



SWINN
the structural
engineers

The Blue Zone Offices Rotterdam te Rotterdam

27 november 2024

Betreft: B00, versie: B
Uitgangspuntendocument



The Blue Zone Offices Rotterdam te Rotterdam

Dossiernr. 23-050

Rapport B00
Versie B
Datum 27 november 2024

Pagina's B00-1 t/m B00-69

Betreft Uitgangspuntendocument

Opdrachtgever De Vries en Verburg Ontwikkeling B.V.
te STOLWIJK

Projectleider ir. [REDACTED]

Constructeur ir. [REDACTED]

Tekenaar ing. [REDACTED]

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
2.	Uitgangspunten	6
2.1.	Normen en voorschriften	6
2.2.	Documenten	6
2.3.	Beschrijving van het bouwwerk	6
2.4.	Algemene gegevens bouwwerk en omgeving	13
2.5.	Toetsing	13
2.6.	Gevolgklasse en betrouwbaarheidsklasse	13
2.7.	Gebruikte materialen	13
2.8.	Robuustheid	14
2.9.	Brandwerendheid	17
2.9.1.	Draagconstructie bij brand	17
2.9.2.	Benodigde maatregelen t.b.v. brandwerendheidseis	18
2.10.	Doorbuiging	19
2.11.	Milieuklasse betonconstructies	20
3.	Belastingen	21
3.1.	Belastingaannames	21
3.2.	Windbelasting	23
3.2.1.	Invloed nabij gelegen gebouwen	23
3.2.2.	windbelasting	23
3.3.	Sneeuwbelasting	23
3.4.	Belastingen t.p.v. afscheidingen voor niveauverschillen	24
3.5.	Bijzondere belastingen	25
3.5.1.	Stootbelastingen op de ondersteunende onderbouw	25
	<i>Stootbelasting van vrachtwagens in de Schietstraat</i>	<i>25</i>
	<i>Stootbelasting van vrachtwagens bij laden en lossen</i>	<i>26</i>
3.5.2.	Stootbelasting door treinen	26
3.5.3.	Stootbelastingen op de bovenbouw	26
3.6.	Regenwaterbelasting	28
4.	Stabiliteit	29
5.	Zettingen door de laag van Kedichem	36
5.1.	Analyse invloed zettingen laag van Kedichem	36
5.1.1.	Gebouw	36
5.1.2.	De Wokkel	39
5.2.	Analyse invloed zettingen laag van Kedichem inclusief invloed mogelijke toekomstige nieuwbouw	39
6.	2^e draagweg blok A	43
6.1.1.	Situatie 1:	45
	<i>Vakwerken op as-3 t/m as-5</i>	<i>45</i>
	<i>Vakwerk op as-2</i>	<i>48</i>
6.1.2.	Situatie 2:	49



Project : The Blue Zone Offices Rotterdam
te Rotterdam
Dossiernr. : 23-050
Datum : 27 november
Blad : B00-4

6.1.3. Situatie 3:.....	50
6.1.4. Situatie 4:.....	52
6.1.5. Situatie 5:.....	53
6.1.6. Situatie 6:.....	56
6.1.7. Situatie 7:.....	59
6.1.8. Situatie 8:.....	60
6.1.9. Situatie 9:.....	62
6.1.10. Situatie 10:.....	63
6.1.11. Vakwerkligger as-D.....	65
6.1.12. Aangrenzende vakwerkliggers.....	68

1. Inleiding

Bij centraal station Rotterdam worden aan het spoor 'The Blue Zone Offices Rotterdam' gerealiseerd. Een kantoorgebouw van 16 verdiepingen met commerciële plint.

In dit rapport zijn de constructieve uitgangspunten bepaald.



Versie geschiedenis:

Revisie	datum	Omschrijving/wijziging
0	31-05-2024	Definitief
A	26-07-2024	Div wijzigingen waaronder: -Robuustheid aangepast en uitgebreid t.a.v. blok A. -Zettingen door toekomstige hoogbouw aangepast
B	11-10-2024	Opmerkingen BWT-Rotterdam verwerkt + nieuwe info Geobest verwerkt

In dit rapport is gebruik gemaakt van grafische toelichting. De illustraties zijn slechts bedoeld als toelichting op de berekeningen, of als uitgangspunt voor de berekeningen. De illustraties zijn, in verband met de doorontwikkeling van het gebouw, mogelijk niet up-to-date; berekeningsresultaten kunnen daarom afwijken van hetgeen in de illustraties staat afgebeeld. De berekeningen zijn altijd leidend.

2. Uitgangspunten

2.1. Normen en voorschriften

De volgende voorschriften dienen als uitgangspunt voor de verdere uitwerking:

- Bouwbesluit 2012
- Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp
- Eurocode 1: Belastingen op constructies
- Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies
- Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
- Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies
- Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies
- Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp

2.2. Documenten

De volgende stukken dienen als uitgangspunt voor de verdere uitwerking:

- Het Definitief Ontwerp van MVRDV;
- Het Definitief Ontwerp van Vintis
- Rapportages van LBP | Sight
- Rapportages Geobest: Funderingsadvies, Bouwputadvies en omgeving beïnvloeding
- Handboek Technische voorschriften voor werken en werkzaamheden op, boven, onder en nabij de spoorweg Deel 1 – Voorschriften van ProRail

2.3. Beschrijving van het bouwwerk

Het betreft een kantoorgebouw, visueel opgedeeld in 4 bouwdelen:

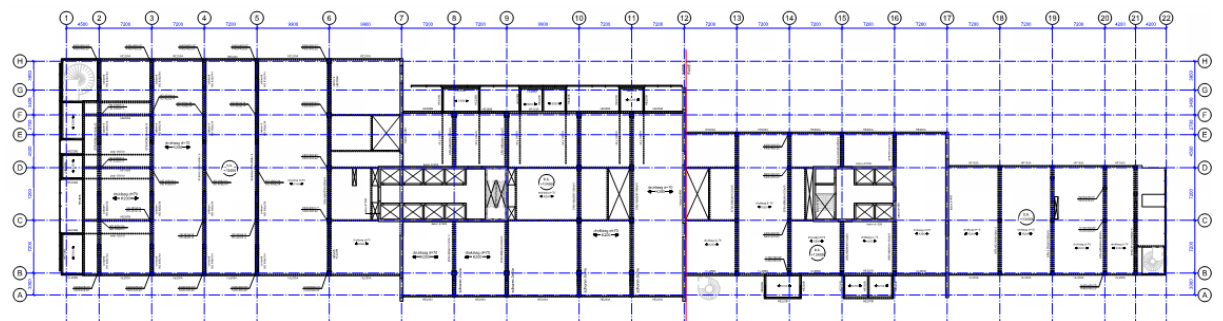
Bouwdeel A: as1t/m 7

Bouwdeel B: as7 t/m 12

Bouwdeel C: as 12 t/m 17

Bouwdeel D: as 17 t/m 22

Hoewel het gebouw er architectonisch uit ziet als vier gebouwen is het constructief en functioneel 1 gebouw (1 perceel). In de figuur is een standaard verdieping weergegeven.



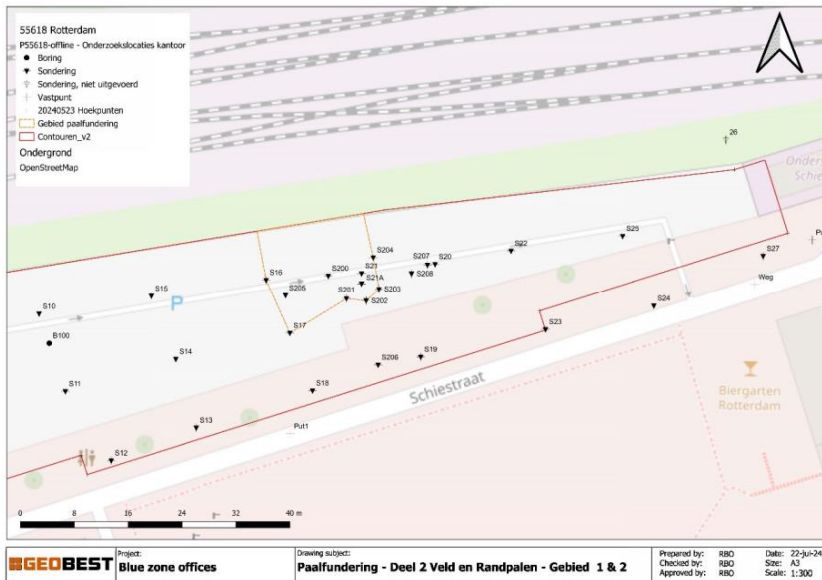
Figuur 1 standaard verdieping

Er is gekozen voor een hybride draagstructuur bestaande uit een stalen hoofddraagconstructie van kokerkolommen en geïntegreerde liggers en kanaalplaatvloeren met druklaag.

De stabiliteit evenwijdig aan de cijferassen wordt verzorgd door betonwanden op as 7, 12 en 17 en door stabiliteitsverbanden op as 6 en 21. De stabiliteit evenwijdig aan de letterassen wordt verzorgd door de 2 kernen in bouwdeel B en C.

Onder het gebouw bevindt zich een 1-laagse kelder die gebruikt wordt voor fiets parkeren en techniek.

Het gebouw wordt gefundeerd op Fundex-Combi palen met een draagvermogen van ca. 3000 kN. De palen worden op 27,5m-NAP geplaatst. Sondering S21 gaf een afwijkend beeld, daarom zijn er in de zone van S21 extra sonderingen gemaakt. Uit het nieuwe advies Geobet (P55618-R001-V4-RBO) volgt dat bij plaatsing van palen op 29m-NAP ook in dit gebied draagvermogens van ca. 3000kN worden gehaald.



De draagstructuur is redelijk helder met een stramienmaat van 7,2 meter in 2 richtingen. Hierop zijn enkele uitzonderingen met een stramienmaat van 9,9 meter. Bij deze stramienen is een zwaarder type kanaalplaat toegepast.

Het gebouw wordt uitgevoerd in 2 fases. Bouwdeel A en B worden uitgevoerd in fase 1. Bouwdeel C en D worden uitgevoerd in fase 2. De stabiliteit Van Bouwdelen A en B worden zowel apart, als in combinatie met bouwdelen C en D beschouwd.

Vanwege de grote lengte van het gebouw wordt het halverwege tussen blok B en C, ter plaatse van as-12 gedilateerd. De dilatatie komt naast de stabiliteitswand op as-12 is onderdeel van fase 1. Voor stabiliteit in dwarsrichting worden de vloeren van fase 2 middels dwarskrachtdeuvels met de stabiliteitswand op as-12 gekoppeld. Ook de kelder wordt in twee fases gebouwd met de knip op as 12.

Bouwput kelder fase 1

De bouwput voor het realiseren van de kelder van fase 1 is complex door het naastgelegen spoortraject en de strenge vervormingseisen die hieraan gesteld worden door Prorail (zie handboek Technische voorschriften voor werken en werkzaamheden op, boven, onder en nabij de spoorweg Deel 1 – Voorschriften). Bovendien ligt het spoor ca. 2,5 meter boven het bouwpeil van het project. Dit geeft een disbalans in de bouwputconstructie omdat de belasting vanuit de spoorzijde veel groter is dan de belasting vanuit de stadzijde

De vervorming van de bouwput mag maximaal 40 mm bedragen. Om dit te kunnen bereiken is gekozen voor de volgende variant:

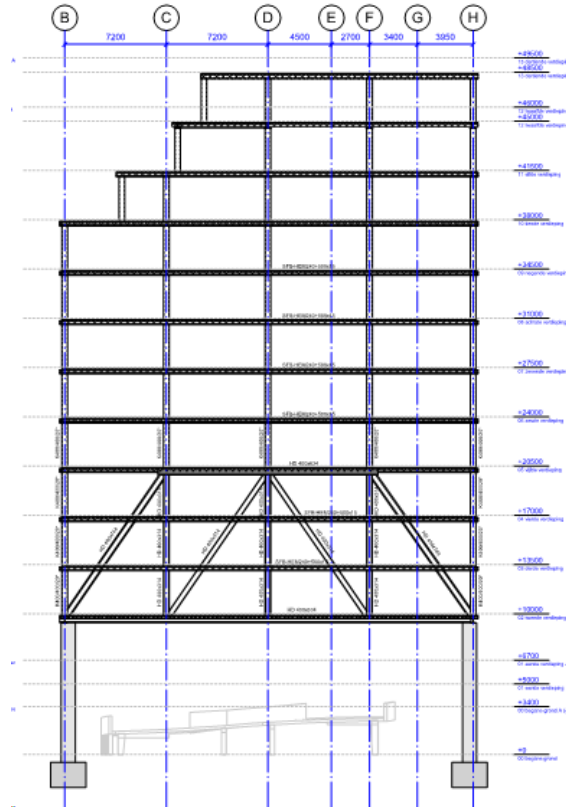
- Damwanden rondom waarbij de damwand langs het spoor als permanente damwand wordt uitgevoerd
- Permanente groutankers langs de spoorzijde om de disbalans in de bouwkuipconstructie op te heffen
- Onderwaterbetonvloer om de vervorming binnen de gestelde eisen te krijgen

Deze variant is uitgewerkt door Geobest in het Rapport: P55618-R004-V2-RBO Bouwkuipadvies en omgeving beïnvloeding.

