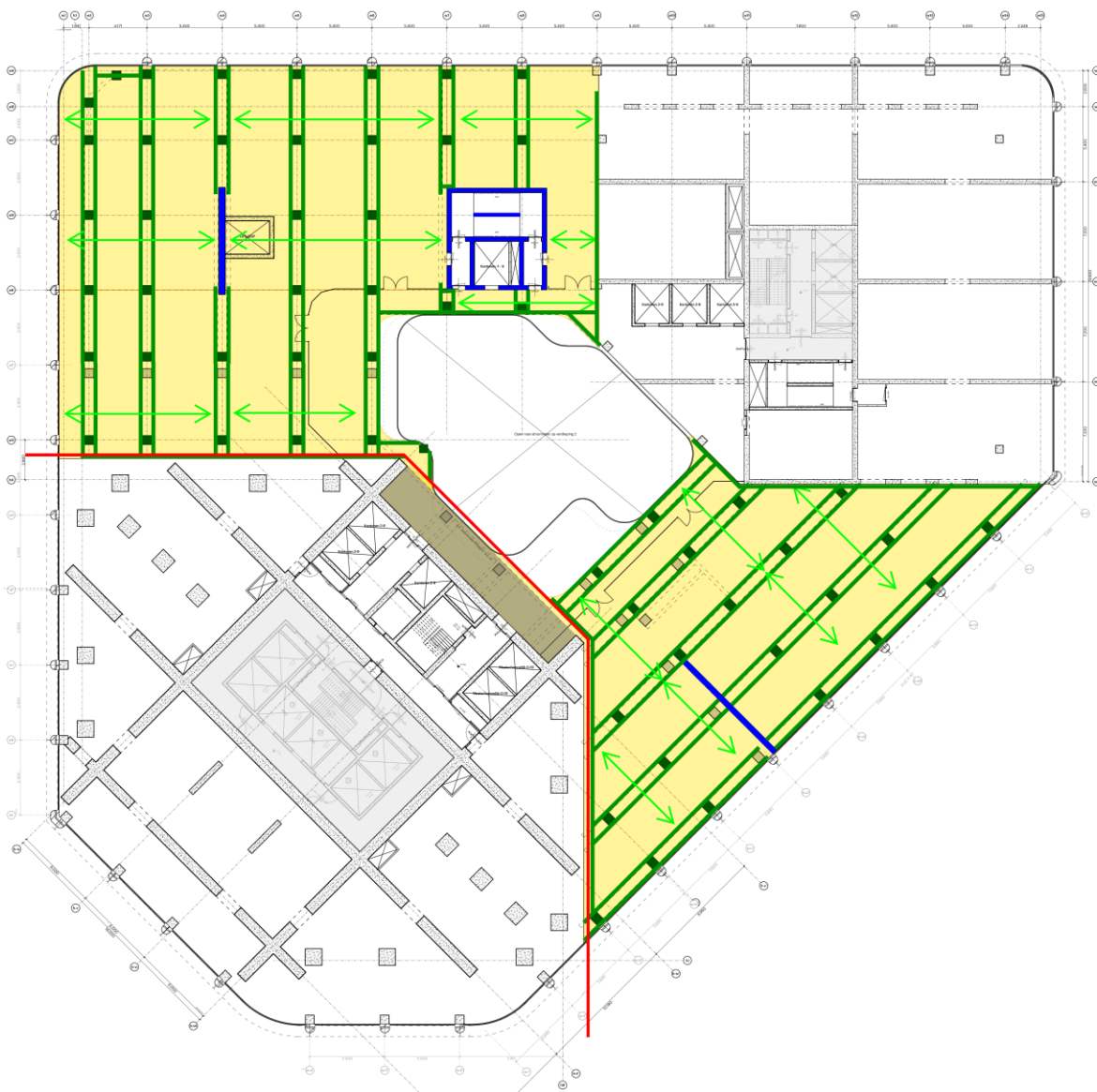
5 Constructieomschrijving

5.1 Verticale draagstructuur Weenablok

Vanaf de begane grondvloer begint de houtconstructie van het Weenablok aan het Hofplein (linksboven in figuur). De houtconstructie aan de Doelstraat begint vanaf de tweede verdiepingvloer (rechtsonder in figuur). De onderbouw en het stabiliteitssysteem zijn van beton.

Omdat de kolommenstructuur van de houten bovenbouw in het kantoordeel aan het Hofplein niet rechtstreeks doorloopt in de betonnen onderbouw, maar verspringt, is op de begane grondvloer van dit bouwdeel een betonnen overgangsplaat opgenomen.

De verticale draagstructuur is hoofdzakelijk met kolommen opgebouwd. De houten CLT-vloeren liggen op gelamineerde houten liggers. De houten vloer zijn minimaal 2-velds. De gelamineerde liggers zijn dubbel uitgevoerd, dat wil zeggen dat er één balk links van de kolom op ligt en één balk rechts van de kolom op ligt. De liggers zijn minimaal 2-velds.



Figuur 5-1 Draagstructuur verdiepingvloer 2 t/m 9

De dakvloer is opgebouwd met CLT-vloeren en stalen liggers. De liggers zijn doorgaand (paars gestippeld) en de vloeren liggen daar over heen, die minimaal 2-velds zijn.

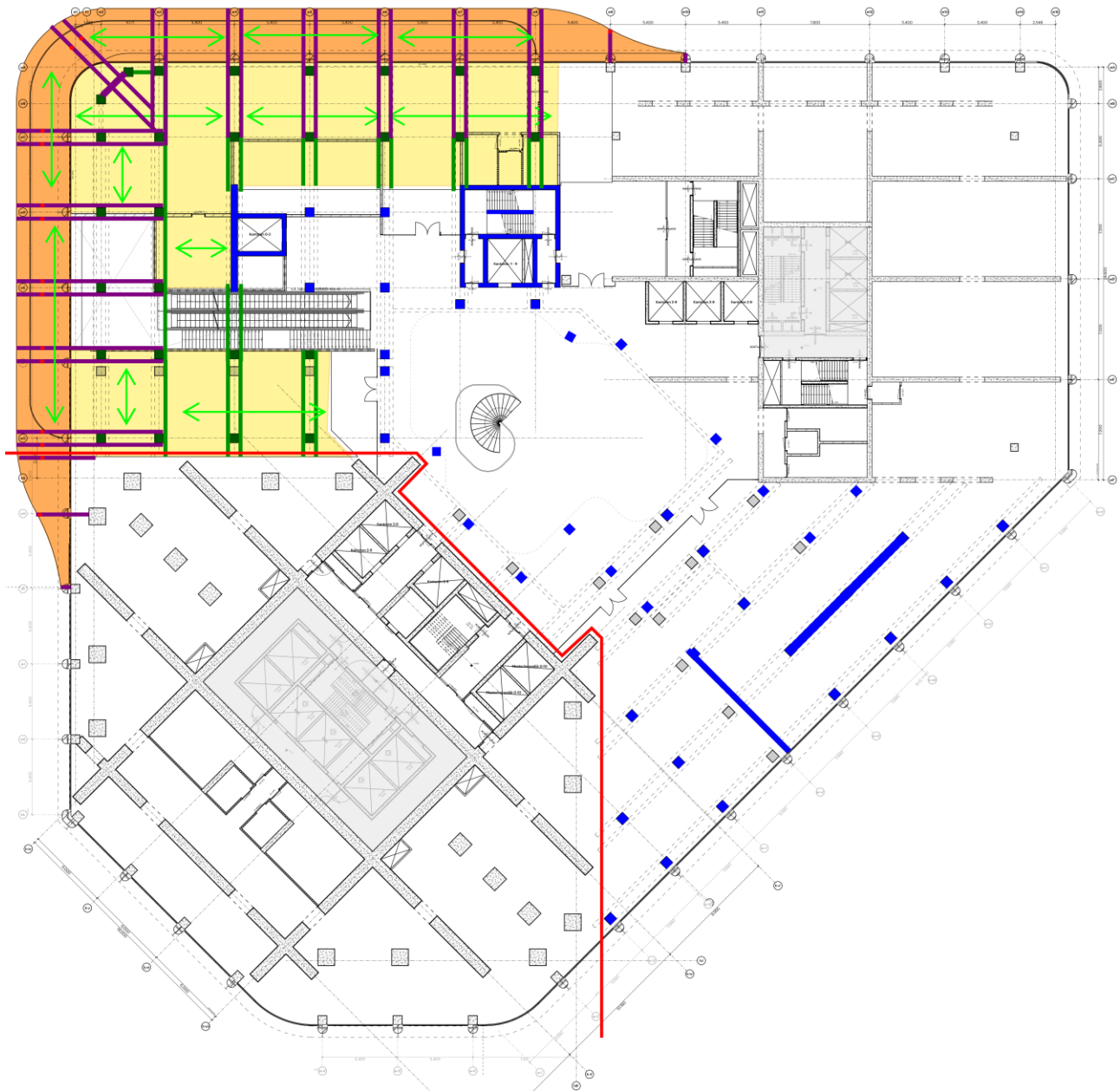
In het bouwdeel aan het Hofplein zijn aan de noordzijde trekkolommen opgenomen voor het dragen van de vloer van de 9^e verdieping (rood) en aan de westzijde zijn extra balken opgenomen die uitkragen richting de gevelzijde, waaraan de gevel wordt opgehangen.



Figuur 5-2 Draagstructuur dak Weenablock

Op de eerste verdieping is een groot deel van de plattegrond een betonconstructie. Ten behoeve van de rijbaan op de begane grondvloer is in het bouwdeel rechtsonder een betonnen wandligger opgenomen.

De luifel die aanwezig is op deze verdieping wordt ondersteund door uitkragende stalen balken (paars) en trekstangen (rode punten aan linkerzijde). De vloeren overspannen loodrecht op de uitkragende stalen balken.



Figuur 5-3 Draagstructuur 1^e verdieping.

5.2 Stabiliteitsprincipe

5.2.1 Algemeen

De vloeren werken als schijven en dragen de horizontale belastingen af naar de betonnen stabiliserende elementen, dat wil zeggen twee stabiliteitswanden en één stabiliteitskern.



Figuur 5-4 Blauw: stabiliteitselement primair voor laagbouw, rood: stabiliteitselementen hoogbouw.

5.3 Fundering en Paalsysteem

Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

5.4 Ontwerpdiktes en sterkteklassen

In de onderstaande paragrafen zijn de dikten en sterkteklassen van de onderdelen benoemd. De belangrijkste elementen zijn getoetst in hoofdstuk 7.

5.4.1 Vloeren

toepassing	vloertype	vloerdikte	sterkteklasse	milieuklasse
Kantoor	CLT-vloer	200 mm	C24	
Restaurant/Commercieel	CLT-vloer	240 mm	C24	
Dakvloer	CLT-vloer	240 mm	C24	
Dak trappenhuis	betonvloer	240 mm	C25/30	
kantoor	betonvloer	300 mm	C30/37	XC1
commercieel	betonvloer	300 mm	C30/37	XC1
expeditie	betonvloer	400 mm	C30/37	XC3; XD1
overgangsplaat	Betonvloer	900 mm	C35/45	XC1
kelderdekvloer binnen-ruimte	betonvloer	300 mm	C30/37	XC1
Keldervloer -1	betonvloer	500 mm	C30/37	XC3; XD1

5.4.2 Wanden

toepassing	materiaal	wanddikte	sterkteklasse	milieuklasse
Trappenhuis	beton	300 mm	C30/37	XC1
Stabiliteitswanden	beton	300 mm	C30/37	XC1

5.4.3 Kolommen

toepassing	materiaal	afmeting	sterkteklasse	milieuklasse
Kelder t/m 2 ^e verdiepin	Beton	650 x 650 mm ²	C60/75	XC3
Begane grondvloer t/m 2 ^e verdieping	Beton	650 x 650 mm ²	C60/75	XC1
Begane grondvloer t/m 1 ^e verdieping	gelamineerd hout	720 x 720 mm ²	GL24h	
2 ^e t/m 4 ^e verdieping	gelamineerd hout	640 x 640 mm ²	GL24h	
5 ^e t/m 7 ^e verdieping	gelamineerd hout	560 x 560 mm ²	GL24h	
8 ^e t/m dak	gelamineerd hout	480 x 480 mm ²	GL24h	

6 Dilatatie tussen fase 1 en 2

Fase 1 en 2 zijn op zo'n manier gedilateerd dat horizontaal géén krachten worden uitgewisseld. Verticaal draagt een deel van de laagbouw af op de fundering van fase 1.

In de verdere uitwerking dient rekening gehouden te worden met de verschilzakkingen tussen de bouwdelen en faseringen, in relatie tot bouwkundige aansluitingen en secundaire krachtswerking in constructie-onderdelen.

7 Robuustheid

7.1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de maatregelen die er voor zorgen dat het risico op bezwijken ten gevolge van een niet-gedefinieerde oorzaak zo klein mogelijk te houden. Om de kans op en de effecten van het bezwijken van een constructie-onderdeel door een niet-gedefinieerde oorzaak, zoals beschreven in 3.3 van NEN-EN 1991-1-7, zo klein mogelijk te houden, moeten diverse maatregelen worden uitgevoerd. De constructieve maatregelen die getroffen kunnen worden zijn:

- a) in de constructie moet een tweede draagweg worden ontworpen opdat het bezwijken van één constructie-onderdeel niet leidt tot het bezwijken van een constructie-onderdeel dat zich niet in de directe nabijheid van het bezwijken constructie-onderdeel bevindt;
- b) onderdelen van de hoofddraagconstructie waarvan het bezwijken leidt tot het bezwijken van een constructie-onderdeel dat zich niet in de directe nabijheid van het bezwijken constructie-onderdeel bevindt, moeten zijn ontworpen als sleutelement.

