

Shell

HH1

CCR - Definitief Ontwerp Constructie : Gewicht- en Stabiliteitsberekening

Reference: 285252-ST-DO-02

Rev 1 | 7 juli 2022

This report takes into account the particular instructions and requirements of our client. It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party.

Job number

Arup B.V.
Beta Building Naritaweg 118
1043 CA
Amsterdam
Netherlands
arup.com

Contents

1.	Introductie	1
2.	Algemene beschrijving	1
3.	Belastingen	1
3.1	Overzicht belastinggevallen	1
3.2	Permanente belastingen	2
3.3	Veranderlijke belastingen	6
3.4	Windbelasting	9
3.5	Geometrische imperfecties en tweede orde	12
3.6	Belastingcombinaties	15
4.	Modellering	16
4.1	Constructief concept en modellering	16
4.2	Analyse model	16
4.3	Validatie GSA-model	21
4.4	Trek- en druk verdeling paneelverbindingen (wind Y-)	22
4.5	Trek- en druk verdeling Hold-down ankers	23
5.	Verticale belastingafdracht	25
5.1	Belastingafdracht	25
5.2	Eigen Gewicht	25
6.	Horizontale belastingafdracht	26
6.1	Belastingafdracht	26
6.2	Horizontale verplaatsingen	27
6.3	Dynamica en comfort	30
7.	Reactiekrachten	33
8.	Dimensionering	34

Appendices

A.1	Validatie GSA- model	35
A.2	Trillingen door wind	39
A.3	Dimensionering	40

1. Introductie

Dit rapport dient te worden gelezen in samenhang met de constructieve tekeningen en het Constructieve Uitgangspuntenrapport DO-01, *CCR - Definitief Ontwerp Constructie*.

Wijzigingen in deze revisie zijn aangegeven in **blauwe tekst**. Daarnaast zijn de dimensioneringsberekeningen aangepast van de elementen in klimaatklasse III.

2. Algemene beschrijving

Het gebouw bestaat uit een houten kern, opgebouwd uit CLT-panelen. Deze panelen zijn onderling verbonden door geschroefde verbindingen. In de kern bevinden zich verdiepingsvloeren met bijeenkomst-, technische-, en kantoorfuncties. Deze vloeren zijn opgebouwd uit Timber Composite Concrete (TCC) elementen. Verder wordt de verticale belasting afgedragen door een dragende glulam balk en centrale kolom ter plaatse van de verdiepingsvloeren, en wordt de gevel en de omgang van de kern gedragen door een glulam ligger- en kolom structuur. Deze is afgewerkt met glas in combinatie met een louvers systeem.

De fundering van het gebouw is ontworpen 'op staal'. Boven de funderingsplaat bevindt zich een kelder waarboven zich de begane grondvloer bevindt. Deze bestaat uit een in het werk gestorte vloer.

3. Belastingen

Voor de gemodelleerde belastingen zijn de belastingplattegronden uit het rapport *ST-DO-01* als uitgangspunt gebruikt. Hierna wordt een overzicht gegeven hoe de belastingen in het constructieve model zijn gemodelleerd.

3.1 Overzicht belastinggevallen

In het constructieve model is er gebruik gemaakt van de volgende belastinggevallen.

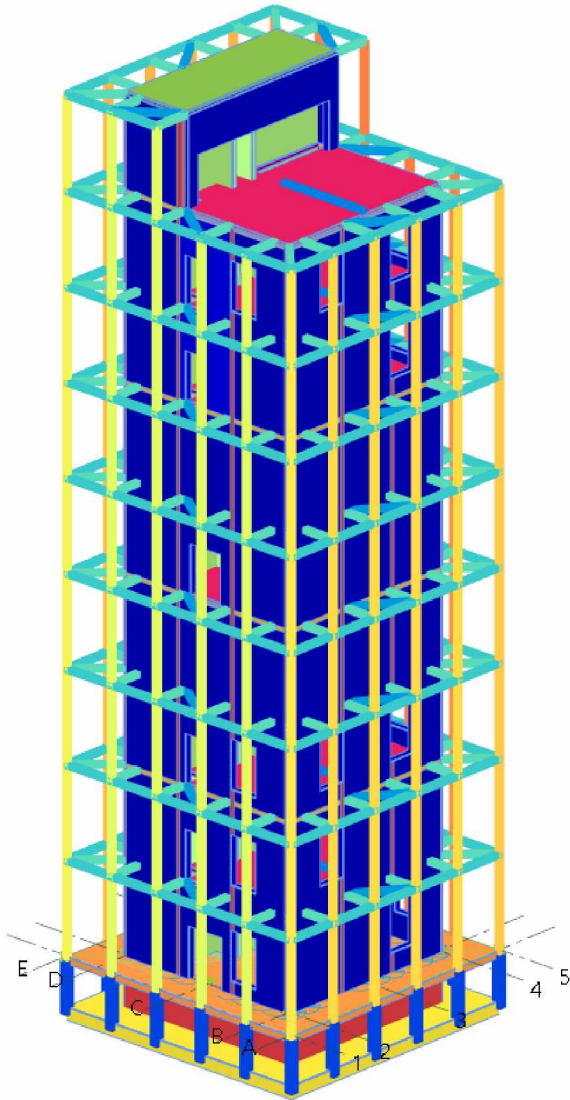
Case	Name	Case Type
Defaults	Load case #	< undefined >
1	Gravity	< undefined >
2	SDL omgang	< undefined >
3	SDL vloer	< undefined >
4	SDL wanden	< undefined >
5	SDL glazenwasser	< undefined >
6	VB vloer mom	< undefined >
7	VB techniek mom	< undefined >
8	VB omgang mom	< undefined >
9	Wind X+	< undefined >
10	Wind X-	< undefined >
11	Wind Y+	< undefined >
12	Wind Y-	< undefined >
13		
14	SDL water basin	< undefined >
15		
16		
17	Scheefstand X+ (ignore)	< undefined >
18	Scheefstand X- (ignore)	< undefined >
19	Scheefstand Y+ (ignore)	< undefined >
20	Scheefstand Y-	< undefined >
21	VB vloer extr	< undefined >
22	VB vloer techniek extr	< undefined >
23	VB vloer omgang extr	< undefined >
24		

3.2 Permanente belastingen

Voor de permanente belastingen zijn de volgende waarden voor belastingen ingevoerd.

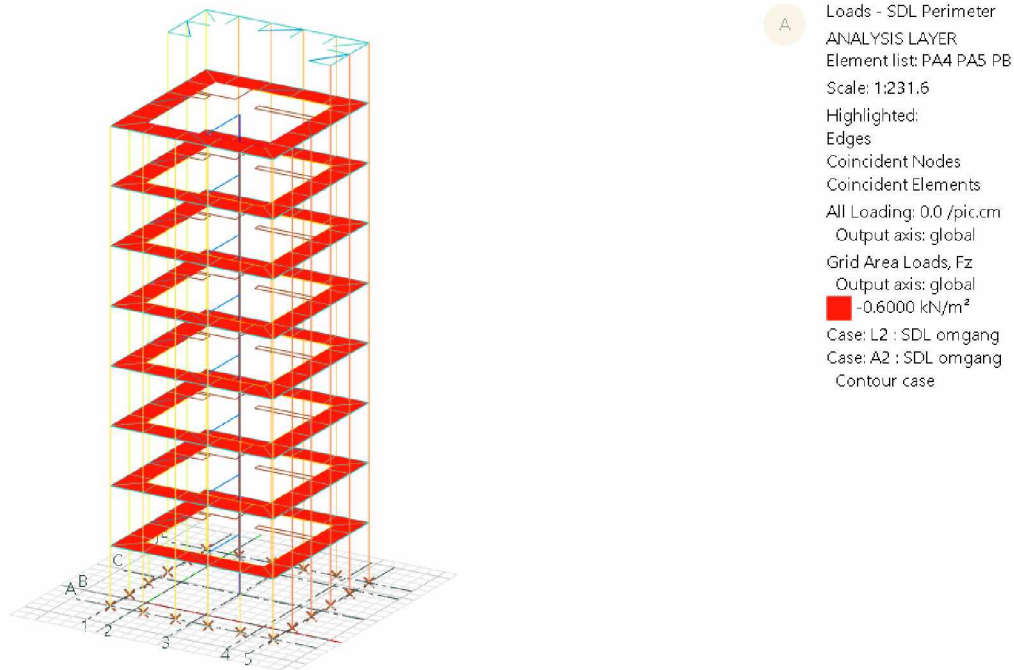
Belastinggeval 1: Gravity

Voor het belastinggeval 1 *Gravity*, wordt door de factor -1.0 in de globale z-richting automatisch het eigen gewicht bepaald voor de gemodelleerde elementen. Dit wordt gedaan op basis van het opgegeven soortelijk gewicht en materiaaleigenschappen.



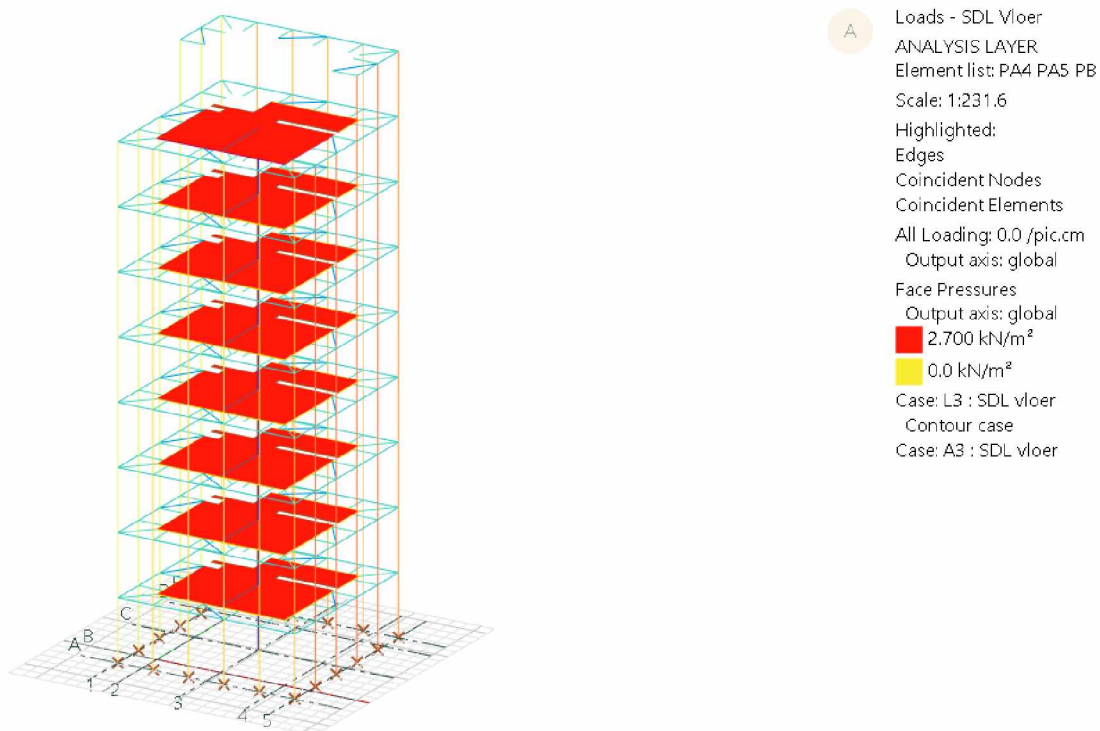
Figuur 2: Belastinggeval 1 – Elementen waarvan het eigen gewicht wordt berekend

Belastinggeval 2: SDL omgang



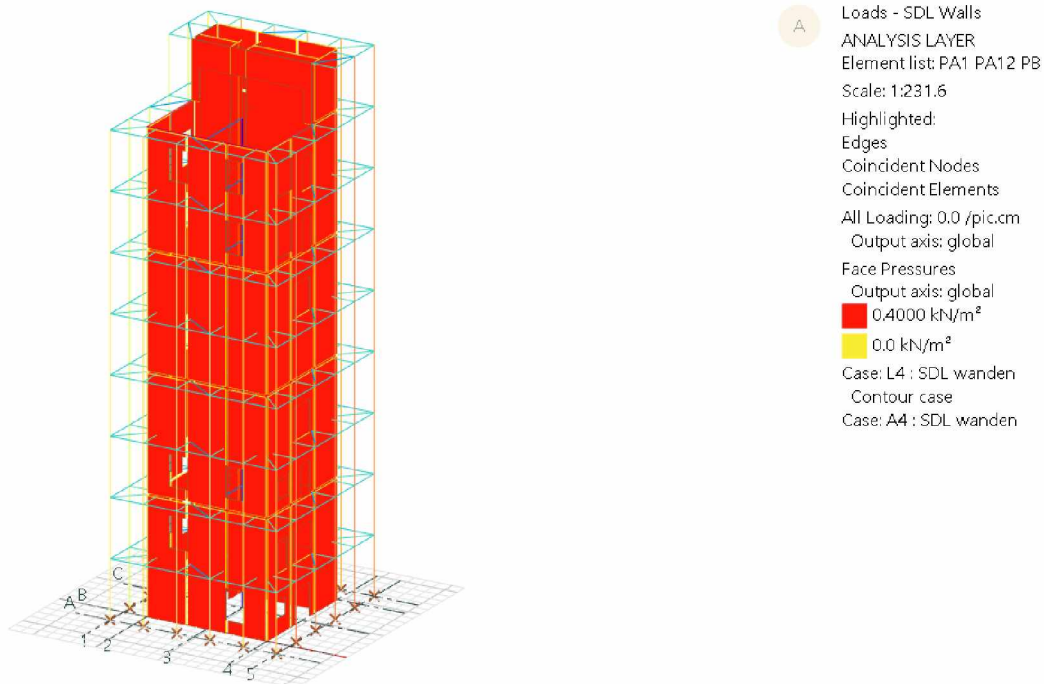
Figuur 3: Belastinggeval 2 – SDL omgang (o.a. vloeropbouw en afwerking)

Belastinggeval 3: SDL vloeren

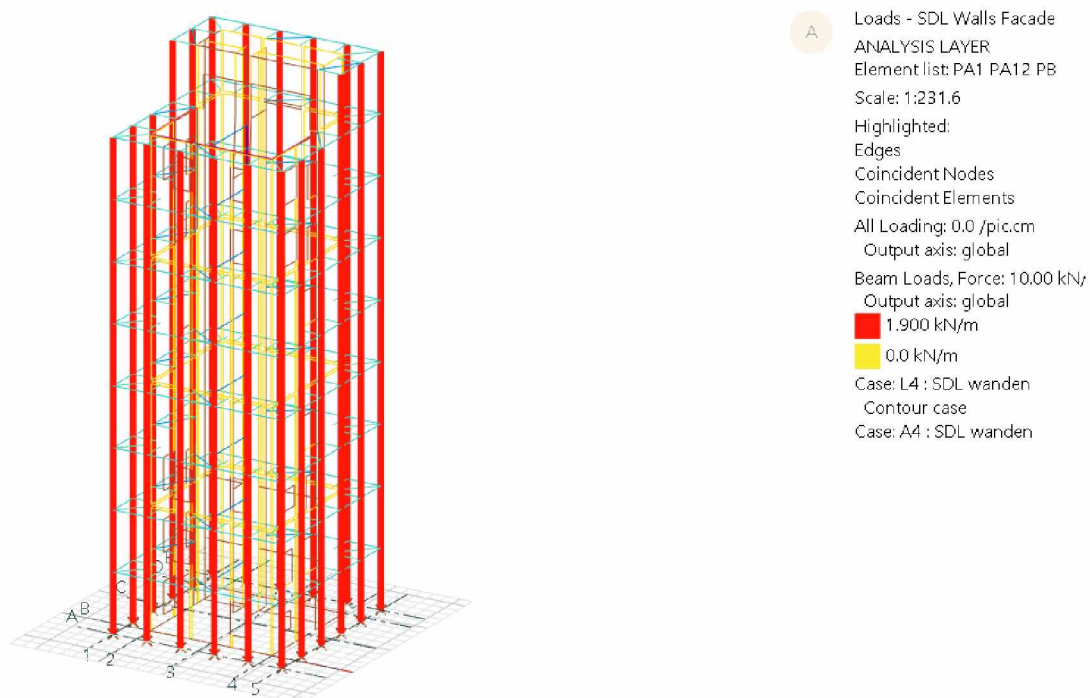


Figuur 4: Belastinggeval 3 – SDL vloeren (o.a. vloerafwerking)

Belastinggeval 4: SDL CLT wanden

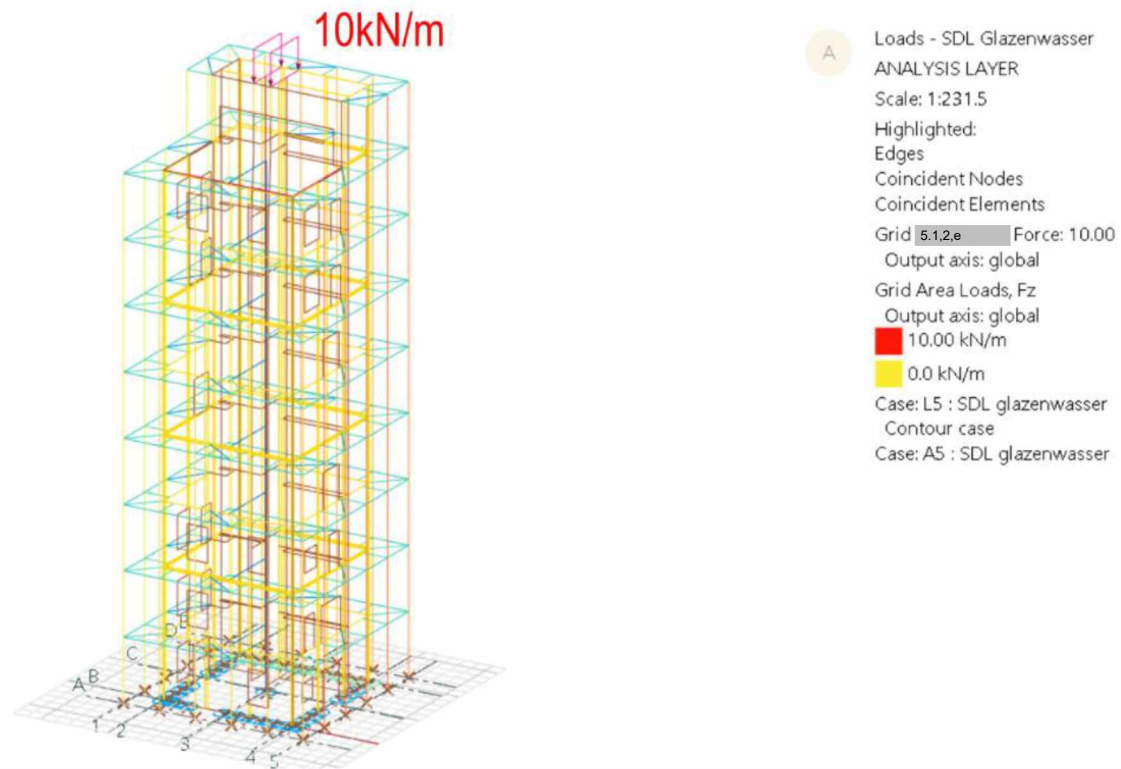


Figuur 5: Belastingeval 4 – SDL wanden (o.a. wandafwerking houten kern)



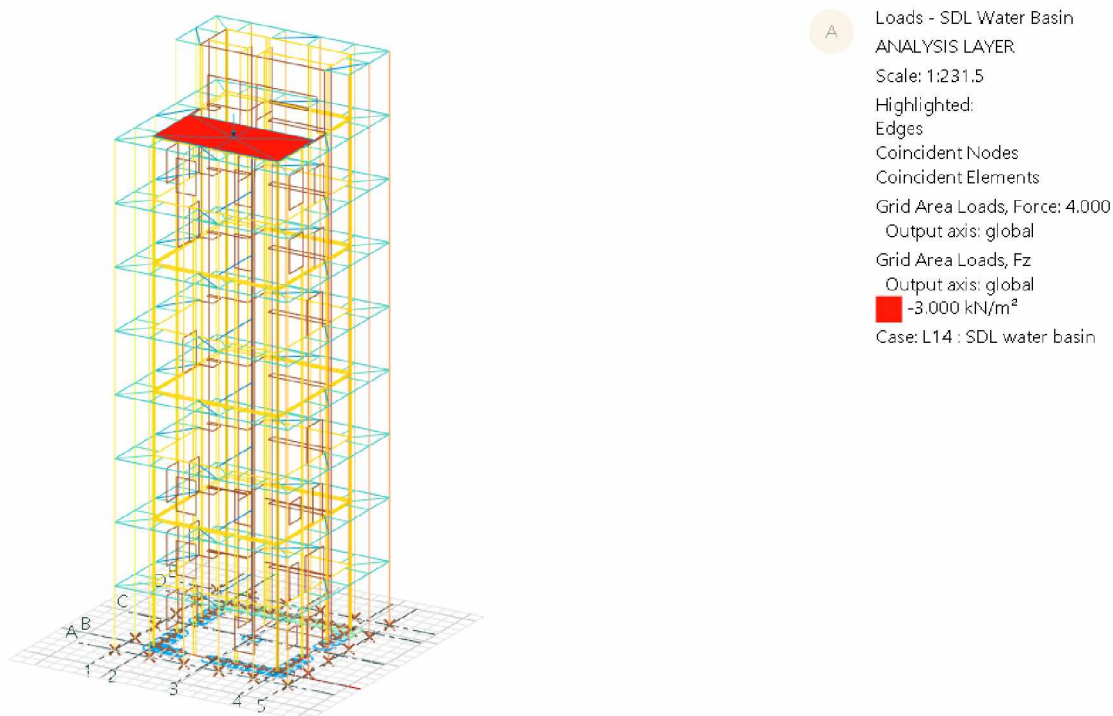
Figuur 6: Belastingeval 4 – SDL wanden (o.a. glazen gevel t.p.v. omloop)

Belastinggeval 5: SDL glazenwasser



Figuur 7: Belastinggeval 5 – SDL glazenwasinstallatie op het dak (10ton)

Belastinggeval 14: SDL water basin

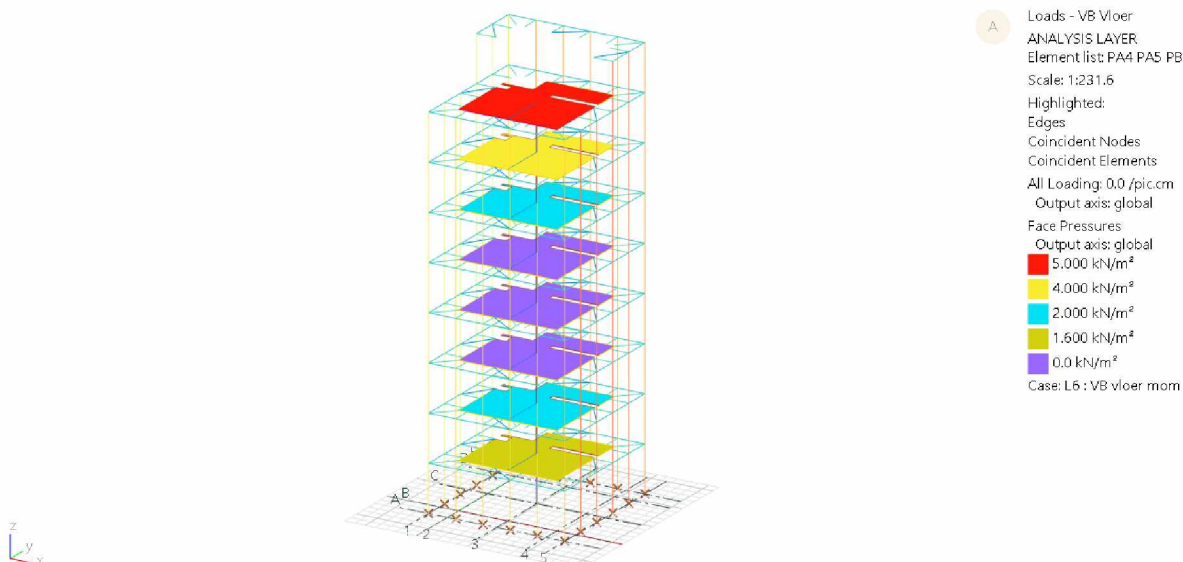


Figuur 8: Belastinggeval 14 – SDL water basin t.p.v. dakterras (d water = 30cm)

3.3 Veranderlijke belastingen¹

In NEN-EN 1991-1-1, art. 6.3.1.2(11) wordt gesteld dat voor een berekening van het statisch evenwicht twee vloeren extreem belast dienen te worden met de van toepassing zijnde variabele belasting, en de overige vloeren belast mogen worden met een gereduceerde variabele belasting middels een momentaanfactor. Voor de veranderlijke belastingen zijn daarom de volgende waarden voor belastingen ingevoerd.

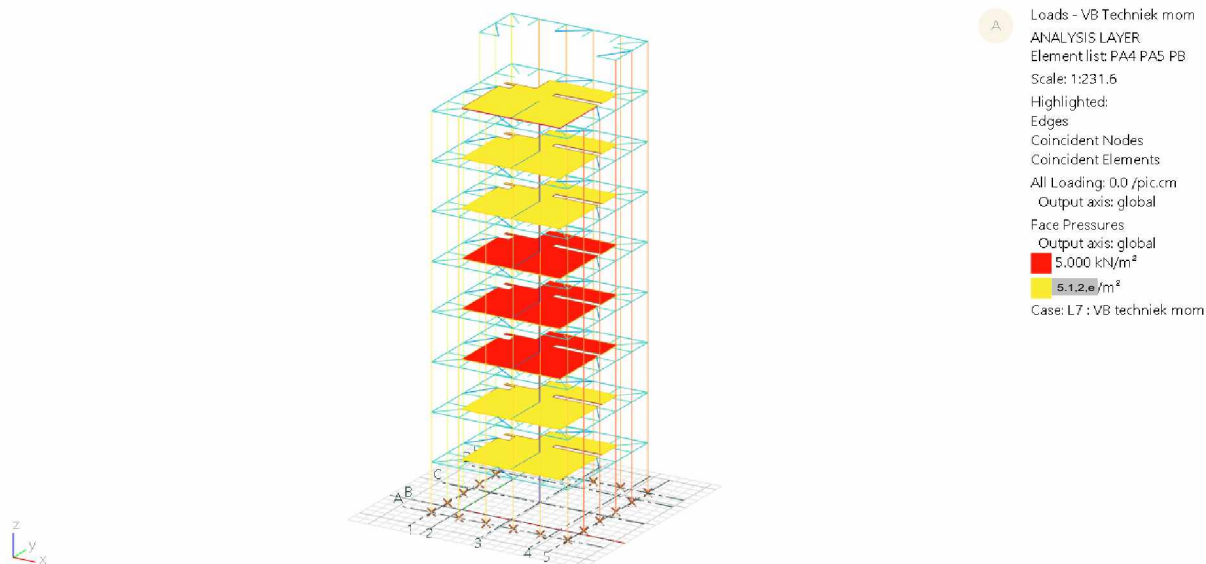
Belastinggeval 6: VB Vloer mom



Figuur 9: Belastinggeval 6 – Momentane vloerbelasting bijeenkomst – en kantoorruimten

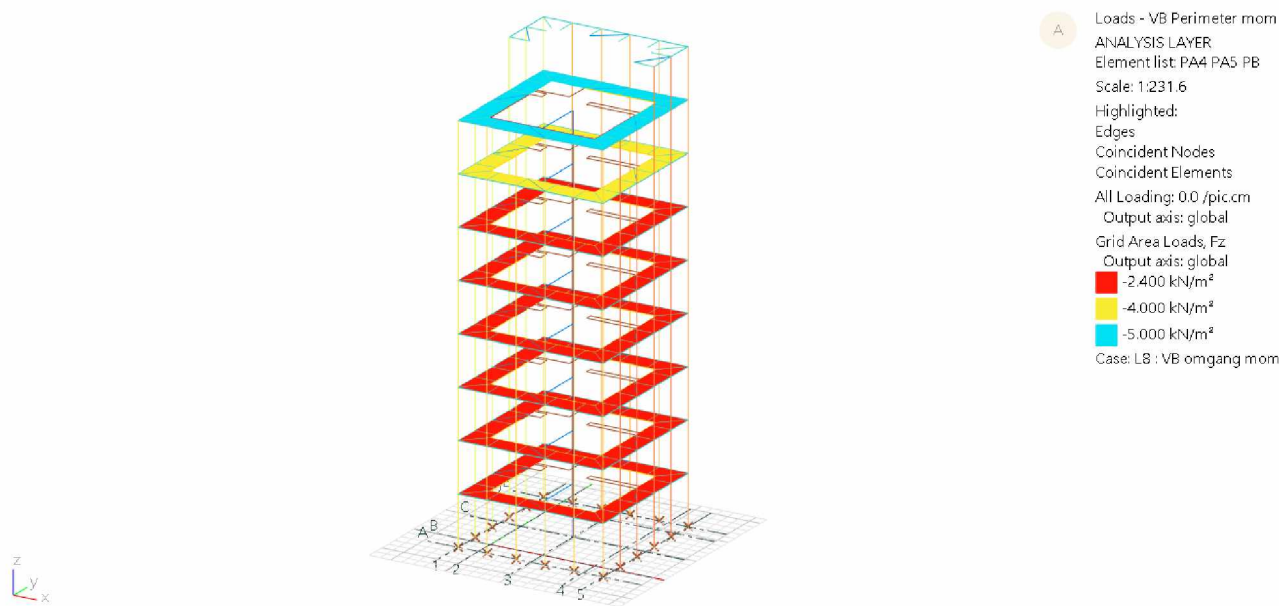
¹ Note: voor lokale dimensionering t.p.v. lift en circulation areas worden belastingen uit belasting plattegronden gebruikt.