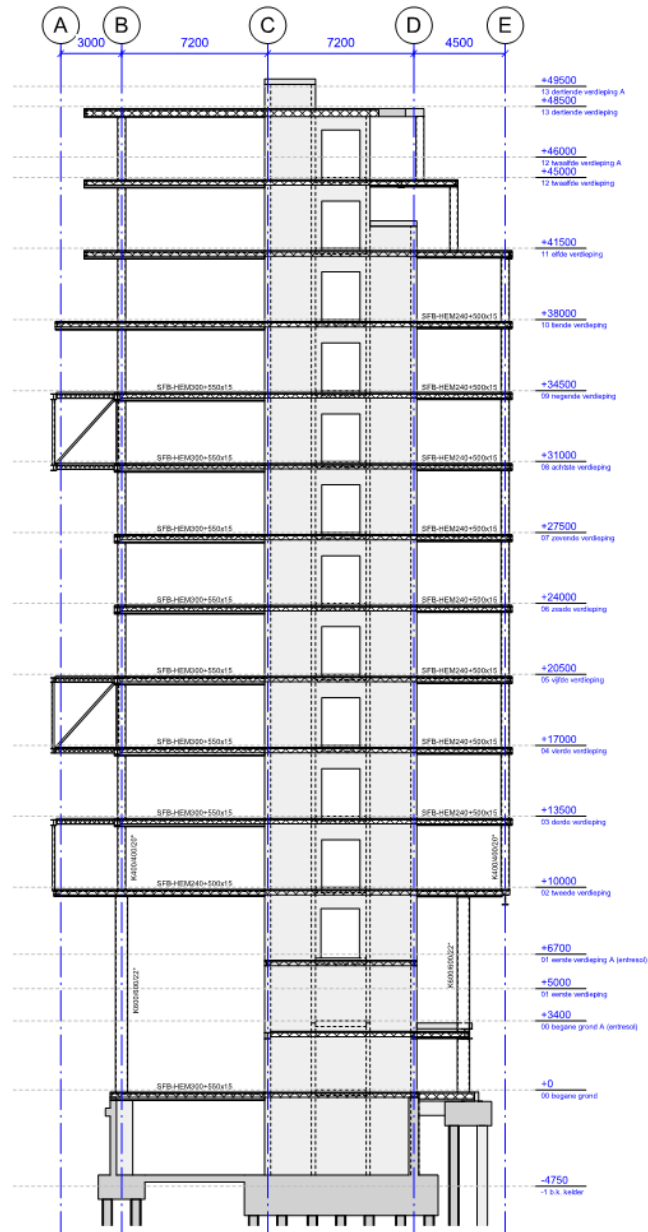
Specials:

Het gebouw heeft enkele speciale constructieve elementen in zich:

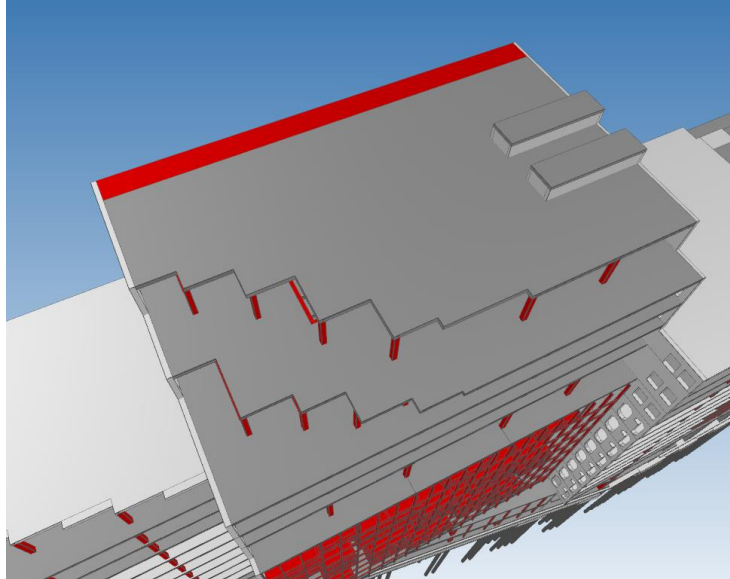
- *Overbouwen monumentale wokkel tussen as 1 en 7*
 - Tussen as 1 en 7 bevindt zich de monumentale wokkel die onderdeel uitmaakt van het Central post gebouw. Het opnemen van constructie in de nabijheid van de wokkel moet zoveel mogelijk worden vermeden. Daarom is gekozen voor 1 overspanning van ca. 30 meter over de wokkel heen d.m.v. 3 verdieping hoge vakwerken gemaakt van staalprofielen (zie figuur). Deze vakwerken zitten op de stramien 2 t/m 5 (zie figuur).



- *Serre gevels*
 - Op de langsgevels van bouwdeel B en C en de beide kopgevels heeft MVRDV serres ontworpen. Dit zijn als het ware “doosjes” die uitkragen vanuit de vloerconstructie. Constructief zijn dit verdieping hoge constructies die af geschoord worden naar de bovenliggende verdieping. Voor de Serregevels komen glasgevels die afgesteund worden op de “doosjes”

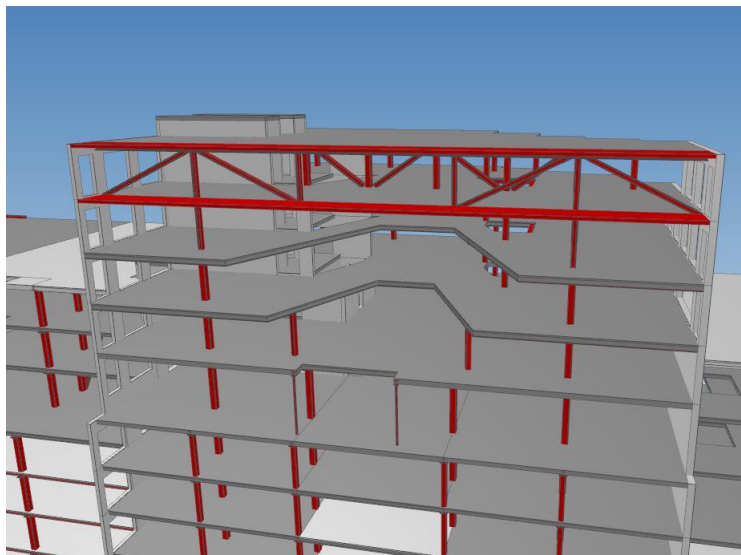


- *Suncuts*
 - Bij de hoger gelegen verdiepingvloeren worden de vloerranden op de hoeken naar boven toe steeds verder teruggelegd om de bezonning van de panden aan de overzijde van het spoor te handhaven. Deze 'suncuts' worden constructief opgevangen door kolommen op de hoeken die afsteunen op stalen liggers die de belastingen naar de liggers en kolommen op de stramienen brengen.



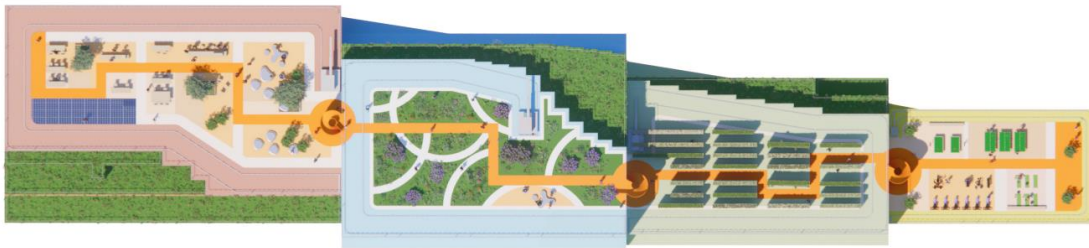
– *Het conferentiecentrum*

- De bovenste 4 bouwlagen van bouwdeel B bevatten het conferentiecentrum. Deze lagen kenmerken zich door grote vides in de vloeren. Deze 3 lagen worden conform de overige verdiepingen uitgevoerd met staalconstructie en kanaalplaatvloeren.



– *De daken*

- De daken krijgen speciale functies met een verhoogde dak belasting. Deze verhoogde belasting wordt veroorzaakt door een grondpakket van 60 cm en toepassing van een retentiedak, maar ook door de gebruiksfunctie. Voor de gewichtsberekening wordt de maatgevende situatie beschouwd.
- Boven het dak komt een pergola waarop PV panelen worden gemonteerd



A
F&B


B
English garden


C
Urban farming


D
Exercise


2.4. Algemene gegevens bouwwerk en omgeving

Peil	:	N.T.B. m + NAP
Maaiveld	:	0.00 m + NAP
Grondwaterstand	:	1.40 m - NAP (freatisch)

Sonderingen en funderingsadvies volgens rapport van P55618-R001-V4-RBO.

2.5. Toetsing

De constructie zal worden getoetst door BWT-Rotterdam. Daarnaast zal er ten aanzien van brand ook een toetsing plaatsvinden door BPC-Rotterdam. De invloed vanuit het spoor op de constructie wordt gecoördineerd en uitgerekend door Movares en getoetst door Prorail/TNO.

2.6. Gevolgklasse en betrouwbaarheidsklasse

Gevolgklasse	:	CC2 (tabel NB.20 - B1 NEN-EN 1990)
Ontwerplevensduurklasse	:	3 (50 jaar) (tabel NB.1 - 2.1 NEN-EN 1990)
Belastingcategorie	:	B - Kantoorruimtes C - Bijeenkomstruimtes H - Daken F - Verkeersruimte: voertuiggewicht \leq 30 kN G - Verkeersruimte: 30 kN < voertuiggewicht \leq 160 kN (tabel NB.2 - A1.1 NEN-EN 1990)

2.7. Gebruikte materialen

Volgens NEN-EN 1992-1-1:

Betonkwaliteit	In het werk gestort	:	C30/37 C35/45 C55/67
	Prefab	:	C55/67
Betonstaalsoort		:	B500 (volgens NEN 6008)

Volgens NEN-EN 1993-1-1:

Staal (sterkteklasse)	:	S355
Boutkwaliteit	:	8.8 Thermisch verzinkt
Ankerkwaliteit	:	4.6 Gerolde draad, met haak, tenzij anders vermeld
Uitvoeringsklasse (staal)	:	EXC2 (tabel C1 - NEN-EN 1993-1-1)

Volgens NEN-EN 1995-1-1:

Hout	Naaldhout	:	C18
------	-----------	---	-----

2.8. Robuustheid

NEN-EN 1991-1-7 geeft de in rekening te brengen buitengewone belastingen zoals stoot- en explosiebelastingen. Voorts voorziet deze norm in strategieën voor de bescherming van gebouwen tegen buitengewone belastingen in bijlage A.4. De toe te passen maatregelen variëren per gevolgklasse. Dit bouwwerk wordt t.b.v. robuustheid ingedeeld in CC2b

Gevolgklasse CC2b (risicogroep hoog)

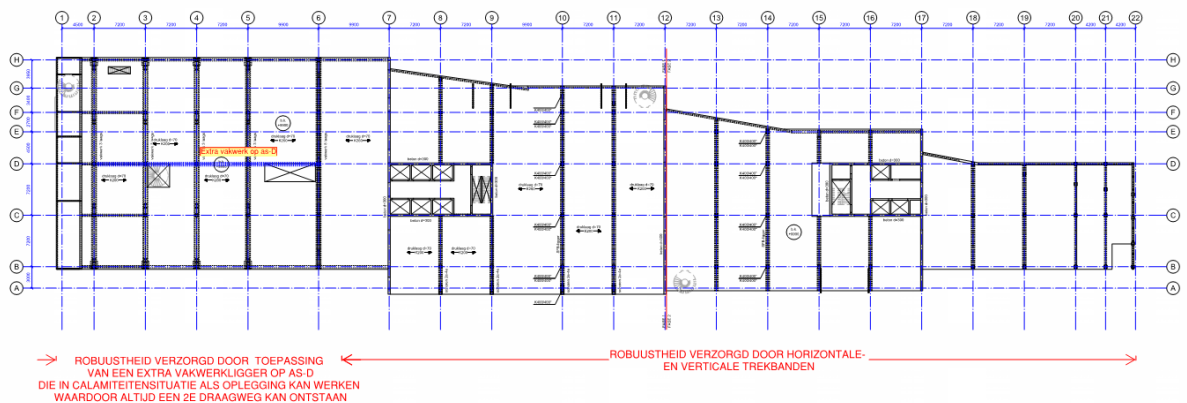
Op voorwaarde dat een gebouw is ontworpen, berekend en gebouwd overeenkomstig de regels opgenomen in NEN-EN 1990 t/m NEN-EN 1999 voor voldoende stabiliteit bij normaal gebruik is geen verdere specifieke beschouwing noodzakelijk voor buitengewone belastingen door onbekende oorzaken, mits aanvullende toepassing van:

- effectieve horizontale trekbanden
- verticale trekbanden in alle dragende kolommen en wanden

of

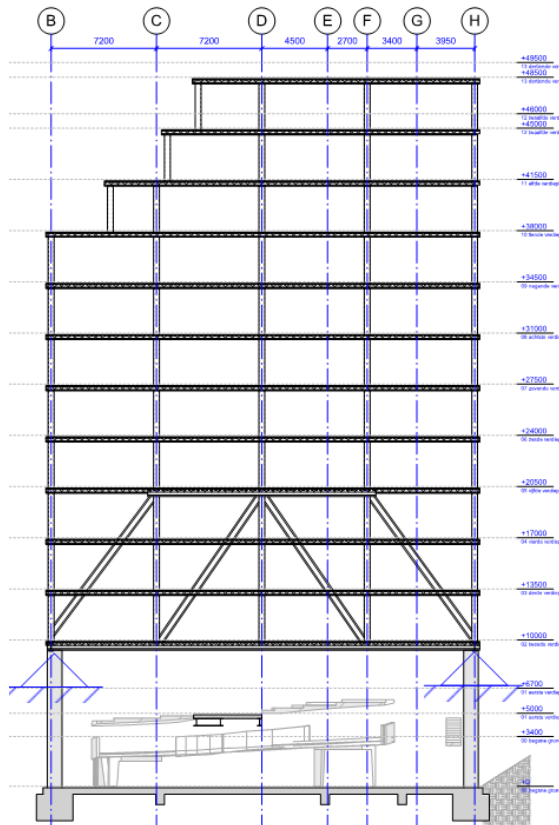
- tweede draagweg

Gecontroleerd moet worden of bij de denkbeeldige verwijdering van iedere dragende kolom en iedere ligger die een kolom ondersteunt, of een willekeurig deel van een dragende wand zoals gedefinieerd in NEN-EN 1991-1-7, art. A.7 de stabiliteit van het gebouw is verzekerd en of lokale schade een bepaalde grens niet overschrijdt.

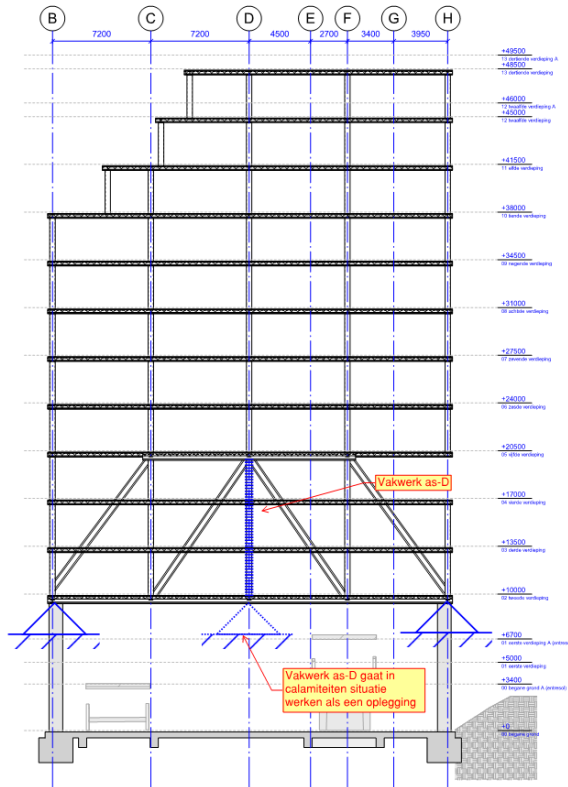


De robuustheid van de hoofdconstructie van het gebouw wordt van as-6 t/m as-22 verzorgd door effectieve horizontale- en verticale trekbanden (blok B, C en D). Stalen liggers worden doorlopend uitgevoerd. Waar een deling wordt toegepast wordt deze verbinding zo uitgevoerd dat deze de benodigde trekkracht van een trekband op kan nemen. De kolom-ligger verbinden worden robuust uitgevoerd en berekend op de benodigde trekkracht gehorende bij verticale trekbanden. De betonwanden van de kern worden gewapend met verticale trekbanden. De horizontale trekbanden worden in de ene richting verzorgd door de stalen liggers, in de andere richting worden deze verzorgd door zowel extra wapening in de druklaag als door de kanaalplaatwapening. De kanaalplaatwapening wordt ter plaatse van de oplegging robuust door gekoppeld stekken in opengehakte kanalen. Omdat op elk stramen minstens 4 kolommen dan wel kolommen+ wanden aanwezig zijn is de constructie middels de aanwezige trekbanden in staat om het bezwijken van 1 onderdeel op te vangen middels kabel-/membraamwerking.

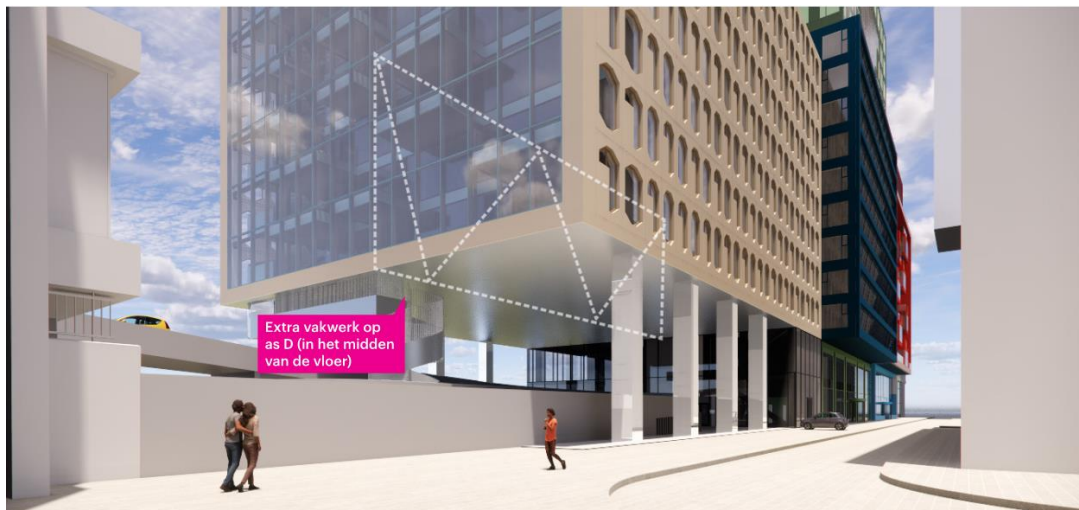
Ter plaatse van as-1 t/m as-5 (bouwdeel A) wordt het gebouw over bestaande bebouwing gebouwd. Constructief is dit opgelost met stalen vakwerken over meerdere verdiepingen die afsteunen op zware kolommen aan weerszijde van de bestaande bebouwing. Zie doorsnede tekening.



Het wegvallen van een van de vakwerkstaven of een van de kolommen aan weerszijden van de bestaande bebouwing is niet op te vangen met enkel horizontale en verticale trekbanden. Daarom wordt op as-D een extra vakwerklijger toegevoegd, loodrecht op de dragende vakwerkliggers. Door deze vakwerklijger in het midden van het gebouw over 3 verdiepingen te maken wordt voor de vakwerkliggers op as-2 t/m as-5 als het ware een (verborgen) 3^e steunpunt geïntroduceerd.



Het vakwerk op as-D brengt belastingen indien nodig van de ene vakwerkligger naar aangrenzende vakwerkliggers. Bezijkt een onderdeel van een vakwerkligger, dan wordt deze gesteund door het vakwerk op as-D die de belastingen naar de aangrenzende vakwerken brengt. Door dit extra steunpunt bezijken de vakwerken nooit in hun geheel. Ook het wegvallen van 1 van de zware hoofdkolommen wordt opgevangen middels een 2^e draagweg met de vakwerkligger op as-D. In hoofdstuk 6 van dit rapport is de werking van de 2^e draagweg voor blok A nader toegelicht en worden de mogelijke scenario's van het (denkbeeldig) wegvallen van een vakwerkstaaf of kolom weergegeven.



2.9. Brandwerendheid

2.9.1. Draagconstructie bij brand

Nieuwbouw

Een bouwconstructie bezwijkt niet, bij brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, binnen een termijn zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Overige functies

(Bijeenkomstfunctie, Gezondheidszorgfunctie, Industriefunctie, Kantoorfunctie, Onderwijsfunctie, Sportfunctie, Winkelfunctie, Overige gebruiksfunctie)

Het hoogste verblijfsgebied ligt :	Brandwerendheid	Reductie mogelijk
VG < 5,0 m	-	-
VG > 5,0 m	90 min.	Ja

Tabel: Overige functies

Indien de permanente vuurbelasting lager is dan 500 MJ/m^2 mag de brandwerendheidseis bekort worden met 30 min, als dit in de tabel is aangegeven. Dit dient met een berekening onderbouwd te zijn.

Het hoogste verblijfsgebied t.o.v. meetniveau¹ : **60 m + Peil**

Vanwege beperkte vuurlast en de aanwezigheid van sprinklers mag de brandwerendheid met 30 minuten gereduceerd worden. Dit betekent dat een bouwconstructie bij brand niet bezwijkt binnen **60** minuten. Hierbij moet worden uitgegaan van de buitengewone belasting combinaties die volgens Eurocode 0 kunnen optreden bij brand.

Volgens het bouwbesluit 2012 geldt voor een vloer, trap of hellingbaan waarover of waaronder een vluchtroute voert, een minimale brandwerendheidseis van 30 minuten. Verder dient de bouwconstructie in scheidingen van brandcompartimenten minimaal de brandwerendheid te bezitten die voor de compartimentsscheiding benodigd is.

De brandwerendheidseisen van de constructie die volgen uit brandveiligheid i.v.m. vluchten, compartimentering en dergelijke, dienen door de brandveiligheidsadviseur te worden bepaald. Ook dient deze partij het constructief ontwerp hierop te toetsen.

Het gebouw ligt in een plasbrandaandachtsgebied. Brandveiligheidsadviseur LBP | Sight heeft onderzocht of de brandwerendheid van de constructie hiervoor moet worden verhoogd. Dit blijkt niet het geval. Een brandwerendheidseis van 60 minuten is voldoende. Zie ook rapport R007_02_L230660_Rapport brandveiligheid t.b.v. aanvraag omgevingsvergunning.

Zoals in paragraaf 2.3. (Pag. 6) is aangegeven, is het gebouw constructief en functioneel 1 gebouw en dientengevolge is het tijdens en na brand ook 1 gebouw. Dit principe dient door de opdrachtgever met BPC-Rotterdam gedeeld worden.

¹ hoogte van het aansluitende terrein, gemeten ter plaatse van de toegang van het gebouw

2.9.2. Benodigde maatregelen t.b.v. brandwerendheidseis

De brandwerendheidseis zoals benoemd in de vorige paragraaf kan op diverse manieren worden gerealiseerd. Binnen dit project is gekozen voor een combinatie van oplossingen:

- De stalen kolommen worden met beton gevuld en waar nodig voorzien van wapening.
- De stalen kolommen en liggers worden omkleed met een brandwerende (stootvaste)beplating. De definitieve plaatdiktes worden door de leverancier bepaald.
- Diagonalen en andere staalprofielen die in het zicht blijven worden voorzien van een brandwerende coating of brandwerend bekleed. Indien brandwerende coating wordt toegepast dient deze aangebracht te worden conform “Kwaliteitsrichtlijn applicatie brandwerende coating, Bouwen met Staal”.
- De onderflenzen en eventuele zijkanen van de geïntegreerde stalen liggers dienen brandwerend te worden bekleed of geschilderd.
- Voor de betonnen elementen dient de brandwerendheidseis te worden meegenomen in de constructieve berekening van het desbetreffende onderdeel.
- Kanaalplaten met druklagen dienen te worden uitgewerkt conform de laatste ontwerp-aanbevelingen van BFBN Betonproducten dd. november 2015.

