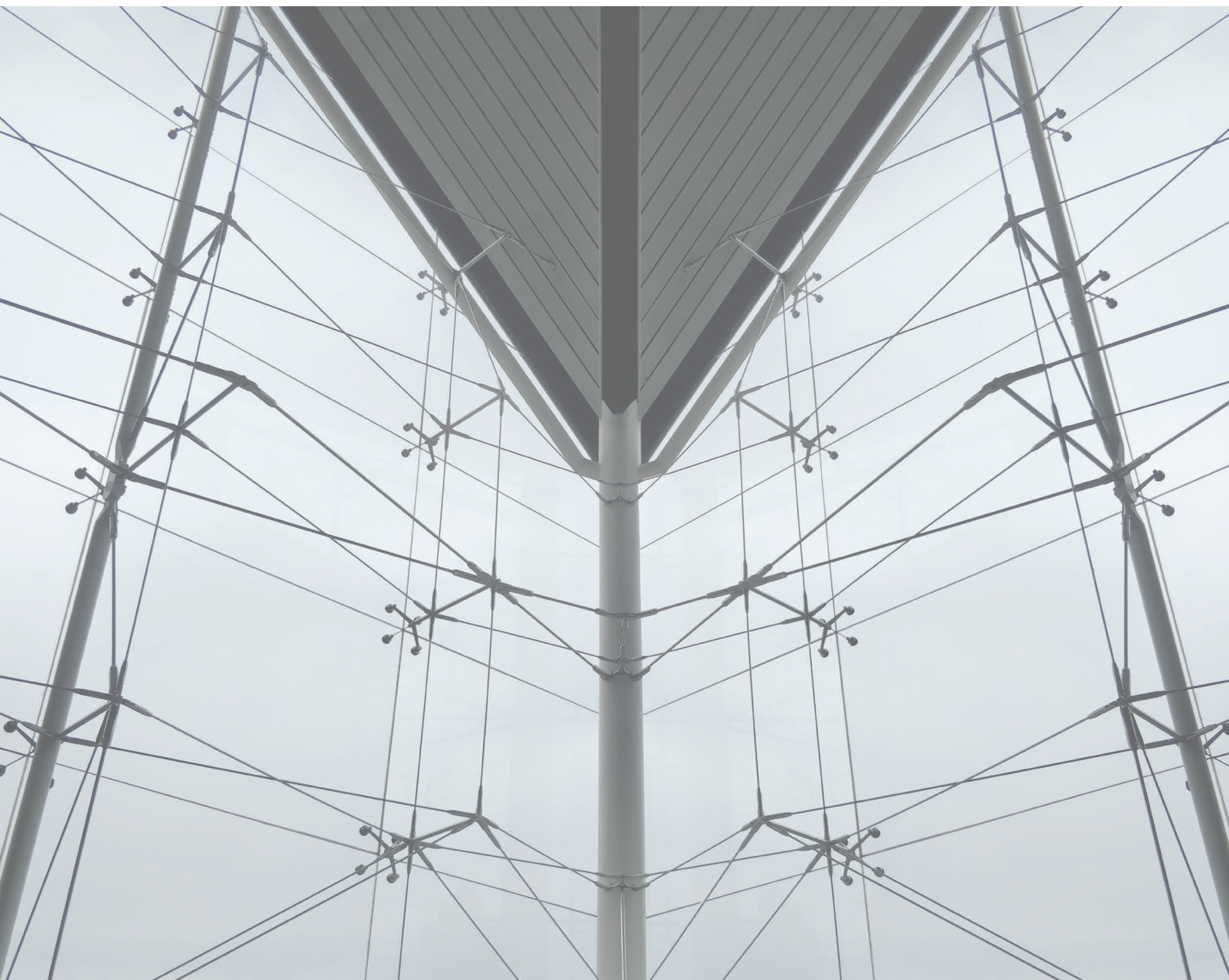




**ADVIESBUREAU
TIELEMANS**

BOUWCONSTRUCTIES B.V.



RISE te Rotterdam

MM20029
15-09-2023

Uitgangspunten en robuustheid Coolsingelblok
Document_DO-C003



Document MM20029_Document_DO-C003
Project RISE te Rotterdam

Uitgangspunten en robuustheid Coolsingelblok

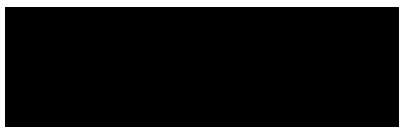
Opdrachtgever Hofplein Ontwikkel BV

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	Belasting- en gewichtsaannamen	13
3.1	Dakbelastingen	13
3.2	Vloerbelastingen	14
3.3	Gevelgewicht	15
3.4	Wandgewicht	15
3.5	Belastingplattegronden	16
3.6	Gebouwwegicht	17
3.7	Scheefstand	17
3.8	Belastingen uit grondwater	17
3.9	Grondgewicht	17
3.10	Negatieve kleeft op kelderwanden	18
3.11	Windbelastingen	18
3.12	Sneeuwbelastingen	18
4	Brandwerendheid	19
4.1	Algemeen	19
4.2	Eisen geldend voor het project	19
4.3	Hoofddraagconstructie bij brand	19
4.4	Specifieke detaillering ten aanzien van houten onderdelen	20

5	Constructieomschrijving	21
5.1	Verticale draagstructuur Coolsingelblok.....	21
5.2	Stabiliteitsprincipe	22
5.2.1	Algemeen.....	22
5.2.2	Dwarsstabiliteit.....	22
5.2.3	Langsstabiliteit.....	22
5.3	Fundering en Paalsysteem	22
5.4	Ontwerpdiktes en sterkteklassen	23
5.4.1	Vloeren	23
5.4.2	Wanden	23
6	Dilatatie tussen fase 1 en 2	24
7	Robuustheid	25
7.1	Inleiding	25
7.2	Strategie voor het maken van een robuust ontwerp	25
7.2.1	Houten wanden	26
7.2.2	Kolommen in kopgevels	27
7.2.3	Betonnen wanden.....	27
7.3	Overzichten	28
7.3.1	Dakvloer en 7 ^e verdiepingsvloer.....	28
7.3.2	6 ^e t/m 3 ^e verdiepingsvloer	29
8	Rekenmethoden, software en resultaten	30
8.1	Software	30
8.2	Controle vloeren	31
8.2.1	Noot met betrekking tot brand	31
8.2.2	Dakvloer.....	33
8.2.3	Verdiepingsvloer	43

Documentversies

Revisie 0 (15-09-2023)

Eerste uitgave

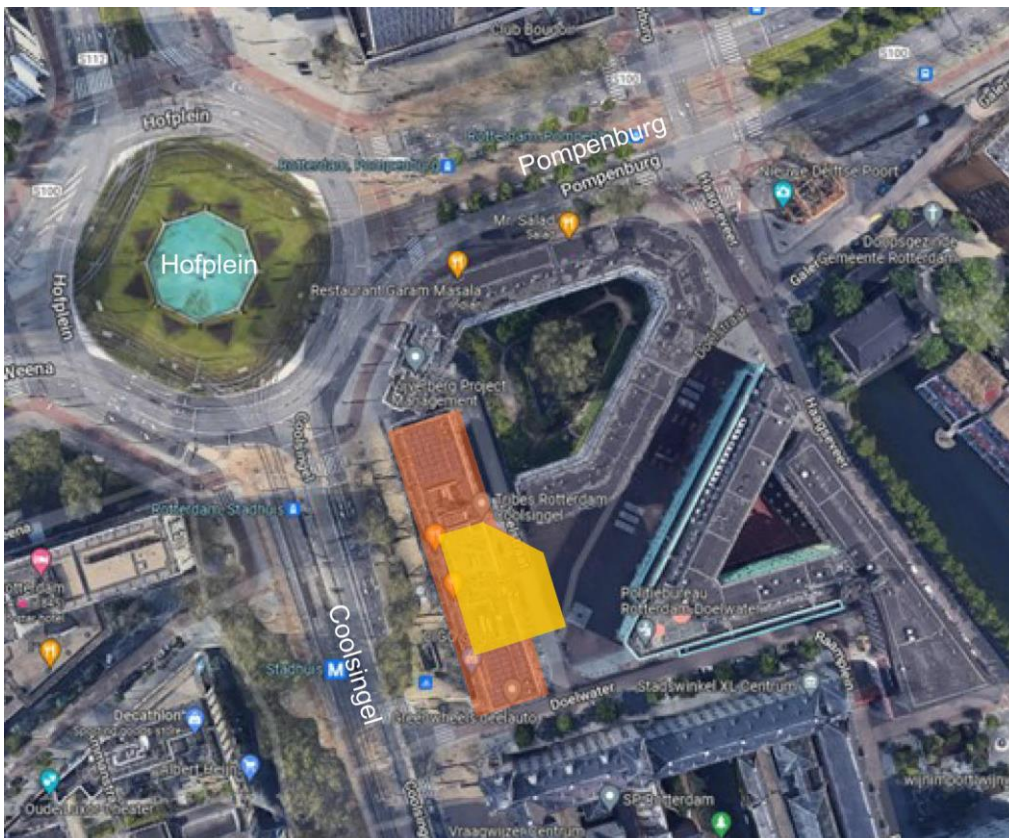
1 Algemeen

1.1 Inleiding

Dit document behandelt de uitgangspunten en aannames van de houtconstructie voor het Coolsingelblok in het RISE project. 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