Belastinggeval 7: VB Techniek mom



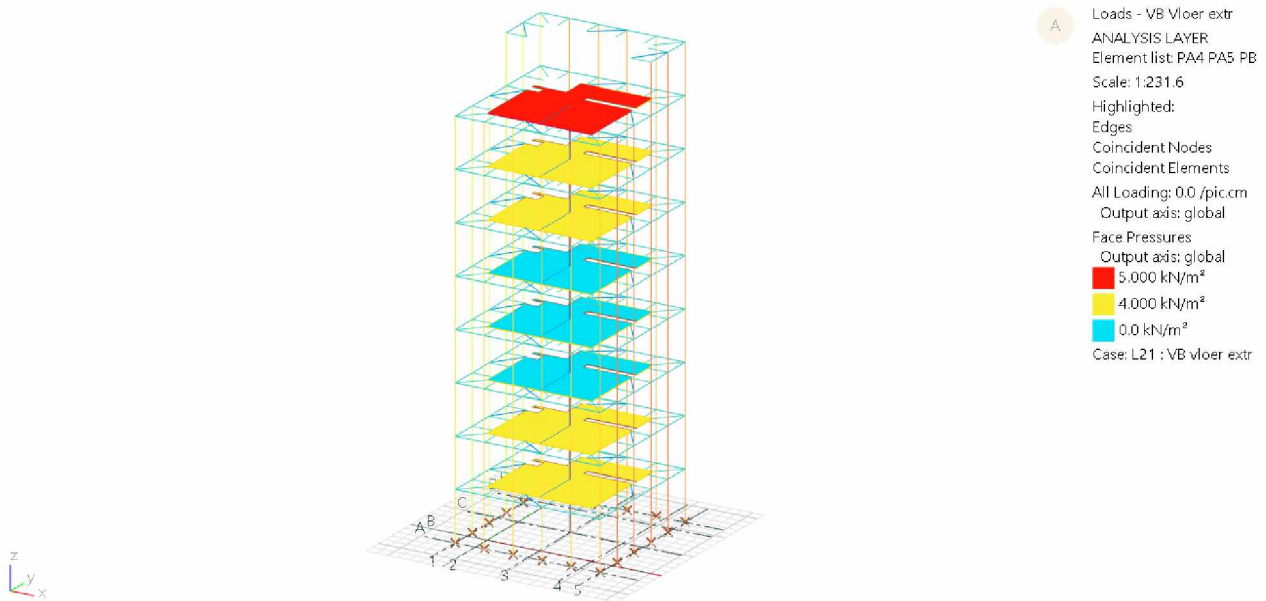
Figuur 10: Belastinggeval 7 – Momentane vloerbelasting techniekruimten

Belastinggeval 8: VB Omgang mom



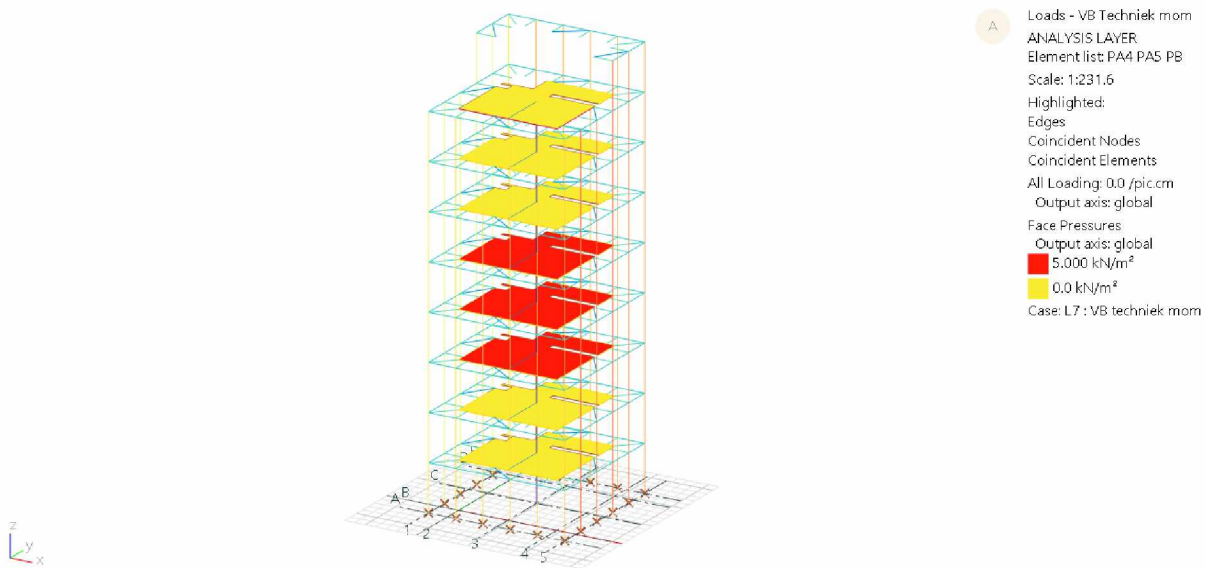
Figuur 11: Belastinggeval 8 – Momentane vloerbelasting t.p.v. omloop

Belastinggeval 21: VB Vloer extr



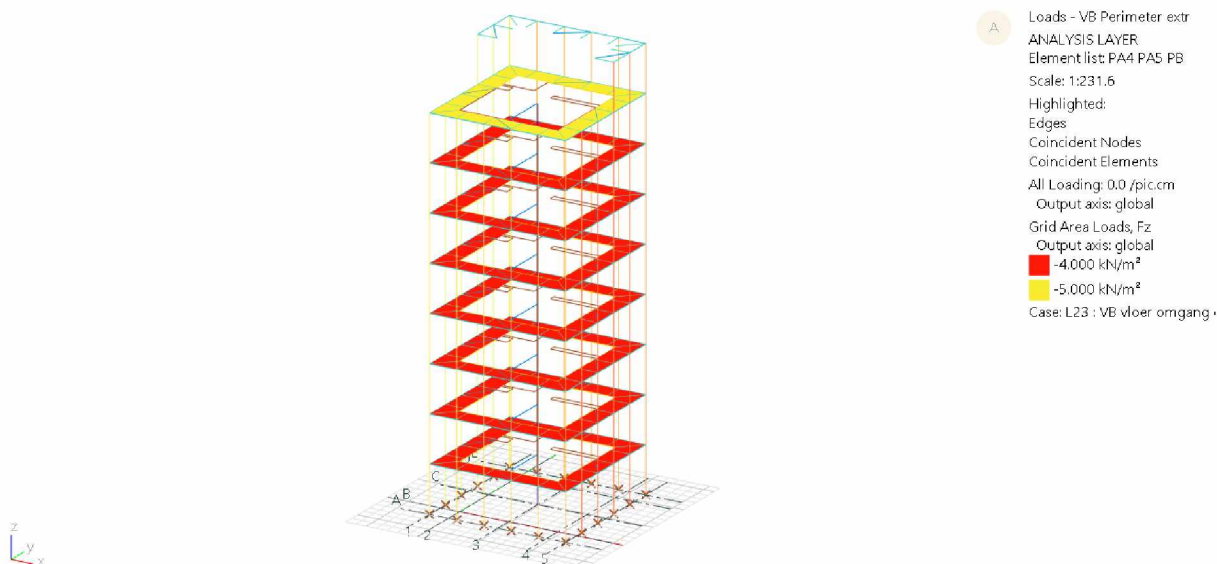
Figuur 12: Belastinggeval 21 – Extreme vloerbelasting bijeenkomst – en kantoorruimten

Belastinggeval 22: VB Techniek extr



Figuur 13: Belastinggeval 22 – Extreme vloerbelasting techniekruimten

Belastinggeval 23: VB Omgang extr

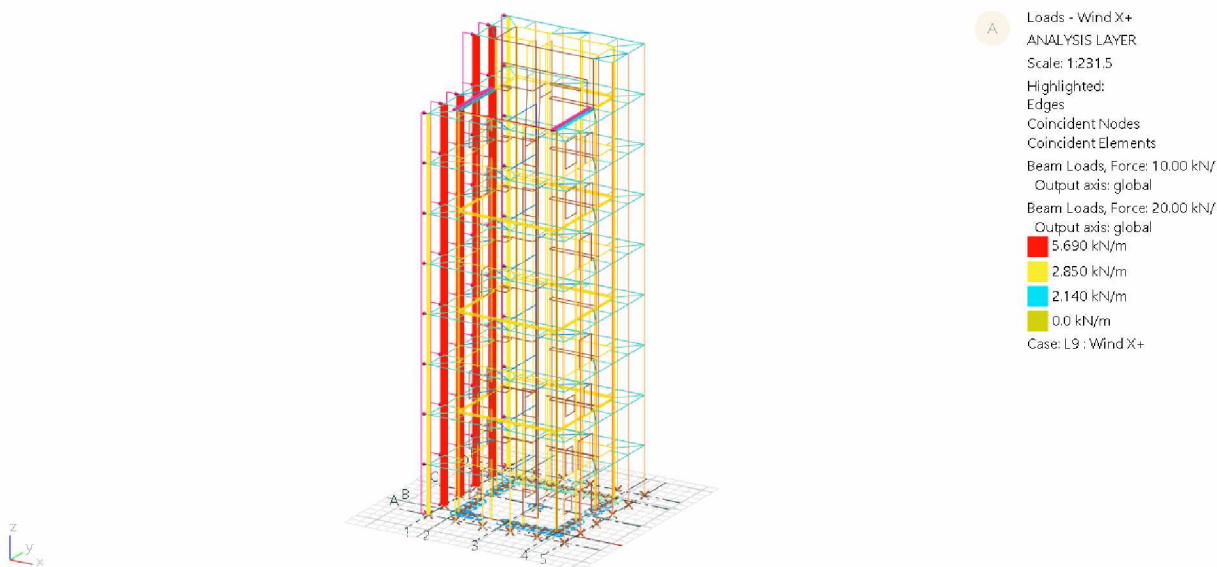


Figuur 14: Belastinggeval 23 – Extreme vloerbelasting t.p.v. omloop

3.4 Windbelasting

Voor de berekening en uitgangspunten voor het bepalen van de windbelasting wordt verwezen naar het rapport *CCR - Definitief Ontwerp Constructie*. Deze windbelasting is omgezet van een winddruk op de glazen gevel in lijnlasten, die aangrijpen op de kolommen van de glazen gevel rondom de houten kern. De wind belasting op de glazen balustrade op het dakterras is ook gemodelleerd.

Belastinggeval 9: Wind X+



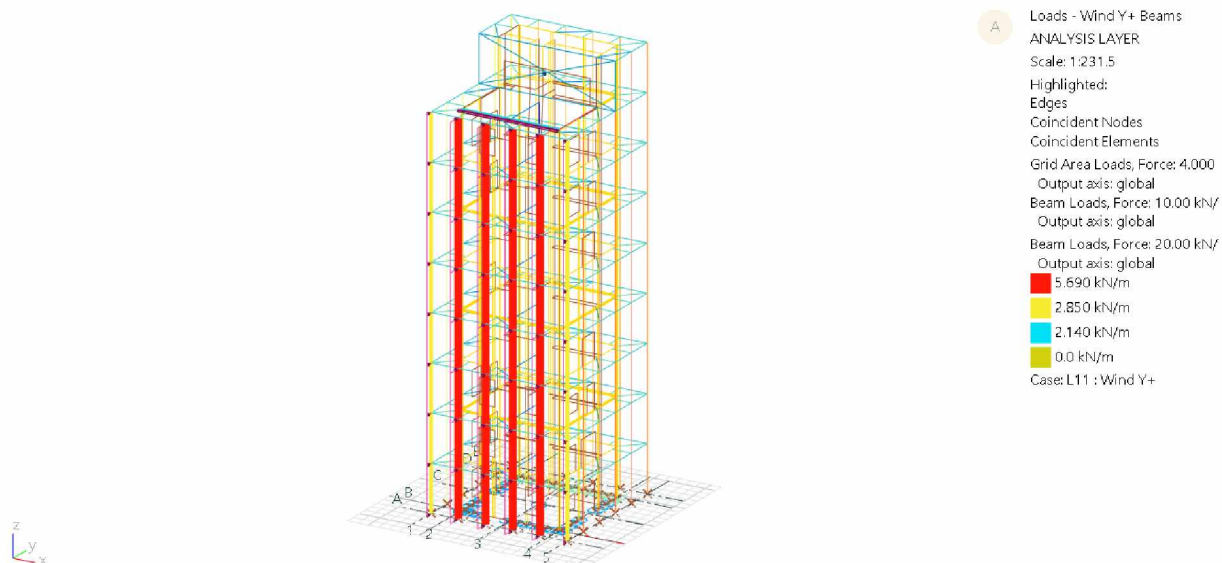
Figuur 15: Belastinggeval 9 – Windbelasting in positieve x-richting. De blauwe lasten t.p.v. het terras betreffen de windbelasting op de balustrades.

Belastinggeval 10: Wind X-

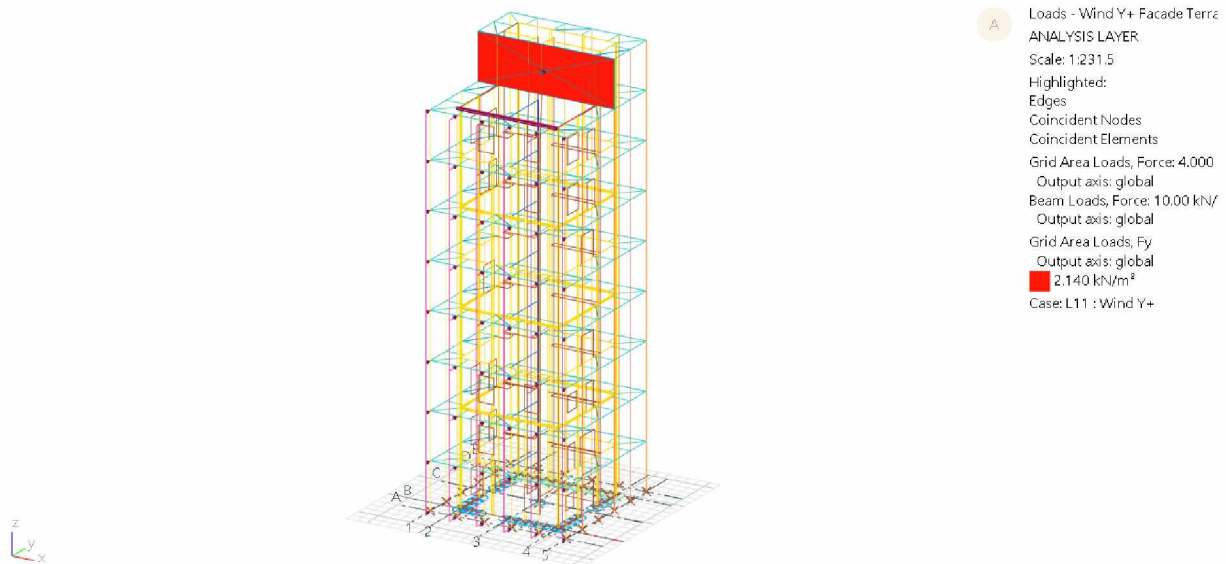


Figuur 16: Belastinggeval 10 – Windbelasting in negatieve x-richting. De blauwe lasten t.p.v. het terras betreffen de windbelasting op de balustrades.

Belastinggeval 11: Wind Y+

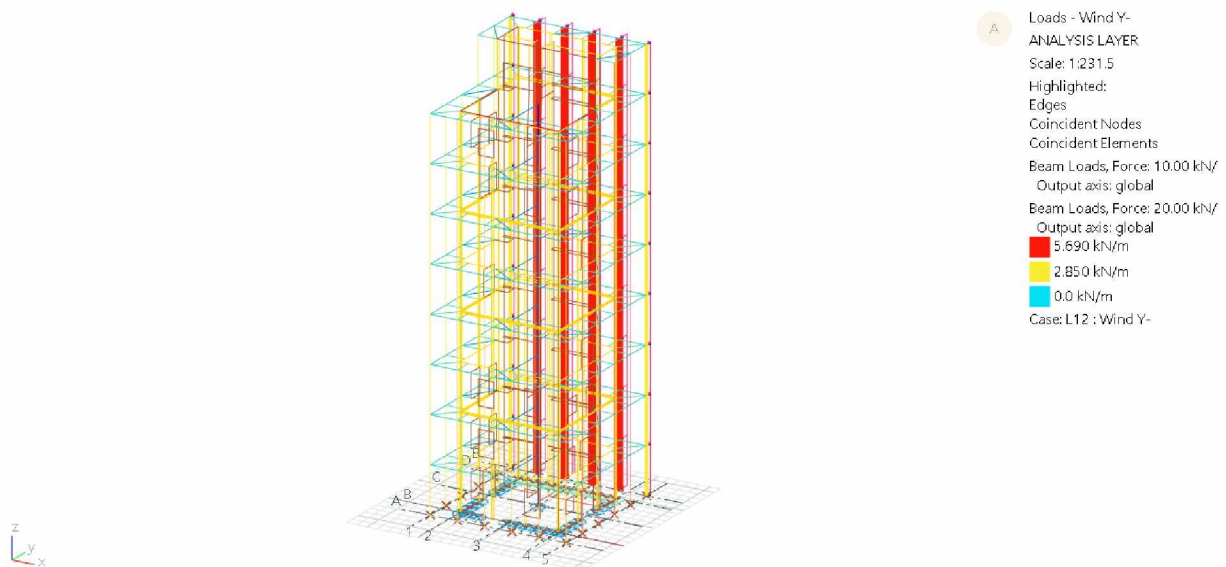


Figuur 17: Belastinggeval 11 – Windbelasting in positieve y-richting (lijnlasten). De blauwe last t.p.v. het terras betreft de windbelasting op de balustrade.



Figuur 18: Belastinggeval 11 – Windbelasting in positieve y-richting (vlaklast bovenste verdieping).

Belastinggeval 12: Wind Y-



Figuur 19: Belastinggeval 12 – Windbelasting in negatieve y-richting

3.5 Geometrische imperfecties en tweede orde

Voor horizontale belastingen zijn naast de windbelasting ook de geometrische imperfecties en de tweede orde in beschouwing genomen. De geometrische imperfecties zijn gemodelleerd door een gravity load in vier verschillende richtingen (x+, x-, y+, y-) te vermenigvuldigen met een factor. Deze factor is de verhouding tussen het eigen gewicht van de gemodelleerde elementen bovenbouw en het totale eigen gewicht plus veranderlijke belasting.

3.5.1 Geometrische imperfectie

Voor het bepalen van de scheefstand wordt de betonnorm, NEN-EN 1992 aangehouden, die conservatiever is dan de houtnorm.

$$\theta_i = \theta_0 \alpha_h \alpha_m$$

waarin:

θ_0 is de basiswaarde;

α_h is de reductiefactor voor lengte of hoogte: $\alpha_h = 2/\sqrt{l}$; $2/3 \leq \alpha_h \leq 1$;

α_m is de reductiefactor voor het aantal elementen: $\alpha_m = \sqrt{0,5(1+1/m)}$;

1] l is de lengte of de hoogte (m), zie (6);

m is het aantal verticale elementen dat bijdraagt aan het totale effect.

Berekening factor scheefstand volgens NEN 1992-1-1 art. 5.2

	Hoogte gebouw m	40.5 m 3 Kern, kolom, omloop
	θ_i 0.0018	-
	θ_0 0.0033	1/300; NEN1992 NB art.5.2
	α_h 0.6667	2/3
	α_m 0.8165	Kern, kolom
	Globale oplegreacties	
LC1	A1 Gravity	3412 kN
LC2	A2 SDL omgang	406.7 kN
LC3	A3 SDL vloer	1760 kN
LC4	A4 SDL wand	2189 kN
LC5	A5 SDL glazenwasser	101.9 kN
LC14	A9 SDL water basin	138.2 kN
	ΣG_{tot}	8007.8 kN
LC6	A10 VB Vloer office/congregation <u>mom</u>	960 kN
LC7	A11 VB Vloer techniek <u>mom</u>	1222 kN
LC8	A12 VB Vloer omgang <u>mom</u>	1983 kN
	ΣQ_{tot}	4165 kN
LC21	A14 VB Vloer office/congregation <u>1.0</u>	1515 kN
LC22	A37 VB Vloer techniek <u>1.0</u>	1222 kN
LC23	A38 VB Vloer omgang <u>1.0</u>	2796 kN
	ΣQ_{tot}	5533 kN
1.0PB+1.0VB	F_v	$G_{tot} + Q_{tot}$ 12172.8 kN
	$F_{h,ss} = 0.0019 \cdot (G_{tot} + Q_{tot}) :$	22.09 kN
Fv/LC1		3.5676
(Fv/LC1)*0.0019		0.0065
LC8	0.0065 eigen gewicht bovenboven in x-richting	
LC9	0.0065 eigen gewicht bovenboven in y-richting	
Controle: (Fv/LC1)*0.0019*LC1 =		22.08677685
0.0019*(G _{tot} +Q _{tot}) =		22.08677685

BGT

1.2PB+1.5VB	$F_{v,Ed} = 1.2PB + 1.5VB$	17908.86 kN
	$F_{v,Ed}/LC1$	5.25 -
	γ	1.47 -
	Controle: $F_{h,ss} = \gamma * (F_v/LC1) * 0.0019 =$	32.49449546
	$0.0019 * F_{v,Ed} =$	32.49449546
1.35PB+1.5VBmom	$F_{v,Ed} = 1.35PB + 1.5VBmom + 1.5Wind$	17058.03 kN
	$F_{v,Ed}/LC1$	5.00 -
	γ	1.40 -
	Controle: $F_{h,ss} = \gamma * (F_v/LC1) * 0.0019 =$	30.95071816
	$0.0019 * F_{v,Ed} =$	30.95071816
0.9PB + 1.5Wind	$F_{v,Ed} = 0.9 * G_{tot}$	7207.02 kN
	$F_{v,Ed}/LC1$	2.11 -
	γ	0.59 -
	Controle: $F_{h,ss} = \gamma * (F_v/LC1) * 0.0019 =$	13.07668264
	$0.0019 * F_{v,Ed} =$	13.07668264

UGT

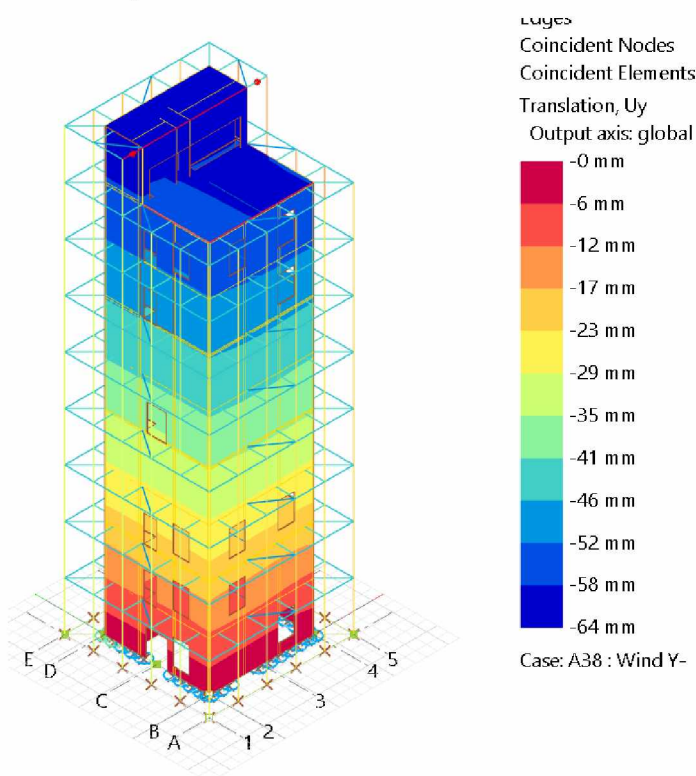
Invoer in GSA model als een functie van het eigen gewicht van de gemodelleerde elementen.

Record	5.1.2.e	Nodes	Load Case	Gravity Factors			Name
				x [g]	y [g]	z [g]	
Defaults	all	all	1 : Gravity	0	0	-1	
1	all	all	1 : Gravity	0	0	-1	
2	all	all	17 : Scheefs	0.0065	0	0	
3	all	all	18 : Scheefs	-0.0065	0	0	
4	all	all	19 : Scheefs	0	0.0065	0	
5	all	all	20 : Scheefs	0	-0.0065	0	
6							

Figuur 20: Invoer scheefstand in GSA model

3.5.2 Tweede orde factor

Voor het bepalen van de tweede orde factor is het gebouw beschouwd als een ingeklemde staaf met daarop aangebracht een gelijkmatig verdeelde belasting. De maatgevende windbelasting is de wind in negatieve y-richting. Aanname is dat doorbuiging t.g.v. van wind een aandeel heeft van 75% in de totale doorbuiging, en de fundering 25%, zie hoofdstuk 6.



Figuur 21: Doorbuiging wind y-, BGT

Wind in y-richting

Windmoment Mxx	23340 kNm
$u_{h,wind}$	64 mm
$q_{w,eq}$	24.78 kN/m
u_{wind}	64 mm
u_{fund}	25 %
u_{tot}	85.3 mm
$u_{h,top,tgv fund}$	21.3 mm
$u_{h,top,tgv cons}$	64.0 mm
$EI_{eq} = q_{w,eq} * H^4 / (8 * u_{h,top,tgv cons})$	1.29E+08 kN/m ²
$L_c = 1.12H$	48.6 m
$N_{cr} = \pi^2 * EI / L_c^2$	538004 kN
$N_{v,k}$	12173 kN
$n = n1$	
$n1 = N_{cr} / N_{v,k}$	44.20
Vergrotingsfactor = $n / (n-1)$	1.02 -

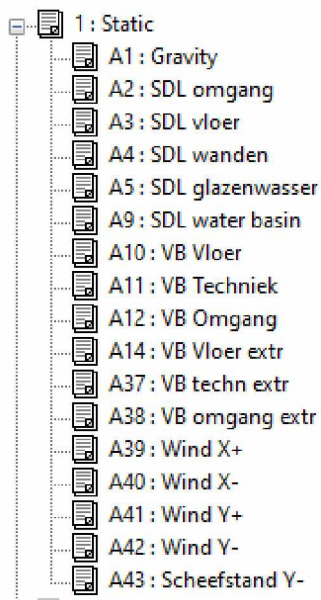
De tweede orde effecten zouden kunnen worden verwaarloosd, omdat $n \gg 10$, maar zijn in de berekening toch meegenomen: conservatieve aanname.

Voor de windbelasting is voor het product van de CsCd factor en tweede orde een totale factor van 1.05 aangenomen. Deze aanname is enigszins conservatief: $1.02 \text{ (CsCd)} * 1.02 \text{ (vergrotingsfactor)} = 1.04 < 1.05$.

3.6 Belastingcombinaties

De volgende belasting combinaties zijn beschouwd voor de krachtsverdeling in de constructieve elementen.

Noot: de nummering van de belastingcombinaties komt niet overeen met de nummering van de analysis cases. Daarom is hieronder een overzicht van de analyses cases gegeven, gevolgd door de van toepassing zijnde belastingcombinaties.