Indien de toplaagdikte groter is dan de gestelde eis zijn maatregelen benodigd. De toplaagdikte is het totaal van de druklaag t.p.v. het midden van de overspanning en eventuele cementgebonden afwerklaag, tenzij samenwerking wordt verhinderd.

Eis aan de toplaagdikte t zodat geen maatregelen benodigd zijn:

	kanaalplaatdikte			
	200 mm	260 mm	320 mm	400 mm
CC1	geen maatregelen benodigd ongeacht de toplaagdikte			
CC2a				
CC2b	$t \leq 50 \text{ mm}$	$t \leq 65 \text{ mm}$	$t \leq 80 \text{ mm}$	$t \leq 100 \text{ mm}$
CC3	druklaag zonder hechtende afwerklaag: $\leq 60-50-60$	druklaag zonder hechtende afwerklaag: $\leq 75-65-75$	druklaag zonder hechtende afwerklaag: $\leq 95-80-95$	druklaag zonder hechtende afwerklaag: $\leq 120-100-120$

In dit project worden bij zowel kanaalplaten 260mm als kanaalplaten 200mm een druklaag van 70mm toegepast. Aangezien er bij dit project een sprinklerinstallatie wordt toegepast is dat akkoord zonder aanvullende voorzieningen.

2.10. Doorbuiging

De Eurocode 0 geeft eisen en de bepalingsmethode voor doorbuiging in NEN-EN 1990:2011 A1.4.3. In onderstaande tabel worden de aangehouden uitgangspunten weergegeven.

Eisen aan verticale vervormingen van daken en vloeren		
constructieonderdeel	bijkomend w_2+w_3	totaal w_{max}
vloeren die scheurgevoelige (scheidings)wanden dragen (waaronder gevelstroken) bij uitkragingen	$\leq 0,002L_{rep}$ $\leq 15\text{mm}$ $\leq 10\text{mm}$	$\leq 0,004L_{rep}$
overige vloeren en daken die intensief door personen worden gebruikt	$\leq 0,003L_{rep}$	$\leq 0,004L_{rep}$
overige daken	$\leq 0,004L_{rep}$	$\leq 0,004L_{rep}$

Eisen aan horizontale vervormingen		
constructieonderdeel	bijkomend w_3	totaal w_{max}
gebouw per laag meerlaagsgebouw		H / 300 H / 500
vloerafscheidingen ter plaatse van een hoogteverschil	$\leq 0,0067L_{rep}$ $\leq 20\text{mm}$	

2.11. Milieuklasse betonconstructies

In onderstaande tabel zijn de van toepassing zijnde milieuklassen weergegeven.

onderdeel	situatie	zijde	milieuklasse	opmerking
vloer	binnen		XC1	
vloer	binnen	boven	XC3 , XD1	parkeren
vloer	buiten	boven	XC4 , XD3 , XF4	parkeren/bedrijfsvloer
vloer	buiten	onder	XC3	
balk	binnen	rondom	XC1	
funderingsbalk	buiten	rondom	XC3	
poer	buiten	rondom	XC3	
kolom	binnen	rondom	XC1	
kolom	binnen	rondom	XC3, XD1	kelder
kolom	buiten	rondom	XC4, XF1	
wand	binnen	voor/achter	XC1	
wand	buiten	voor/achter	XC3	kelder/in de grond
wand	buiten	voor/achter	XC4, XF1	

3. Belastingen

3.1. Belastingaannames

Belastingaannname volgens NEN-EN 1991-1-1 & 3

Belastingen op onderdeel ...

Daken en vloeren		p.b.	v.b.		ψ_0	ψ_1	ψ_2
<i>dakvloer 1 - blok A en D</i>							
zonnepanelen (50 kg/m ²)		0,50					
staalconstructie dak		0,20					
grondpakket		3,00					
beton gewapend	h: 70 mm	1,75					
kanaalplaat h=320 mm		4,45					
verplaatsbare scheidingswanden	geen						
C5-grote mensenmassa's			5,00				
		p rep: 9,90	5,00	kN/m ²	0,4	0,7	0,6
<i>dakvloer 2 - blok B en C</i>							
zonnepanelen (50 kg/m ²)		0,50					
staalconstructie dak		0,20					
grondpakket		11,30					
beton gewapend	h: 70 mm	1,75					
kanaalplaat h=320 mm		4,45					
verplaatsbare scheidingswanden	geen						
Hemelwater-retentiedak			2,00				
		p rep: 18,20	2,00	kN/m ²	0	0	0
<i>verdiepingsvloer K260</i>							
zandcement	h: 70 mm	1,40					
beton gewapend	h: 70 mm	1,75					
kanaalplaat h=260 mm		3,85					
verplaatsbare scheidingswanden	onderdeel van VB						
B-kantoorruimten, vrij indeelbaar			4,00				
		p rep: 7,00	4,00	kN/m ²	0,5	0,5	0,3
<i>verdiepingsvloer K260 - blok B 12e-15e verd</i>							
zandcement	h: 70 mm	1,40					
beton gewapend	h: 70 mm	1,75					
kanaalplaat h=260 mm		3,85					
verplaatsbare scheidingswanden	onderdeel van VB						
C5-grote mensenmassa's			5,00				
		p rep: 7,00	5,00	kN/m ²	0,4	0,7	0,6
<i>verdiepingsvloer K200</i>							
zandcement	h: 70 mm	1,40					
beton gewapend	h: 70 mm	1,75					
kanaalplaat h=200 mm (Dycore 200/€)		3,50					
verplaatsbare scheidingswanden	onderdeel van VB						
B-kantoorruimten, vrij indeelbaar			4,00				
		p rep: 6,65	4,00	kN/m ²	0,5	0,5	0,3
<i>verdiepingsvloer K200- blok B 12e-15e verd</i>							
zandcement	h: 70 mm	1,40					
beton gewapend	h: 70 mm	1,75					
kanaalplaat h=200 mm (Dycore 200/€)		3,50					
verplaatsbare scheidingswanden	onderdeel van VB						
C5-grote mensenmassa's			5,00				
		p rep: 6,65	5,00	kN/m ²	0,4	0,7	0,6

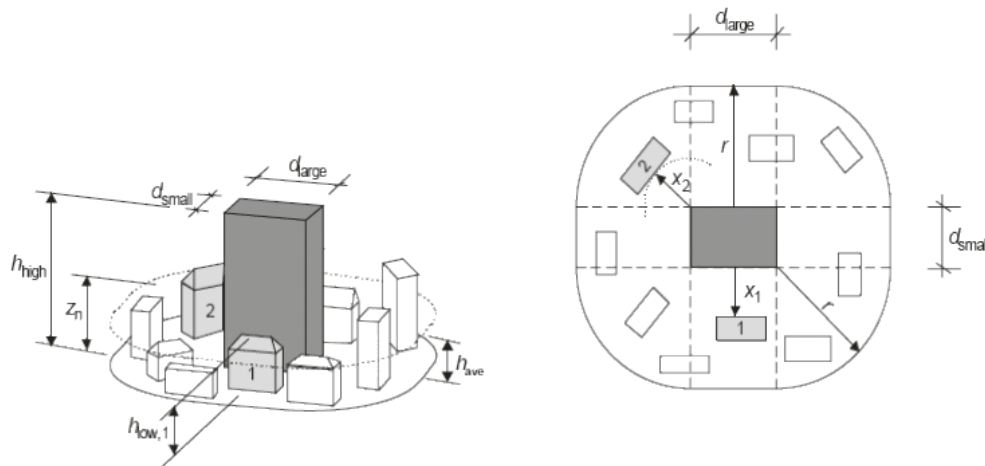
Belastingaannee volgens NEN-EN 1991-1-1 & 3

bgg vloer K260						
zandcement	h:	70 mm	ρ rep: 20	1,40		
beton gewapend	h:	70 mm	ρ rep: 25	1,75		
kanaalplaat h=260 mm				3,85		
verplaatsbare scheidingswanden	onderdeel van VB					
C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen					5,00	
			p rep:	7,00	5,00 kN/m ²	0,4 0,7 0,6
bgg vloer K200						
zandcement	h:	70 mm	ρ rep: 20	1,40		
beton gewapend	h:	70 mm	ρ rep: 25	1,75		
kanaalplaat h=200 mm (Dycore 200/ε)				3,50		
verplaatsbare scheidingswanden	onderdeel van VB					
C3-zonder obstakels voor rondlopende mensen					5,00	
			p rep:	6,65	5,00 kN/m ²	0,4 0,7 0,6
keldervloer						
beton gewapend	h:	350 mm	ρ rep: 25	8,75		
verplaatsbare scheidingswanden	geen					
F (lichte voertuigen lichter dan 25 kN)					2,00	
			p rep:	8,75	2,00 kN/m ²	0,7 0,7 0,6
Gevels en wanden						
gevel						
binnenblad HSB				0,50		
HSB met lichte afwerking				1,00		
			Bruto	1,50	kN/m ²	
			Raamopeningen	30 %		
			Netto p rep:	1,20	kN/m ²	
gevel-zwaar						
beton gewapend	d:	400 mm	ρ rep: 25	10,00		
metselwerk	d:	100 mm	ρ rep: 20	2,00		
			Bruto	12,00	kN/m ²	
			Raamopeningen	20 %		
			Netto p rep:	9,70	kN/m ²	
Tussenwanden						
beton gewapend	d:	250 mm	ρ rep: 25	p rep: 6,25	kN/m ²	
beton gewapend	d:	300 mm	ρ rep: 25	p rep: 7,50	kN/m ²	
beton gewapend	d:	400 mm	ρ rep: 25	p rep: 10,00	kN/m ²	
beton gewapend	d:	450 mm	ρ rep: 25	p rep: 11,25	kN/m ²	
binnenblad HSB				p rep: 0,50	kN/m ²	
Staalprofielen						
stalen profiel ± 150 kg/m				1,5	kN/m	
Betonprofielen						
beton gewapend	balk	b: 1000 mm	ρ rep: 25	p rep: 12,5	kN/m	
		h: 500 mm				
beton gewapend	kolom	b: 1000 mm	ρ rep: 25	p rep: 25,0	kN/m	
		h: 1000 mm				
beton gewapend	poer	b: 2300 mm	ρ rep: 25	p rep: 103,5	kN/m	
		h: 1800 mm				

3.2. Windbelasting

3.2.1. Invloed nabij gelegen gebouwen

In de toekomst komt er mogelijk een gebouw van $h=200\text{m}$ in de buurt van het gebouw te staan. Hier moet rekening mee worden gehouden voor de toekomstige windbelasting, Daarom wordt op basis van NEN-EN-1991-1-4 A.4 een analyse gemaakt.



Figuur A.4 — Invloed van een hoog gebouw op twee verschillende nabijgelegen bouwwerken (1 en 2)

Hoge gebouw: $h=200\text{m}$; $d_{\text{small}} = 23,5\text{m}$; $d_{\text{large}} = 37,5\text{m}$

Afstand tot nieuwbouw: $x = 7\text{m}$

$h/d_{\text{large}} > 2 \rightarrow r = 2 * d_{\text{large}} = 75\text{m}$

$x = 7\text{m} < r=75\text{m} \rightarrow z_n = \frac{1}{2}r = 37,5\text{m}$

$z_e = 60\text{m} > z_n = 37,5\text{m}$

De toekomstige hoogbouw heeft geen effect op de rekenwaarde van de windbelasting op het gebouw.

3.2.2. windbelasting

gebied II ; onbebouwd (ongunstige aanname i.v.m. ligging aan het spoor) $h=60\text{m}$

$q_p = 1,45 \text{ kN/m}^2$

3.3. Sneeuwbelasting

Er wordt voor daken gerekend met verhoogde (herverdeelde) sneeuwbelasting door de aanwezigheid van hoge dakranden. In de overige gevallen is de veranderlijke belasting groter dan de sneeuwbelasting.