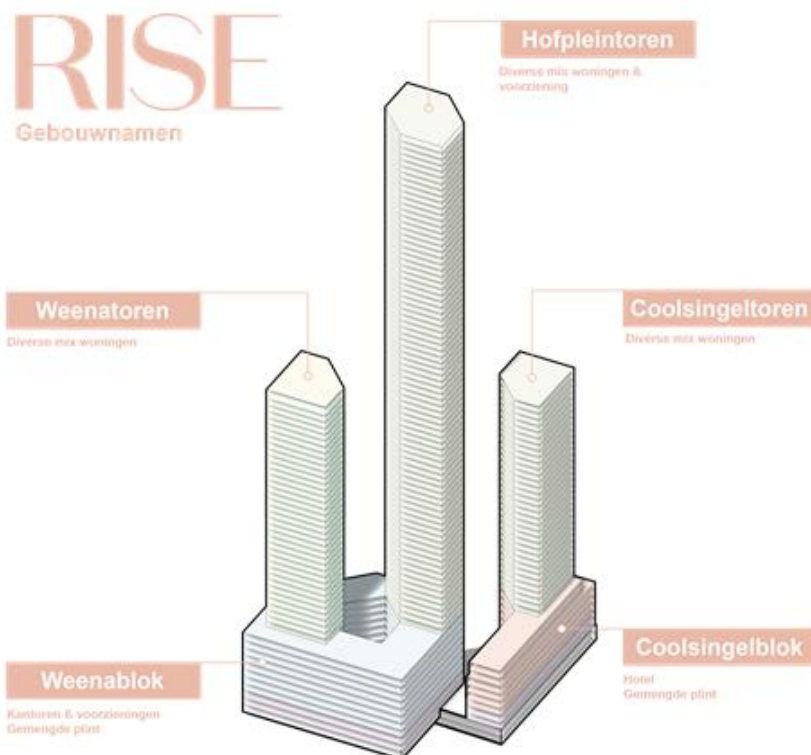
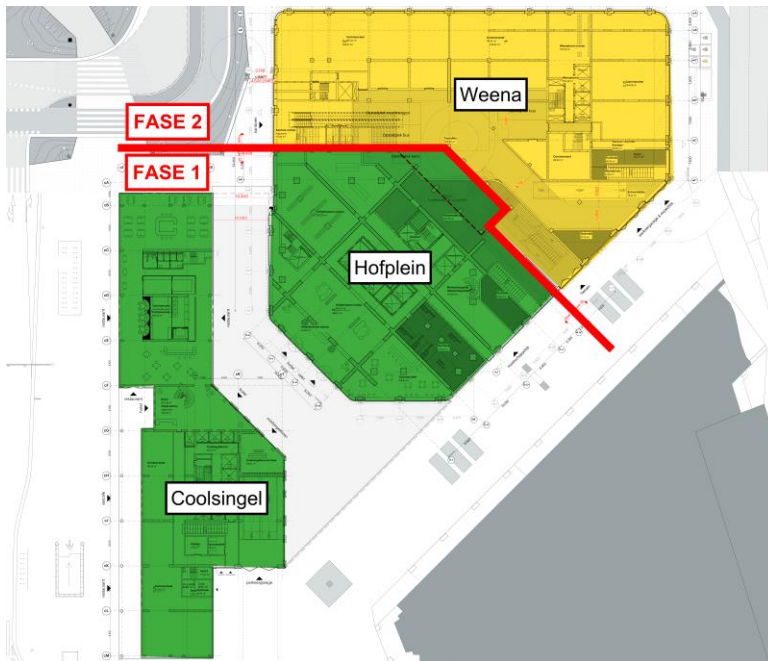
De geplande nieuwbouwlocatie bevindt zich in de Gemeente Rotterdam, op het kruispunt van de Coolsingel met het Hofplein.



Figuur 1-1 Situatie met gebouwcontour Coolsingelblok (oranje) en Coolsingeltoren (geel).

1.3 Faseringen

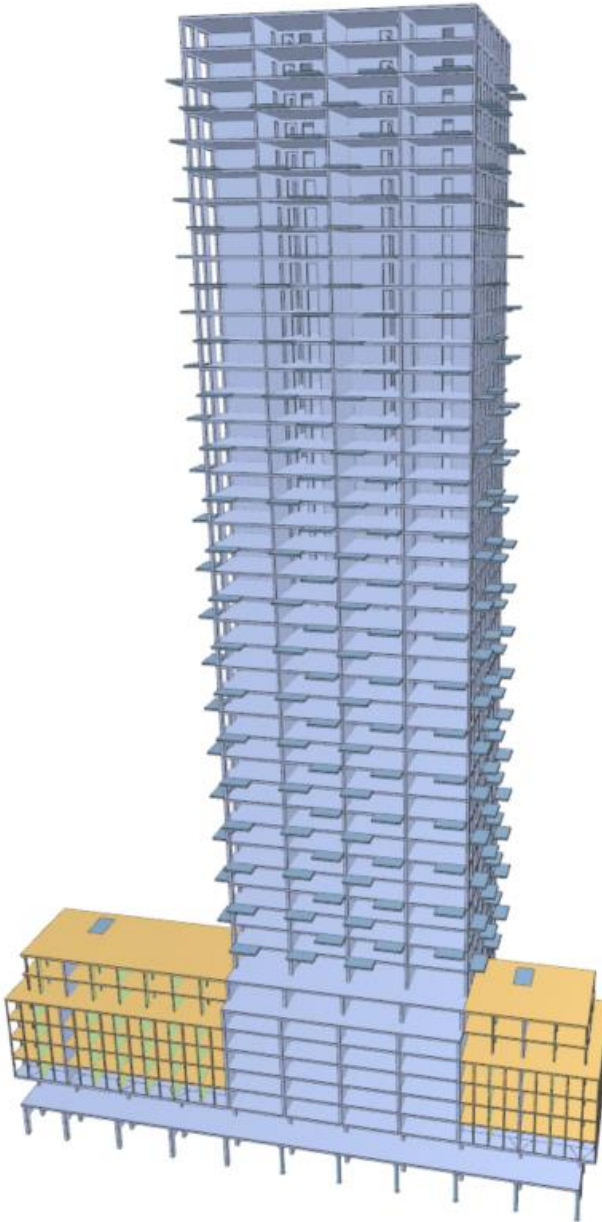
De Coolsingeltoren en het Coolsingelblok zijn onderdeel van het RISE project. Het Coolsingel gebouw is onderdeel van fase 1. Fase 1 en 2 zijn zo veel als mogelijk ontkoppeld. Zie ook hiervoor ook uitgangspunten Coolsingel gebouw (document DO-C001).



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

1.4 Gebouwbeschrijving

De houtconstructie van het Coolsingelblok staat op de betonnen 2^e verdiepingsvloer en loopt door tot de dakvloer van het blok. Elke verdiepingsvloer heeft een hotelfunctie en de dakvloer bestaat voor het overgrote gedeelte uit een daktuin en er is een openbaar dakterras aanwezig.



Figuur 1-3 Impressie van de constructie van de Coolsingel.
Grijs-blauw is beton, licht bruin is hout.

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 C: Bijeenkomstfunctie
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 in §5.4.

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

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 Belasting- en gewichtsaannamen

3.1 Dakbelastingen

Dakvloer 8e verdieping

Categorie C3: Ruimten zonder obstakels voor rondlopende mensen

Eigengewicht CLT-vloer		$0,24 \times 5,50 =$	1,32	
Daktuin		$0,60 \times 20,00 =$	12,00	
Isolatie en dakbedekking		$0,05 + 0,15 =$	0,20	
Plafond, leidingen etc		$0,50 =$	0,50	
Extra			0,08	
			+ -----	
Totaal blijvende belasting			14,10	kN/m ²
Opgelegde belasting		$5,00 =$	5,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting			7,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,70$	$\psi_2 = 0,60$	
Reductiefactor			1,00	

Dak trappenhuis Coolsingelblok

Categorie C3: Ruimten zonder obstakels voor rondlopende mensen

Eigengewicht betonvloer		$0,24 \times 25,00 =$	6,00	
Afwerking		$0,60 \times 20,00 =$	12,00	
Isolatie en dakbedekking		$0,05 + 0,15 =$	0,20	
Plafond, leidingen etc		$0,50 =$	0,50	
			+ -----	
Totaal blijvende belasting			18,70	kN/m ²
Opgelegde belasting		$5,00 =$	5,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting			7,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,70$	$\psi_2 = 0,60$	
Reductiefactor			1,00	

Dakterras 6e verdieping

Categorie A: niet-gemeenschappelijke balkons

Eigengewicht CLT-vloer		$0,20 \times 5,50 =$	1,10	
Afwerking		$2,30 =$	2,30	
Isolatie en dakbedekking		$0,05 + 0,15 =$	0,20	
Plafond, leidingen etc		$0,50 =$	0,50	
			+ -----	
Totaal blijvende belasting			4,10	kN/m ²
Opgelegde belasting		$2,50 =$	2,50	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting			3,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,50$	$\psi_2 = 0,30$	
Reductiefactor			1,00	

3.2 Vloerbelastingen
Verdiepingsvloer hout Coolsingelblok

Categorie A: Woon- of verblijfsfunctie

Eigengewicht CLT-vloer	0,20 x 5,50 =	1,10	
Afwerking	2,50 =	2,50	
Plafond, leidingen etc	0,50 =	0,50	
	+ -----		
Totaal blijvende belasting		4,10	kN/m ²
Opgelegde belasting inclusief scheidingswanden	1,20 + 1,75 =	2,95	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting		3,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,50$	$\psi_2 = 0,30$
Reductiefactor		1,00	

Verkeersruimtes hout Coolsingelblok

Categorie A: gemeenschappelijke vloeren, trappen en balkons

Eigengewicht CLT-vloer	0,20 x 5,50 =	1,10	
Afwerking	2,50 =	2,50	
Plafond, leidingen etc	0,50 =	0,50	
	+ -----		
Totaal blijvende belasting		4,10	kN/m ²
Opgelegde belasting	3,00 =	3,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting		3,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,50$	$\psi_2 = 0,30$
Reductiefactor		1,00	

Prefab trappen en bordessen

Categorie A: gemeenschappelijke vloeren, trappen en balkons

Eigengewicht	0,28 x 25,00 =	7,00	
	+ -----		
Totaal blijvende belasting		7,00	kN/m ²
Opgelegde belasting	3,00 =	3,00	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting		3,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,50$	$\psi_2 = 0,30$
Reductiefactor		1,00	

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.

3.3 Gevelgewicht
Gevel Coolsingelblok

Permanent

Eigengewicht pui	$0,60 \times 2,60 / 3,20 =$	0,49	
Betonband	$0,15 \times 0,60 \times 25,00 / 3,20 =$	0,70	
Extra	$=$	0,31	
	$+ \text{-----}$		
Totaal blijvende belasting		1,50	kN/m ²

Pergolakolom

Permanent

Eigengewicht	$0,30 \times 0,30 \times 3,00 \times 25,00 =$	6,75	
	$+ \text{-----}$		
Totaal blijvende belasting		6,75	kN

Pergola ligger

Permanent

Eigengewicht	$0,20 \times 0,55 \times 25,00 =$	2,75	
	$+ \text{-----}$		
Totaal blijvende belasting		2,75	kN/m

3.4 Wandgewicht
Betonwand d=200mm

Permanent

Eigengewicht	$0,20 \times 25,00 =$	5,00	
	$+ \text{-----}$		
Totaal blijvende belasting		5,00	kN/m ²

Betonwand d=250mm

Permanent

Eigengewicht	$0,25 \times 25,00 =$	6,25	
	$+ \text{-----}$		
Totaal blijvende belasting		6,25	kN/m ²

CLT-160 wand

Permanent

Eigengewicht CLT	$0,16 \times 5,50 =$	0,88	
Brandwerende bekleding	$2 \times 0,70 =$	1,40	
Isolatie	$2 \times 0,10 =$	0,20	
Extra	$=$	0,02	
	$+ \text{-----}$		
Totaal blijvende belasting		2,50	kN/m ²

3.5 Belastingplattegronden

De opgelegde belastingen zijn grafisch weergegeven in de belastingplattegronden, deze zijn opgenomen in tekeningen:

- MM20029_Tekening_DO-PG0500_Belastingenschema (verdieping -2)
- MM20029_Tekening_DO-PG0501_Belastingenschema (verdieping -1)
- MM20029_Tekening_DO-PG0502_Belastingenschema (verdieping 0)
- MM20029_Tekening_DO-CT0500_Belastingenschema (verdieping 1 t/m 45)

3.6 Gebouwgewicht

Het gebouwgewicht wordt berekend als een vlakbelasting op de betonnen 2^e verdiepingsvloer.