In dit document wordt de strategie beschreven, op voorspraak van de constructeurs van de Gemeente Rotterdam die in vooroverleg aangegeven hebben nog nooit een sluitende risico-analyse met Key-elements gezien te hebben, om zonder gebruik te maken van key-elements voldoende robuust te ontwerpen.

Dit rapport behandelt ten eerste door middel van een beschrijving van hoe robuustheid door aanvullende schijf- en membraanwerking in de vloeren, naast de nodige spanningscontroles in de wanden en kolommen onder deze belastingsituatie van niet-gedefinieerde oorzaak. Vervolgens worden voor iedere wand en kolom aangegeven op welke posities constructie-onderdelen worden weggenomen, waarbij er vanuit gegaan wordt dat alle overige onderdelen hun functie behouden. In deze situatie kan er gerekend worden met gereduceerde belasting- en materiaalfactoren en hoeft er niet voldaan te worden aan vervormingseisen.

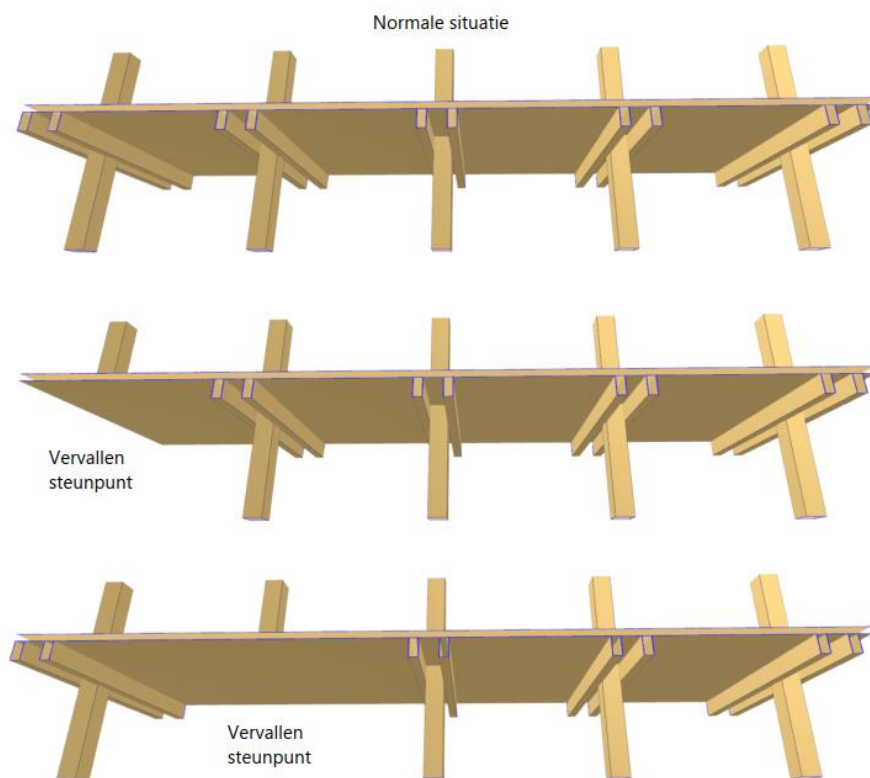
7.2 Strategie voor het maken van een robuust ontwerp.

Om te komen tot een robuust ontwerp dient er een willekeurig verticaal dragend elementen te kunnen vervallen (bezwijken) zonder dat dat leidt tot voortschrijdende instorting. Met andere woorden indien er plaatselijk constructiedeel bezwijkt mag dat niet leiden tot het bezwijken van andere constructie delen.

De kolommen hebben in het Weenablok enkel een verticaal dragende functie en geen functie in het verzorgen van horizontale stabiliteit.

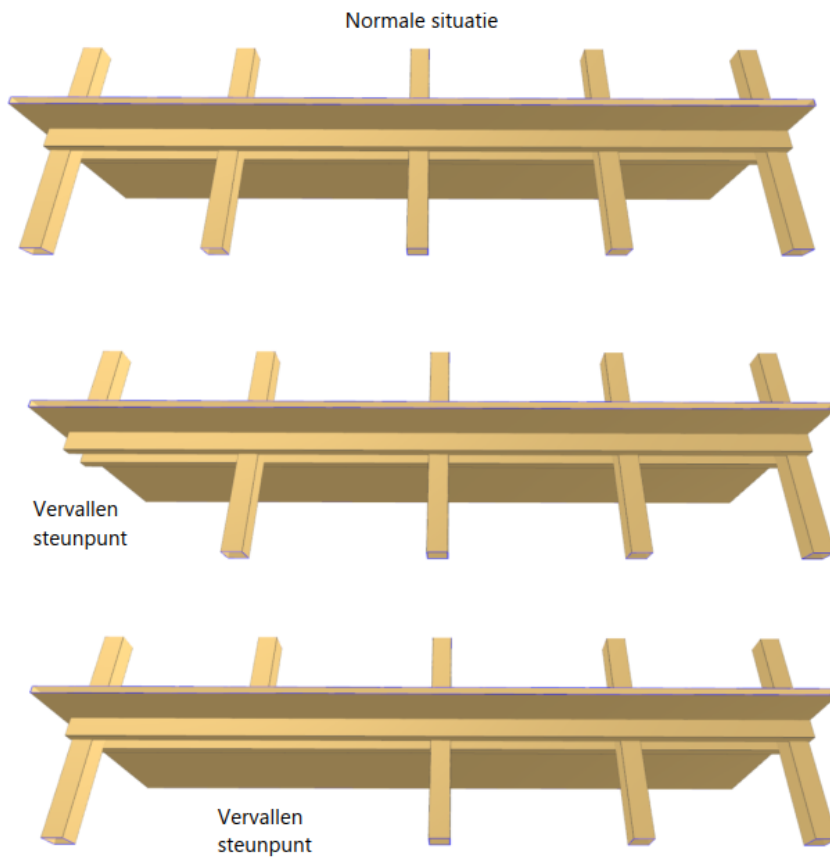
Als één van deze elementen komt te vervallen, dienen de vloeren en naastgelegen constructies voldoende sterkte te hebben om hoger aangrijpende belasting over te dragen naar naastliggende verticale elementen.

De vloeren zijn minimaal twee velden lang. De vloeren zijn zodanig ontworpen, dat het wegvallen van één steunpunt opgenomen kan worden door de vloeren. Dit is weergegeven in de figuur op de volgende pagina.



Figuur 7-1

Aanvullend zijn nagenoeg alle balken doorgaand, dat wil zeggen ook minimaal tweevelds. Ook deze kunnen één steunpunt missen in een buitengewone belastingsituatie. Dat is weergegeven in de onderstaande figuur.



Figuur 7-2

De betonnen wanden worden op eenzelfde manier behandeld als de overige betonwanden van het Coolsingelgebouw, zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

8 Rekenmethoden, software en resultaten

8.1 Software

Krachtswerking en spanningen worden berekend en gecontroleerd met:

- AxisVM
- Technosoft pakket (raamwerken, liggers en construct)
- Excel, sheets geschreven door Adviesbureau Tielemans
- Programmatuur geschreven door Adviesbureau Tielemans.

Bij eigen geschreven software en rekensheets word bij de berekeningen toelichting gegeven over de opbouw van de rekenmethoden. De programma's niet geschreven / ontwikkeld door adviesbureau Tielemans zijn handleidingen en toelichting op de rekenmethoden beschikbaar.

8.2 Controle vloeren

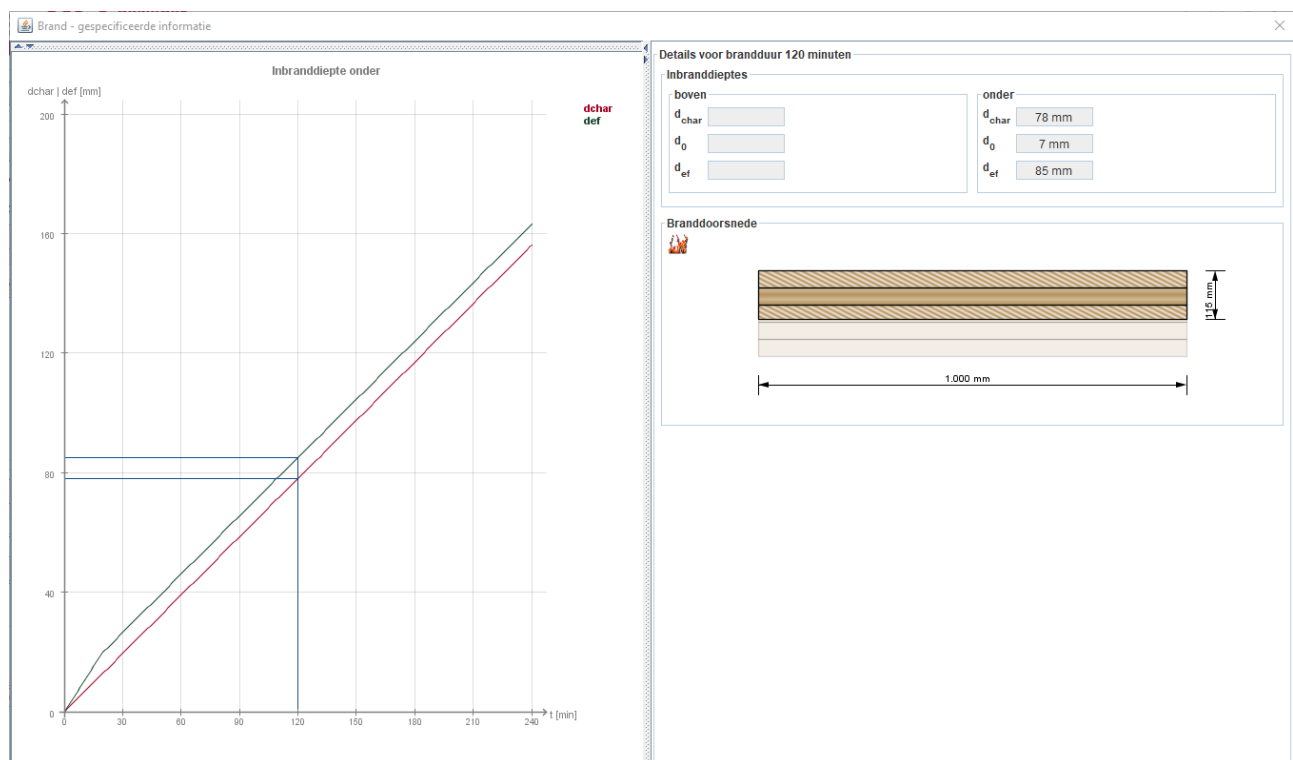
8.2.1 Noot met betrekking tot brand

Het vloerontwerp is uitgevoerd met het programma CLT-designer.

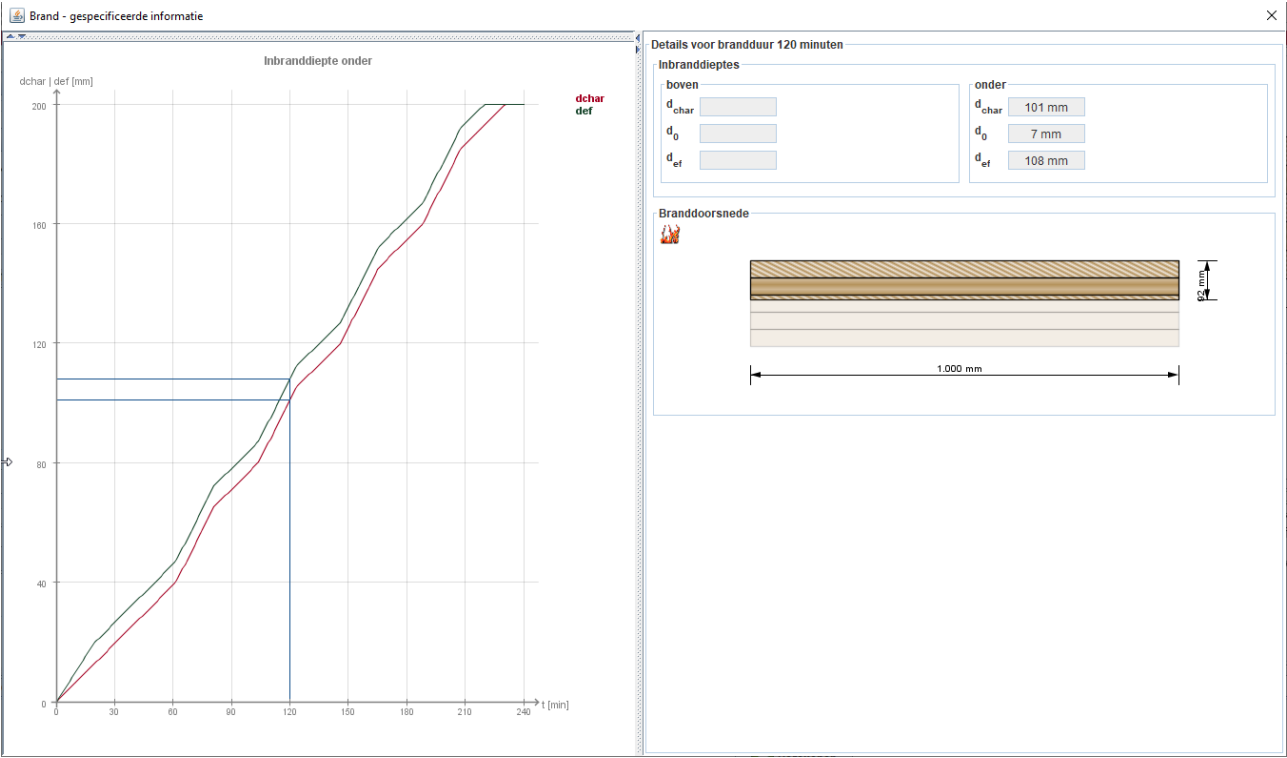
Dit programma houdt rekening met de observering dat tijdens brandtesten op plafondelementen bij gebruik van lijmen die niet bestand zijn tegen hoge temperaturen het afvallen van verkoolde lagen bij de lijmverbindingen is waargenomen.