3.4. Belastingen t.p.v. afscheidingen voor niveauverschillen

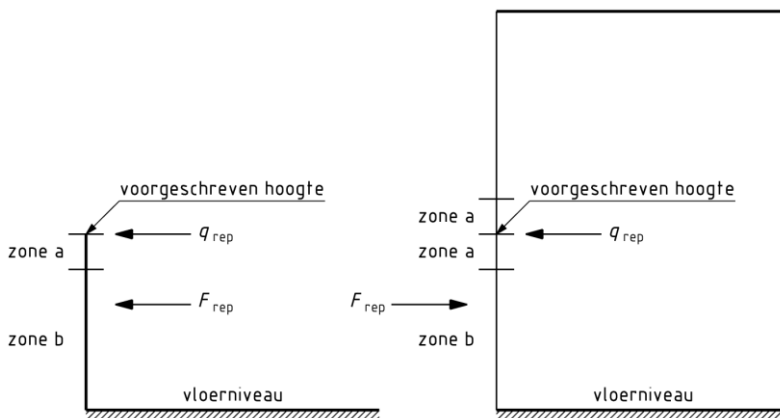
Conform artikel 2.17 bouwbesluit 2012 is een afscheiding benodigd bij niveauverschillen van meer dan 1 meter.

Indien een vloerafscheiding is voorgeschreven ter plaatse van een hoogteverschil met de aansluitende vloer, het aansluitende terrein of het aansluitende water, dan moet ten minste afzonderlijk een lijnlast (q_k) en een geconcentreerde belasting (F_k) zijn aangehouden.

Aan de zijde van de vloerafscheiding waar zich geen vloer bevindt, mag worden volstaan met de helft van de waarde.

Belaste oppervlakken volgens tabellen NB.1-6.2 t.m. NB.4-6.10	Belasting bij voorgeschreven zone en met bijbehorende tijdsduur			
	q_k	F_k		
	Voorgeschreven hoogte of zone a ^a	Voorgeschreven hoogte of zone a ^a	Zone b ^a	Zone a + b ^a
Klasse C5	3,0 kN/m	1,0 kN	0,7 kN	0,5 kN ^b
Klasse F en G	0,8 kN/m ^e	1,0 kN	1,0 kN	0,5 kN ^b
Overige klassen	0,8 kN/m	1,0 kN	0,7 kN	0,5 kN ^b

Tabel: Belastingen t.p.v. afscheidingen voor niveauverschillen



Figuur: Zones en voorgeschreven hoogten belastingen t.p.v. afscheidingen (figuur NB.1)

^a Voor zones zie bovenstaand figuur NB.1.

^b Deze belasting is niet van toepassing op afscheidingen langs trappen.

^c In zone b mag bij plaatconstructies een afstand van 250 mm tussen de rand van de plaat en het zwaartepunt van de last worden aangehouden, op voorwaarde dat zich op een afstand van maximaal 100 mm van de rand van de plaat een balustrade of ander draagkrachtig element bevindt. Bij plaatconstructies met een of meer afmetingen kleiner dan 500 mm moet worden aangenomen dat het zwaartepunt van de last in het midden van deze kleine afmeting ligt.

^d Waarbij de groep van niet-gemeenschappelijke ruimten, gelegen binnen de omhullende ruimte van een andere gebruiksruimte die bijdraagt aan het functioneren van de beschouwde gebruiksfunctie, buiten beschouwing blijft.

^e Zie voorts bijlage B van NEN-EN 1991-1-1+C1+C11:2019 voor de horizontale karakteristieke kracht F (in kN), loodrecht op en gelijkmatig verdeeld over elke lengte van 1,5 m van een kering in

een parkeergarage, wanneer tussen partijen is vastgelegd dat die kering volgens deze bijlage tegen de botsing van een voertuig bestand moet zijn.

3.5. Bijzondere belastingen

3.5.1. Stootbelastingen op de ondersteunende onderbouw

De rekenwaarde van de equivalente statische kracht moet zijn ontleend aan tabel 4.1. Deze krachten mogen zijn vermenigvuldigd met $\sqrt{1 - d / d_b}$ waarin d de afstand is van het midden van de rijbaan tot het botsingspunt en d_b is gegeven in onderstaande tabel NB.1 – 4.1.

Verkeerscategorie		F_{dx}^a kN	F_{dy}^a kN	d_b m
Wegen in stedelijke gebieden		1000	500	10
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	50	4
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	100	5

^a x = normale rijrichting, y = loodrecht op de normale rijrichting.

Tabel: Stootbelasting ondersteunde onderbouw

Het aangrijpingspunt van de resultante van de belasting ligt op 1,5 m voor vrachtwagens en 0,5 m voor personenauto's boven het wegooppervlak. Voor de afmetingen van het aangrijpingsoppervlak van de belasting moet zijn aangehouden:

hoogte x breedte = 0,25 m x breedte van de kolom, met een maximum van 1,0 m.

Stootbelasting van vrachtwagens in de Schiestraat

Langs het gebouw loopt de Schiestraat. In deze straat mag deels 50km/h gereden worden. De straat is ca. 5,7m breed en kan, hoewel er geen belijning is, gebruikt worden in twee richtingen. Uitgaande van 2 passerende auto's en een fictieve rijbaanbreedte van 0,5*5,7m is de afstand van het midden van de rijbaan tot de gevelkolommen bepaald. Deze is $d = 5,9m$. Zie bijgevoegde schets op de volgende pagina.

De straat is toegankelijk voor vrachtwagens. De maatgevende stootbelasting op de randkolommen aan de Schiestraatzijde is daarom belasting door vrachtwagens.

Botsbelasting op gevelkolommen as-B langs de Schiestraat:

Evenwijdig aan rijrichting:
$$F_{dx} = \sqrt{1 - \frac{5,9}{10}} * 1000 = 641 \text{ kN}$$

Loodrecht op rijrichting:
$$F_{dy} = \sqrt{1 - \frac{5,9}{10}} * 500 = 321 \text{ kN}$$

Deze belastingen worden meegenomen in de berekening van de kolommen.

Stootbelasting van vrachtwagens bij laden en lossen

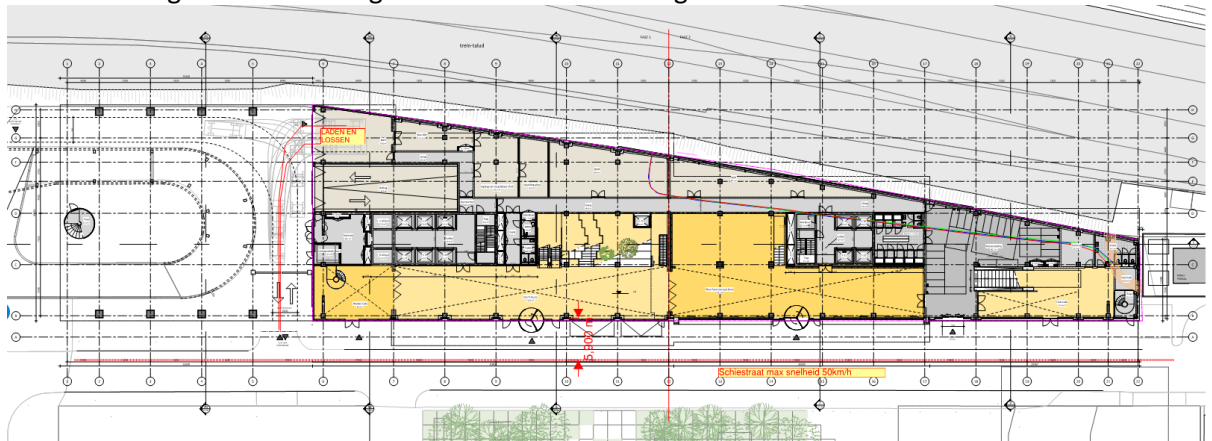
De laad en los plaats ligt na de inrit van de parkeergarage op de aanvoerstrook naar de garage. De parkeergarage is niet geschikt voor vrachtwagens maar de laad- en los plaats wel. in de meest ongunstige situatie is er geen afstand tussen rijbaan en kolom

Botsbelasting op kolommen as-5 en as-6 langs de aanvoerroute van laden en lossen:

Evenwijdig aan rijrichting: $F_{dx} = 200 \text{ kN}$

Loodrecht op rijrichting: $F_{dy} = 100 \text{ kN}$

Deze belastingen worden meegenomen in de berekening van de kolommen.



3.5.2. Stootbelasting door treinen

Het gebouw ligt verder dan 10meter vanaf het spoor. Er hoeft derhalve geen rekening te worden gehouden met stootbelasting door treinen. Zie handboek technische voorschriften voor werken en werkzaamheden op, boven, onder en nabij de spoorweg Deel 1 – Voorschriften van ProRail.

3.5.3. Stootbelastingen op de bovenbouw

De belasting F_{dx} moet aangrijpen tegen de zijkant van de bovenbouw op de meest ongunstige plaats boven de desbetreffende onderdoor gaande rijbaan, werkend evenwijdig met de weg van die rijbaan. De rekenwaarde van de equivalente statische krachten moet zijn ontleend aan onderstaande tabel NB.2 – 4.2.

Verkeerscategorie		F_{dx}^a [kN]	$F_{a,\beta}$ [kN]
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	

^a x = normale rijrichting.

^a x = normale rijrichting.

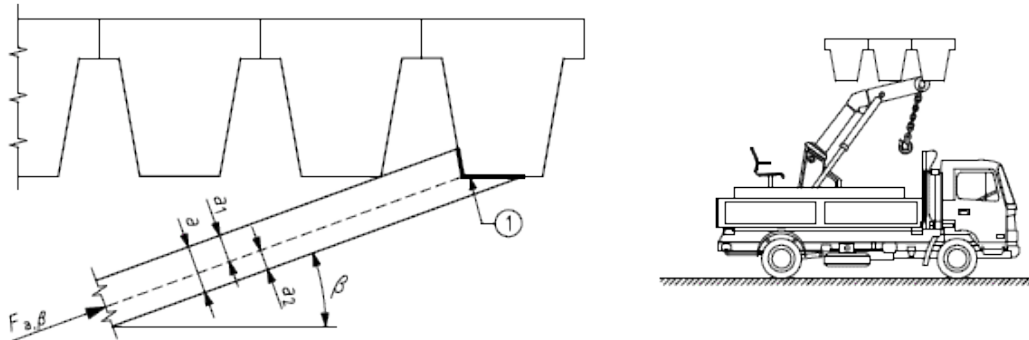
Tabel: Stootbelasting op bovenbouw

Voor de afmetingen van het aangrijpingsoppervlak van de belasting moet zijn aangehouden:

hoogte x breedte = 0,25 m x 2,0 m

De belasting $F_{d,\beta}$ moet aangrijpen tegen de onderkant van de bovenbouw op de meest ongunstige plaats boven de desbetreffende onderdoor gaande rijbaan. De belasting werkt in een verticaal vlak evenwijdig met de wegas van die rijbaan onder de meest ongunstige hoek β . Hierbij is β de hoek tussen de horizontaal en de in de rijrichting omhooggerichte belasting waarvoor geldt:

$$0^\circ \leq \beta \leq 30^\circ.$$



Verklaring

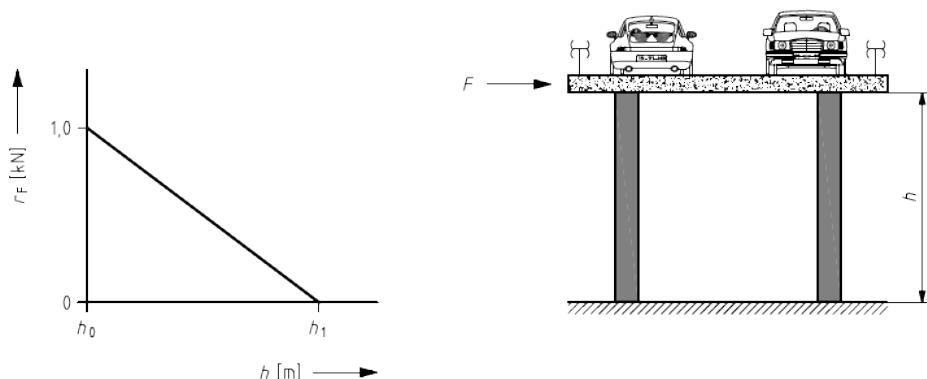
- $F_{a,\beta}$ belasting onder een hoek β bij aanrijding
 β hoek onder horizontaal en de in de rijrichting omhoog gerichte belasting bij aanrijding
 1 theoretische aangrijpingsvlak
 a, a_1, a_2 hoogte van de werkzame oppervlakte van de kracht en gedeelten van die hoogte

Figuur: Toelichting aangrijpen kracht op bovenbouw

Voor de afmetingen van het aangrijpingsoppervlak van de belasting, gemeten loodrecht op de werkrichting van de belasting, moet zijn aangehouden:

$$\text{hoog x breedte} = 0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}.$$

De belasting $F_{a,\beta}$ grijpt wrijvingsloos aan tegen de zijkant en de onderkant van de bovenbouw. Op de zijkant werkt een loodrechte kracht ter grootte van $(a_1/a)F_{a,\beta}$.
 Op de onderkant werkt een verticale kracht ter grootte van $(a_2/a)F_{a,\beta} \sin \beta$.