Het totale vloeroppervlak van de 2^e verdiepingsvloer, buiten de torenvoetprint om, is $17,4 \times (32,8 + 18,3) = 889\text{m}^2$

P

		$G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k$	pb	vb
Dakvloer 8e verdieping	$13,0 \times (30,9 + 16,5) / (17,4 \times (32,8 + 18,3)) \times$	$(14,10 + 1,00 \times 5,00) =$	$9,77 +$	$3,47 \text{ extr}$
Dak trappenhuis Coolsingelblok	$2 \times 2,4 \times 4,0 / 889 \times$	$(18,70 + 0,40 \times 5,00) =$	$0,40 +$	$0,04$
7e Verdiepingsvloer hout Coolsingelblok	$13,0 \times (30,9 + 16,5) / 889 \times$	$(4,10 + 0,40 \times 2,95) =$	$2,84 +$	$0,82$
Prefab trappen en bordessen 7e	$2 \times 2,2 \times 4,0 / 889 \times$	$(7,00 + 0,40 \times 3,00) =$	$0,14 +$	$0,02$
6e Verdiepingsvloer hout Coolsingelblok	$13,0 \times (30,9 + 16,5) / 889 \times$	$(4,10 + 0,40 \times 2,95) =$	$2,84 +$	$0,82$
Dakterras 6e verdieping	$(889 - 13,0 \times (30,9 + 16,5)) / 889 \times$	$(4,10 + 0,40 \times 2,50) =$	$1,26 +$	$0,31$
Prefab trappen en bordessen 6e	$2 \times 2,2 \times 4,0 / 889 \times$	$(7,00 + 0,40 \times 3,00) =$	$0,14 +$	$0,02$
5e Verdiepingsvloer hout Coolsingelblok	$1,00 \times$	$(4,10 + 1,00 \times 2,95) =$	$4,10 +$	$2,95 \text{ extr}$
Prefab trappen en bordessen 5e	$2 \times 2,2 \times 4,0 / 889 \times$	$(7,00 + 1,00 \times 3,00) =$	$0,14 +$	$0,06 \text{ extr}$
4e Verdiepingsvloer hout Coolsingelblok	$1,00 \times$	$(4,10 + 0,40 \times 2,95) =$	$4,10 +$	$1,18$
Prefab trappen en bordessen 4e	$2 \times 2,2 \times 4,0 / 889 \times$	$(7,00 + 0,40 \times 3,00) =$	$0,14 +$	$0,02$
3e Verdiepingsvloer hout Coolsingelblok	$1,00 \times$	$(4,10 + 0,40 \times 2,95) =$	$4,10 +$	$1,18$
Prefab trappen en bordessen 3e	$2 \times 2,2 \times 4,0 / 889 \times$	$(7,00 + 0,40 \times 3,00) =$	$0,14 +$	$0,02$
Gevel Coolsingelblok	$6,4 \times (2 \times 13,3 + 2 \times 30,9 + 2 \times 16,5) / 889 \times$	$(1,50 + 0,00 \times 0,00) =$	$1,31 +$	$0,00$
Gevel Coolsingelblok	$13,6 \times (2 \times 17,4 + 2 \times 32,8 + 2 \times 18,3) / 889 \times$	$(1,50 + 0,00 \times 0,00) =$	$3,15 +$	$0,00$
Pergolakolom	$20 / 889 \times$	$(6,75 + 0,00 \times 0,00) =$	$0,15 +$	$0,00$
Pergola ligger	$(2 \times 17,4 + 2 \times 32,8 + 2 \times 18,3) / 889 \times$	$(2,75 + 0,00 \times 0,00) =$	$0,42 +$	$0,00$
Betonwand d=200mm	$18,8 \times (4 \times 2,2 + 2 \times 4,0) / 889 \times$	$(5,00 + 0,00 \times 0,00) =$	$1,78 +$	$0,00$
Betonwand d=250mm	$4 \times 12,7 \times 7,5 / 889 \times$	$(6,25 + 0,00 \times 0,00) =$	$2,68 +$	$0,00$
Betonwand d=250mm	$4 \times 6,1 \times 5,3 / 889 \times$	$(6,25 + 0,00 \times 0,00) =$	$0,91 +$	$0,00$
CLT-160 wand	$16 \times 12,7 \times 7,5 / 889 \times$	$(2,50 + 0,00 \times 0,00) =$	$4,29 +$	$0,00$
CLT-160 wand	$16 \times 6,1 \times 5,3 / 889 \times$	$(2,50 + 0,00 \times 0,00) =$	$1,45 +$	$0,00$
		Totaal	46,25 +	10,92 kN/m²
Frequent = 6,95	kN/m²	Quasi blijvend = 6,34	kN/m²	Momentaan = 7,03 kN/m²
			Extreem = 25,90	kN/m²

Belastingen uiterste grenstoestand, CC3-Nieuwbouw

$$P_{Ed} = 1,49 \times 46,25 + 1,65 \times 7,03 = 80,28 \text{ kN/m}^2 \text{ (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)}$$

$$= 1,32 \times 46,25 + 1,65 \times 10,92 = 79,13 \text{ kN/m}^2 \text{ (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)}$$

Voor het overige zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

3.7 Scheefstand

Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

3.8 Belastingen uit grondwater

Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

3.9 Grondgewicht

Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

3.10 Negatieve kleef op kelderwanden

Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

3.11 Windbelastingen

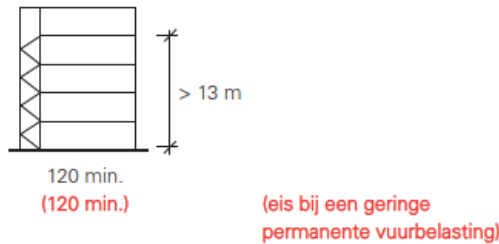
Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

3.12 Sneeuwbelastingen

Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

4 Brandwerendheid

4.1 Algemeen



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

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 Coolsingeltoren. 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.

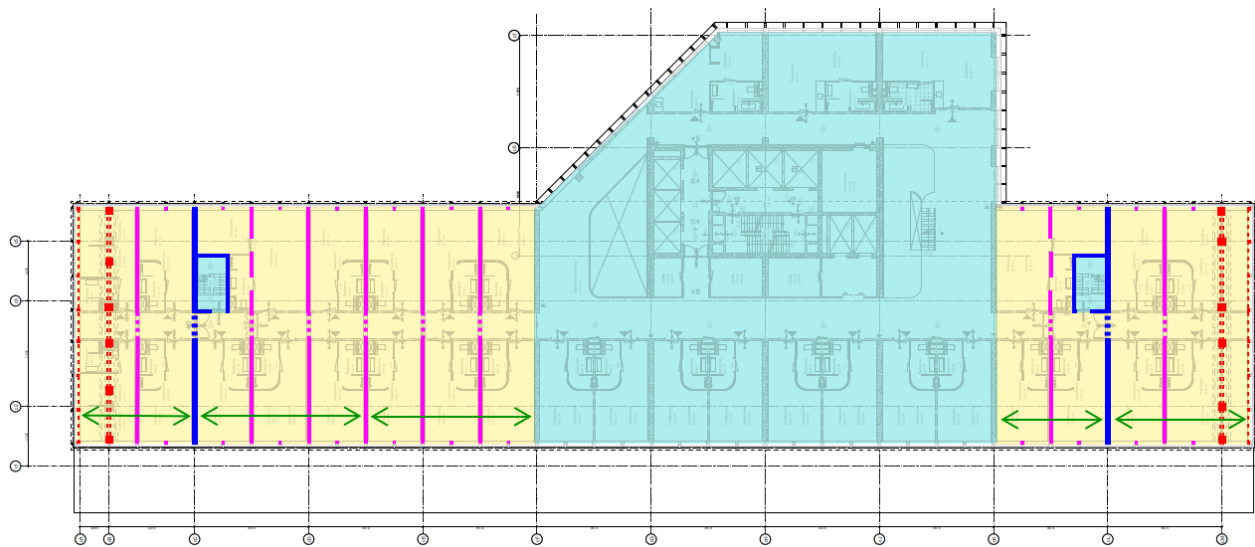
In het ontwerp van de gelamineerde onderdelen is uitgegaan een inbrandsnelheid conform Eurocode.

5 Constructieomschrijving

5.1 Verticale draagstructuur Coolsingelblok

De 2^e verdiepingsvloer van het Coolsingelblok is een betonnen overgangsconstructie voor de hoger gelegen houten verdiepingen. Vanaf de 3^e verdiepingsvloer tot en met de dakvloer worden uitgevoerd als door-gaande houten CLT-vloeren. Deze vloeren worden gedragen door houten CLT-wanden. Ter plaatse van de middengang wordt een gelamineerde ligger toegevoegd, om de vloer op te vangen. De trappenhuisen en stabiliteitswanden op assen cC en cL worden in beton uitgevoerd.

Om het bestaande gevelbeeld zoveel mogelijk in tact te laten, worden er bij de kopse kanten van het Coolsingelblok stalen liggers en kolommen toegepast.