Figuur 22: Analysis Cases

Case	Name	Description
Defaults	Combination case #	
1	G (DL+SDL)	A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A9
2	Qmom	A10 + A11 + A12
3	Qextr	A14 + A37 + A38
4		
5	1.0G + 1.0Wx-	1C1 + 1A40
6	1.2G+1.5Wx-	1.2C1 + 1.5A40
7	0.9G+1.5Wx-	0.9C1 + 1.5A40
8	1.0G + 1.0Wx+	1C1 + 1A39
9	1.2G+1.5Wx+	1.2C1 + 1.5A39
10	0.9G+1.5Wx+	0.9C1 + 1.5A39
11	1.0G + 1.0Wy+	1C1 + 1A41
12	1.2G+1.5Wy+	1.2C1 + 1.5A41
13	0.9G+1.5Wy+	0.9C1 + 1.5A41
14	1.0G + 1.0Wy-	1C1 + 1A42
15	1.2G+1.5Wy-	1.2C1 + 1.5A42
16	0.9G+1.5Wy-	0.9C1 + 1.5A42
17		
18	UGT wind envelop	C5 to C16
19		
20	1.0G + 1.0Wy- + 1.0Sch	C1 + A42 + A43
21	1.2G + 1.5Qextr + 1.5W	1C1 + 1.5C3 + 1.5A42 + 1.47A43
22	1.35G + 1.5Qmom + 1.5	1C1 + 1.5C2 + 1.5A42 + 1.4A43
23	0.9G + 1.5Wy- + 1.0Sch	0.9C1 + 1.5A42 + 0.59A43
24		
25	UGT 1.35G+1.5*psi*Q	1.35C1 + 1.5C2
26	UGT 1.2G+1.5Q	1.2C1 + 1.5C3

Figuur 23: Belastingcombinaties

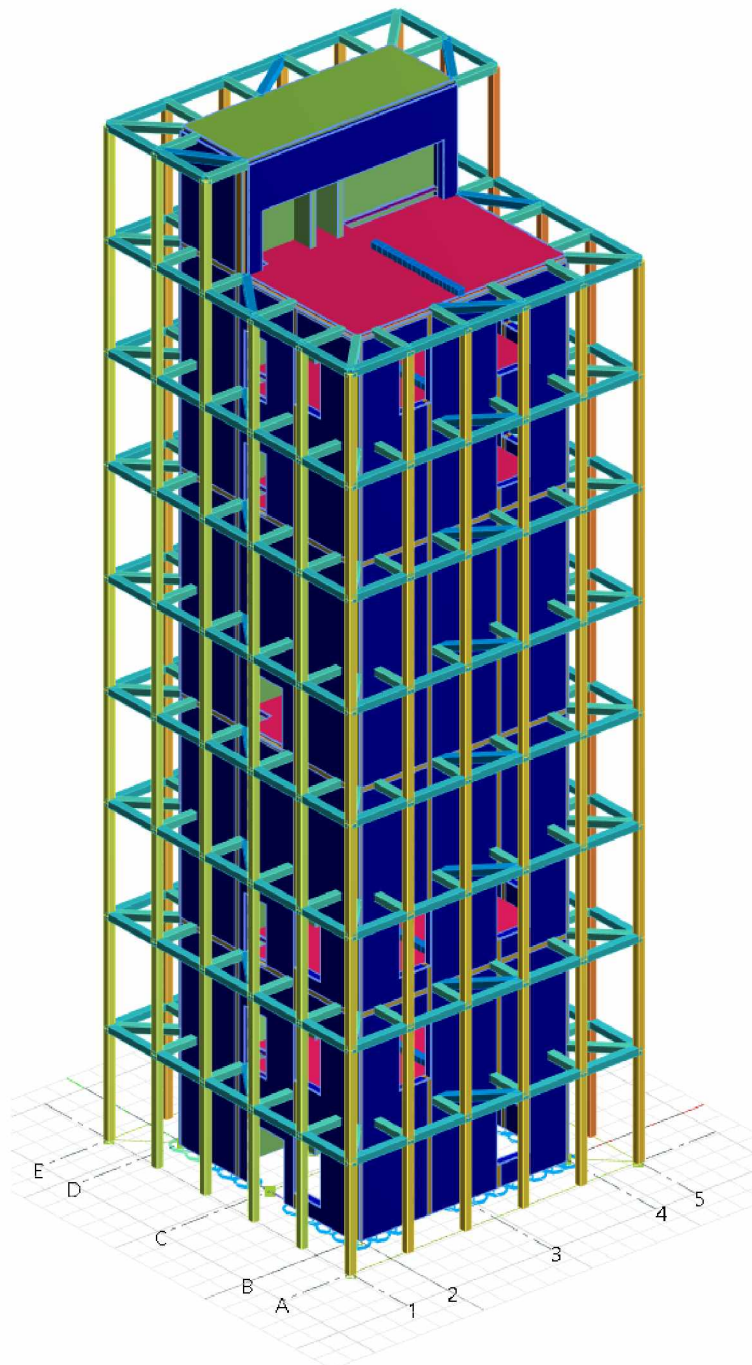
4. Modelling

4.1 Constructief concept en modellering

Voor een uitgebreide beschrijving van het constructieve concept wordt verwezen naar het constructieve uitgangspuntenrapport en hoofdstuk 2 van dit rapport.

4.2 Analyse model

De toren is gemodelleerd in [GSA 10.1](#), een eindig elementen programma dat ontwikkeld is door Oasys. De geometrie is gebaseerd op die van de architect. Specifiek aan het model is dat de naden tussen de CLT panelen van de kern gemodelleerd zijn met een lagere stijfheid om zo de verbinding stijfheid correct te interpreteren, zie paragraaf 4.2.2 voor meer informatie hierover.



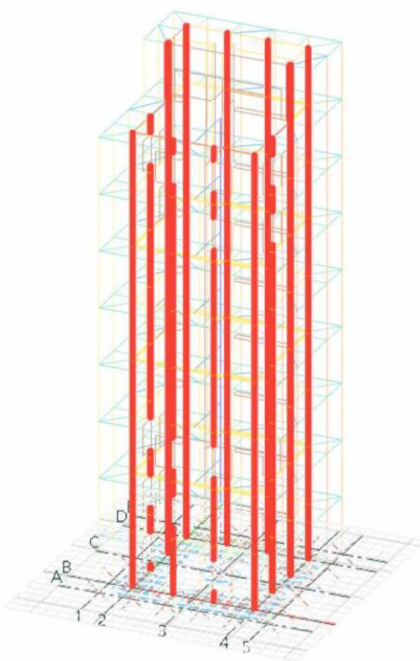
4.2.1 Materiaaleigenschappen constructieve elementen

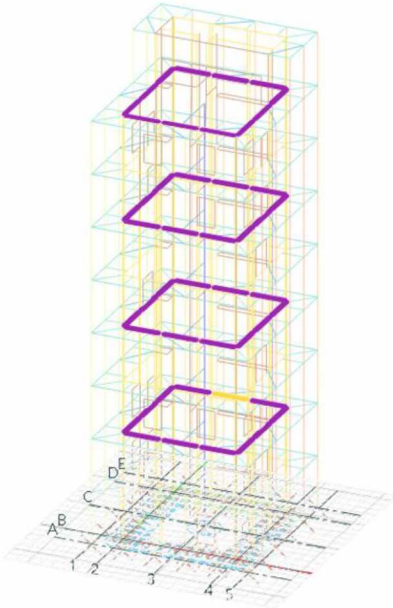
Voor de constructieve elementen zijn de volgende eigenschappen in het model opgenomen. Deze zijn gebaseerd op C24 eigenschappen.

Onderdeel (2D elementen)	Materiaaleigenschappen																																													
CLT-panelen wanden kern (CLT 300, 9-laags)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr><tr><td>Elastic modulus (Ex)</td><td>[N/mm²]</td><td>4400</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ey)</td><td>[N/mm²]</td><td>6600</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ez)</td><td>[N/mm²]</td><td>370</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νxy)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νyz)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νzx)</td><td></td><td>0.03</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>[t/m³]</td><td>0.45</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αx)</td><td>[/°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αy)</td><td>[/°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αz)</td><td>[/°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gxy)</td><td>[N/mm²]</td><td>250</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gyz)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gzx)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Damping Ratio</td><td>[%]</td><td>0</td></tr></table>	Parameter	Unit	Value	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4400	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6600	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370	Poisson's ratio (νxy)		0.3	Poisson's ratio (νyz)		0.3	Poisson's ratio (νzx)		0.03	Density (ρ)	[t/m³]	0.45	Thermal expansivity (αx)	[/°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αy)	[/°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αz)	[/°C]	1.2e-05	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60	Damping Ratio	[%]	0
	Parameter	Unit	Value																																											
	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4400																																											
	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6600																																											
	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370																																											
	Poisson's ratio (νxy)		0.3																																											
	Poisson's ratio (νyz)		0.3																																											
	Poisson's ratio (νzx)		0.03																																											
	Density (ρ)	[t/m³]	0.45																																											
	Thermal expansivity (αx)	[/°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αy)	[/°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αz)	[/°C]	1.2e-05																																											
	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250																																											
	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60																																											
	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60																																											
Damping Ratio	[%]	0																																												
CLT-panelen interne wanden kern (CLT 200, 5-laags)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr><tr><td>Elastic modulus (Ex)</td><td>[N/mm²]</td><td>4400</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ey)</td><td>[N/mm²]</td><td>6600</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ez)</td><td>[N/mm²]</td><td>305</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νxy)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νyz)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νzx)</td><td></td><td>0.03</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>[t/m³]</td><td>0.45</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αx)</td><td>[/°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αy)</td><td>[/°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αz)</td><td>[/°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gxy)</td><td>[N/mm²]</td><td>250</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gyz)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gzx)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Damping Ratio</td><td>[%]</td><td>0</td></tr></table>	Parameter	Unit	Value	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4400	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6600	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	305	Poisson's ratio (νxy)		0.3	Poisson's ratio (νyz)		0.3	Poisson's ratio (νzx)		0.03	Density (ρ)	[t/m³]	0.45	Thermal expansivity (αx)	[/°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αy)	[/°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αz)	[/°C]	1.2e-05	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60	Damping Ratio	[%]	0
	Parameter	Unit	Value																																											
	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4400																																											
	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6600																																											
	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	305																																											
	Poisson's ratio (νxy)		0.3																																											
	Poisson's ratio (νyz)		0.3																																											
	Poisson's ratio (νzx)		0.03																																											
	Density (ρ)	[t/m³]	0.45																																											
	Thermal expansivity (αx)	[/°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αy)	[/°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αz)	[/°C]	1.2e-05																																											
	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250																																											
	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60																																											
	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60																																											
Damping Ratio	[%]	0																																												

Note: bij de doorsnede eigenschappen is de afschuifstijfheid van deze wanden is gereduceerd naar 1%, om te voorkomen dat deze laterale stijfheid beïnvloeden.

CLT vloer (onderdeel TCC vloer) (CLT 180, 5-laags)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr><tr><td>Elastic modulus (Ex)</td><td>[N/mm²]</td><td>3667</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ey)</td><td>[N/mm²]</td><td>7333</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ez)</td><td>[N/mm²]</td><td>370</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νxy)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νyz)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νzx)</td><td></td><td>0.03</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>[t/m³]</td><td>0.45</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αx)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αy)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αz)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gxy)</td><td>[N/mm²]</td><td>250</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gyz)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gzx)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Damping Ratio</td><td>[%]</td><td>0</td></tr></table>	Parameter	Unit	Value	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	3667	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	7333	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370	Poisson's ratio (νxy)		0.3	Poisson's ratio (νyz)		0.3	Poisson's ratio (νzx)		0.03	Density (ρ)	[t/m³]	0.45	Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60	Damping Ratio	[%]	0
	Parameter	Unit	Value																																											
	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	3667																																											
	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	7333																																											
	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370																																											
	Poisson's ratio (νxy)		0.3																																											
	Poisson's ratio (νyz)		0.3																																											
	Poisson's ratio (νzx)		0.03																																											
	Density (ρ)	[t/m³]	0.45																																											
	Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05																																											
	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250																																											
	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60																																											
	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60																																											
Damping Ratio	[%]	0																																												
De buigstijfheid van de vloer is gereduceerd tot 10% om de krachtswerking van het stabiliteitssysteem niet te beïnvloeden.																																														

Horizontale verbindingen CLT-panels (rood gemarkeerd in GSA-model hiernaast)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr><tr><td>Elastic modulus (Ex)</td><td>[N/mm²]</td><td>4400</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ey)</td><td>[N/mm²]</td><td>167</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ez)</td><td>[N/mm²]</td><td>370</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νxy)</td><td></td><td>0.005</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νyz)</td><td></td><td>0.005</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νzx)</td><td></td><td>0.005</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>[t/m³]</td><td>0.45</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αx)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αy)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αz)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gxy)</td><td>[N/mm²]</td><td>167</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gyz)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gzx)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Damping Ratio</td><td>[%]</td><td>0</td></tr></table>	Parameter	Unit	Value	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4400	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	167	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370	Poisson's ratio (νxy)		0.005	Poisson's ratio (νyz)		0.005	Poisson's ratio (νzx)		0.005	Density (ρ)	[t/m³]	0.45	Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	167	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60	Damping Ratio	[%]	0
	Parameter	Unit	Value																																											
	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4400																																											
	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	167																																											
	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370																																											
	Poisson's ratio (νxy)		0.005																																											
	Poisson's ratio (νyz)		0.005																																											
	Poisson's ratio (νzx)		0.005																																											
	Density (ρ)	[t/m³]	0.45																																											
	Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05																																											
	Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05																																											
	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	167																																											
	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60																																											
	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60																																											
Damping Ratio	[%]	0																																												
																																														

	<table><thead><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr></thead><tbody><tr><td>Elastic modulus (Ex)</td><td>[N/mm²]</td><td>167</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ey)</td><td>[N/mm²]</td><td>6600</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ez)</td><td>[N/mm²]</td><td>370</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νxy)</td><td></td><td>0.005</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νyz)</td><td></td><td>0.005</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νzx)</td><td></td><td>0.005</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>[t/m³]</td><td>0.45</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αx)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αy)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αz)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gxy)</td><td>[N/mm²]</td><td>167</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gyz)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gzx)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Damping Ratio</td><td>[%]</td><td>0</td></tr></tbody></table>	Parameter	Unit	Value	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	167	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6600	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370	Poisson's ratio (νxy)		0.005	Poisson's ratio (νyz)		0.005	Poisson's ratio (νzx)		0.005	Density (ρ)	[t/m³]	0.45	Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	167	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60	Damping Ratio	[%]	0
Parameter	Unit	Value																																												
Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	167																																												
Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6600																																												
Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	370																																												
Poisson's ratio (νxy)		0.005																																												
Poisson's ratio (νyz)		0.005																																												
Poisson's ratio (νzx)		0.005																																												
Density (ρ)	[t/m³]	0.45																																												
Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05																																												
Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05																																												
Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05																																												
Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	167																																												
Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60																																												
Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60																																												
Damping Ratio	[%]	0																																												
Verticale verbindingen CLT-panelen (paars gemarkeerd in het GSA-model hiernaast)																																														
CLT-panelen dak (CLT 250, 5-laags)	<table><thead><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr></thead><tbody><tr><td>Elastic modulus (Ex)</td><td>[N/mm²]</td><td>4230</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ey)</td><td>[N/mm²]</td><td>6769</td></tr><tr><td>Elastic modulus (Ez)</td><td>[N/mm²]</td><td>430</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νxy)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νyz)</td><td></td><td>0.3</td></tr><tr><td>Poisson's ratio (νzx)</td><td></td><td>0.03</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>[t/m³]</td><td>0.45</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αx)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αy)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (αz)</td><td>[°C]</td><td>1.2e-05</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gxy)</td><td>[N/mm²]</td><td>250</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gyz)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Shear modulus (Gzx)</td><td>[N/mm²]</td><td>60</td></tr><tr><td>Damping Ratio</td><td>[%]</td><td>0</td></tr></tbody></table>	Parameter	Unit	Value	Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4230	Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6769	Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	430	Poisson's ratio (νxy)		0.3	Poisson's ratio (νyz)		0.3	Poisson's ratio (νzx)		0.03	Density (ρ)	[t/m³]	0.45	Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05	Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05	Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250	Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60	Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60	Damping Ratio	[%]	0
Parameter	Unit	Value																																												
Elastic modulus (Ex)	[N/mm²]	4230																																												
Elastic modulus (Ey)	[N/mm²]	6769																																												
Elastic modulus (Ez)	[N/mm²]	430																																												
Poisson's ratio (νxy)		0.3																																												
Poisson's ratio (νyz)		0.3																																												
Poisson's ratio (νzx)		0.03																																												
Density (ρ)	[t/m³]	0.45																																												
Thermal expansivity (αx)	[°C]	1.2e-05																																												
Thermal expansivity (αy)	[°C]	1.2e-05																																												
Thermal expansivity (αz)	[°C]	1.2e-05																																												
Shear modulus (Gxy)	[N/mm²]	250																																												
Shear modulus (Gyz)	[N/mm²]	60																																												
Shear modulus (Gzx)	[N/mm²]	60																																												
Damping Ratio	[%]	0																																												

Onderdeel (1D elementen)	Materiaaleigenschappen																		
Glulam kolommen/liggers omloop (GL24h)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr><tr><td>Strength (f_{mk})</td><td>N/mm²</td><td>24.0000</td></tr><tr><td>Elastic modulus (E)</td><td>N/mm²</td><td>11500.0</td></tr><tr><td>Shear modulus (G)</td><td>N/mm²</td><td>650.000</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>t/m³</td><td>0.420000</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (α)</td><td>/°C</td><td>2.80000E-6</td></tr></table>	Parameter	Unit	Value	Strength (f _{mk})	N/mm ²	24.0000	Elastic modulus (E)	N/mm ²	11500.0	Shear modulus (G)	N/mm ²	650.000	Density (ρ)	t/m ³	0.420000	Thermal expansivity (α)	/°C	2.80000E-6
Parameter	Unit	Value																	
Strength (f _{mk})	N/mm ²	24.0000																	
Elastic modulus (E)	N/mm ²	11500.0																	
Shear modulus (G)	N/mm ²	650.000																	
Density (ρ)	t/m ³	0.420000																	
Thermal expansivity (α)	/°C	2.80000E-6																	
Dragende kolom verdiepingsvloeren (GL24h)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr><tr><td>Strength (f_{mk})</td><td>N/mm²</td><td>24.0000</td></tr><tr><td>Elastic modulus (E)</td><td>N/mm²</td><td>11500.0</td></tr><tr><td>Shear modulus (G)</td><td>N/mm²</td><td>650.000</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>t/m³</td><td>0.420000</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (α)</td><td>/°C</td><td>2.80000E-6</td></tr></table>	Parameter	Unit	Value	Strength (f _{mk})	N/mm ²	24.0000	Elastic modulus (E)	N/mm ²	11500.0	Shear modulus (G)	N/mm ²	650.000	Density (ρ)	t/m ³	0.420000	Thermal expansivity (α)	/°C	2.80000E-6
Parameter	Unit	Value																	
Strength (f _{mk})	N/mm ²	24.0000																	
Elastic modulus (E)	N/mm ²	11500.0																	
Shear modulus (G)	N/mm ²	650.000																	
Density (ρ)	t/m ³	0.420000																	
Thermal expansivity (α)	/°C	2.80000E-6																	
Dragende balk verdiepingsvloeren (GL24h)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Unit</th><th>Value</th></tr><tr><td>Strength (f_{mk})</td><td>N/mm²</td><td>24.0000</td></tr><tr><td>Elastic modulus (E)</td><td>N/mm²</td><td>11500.0</td></tr><tr><td>Shear modulus (G)</td><td>N/mm²</td><td>650.000</td></tr><tr><td>Density (ρ)</td><td>t/m³</td><td>0.420000</td></tr><tr><td>Thermal expansivity (α)</td><td>/°C</td><td>2.80000E-6</td></tr></table>	Parameter	Unit	Value	Strength (f _{mk})	N/mm ²	24.0000	Elastic modulus (E)	N/mm ²	11500.0	Shear modulus (G)	N/mm ²	650.000	Density (ρ)	t/m ³	0.420000	Thermal expansivity (α)	/°C	2.80000E-6
Parameter	Unit	Value																	
Strength (f _{mk})	N/mm ²	24.0000																	
Elastic modulus (E)	N/mm ²	11500.0																	
Shear modulus (G)	N/mm ²	650.000																	
Density (ρ)	t/m ³	0.420000																	
Thermal expansivity (α)	/°C	2.80000E-6																	

4.2.2 Toelichting materiaaleigenschappen verbindingen CLT-panelen

De stijfheden van de verbindingen tussen de CLT-panelen zijn gemodelleerd als 2D-elementen. Hiervan zijn de materiaaleigenschappen dusdanig aangepast, dat ze de stijfheid van de schroeven simuleren in zowel afschuiving als doorbuiging. De berekening en schematisatie van deze stijfheden zijn hieronder weergegeven. Met name de axiale stijfheden zijn significant kleiner.

De axiale slip modulus is hierbij gebaseerd op ETA 12-0063

A.2.3.1 Axial slip modulus

The axial slip modulus K_{ser} of the threaded part of a screw for the serviceability limit state shall be taken independent of angle α to the grain as:

$$K_{ser} = 25 \cdot d \cdot l_{ef} \quad [\text{N/mm}] \quad \text{for screws in members made from softwood} \quad (2.10)$$

$$K_{ser} = 30 \cdot d \cdot l_{ef} \quad [\text{N/mm}] \quad \text{for screws in members made from hardwood} \quad (2.11)$$

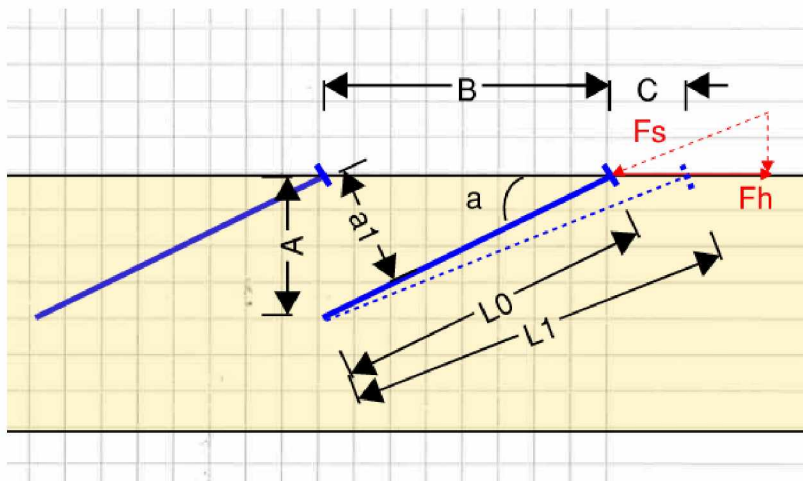
Where

d outer thread diameter of the screw [mm]

l_{ef} penetration length of the of the threaded part of the screw in the wood-based member [mm].

Figuur 24: K_{ser} volgens ETA 12-0063

diameter schroef	d	8	8	10	10	12	12	
hoek tov vezel	α	30	45	30	45	30	45	deg
effectieve lengte schroef	$L_0 = L_{eff}$	400	400	400	400	400	400	
	A	200	283	200	283	200	283	mm
stijfheid per schroef, axiaal	$K_{ser;ax}$	80	80	100	100	120	120	kN/mm
	$F_{;h}$	10	10	10	10	10	10	kN
	$F_{;s}$	11.5	14.1	11.5	14.1	11.5	14.1	kN
	L_1	400.14	400.18	400.12	400.14	400.10	400.12	mm
	B	346.41	282.84	346.41	282.84	346.41	282.84	mm
	B+C	346.58	283.09	346.54	283.04	346.52	283.01	mm
	C	0.16666	0.24994	0.13333	0.19996	0.11111	0.16664	mm
stijfheid per schroef	$K_{ser;a}$	60	40	75	50	90	60	kN/mm
minimale tussenafstand	$a_1; d$	32	32	40	40	48	48	mm
	$a_1; h$	64	45	80	57	96	68	mm
gekozen afstand	a_1	75	50	80	60	100	70	mm
schroeven per m1	n	13.3	20.0	12.5	16.7	10.0	14.3	mm
	n_{eff}	10.3	14.8	9.7	12.6	7.9	10.9	mm
stijfheid per m1	$K_{ser;m}$	617	593	728	629	715	657	kN/mm/m1
stijfheid detail	K_{eff}	309	297	364	315	357	329	kN/mm/m1
GSA	Breedte element	k_{tot}	250					kN/mm/m1
	Dikte element	$b = h = l$	200	200	200	200		
		d	300	300	300	300		
		A	300000	300000	300000	300000		$A = 1000d$
		h / l	200	200	200	200		
		G_{xy}	167			167		N/mm2 $G = kh/A$
		E_x		167				N/mm2 $E = kl/A$
		E_y				167		N/mm2 $E = kl/A$



Figuur 25: Principe detail bepalen stijfheid verbindingen CLT-panelen

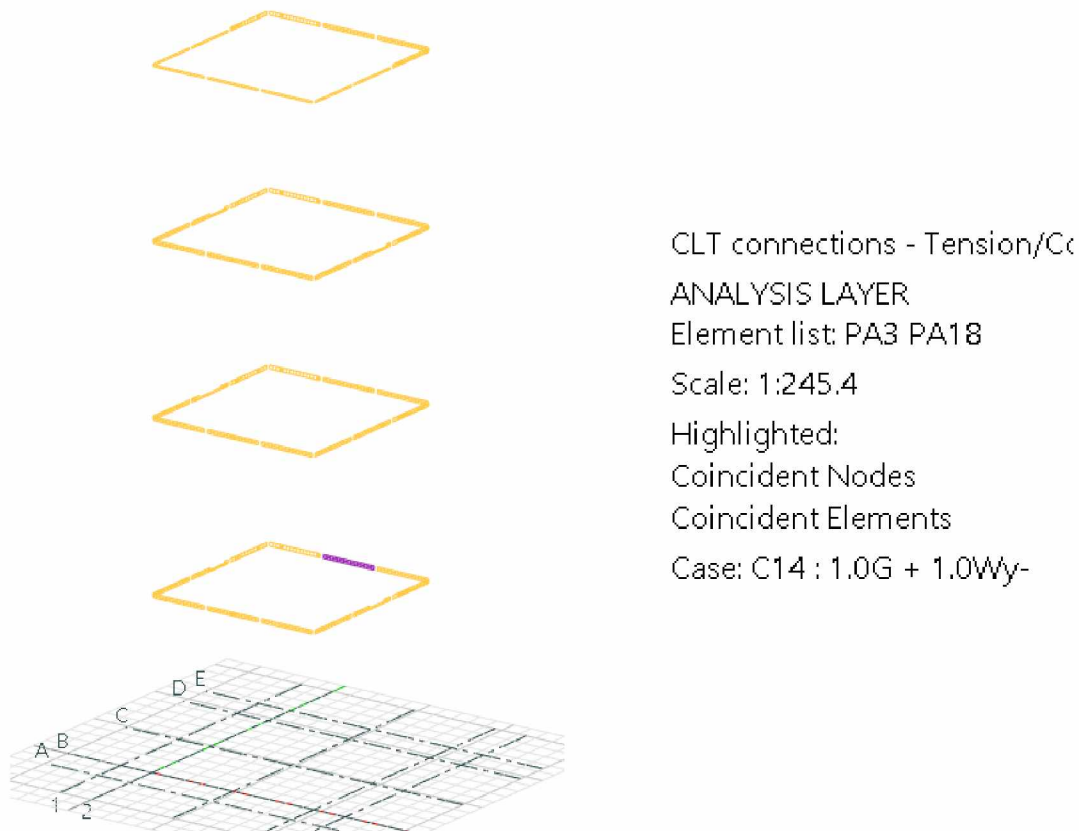
4.3 Validatie GSA-model

Aan de hand van een gewichtsberekening ter plaatse van twee kolommen is het eindige elementen gevalideerd. Dit betreft een kolom in de gevel van het gebouw, en de Glulam kolom ter plaatse van de verdiepingvloeren. De berekeningen zijn gedaan aan de hand van een spreadsheet, welke staat gepresenteerd in de appendix. Zoals hieronder aangetoond zijn de afwijkingen acceptabel en is het GSA-model daarmee succesvol gevalideerd.

Onderdeel	Resultaat Nx spreadsheet (1.35G+1.5*psi*Q)	Resultaat Nx GSA (1.2G+1.5Q)	Afwijking
Gevelkolom A-1	224kN	233kN	3.9%
Glulam kolom C-3	1048kN	1074kN	2.4%

4.4 Trek- en druk verdeling paneelverbindingen (wind Y-)

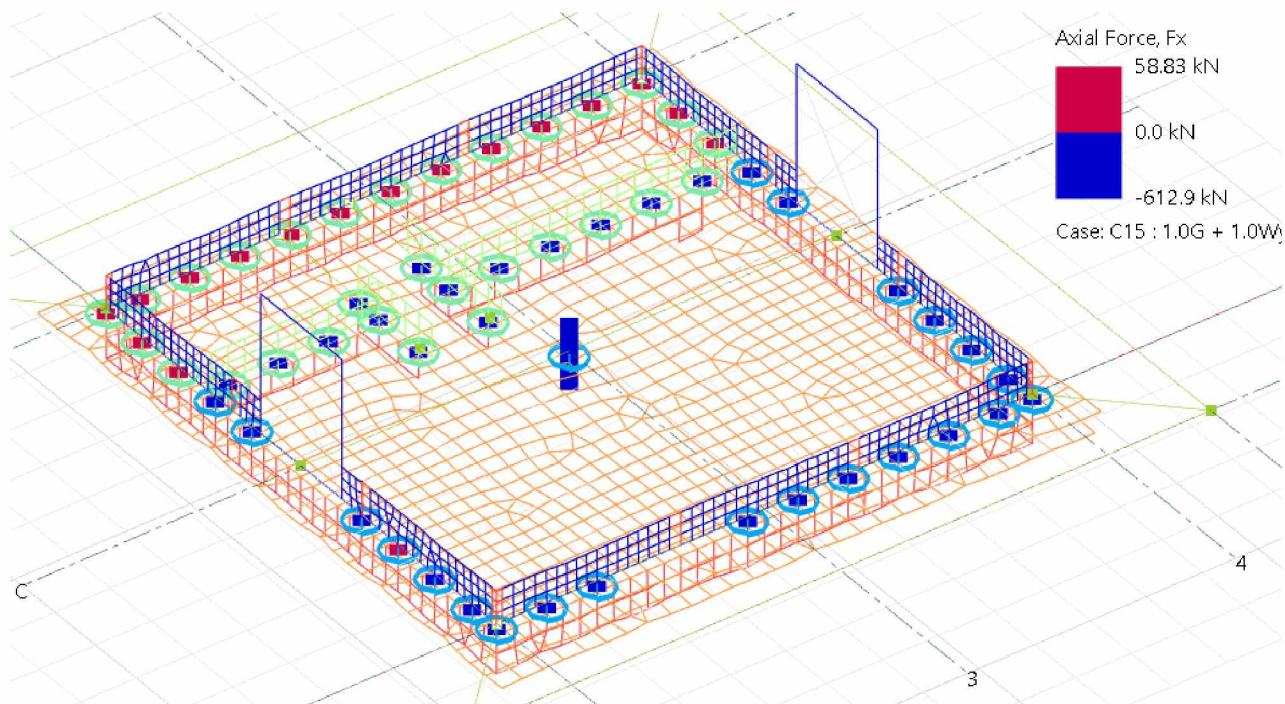
Een deel van de horizontale verbindingen tussen de CLT-panelen zal onder horizontale belasting onder druk komen te staan. In dat geval zal de verbinding zich gedragen als een regulier CLT-paneel. Daarom is er gekeken in welke verbindingen trek en druk optreedt in het geval de wind in negatieve y-richting aangrijpt. Op basis van deze verdeling zijn de eigenschappen van de verbindingen onder druk gewijzigd in de eigenschappen van de CLT-panelen. De resultaten zijn hieronder weergegeven.