Specifiek wordt hiervoor gecorrigeerd door een factor toe te passen voor het verhogen van de inbrandsnelheid tot 25mm inbranding in de betreffende laag.

Hieronder is dat weergegeven. In de eerste figuur is de reguliere inbrandcurve getoond, die van toepassing is bij MUF-lijm. In de tweede figuur is de aangepaste inbrandcurve getoond, die van toepassing is bij PUR-lijm. Die laatste curve, behorende bij de PUR-lijm, wordt gehanteerd in de berekeningen.



Figuur 8-1 Inbranding bij MUF-lijm.



Figuur 8-2 Inbranding bij PUR-lijm

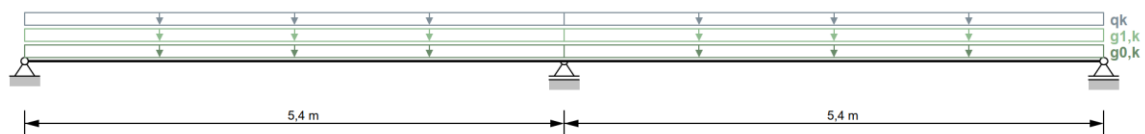
8.2.2 Dakvloer

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Doorgaande ligger met 2 velden



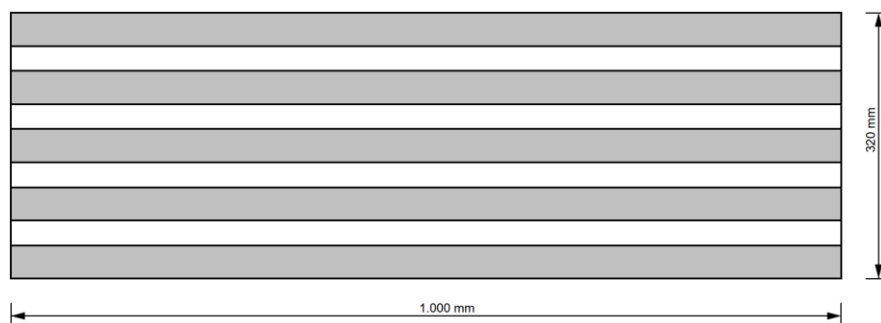
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	0,0 m	0,15 m
B	5,4 m	0,15 m
C	10,8 m	0,15 m

3 Doorsnede

Kruislaaghout-producten van de firma Derix: L-320/9s

9 Lagen (Hoogte: 320 mm)



3.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Oriëntering	Materiaal
# 1	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

# 2	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 3	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 4	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 5	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 6	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 7	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 8	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 9	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

Orientierung 0 = deklamel in overspanningsrichting; Orientierung 90 = deklamel haaks op overspanningsrichting

3.2 Materiaal parameters

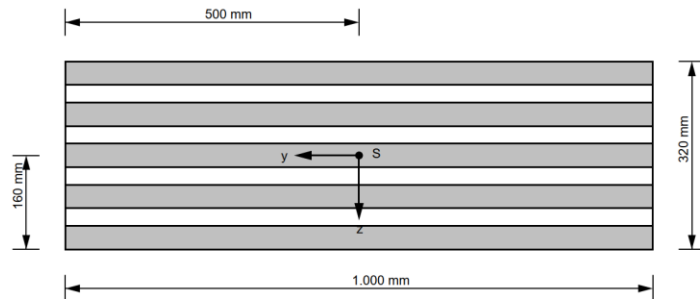
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1,25$

Systeemcoëfficiënt voor Kruislaaghout $k_{sys} = 1,0$

Materiaal parameters voor	C24-DERIX-ETA 2019
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	14,5
Streksterkte loodrecht [N/mm ²]	0,4
Druksterkte evenwijdig [N/mm ²]	21,0
Druksterkte loodrecht [N/mm ²]	2,5
Schuifsterkte [N/mm ²]	2,5
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,1
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.000,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	9.166,0
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	370,0 (0,0)
Schuifmodulus [N/mm ²]	690,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	50,0
Dichtheid [kg/m ³]	350,0
Gemiddelde dichtheid [kg/m ³]	450,0

3.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	2,2E9 N
EI_{ef}	2,185E13 N·mm ²
GA_{ef}	2,95E7 N



4 Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,76 kN/m	21 kN/m ²	5 kN/m ²	C			
2	1,76 kN/m	21 kN/m ²	5 kN/m ²	C			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1,49$$

$$\gamma_Q = 1,65$$

Positie van de belasting:

Eigen gewicht: Geheel

Permanente belastingen: Geheel

Veranderlijke belasting: Velds-gewijs

Sneeuw: Velds-gewijs

Wind: Geheel

Combinaties:

Combinatie-factoren: overeenkomstig EN

Combinatie van gelijkmatig verdeelde en puntlasten:

q_k und Q_k als één belastingeval beoordelen

s und S als één belastingeval beschouwen

w_k und W_k als één belastingeval beoordelen

5 Uitgangs-punten voor brand

Brandduur: 120 minuten

Aan brand onderhevige zijde: onder

er is rekening gehouden met afvallende verkoolde lagen

Zonder voegen of met de zijkanten verlijmd

$$k_{fire} = 1,15$$

d_0 overeenkomstig EN 1995-1-2:2011

$d_0 = 7 \text{ mm}$

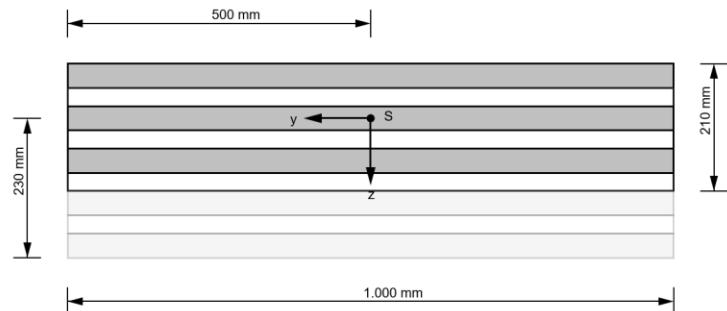
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_{M,fi} = 1,0$

Inbrandsnelheid $\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min}$

minimale restlaagdikte $t_{fi,min} = 6 \text{ mm}$

5.1 Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand

EA_{ef}	1,32E9 N
EI_{ef}	4,488E12 N·mm ²
GA_{ef}	1,623E7 N



6 Trillings-gegevens

hoge eisen

Dempingsfactor: 1,0 %

Oplegging: 2-zijdig

Breedte loodrecht op de overspannings-richting: 1,0 m

7 Resultaten

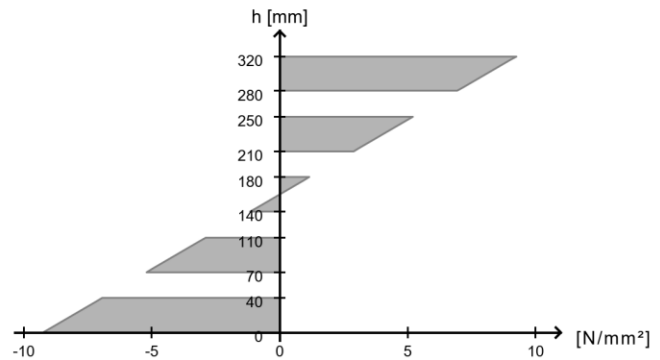
Onderliggende normen: EN 1995-1-1:2009, NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

Onderliggende berekenings-methode: Timoshenko

7.1 Uiterste grenstoestand (ULS)

7.1.1 Buiging

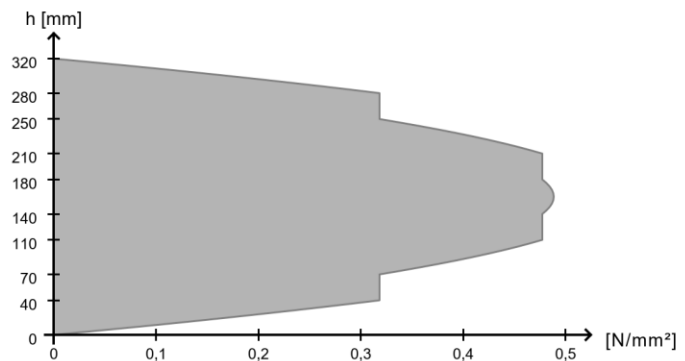
Uitnutting	80,3 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k}$
$M_{y,d}$	-114,856 kN·m
$\sigma_{max,d}$	9,25 N/mm ²



Het wordt aanbevolen om in het gebied van het steunpunt een nauwkeuriger berekeningsmethode toe te passen.

7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	90,4 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k}$
$V_{z,d}$	112,833 kN
$\tau_{r,d}$	0,477 N/mm ²



7.1.3 Oplegdruk

Uitnutting	78,7 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k}$



7.2 SLS

7.2.1 Doorbuiging

Grenswaarden volgens EN 1995-1-1

Beginvervorming $w_{inst} t = 0$: $l/300$ (10,4 mm, 57,6 %)

Eindvervorming $w_{\text{net,fin } t = \text{inf: } l/250}$ (18,3 mm, 84,9 %)

Eindvervorming $w_{\text{fin } t = \text{inf: } l/150}$ (18,3 mm, 50,9 %)

Grenswaarden volgens NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

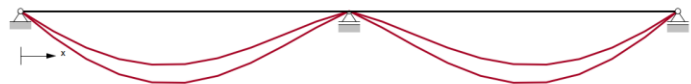
Beginvervorming $w_{\text{inst } t = 0: } l/300$ (10,4 mm, 57,6 %)

Eindvervorming $w_{\text{net,fin } t = \text{inf: } l/250}$ (18,3 mm, 84,9 %)

Eindvervorming $w_{\text{fin } t = \text{inf: } l/150}$ (18,3 mm, 50,9 %)

bijkomende vervorming $w_{\text{net,fin } t = \text{inf: } l/333}$ (10,4 mm, 64,3 %)

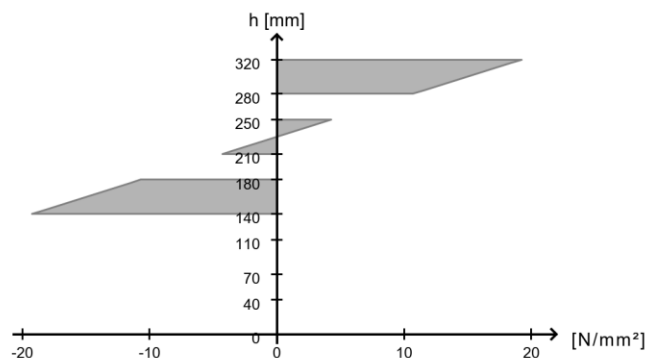
Uitnutting	84,9 %
w_{max}	18,3 mm
k_{def}	0,85
bij x	8,1 m
Ek	10
Eindvervorming $w_{\text{net,fin } t = \text{inf: } l/250}$	



7.3 Uiterste grenstoestand (ULS) in het geval van brand

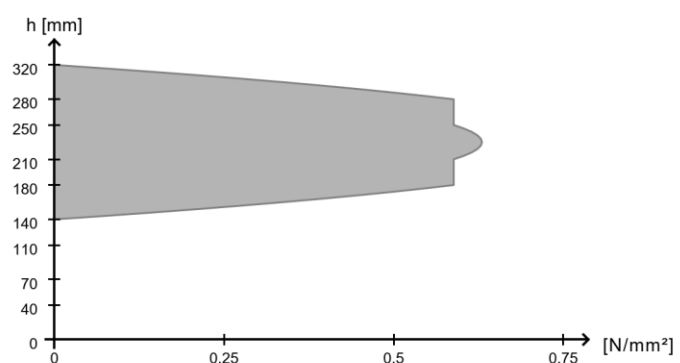
7.3.1 Buiging

Uitnutting	69,7 %
k_{mod}	1,0
bij x	5,4 m
Ek	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,60 \cdot q_k$



7.3.2 Afschuiving

Uitnutting	46,5 %
k_{mod}	1,0
bij x	5,4 m
Ek	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,60 \cdot q_k$



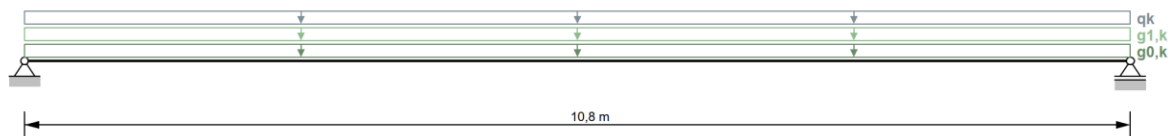
8.2.3 Dakvloer 2^e draagweg – middensteunpunt valt weg