Figuur 5-1 Draagstructuur verdiepingsvloer 3 t/m 8

Voor de onderbouw van het Coolsingelblok en de Coolsingeltoren zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

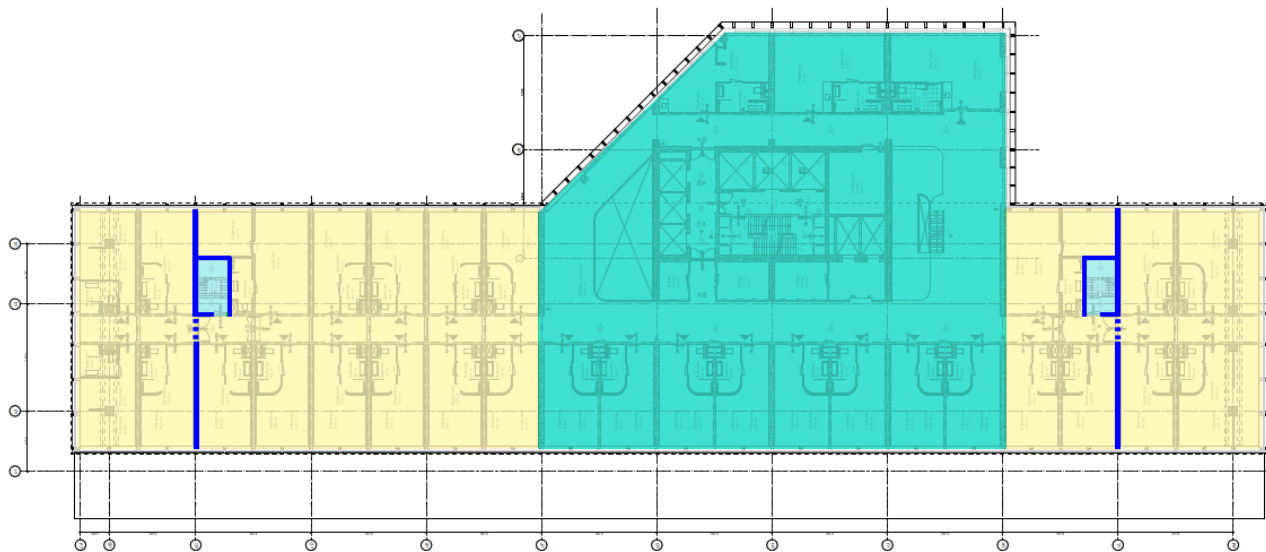
5.2 Stabiliteitsprincipe

5.2.1 Algemeen

De vloeren werken als schijven en dragen de horizontale belastingen af naar de betonnen stabiliserende elementen.

5.2.2 Dwarsstabiliteit

De betonwanden op assen cC en cL en de toren nemen de gehele belasting op in de dwarsrichting.



Figuur 5-2 Overzicht stabiliserende elementen

5.2.3 Langsstabiliteit

In de langsrichting gaat alles via de toren.

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
Hotel	CLT-vloer	200 mm	C24
Dakvloer	CLT-vloer	240 mm	C24
Dak trappenhuis	betonvloer	240 mm	C25/30

5.4.2 Wanden

toepassing	materiaal	wanddikte	sterkteklasse	milieuklasse
Trappenhuis	beton	200 mm	C30/37	XC1
Stabiliteitswanden	beton	250 mm	C30/37	XC1
Houten wanden	CLT	160 mm	C24	

6 Dilatatie tussen fase 1 en 2

Zie het Uitgangspuntendocument Coolsingel DO-C001.

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 membraamwerking 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.

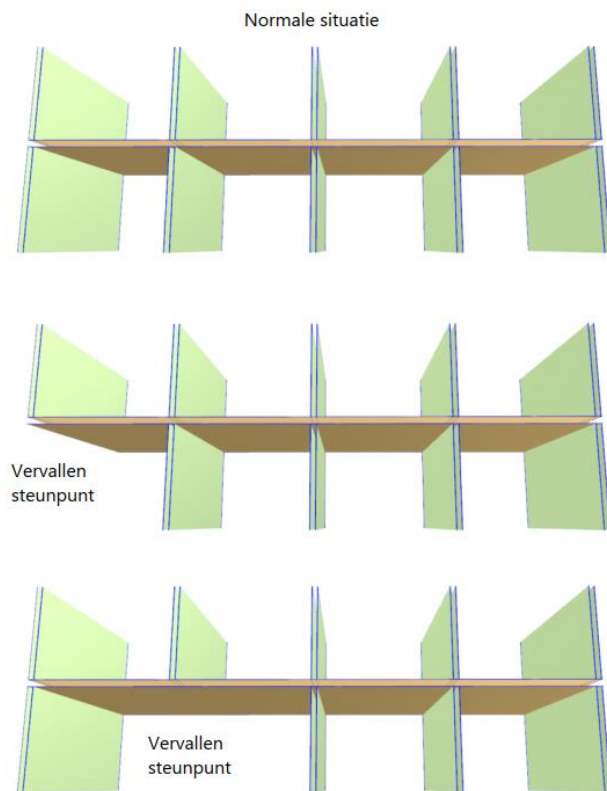
Om te komen tot een robuust ontwerp dient er een willekeurig verticaal dragend elementen te kunnen vervallen (bezwijken) zonder dat dat leidt tot voortschrijdende instorting. Met andere woorden indien er plaatselijk constructiedeel bezwijkt mag dat niet leiden tot het bezwijken van andere constructie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

Voor verticaal dragende constructie delen wordt er onderscheid gemaakt in kolommen en wanden. In het volgende wordt toegelicht hoe bezwijken van deze onderdelen is gedefinieerd.

7.2.1 Houten wanden

De hoofdfunctie van de houten wanden is het afdragen van verticale belasting en de wanden werken niet mee in de stabiliteit.

Deze houten wanden moeten per stuk te verwijderen zijn, zonder dat dit leidt tot voortschrijdende instorting. Alle vloeren worden hier op ontworpen. Dat wil zeggen dat de vloeren, die minimaal 2-velds zijn, één steunpunt kunnen missen in de buitengewone ontwerpsituatie.

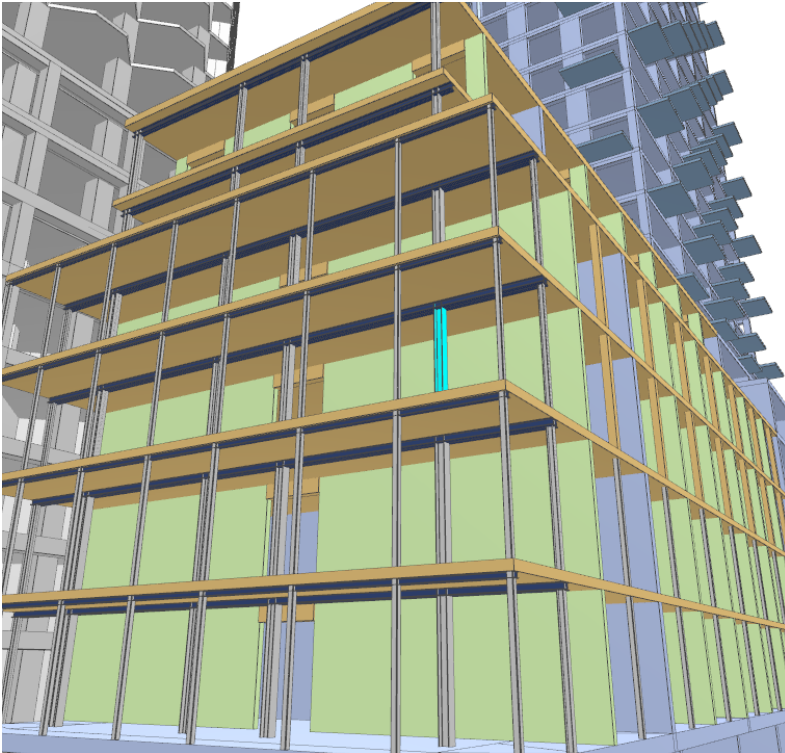


Figuur 7-1 Robuustheid bij wegvallen wand(deel) door meervelds vloeren.

7.2.2 Kolommen in kopgevels

In de kopgevels zijn kolommen opgenomen in zowel de gevel als eerste as in het gebouw. Hier loopt een stalen ligger overheen.

Het wegvallen van één kolom kan worden opgenomen door de stalen ligger in een buitengewone belasting-situatie.



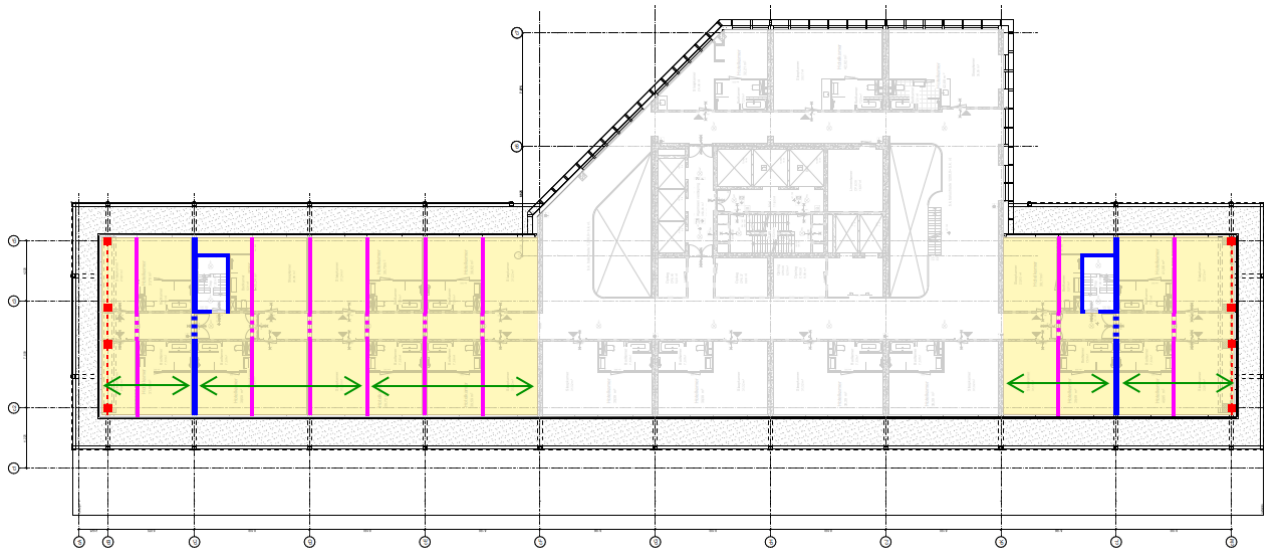
Figuur 7-2

7.2.3 Betonnen wanden

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

7.3 Overzichten

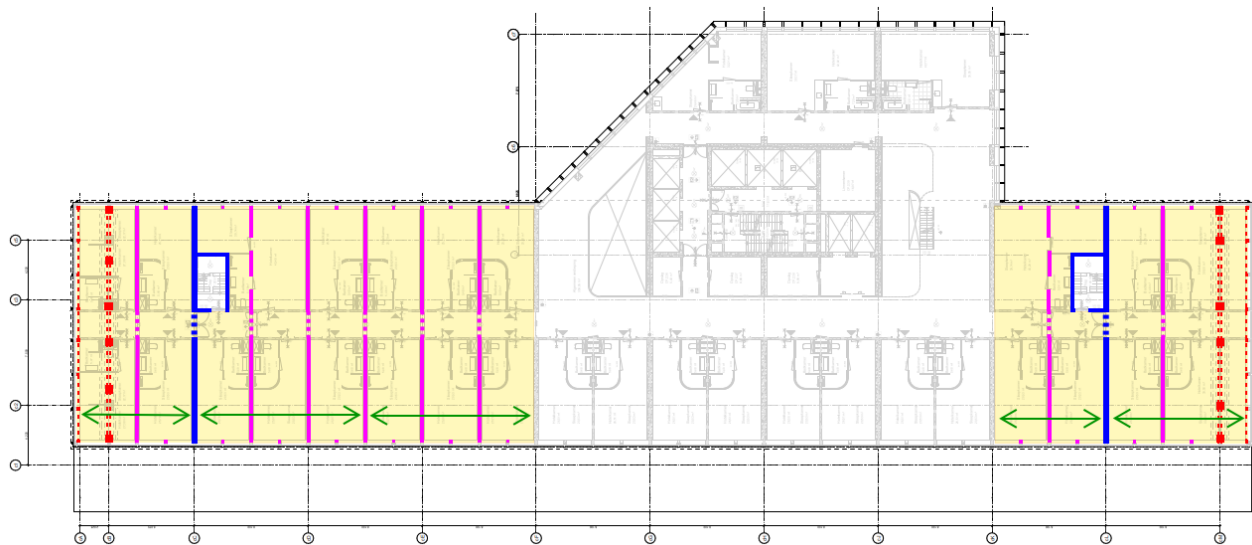
7.3.1 Dakvloer en 7^e verdiepingsvloer



Figuur 7-3 Plattegrond van de 7^e verdiepingsvloer en dakvloer

Op de kopse kanten kan elke willekeurige kolom worden verwijderd. De vloeren kragen dan uit vanaf de eerstvolgende CLT-wand. Deze uitkraging bedraagt maximaal 4,25m.