Figuur 26: Trek- en druk verdeling in horizontale verbindingen tussen CLT-panelen (paars = trek, geel = druk)

4.5 Trek- en druk verdeling Hold-down ankers

De trekkrachten die onder in de bovenbouw ontstaan ten gevolge van horizontale belasting(en) worden door Hold-down ankers opgenomen. Allereerst is daarom bepaald in welke veeropleggingen trek, en in welke druk optreedt. De verdeling tussen druk- en trekkrachten in de opleggingen is hieronder weergegeven ten gevolge van 1.0G en 1.0Wy-.



Figuur 27: Trek- en druk verdeling verende opleggingen t.p.v. onderkant bovenbouw

Op basis van deze verdeling is in de veren waar trek optreedt, de veereigenschap toegepast die bepaald is aan de hand van product sheets van hold-down ankers. **De trekstijfheid van de veren is gebaseerd op het equivalent van twee Rothoblaas WHT620 ankers per meter. De verticale trekstijfheid van de verbinding van de CLT wanden met de betonnen onderbouw dient minimaal 2.7×10^4 kN/m per strekkende meter te zijn.**

Daar waar contactdruk optreedt, is de veer (relatief) stijf gemodelleerd. De veren staan circa 1.0m uit elkaar.

Property	Name	Colour	Type	x		y		z	
				Spring Curve	Stiffness	Spring Curve	Stiffness	Spring Curve	Stiffness
Defaults	Spring prop. #		Axial	none	0	none	0	none	
1									
2	Stiff support		General	none	9e+08	none	1e+05	none	1.3e+05
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10	WHY740 x 2 element	...	General	none	2.7e+04	none	1e+05	none	1e+05

Figuur 28: Eigenschappen van veren in druk (property 2) en onder trek (property 10)

- $K_{1,ser}$ experimental average value for WHT joints on GL24h Glulam and on CLT

WHT type	configuration	fastening type $\varnothing \times L$ [mm]	n_v [pcs]	$K_{1,ser}$ [N/mm]	
				GL24h	CLT
WHT340	• total fastening • without washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	20	-	3440
	• total fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	20	5705	7160
	• partial fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	12	-	5260
WHT440	• total fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	30	6609	10190
	• partial fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	20	-	8060
WHT540	• total fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	45	-	11470
	• partial fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	29	-	9700
WHT620	• total fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	52/55	13247	13540
	• partial fastening • with washer	LBA nails $\varnothing 4,0 \times 60$	30/35	9967	10310



Seismic-REV experimental campaign on GL24h glulam (DICAM-University of Trento and CNR-IVALSA San **5.1.2.e** Adige, 2015).

Figuur 29: Stijfheid van verbinding referentie

4.6 Onderbouw en Fundering

De betonnen onderbouw is gemodelleerd met 2D elementen, waarbij de fundering is gemodelleerd met een veer in het hart van de fundering (as C-3) is opgenomen met de lagere rotatiestijfheid zoals bepaald door Fugro. De rotatiestijfheid van deze veer in GSA is 9.8×10^7 kNm/rad.

	settlement left [mm]	settlement right [mm]	Δu_z [mm]	Rotation stiffness Foundation MNm/rad
Exclude stiffness walls and ground floor				
Extreem ($U_z; \min - U_z; \max$)	-8	-13	-5	78.498
End of the plate	-8	-11	-3	130.830
Average	-9	-12	-4	98.123
Include stiffness walls and ground floor				
Extreem ($U_z; \min - U_z; \max$)	-7	-12	-5	78.498
End of the plate (x left = -7,35 m and x right = +7,35 m)	-7	-12	-5	78.498
Average	-8	-11	-3	130.830

5. Verticale belastingafdracht

5.1 Belastingafdracht

De verticale belasting wordt als volgt afgedragen.

- Verticale belasting grijpt aan op het **dak, omloop** en de **verdiepingsvloeren**.
- Het dak en de verdiepingsvloeren dragen deze belasting af naar:
 - o **CLT kern**
 - o **CLT interne wanden**
 - o Via **Glulam balk** naar **Glulam kolom** t.p.v. verdiepingsvloeren
- De vloer van de omloop draagt de belasting af naar:
 - o **CLT kern**
 - o **Glulam kolommen** in de gevel
- De CLT kern, kolommen in de gevel en de glulam kom dragen de belasting af naar:
 - o **Betonwanden** in de **kelder**
- Tenslotte wordt de belasting via de betonnen fundering op staal de grond ingeleid

5.2 Eigen Gewicht

In deze paragraaf is het eigen gewicht van het gebouw herleid.

Belastinggeval	Som verticale oplegreacties [kN]	Bron
LC1 Gravity	3412	GSA model
LC2 SDL omgang	407	GSA model
LC3 SDL vloeren	1760	GSA model
LC4 SDL wanden	2189	GSA model
LC5 SDL glazenwasser	100	GSA model
LC14 SDL water basin	138	GSA model
Totale som verticale oplegreacties	$\Sigma 8006\text{kN}$	
Funderingsplaat	$182\text{m}^3 * 2500\text{kg/m}^3 = \mathbf{4550\text{kN}}$	Revit model
Begane grond vloer (d=300mm)	$58\text{m}^3 * 2500\text{kg/m}^3 = \mathbf{1450\text{kN}}$	Revit model

Het totale gewicht van de boven- en onderbouw bedraagt 14006kN.

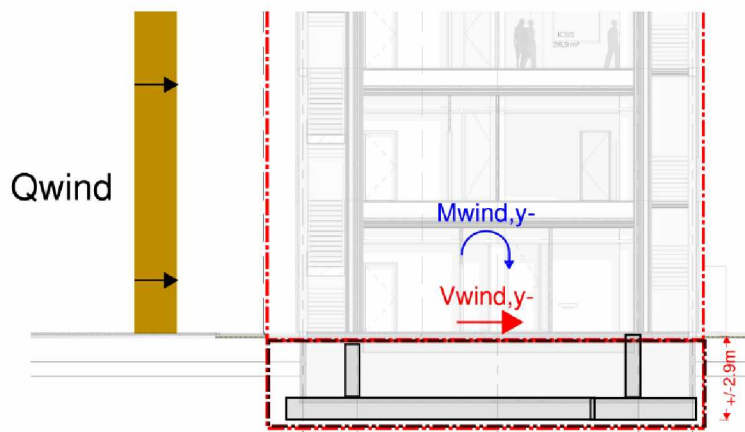
6. Horizontale belastingafdracht

6.1 Belastingafdracht

Horizontaal wordt de belasting als volgt afgedragen.

- Horizontale (wind)belasting grijpt aan op de **glazen gevel**
- De glazen gevel draagt de belasting af naar **glulam kolommen** en **liggers** in de **gevel**
 - o De kolommen dragen de belasting rechtstreeks af naar de **wanden van de onderbouw**, welke de belasting tenslotte afdraagt naar de fundering.
 - o De liggers in de gevel leiden de belasting in de **CLT-panelen** van de **kern**.
- Vanuit de **kern** wordt de belasting:
 - o Rechtstreeks afgedragen naar de onderbouw en tenslotte naar de **fundering**.
 - o Ingeleid in de **TCC vloeren**, welke de schijfwerking van het gebouw verzorgen.
- De belasting in de vloeren wordt vervolgens via de glulam balk af naar de **glulam kolom** t.p.v. de verdiepingsvloeren afgedragen.
- De glulam kolom draagt de belasting af naar de onderbouw, en tenslotte naar de fundering.

Het windmoment voor wind in de negatieve y-richting t.p.v. de onderkant onderbouw kan als volgt berekend worden.



Figuur 30: Close-up onderkant bovenbouw en onderbouw, schematisering krachten t.g.v. wind in negatieve y-richting

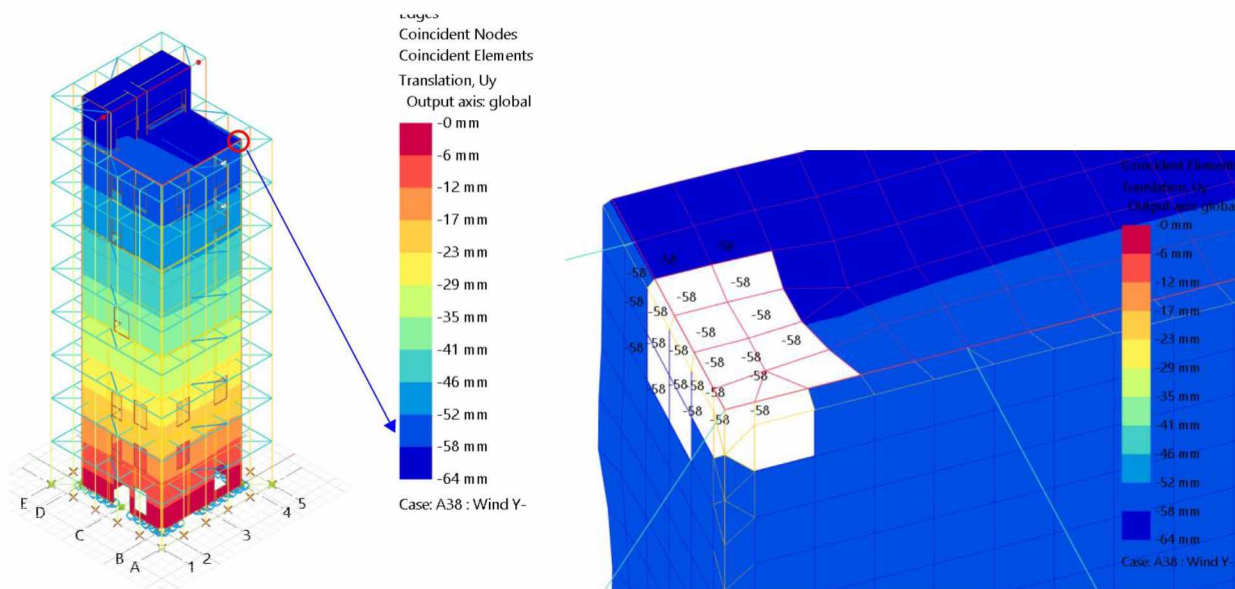
Windmoment onderkant bovenbouw	$M_{wind,y-}$	23340 kNm
Som dwarskracht onderkant bovenbouw t.g.v. wind	$V_{wind,y-}$	1153 kN
Hoogte/arm onderbouw	a	2.9 m
Moment t.g.v. dwarskracht wind	$M_{V,wind,y-}$	3343.7 kNm
Som windmoment	$\Sigma M_{wind,y-}$	26683.7 kNm

6.2 Horizontale verplaatsingen

Voor de controle op de maximale horizontale uitwijking in de bruikbaarheidsgrenstoestand zijn er twee te controleren:

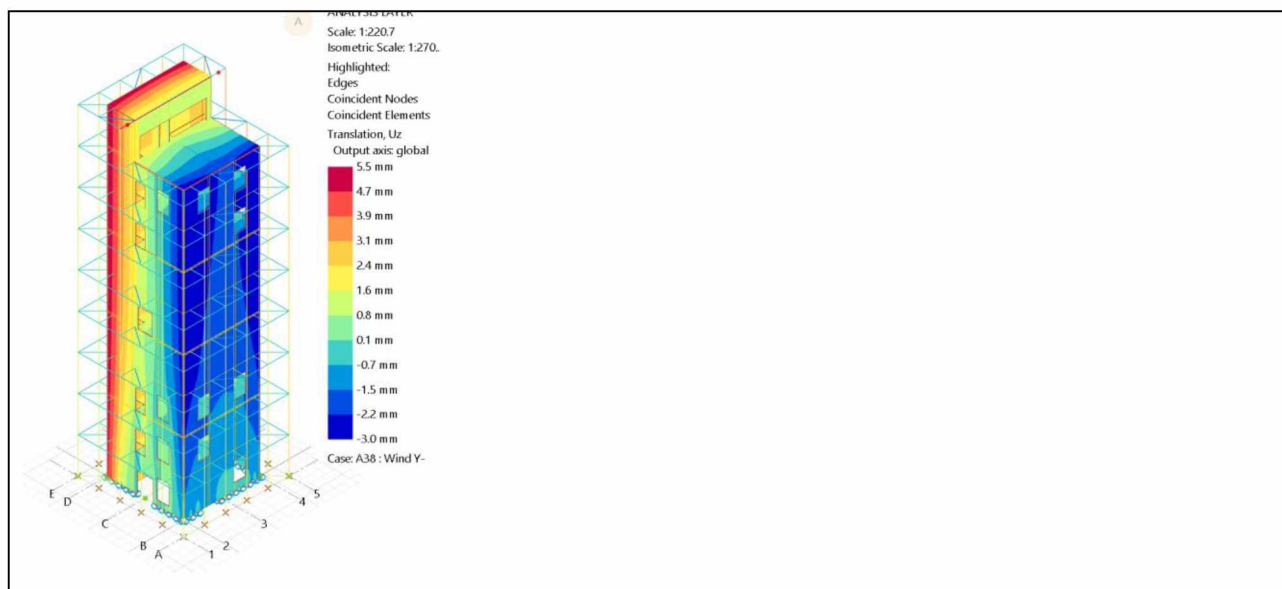
- Gebouwniveau: $u_{\max} = H_{\text{gebouw}}/500$
- Verdiepingsniveau: $u_{\max} = H_{\text{verdieping}}/300$

Deze controle is gedaan voor het maatgevende belastinggeval met betrekking tot wind, te weten wind in de negatieve y-richting. Omdat het gebouw nagenoeg symmetrisch is, zijn daarom de overige belastinggevallen met betrekking tot wind ($x+$, $x-$, $y+$) buiten beschouwing gelaten in dit rapport.



Figuur 31: Limiet en optredende globale uitwijking wind in negatieve y-richting

Verplaatsing op $H=36.0\text{m}$: $58\text{mm} \Rightarrow H/620$ (zonder rotatie fundering)



Figuur 32: Verticale vervorming wind in negatieve y-richting

De rotatie ten gevolge van de verbinding van de CLT wanden aan de fundering wordt geschat op:

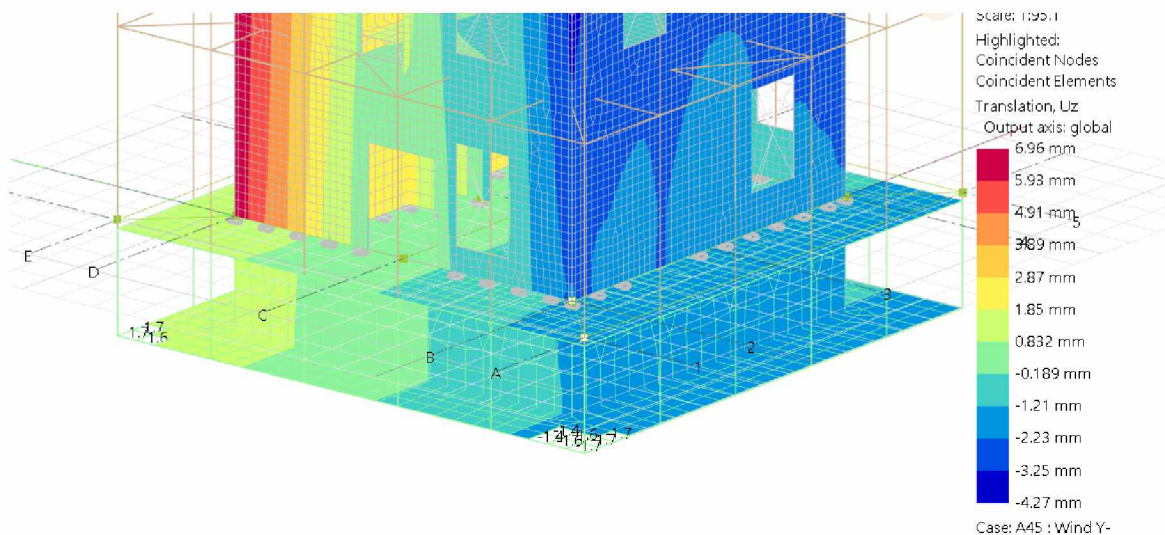
$\Delta U_z \text{ begane grond} = \sim 5\text{mm} \Rightarrow U_y(36.0\text{m}) = 5\text{mm} / 9.6\text{m} \times 36.0\text{m} = \sim 19\text{mm}$

Berekening van horizontale vervorming zonder de vervorming van de verbinding aan de betonnen onderbouw.

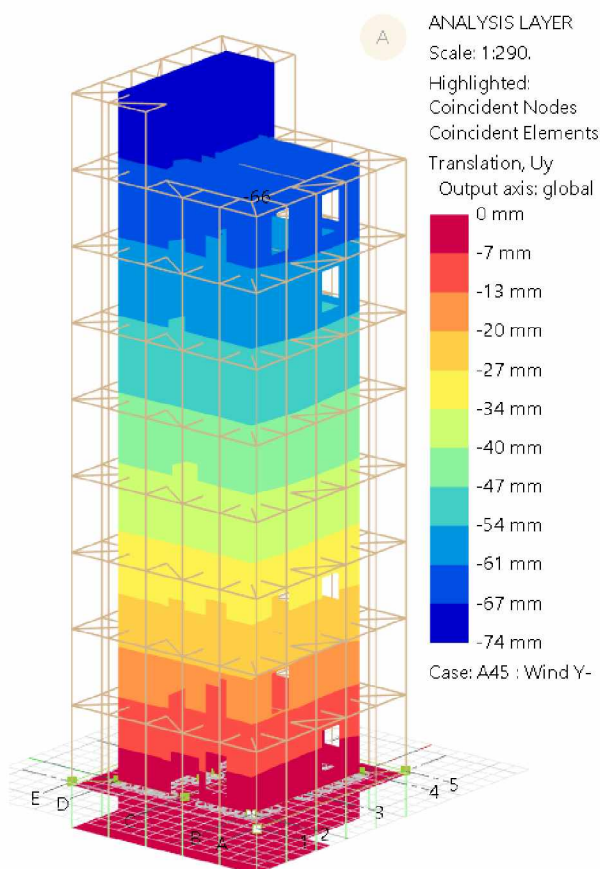
U_y (verbinding fundering) = 19mm

U_y (kern) = $58 - 19 = 39\text{mm} = H/923$

Initiële aanname was dat U_y (rotatie fundering) $\sim 1/2 U_y$ (kern). Met de stijfheid zoals berekend door de geotechnisch adviseur wordt hieraan voldaan. Hieronder de verticale vervorming van de funderingsplaat onder windbelasting (+1.7 & -1.7mm vervorming).



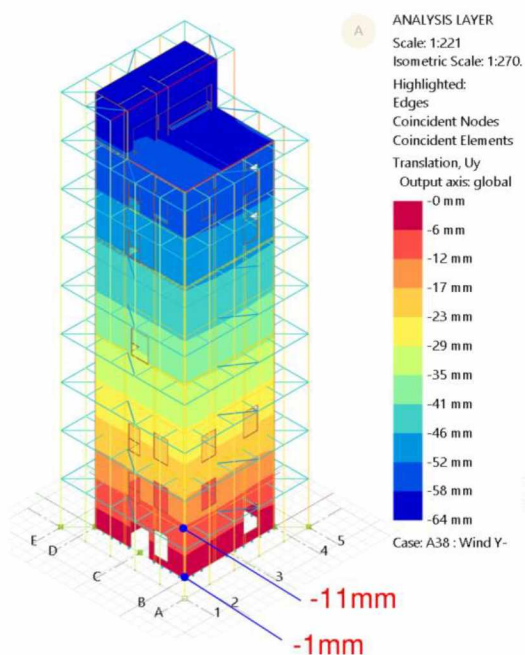
De totale windvervorming, inclusief fundering wordt hiermee:



U_y (totaal) = 67mm op dakterras niveau

$H = 36.0 + 2.9\text{m} = 38.9\text{m}$

$H/u = 38900/67 = 580 > 500$, akkoord.



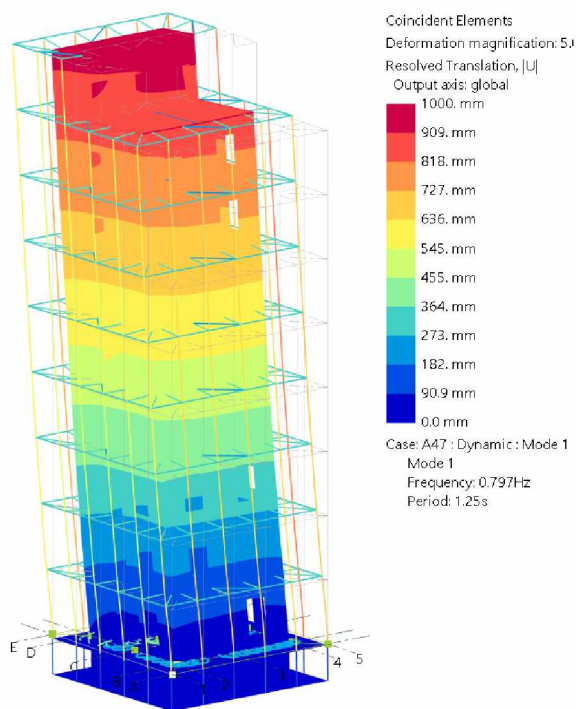
Figuur 33: Limiet en optredende lokale uitwijking ten gevolge van Wind Y-

De story drift is het grootst op de lagere verdiepingen.

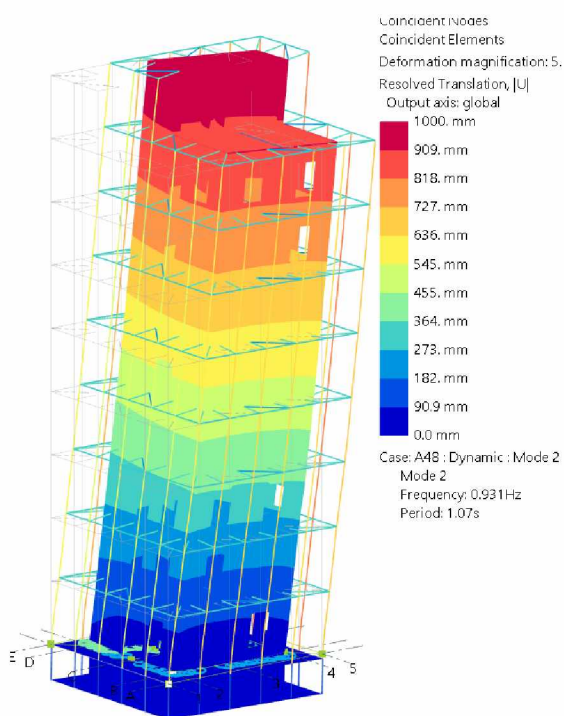
$H_{\text{verd}}/300 = 4500/300 = 15\text{mm} \Rightarrow \text{Drift is } 10\text{mm} < 15\text{mm}: \text{ok}$

6.3 Dynamica en comfort

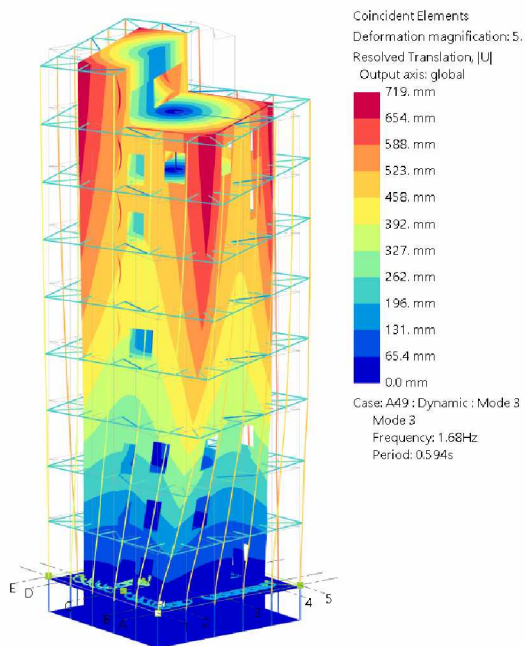
De drie basis frequenties (X, Y en Torsie) zijn bepaald op basis waarvan de versnellingen zijn bepaald op dakterras niveau zodat kan worden gecontroleerd of voldaan wordt aan de comfort criteria.



Figuur 34: Mode 1 – Buiging Y richting



Figuur 35: Mode 2 – Buiging X richting



Figuur 36: Mode 3 – Torsie

Hieronder de samenvatting van de gecombineerde buig- en torsietrilling versnelling geplot in de acceptatiecurve (gebruik 1). De toetsing van de het comfort wordt gedaan op basis van een ontwerp windsnelheid met een herhalingsjijd van 1 jaar ($v=26.6$ m/s of 95 km/h). De optredende versnellingen in X en Y liggen dan onder de toelaatbare versnellingen voor kantoorruimtes (gebruik 1) tot en met de vierde verdieping. Vanaf de vijfde verdieping is er een kleine overschrijding in de Y richting. De control room op 4.5m hoogte voldoet ruim aan de criteria. Zie de bijlage voor de volledige berekening.