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Een-velds ligger



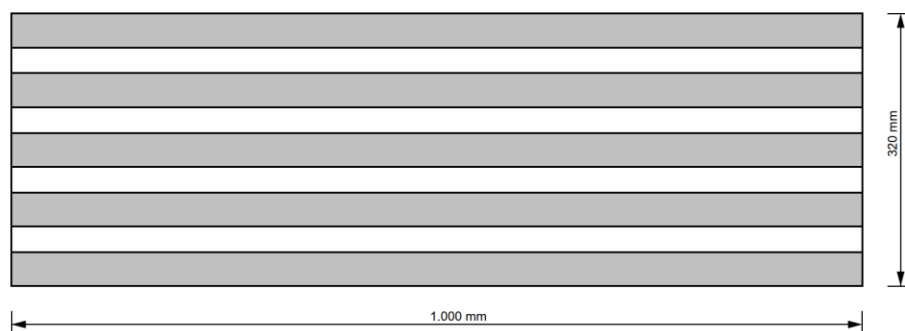
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	0,0 m	0,1 m
B	10,8 m	0,1 m

3 Doorsnede

Kruislaaghout-produkten van de firma Derix: L-320/9s

9 Lagen (Hoogte: 320 mm)



3.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Oriëntering	Materiaal
# 1	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 2	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019

# 3	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 4	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 5	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 6	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 7	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 8	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 9	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

Orientierung 0 = deklamel in overspanningsrichting; Orientierung 90 = deklamel haaks op overspanningsrichting

3.2 Materiaal parameters

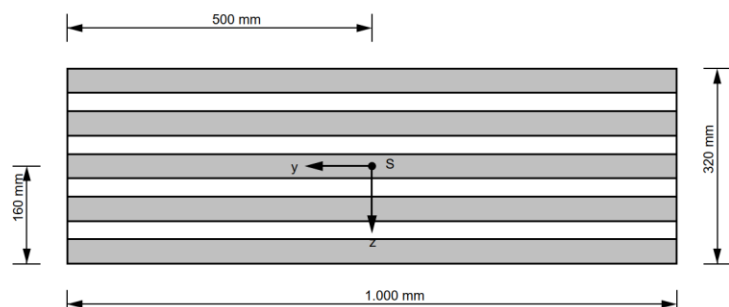
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

Systeemcoëfficiënt voor Kruislaaghout $k_{sys} = 1,0$

Materiaal parameters voor	C24-DERIX-ETA 2019
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	14,5
Streksterkte loodrecht [N/mm ²]	0,4
Druksterkte evenwijdig [N/mm ²]	21,0
Druksterkte loodrecht [N/mm ²]	2,5
Schuifsterkte [N/mm ²]	2,5
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,1
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.000,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	9.166,0
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	370,0 (0,0)
Schuifmodulus [N/mm ²]	690,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	50,0
Dichtheid [kg/m ³]	350,0
Gemiddelde dichtheid [kg/m ³]	450,0

3.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	2,2E9 N
EI_{ef}	2,185E13 N·mm ²
GA_{ef}	2,95E7 N



4 Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,76 kN/m	21 kN/m ²	3 kN/m ²	C			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1$$

$$\gamma_Q = 1$$

Positie van de belasting:

Eigen gewicht: Geheel

Permanente belastingen: Geheel

Veranderlijke belasting: Velds-gewijs

Sneeuw: Velds-gewijs

Wind: Geheel

Combinaties:

Combinatie-factoren: overeenkomstig EN

Combinatie van gelijkmatig verdeelde en puntlasten:

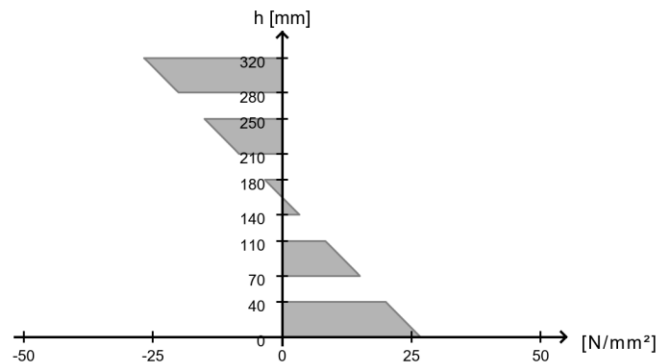
q_k und Q_k als één belastingeval beoordelen

s und S als één belastingeval beschouwen

w_k und W_k als één belastingeval beoordelen

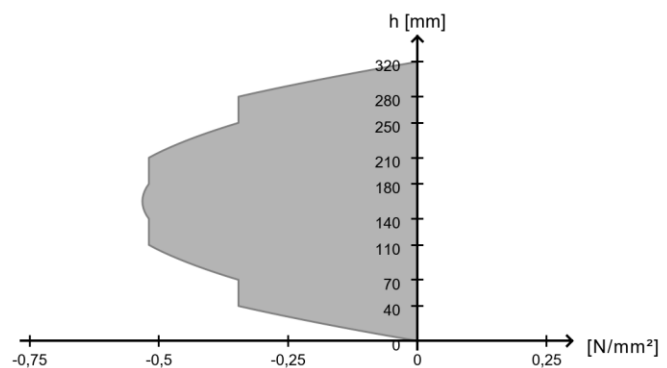
7.1.1 Buiging

Uitnutting	185,6 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	331,841 kN·m
$\sigma_{max,d}$	26,725 N/mm ²



7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	78,7 %
k_{mod}	0,6
bij x	10,8 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	-122,904 kN
$\tau_{r,d}$	0,52 N/mm ²



De k_{mod} staat hier nog op 0,60 , echter mag deze bij een bijzonder belastingsgeval 1,10 zijn. Hierdoor wordt de werkelijke u.c. bij buiging $1,85 / 1,10 \times 0,60 = 1,01$ en voor de afschuiving $0,78 / 1,10 \times 0,60 = 0,43$.

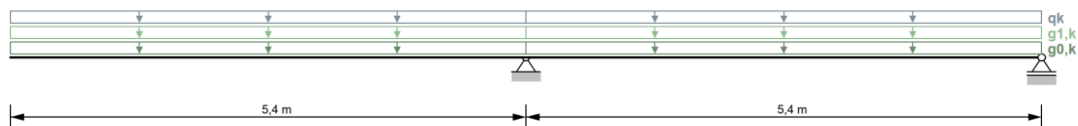
8.2.4 Dakvloer 2^e draagweg – eindsteunpunt valt weg

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Doorgaande ligger met 2 velden - inclusief de uitkraging links



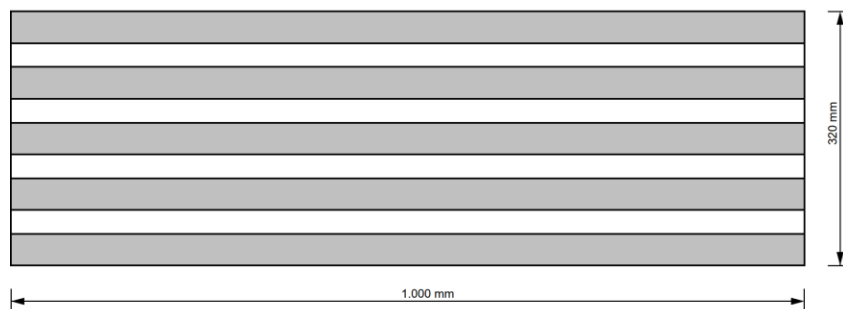
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	5,4 m	0,1 m
B	10,8 m	0,06 m

3 Doorsnede

Kruislaaghout-produkten van de firma Derix: L-320/9s

9 Lagen (Hoogte: 320 mm)



3.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Oriëntering	Materiaal
# 1	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 2	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019

# 3	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 4	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 5	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 6	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 7	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 8	30 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 9	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

Orientierung 0 = deklamel in overspanningsrichting; Orientierung 90 = deklamel haaks op overspanningsrichting

3.2 Materiaal parameters

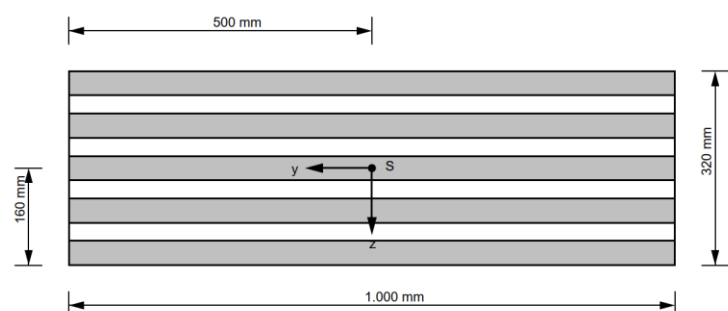
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

Systeemcoëfficiënt voor Kruislaaghout $k_{sys} = 1,0$

Materiaal parameters voor	C24-DERIX-ETA 2019
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	14,5
Streksterkte loodrecht [N/mm ²]	0,4
Druksterkte evenwijdig [N/mm ²]	21,0
Druksterkte loodrecht [N/mm ²]	2,5
Schuifsterkte [N/mm ²]	2,5
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,1
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.000,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	9.166,0
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	370,0 (0,0)
Schuifmodulus [N/mm ²]	690,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	50,0
Dichtheid [kg/m ³]	350,0
Gemiddelde dichtheid [kg/m ³]	450,0

3.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	2,2E9 N
EI_{ef}	2,185E13 N·mm ²
GA_{ef}	2,95E7 N



4 Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,76 kN/m	21 kN/m ²	3 kN/m ²	C			
2	1,76 kN/m	21 kN/m ²	3 kN/m ²	C			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1$$

$$\gamma_Q = 1$$

Positie van de belasting:

Eigen gewicht: Geheel

Permanente belastingen: Geheel

Veranderlijke belasting: Velds-gewijs

Sneeuw: Velds-gewijs

Wind: Geheel

Combinaties:

Combinatie-factoren: overeenkomstig EN

Combinatie van gelijkmatig verdeelde en puntlasten:

q_k und Q_k als één belastingeval beoordelen

s und S als één belastingeval beschouwen

w_k und W_k als één belastingeval beoordelen

7 Resultaten

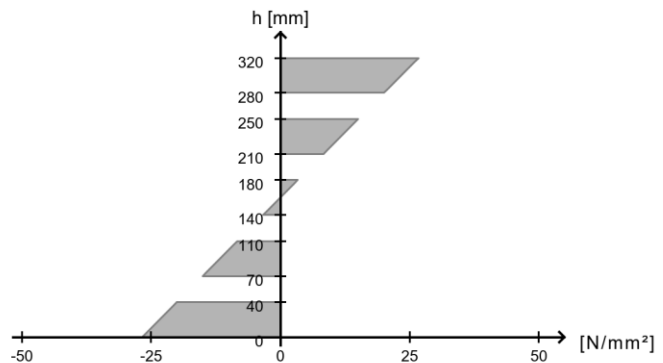
Onderliggende normen: EN 1995-1-1:2009, NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

Onderliggende berekenings-methode: Timoshenko

7.1 Uiterste grenstoestand (ULS)

7.1.1 Buiging

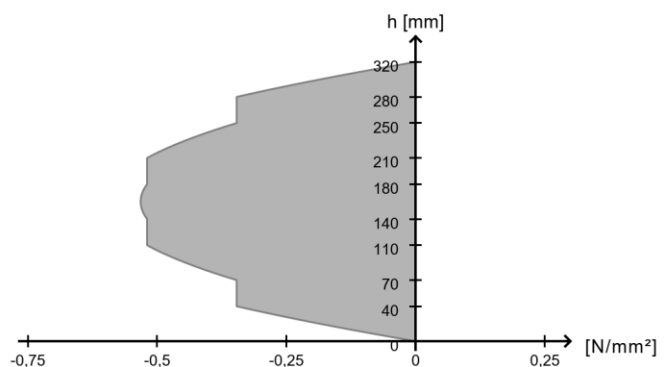
Uitnutting	185,6 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	-331,841 kN·m
$\sigma_{max,d}$	26,725 N/mm ²



Het wordt aanbevolen om in het gebied van het steunpunt een nauwkeuriger berekeningsmethode toe te passen.

7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	78,7 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	-122,904 kN
$\tau_{r,d}$	0,52 N/mm ²



De k_{mod} staat hier nog op 0,60 , echter mag deze bij een bijzonder belastingsgeval 1,10 zijn. Hierdoor wordt de werkelijke u.c. bij buiging $1,85 / 1,10 \times 0,60 = 1,01$ en voor de afschuiving $0,78 / 1,10 \times 0,60 = 0,43$.