Elke CLT-wand kan geheel komen te vervallen. De vloer zal dan twee velden in één keer overspannen, 8,1m. Ter plaatse van de plaatnaden in de lengterichting ontstaan er twee uitkragingen van 4,05m, wat neerkomt op dezelfde interne krachten.

7.3.2 6^e t/m 3^e verdiepingsvloerFiguur 7-4 Plattegrond van de 6^e t/m 3^e verdiepingsvloer

Op de kopse kanten kan elke willekeurige kolom worden verwijderd. De vloeren kragen dan uit vanaf de eerstvolgende dragende lijn van stalen liggers en kolommen. Deze uitkraging bedraagt maximaal 2,30m.

Als er een kolom vervalt op assen cB, of cM dient de vloer te overspannen vanaf de kopgevel naar de eerstvolgende dragende lijn. De maximale vloeroverspanning is in die situatie 5,90m.

Voor de CLT-wanden geldt hetzelfde als hierboven.

8 Rekenmethoden, software en resultaten

8.1 Software

Krachtenwerking 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

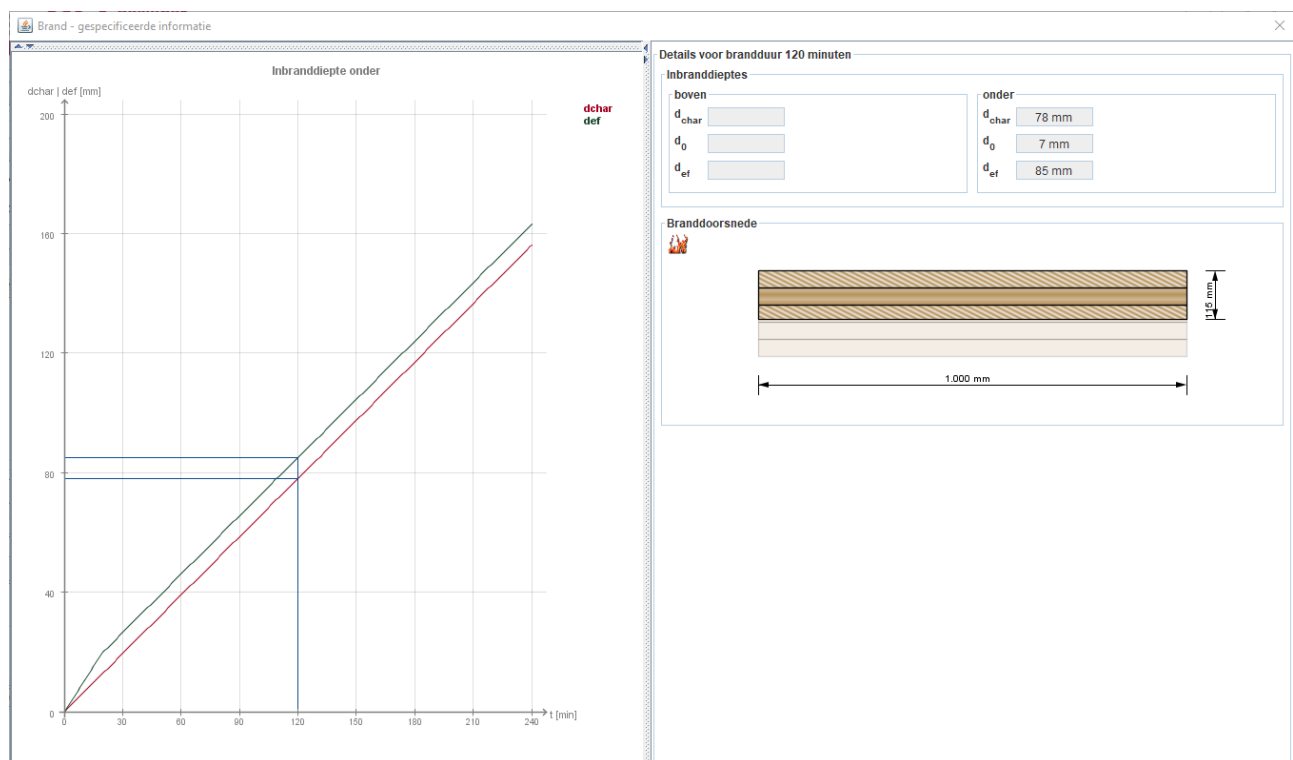
8.2.1 Noot met betrekking tot brand

Het vloerontwerp is uitgevoerd met het programma CLT-designer.

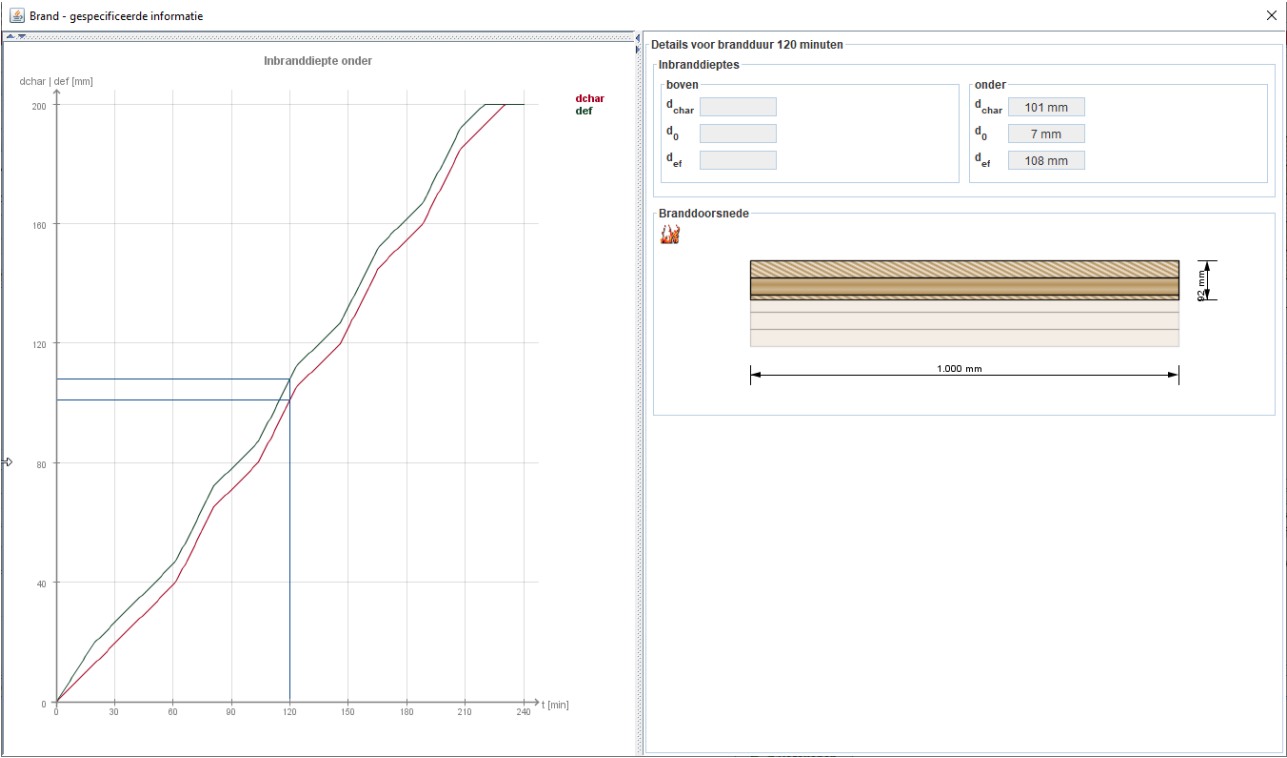
Dit programma houdt rekening met de observatie dat tijdens brandtesten op plafondelementen bij gebruik van lijmen die niet bestand zijn tegen hoge temperaturen het afvallen van verkoolde lagen bij de lijmverbindingen is waargenomen.

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

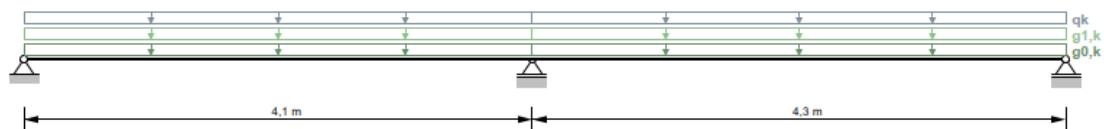


Rise
Dakvloer Coolsingelblok

Algemeen

Klimaatklasse 1; Brandduur: 120 minuten; eenzijdig;

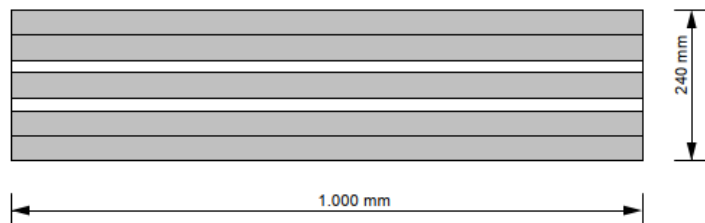
Statisch systeem



Doorsnede

Kruislaaghout-producten van de firma Derix:
LL-240/7s
7 Lagen (Hoogte: 240 mm)

40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
20 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
20 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019