Arup

controle trillingen hoogbouw

projectnummer:

285252

projectnaam:

HH1 CCR

controle conform NTA 4614-3 (nl) - Convenant hoogbouw - Deel 3

algemene input

h	40 m
$z_s = 0.6h$	24 m
soort check	Comfort (NTA 4614-3:2012, Tabel 11)
windgebied	II
terrein	Zee / kust
gebouwmassa (excl. funderingsplaat)	800000 kg
demping conform berekening	0.8 %
☒ handmatige invoer demping	1.5 %
beschouw trillingen op vloerhoogte	22.5 m
beschouw torsietrillingen op afstand loodrecht t.o.v. meest nabije gevel	3 m

Fifth floor

combineren

Welke richtingen combineren?	gelijktijdigheidsfactor		
☒ Richting X	TRUE	1.0	
☐ Richting Y	FALSE	1.0	
☒ Torsie	TRUE	1.0	
Resultaten	n1,x [Hz]	$\ddot{a}$ (afz.) [m/s ²]	$\ddot{a}$ (comb.) [m/s ²]
buigtrilling X	0.93	0.11	0.13
buigtrilling Y	0.8	0.13	0.00
torsietrilling	1.68	0.05	0.11
combinatie cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.6	0.93	0.17	

algemene input

h	40 m	
$z_s = 0.6h$	24 m	
soort check	Comfort (NTA 4614-3:2012, Tabel 11)	
windgebied	II	
terrein	Zee / kust	
gebouwmassa (excl. funderingsplaat)	800000 kg	
damping conform berekening	0.8 %	
☒ handmatige invoer damping	1.5 %	TRUE
beschouw trillingen op vloerhoogte	18 m	Fourth floor
beschouw torsietrillingen op afstand loodrecht t.o.v. meest nabije gevel	3 m	

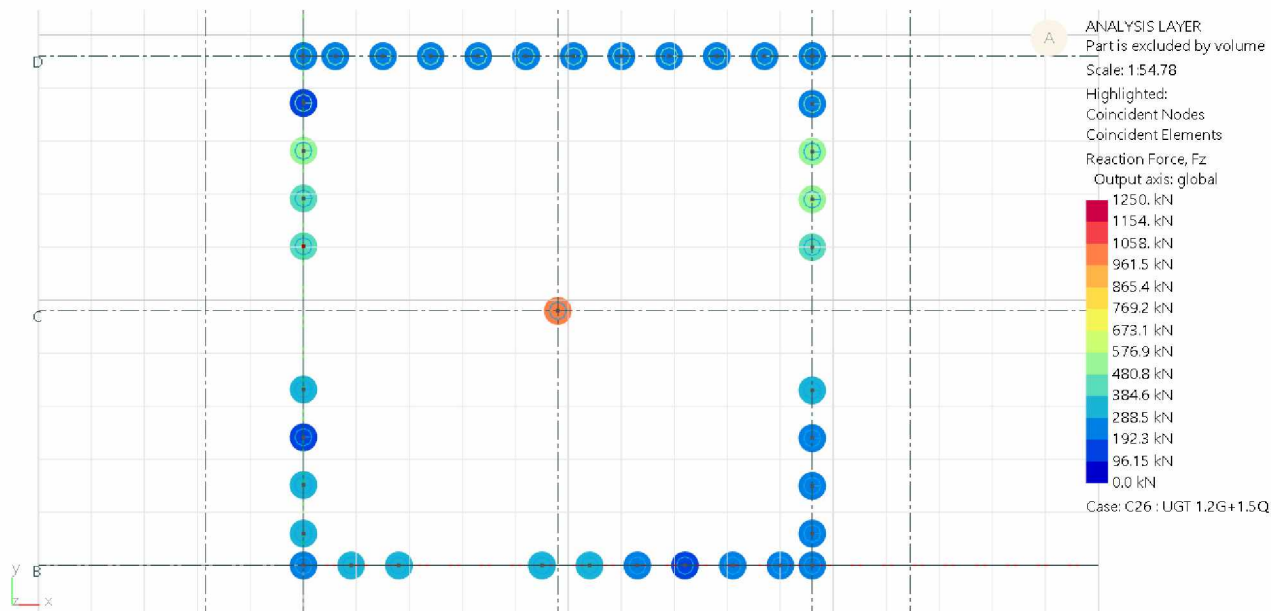
combineren

Welke richtingen combineren?	gelijktijdigheidsfactor		
☐ Richting X	FALSE	1.0	
☒ Richting Y	TRUE	1.0	
☒ Torsie	TRUE	1.0	
Resultaten	n1,x	$\hat{a}$ (afz.)	$\hat{a}$ (comb.)
	[Hz]	[m/s ²]	[m/s ²]
buigtrilling X	0.93	0.09	0.00
buigtrilling Y	0.8	0.10	0.12
torsietrilling	1.68	0.04	0.10
combinatie cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.6	0.8		0.16

7. Reactiekrachten en fundering

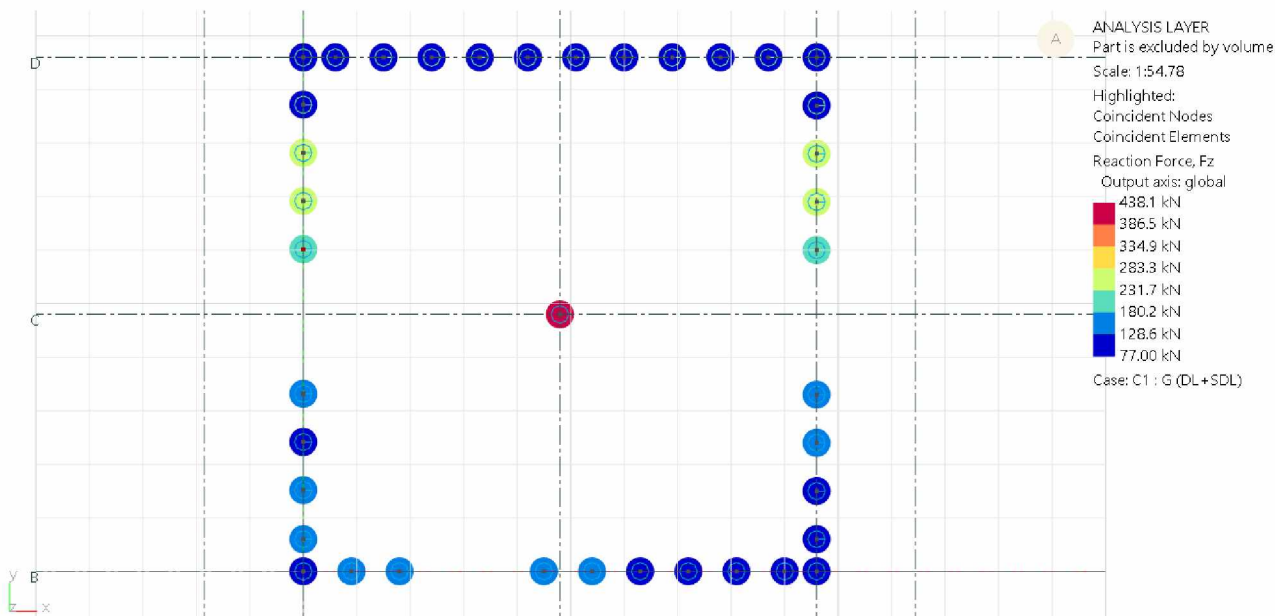
7.1 Reacties bovenbouw op onderbouw

De maximale verticale belasting reactiekrachten (F_z) zijn hieronder voor de verschillende verende steunpunten weergegeven.



Figuur 37: Maximale oplegreacties F_z

Naast de maximale oplegreacties is de som van de reacties ten gevolge van het eigen gewicht van belang, onder andere voor de dimensionering van de fundering. Deze som volgt uit de oplegreacties van de belastinggevallen met het eigen gewicht en de opgelegde belastingen.



Figuur 38: Maximale oplegreacties F_z ten gevolge van het eigen gewicht

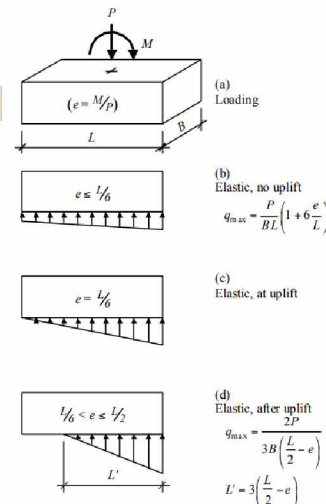
7.2 Fundering

De totale som van de 1.0G oplegreacties is circa 8000 kN. Dit moet over een funderingsplaat verdeeld worden van 14.3m x 14.3m, wat grofweg resulteert in een verdeelde spanning onder de plaat van $8006/(14.3 \times 14.3) = 39.2 \text{ kN/m}^2$. De geotechnisch adviseur heeft de lange duur zettingen bepaald.

Hieronder worden op vereenvoudigde manier de gronddrukken berekend voor twee wind condities: bruikbaarheid en ultieme grenstoestand. De gronddrukken zijn acceptabel op basis van verkennende studies van Fugro. Zie de geotechnische rapporten voor nadere uitwerking en verificatie van de gronddrukken.

Overturning check

G toren	8000 kN		
G fundering	6000 kN		
1.0 G total	14000 kN		
M overturning	26844 kN	Md	40266 kN
e = M/G	1.92 m	e = Md/1.2G	2.40 m
L foundation	13.4 m		13.4 m
e = L /	7.0	e = L /	5.6
		max pressure elastic distribution 1.2G + 1.5W	
q BGT max	146 kN/m ²	q UGT max	194 kN/m ²
			OK



Sliding check

Concrete to soil friction	0.5 TBC
V friction	7000 kN
V wind	1160 kN
FS sliding	6.04 ok

Grond aan één zijde van de fundering afwezig:

- K = 0.3 (actief)
- Grond = 20 kN/m³, H grond = 2.8m, bovenbelasting 10 kN/m²
- Qgrond = 0.5 x 0.3 x 20kN/m³ x 2.8m x 2.8m + 0.3 x 10kN/m² x 2.8 = 23.5 + 8.4 = 32 kN/m
- F grond = 32 kN/m x 15m = 480 kN druk << frictie onder eigen gewicht.

8. Dimensionering

In de bijlage zijn de dimensioneringsberekeningen van de meest kenmerkende constructieve elementen van het gebouw weergegeven, waaronder:

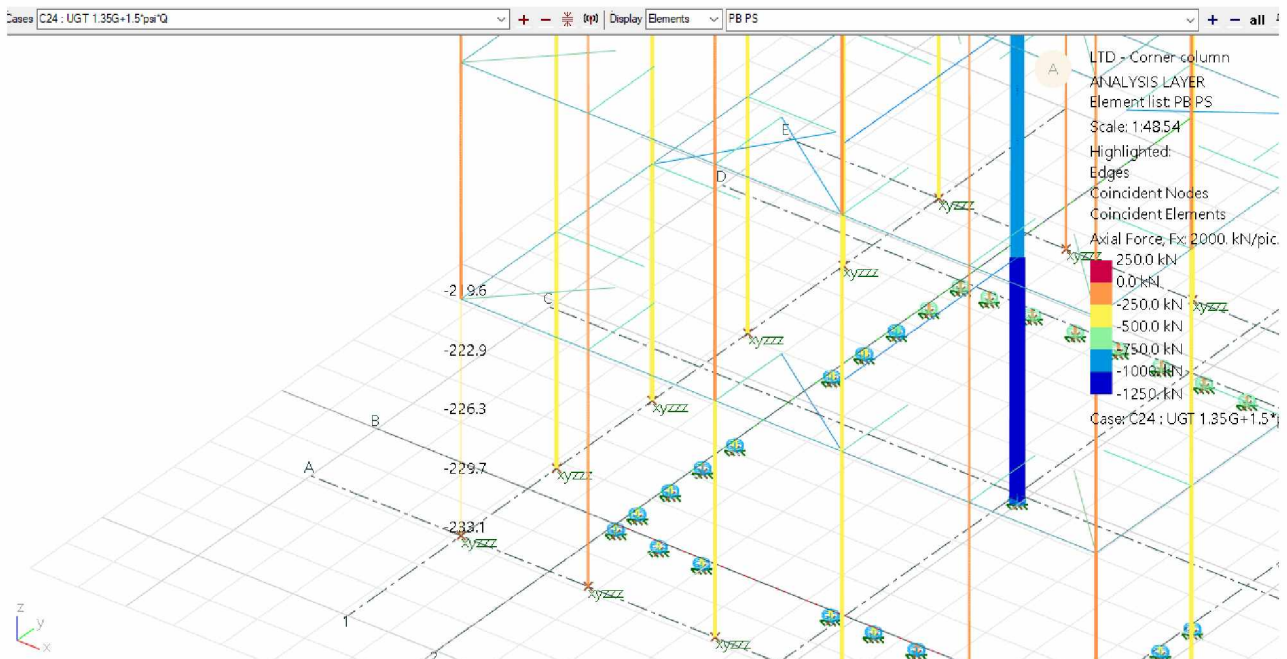
- Hybride hout-beton vloersysteem
- Houten liggers
- Houten kolommen
- CLT wanden

A.1 Validatie GSA- model

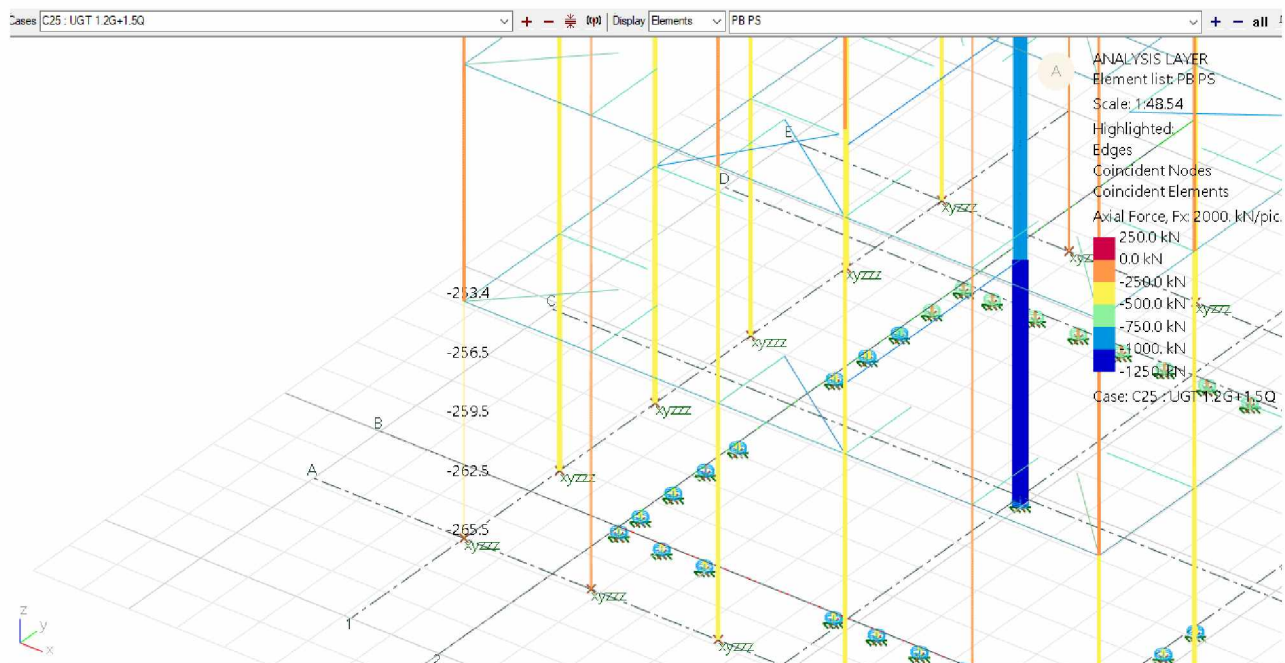
A.1.1 Gevelkolom A-1

		ψ_0	Belasting [kN/m ²]	verdelings factor	lengte [m]	breedte [m]	G	Qmom	Qextr		
Terras (extr)											
SDL Façade	PB	1.00	1.9	1	4.5	1	8.55			1.2G+1.5Q	33.6 kN
SDL Omloop	PB	1.00	0.6	1	1.55	1.55	1.44			1.35G+1.5*psi*Q	35.5 kN
EG Kolom	PB	1.00	18.9	1	0.28	0.28	1.48				
VB Omloop extr	VB	1.00	5.00	1	1.55	1.55		12	12		
EG omloop	PB	1.00	1.50	1	1	1	1.50				
Som per verdieping							12.97	12.01	12.01		
Aantal verdiepingen type terras							1				
		ψ_0	Belasting [kN/m ²]	verdelings factor	lengte [m]	breedte [m]	G	Qmom	Qextr		
Omloop extr											
SDL Façade	PB	1.00	1.9	1	4.5	1	8.55			1.2G+1.5Q	29.5 kN
EG+SDLOmloop	PB	1.00	0.6	1	1.33	1.33	1.06			1.35G+1.5*psi*Q	31.4 kN
EG Kolom	PB	1.00	18.9	1	0.28	0.28	1.48				
VB Omloop extr	VB	1.00	4.00	1	1.55	1.55		10	10		
EG omloop	PB	1.00	1.50	1	1	1	1.50				
Som per verdieping							12.59	9.61	9.61		
Aantal verdiepingen type terras							1				
		ψ_0	Belasting [kN/m ²]	verdelings factor	lengte [m]	breedte [m]	G	Qmom	Qextr		
Vloer office/bijeenkomst mom											
SDL Façade	PB	1.00	1.9	1	4.5	1	8.55			1.2G+1.5Q	30.0 kN
EG+SDLOmloop	PB	1.00	0.6	1	1.55	1.55	1.44			1.35G+1.5*psi*Q	26.2 kN
EG Kolom	PB	1.00	18.9	1	0.28	0.28	1.48				
VB Omloop extr	VB	0.60	4.00	1	1.55	1.55		6	10		
EG omloop	PB	1.00	1.50	1	1	1	1.50				
Som per verdieping							12.97	5.77	9.61		
Aantal verdiepingen type terras							6				
1.2G+1.5Q		243.0 kN									
1.35G+1.5*psi*Q		223.9 kN									

Figuur 39: Uitkomst Gewichtsberekening spreadsheet gevelkolom [243kN, 224kN]



Figuur 40: Uitkomst Gewichtsberekening GSA gevelkolom [233kN], 1.35G + 1.5*psi0*Q

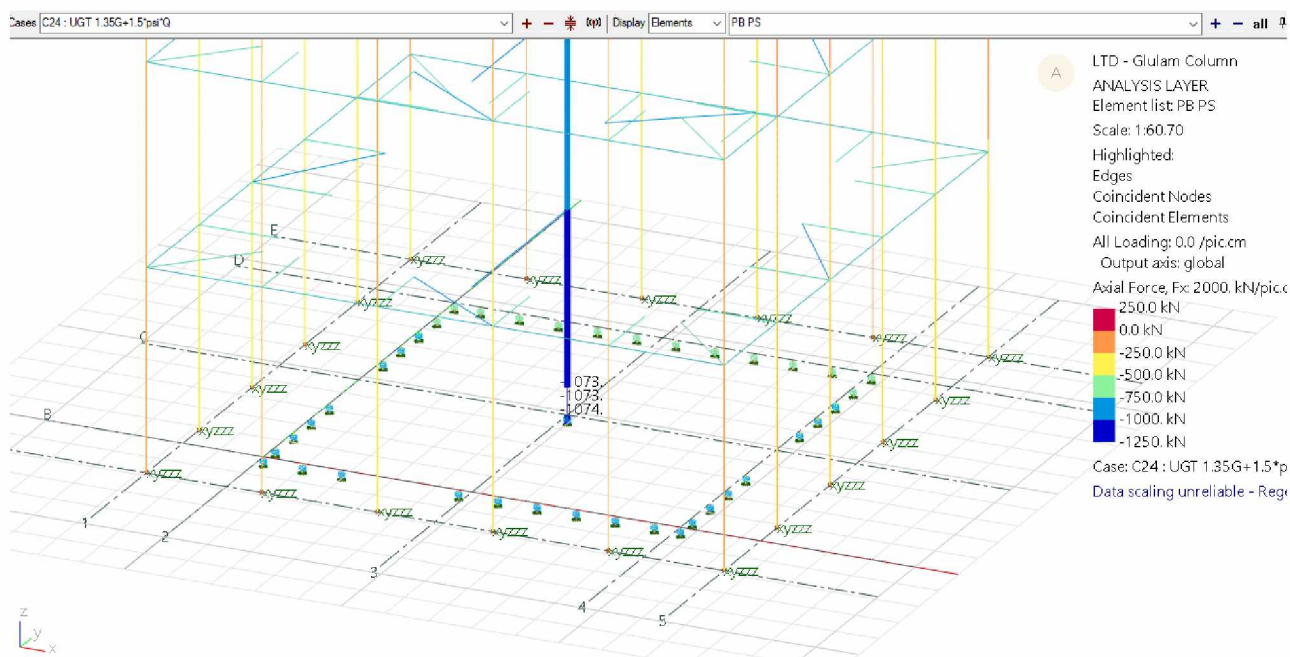


Figuur 41: Uitkomst Gewichtsberekening GSA gevelkolom [265kN], 1.2G + 1.5Q

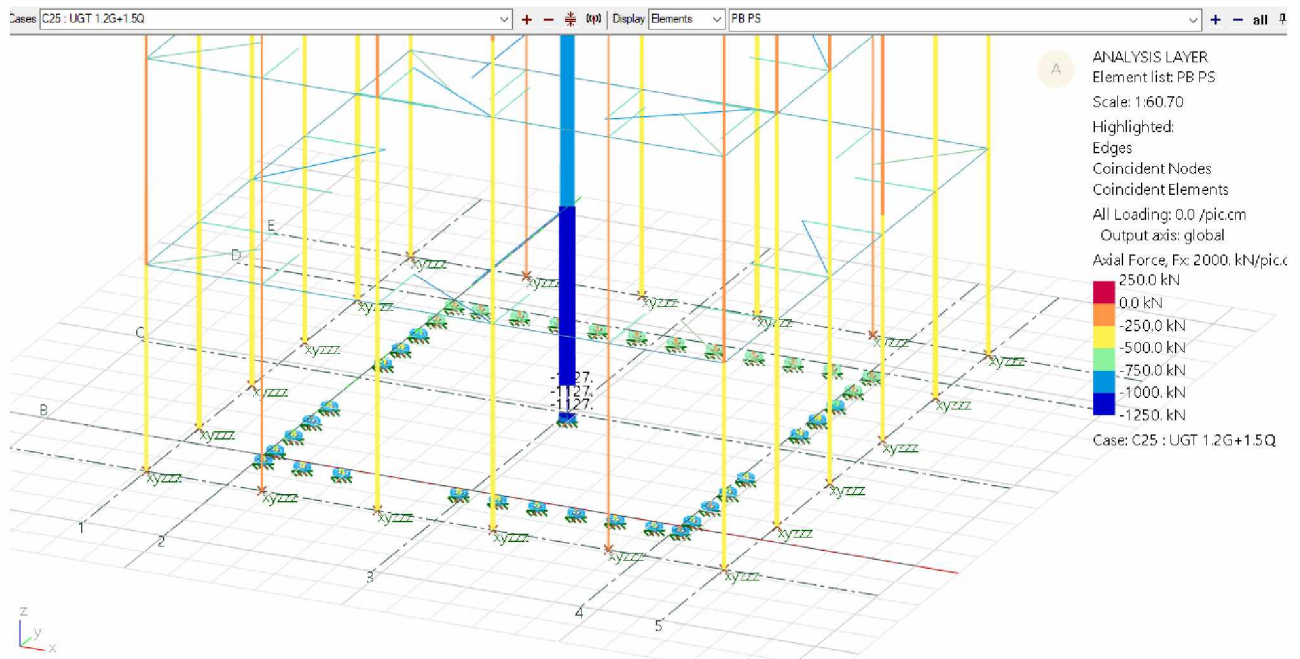
A.1.2 Glulam kolom C-3

		ψ_0	Belasting [kN/m ²]	verdelings factor -	lengte [m]	breedte [m]	G	Qmom	Qextr			
Terras (extr)	TCC vloer (180CLT, 100beton)	PB	1.00	0.81	0.85	3.05	4.8	10.08			1.2G+1.5Q	119.9 kN
	SDL Water basin	PB	1.00	3	1	2.4	4.8	34.56			1.35G+1.5*psi*Q	132.3 kN
	SDL Vloer	PB	1.00	2.7	0.85	3.05	4.8	33.60				
	EG Kolom	PB	1.00	20.25	1	0.5	0.5	5.06				
	VB Vloer extreem	VB	1.00	5	0.85	0.65	4.8		13	13		
	Som per verdieping							83.30	13.26	13.26		
Aantal verdiepingen type terras			1									
		ψ_0	Belasting [kN/m ²]	verdelings factor -	lengte [m]	breedte [m]	G	Qmom	Qextr			
Techniek	TCC vloer (180CLT, 100beton)	PB	1.00	0.81	0.85	3.05	4.8	10.08			1.2G+1.5Q	151.8 kN
	EG Kolom	PB	1.00	20.25	1	0.5	0.5	5.06			1.35G+1.5*psi*Q	159.1 kN
	SDL Vloer	PB	1.00	2.7	0.85	3.05	4.8	33.60				
	VB Vloer extreem	VB	1.00	5	0.85	3.05	4.8		62	62		
	Som per verdieping							48.74	62.22	62.22		
	Aantal verdiepingen type terras		3									
		ψ_0	Belasting [kN/m ²]	verdelings factor -	lengte [m]	breedte [m]	G	Qmom	Qextr			
Vloer office/bijeenkomst extr	TCC vloer (180CLT, 100beton)	PB	1.00	0.81	0.85	3.05	4.8	10.08			1.2G+1.5Q	133.2 kN
	EG Kolom	PB	1.00	20.25	1	0.5	0.5	5.06			1.35G+1.5*psi*Q	140.5 kN
	SDL Vloer	PB	1.00	2.7	0.85	3.05	4.8	33.60				
	VB Vloer extreem	VB	1.00	4	0.85	3.05	4.8		50	50		
	Som per verdieping							48.74	49.78	49.78		
	Aantal verdiepingen type terras		1									
		ψ_0	Belasting [kN/m ²]	verdelings factor -	lengte [m]	breedte [m]	G	Qmom	Qextr			
Vloer office/bijeenkomst mom	TCC vloer (180CLT, 100beton)	PB	1.00	0.81	0.85	3.05	4.8	10.08			1.2G+1.5Q	133.2 kN
	EG Kolom	PB	1.00	20.25	1	0.5	0.5	5.06			1.35G+1.5*psi*Q	99.4 kN
	SDL Vloer	PB	1.00	2.7	0.85	3.05	4.8	33.60				
	VB Vloer extreem	VB	0.45	4	0.85	3.05	4.8		22	50		
	Som per verdieping							48.74	22.40	49.78		
	Aantal verdiepingen type terras		3									

Figuur 42: Uitkomst Gewichtsberekening spreadsheet Glulam kolom [1108kN, 1048kN]



Figuur 43: Uitkomst Gewichtsberekening GSA Glulam kolom [1074kN], 1.35G + 1.5*psi0*Q



Figuur 44: Uitkomst Gewichtsberekening GSA Glulam kolom [1127kN], 1.2G + 1.5Q

A.2 Trillingen door wind

Arup

controle trillingen hoogbouw

projectnummer: 285252
projectnaam: HH1 CCR

controle conform NTA 4614-3 (nl) - Convenant hoogbouw - Deel 3

algemene input

h	40 m
<i>NEN-EN 1991-1-4 - Figuur 6.1 >></i>	
$z_d = 0.6h$	24 m
soort check	Comfort (NTA 4614-3:2012, Tabel 11)
windgeheid terrein	II Zee / kust
gebouwmassa (excl. funderingsplaat)	800000 kg
damping conform berekening	0.8 %
☒ handmatige invoer damping	1.5 %
beschouw trillingen op vloerhoogte	18 m
beschouw torsietrillingen op afstand loodrecht t.o.v. meest nabije gevel	3 m
	Fourth floor

input richting X

ef	1.19
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 2 >></i>	
<i>eerste eigenfrequentie bij deze trilling >></i>	
nl,x	0.93 Hz
gebouwbreedte loodrecht op x	13.4 m
trillingsvorm horizontaal	uniform
trillingsvorm verticaal	lineair

art. 4.3 - gemiddelde wind

<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	minimale hoogte	1
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	ruwheidslengte	0.005
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - formule (4.3) >></i>	terreinfactor	kr
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.4) >></i>	ruwheidfactor	Cr(z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.3.1 >></i>	orografiefactor	Co(z _d)
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 11 >></i>	basisswind snelheid	v _b
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.3) >></i>	gemiddelde windsnelheid op z	v _m (z _d)

art. 4.4 - windturbulentie

<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.4 >></i>	turbulentiefactor	kl
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.6) >></i>	st afw turbulentie	α _v
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.7) >></i>	turbulente intensiteit op z	I _v (z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - art. 4.5 (1) >></i>	lucht dichtheid	ρ

bepalen R (wortel van de resonantie responsfactor)

<i>waardelijke damping cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.5.2 >></i>	damping	δ _i
<i>D = δ_i / (2π) * 100 >></i>	dämpfingsmaat	D
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (1) >></i>	turbulentielengteschaal	L(z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	turbulente frequentie	fL(z,n)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	variantespectrum	SL(z,n)
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	hor. constante	ε _y
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	vert. constante	ε _z
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		φ _y
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		φ _z
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante y as	G _y
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante z as	G _z
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante y as	K _y
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante z as	K _z
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	afmetingsreductiefactor	Ks(n)

combineren

Welke richtingen combineren?		geleijkijdigheidsfactor
☐ Richting X	FALSE	1.0
☒ Richting Y	TRUE	1.0
☒ Torsie	TRUE	1.0
Resultaten	nl,x [Hz]	ā (afz.) [m/s ²]
buigtrilling X	0.93	0.09
buigtrilling Y	0.8	0.10
torsietrilling	1.68	0.04
combinatie cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.6	0.8	0.16

input richting Y

ef	1.19
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 2 >></i>	
<i>eerste eigenfrequentie bij deze trilling >></i>	
nl,y	0.80 Hz
gebouwbreedte loodrecht op y	13.4 m
trillingsvorm horizontaal	uniform
trillingsvorm verticaal	lineair

art. 4.3 - gemiddelde wind

<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	minimale hoogte	1
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	ruwheidslengte	0.0
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - formule (4.3) >></i>	terreinfactor	kr
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.4) >></i>	ruwheidfactor	Cr(z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.3.1 >></i>	orografiefactor	Co(z _d)
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 11 >></i>	basisswind snelheid	v _b
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.3) >></i>	gemiddelde windsnelheid op z	v _m (z _d)

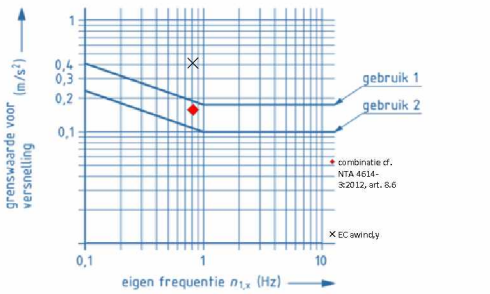
art. 4.4 - windturbulentie

<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.4 >></i>	turbulentiefactor	kl
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.6) >></i>	st afw turbulentie	α _v
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.7) >></i>	turbulente intensiteit op z	I _v (z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - art. 4.5 (1) >></i>	lucht dichtheid	ρ

bepalen R (wortel van de resonantie responsfactor)

<i>waardelijke damping cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.5.2 >></i>	damping	δ _i
<i>D = δ_i / (2π) * 100 >></i>	dämpfingsmaat	D
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (1) >></i>	turbulentielengteschaal	L(z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	turbulente frequentie	fL(z,n)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	variantespectrum	SL(z,n)
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	hor. constante	ε _y
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	vert. constante	ε _z
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		φ _y
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		φ _z
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante y as	G _y
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante z as	G _z
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante y as	K _y
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante z as	K _z
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	afmetingsreductiefactor	Ks(n)

resultaten



input torsie

ef	1.19
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 2 >></i>	
<i>eerste eigenfrequentie bij deze trilling >></i>	
nl,t	1.68 Hz
gebouwbreedte	13.4 m
trillingsvorm horizontaal	lineair
trillingsvorm verticaal	lineair

art. 4.3 - gemiddelde wind

<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	minimale hoogte	1
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	ruwheidslengte	0.0
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - formule (4.3) >></i>	terreinfactor	kr
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.4) >></i>	ruwheidfactor	Cr(z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.3.1 >></i>	orografiefactor	Co(z _d)
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 11 >></i>	basisswind snelheid	v _b
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.3) >></i>	gemiddelde windsnelheid op z	v _m (z _d)

art. 4.4 - windturbulentie

<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.4 >></i>	turbulentiefactor	kl
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.6) >></i>	st afw turbulentie	α _v
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.7) >></i>	turbulente intensiteit op z	I _v (z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - art. 4.5 (1) >></i>	lucht dichtheid	ρ

bepalen R (wortel van de resonantie responsfactor)