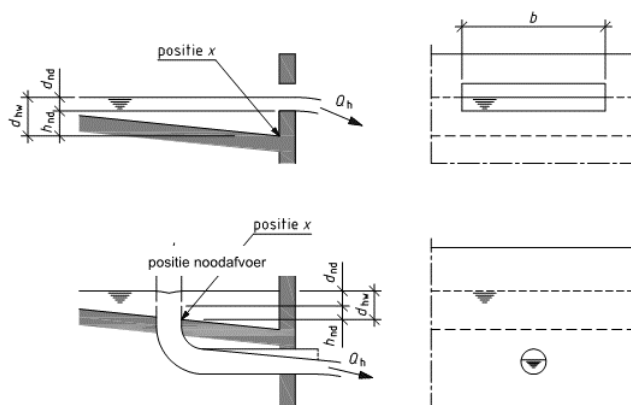
Figuur: Toelichting reductiefactor voor $h_0 \leq h \leq h_1$

Voor $h_0 \leq h \leq h_1$ mag de rekenwaarde van de stootbelasting zijn vermenigvuldigd met een reductiefactor factor r_F gegeven in bovenstaande figuur, waarbij $h_0 = 4,8 \text{ m}$ en $h_1 = 7,0 \text{ m}$.

3.6. Regenwaterbelasting

(overzicht toevoegen)

Ter voorkoming van wateraccumulatie dienen voldoende voorzieningen te worden getroffen in de vorm van voldoende afschot en een noodafvoersysteem of noodoverlopen in de gevels. Voor de constructie wordt rekening gehouden met een maximale belasting uit regenwater van **2,0 kN/m²**



Voor dit project betekent dit dat er aan beide zijden van het dak ca. 2% van de gevellengte aan noodoverlopen nodig is als deze worden aangebracht op het laagste punt van het dak, volgens onderstaande uitgangspunten.

Retentie dak

Onder de daktuin worden retentiekragen geplaatst waar 81 mm water in kan komen. Dit moet afgestemd worden in combinatie met de nood overstorten. Verdere uitwerking hiervan volgt in de TO fase van het project.

4. Stabiliteit

Door een dilatatie op as-12 is het gebouw opgesplitst in twee delen, fase 1 en fase 2. Fase 1 wordt in langsrichting gestabiliseerd door de betonnen kern op a 7-9 C-D. In dwarsrichting wordt fase 1 gestabiliseerd door betonnen stabiliteitswanden op as-7 en as-12 en een stalen stabiliteitswand op as-6. De verdiepingsvloeren brengen de windlasten middels schijfwerking naar de stabiliteitswanden en kern. Voor schijfwerking zijn de kanaalplaten voorzien van een gewapende druklaag. Aanvullend zijn stalen randliggers toegepast t.b.v. de van de opvang van de gevels die tevens werken als trekbanden (stalen ligger blok A op as-B, as-F en as-H, bij blok B op as-A, as-B en as-F. Zie ook plattegrondtekeningen Swinn).

Fase 2 wordt in langsrichting gestabiliseerd door de betonnen kern op a 14-16 C-D. In dwarsrichting wordt fase 2 gestabiliseerd door betonnen stabiliteitswanden op as-12 en as-17 en een stalen stabiliteitswand op as-21. Wand as-12 is gedilateerd ten opzichte van fase 2 maar kan middels dwarskrachtdeuvels toch fase 2 horizontaal steunen in dwarsrichting. Ook hier worden de windlasten middels schijfwerking door de vloeren naar de stabiliserende elementen gebracht. Kanaalplaten zijn voorzien van een druklaag en er zijn stalen randliggers toegepast (bij blok C op as-B en as-E, bij blok D op as-B en as-D).

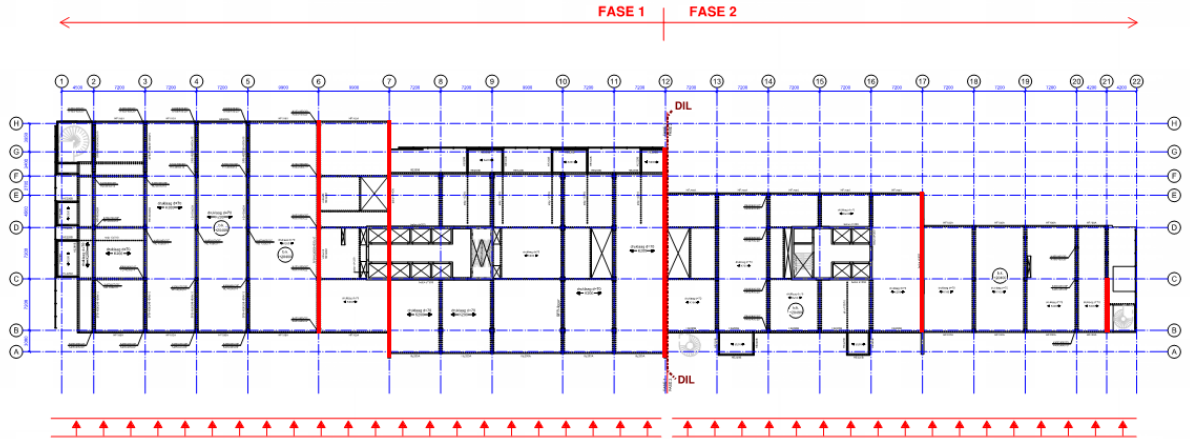
Bijzonderheden:

- Doordat blok A van fase 1 boven de monumentale wokkel wordt gebouwd is er ter plaatse van as-1 t/m as-5 geen ruimte om een stabiliteitswand te maken. De eerste mogelijkheid is op as-6, bijna halverwege fase 1. Horizontaal gezien kraagt het gebouw dus uit vanaf as-6, waardoor bijna alle windbelasting in dwarsrichting op fase 1 wordt hierdoor in het midden van het gebouw opgenomen. Daarom zijn zowel as-6 als as-7 als stabiliteitswand uitgevoerd. De uitkraging betekent ook dat de horizontale verplaatsingen ter plaatse van as-1, het uiteinde van de uitkraging ca.1,5 a 2 keer zo groot is als de horizontale verplaatsing bij as-6 en as-7. Om te voldoen aan de eis voor horizontale verplaatsing van $1/500H$ ter plaatse van as-1 mag de horizontale verplaatsing ter plaatse van as-6 en as-7 niet meer zijn dan ca. $1/1000H$.
- De 3 verdiepingen hoge vakwerkliggers op as 2 t/m as-5 zijn ook in horizontale richting vormvast. Door hun hoge stijfheid kunnen ze hierdoor horizontale windbelasting naar zich toe gaan trekken wat extra belasting op vakwerken en onderliggende kolommen kan geven

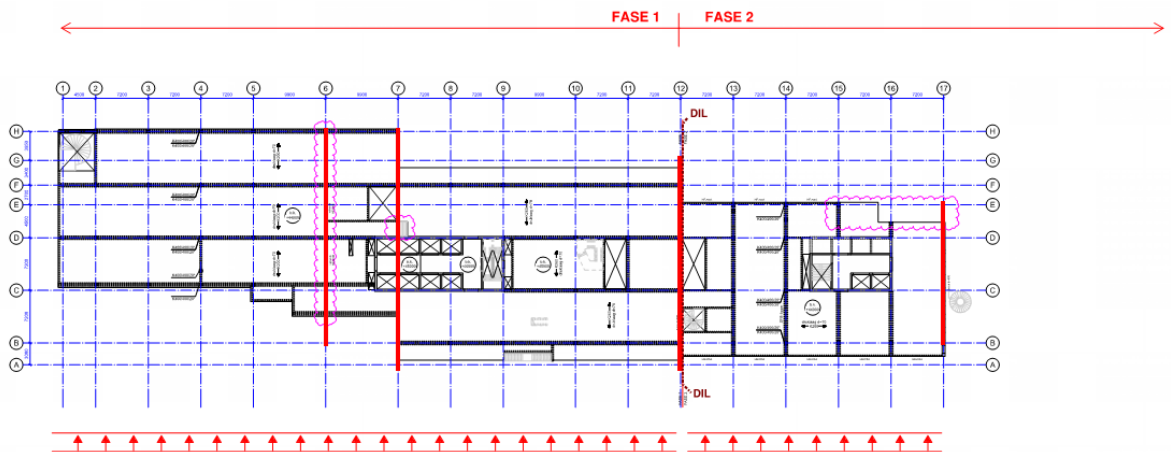
Om de effecten van bovenstaande bijzonderheden in kaart te brengen is een 3D-model opgesteld met het eindige elementenpakket Scia. Hiermee kunnen de horizontale verplaatsingen bij blok A as-1 worden bepaald en de optredende krachten in de vakwerkliggers ten gevolge van windbelastingen. De bevindingen uit het 3D-model worden meegenomen in de Gewichts- en Stabiliteitsberekening en de Dimensioneringsberekeningen.

Op de volgende pagina's zijn een aantal schema's toegevoegd ter verduidelijking van de stabiliteitswerking, en het 3D model.

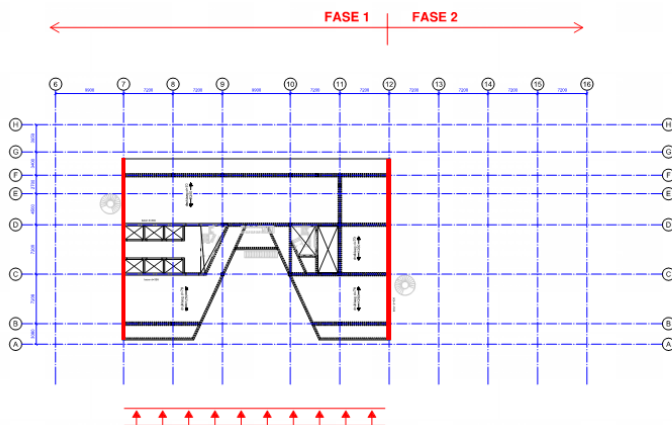
Nadere uitwerking van het stabiliteitssysteem waarbij excentriciteit, aanpendelende belasting en detaillering worden opgenomen in de stabiliteitsberekening die in een later stadium zal worden ingediend.



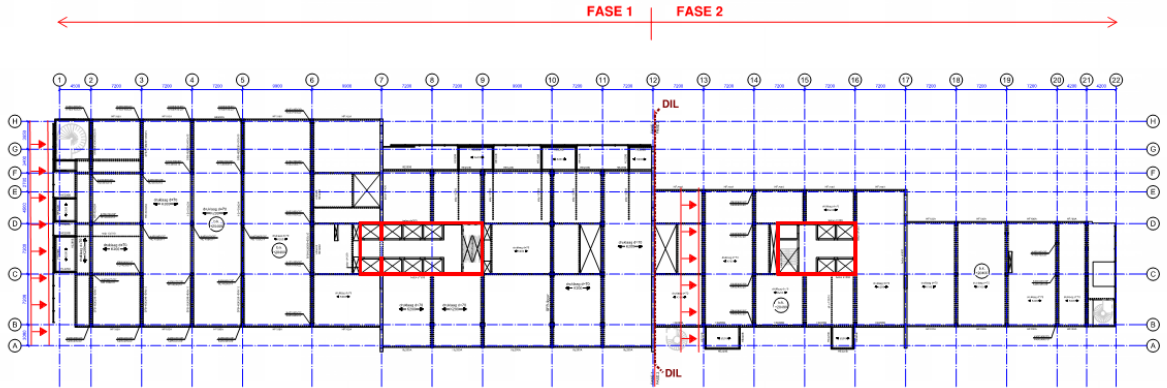
Schets wind in dwarsrichting verd 2 t/m 11



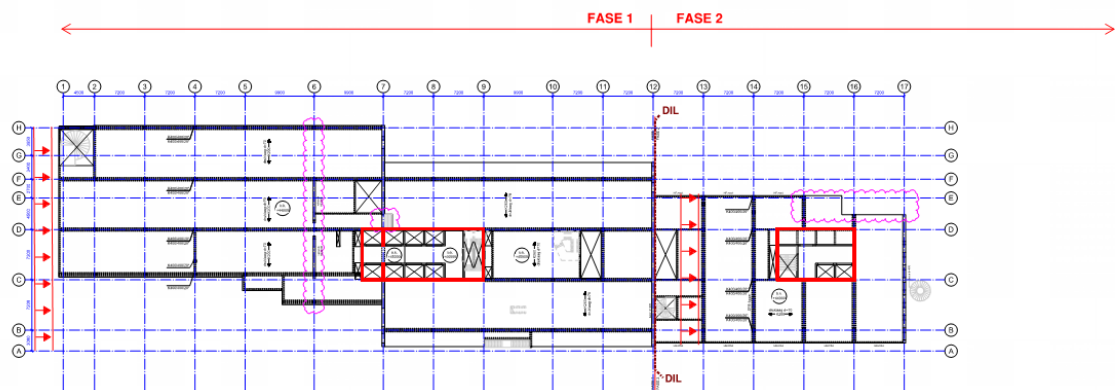
Schets wind in dwarsrichting verd 12 en 13