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

Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,32 kN/m	12,8 kN/m ²	5 kN/m ²	C			
2	1,32 kN/m	12,8 kN/m ²	5 kN/m ²	C			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1,49$$

$$\gamma_Q = 1,65$$

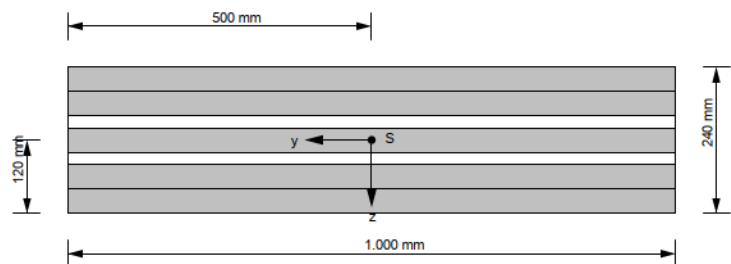
Materiaal parameters

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

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

Doorsnedegrootheden

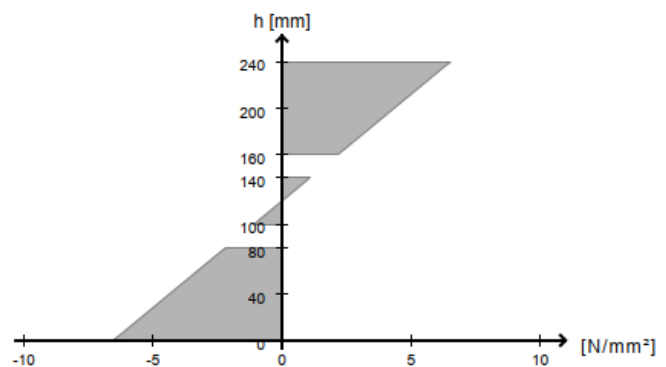
EA_{ef}	2,2E9 N
EI_{ef}	1,226E13 N·mm ²
GA_{ef}	3,163E7 N



Uiterste grenstoestand (ULS)

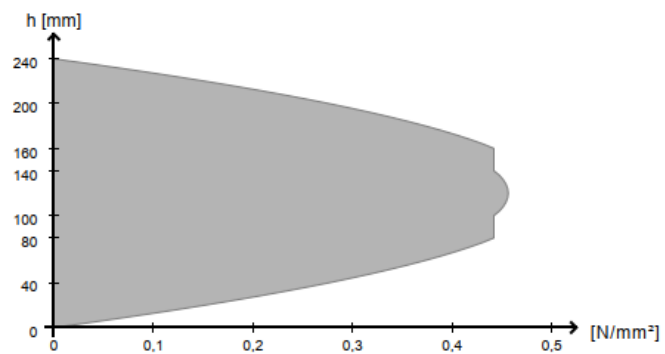
Buiging

Uitnutting	42,5 %
k_{mod}	0,8
bij x	4,1 m
E_k	2
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k} + 1,65 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$M_{y,d}$	-60,689 kN·m
$\sigma_{max,d}$	6,533 N/mm ²



Afschuiving

Uitnutting	62,9 %
k_{mod}	0,8
bij x	4,1 m
Ek	2
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} + 1,49 \cdot g_{1,k} + 1,65 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$V_{z,d}$	77,085 kN
$\tau_{r,d}$	0,443 N/mm ²



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

$d_0 = 7$ mm

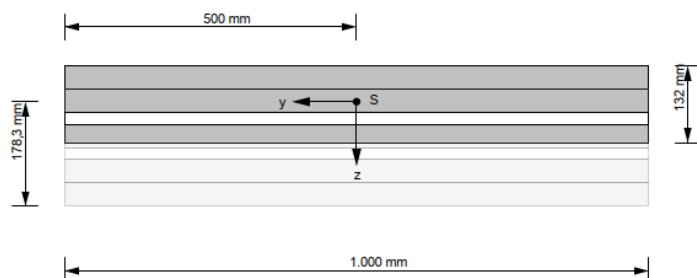
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_{M,fi} = 1,0$

Inbrandsnelheid $\beta_0 = 0,65$ mm/min

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

Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand

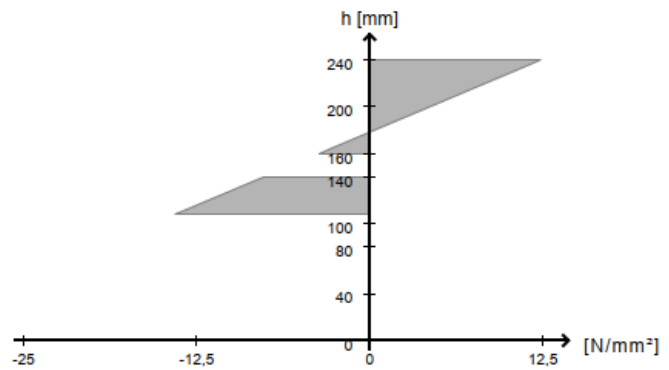
EA_{ef}	1,232E9 N
EI_{ef}	1,952E12 N·mm ²
GA_{ef}	2,065E7 N



Uiterste grenstoestand (ULS) in het geval van brand

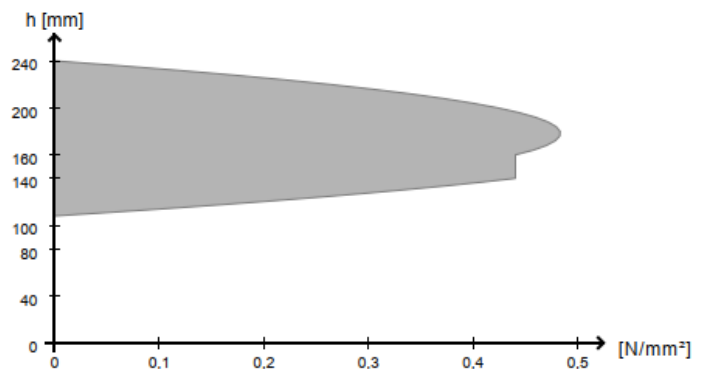
Buiging

Uitnutting	50,9 %
k_{mod}	1,0
bij x	4,1 m
Ek	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,60 \cdot q_k$



Afschuiving

Uitnutting	34,9 %
k_{mod}	1,0
bij x	4,1 m
Ek	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,60 \cdot q_k$



SLS

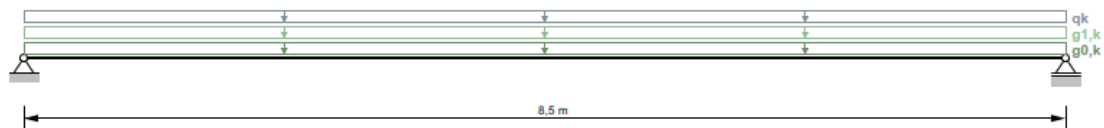
Doorbuiging 51,1 %



Algemeen

Klimaatklasse 1

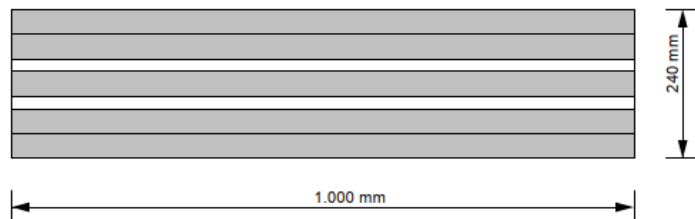
Statisch systeem



Doorsnede

Kruislaaghout-producten van de firma Derix:
LL-240/7s
7 Lagen (Hoogte: 240 mm)

40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
20 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
20 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019



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

Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,32 kN/m	12,8 kN/m ²	3 kN/m ²	C			

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1$$

$$\gamma_Q = 1$$

Materiaal parameters

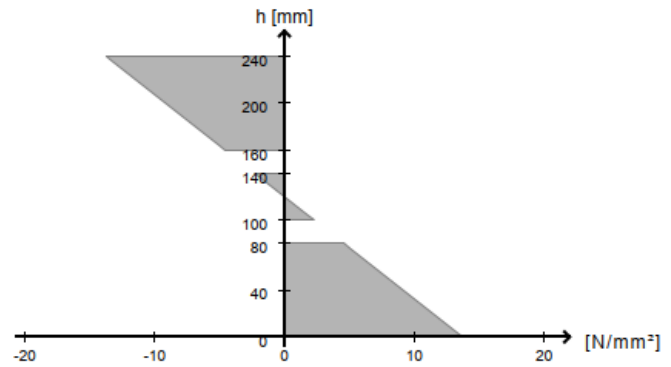
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

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

Uiterste grenstoestand (ULS)

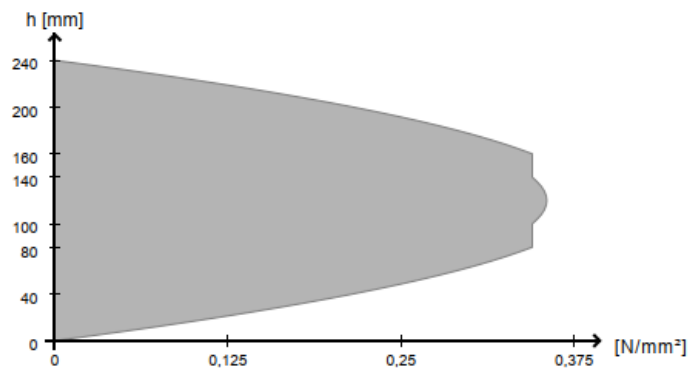
Buiging

Uitnutting	95,3 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,25 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	127,521 kN·m
$\sigma_{max,d}$	13,728 N/mm ²



Afschuiving

Uitnutting	52,2 %
k_{mod}	0,6
bij x	0,0 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	60,01 kN
$\tau_{r,d}$	0,345 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 $0,95 / 1,10 \times 0,60 = 0,52$ en voor de afschuiving $0,52 / 1,10 \times 0,60 = 0,28$

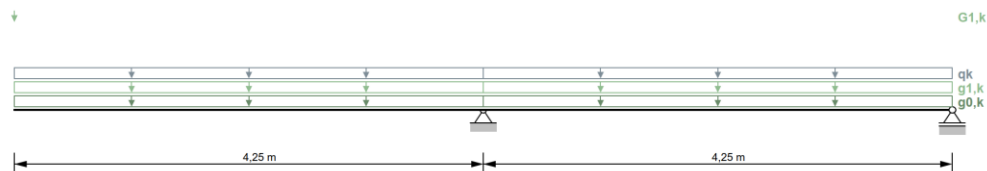
Dakvloer tweede draagweg – eindsteunpunt valt weg

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Doorgaande ligger met 2 velden - inclusief de uitkraging links



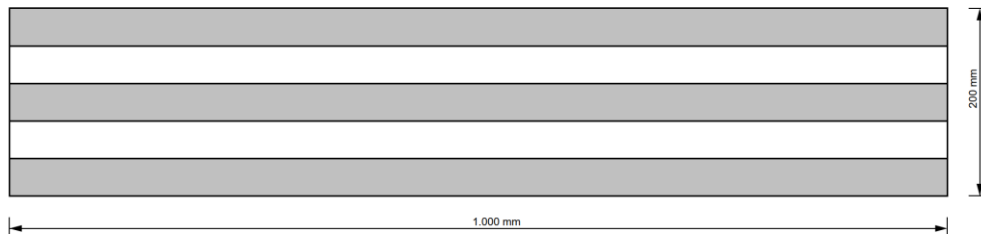
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	4,25 m	0,1 m
B	8,5 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