<i>waardelijke damping cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.5.2 >></i>	damping	δ _i
<i>D = δ_i / (2π) * 100 >></i>	dämpfingsmaat	D
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (1) >></i>	turbulentielengteschaal	L(z _d)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	turbulente frequentie	fL(z,n)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	variantespectrum	SL(z,n)
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	hor. constante	ε _y
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	vert. constante	ε _z
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		φ _y
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		φ _z
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante y as	G _y
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante z as	G _z
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante y as	K _y
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante z as	K _z
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	afmetingsreductiefactor	Ks(n)

NEN-EN 1991-1-4 bijlage C.2, formule (C.2) - berekend met handmatig gekozen damping >>	resonantieresponsfactor	R^2	0.20
	NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> referentiemassa per oppervlakte	μ_{ref}	1493 kg/m ²
	NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> relatieve hoogte van versnelling	$q(z)/q_{max}$	0.45
	NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> at dev versnelling punt (y,z)	$\alpha_{y,z}(y,z)$	0.025
Bepalen kp volgens bijlage B.2			
NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >> bouwweefactor		B^2	0.67
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.5) >> frequentie vlaag		v	0.45 Hz
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2 (3) >> middelingstijd		T	600 seconden
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.4) >> piekfactor		k_p	3.52
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in afzonderlijk geval			
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> versnelling		$\ddot{a}$	0.09 m/s ²
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in het geval van gecombineerde richtingen			
NTA 4614-3:2012, art. 8.5.6 >> gecombineerde resonantierespons		R^2	0.34
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> referentiemassa per oppervlakte		μ_{ref}	1493
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> relatieve hoogte van versnelling		$q(z)/q_{max}$	0.45
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> hor afstand van versnelling		$q(y)/q_{max}$	n.v.t.
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> at dev versnelling punt (y,z)		$\alpha_{y,z}(y,z)$	0.033
NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >> bouwweefactor		B^2	0.67
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.5) >> frequentie vlaag		v	0.61 Hz
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2 (3) >> middelingstijd		T	600 seconden
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.4) >> piekfactor		k_p	3.61
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> versnelling		$\ddot{a}_{x,b}$	0.12 m/s ²

		R^2	0.28
		μ_{ref}	1493 kg/m ²
		$q(z)/q_{max}$	0.45
		$\alpha_{y,z}(y,z)$	0.029
Bepalen kp volgens bijlage B.2			
		B^2	0.67
		v	0.43
		T	600 seconden
		k_p	3.51
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in afzonderlijk geval			
		$\ddot{a}$	0.10 m/s ²
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in het geval van gecombineerde richtingen			
		R^2	0.34
		μ_{ref}	1493
		$q(z)/q_{max}$	0.45
		$q(y)/q_{max}$	n.v.t.
		$\alpha_{y,z}(y,z)$	0.033
		B^2	0.67
		v	0.53
		T	600 seconden
		k_p	3.57
		$\ddot{a}_{x,b}$	0.12 m/s ²

		R^2	0.06
		μ_{ref}	1493 kg/m ²
		$q(z)/q_{max}$	0.45
		$q(y)/q_{max}$	0.55
		$\alpha_{y,z}(y,z)$	0.012
		B^2	
		v	0.67
		T	600 seconden
		k_p	3.55
		$\ddot{a}$	
		$\ddot{a}_{x,b}$	0.04 m/s ²
		$\ddot{a}_{y,z}$	
Versnelling $\ddot{s}_{y,z}$ in afzonderlijk geval			
Versnelling $\ddot{s}_{y,z}$ in het geval van gecombineerde richtingen			
		R^2	0.34
		μ_{ref}	1493
		$q(z)/q_{max}$	0.45
		$q(y)/q_{max}$	0.55
		$\alpha_{y,z}(y,z)$	0.027
		B^2	0.67
		v	1.11
		T	600 seconden
		k_p	3.77
		$\ddot{a}_{y,z}$	0.10 m/s ²

Arup

controle trillingen hoogbouw

projectnummer: 285252
projectnaam: HH1 CCR

controle conform NTA 4614-3 (nl) - Convenant hoogbouw - Deel 3

algemene input

h	40 m
<i>NEN-EN 1991-1-4 - Figuur 6.1 >></i>	
$z_d = 0.6h$	24 m
soort check	Comfort (NTA 4614-3:2012, Tabel 11)
windgeheid terrein	II
gebouwmassa (excl. funderingsplaat)	Zee / kust 800000 kg
damping conform berekening	0.8 %
☒ handmatige invoer damping	1.5 %
beschouw trillingen op vloerhoogte	22.5 m
beschouw torsietrillingen op afstand loodrecht t.o.v. meest nabije gevel	3 m
	Fifth floor

input richting X

ef	1.19
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 2 >></i>	
eerste eigenfrequentie bij deze trilling >>	
nl,x	0.93 Hz
gebouwbreedte loodrecht op x	13.4 m
trillingsvorm horizontaal	uniform
trillingsvorm verticaal	lineair

art. 4.3 - gemiddelde wind

<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	minimale hoogte	1
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	ruwheidslengte	z0
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - formule (4.3) >></i>	terreinfactor	kr
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.4) >></i>	ruwheidfactor	Cr(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.3.1 >></i>	orografiefactor	Co(zd)
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 11 >></i>	basisswind snelheid	v0
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.3) >></i>	gemiddelde windsnelheid op z	v0(zd)

art. 4.4 - windturbulentie

<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.4 >></i>	turbulentiefactor	kl
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.6) >></i>	st afw turbulentie	cv
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.7) >></i>	turbulente intensiteit op z	Iz(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - art. 4.5 (1) >></i>	lucht dichtheid	p

bepalen R (wortel van de resonantie responsfactor)

<i>waardelijke damping cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.5.2 >></i>	damping	δb
$D = \delta_b / (2\pi) * 100 >>$	dämpfingsmaat	D
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (1) >></i>	turbulentielengteschaal	L(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	turbulente frequentie	fL(z,n)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	variantespectrum	SL(z,n)
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	hor. constante	ey
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	vert. constante	ez
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		ey
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		ez
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante y as	Gy
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante z as	Gz
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante y as	Ky
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante z as	Kz
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	afmetingsreductiefactor	Ks(n)

combineren

Welke richtingen combineren?		geleijkijdigheidsfactor
☒ Richting X	TRUE	1.0
☐ Richting Y	FALSE	1.0
☒ Torsie	TRUE	1.0
Resultaten	nl,x [Hz]	ä (afz.) [m/s²] ä (comb.) [m/s²]
buigtrilling X	0.93	0.11 0.13
buigtrilling Y	0.8	0.13 0.00
torsietrilling	1.68	0.05 0.11
combinatie cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.6	0.93	0.17

input richting Y

ef	1.19
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 2 >></i>	
nl,y	0.80 Hz
gebouwbreedte loodrecht op y	13.4 m
trillingsvorm horizontaal	uniform
trillingsvorm verticaal	lineair

art. 4.3 - gemiddelde wind

<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	minimale hoogte	1
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	ruwheidslengte	z0
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - formule (4.3) >></i>	terreinfactor	kr
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.4) >></i>	ruwheidfactor	Cr(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.3.1 >></i>	orografiefactor	Co(zd)
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 11 >></i>	basisswind snelheid	v0
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.3) >></i>	gemiddelde windsnelheid op z	v0(zd)

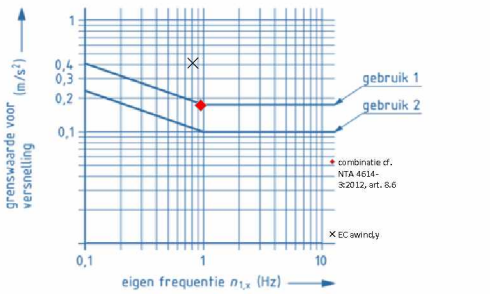
art. 4.4 - windturbulentie

<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.4 >></i>	turbulentiefactor	kl
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.6) >></i>	st afw turbulentie	cv
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.7) >></i>	turbulente intensiteit op z	Iz(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - art. 4.5 (1) >></i>	lucht dichtheid	p

bepalen R (wortel van de resonantie responsfactor)

<i>waardelijke damping cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.5.2 >></i>	damping	δb
$D = \delta_b / (2\pi) * 100 >>$	dämpfingsmaat	D
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (1) >></i>	turbulentielengteschaal	L(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	turbulente frequentie	fL(z,n)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	variantespectrum	SL(z,n)
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	hor. constante	ey
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	vert. constante	ez
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		ey
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		ez
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante y as	Gy
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante z as	Gz
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante y as	Ky
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante z as	Kz
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	afmetingsreductiefactor	Ks(n)

resultaten



input torsie

ef	1.19
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 2 >></i>	
nl,t	1.68 Hz
gebouwbreedte	13.4 m
trillingsvorm horizontaal	lineair
trillingsvorm verticaal	lineair

art. 4.3 - gemiddelde wind

<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	minimale hoogte	1
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - tabel NB.3 >></i>	ruwheidslengte	z0
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - formule (4.3) >></i>	terreinfactor	kr
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.4) >></i>	ruwheidfactor	Cr(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.3.1 >></i>	orografiefactor	Co(zd)
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 11 >></i>	basisswind snelheid	v0
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.3) >></i>	gemiddelde windsnelheid op z	v0(zd)

art. 4.4 - windturbulentie

<i>NEN-EN 1991-1-4 - art. 4.4 >></i>	turbulentiefactor	kl
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.6) >></i>	st afw turbulentie	cv
<i>NEN-EN 1991-1-4 - formule (4.7) >></i>	turbulente intensiteit op z	Iz(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 NB - art. 4.5 (1) >></i>	lucht dichtheid	p

bepalen R (wortel van de resonantie responsfactor)

<i>waardelijke damping cf. NTA 4614-3:2012, art. 8.5.2 >></i>	damping	δb
$D = \delta_b / (2\pi) * 100 >>$	dämpfingsmaat	D
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (1) >></i>	turbulentielengteschaal	L(zd)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	turbulente frequentie	fL(z,n)
<i>NEN-EN 1991-1-4 bijlage B.1 (2) >></i>	variantespectrum	SL(z,n)
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	hor. constante	ey
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	vert. constante	ez
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		ey
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>		ez
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante y as	Gy
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	eigen trilling constante z as	Gz
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante y as	Ky
<i>NTA 4614-3:2012, Tabel 8 >></i>	comfort constante z as	Kz
<i>NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >></i>	afmetingsreductiefactor	Ks(n)

NEN-EN 1991-1-4 bijlage C.2, formule (C.2) - berekend met handmatig gekozen damping >> NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >> NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >>	resonantieresponsfactor	R^2	0.20
	referentiemassa per oppervlakte	μ_{ref}	1493 kg/m ²
	relatieve hoogte van versnelling	$q(z)/q_{max}$	0.56
	st dev versnelling punt (y,z)	$\sigma_{a,N(y,z)}$	0.031
Bepalen kp volgens bijlage B.2			
NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >>	bouwfactor	B^2	0.67
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.5) >>	frequentie vlaag	v	0.45 Hz
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2 (3) >>	middeelingstijd	T	600 seconden
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.4) >>	piekfactor	k_p	3.52
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in afzonderlijk geval			
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >>	versnelling	$\ddot{a}$	0.11 m/s ²
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in het geval van gecombineerde richtingen			
NTA 4614-3:2012, art. 8.5.6 >>	gecombineerde resonantierespons	R^2	0.26
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >>	referentiemassa per oppervlakte	μ_{ref}	1493
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >>	relatieve hoogte van versnelling	$q(z)/q_{max}$	0.56
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >>	hor afstand van versnelling	$q(y)/q_{max}$	n.v.t.
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >>	st dev versnelling punt (y,z)	$\sigma_{a,N(y,z)}$	0.036
NTA 4614-3:2012, art. 8.5.3.1 >>	bouwfactor	B^2	0.67
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.5) >>	frequentie vlaag	v	0.56 Hz
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2 (3) >>	middeelingstijd	T	600 seconden
NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.2, formule (B.4) >>	piekfactor	k_p	3.58
NTA 4614-3:2012, art. 8.6 >>	versnelling	$\ddot{a}_{x,b}$	0.13 m/s ²

		R^2	0.28
		μ_{ref}	1493 kg/m ²
		$q(z)/q_{max}$	0.56
		$\sigma_{a,N(y,z)}$	0.037
Bepalen kp volgens bijlage B.2			
		B^2	0.67
		v	0.43
		T	600 seconden
		k_p	3.51
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in afzonderlijk geval			
		$\ddot{a}$	0.13 m/s ²
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in het geval van gecombineerde richtingen			
		R^2	0.26
		μ_{ref}	1493
		$q(z)/q_{max}$	0.56
		$q(y)/q_{max}$	n.v.t.
		$\sigma_{a,N(y,z)}$	0.036
		B^2	0.67
		v	0.48
		T	600 seconden
		k_p	3.54
		$\ddot{a}_{x,b}$	0.13 m/s ²

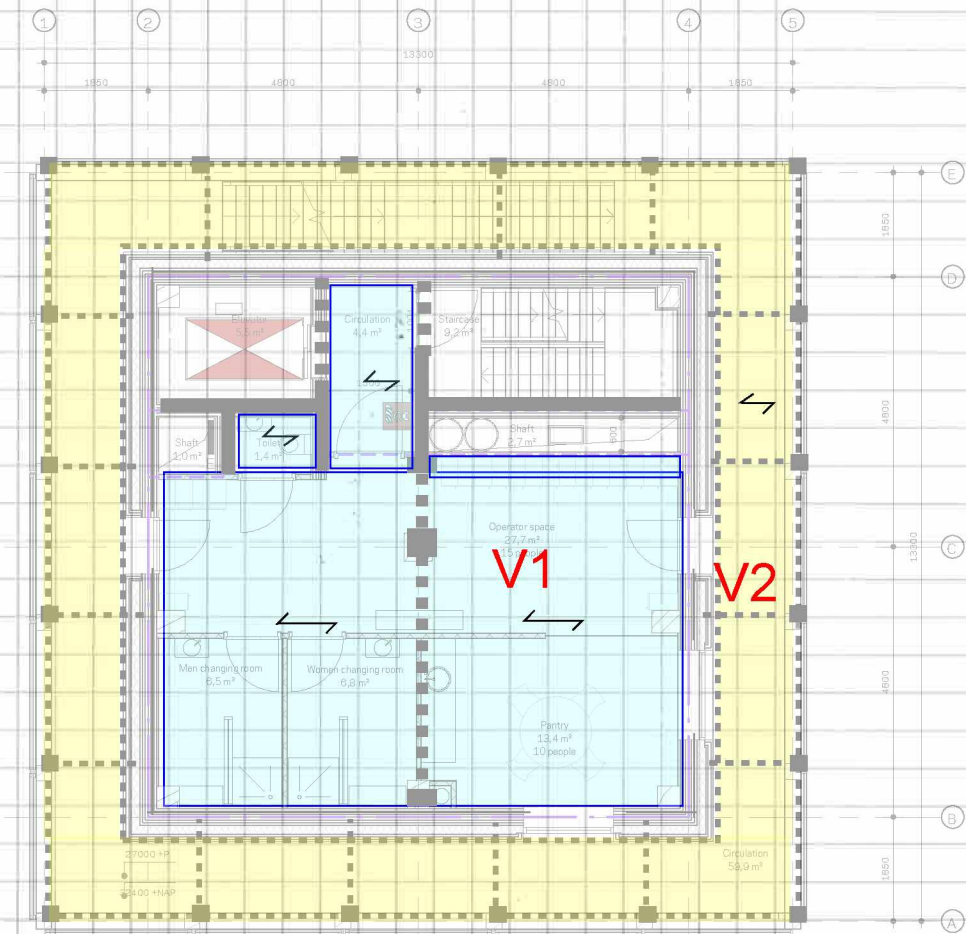
		R^2	0.06
		μ_{ref}	1493 kg/m ²
		$q(z)/q_{max}$	0.56
		$q(y)/q_{max}$	0.55
		$\sigma_{a,N(y,z)}$	0.015
Bepalen kp volgens bijlage B.2			
		B^2	0.67
		v	0.49
		T	600 seconden
		k_p	3.55
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in afzonderlijk geval			
		$\ddot{a}$	0.05 m/s ²
Versnelling $\ddot{s}_{x,b}$ in het geval van gecombineerde richtingen			
		R^2	0.26
		μ_{ref}	1493
		$q(z)/q_{max}$	0.56
		$q(y)/q_{max}$	0.55
		$\sigma_{a,N(y,z)}$	0.030
		B^2	0.67
		v	1.00
		T	600 seconden
		k_p	3.75
		$\ddot{a}_{x,b}$	0.11 m/s ²

A.3 Dimensionering

Job No.	Sheet No.	Rev.
Member Location		
Drg. Ref.		
Made by	Date	Chd.

Job title

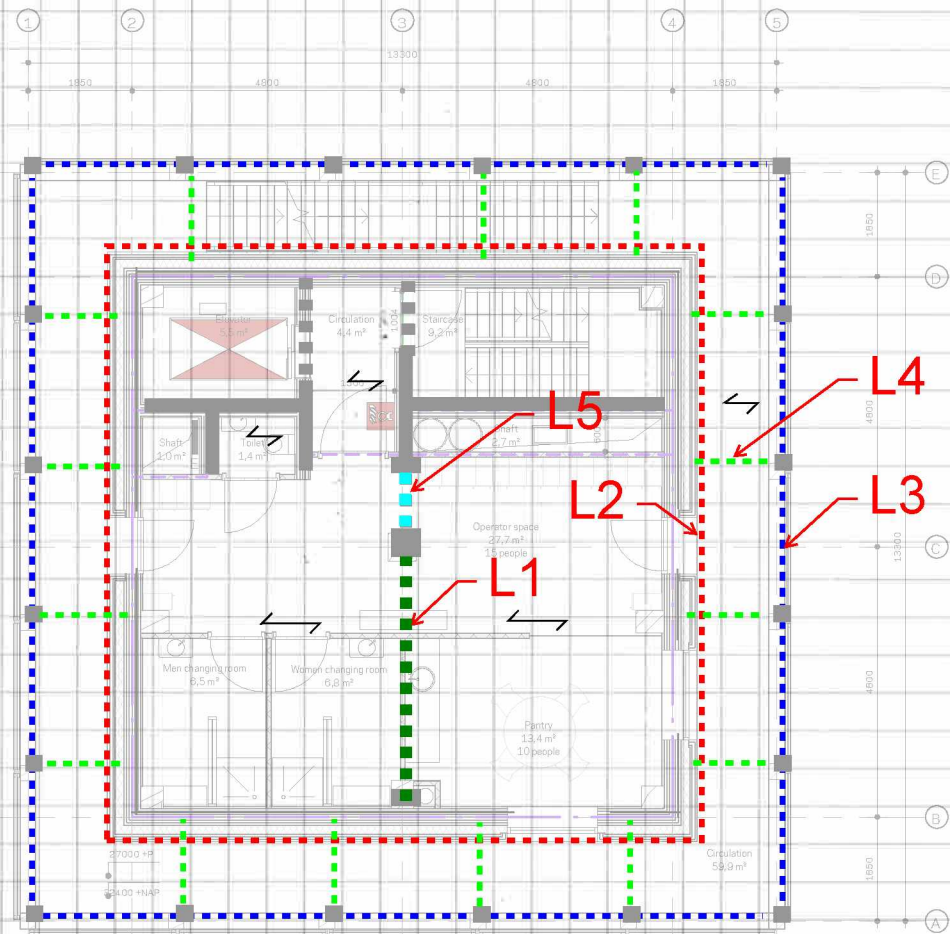
VLOEREN



Job No.	Sheet No.	Rev.
Member Location		
Drg. Ref.		
Made by	Date	Chd.

Job title

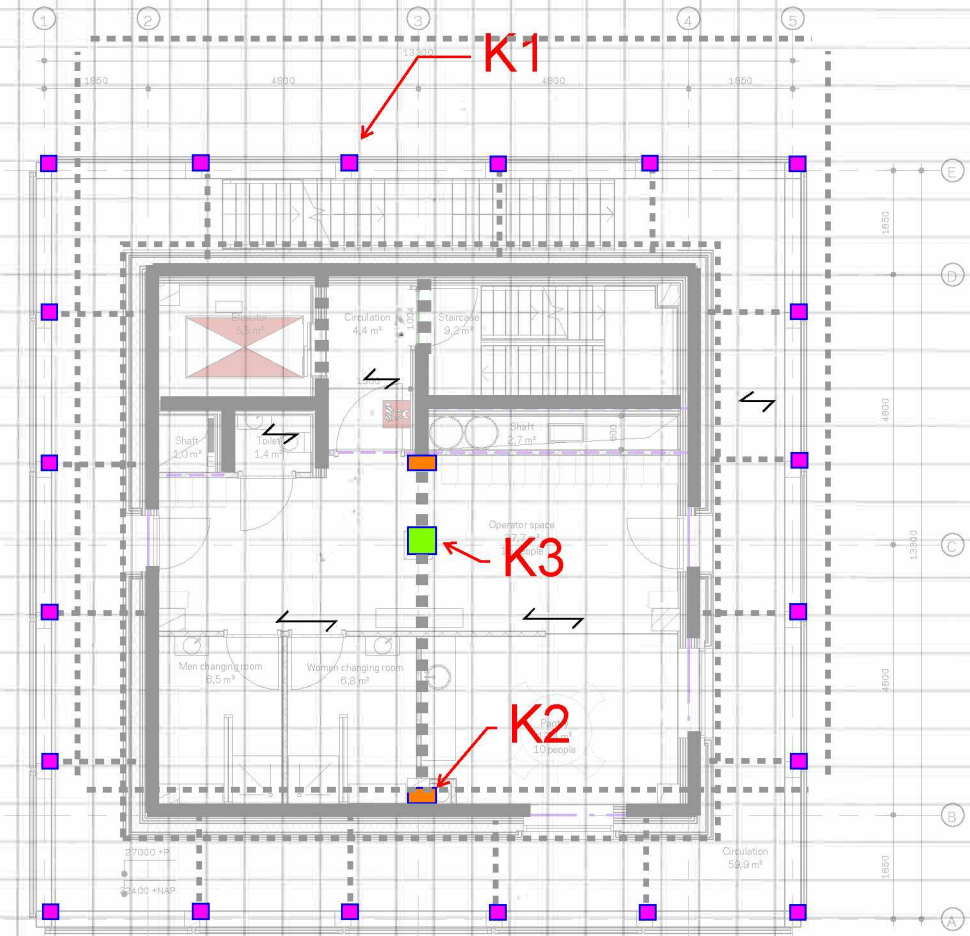
LIGGERS



Job No.	Sheet No.	Rev.
Member Location		
Drg. Ref.		
Made by	Date	Chd.

Job title

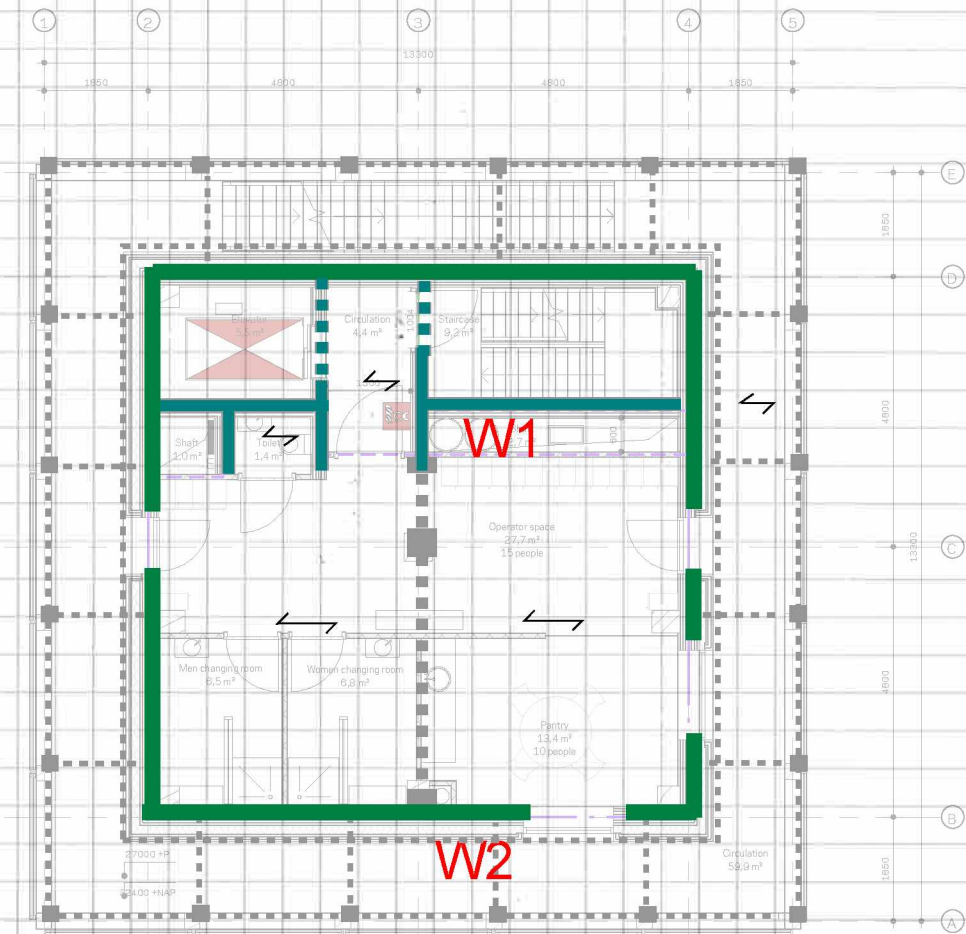
KOLOMMEN



Job No.	Sheet No.	Rev.
Member Location		
Drg. Ref.		
Made by	Date	Chd.

Job title

WANDEN



Code	Code									
Tek	Berekening	Materiaal	Kwaliteit		Klimaatklasse	R	inbranding	Bekleed?	Afmetingen b*h [mm] of d	Opmerkingen
Vloeren										
	V1	TCC (CLT+beton)	C24	C25/30	I	120	30	120 min bekleed	180 + 100	
	V2	Houten balklaag	C22		III	60	60	Niet bekleed	96*196 hoh 600 mm + 18 mm multiplex C14	
Liggers										
TB3	L1	Glulam	GI28h		I	120	120	Onderzijde niet bekleed	260*600	
TB5	L2	Glulam	GI22h*		III	60	60	Niet bekleed	160*200	
TB1	L3	Glulam	GI22h*		III	60	60	Niet bekleed	280*280	
TB2	L4	Glulam	GI22h*		III	60	60	Niet bekleed	280*200	Afmetingen zijn praktisch
TB4	L5	Glulam	GI28h		I	120	120	Niet bekleed	260*260	
Kolommen										
TC1	K1	Glulam	GI22h*		III	60	60	Niet bekleed	280*280	
TC2	K2	Glulam	GI28h		I	120	30	120 min bekleed	240*480	
TC4	K3	Glulam	GI28h		I	120	120	Niet bekleed	480*480	
Wanden										
TW1	W1	CLT	C24		I	120	30	120 min bekleed	d=200 mm	
TW2	W2	CLT	C24		I	120	120 (eenzijdig)	Niet bekleed binnenzijde	d=300 mm	Wand as B vlgns architect
TW2	W2	CLT	C24		I	120	30	120 min bekleed	d=300 mm	

* Houtsoort bestand tegen toepassing in Klimaatklasse III : accoya

V1

NB. Berekening obv TCC 160 + 100; toegepast is 180+100 (conservatief)

Project : CCR Tower
 Onderdeel : Vloer V2
 Datum : 23/02/2022
 Eenheden : kN/m/rad

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Hout	NEN-EN 1995-1-1:2005	A1:2011,C1:2006	NB:2013(nl)
	NEN-EN 14080:2013		

V2

Algemene gegevens

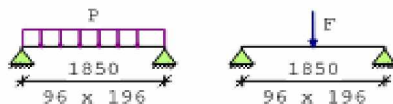
B x H	[mm] :	96 x 196	Sterkteklasse	:	C24
Overspanning	[mm] :	1850	Klimaatklasse	:	II
Opleglengte	[mm] :	80	Referentie periode [j]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] :	600	Min. eigenfreq. [Hz]	:	8
Beschot sterkteklasse:		C14			
Dikte beschot	[mm] :	18	$E_{0,mean} \times I$ [Nm ² /m]	:	3402

Permanente belastingen G_{rep}

EG balklaag	:	0.13
Extra belasting	:	0.60
Totaal	[kN/m ²] :	0.73

Veranderlijke belastingen

$Q_k + F_{wanden}$	[kN/m ²] :	4.00 =	4.00 +	0.00
Ψ_0	[-] :	0.60		
Ψ_2	[-] :	0.70		
Q_k	[kN] :	7.00		
Q_k oppervlak	[m ²] :	0.05 x 0.05		
Reductiefactor	:	0.78		



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a:	γ_G :	1.35	γ_Q :	1.50
Formule 6.10b:	$\xi \gamma_G$:	1.20	γ_Q :	1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meeegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + Q_k$)	0.90	96	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + Q_k$)	0.90	96	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + Q_k$)	0.80	96	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + Q_k$)	0.80	96	1.00	1.00

Project : CCR Tower
 Onderdeel : Vloer V2
 Datum : 23/02/2022
 Eenheden : kN/m/rad

Resultaten (maatgevende combinaties)

	eis	u.c.
Perm + plast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{a,y,d}$	= 6.46 < 14.77 [N/mm ²]	0.44
Perm + plast(6.10b) frm(6.13) $\tau_{v,d}$	= 0.67 < 2.46 [N/mm ²]	0.27
Perm + plast(6.10b) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} \cdot f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} \cdot f_{c,90,d}) < 1.00$	= 0.06/ 1.54+ 1.33/ 1.54 = 0.91	

Geconc. belasting	u_{bij}	=	1.78	<	5.55	[mm]	0.32
Geconc. belasting	$u_{net,fin}$	=	1.88	<	7.40	[mm]	0.25

Resonantie : eerste eigen frequentie = 27.00 > 8.00 [Hz] 0.30

Opmerking : Eigen frequentie is groter dan 8 Hz. Toetsing volgens EN 1995-1-1 art. 7.3.3(2) is noodzakelijk.