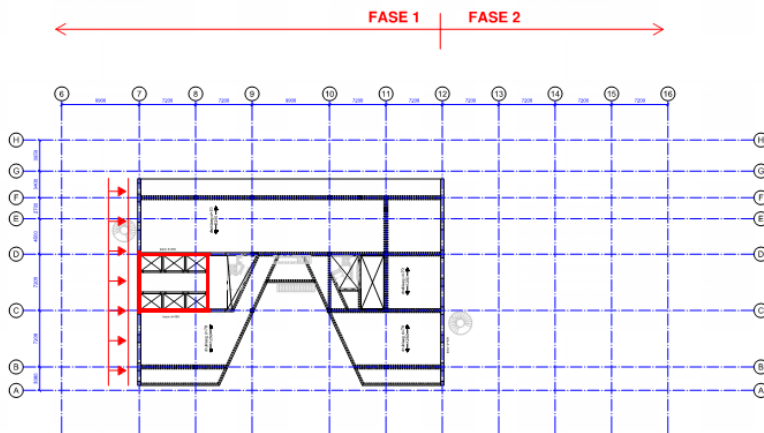
Schets wind in dwarsrichting verd 14 t/m dak



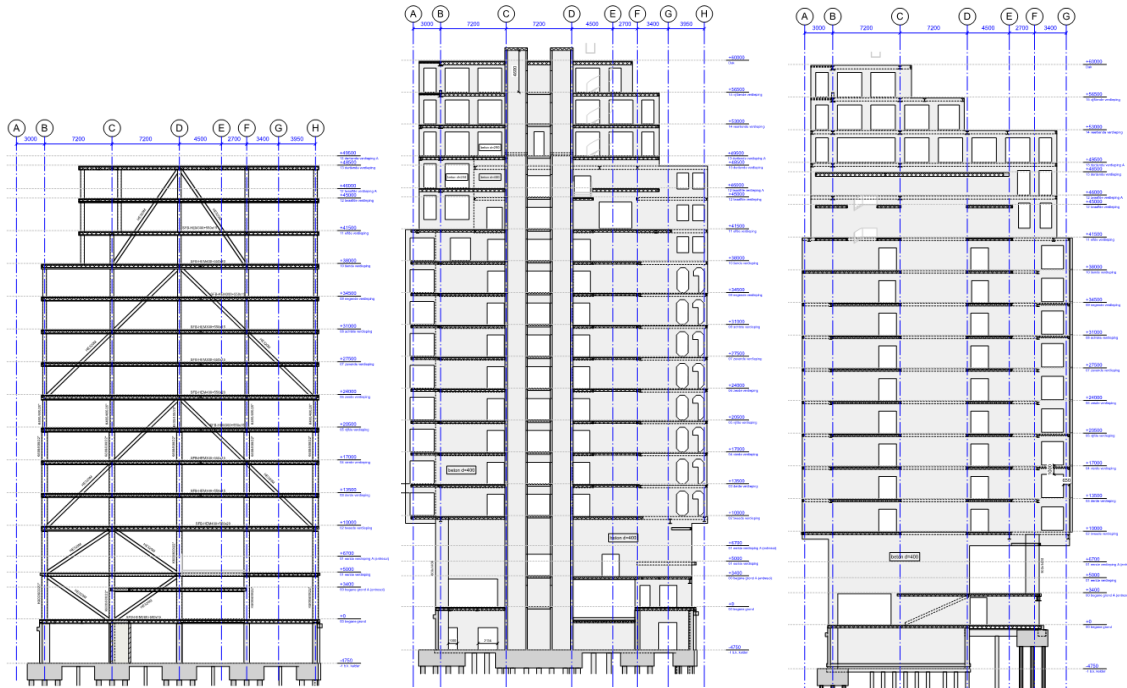
Schets wind in langsrchting verd 2 t/m 11



Schets wind in langsrchting verd 12 en 13



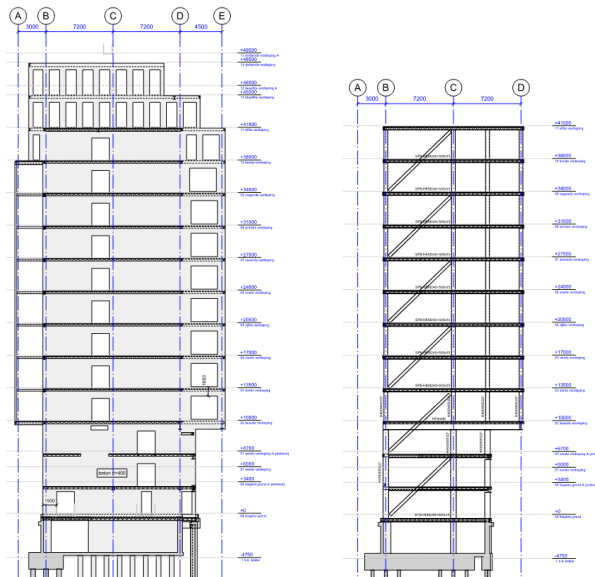
Schets wind in langsrchting verd 14 t/m dak