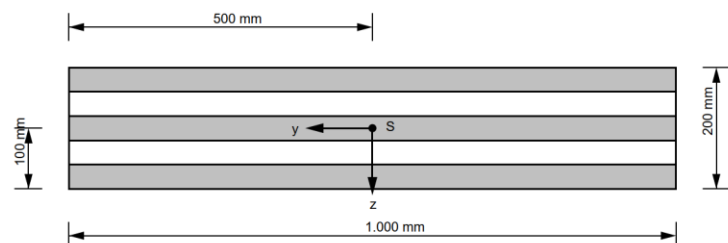
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

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	3 kN/m ²	1,2 kN/m ²	A			
2	1,1 kN/m	3 kN/m ²	1,2 kN/m ²	A			

Veld	x_{global}	$G_{1,k}$	Q_k	Categorie	S_k	Hoogte/Regio	W_k
1	0 m	8 kN/m					

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

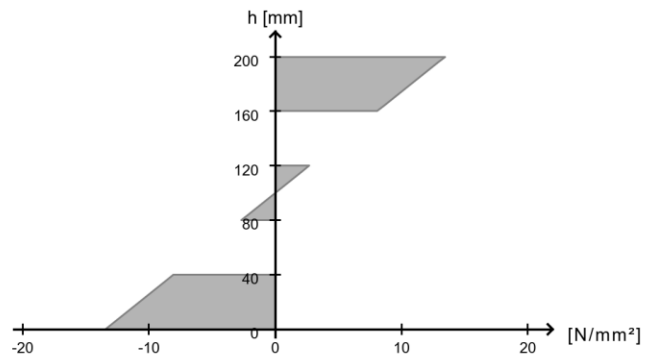
Onderliggende normen: EN 1995-1-1:2009, NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

Onderliggende berekenings-methode: Timoshenko

7.1 Uiterste grenstoestand (ULS)

7.1.1 Buiging

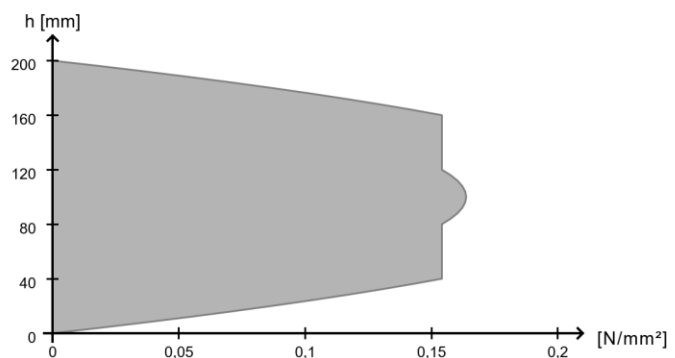
Uitnutting	93,4 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,25 m
Ek	1
Fundamentele combinatie	$G_{1,k} + g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	-71,028 kN·m
$\sigma_{max,d}$	13,452 N/mm ²



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

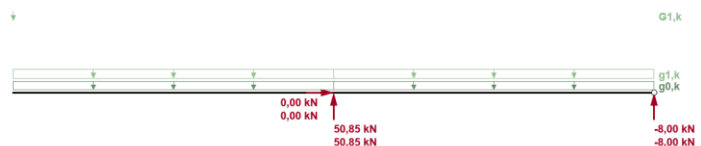
7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	23,3 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,25 m
Ek	1
Fundamentele combinatie	$G_{1,k} + g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	25,425 kN
$\tau_{r,d}$	0,154 N/mm ²



7.1.3 Oplegdruk

Uitnutting	21,9 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,25 m
Ek	1
Fundamentele combinatie	$G_{1,k} + g_{0,k} + g_{1,k}$



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 $0,93 / 1,10 \times 0,60 = 0,51$ en voor de afschuiving $0,24 / 1,10 \times 0,60 = 0,13$

8.2.3 Verdiepingsvloer

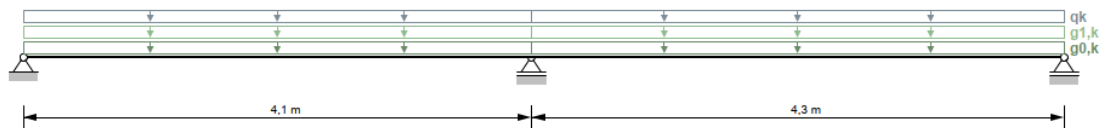


Rise
Verdiepingsvloer Coolsingelblok

Algemeen

Klimaatklasse 1; Brandduur: 120 minuten; eenzijdig;

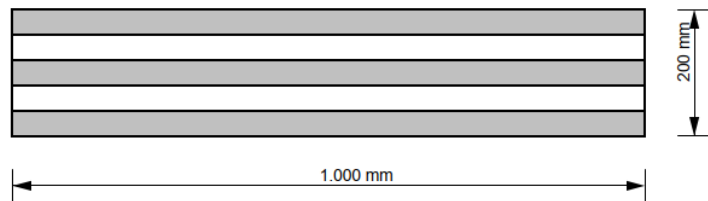
Statisch systeem



Doorsnede

Kruislaaghout-produkten van de firma Derix:
L-200/5s
5 Lagen (Hoogte: 200 mm)

40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019



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

Belastingen

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

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1,49$$

$$\gamma_Q = 1,65$$

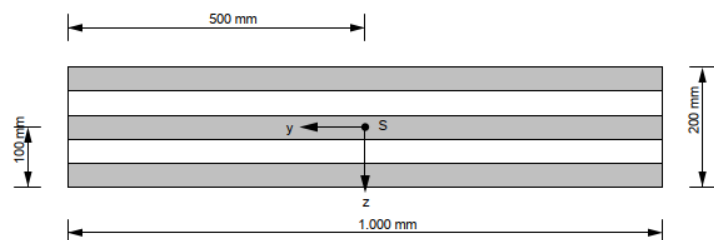
Materiaal parameters

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

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

Doorsnedegrootheden

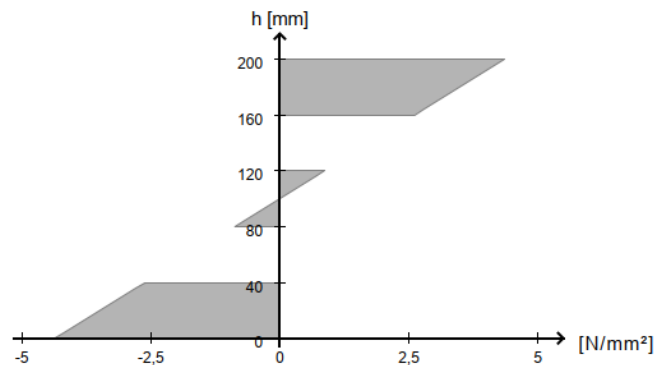
EA_{ef}	1,32E9 N
EI_{ef}	5,808E12 N·mm ²
GA_{ef}	1,595E7 N



Uiterste grenstoestand (ULS)

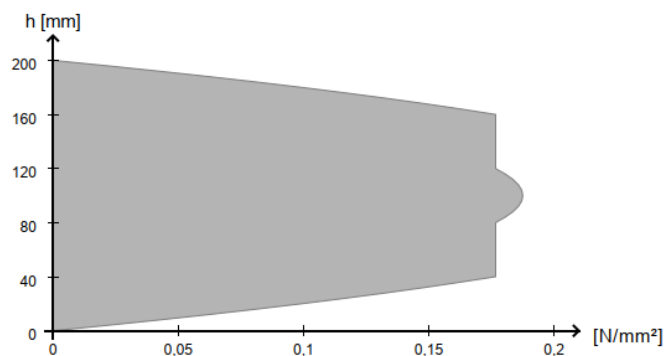
Buiging

Uitnutting	28,4 %
k_{mod}	0,8
bij x	4,1 m
Ek	2
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} +$ $1,49 \cdot g_{1,k} +$ $1,65 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$M_{y,d}$	-23,002 kN·m
$\sigma_{max,d}$	4,356 N/mm ²



Afschuiving

Uitnutting	25,1 %
k_{mod}	0,8
bij x	4,1 m
Ek	2
Fundamentele combinatie	$1,49 \cdot g_{0,k} +$ $1,49 \cdot g_{1,k} +$ $1,65 \cdot 1,00 \cdot q_k$
$V_{z,d}$	29,126 kN
$\tau_{r,d}$	0,177 N/mm ²



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

$d_0 = 7$ mm

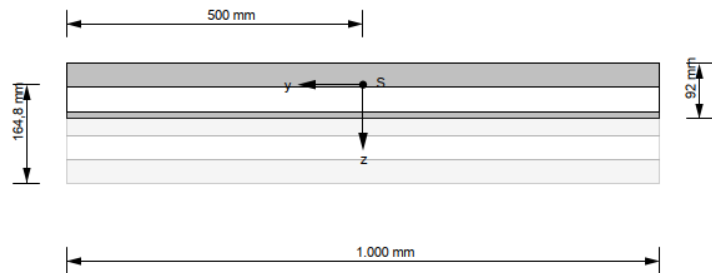
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_{M,fi} = 1,0$

Inbrandsnelheid $\beta_0 = 0,65$ mm/min

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

Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand

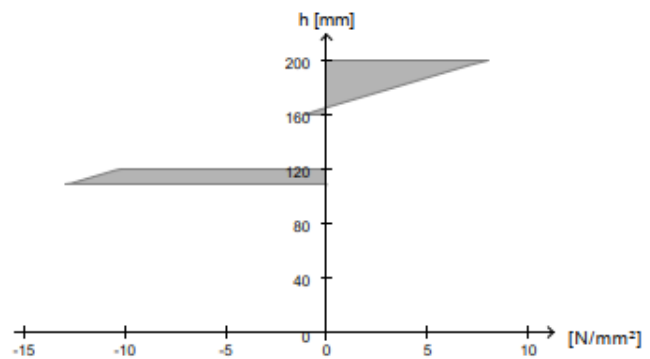
EA_{ef}	5,72E8 N
EI_{ef}	5,026E11 N·mm ²
GA_{ef}	6,683E6 N