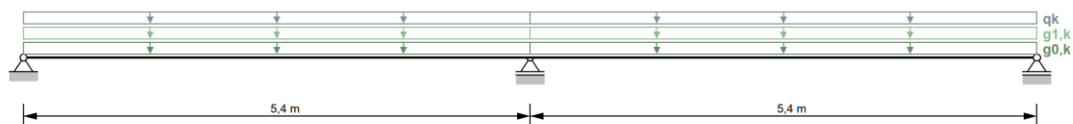
8.2.5 Verdiepingsvloer

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Doorgaande ligger met 2 velden



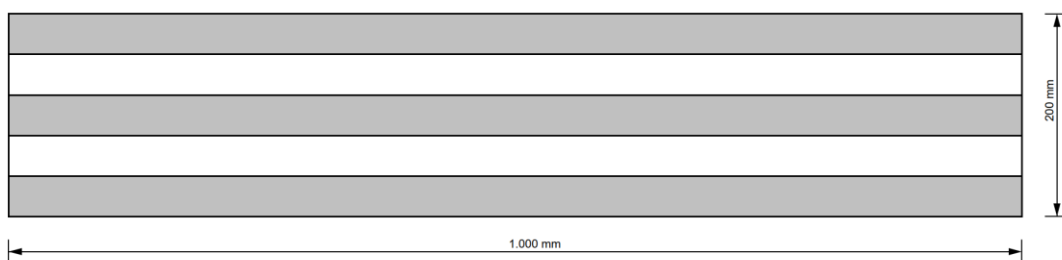
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	0,0 m	0,06 m
B	5,4 m	0,06 m
C	10,8 m	0,06 m

3 Doorsnede

Kruislaaghout-producten van de firma Derix: L-200/5s

5 Lagen (Hoogte: 200 mm)



3.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Oriëntering	Materiaal
# 1	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

# 2	40 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 3	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 4	40 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 5	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

Orientierung 0 = deklamel in overspanningsrichting; Orientierung 90 = deklamel haaks op overspanningsrichting

3.2 Materiaal parameters

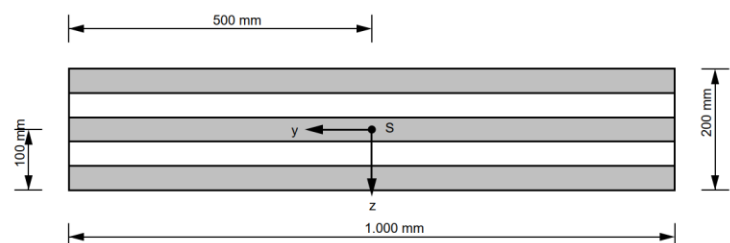
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1,25$

Systeemcoëfficiënt voor Kruislaaghout $k_{sys} = 1,0$

Materiaal parameters voor	C24-DERIX-ETA 2019
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	14,5
Streksterkte loodrecht [N/mm ²]	0,4
Druksterkte evenwijdig [N/mm ²]	21,0
Druksterkte loodrecht [N/mm ²]	2,5
Schuifsterkte [N/mm ²]	2,5
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,1
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.000,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	9.166,0
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	370,0 (0,0)
Schuifmodulus [N/mm ²]	690,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	50,0
Dichtheid [kg/m ³]	350,0
Gemiddelde dichtheid [kg/m ³]	450,0

3.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	1,32E9 N
EI_{ef}	5,808E12 N·mm ²
GA_{ef}	1,595E7 N



4 Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,1 kN/m	2 kN/m ²	3 kN/m ²	B			
2	1,1 kN/m	2 kN/m ²	3 kN/m ²	B			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$\gamma_G = 1,49$

$\gamma_Q = 1,65$

Positie van de belasting:

Eigen gewicht: Geheel

Permanente belastingen: Geheel

Veranderlijke belasting: Velds-gewijs

Sneeuw: Velds-gewijs

Wind: Geheel

Combinaties:

Combinatie-factoren: overeenkomstig EN

Combinatie van gelijkmatig verdeelde en puntlasten:

q_k und Q_k als één belastingeval beoordelen

s und S als één belastingeval beschouwen

w_k und W_k als één belastingeval beoordelen

5 Uitgangspunten voor brand

Brandduur: 120 minuten

Aan brand onderhevige zijde: onder

er is rekening gehouden met afvallende verkoolde lagen

Zonder voegen of met de zijkanten verlijmd

$k_{fire} = 1,15$

d_0 overeenkomstig EN 1995-1-2:2011

$d_0 = 7 \text{ mm}$

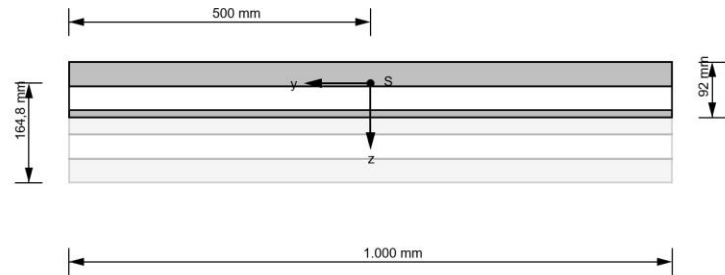
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_{M,fi} = 1,0$

Inbrandsnelheid $\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min}$

minimale restlaagdikte $t_{fi,min} = 6 \text{ mm}$

5.1 Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand

EA_{ef}	5,72E8 N
EI_{ef}	5,026E11 N·mm ²
GA_{ef}	6,683E6 N



6 Trillings-gegevens

hoge eisen

Dempingsfactor: 1,0 %

Oplegging: 2-zijdig

Breedte loodrecht op de overspannings-richting: 1,0 m

7 Resultaten

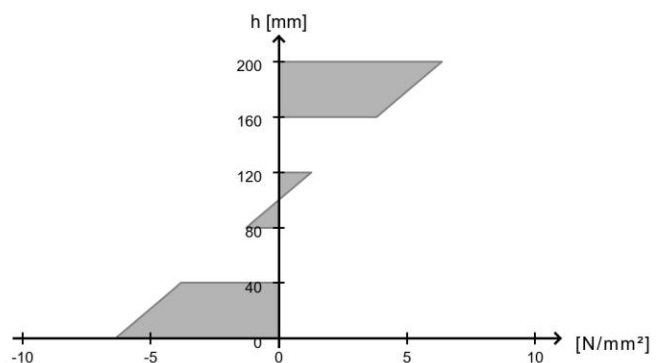
Onderliggende normen: EN 1995-1-1:2009, NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

Onderliggende berekenings-methode: Timoshenko

7.1 Uiterste grenstoestand (ULS)

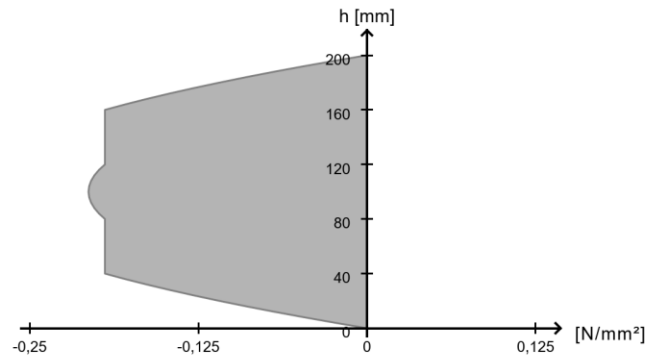
7.1.1 Buiging

Uitnutting	41,5 %
k_{mod}	0,8
bij x	5,4 m
E_k	2
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k} + 1,65 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$M_{y,d}$	-33,62 kN·m
$\sigma_{max,d}$	6,367 N/mm ²



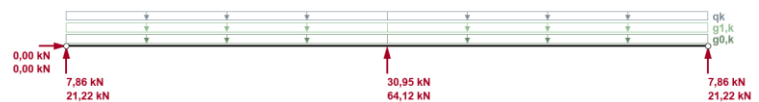
7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	27,6 %
k_{mod}	0,8
bij x	5,4 m
E_k	2
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k} + 1,65 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$V_{z,d}$	-32,062 kN
$\tau_{r,d}$	0,194 N/mm ²



7.1.3 Oplegdruk

Uitnutting	36,6 %
k_{mod}	0,8
bij x	5,4 m
E_k	2
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k} + 1,65 \cdot 1,00 \cdot q_k$



7.2 SLS

7.2.1 Doorbuiging

Grenswaarden volgens EN 1995-1-1

Beginvervorming $w_{inst} t = 0$: $l/300$ (8,0 mm, 44,2 %)

Eindvervorming $w_{net,fin} t = inf$: $l/250$ (11,9 mm, 55,0 %)

Eindvervorming $w_{fin} t = inf$: $l/150$ (11,9 mm, 33,0 %)

Grenswaarden volgens NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

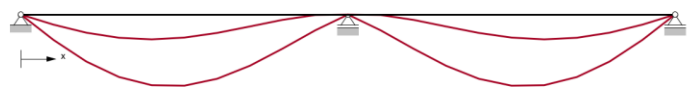
Beginvervorming $w_{inst} t = 0$: $l/300$ (8,0 mm, 44,2 %)

Eindvervorming $w_{net,fin} t = inf$: $l/250$ (11,9 mm, 55,0 %)

Eindvervorming $w_{fin} t = inf$: $l/150$ (11,9 mm, 33,0 %)

bijkomende vervorming $w_{net,fin} - w_{inst,G} t = inf$: $l/333$ (8,7 mm, 53,5 %)

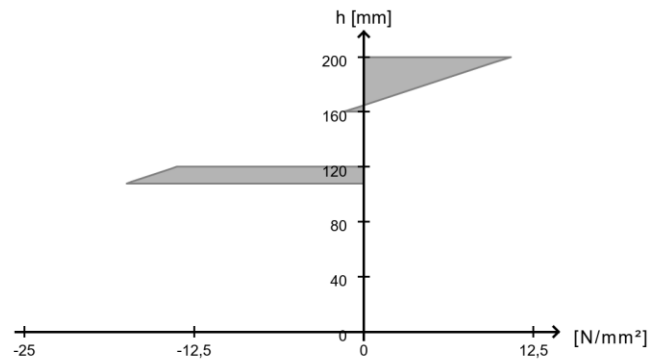
Uitnutting	55,0 %
w_{max}	11,9 mm
k_{def}	0,85
bij x	2,7 m
E_k	10
Eindvervorming $w_{net,fin} t = inf$ ($l/250$)	



7.3 Uiterste grenstoestand (ULS) in het geval van brand

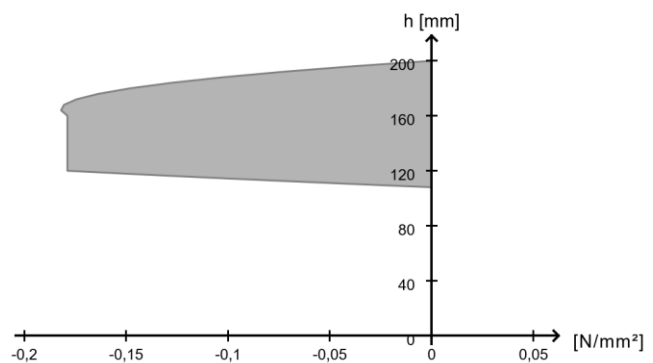
7.3.1 Buiging

Uitnutting	63,3 %
k_{mod}	1,0
bij x	5,4 m
Ek	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,30 \cdot q_k$



7.3.2 Afschuiving

Uitnutting	14,1 %
k_{mod}	1,0
bij x	5,4 m
Ek	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,30 \cdot q_k$



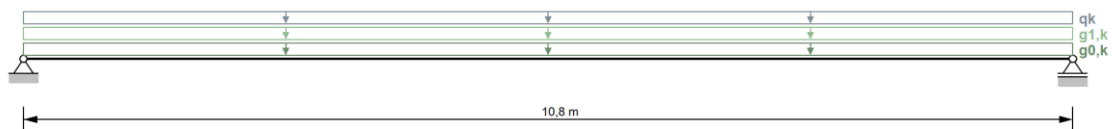
8.2.6 Verdiepingsvloer 2^e draagweg – middensteunpunt vervalt

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Een-velds ligger



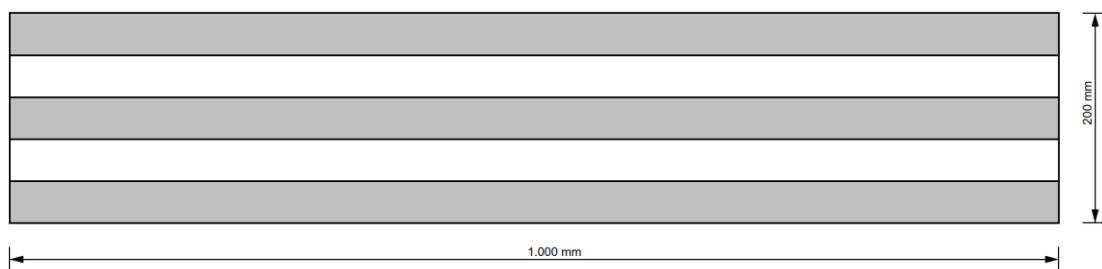
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	0,0 m	0,1 m
B	10,8 m	0,1 m

3 Doorsnede

Kruislaaghout-producten van de firma Derix: L-200/5s

5 Lagen (Hoogte: 200 mm)



3.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Oriëntering	Materiaal
# 1	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 2	40 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019

# 3	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 4	40 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 5	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

Orientierung 0 = deklamel in overspanningsrichting; Orientierung 90 = deklamel haaks op overspanningsrichting

3.2 Materiaal parameters

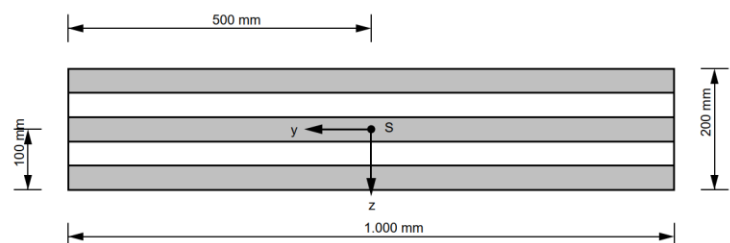
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

Systeemcoëfficiënt voor Kruislaaghout $k_{sys} = 1,0$

Materiaal parameters voor	C24-DERIX-ETA 2019
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	14,5
Streksterkte loodrecht [N/mm ²]	0,4
Druksterkte evenwijdig [N/mm ²]	21,0
Druksterkte loodrecht [N/mm ²]	2,5
Schuifsterkte [N/mm ²]	2,5
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,1
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.000,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	9.166,0
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	370,0 (0,0)
Schuifmodulus [N/mm ²]	690,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	50,0
Dichtheid [kg/m ³]	350,0
Gemiddelde dichtheid [kg/m ³]	450,0

3.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	1,32E9 N
EI_{ef}	5,808E12 N·mm ²
GA_{ef}	1,595E7 N



4 Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,1 kN/m	2 kN/m ²	0,9 kN/m ²	B			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1$$

$$\gamma_Q = 1$$

Positie van de belasting:

Eigen gewicht: Geheel

Permanente belastingen: Geheel

Veranderlijke belasting: Velds-gewijs

Sneeuw: Velds-gewijs

Wind: Geheel

Combinaties:

Combinatie-factoren: overeenkomstig EN

Combinatie van gelijkmatig verdeelde en puntlasten:

q_k und Q_k als één belastingeval beoordelen

s und S als één belastingeval beschouwen

w_k und W_k als één belastingeval beoordelen

7 Resultaten

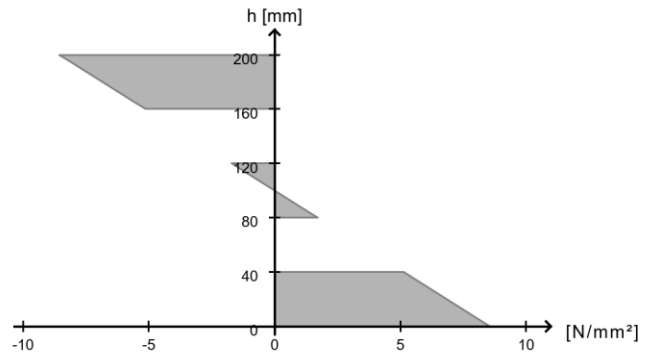
Onderliggende normen: EN 1995-1-1:2009, NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

Onderliggende berekenings-methode: Timoshenko

7.1 Uiterste grenstoestand (ULS)

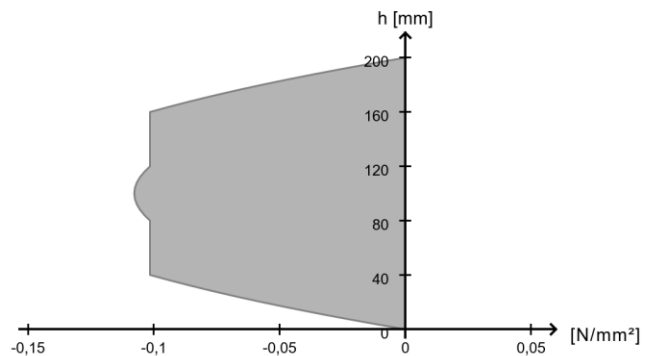
7.1.1 Buiging

Uitnutting	59,4 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	45,198 kN·m
$\sigma_{max,d}$	8,56 N/mm ²



7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	15,4 %
k_{mod}	0,6
bij x	10,8 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	-16,74 kN
$\tau_{r,d}$	0,101 N/mm ²



7.1.3 Oplegdruk

Uitnutting	8,8 %
k_{mod}	0,6
bij x	10,8 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$



De k_{mod} staat hier nog op 0,60 , echter mag deze bij een bijzonder belastingsgeval 1,10 zijn. Hierdoor wordt de werkelijke u.c. bij buiging $0,59 / 1,10 \times 0,60 = 0,32$ en voor de afschuiving $0,15 / 1,10 \times 0,60 = 0,08$.

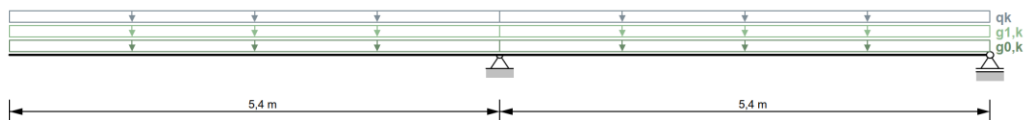
8.2.7 Verdiepingsvloer 2^e draagweg – eindsteunpunt verval

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Doorgaande ligger met 2 velden - inclusief de uitkraging links



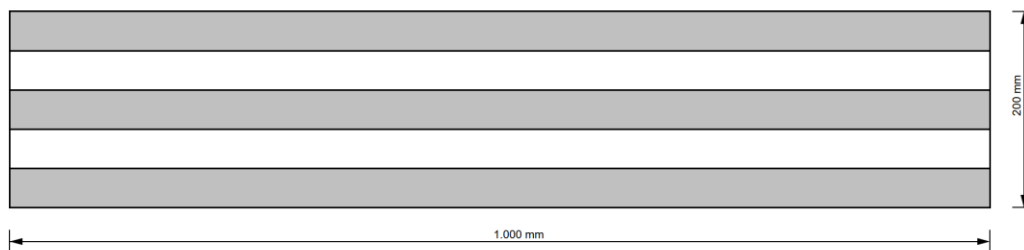
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	5,4 m	0,1 m
B	10,8 m	0,06 m

3 Doorsnede

Kruislaaghout-produkten van de firma Derix: L-200/5s

5 Lagen (Hoogte: 200 mm)



3.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Oriëntering	Materiaal
# 1	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 2	40 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019

# 3	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019
# 4	40 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 5	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

Orientierung 0 = deklamel in overspanningsrichting; Orientierung 90 = deklamel haaks op overspanningsrichting

3.2 Materiaal parameters

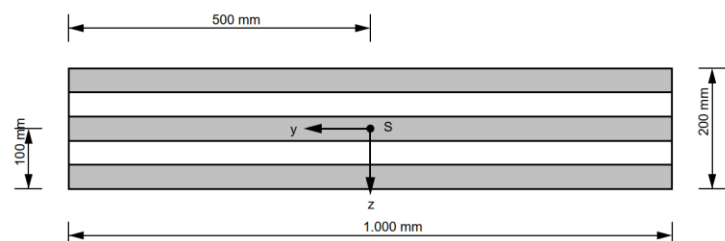
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

Systeemcoëfficiënt voor Kruislaaghout $k_{sys} = 1,0$

Materiaal parameters voor	C24-DERIX-ETA 2019
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	14,5
Streksterkte loodrecht [N/mm ²]	0,4
Druksterkte evenwijdig [N/mm ²]	21,0
Druksterkte loodrecht [N/mm ²]	2,5
Schuifsterkte [N/mm ²]	2,5
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,1
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.000,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	9.166,0
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	370,0 (0,0)
Schuifmodulus [N/mm ²]	690,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	50,0
Dichtheid [kg/m ³]	350,0
Gemiddelde dichtheid [kg/m ³]	450,0

3.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	1,32E9 N
EI_{ef}	5,808E12 N·mm ²
GA_{ef}	1,595E7 N



4 Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,1 kN/m	2 kN/m ²	0,9 kN/m ²	A			
2	1,1 kN/m	2 kN/m ²	0,9 kN/m ²	A			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1$$

$$\gamma_Q = 1$$

Positie van de belasting:

Eigen gewicht: Geheel

Permanente belastingen: Geheel

Veranderlijke belasting: Velds-gewijs

Sneeuw: Velds-gewijs

Wind: Geheel

Combinaties:

Combinatie-factoren: overeenkomstig EN

Combinatie van gelijkmatig verdeelde en puntlasten:

q_k und Q_k als één belastingeval beoordelen

s und S als één belastingeval beschouwen

w_k und W_k als één belastingeval beoordelen

7 Resultaten

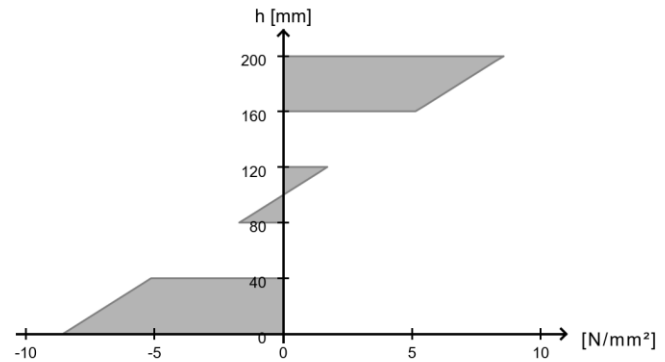
Onderliggende normen: EN 1995-1-1:2009, NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

Onderliggende berekenings-methode: Timoshenko

7.1 Uiterste grenstoestand (ULS)

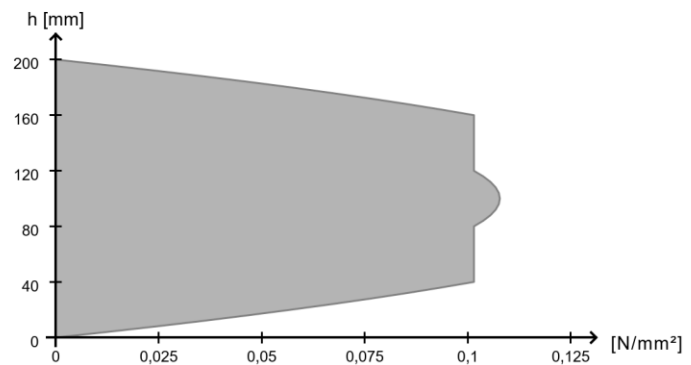
7.1.1 Buiging

Uitnutting	59,4 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
Ek	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	-45,198 kN·m
$\sigma_{max,d}$	8,56 N/mm ²



7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	15,4 %
k_{mod}	0,6
bij x	5,4 m
Ek	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	16,74 kN
$\tau_{r,d}$	0,101 N/mm ²



De k_{mod} staat hier nog op 0,60 , echter mag deze bij een bijzonder belastingsgeval 1,10 zijn. Hierdoor wordt de werkelijke u.c. bij buiging $0,59 / 1,10 \times 0,60 = 0,32$ en voor de afschuiving $0,15 / 1,10 \times 0,60 = 0,08$.

8.3 Controle liggers

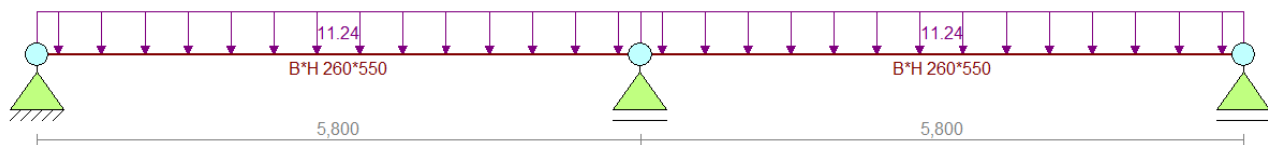
Lijnlast op één ligger:

q

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Verdiepingsvloer} & 50\% \times 1,25 \times 5,80 \times (& G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k \\
 & 3,10 + 1,00 \times 3,00) = & p_b + v_b \\
 & & + \frac{11,24}{11,24} + \frac{10,88}{10,88} \text{ extr} \\
 & \text{Totaal} & 11,24 + 10,88 \text{ kN/m} \\
 \\
 & \text{Frequent} = 5,44 \text{ kN/m} & \text{Quasi blijvend} = 3,26 \text{ kN/m} & \text{Momentaan} = 5,44 \text{ kN/m} & \text{Extreem} = 10,88 \text{ kN/m}
 \end{array}$$

Belastingen uiterste grenstoestand, CC3-Nieuwbouw

$$\begin{aligned}
 q_{Ed} &= 1,49 \times 11,24 + 1,65 \times 5,44 = 25,66 \text{ kN/m (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)} \\
 &= 1,32 \times 11,24 + 1,65 \times 10,88 = 32,80 \text{ kN/m (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)}
 \end{aligned}$$



Figuur 8-3

Technosoft Raamwerken release 6.79a

Onderdeel....: Dubbele vloerligger
 Dimensies....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Bestand.....: K:\Projecten\MM20029\10 Constructeur\03 DO - Definitief
 Ontwerp\Houtconstructie\Weena\Doorgaande ligger.rww

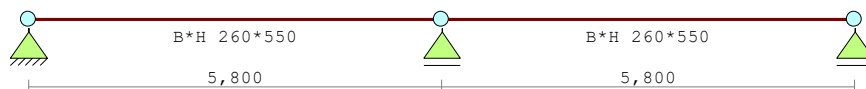
Belastingbreedte.: 1.000
 Rekenmodel.....: 2e-orde-elastisch.
 Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:
 1) Losse belastinggevallen:
 Lineaire-elasticiteitstheorie
 2) Uiterste grenstoestand:
 Geometrisch niet lineair alle staven.
 Fysisch lineair alle staven.
 3) Gebruiksgrenstoestand:
 Lineaire-elasticiteitstheorie
 Maximum aantal iteraties.....: 50
 Max.deellengte kolommen/wanden: 0.500 Max.deellengte balken/vloeren: 0.500
 Max. X-verplaatsing in UGT....: 0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT....: 0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Hout	NEN-EN 1995-1-1:2005	A1:2011,C1:2006	NB:2013(nl)
	NEN-EN 14080:2013		

GEOMETRIE



MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	S.G.verhoogd	Pois.	Uitz. coëff
1	GL24h	11500	3.8	4.6	1.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.G.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 260*550	1:GL24h	1.4300e+05	3.6048e+09	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	260	550	275.0	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 260*550



KNOPEN

Knoop	X	Z
1	0.000	0.000
2	5.800	0.000
3	11.600	0.000

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	1:B*H 260*550	NDM	NDM	5.800	
2	2	3	1:B*H 260*550	NDM	NDM	5.800	

Onderdeel....: Dubbele vloerligger

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode	XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	110		0.00
2	2	010		0.00
3	3	010		0.00

BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.