REVISIE
0.3 Juli 2022
GELAMINEERDE BALK
Ligger L1

	uc	0.77		0.69				
Volumiek gewicht ligger	ρ _{g,mean}	4.25			kN/m ³			
Gevel	G;gevel	0.0			kN/m ²			
Eigen gewicht balk + gevel	G;EG;rep	0.7			kN/m			
Perm. Belasting vloer	G;rep	4.9			kN/m ²	ψ0	ψ1	ψ2
Veranderlijke Belasting	Q;rep	5			kN/m ²	0.4	0.5	0.3
Belastingbreedte	bb	4.8			m			
Overspanning	l	4.8			m			
	l/h	8						
	q;G;rep	24.2			kN/m			
	q;Q;rep	24.0			kN/m			
		UGT 6.10 a	UGT 6.10 b	BRAND				
	γ _G	1.35	1.2	1.0				
	γ _Q	1.5	1.5	1.0				
	q _d	47.0	65.0	36.2	kN/m			
			OVERWRITE					
Maatgevende belasting	q _d	65.0		36.2	kN/m			
	V _d	156.0		87	kN			
	M _d	187		104	kNm			
	R _d	156			kN			
Brandwerendheid				120	min			
Onbeschermde zijden diepte				1				
Onbeschermde zijden breedte				2				
Inbrandsnelheid				0.65	mm/min			
Hoogte balk	h	600		522	mm			
5.1,2,e	b	260		104	mm			
Inkeping bij oplegging		Geen						
Effectieve hoogte balk	h _{ef}	740			mm			
	α	1.23						
Hart oplegging - begin inkeping	x	150			mm			
Einde oplegging - begin inkeping	x ₁	100			mm			
Begin inkeping - einde inkeping	x ₂	0			mm			
Materiaalfactor inkeping	k _n	6.5						
Contactbreedte	b _c	120						
Contactlengte	l	1200			mm			
Toeslag contactlengte	l _{eff}	30						
Effectief contactvlak	A _{eff}	147600			mm ²			
	Glulam	GI28h		GI28h				
	W _y	1.56E+07		4.72E+06	mm ³			
Buigspanning	σ _{m;y;d}	12.0		22.1	N/mm ²			
Dwarskrachtspanning	τ _{;d}	1.50		2.40	N/mm ²			
Oplegspanning	σ _{c;90;d}	1.06						
	kh	1.00		1.01				
kipfactor	k _{crit}	1		1				Dakvloer fungeert als kipsteun
cracking factor	k _{cr}	1		1				
	k _{sys}	1		1				
	k _{mod}	0.70	0.7	1				
	k _{c;90}	1.00						
	f _{m;k}	28		28				
	f _{v;k}	3.5		3.5				
	f _{c;90;k}	2.5						
Reductiefactor inkeping	k _v	1.00		1.00				
Materiaalfactor	γ _M	1.25		1				
	k _{fi}	N/A		1.15				
	f _{m;y;d}	15.7		32.7	N/mm ²			
	k _v * f _{v;d}	1.96		3.5	N/mm ²			inclusief effecten inkeping
	f _{c;90;d}	13.0						
UC Bending		0.77		0.7				
UC Shear		0.77		0.7				
UC Bearing		0.08		N/A				
	uc	0.8		0.7				
Toelaatbare bijk. doorbuiging	w ₂ +w ₃	0.003 x l		NVT	mm			
Buigstijfheid	E	12600	7875	12600	N/mm ²			
Traagheid	I	4.68E+09		1.23E+09	N/mm ²			
	G	650						SC1, tabel 2.4
	k _{def}	0.6						
	k _{form}	1.2						
zeeg	w _c	0						

short term G	w1	3.7		10.8 mm			
long term G	w2	2.2	1.7	mm			
short term Q	w3	3.6		5.3 mm			
long term Q	w4	0.7		mm			
	wbij	6.5		mm	14.4 mm	OK	
	weind	10.1		mm	19.2 mm	OK	
	winst			16.1	240 mm	OK	

REVISIE
0.3 Juli 2022

GELAMINEERDE BALK		Ligger L2							
	uc		0.44				0.33		
Volumiek gewicht ligger	pg,mean	4.25							kN/m3
Gevel	G;gevel	0.0							kN/m2
Eigen gewicht balk + gevel	G;EG;rep	0.1							kN/m
Perm. Belasting vloer	G;rep	2						ψ0	ψ1
Veranderlijke Belasting	Q;rep	2.5						0.4	0.5
Belastingbreedte	bb	1.0							0.3
Overspanning	l	2.6							
	l/h	13							
	q;G;rep	2.1							kN/m
	q;Q;rep	2.5							kN/m
		UGT 6.10 a	UGT 6.10 b	BRAND					
	γG	1.35	1.2	1.0					
	γQ	1.5	1.5	1.0					
	qd	4.4	6.3	3.4					kN/m
			OVERWRITE						
Maatgevende belasting	qd	6.3							3.4 kN/m
	Vd	8.2							4 kN
	Md	5							3 kNm
	Rd	8							kN
Brandwerendheid									60 min
Onbeschermde zijden diepte									1
Onbeschermde zijden breedte									2
Inbrandsnelheid									0.7 mm/min
Hoogte balk	h	200							158 mm
5.1,2,e	b	160							76 mm
Inkeping bij oplegging		Geen							
Effectieve hoogte balk	hef	740							mm
	α	3.70							
Hart oplegging - begin inkeping	x	150							mm
Einde oplegging - begin inkeping	x1	100							mm
Begin inkeping - einde inkeping	x2	0							mm
Materiaalfactor inkeping	kn	6.5							
Contactbreedte	bc	120							
Contactlengte	l	1200							mm
Toeslag contactlengte	l;eff	30							
Effectief contactvlak	A;eff	147600							mm2
	Glulam	GL22h							GL22h
	Wy	1.07E+06							3.16E+05 mm3
Buigspanning	σm;y;d	5.0							9.0 N/mm2
Dwarskrachtspanning	τ;d	0.38							0.55 N/mm2
Oplegspanning	σc;90;d	0.06							
kipfactor	kh	1.00							1.10
cracking factor	kcrit	1							1
	kcr	1							1
	ksys	1							1
	kmod	0.65							1
	kc;90	1.00							
	fm;k	22							22
	fv;k	3.5							3.5
	fc;90;k	2.5							
Reductiefactor inkeping	kv	1.00							1.00
Materiaalfactor	γM	1.25							1
	k;fi	N/A							1.15
	fm;y;d	11.4							27.8 N/mm2
	kv * fv;d	1.82							3.5 N/mm2
	fc;90;d	13.0							
UC Bending		0.44							0.3
UC Shear		0.21							0.2
UC Bearing		0.00							N/A
	uc	0.4							0.3
Toelaatbare bijk. doorbuiging	w2+w3	0.003 x l							NVT mm
Buigstijfheid	E	10500	4200						10500 N/mm2
Traagheid	I	1.07E+08							2.50E+07 N/mm2
	G	650							SC1, tabel 2.4
	kdef	2.0							
	kform	1.2							
zeeg	wc	0							

short term G	w1	1.2		4.8 mm			
long term G	w2	2.5	1.7	mm			
short term Q	w3	1.5		2.8 mm			
long term Q	w4	0.9		mm			
	wbij	4.8		mm	7.8 mm	OK	
	weind	6.0		mm	10.4 mm	OK	
	winst			7.7	130 mm	OK	

REVISIE
0.3 Juli 2022
GELAMINEERDE BALK
Ligger L3 - dubbele buiging tgv wind op volgende pagina

	uc	0.13	0.06				
Volumiek gewicht ligger	pg,mean	4.25			kN/m3		
Gevel	G;gevel	0.0			kN/m2		
Eigen gewicht balk + gevel	G;EG;rep	0.3			kN/m		
Perm. Belasting vloer	G;rep	2			kN/m2	ψ0	ψ1
Veranderlijke Belasting	Q;rep	2.5			kN/m2	0.4	0.5
Belastingbreedte	bb	1.0			m		0.3
Overspanning	l	2.6			m		
	l/h	9					
	q;G;rep	2.3			kN/m		
	q;Q;rep	2.5			kN/m		
		UGT 6.10 a	UGT 6.10 b	BRAND			
	γG	1.35	1.2	1.0			
	γQ	1.5	1.5	1.0			
	qd	4.6	6.5	3.6	kN/m		
		OVERWRITE					
Maatgevende belasting	qd	6.5		3.6	kN/m		
	Vd	8.5		5	kN		
	Md	5.5		3.0	kNm		
	Rd	9			kN		
Brandwerendheid				60	min		
Onbeschermde zijden diepte				1			
Onbeschermde zijden breedte				2			
Inbrandsnelheid				0.7	mm/min		
Hoogte balk	h	280		238	mm		
5.1,2,e	b	280		196	mm		
Inkeping bij oplegging		Geen					
Effectieve hoogte balk	hef	740			mm		
	α	2.64					
Hart oplegging - begin inkeping	x	150			mm		
Einde oplegging - begin inkeping	x1	100			mm		
Begin inkeping - einde inkeping	x2	0			mm		
Materiaalfactor inkeping	kn	6.5					
Contactbreedte	bc	120					
Contactlengte	l	1200			mm		
Toeslag contactlengte	l;eff	30					
Effectief contactvlak	A;eff	147600			mm2		
	Glulam	GL22h		GL22h			
	Wy	3.66E+06		1.85E+06	mm3		
Buigspanning	σm;y;d	1.5		1.6	N/mm2		
Dwarskrachtspanning	τ;d	0.16		0.15	N/mm2		
Oplegspanning	σc;90;d	0.06					
	kh	1.00		1.10			
kipfactor	kcrit	1		1			Dakvloer fungeert als kipsteun
cracking factor	kcr	1		1			
	ksys	1		1			
	kmod	0.65	0.65	1			
	kc;90	1.00					
	fm;k	22		22			
	fv;k	3.5		3.5			
	fc;90;k	2.5					
Reductiefactor inkeping	kv	1.00		1.00			
Materiaalfactor	γM	1.25		1			
	k;fi	N/A		1.15			
	fm;y;d	11.4		27.8	N/mm2		
	kv * fv;d	1.82		3.5	N/mm2		inclusief effecten inkeping
	fc;90;d	13.0					
UC Bending		0.13		0.1			
UC Shear		0.09		0.0			
UC Bearing		0.00		N/A			
	uc	0.1		0.1			
Toelaatbare bijk. doorbuiging	w2+w3	0.003 x l		NVT	mm		
Buigstijfheid	E	10500	4200	10500	N/mm2		
Traagheid	I	5.12E+08		2.20E+08	N/mm2		SC1, tabel 2.4
	G	650					
	kdef	2.0					
	kform	1.2					
zeeg	wc	0					

short term G	w1	0.3		0.6 mm		
long term G	w2	0.6	0,4	mm		
short term Q	w3	0.3		0.3 mm		
long term Q	w4	0.2		mm		
	wbij	1.1		mm	7.8 mm	OK
	weind	1.4		mm	10.4 mm	OK
	winst			0.9	130 mm	OK

GELAMINEERDE KOLOM

L3 dubbele buiging tgv wind

I. UGT

II. BRAND

	uc	0.33	0.18
Normaalkracht (invoer)	F;d;ovw	0	0
	F;d	0	0 kN
Excentriciteit y	ey	0.0	0.0 mm
Excentriciteit z	ez	0.0	0.0
Moment om z-as	M;zz;d	5.5	3.0 kNm
Moment om y-as	M;yy;d	11.2	1.5 kNm
Brandwerendheid			60 min
Charring rate	β_n		0.65 mm/min
Zero strength/stiffness layer	d;0		7 mm
Breedte kolom	b	280	188 mm
Diepte kolom	h	280	188 mm
Doorsnede kolom	A	78400	35344 mm ²
Drukspanning kolom	$\sigma_c;0;d$	0.00	0.00 N/mm ²
AKOM yy	I;yy	5.12E+08	1.04E+08 mm ⁴
traagheidsstraal yy	i;yy	81	54
Weerstandsmoment yy	W _y	3.66E+06	1.11E+06 mm ³
Buigspanning kolom yy	$\sigma_m;y;d$	3.1	1.4 N/mm ²
AKOM z	I;zz	5.12E+08	1.04E+08 mm ⁴
traagheidsstraal z	i;zz	81	54
Weerstandsmoment z	W _z	3.66E+06	1.11E+06 mm ³
Buigspanning kolom z	$\sigma_m;z;d$	1.5	2.7 N/mm ²
Materiaalkwaliteit	Glulam	GL22h	GL22h
Twentieth percentile factor		k _{fire}	1.15
Karakteristieke druksterkte	f _c ;0;k	22.0 f _c ;0;fire	25.3 N/mm ²
Karakteristieke buigsterkte	f _m ;k	22.0 f _m ;fire	25.3 N/mm ²
5% ondergrens E	E0;05	8800 E0;fire	10120 N/mm ²
	k _{sys}	1.0	1.0
	k _{mod}	0.7 k _{mod} ;fi	1.0
	k _h	1.0	1.0
	k _{crit}	1.00	1.0
	γ_M	1.25 γ_M	1.25
Toelaatbare drukspanning	f _c ;0;d	12.32 N/mm ²	20.24 N/mm ²
Toelaatbare buigspanning	f _m ;z;d	12.32 N/mm ²	20.24 N/mm ²
Systeemplengte	l;sys	2.66	2.66 m
Knikfactor y	n;y	1	1
Kniklengte y	l;buc;y	2.66	2.66
Slankheid y	λ_y	32.9	49.0
Relatieve slankheid y	$\lambda_{rel,y}$	0.52	0.78
	k _y	0.65	0.83
	k _{c;y}	0.97	0.90
Knikfactor z	n;z	1	1
Kniklengte z	l;buc;z	2.66	2.66
Slankheid z	λ_z	32.9	49.0
Relatieve slankheid z	$\lambda_{rel,z}$	0.52	0.78
	k _z	0.65	0.83
	k _{c;z}	0.97	0.90
Normaalkracht + Dubbele buiging			
	k _m	0.7	0.7
i. Druk + dubbele buiging	uc;i;y	0.33	0.16
	uc;i;z	0.30	0.18
ii. Stabiliteit	uc;ii;y	0.33	0.16
	uc;ii;z	0.30	0.18
iii. Kipstabiliteit	uc;iii;y	0.06	0.00
	uc;iii;z	0.01	0.02
	uc	0.33	0.18

REVISIE
0.3 Juli 2022
GELAMINEERDE BALK
Ligger L5

	uc	0.55		0.61	
Volumiek gewicht ligger	ρ _{g,mean}	4.25			kN/m ³
Gevel	G;gevel	0.0			kN/m ²
Eigen gewicht balk + gevel	G;EG;rep	0.3			kN/m
Perm. Belasting vloer	G;rep	4.9			kN/m ²
Veranderlijke Belasting	Q;rep	5			kN/m ²
Belastingbreedte	bb	4.8			m
Overspanning	l	1.5			m
	l/h	6			
	q;G;rep	23.8			kN/m
	q;Q;rep	24.0			kN/m
		UGT 6.10 a	UGT 6.10 b	BRAND	
	γ _G	1.35	1.2	1.0	
	γ _Q	1.5	1.5	1.0	
	q _d	46.5	64.6	35.8	kN/m
			OVERWRITE		
Maatgevende belasting	q _d	64.6		35.8	kN/m
	V _d	48.4		27	kN
	M _d	18		10	kNm
	R _d	48			kN
Brandwerendheid				120	min
Onbeschermde zijden diepte				1	
Onbeschermde zijden breedte				2	
Inbrandsnelheid				0.65	mm/min
Hoogte balk	h	260		182	mm
5.1.2.e	b	260		104	mm
Inkeping bij oplegging		Geen			
Effectieve hoogte balk	h _{ef}	740			mm
	α	2.85			
Hart oplegging - begin inkeping	x	150			mm
Einde oplegging - begin inkeping	x ₁	100			mm
Begin inkeping - einde inkeping	x ₂	0			mm
Materiaalfactor inkeping	k _n	6.5			
Contactbreedte	b _c	120			
Contactlengte	l	1200			mm
Toeslag contactlengte	l _{eff}	30			
Effectief contactvlak	A _{eff}	147600			mm ²
	Glulam	Gl28h		Gl28h	
	W _y	2.93E+06		5.74E+05	mm ³
Buigspanning	σ _{m;y;d}	6.2		17.5	N/mm ²
Dwarskrachtspanning	τ _{;d}	1.07		2.13	N/mm ²
Oplegspanning	σ _{c;90;d}	0.33			
kipfactor	k _h	1.00		1.10	
cracking factor	k _{crit}	1		1	
	k _{cr}	1		1	
	k _{sys}	1		1	
	k _{mod}	0.70	0.7	1	
	k _{c;90}	1.00			
	f _{m;k}	28		28	
	f _{v;k}	3.5		3.5	
	f _{c;90;k}	2.5			
Reductiefactor inkeping	k _v	1.00		1.00	
Materiaalfactor	γ _M	1.25		1	
	k _{fi}	N/A		1.15	
	f _{m;y;d}	15.7		35.4	N/mm ²
	k _v * f _{v;d}	1.96		3.5	N/mm ²
	f _{c;90;d}	13.0			
UC Bending		0.40		0.5	
UC Shear		0.55		0.6	
UC Bearing		0.03		N/A	
	uc	0.5		0.6	
Toelaatbare bijk. doorbuiging	w ₂ +w ₃	0.003 x l		NVT	mm
Buigstijfheid	E	12600	7875	12600	N/mm ²
Traagheid	I	3.81E+08		5.22E+07	N/mm ²
	G	650			
	k _{def}	0.6			
	k _{form}	1.2			
zeeg	w _c	0			

Dakvloer fungeert als kipsteun
inclusief effecten inkeping

SC1, tabel 2.4

short term G	w1	0.5		2.4 mm			
long term G	w2	0.3	0.2	mm			
short term Q	w3	0.5		1.2 mm			
long term Q	w4	0.1		mm			
	wbij	0.9		mm	4.5 mm	OK	
	weind	1.4		mm	6 mm	OK	
	winst			3.6	75 mm	OK	

REVISIE
0.3 Juli 2022

GELAMINEERDE KOLOM		Kolom K1	I. UGT	II. BRAND	
		uc	0.78	0.33	
Belastingoppervlak per verdieping	Abrut		2.7 m2		
Doorloopfactor			1		
Belastingoppervlak per verdieping	Anet		2.66 m2		
Aantal verdiepingen	n		9		
Verdiepingshoogte	h		4.5 m		
Volumiek gewicht kolom	pg,mean		4.0 kN/m3		
Gevel			12 kN/verdieping		
Eigen gewicht kolom	Gkolom;rep		0.3 kN/m		
Permanente Vloerbelasting	Gvloer;rep		1 kN/m2		
Veranderlijke Vloerbelasting	Qvloer;rep		4 kN/m2	ψ0	0.4
Aantal verdiepingen extreem			2	ψ1	0.5
Aantal verdiepingen momentaan			7	ψ2	0.3
Totale permanente belasting	F;G;rep		144 kN		
Totale veranderlijke belasting;extr	F;q;extr;rep		51 kN		
Totale veranderlijke belasting;mom	F;q;mom;rep		38 kN		
	CC3	6.10a	6.10b	BRAND	
Belastingfactoren permanent	γG	1.35	1.2	1	
Belastingfactoren veranderlijk	γQ	1.5	1.5	1	
Rekenwaarde normaalkracht	Fd;1		252 kN		
	Fd;2		250 kN		
Maatgevende normaalkracht	F;d;calc		252	57 kN	
Normaalkracht (invoer)	F;d;ovw				
	F;d		252	57 kN	
Excentriciteit y	ey		75.0	70.0 mm	
Excentriciteit z	ez		0.0	0.0	
Moment om z-as	M;zz;d		18.9	4.0 kNm	
Moment om y-as	M;yy;d		0.0	0.0 kNm	
Brandwerendheid				60 min	
Charring rate	βn			0.65 mm/min	
Zero strength/stiffness layer	d;0			7 mm	
Breedte kolom	b		280	188 mm	
Diepte kolom	h		280	188 mm	
Doorsnede kolom	A		78400	35344 mm2	
Drukspanning kolom	σc;0;d		3.22	1.61 N/mm2	
AKOM yy	I;yy		5.12E+08	1.04E+08 mm4	
traagheidsstraal yy	i;yy		81	54	
Weerstandsmoment yy	Wy		3.66E+06	1.11E+06 mm3	
Buigspanning kolom yy	σm;y;d		0.0	0.0 N/mm2	
AKOM z	I;zz		5.12E+08	1.04E+08 mm4	
traagheidsstraal z	i;zz		81	54	
Weerstandsmoment z	Wz		3.66E+06	1.11E+06 mm3	
Buigspanning kolom z	σm;z;d		5.2	3.6 N/mm2	
Materiaalkwaliteit	Glulam		GL22h	GL22h	
Twentieth percentile factor			kfire	1.15	
Karakteristieke druksterkte	fc;0;k		22.0 fc;0;fire	25.3 N/mm2	
Karakteristieke buigsterkte	fm;k		22.0 fm;fire	25.3 N/mm2	

5% ondergrens E	E0;05	8800 E0;fire	10120 N/mm2
	ksys	1.0	1.0
	kmod	0.65 kmod;fi	1.0
	kh	1.0	1.0
	kcrit	1.00	1.0
	γ_M	1.25 γ_M	1.25
Toelaatbare drukspanning	fc;0;d	11.44 N/mm2	20.24 N/mm2
Toelaatbare buigspanning	fm;z;d	11.44 N/mm2	20.24 N/mm2
Systeemplengte	l;sys	4.5	4.5 m
Knikfactor y	n;y	1.00	1.00
Kniklengte y	l;buc;y	4.5	4.5
Slankheid y	λ_y	55.7	82.9
Relatieve slankheid y	$\lambda_{rel,y}$	0.89	1.32
	ky	0.92	1.42
	kc;y	0.85	0.51
Knikfactor z	n;z	1	1
Kniklengte z	l;buc;z	4.5	4.5
Slankheid z	λ_z	55.7	82.9
Relatieve slankheid z	$\lambda_{rel,z}$	0.89	1.32
	kz	0.92	1.42
	kc;z	0.85	0.51
<i>Normaalkracht + Dubbele buiging</i>			
6.1.6(2)	km	0.7	0.7
i. Druk + dubbele buiging	uc;i;y	0.40	0.13
	uc;i;z	0.53	0.18
ii. Stabiliteit	uc;ii;y	0.65	0.28
	uc;ii;z	0.78	0.33
iii. Kipstabiliteit	uc;iii;y	0.33	0.16
	uc;iii;z	0.54	0.19
	uc	0.78	0.33

REVISIE
0.24
09/08/2021
GELAMINEERDE KOLOM
Kolom K2
I. UGT
II. BRAND

	uc	0.73		0.50
Belastingoppervlak per verdieping	Abrut	11.5 m2		
Doorloopfactor		1		
Belastingoppervlak per verdieping	Anet	11.52 m2		
Aantal verdiepingen	n	9		
Verdiepingshoogte	h	4.5 m		
Volumiek gewicht kolom	pg,mean	4.5 kN/m3		
Gevel		0 kN/verdieping		
Eigen gewicht kolom	Gkolom;rep	0.5 kN/m		
Permanente Vloerbelasting	Gvloer;rep	5.1 kN/m2		
Veranderlijke Vloerbelasting	Qvloer;rep	5 kN/m2	ψ0	0.4
Aantal verdiepingen extreem		2	ψ1	0.5
Aantal verdiepingen momentaan		7	ψ2	0.3
Totale permanente belasting	F;G;rep	550 kN		
Totale veranderlijke belasting;extr	F;q;extr;rep	276 kN		
Totale veranderlijke belasting;mom	F;q;mom;rep	207 kN		
	CC3	6.10a	6.10b	BRAND
Belastingfactoren permanent	γG	1.35	1.2	1
Belastingfactoren veranderlijk	γQ	1.5	1.5	1
Rekenwaarde normaalkracht	Fd;1	1053 kN		
	Fd;2	1075 kN		
Maatgevende normaalkracht	F;d;calc	1075		707 kN
Normaalkracht (invoer)	F;d;ovw			
	F;d	1075		707 kN
Excentriciteit y	ey	0.0		0.0 mm
Excentriciteit z	ez	0.0		0.0
Moment om z-as	M;zz;d	0.0		0.0 kNm
Moment om y-as	M;yy;d	0.0		0.0 kNm
Brandwerendheid				30 min
Charring rate	βn			0.65 mm/min
Zero strength/stiffness layer	d;0			7 mm
Breedte kolom	b	240		214 mm
Diepte kolom	h	480		427 mm
Doorsnede kolom	A	115200		91164.5 mm2
Drukspanning kolom	σc;0;d	9.33		7.76 N/mm2
AKOM yy	I;yy	2.21E+09		1.39E+09 mm4
traagheidsstraal yy	i;yy	139		123
Weerstandsmoment yy	Wy	9.22E+06		6.49E+06 mm3
Buigspanning kolom yy	σm;y;d	0.0		0.0 N/mm2
AKOM z	I;zz	5.53E+08		3.46E+08 mm4
traagheidsstraal z	i;zz	69		62
Weerstandsmoment z	Wz	4.61E+06		3.24E+06 mm3
Buigspanning kolom z	σm;z;d	0.0		0.0 N/mm2
Materiaalkwaliteit	Glulam	Gl28h		Gl28h
Twentieth percentile factor		kfire		1.15
Karakteristieke druksterkte	fc;0;k	28.0 fc;0;fire		32.2 N/mm2
Karakteristieke buigsterkte	fm;k	28.0 fm;fire		32.2 N/mm2

5% ondergrens E	E0;05	10500	E0;fire	12075	N/mm ²
	ksys	1.0		1.0	
	kmod	0.80	kmod;fi	1.0	
	kh	1.0		1.0	
	kcrit	1.00		1.0	
	γ_M	1.25	γ_M	1.25	
Toelaatbare drukspanning	f _c ;0;d	17.92	N/mm ²	25.76	N/mm ²
Toelaatbare buigspanning	f _m ;z;d	17.92	N/mm ²	25.76	N/mm ²
Systeemplengte	l _{sys}	4.5		4.5	m
Knikfactor y	n _y	1		1	
Kniklengte y	l _{buc} ;y	4.5		4.5	
Slankheid y	λ_y	32.5		36.5	
Relatieve slankheid y	$\lambda_{rel,y}$	0.53		0.60	
	k _y	0.65		0.70	
	k _c ;y	0.97		0.96	
Knikfactor z	n _z	1		1	
Kniklengte z	l _{buc} ;z	4.5		4.5	
Slankheid z	λ_z	65.0		73.0	
Relatieve slankheid z	$\lambda_{rel,z}$	1.07		1.20	
	k _z	1.11		1.27	
	k _c ;z	0.71		0.60	
<i>Normaalkracht + Dubbele buiging</i>					
	k _m	0.7		0.7	
i. Druk + dubbele buiging	u _c ;i;y	0.27		0.09	
	u _c ;i;z	0.27		0.09	
ii. Stabiliteit	u _c ;ii;y	0.54		0.31	
	u _c ;ii;z	0.73		0.50	
iii. Kipstabiliteit	u _c ;iii;y	0.73		0.50	
	u _c ;iii;z	0.54		0.31	
	u _c	0.73		0.50	