Uiterste grenstoestand (ULS) in het geval van brand

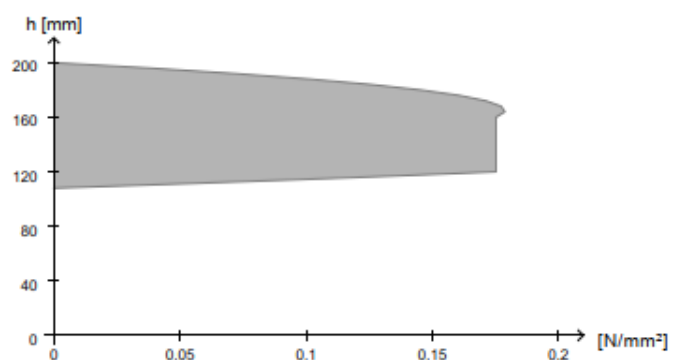
Buiging

Uitnutting	46,8 %
k_{mod}	1,0
bij x	4,1 m
E_k	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,30 \cdot q_k$



Afschuiving

Uitnutting	13,9 %
k_{mod}	1,0
bij x	4,1 m
E_k	6
Incidentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k} + 0,30 \cdot q_k$



SLS

Doorbuiging

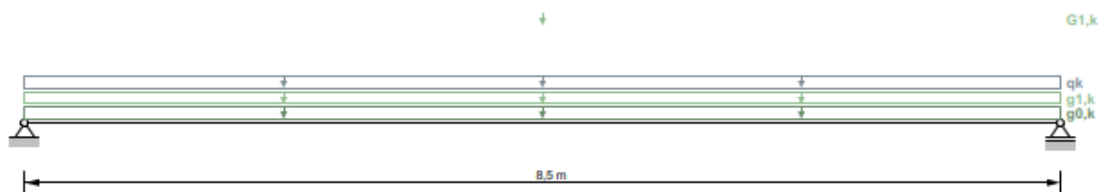
37,0 %



Algemeen

Klimaatklasse 1

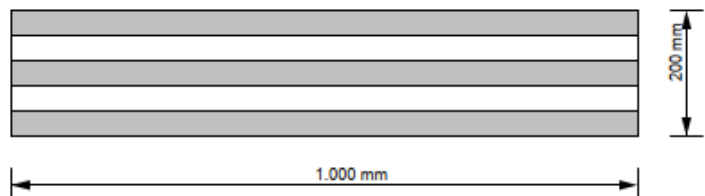
Statisch systeem



Doorsnede

Kruislaaghout-produkten van de firma Derix:
L-200/5s
5 Lagen (Hoogte: 200 mm)

40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 90 | C24-DERIX-ETA 2019
40 mm | 0 | C24-DERIX-ETA 2019



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

Belastingen

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

Veld	x_{global}	$G_{1,k}$	Q_k	Categorie	S_k	Hoogte/Regio	W_k
1	4,25 m	8 kN/m					

Deelfactoren voor belasting/materiaal:

$$\gamma_G = 1$$

$$\gamma_Q = 1$$

Materiaal parameters

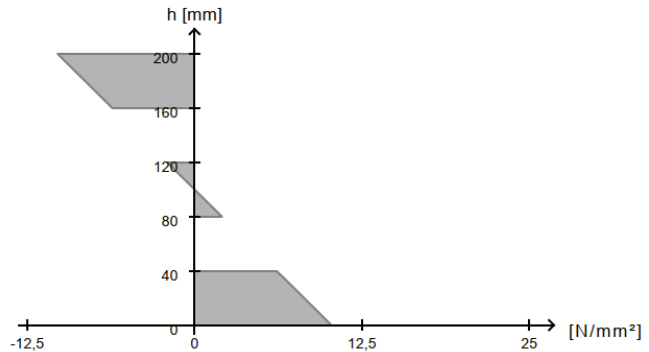
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

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

Uiterste grenstoestand (ULS)

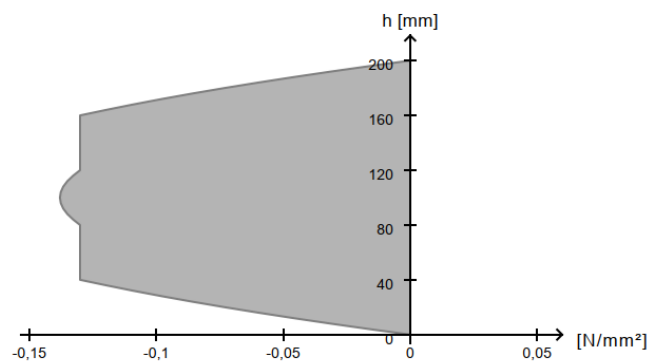
Buiging

Uitnutting	71,1 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,25 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$G_{1,k} + g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	54,028 kN·m
$\sigma_{max,d}$	10,233 N/mm ²



Afschuiving

Uitnutting	19,7 %
k_{mod}	0,6
bij x	8,5 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$G_{1,k} + g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	-21,425 kN
$\tau_{r,d}$	0,13 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 $0,71 / 1,10 \times 0,60 = 0,39$ en voor de afschuiving $0,20 / 1,10 \times 0,60 = 0,11$

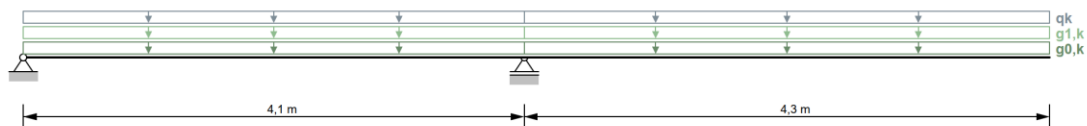
Verdiepingsvloer tweede draagweg – eindsteunpunt valt weg

1 Algemeen

Klimaatklasse 1

2 Statisch systeem

Doorgaande ligger met 2 velden - inclusief de uitkraging rechts



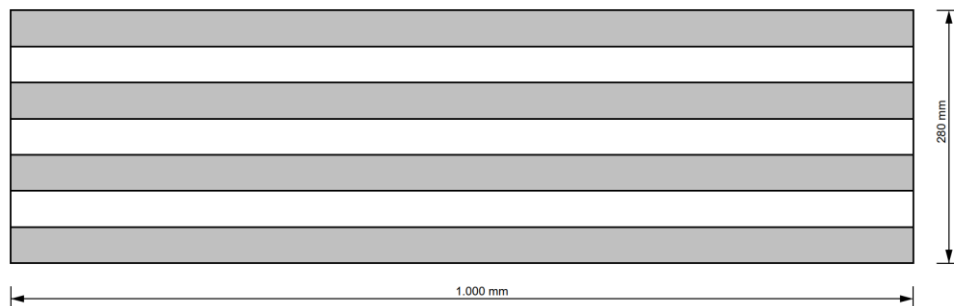
2.1 Oplegging

Oplegging	x	Breedte
A	0,0 m	0,1 m
B	4,1 m	0,1 m

3 Doorsnede

Kruislaaghout-produkten van de firma Derix: L-280/7s

7 Lagen (Hoogte: 280 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
# 6	40 mm	90	C24-DERIX-ETA 2019
# 7	40 mm	0	C24-DERIX-ETA 2019

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

3.2 Materiaal parameters

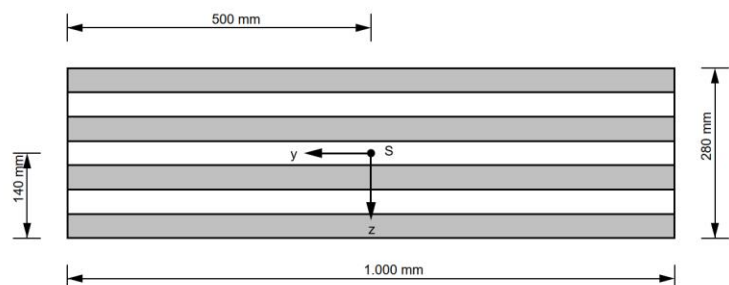
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_M = 1$

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}	1,76E9 N
EI_{ef}	1,431E13 N·mm ²
GA_{ef}	2,275E7 N



4 Belastingen

Veld	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categorie	s_k	Hoogte/Regio	w_k
1	1,54 kN/m	21 kN/m ²	3 kN/m ²	C			
2	1,54 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

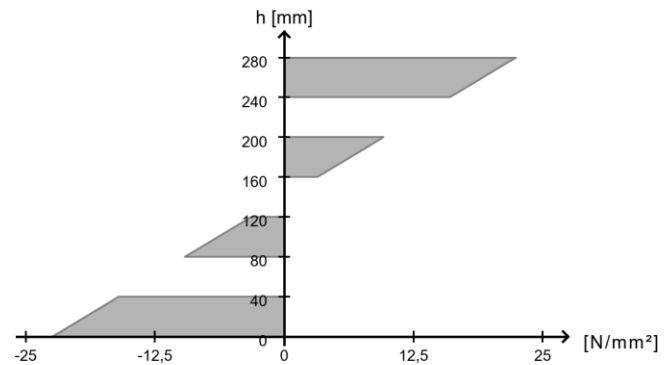
Onderliggende normen: EN 1995-1-1:2009, NEN EN 1995-1-1:2005/NB:2013

Onderliggende berekenings-methode: Timoshenko

7.1 Uiterste grenstoestand (ULS)

7.1.1 Buiging

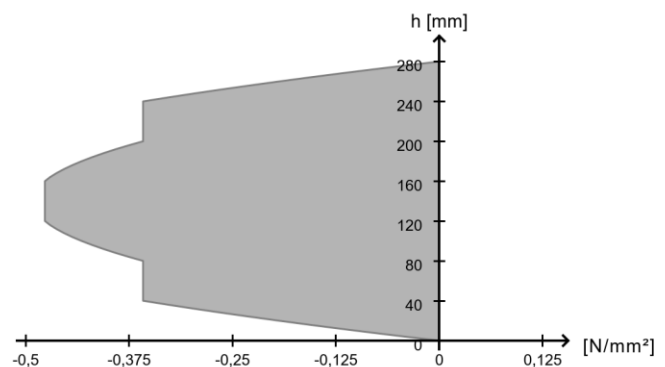
Uitnutting	155,7 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,1 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$M_{y,d}$	-208,382 kN·m
$\sigma_{max,d}$	22,418 N/mm ²



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

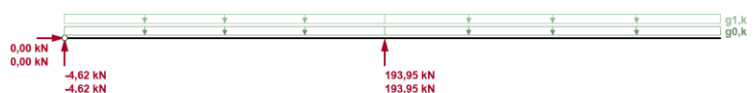
7.1.2 Afschuiving

Uitnutting	72,3 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,1 m
E_k	1
Fundamentele combinatie	$g_{0,k} + g_{1,k}$
$V_{z,d}$	-97,032 kN
$\tau_{r,d}$	0,477 N/mm ²



7.1.3 Oplegdruk

Uitnutting	75,7 %
k_{mod}	0,6
bij x	4,1 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 $1,55 / 1,10 \times 0,60 = 0,85$ en voor de afschuiving $0,72 / 1,10 \times 0,60 = 0,39$