Betrouwbaarheidsklasse.....:	3	Referentieperiode.....:	50
Gebouwdiepte.....:	0.00	Gebouwhoogte.....:	0.00
Niveau aansl.terrein.....:	0.00	E.g. scheid.w. [kN/m2]:	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	EGZ=-1.00	Type
1	Permanente belasting		1
2	Veranderlijke belasting		2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)

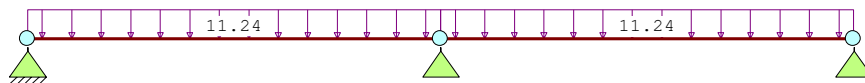
BELASTINGGEVALLEN vervolg

B.G. Omschrijving	Belastingduurklasse
1 Permanente belasting	Blijvend
2 Veranderlijke belasting	Middellang

BELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓



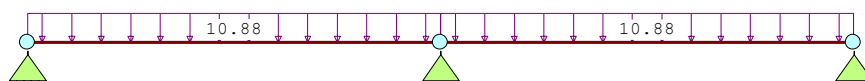
STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staaft Type	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1 1:QZLokaal	-11.24	-11.24	0.000	0.000			
2 1:QZLokaal	-11.24	-11.24	0.000	0.000			

BELASTINGEN

B.G:2 Veranderlijke belasting



STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Veranderlijke belasting

Staaft Type	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1 1:QZLokaal	-10.88	-10.88	0.000	0.000	0.50	0.50	0.30
2 1:QZLokaal	-10.88	-10.88	0.000	0.000	0.50	0.50	0.30

REACTIES

1e orde

Kn.	B.G.	X	Z	M
1	1	0.00	25.88	
1	2	0.00	23.66	
2	1		86.28	
2	2		78.88	
3	1		25.88	
3	2		23.66	

BEREKENINGSTATUS

B.C.	Iteratie	Status
1	3	Nauwkeurigheid bereikt
2	3	Nauwkeurigheid bereikt
3	3	Nauwkeurigheid bereikt
4	3	Nauwkeurigheid bereikt
5	3	Nauwkeurigheid bereikt
6	3	Nauwkeurigheid bereikt
7	1	Lineaire berekening
8	1	Lineaire berekening
9	1	Lineaire berekening

Onderdeel....: Dubbele vloerligger

BEREKENINGSTATUS

B.C.	Iteratie	Status
10	1	Lineaire berekening
11	1	Lineaire berekening
12	1	Lineaire berekening

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type
1	Fund. 1.49 $G_{k,1}$
2	Fund. 0.90 $G_{k,1}$
3	Fund. 1.49 $G_{k,1}$ + 1.65 Ψ_0 $Q_{k,2}$
4	Fund. 1.32 $G_{k,1}$ + 1.65 $Q_{k,2}$
5	Fund. 0.90 $G_{k,1}$ + 1.65 $Q_{k,2}$
6	Fund. 0.90 $G_{k,1}$ + 1.65 Ψ_0 $Q_{k,2}$
7	Kar. 1.00 $G_{k,1}$ + 1.00 $Q_{k,2}$
8	Quas. 1.00 $G_{k,1}$
9	Quas. 1.00 $G_{k,1}$ + 1.00 Ψ_2 $Q_{k,2}$
10	Freq. 1.00 $G_{k,1}$
11	Freq. 1.00 $G_{k,1}$ + 1.00 Ψ_1 $Q_{k,2}$
12	Blij. 1.00 $G_{k,1}$

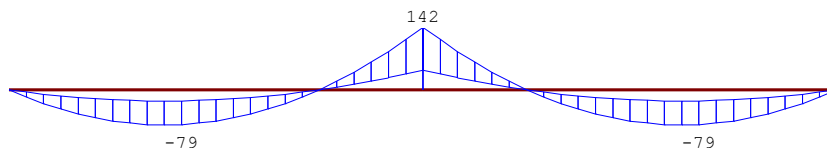
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC	Staven met gunstige werking
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Alle staven de factor:0.90
6	Alle staven de factor:0.90

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

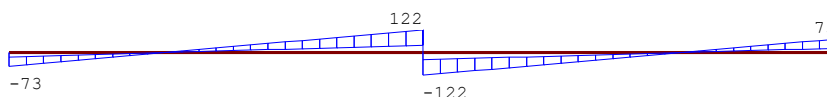
MOMENTEN 2e orde

Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN 2e orde

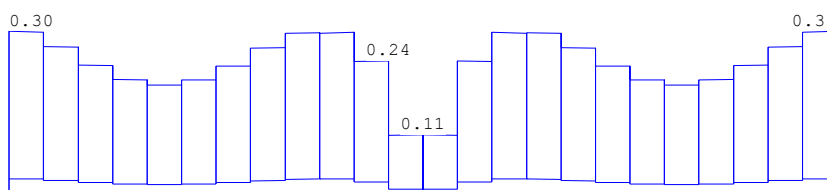
Fundamentele combinatie



Onderdeel....: Dubbele vloerligger

NORMAALKRACHTEN 2e orde

Fundamentele combinatie



REACTIES 2e orde

Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	0.00	0.00	23.30	73.21		
2			77.65	244.04		
3			23.30	73.21		

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN 1e orde [mm]

Karakteristieke combinatie



MATERIAALGEGEVENS

Mt	Kwaliteit	$f_{m,y,k}$ [N/mm ²]	ρ_k [kg/m ³]	ρ_{mean} [kg/m ³]	$f_{t,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{v,k}$ [N/mm ²]
1	GL24h	24	385	462	19.2	0.5	24.0	2.5	3.5

MATERIAALGEGEVENS (vervolg)

Mt	Kwaliteit	G_{mean} [N/mm ²]	$E_{0,05}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ [N/mm ²]	Klimaatklasse	k_{def}	$E_{0,mean,fin}$ [N/mm ²]
1	GL24h	650	9600	300	11500	I	0.60	7188

KIPSTABILITEIT

Staafl	Plts. aangr.	1 sys. [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h	boven:	5.80 5*1,16
		onder:	5.80 0;5.800
2	1.0*h	boven:	5.80 5*1,16
		onder:	5.80 5.800

STABILITEIT

Stf	b_{gem} [mm]	h_{gem} [mm]	l_{sys} [mm]	$l_{bu,c,y/z}$ [mm]	λ_y	λ_z	$\lambda_{rel,y/z}$	β_c	k_y	k_z	$k_{c,y}$	$k_{c,z}$		
1	260	550	5800	nvt	5800	36.5	77.3	0.581	1.230	0.1	0.683	1.303	0.960	0.577
2	260	550	5800	nvt	5800	36.5	77.3	0.581	1.230	0.1	0.683	1.303	0.960	0.577

STABILITEIT (vervolg)

Staafl	positie [mm]	$l_{ef,y}$ [mm]	$\sigma_{my,crit}$ [N/mm ²]	$\lambda_{rel,my}$	$k_{crit,y}$
1	5800	4945	186.12	0.36	1.00
2	0	4945	186.12	0.36	1.00

TOETSING SPANNINGEN

Onderdeel....: Dubbele vloerligger

TOETSING SPANNINGEN

Staaf	1	BC / Sit.	4 / 1	UC frm(6.17)	0.70
Staaf	2	BC / Sit.	4 / 1	UC frm(6.17)	0.70

TOETSING DOORBUIGING

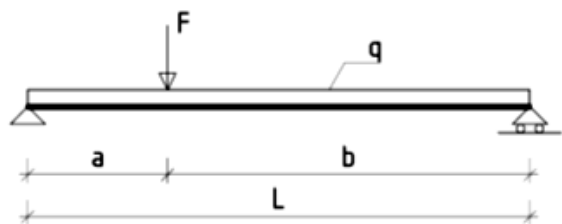
Stf	Soort	Mtg	l_{sys} [mm]	Overstek i j	BC Sit	u_{bij} [mm]	Toelaatbaar [mm]	$u_{fin,net}$ [mm]	Toelaatbaar [mm]
1	Vloer	db	5800	Nee Nee	9 1	-3.0	-17.4	0.003	-4.7
2	Vloer	db	5800	Nee Nee	9 1	-3.0	-17.4	0.003	-4.7

TOETSING DOORBUIGING (vervolg)

Stf	Soort	Mtg	l_{sys} [mm]	Overstek i j	Zeeg [mm]	BC Sit	u_{inst} [mm]	Toelaatbaar [mm]
1	Vloer	db	5800	Nee Nee	0.0	7 1	-3.4	-23.2
2	Vloer	db	5800	Nee Nee	0.0	7 1	-3.4	-23.2

Robuustheid: wegvallen middensteunpunt

Ligger 550x260mm² (GL24h), lengte ±11600 mm



Profielgegevens

Sterkteklasse: GL24h $\gamma_M: 1$ Klimaatklasse: 1 Belastingsduur: Kort $K_{mod} (6.10b): 1$
 $k_h: 1,00$ $k_{def}: 0,6$ $K_{mod} (6.10a): 1$
 Hoogte: 550 mm Breedte: 260 mm L: 11,60 m a: 5,80 m b: 5,80 m $L_{ef}: 1,00$ m
 $A = 1,43E+05$ mm² $I_y = 3,60E+09$ mm⁴ $I_z = 8,06E+08$ mm⁴
 $I_{tor} = 2,26E+09$ mm⁴ $W_y = 1,31E+07$ mm³

Belastingen

$F_{G,Ek}: 0,0$ kN $F_{Q,Ek}: 0,0$ kN $F_{Ed} (6.10b): 0,0$ kN $F_{Ed} (6.10a): 0,0$ kN
 $q_{G,Ek}: 11,72$ kN/m $q_{Q,Ek}: 3,30$ kN/m $q_{Ed} (6.10b): 15,0$ kN/m $q_{Ed} (6.10a): 0,0$ kN/m
 $\gamma_{G,a} / \gamma_{G,b}: 1,49 / 1,32$ $\gamma_Q: 1,65$ $\psi_0: 0,50$ $\psi_2: 0,30$ Gevolgklasse: CC3

Oplegreacties

$F_{r,A,G,Ek} = 67,9$ kN $F_{r,A,Q,Ek} = 19,1$ kN $F_{r,A,Ed} (6.10b) = 87,1$ kN $F_{r,A,Ed} (6.10a) = 0,0$ kN
 $F_{r,B,G,Ek} = 67,9$ kN $F_{r,B,Q,Ek} = 19,1$ kN $F_{r,B,Ed} (6.10b) = 87,1$ kN $F_{r,B,Ed} (6.10a) = 0,0$ kN

Moment

$M_{Ed} = F_{r,Ed} \cdot X - 1/2 \cdot q_d \cdot X^2$ $X = F_{r,Ed} / q_{Ed} = 87,1 / 15,0 = 5,80$ m
 $M_{Ed} (6.10b) = 87,1 \cdot 5,80 - 1/2 \cdot 15,0 \cdot 5,80^2 = 252,6$ kNm $M_{Ed} (6.10a) = 0,0$ kNm

Controle sterkte

NEN-EN 1995-1-1

Moment

$$\sigma_{m,crit} = \pi \cdot \sqrt{(E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}) / (L_{ef} \cdot W_y)} \quad (6.31)$$

$$\sigma_{m,crit} = \pi \cdot \sqrt{(9.600 \cdot 8,06E+08 \cdot 540 \cdot 22,63E+08) / (1.000 \cdot 13,11E+06)} = 736,70 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,0,k} / \sigma_{m,crit})} = \sqrt{(24,00 / 736,70)} = 0,18 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1,0 & \text{voor } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} & \text{voor } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ 1,0 / \lambda_{rel,m}^2 & \text{voor } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad k_{crit} = 1,0 \quad (6.34)$$

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10b

$$\sigma_{m,d} = M_{Ed} (6.10b) / W_y = 252,6 / 13,11 = 19,27 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = f_{m,k} / \gamma_M \cdot k_{mod} (6.10b) \cdot k_h = 24,00 / 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 24,00 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14 + 3.1/3.2)$$

$$u.c. = \sigma_{m,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,d}) = 19,27 / (1,00 \cdot 24,00) = 0,80 \quad \text{Voldoet} \quad (6.33)$$

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10a

$$\sigma_{m,d} = M_{Ed} (6.10a) / W_y = 0,0 / 13,11 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = f_{m,k} / \gamma_M \cdot k_{mod} (6.10a) \cdot k_h = 24,00 / 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 24,00 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14 + 3.1/3.2)$$

$$u.c. = \sigma_{m,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,d}) = 0,00 / (1,00 \cdot 24,00) = 0,00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.33)$$

Dwarskracht

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10b

$$\tau_{v,d} = 1,5 * V_{Ed(6.10b)} / A = 1,5 * 87,1 / 143,0 = 0,91 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = f_{v,k} / \gamma_M * k_{mod(6.10b)} = 3,50 / 1,00 * 1,0 = 3,50 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14)$$

$$u.c. = \tau_{v,d} / f_{v,d} = 0,91 / 3,50 = 0,26 \quad \text{Voldoet} \quad (6.13)$$

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10a

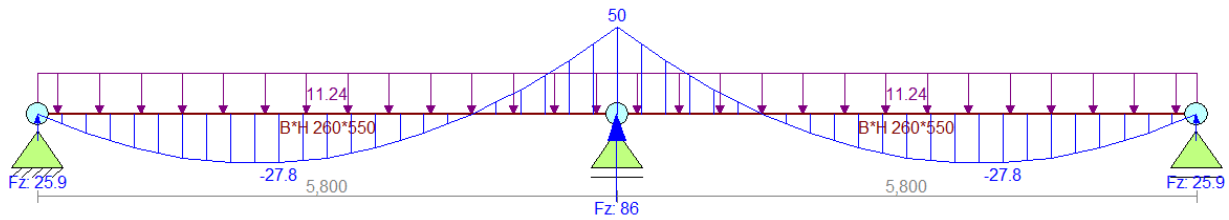
$$\tau_{v,d} = 1,5 * V_{Ed(6.10a)} / A = 1,5 * 0,0 / 143,0 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = f_{v,k} / \gamma_M * k_{mod(6.10a)} = 3,50 / 1,00 * 1,0 = 3,50 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14)$$