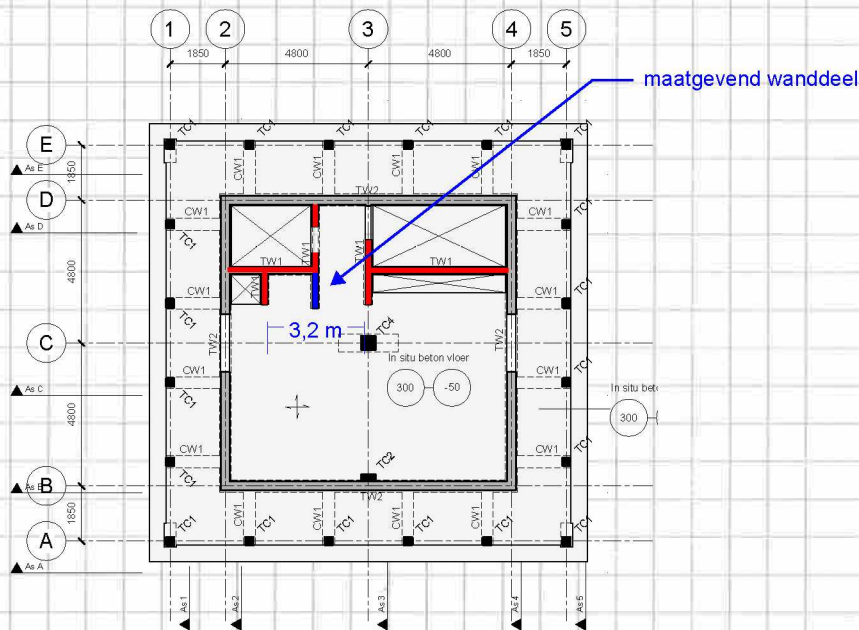
REVISIE
0.24
09/08/2021
GELAMINEERDE KOLOM
Kolom K3
I. UGT
II. BRAND

	uc	0.34		0.40
Belastingoppervlak per verdieping	Abrut	14.4 m2		
Doorloopfactor		1		
Belastingoppervlak per verdieping	Anet	14.4 m2		
Aantal verdiepingen	n	9		
Verdiepingshoogte	h	4.5 m		
Volumiek gewicht kolom	pg,mean	4.5 kN/m3		
Gevel		0 kN/verdieping		
Eigen gewicht kolom	Gkolom;rep	1.0 kN/m		
Permanente Vloerbelasting	Gvloer;rep	5.1 kN/m2		
Veranderlijke Vloerbelasting	Qvloer;rep	5 kN/m2	ψ0	0.4
Aantal verdiepingen extreem		2	ψ1	0.5
Aantal verdiepingen momentaan		7	ψ2	0.3
Totale permanente belasting	F;G;rep	703 kN		
Totale veranderlijke belasting;extr	F;q;extr;rep	346 kN		
Totale veranderlijke belasting;mom	F;q;mom;rep	259 kN		
	CC3	6.10a	6.10b	BRAND
Belastingfactoren permanent	γG	1.35	1.2	1
Belastingfactoren veranderlijk	γQ	1.5	1.5	1
Rekenwaarde normaalkracht	Fd;1	1338 kN		
	Fd;2	1362 kN		
Maatgevende normaalkracht	F;d;calc	1362		884 kN
Normaalkracht (invoer)	F;d;ovw			
	F;d	1362		884 kN
Excentriciteit y	ey	0.0		0.0 mm
Excentriciteit z	ez	0.0		0.0
Moment om z-as	M;zz;d	0.0		0.0 kNm
Moment om y-as	M;yy;d	0.0		0.0 kNm
Brandwerendheid				120 min
Charring rate	βn			0.65 mm/min
Zero strength/stiffness layer	d;0			7 mm
Breedte kolom	b	480		310 mm
Diepte kolom	h	480		310 mm
Doorsnede kolom	A	230400		96100 mm2
Drukspanning kolom	σc;0;d	5.91		9.20 N/mm2
AKOM yy	I;yy	4.42E+09		7.70E+08 mm4
traagheidsstraal yy	i;yy	139		89
Weerstandsmoment yy	Wy	1.84E+07		4.97E+06 mm3
Buigspanning kolom yy	σm;y;d	0.0		0.0 N/mm2
AKOM z	I;zz	4.42E+09		7.70E+08 mm4
traagheidsstraal z	i;zz	139		89
Weerstandsmoment z	Wz	1.84E+07		4.97E+06 mm3
Buigspanning kolom z	σm;z;d	0.0		0.0 N/mm2
Materiaalkwaliteit	Glulam	Gl28h		Gl28h
Twentieth percentile factor		kfire		1.15
Karakteristieke druksterkte	fc;0;k	28.0 fc;0;fire		32.2 N/mm2
Karakteristieke buigsterkte	fm;k	28.0 fm;fire		32.2 N/mm2

5% ondergrens E	E0;05	10500 E0;fire	12075 N/mm2
	ksys	1.0	1.0
	kmod	0.80 kmod;fi	1.0
	kh	1.0	1.0
	kcrit	1.00	1.0
	γ_M	1.25 γ_M	1.25
Toelaatbare drukspanning	fc;0;d	17.92 N/mm2	25.76 N/mm2
Toelaatbare buigspanning	fm;z;d	17.92 N/mm2	25.76 N/mm2
Systeemplengte	l;sys	4.5	4.5 m
Knikfactor y	n;y	1	1
Kniklengte y	l;buc;y	4.5	4.5
Slankheid y	λ_y	32.5	50.3
Relatieve slankheid y	$\lambda_{rel,y}$	0.53	0.83
	ky	0.65	0.87
	kc;y	0.97	0.88
Knikfactor z	n;z	1	1
Kniklengte z	l;buc;z	4.5	4.5
Slankheid z	λ_z	32.5	50.3
Relatieve slankheid z	$\lambda_{rel,z}$	0.53	0.83
	kz	0.65	0.87
	kc;z	0.97	0.88
<i>Normaalkracht + Dubbele buiging</i>			
	km	0.7	0.7
i. Druk + dubbele buiging	uc;i;y	0.11	0.13
	uc;i;z	0.11	0.13
ii. Stabiliteit	uc;ii;y	0.34	0.40
	uc;ii;z	0.34	0.40
iii. Kipstabiliteit	uc;iii;y	0.34	0.40
	uc;iii;z	0.34	0.40
	uc	0.34	0.40

Job No.	Sheet No.	Rev.
Member Location		
Drg. Ref.		
Made by	Date	Chd.

WAND W1



Belastingen

	kN/m1
Permanent	
- EG wand: 40,5 m * 0,2 * 4,5 kN/m3	37
- SDL Vloer: 9 * 1,6 m * 2,7 kN/m2	39
- SDL CLT wanden: 40,5 * 0,4 kN/m2	16
- SDL GOI	10
- EG Vloer prefab: 2 * 0,25m * 25 kN/m3 * 1,6 m	20
- EG Vloer TCC: 7 * 3,3 kN/m2 * 1,6m	37
G Totaal	159 kN/m1

Veranderlijk

- Vloeren extreem: 2 * 4,0 kN/m2 * 1,6 m	13
- Vloeren momentaan:	
techniek: 3 * 5,0 kN/m2 * 1,6 m	24
kantoor: 2 * 0,6 * 4,0 kN/m2 * 1,6 m	8
bijeenkomst: 1 * 0,4 * 5,0 kN/m2 * 1,6 m	3
Q Totaal (2 vloeren extreem)	48 kN/m1
Q totaal (alle vloeren momentaan): 48 - (0,4*13) =	43 kN/m1

Combinaties

6.10 a: 1,35 * 159 + 1,5 * 43 = 279 kN/m	kmod	
6.10 b: 1,2 * 159 + 1,5 * 48 = 263	0,8	279 / 0,8 = 349
PB: 1,35 * 159 = 215 kN/m	0,6	215 / 0,6 = 358 kN/m (maatgevend)

Check met CLT Designer



Center of Competence
holz.bau forschungs gmbh
Inffeldgasse 24, A-8010 Graz
5.1.2,e @cltdesigner.at

CLTdesigner
Versie 8.1.2

Samenvatting van de berekenings-resultaten

Projektnummer:

Projekt:

Bouwdeel:

Doorsnede: Gebruiker-gedefinieerde doorsnde: 5s - 200 mm

Beschrijving:

Datum: 8-apr-2022

Tijd: 18:31:38

Auteur:

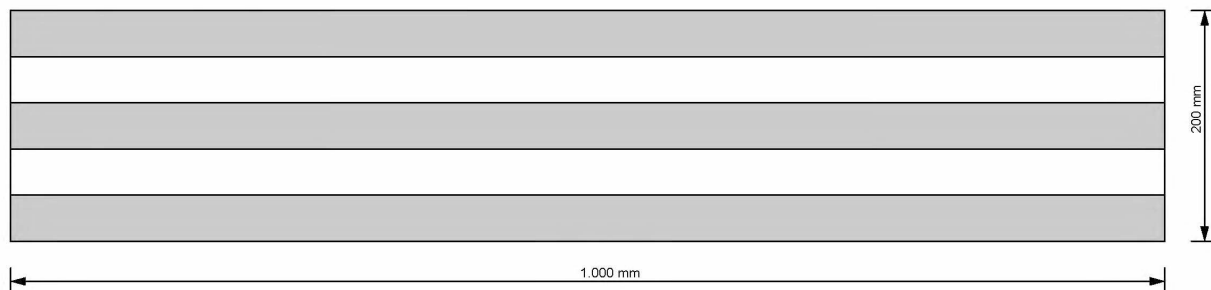
Inhouds-overzicht

1 Doorsnede	3
1.1 Laag-opbouw	3
1.2 Materiaal parameters	3
1.3 Doorsnedegrootheden	4
2 Uitgangs-punten voor brand	4
2.1 Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand	4
3 Snede-krachten, belastings-factoren en resultaten	5
3.1 Snedekrachten, belastingfactoren en resultaten bij belastinggeval brand	5

1 Doorsnede

Gebruiker-gedefinieerde doorsnede

5 Lagen (Hoogte: 200 mm)



1.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Orientering	Materiaal
# 1	40 mm	0	C24
# 2	40 mm	90	C24
# 3	40 mm	0	C24
# 4	40 mm	90	C24
# 5	40 mm	0	C24

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

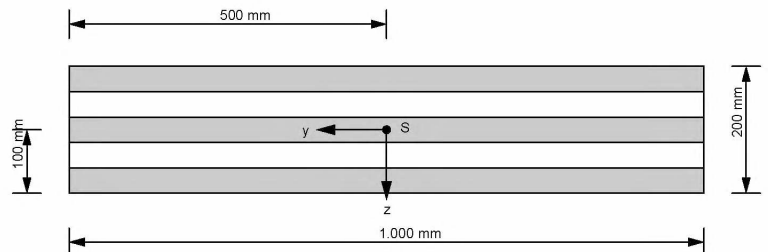
1.2 Materiaal parameters

Materiaal parameters voor	C24
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	14,0
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]	2,68
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,0
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.000,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	7.400,0
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	370,0 (0,0)
Schuifmodulus [N/mm ²]	690,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	69,0
Dichtheid [kg/m ³]	350,0

Materiaal parameters voor	C24
Gemiddelde dichtheid [kg/m³]	420,0

1.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	1,32E9 N
EI_{ef}	5,808E12 N·mm²
GA_{ef}	2,15E7 N



2 Uitgangspunten voor brand

Brandduur: 30 minuten

Aan brand onderhevige zijden: boven en 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

$d_0 = 7 \text{ mm}$

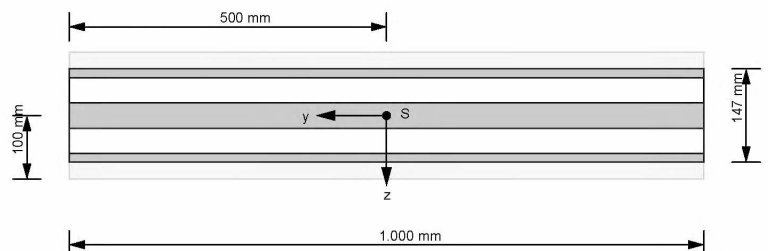
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_{M,fi} = 1,0$

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

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

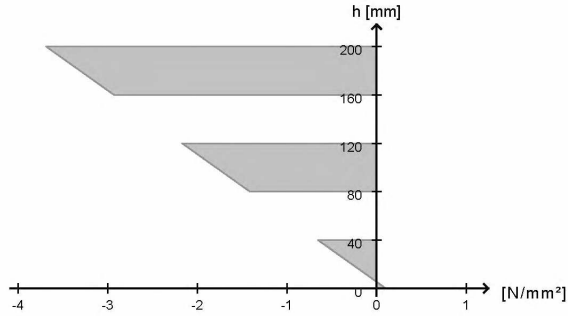
2.1 Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand

EA_{ef}	7,37E8 N
EI_{ef}	1,386E12 N·mm²
GA_{ef}	1,565E7 N



3 Snede-krachten, belastings-factoren en resultaten

Buigend moment	$M_d = 10,0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
Normaalkracht	$N_d = -215,0 \text{ kN}$
Afschuif-kracht	$V_d = 0,0 \text{ kN}$
Kniklengte	$l_k = 4,0 \text{ m}$
Imperfectiecoëfficiënt	$\beta_c = 0,1$
Omrekeningsfactor 5% kwantielwaarde	$k_{05} = 0,833$
Knikfactor	$k_c = 0,77$
Modificatie-factor	$k_{mod} = 0,6$
Deelfactor voor belasting/materiaal	$\gamma_M = 1,25$
Systeem-factor	$k_{sys} = 1,0$

Buiging met normaalkracht	39,4 %	
Afschuiving	0,0 %	

3.1 Snedekrachten, belastingfactoren en resultaten bij belastinggeval brand

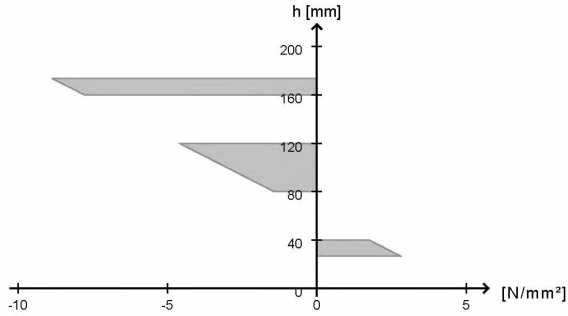
Buigend moment	$M_d = 10,0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
Normaalkracht	$N_d = -202,0 \text{ kN}$
Afschuif-kracht	$V_d = 0,0 \text{ kN}$
Kniklengte	$l_k = 4,0 \text{ m}$
Imperfectiecoëfficiënt	$\beta_c = 0,1$
Omrekeningsfactor 5% kwantielwaarde	$k_{05} = 0,833$
Knikfactor	$k_{c,fi} = 0,44$
Modificatie-factor	$k_{mod,fi} = 1,0$

Deelfactor voor belasting/materiaal

$\gamma_{M,fi} = 1,0$

Systeem-factor

$k_{sys} = 1,0$

Buiging met normaalkracht	49,7 %	
Afschuiving	0,0 %	

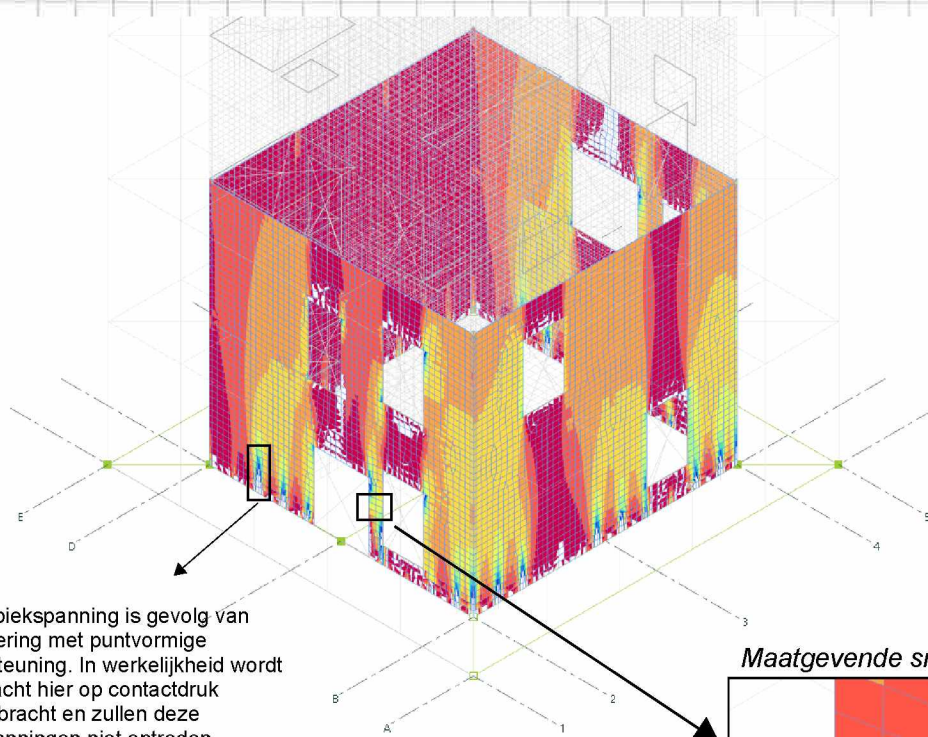
WAND W2

Maximaal optredende drukspanningen; UGT; omhullende van:

1,35G + 1,5 Qmom; vloer + 1,5 phi0 Qwind + scheefstand

1,2G + 1,5 Qextr; vloer + 1,5 phi0 Qwind + scheefstand

1,2G + 1,5 phi0 Qmom; vloer + 1,5 Qwind + scheefstand



lokale piekspanning is gevolg van modellering met puntvormige ondersteuning. In werkelijkheid wordt drukkracht hier op contactdruk overgebracht en zullen deze piekspanningen niet optreden

Maatgevende snede

Wandopbouw CLT 9 laags C24 [40/30/40/25/30/25/40/30/40]

$$\sigma_{N,avg,d} = (4,5 + 1,4) / 2 = 3,0 \text{ N/mm}^2$$

$$N_d = 3,0 \cdot 300 = 900 \text{ kN/m}^1$$

Check adhv CLT Designer.

NB. In CLT designer is de brandsituatie gecheckt met de UGT-belastingen en 120 minuten inbranding. Dit zijn conservatieve aannames.



Center of Competence
holz.bau forschungs gmbh
Inffeldgasse 24, A-8010 Graz
5.1.2,e @cltdesigner.at

CLTdesigner
Versie 8.1.2

Samenvatting van de berekenings-resultaten

Projektnummer:

Projekt:

Bouwdeel:

Doorsnede: Gebruiker-gedefinieerde doorsnede: 9s - 310 mm

Beschrijving:

Datum: 8-apr-2022

Tijd: 17:24:55

Auteur:

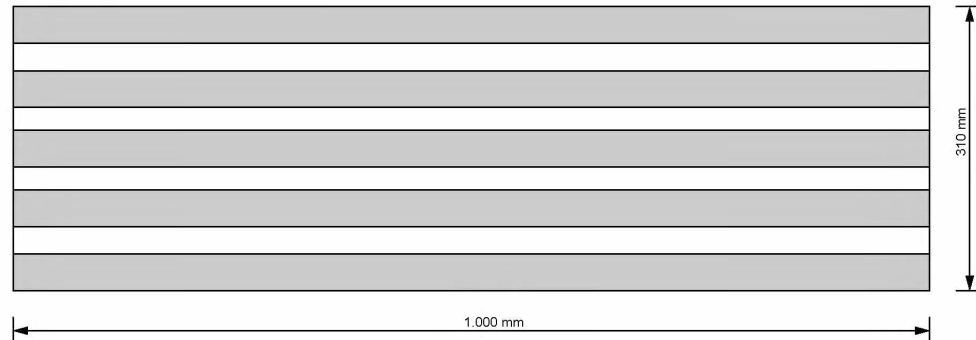
Inhouds-overzicht

1 Doorsnede	3
1.1 Laag-opbouw	3
1.2 Materiaal parameters	3
1.3 Doorsnedegrootheden	4
2 Uitgangs-punten voor brand	4
2.1 Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand	4
3 Snede-krachten, belastings-factoren en resultaten	5
3.1 Snedekrachten, belastingfactoren en resultaten bij belastinggeval brand	5

1 Doorsnede

Gebruiker-gedefinieerde doorsnede

9 Lagen (Hoogte: 310 mm)



1.1 Laag-opbouw

Laag	Dikte	Orientering	Materiaal
# 1	40 mm	0	GL24h*
# 2	30 mm	90	GL24h*
# 3	40 mm	0	GL24h*
# 4	25 mm	90	GL24h*
# 5	40 mm	0	GL24h*
# 6	25 mm	90	GL24h*
# 7	40 mm	0	GL24h*
# 8	30 mm	90	GL24h*
# 9	40 mm	0	GL24h*

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

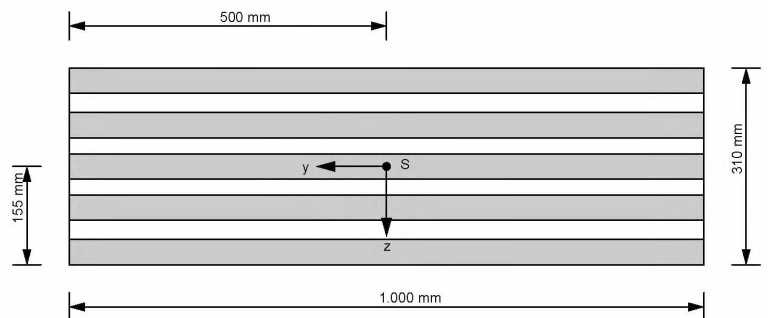
1.2 Materiaal parameters

Materiaal parameters voor	GL24h*
Buigsterkte [N/mm ²]	$k_{sys} \cdot 24,0$
Streksterkte parallel [N/mm ²]	16,5
Streksterkte loodrecht [N/mm ²]	0,5
Druksterkte evenwijdig [N/mm ²]	24,0
Druksterkte loodrecht [N/mm ²]	2,7
Schuifsterkte [N/mm ²]	3,0
Rolschuifsterkte [N/mm ²]	1,25
Elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	11.600,0
5% waarde van de elasticiteitsmodulus parallel [N/mm ²]	9.667,0

Materiaal parameters voor	GL24h*
Elasticiteitsmodulus loodrecht [N/mm ²]	0,0
Schuifmodulus [N/mm ²]	720,0
Rolschuifmodulus [N/mm ²]	72,0
Dichtheid [kg/m ³]	380,0
Gemiddelde dichtheid [kg/m ³]	500,0

1.3 Doorsnedegrootheden

EA_{ef}	2,32E9 N
EI_{ef}	2,114E13 N·mm ²
GA_{ef}	4,214E7 N



2 Uitgangspunten voor brand

Brandduur: 120 minuten

Aan brand onderhevige zijde: onder

er is rekening gehouden met afvallende verkoolde lagen

$k_{fire} = 1,15$

d_0 overeenkomstig EN 1995-1-2:2011

$d_0 = 7$ mm

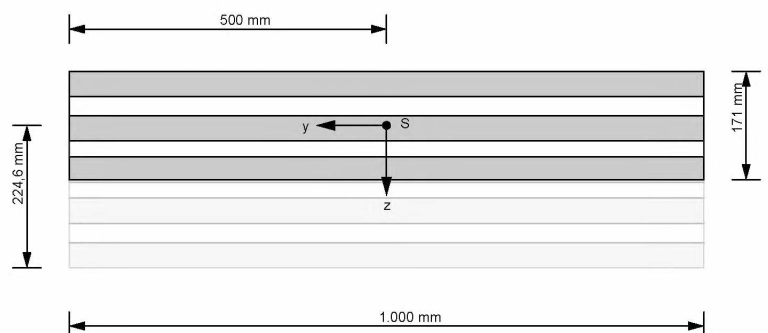
Deelfactor voor belasting/materiaal $\gamma_{M,fi} = 1,0$

Inbrandsnelheid $\beta_n = 0,80$ mm/min

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

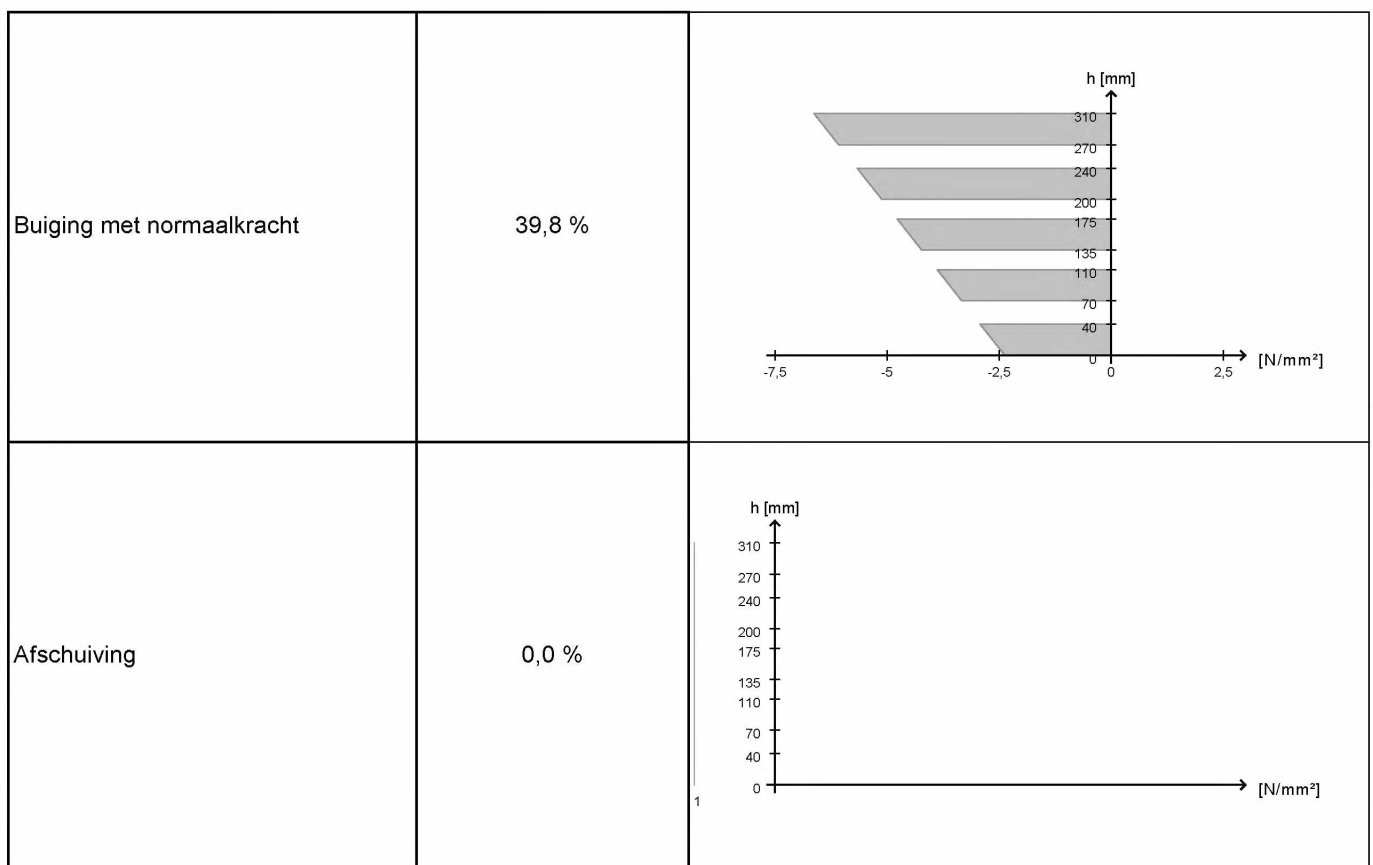
2.1 Doorsnedegrootheden bij belastinggevel brand

EA_{ef}	1,346E9 N
EI_{ef}	4,072E12 N·mm ²
GA_{ef}	2,215E7 N



3 Snede-krachten, belastings-factoren en resultaten

Buigend moment	$M_d = 25,0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
Normaalkracht	$N_d = -900,0 \text{ kN}$
Afschuif-kracht	$V_d = 0,0 \text{ kN}$
Kniklengte	$l_k = 4,0 \text{ m}$
Imperfectiecoëfficiënt	$\beta_c = 0,1$
Omrekeningsfactor 5% kwantielwaarde	$k_{05} = 0,833$
Knikfactor	$k_c = 0,91$
Modificatie-factor	$k_{mod} = 0,9$
Deelfactor voor belasting/materiaal	$\gamma_M = 1,25$
Systeem-factor	$k_{sys} = 1,1$



3.1 Snedekrachten, belastingfactoren en resultaten bij belastinggeval brand

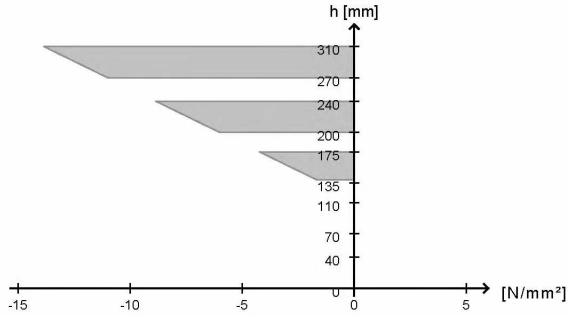
Buigend moment	$M_d = 25,0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
Normaalkracht	$N_d = -900,0 \text{ kN}$
Afschuif-kracht	$V_d = 0,0 \text{ kN}$
Kniklengte	$l_k = 4,0 \text{ m}$
Imperfectiecoëfficiënt	$\beta_c = 0,1$
Omrekeningsfactor 5% kwantielwaarde	$k_{05} = 0,833$
Knikfactor	$k_{c,fi} = 0,59$
Modificatie-factor	$k_{mod,fi} = 1,0$

Deelfactor voor belasting/materiaal

$\gamma_{M,fi} = 1,0$

Systeem-factor

$k_{sys} = 1,1$

Buiging met normaalkracht	68,0 %	
Afschuiving	0,0 %	