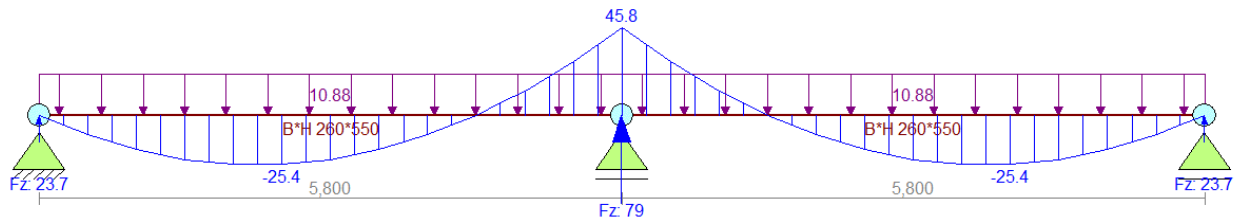
$$u.c. = \tau_{v,d} / f_{v,d} = 0,00 / 3,50 = 0,00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.13)$$

Brandsituatie

MOMENTEN 1e orde B.G:1 Permanente belasting



MOMENTEN 1e orde B.G:2 Veranderlijke belasting



Figuur 8-4

Belastingen

$N_{G,k}$	0,00 kN	$N_{Q,k}$	0,00 kN	$N_{Ed (6.10b)}$	0,00 kN	$N_{Ed (6.10a)}$	0,00 kN	$N_{Ed,fi}$	0,0 kN
$M_{G,y,k}$	50,00 kNm	$M_{Q,y,k}$	45,80 kNm	$M_{y,Ed (6.10b)}$	141,65 kNm	$M_{y,Ed (6.10a)}$	112,04 kNm	$M_{y,Ed,fi}$	63,7 kNm
$M_{G,z,k}$	0,00 kNm	$M_{Q,z,k}$	0,00 kNm	$M_{z,Ed (6.10b)}$	0,00 kNm	$M_{z,Ed (6.10a)}$	0,00 kNm	$M_{z,Ed,fi}$	0,0 kNm
$V_{G,y,k}$	43,10 kNm	$V_{Q,y,k}$	39,40 kN	$V_{y,Ed (6.10b)}$	121,97 kN	$V_{y,Ed (6.10a)}$	96,51 kN	$V_{y,Ed,fi}$	54,9 kN
$V_{G,z,k}$	0,00 kNm	$V_{Q,z,k}$	0,00 kN	$V_{z,Ed (6.10b)}$	0,00 kN	$V_{z,Ed (6.10a)}$	0,00 kN	$V_{z,Ed,fi}$	0,0 kN
$\gamma_{G,a} / \gamma_{G,b}$	1,49 / 1,32	γ_Q	1,65	ψ_0	0,50	ψ_2	0,30	Gevolgklasse: CC3	

Controle sterkte

Moment

$$\sigma_{m,crit,y} = \pi \sqrt{(E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}) / (L_{ef} \cdot W_y)} \quad (6.31)$$

$$\sigma_{m,crit,y} = \pi \sqrt{(9.600 \cdot 8,06E+08 \cdot 540 \cdot 22,63E+08) / (1.000 \cdot 13,11E+06)} = 736,70 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,z} = \pi \sqrt{(E_{0,05} \cdot I_y \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}) / (L_{ef} \cdot W_z)}$$

$$\sigma_{m,crit,z} = \pi \sqrt{(9.600 \cdot 36,05E+08 \cdot 540 \cdot 22,63E+08) / (1.000 \cdot 6,20E+06)} = 3.296,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,0,k} / \sigma_{m,crit})} \quad \lambda_{rel,m,y} = \sqrt{(24,00 / 736,70)} = 0,18 \quad \lambda_{rel,m,z} = \sqrt{(24,00 / 3.296,63)} = 0,09 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1,0 & \text{voor } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} & \text{voor } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ 1,0 / \lambda_{rel,m}^2 & \text{voor } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad \begin{matrix} k_{crit,y} = 1,0 \\ k_{crit,z} = 1,0 \end{matrix} \quad (6.34)$$

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10b

$$\sigma_{m,y,0,d} = M_{y,Ed (6.10b)} / W_y = 141,7 / 13,11 = 10,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,0,d} = M_{z,Ed (6.10b)} / W_z = 0,0 / 6,20 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,0,d} = f_{m,0,k} / \gamma_M \cdot k_{mod (6.10b)} \cdot k_h = 24,00 / 1,25 \cdot 0,80 \cdot 1,01 = 15,49 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14 + 3.1/3.2)$$

$$u.c. = \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.23)$$

$$u.c. = 10,81 / 15,49 + 0,7 \cdot 0,00 / 15,49 = 0,70 \quad \text{Voldoet}$$

$$u.c. = k_m \cdot \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.24)$$

$$u.c. = 0,7 \cdot 10,81 / 15,49 + 0,00 / 15,49 = 0,49 \quad \text{Voldoet}$$

$$u.c. = \sigma_{m,y,0,d} / (k_{crit,y} \cdot f_{m,0,d}) + \sigma_{m,z,0,d} / (k_{crit,z} \cdot f_{m,0,d}) \quad (6.33)$$

Niet van toepassing

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10a

$$\sigma_{m,y,0,d} = M_{y,Ed} (6.10a) / W_y = 112,0 / 13,11 = 8,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,0,d} = M_{z,Ed} (6.10a) / W_z = 0,0 / 6,20 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,0,d} = f_{m,0,k} / \gamma_M * k_{mod} (6.10a) * k_h = 24,00 / 1,25 * 0,60 * 1,01 = 11,62 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14 + 3.1/3.2)$$

$$u.c. = \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + k_m * \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.23)$$

$$u.c. = 8,55 / 11,62 + 0,7 * 0,00 / 11,62 = 0,74$$

Voldoet

$$u.c. = k_m * \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.24)$$

$$u.c. = 0,7 * 8,55 / 11,62 + 0,00 / 11,62 = 0,51$$

Voldoet

$$u.c. = \sigma_{m,y,0,d} / (k_{crit,y} * f_{m,0,d}) + \sigma_{m,z,0,d} / (k_{crit,z} * f_{m,0,d}) \quad (6.33)$$

Niet van toepassing

Dwarskracht

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10b

$$\sigma_{v,y,0,d} = 1,5 * V_{y,Ed} (6.10b) / A = 1,5 * 121.973 / 143.000 = 1,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{v,z,0,d} = 1,5 * V_{z,Ed} (6.10b) / A = 1,5 * 0 / 143.000 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,0,d} = f_{v,0,k} / \gamma_M * k_{mod} (6.10b) = 3,50 / 1,25 * 0,8 = 2,24 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14)$$

$$u.c. = \sqrt{(\sigma_{v,y,0,d}^2 + \sigma_{v,z,0,d}^2) / f_{c,0,d}} = \sqrt{(1,28^2 + 0,00^2) / 2,24} = 0,57 \quad (6.13)$$

Voldoet

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10a

$$\sigma_{v,y,0,d} = 1,5 * V_{y,Ed} (6.10a) / A = 1,5 * 96.509 / 143.000 = 1,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{v,z,0,d} = 1,5 * V_{z,Ed} (6.10a) / A = 1,5 * 0 / 143.000 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,0,d} = f_{v,0,k} / \gamma_M * k_{mod} (6.10a) = 3,50 / 1,25 * 0,8 = 2,24 \text{ N/mm}^2 \quad (2.14)$$

$$u.c. = \sqrt{(\sigma_{v,y,0,d}^2 + \sigma_{v,z,0,d}^2) / f_{c,0,d}} = \sqrt{(1,01^2 + 0,00^2) / 1,68} = 0,60 \quad (6.13)$$

Voldoet

Combinatie

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10b

$$u.c. = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + k_m * \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.17)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m * \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.18)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = (\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + k_m * \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.19)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = (\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m * \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.20)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,y,0,d} + k_m * \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,z,0,d} \quad (6.23)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + k_m * \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,y,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,z,0,d} \quad (6.24)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,0,d} / (k_{crit,y} * f_{m,0,d}))^2 \quad (6.35)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,z,0,d} / (k_{crit,z} * f_{m,0,d}))^2 \quad (6.35)$$

Niet van toepassing

Belasting volgens NEN-EN 1990 vgl. 6.10a

$$u.c. = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + k_m * \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.17)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m * \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.18)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = (\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + k_m * \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.19)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = (\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m * \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,0,d} \quad (6.20)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,y,0,d} + k_m * \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,z,0,d} \quad (6.23)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + k_m * \sigma_{m,y,0,d} / f_{m,y,0,d} + \sigma_{m,z,0,d} / f_{m,z,0,d} \quad (6.24)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,0,d} / (k_{crit,y} * f_{m,0,d}))^2 \quad (6.35)$$

Niet van toepassing

$$u.c. = \sigma_{c,0,d} / (k_c * f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,z,0,d} / (k_{crit,z} * f_{m,0,d}))^2 \quad (6.35)$$

Niet van toepassing

Controle brand

NEN-EN 1995-1-2

Tabel 2.1, 3.1 en 4.1

$$k_{fi}: 1,15 \quad \beta_n: 0,7 \quad k_0: 1,0 \quad \gamma_{M,fi}: 1,0 \quad k_{mod,fi}: 1,0$$

$$d_{char,n} = \beta_n * t = 0,7 * 120 \text{ min.} = 84,0 \text{ mm} \quad (3.2)$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + 7 * k_0 = 84,0 + 7 * 1,0 = 91,0 \text{ mm} \quad (4.1)$$

$$h_{ef} = h - 1 * d_{ef} = 550 - 1 * 91,0 = 459,0 \text{ mm}$$

$$b_{ef} = b - 2 * d_{ef} = 260 - 2 * 91,0 = 78,0 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = h_{ef} * b_{ef} = 459 * 78 = 35.802 \text{ mm}^2 \quad I_{y,ef} = 6,29E+08 \text{ mm}^4$$

$$I_{z,ef} = 1,82E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_{tor,ef} = 6,48E+07 \text{ mm}^4$$

$$i_{y,ef} = 132,5 \text{ mm}$$

$$i_{z,ef} = 22,5 \text{ mm}$$

$$W_{y,ef} = 2,74E+06 \text{ mm}^3$$

$$W_{z,ef} = 4,65E+05 \text{ mm}^3$$

Normaalkracht trek

$$\sigma_{t,0,d,fi} = N_{Ed,fi} / A_{ef} = 0 / 35.802 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d,fi} = f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi} * k_{mod,fi} * k_{fi} = 19,20 / 1,0 * 1,0 * 1,15 = 22,08 \text{ N/mm}^2$$

(2.1 + 2.4)

$$u.c. = \sigma_{t,0,d,fi} / f_{t,0,d,fi} = 0,00 / 22,08 = 0,00$$

Voldoet

Moment

$$\sigma_{m,crit,y} = \pi * \sqrt{(9.600 * 18,15E+06 * 540 * 6,48E+07) / (1.000 * 27,39E+05)} = 89,59 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,z} = \pi * \sqrt{(9.600 * 628,57E+06 * 540 * 6,48E+07) / (1.000 * 4,65E+05)} = 3.102,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m,y} = \sqrt{(24,00 / 89,59)} = 0,52 \quad \lambda_{rel,m,z} = \sqrt{(24,00 / 3.102,46)} = 0,09$$

$$k_{crit,y} = 1,0$$

$$k_{crit,z} = 1,0$$

$$\sigma_{m,y,0,d,fi} = M_{y,Ed,fi} / W_{y,ef} = 63,7 / 2,74 = 23,27 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,0,d,fi} = M_{z,Ed,fi} / W_{z,ef} = 63,7 / 0,47 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,0,d,fi} = f_{m,0,k} / \gamma_{M,fi} * k_{mod,fi} * k_{fi} = 24,00 / 1,0 * 1,0 * 1,15 = 27,60 \text{ N/mm}^2$$

(2.1 + 2.4)

$$u.c. = \sigma_{m,y,0,d,fi} / f_{m,0,d,fi} + k_m * \sigma_{m,z,0,d,fi} / f_{m,0,d,fi}$$

$$u.c. = 23,27 / 27,60 + 0,7 * 0,00 / 27,60 = 0,84$$

Voldoet

$$u.c. = k_m * \sigma_{m,y,0,d,fi} / f_{m,0,d,fi} + \sigma_{m,z,0,d,fi} / f_{m,0,d,fi}$$

$$u.c. = 0,7 * 23,27 / 27,60 + 0,00 / 27,60 = 0,59$$

Voldoet

$$u.c. = \sigma_{m,y,0,d,fi} / (k_{crit,y} * f_{m,0,d,fi}) + \sigma_{m,z,0,d,fi} / (k_{crit,z} * f_{m,0,d,fi})$$

Niet van toepassing

Dwarskracht

$$\sigma_{v,y,0,d,fi} = 1,5 * V_{y,Ed,fi} / A_{ef} = 1,5 * 54.920 / 35.802 = 2,30 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{v,z,0,d,fi} = 1,5 * V_{z,Ed,fi} / A_{ef} = 1,5 * 0 / 35.802 = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,0,d,fi} = f_{v,0,k} / \gamma_{M,fi} * k_{mod,fi} * k_{fi} = 3,50 / 1,0 * 1,0 * 1,15 = 4,03 \text{ N/mm}^2$$

(2.1 + 2.4)

$$u.c. = \sqrt{(\sigma_{v,y,0,d,fi}^2 + \sigma_{v,z,0,d,fi}^2) / f_{c,0,d,fi}} = \sqrt{(2,30^2 + 0,00^2) / 4,03} = 0,57$$

Voldoet