Stab. wand as-6

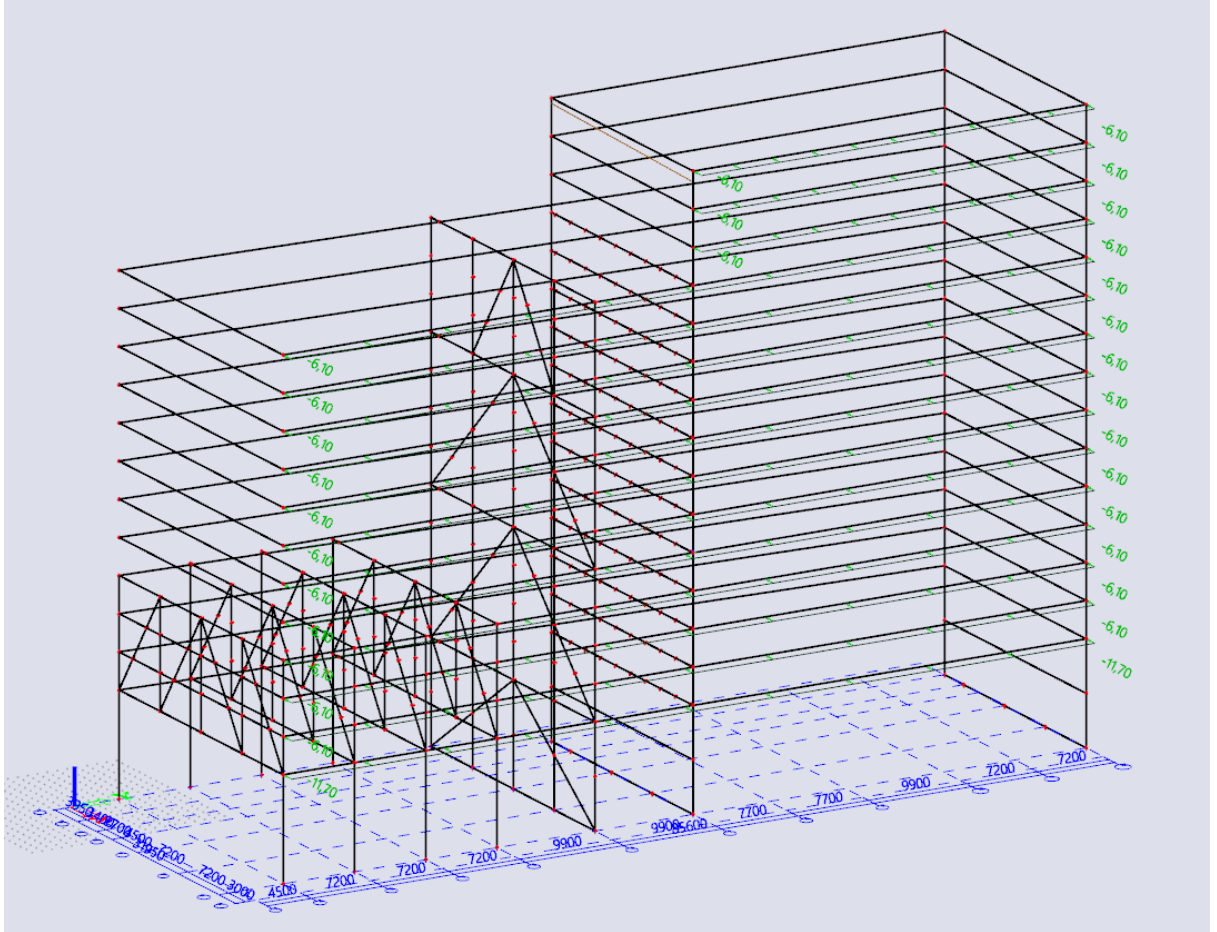
stab. wand as-7

stab wand as-12

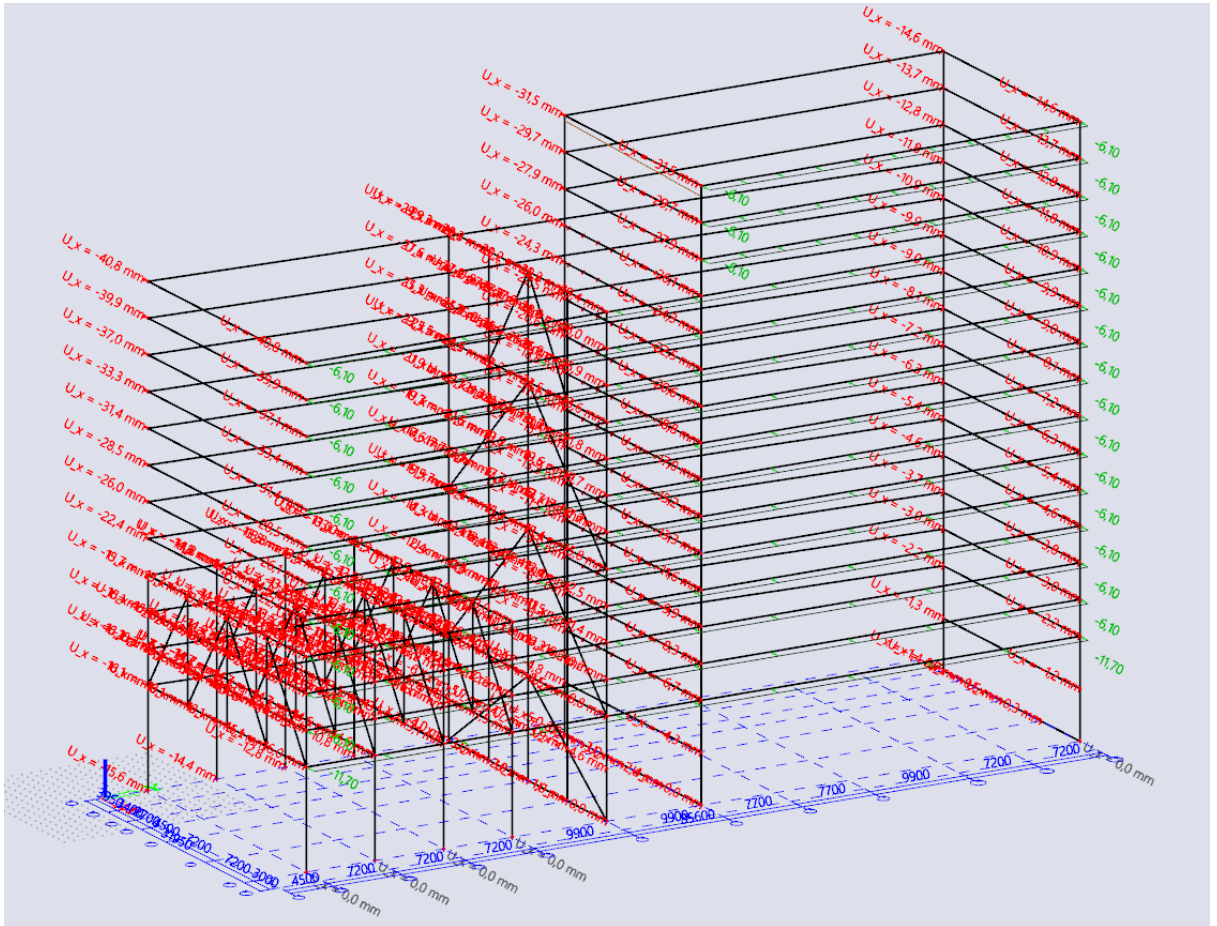


Stab. wand as-17

stab. wand as-21



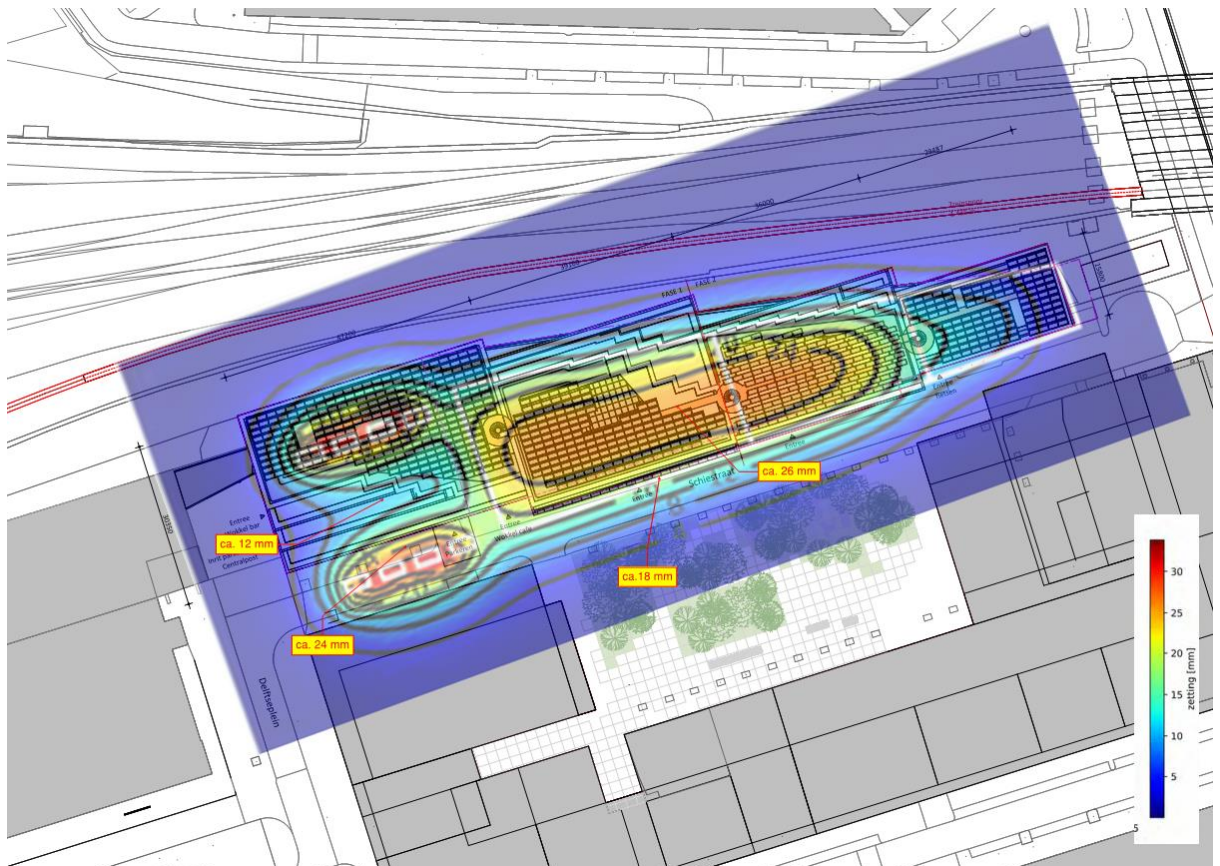
3D-model van fase1 voor bepaling effecten ten gevolge van horizontale windbelasting op de constructie.



5. Zettingen door de laag van Kedichem

5.1. Analyse invloed zettingen laag van Kedichem

In het rapport "P55618-R001-V4-RBO Funderingsadvies" van Geobest is de zetting beschouwd t.g.v. de Laag van Kedichem. Deze zettingsanalyse staat weergegeven in onderstaande figuur.

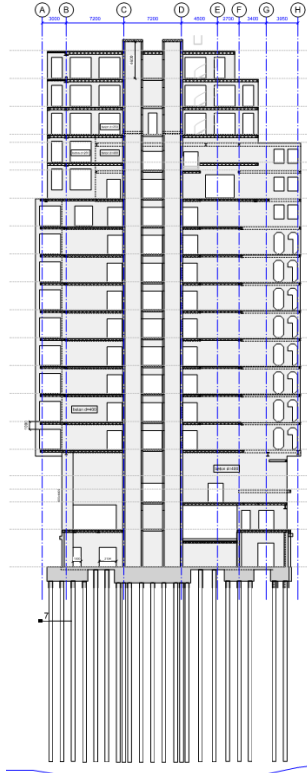


5.1.1. Gebouw

De zettingsverschillen zijn redelijk beperkt; tussen het hart van het gebouw en de randen treedt een verschil op van ca. 8 mm. Bij de stramien met kolommen en liggers zal het effect hiervan verwaarloosbaar zijn. De vloeren en liggers kunnen de verplaatsingsverschillen eenvoudig volgen. Ter plaatse van de stabiliteitswanden zullen door de grotere zetting in het midden van het gebouw de kolom en paalbelastingen aan de randen toenemen. Bij de gewichtsberekening en de berekening van de wanden zal hier rekening mee worden gehouden.

Nadere analyse mogelijke zettingsverschillen op stabiliteitswanden

Beschouwd wordt stabiliteitswand as-7



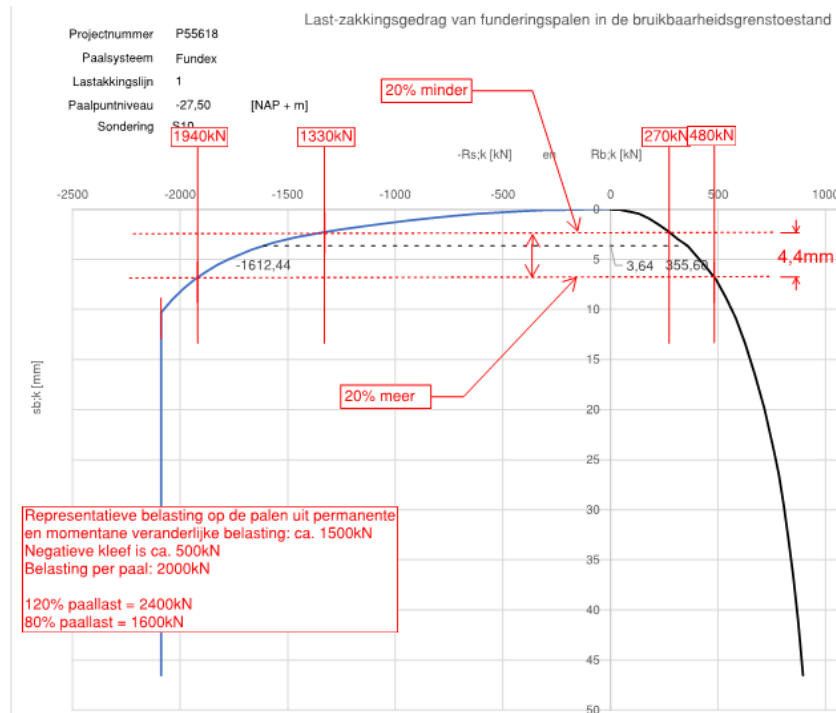
Maximale zettingsverschil van midden tot rand: ca. 8mm

Indien dezelfde zettingsverschillen zouden optreden direct onder de wand dan zou dit tot een heel ander krachtsverloop leiden dan volgt uit de Scia berekening van de wand. Er zijn echter redenen waarom de vervormingsverschillen direct onder de wand aanzienlijk kleiner zullen zijn:

- Ten eerste zijn de zettingsverschillen bepaald aan de onderzijde van de palen. Door het ontstaan van zettingsverschillen zullen de palen aan randen van de wand een iets hogere belasting krijgen. Hierdoor zullen zij meer kruipverkorting hebben, en tevens meer grondvervorming en elastische verkorting ondergaan waardoor de zettingen bij de poer/keldervloer (veel) groter zullen zijn. Tevens zullen de palen bij het midden van de wand een iets lagere belasting krijgen. Hierdoor zullen zij minder kruipverkorting hebben, en minder grondvervorming en elastische verkorting ondergaan waardoor deze zetting direct onder de poer (veel) kleiner zal zijn.
- Ten tweede zal door het optreden van iets hogere paalreacties op de buitenste palen en iets lagere op de binnenste palen de laag van Kedichem meer aan de randen worden belast en zullen de verschillen tussen rand en midden kleiner worden

Punt 1 kan worden gekwantificeerd op basis van de het Last/zakking diagram en door het verschil in elastische verkorting en kruipverkorting van de palen te berekenen. Zie analyse hieronder. Punt 2 is niet kwantificeerbaar maar speelt wel een rol.

Op basis van het last zakkingsdiagram voor van Geobest is gekeken naar de extra paalzakking bij 20% extra belasting op de randpalen en 20% minder belasting op de middenpalen.



Uit de zettingsbeschouwing van het last volgt dat de palen met een 20% hogere belasting ca. 4,4mm meer zakken dan de palen met 20% minder belasting.

Op dezelfde wijze is het verschil in langeduur-verkorting van de palen beschouwd.

$E = \text{ca. } 20 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$ (langeduur, ongescheurd)

$$A = \pi/4 \cdot D^2$$

$$L = 27,5 - 5 = 22,5 \text{ m}$$

$$\Delta F = 2400 - 1600 = 800 \text{ kN}$$

$$\text{Verschil in langeduur verkorting palen: } \Delta L = \Delta F / EA \cdot L = \text{ca. } 4,4 \text{ mm}$$

De gecombineerde paalzakking + paalverkorting geeft dat bij een 20% hoger belasting van de randpalen en een 20% lagere belasting van de middenpalen er ca. 8,8mm zakkingsverschil optreedt. Dit is ongeveer evenveel als het zettingsverschil t.g.v. de laag van Kedichem van 8mm.

De krachten in BGT-situatie vermeerderd met 20% zijn duidelijk lager dan krachten in UGT. Voor de gewichts- en stabiliteitsberekening hoeft daarom geen rekening te worden gehouden met zettingsverschillen in de laag van Kedichem. Wel zullen de wanden en palen voldoende robuust moeten worden gewapend.

Conclusie: De zettingsverschillen die optreden ten gevolge van de indrukking van de laag van Kedichem zullen van invloed zijn op de stabiliteitswanden van invloed zijn op de na verloop van tijd een herverdeling van paalbelasting van orde grote van 20% geven van middenpalen naar randpalen.

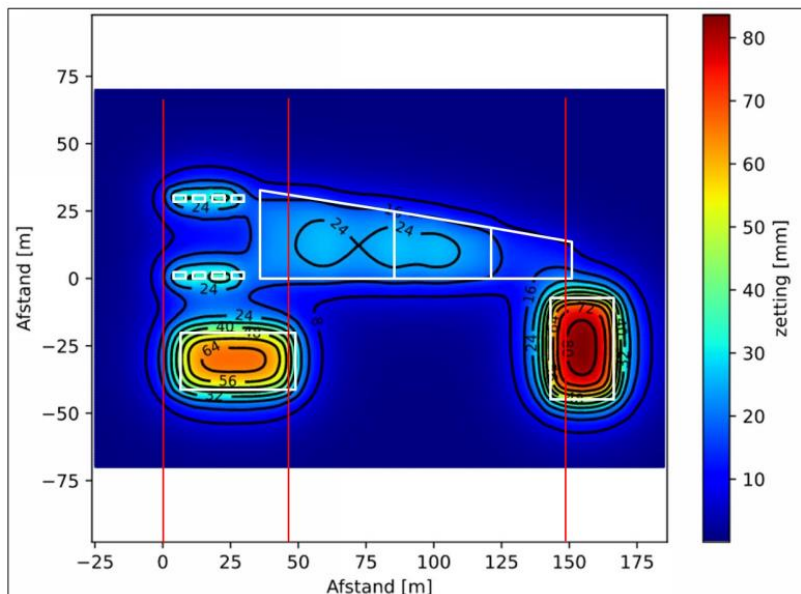
Bij uitwerking en berekening van de wanden, fundering en palen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De wanden, palen en fundering dienen robuust te worden gewapend op de verhoogde krachten.

5.1.2. De Wokkel

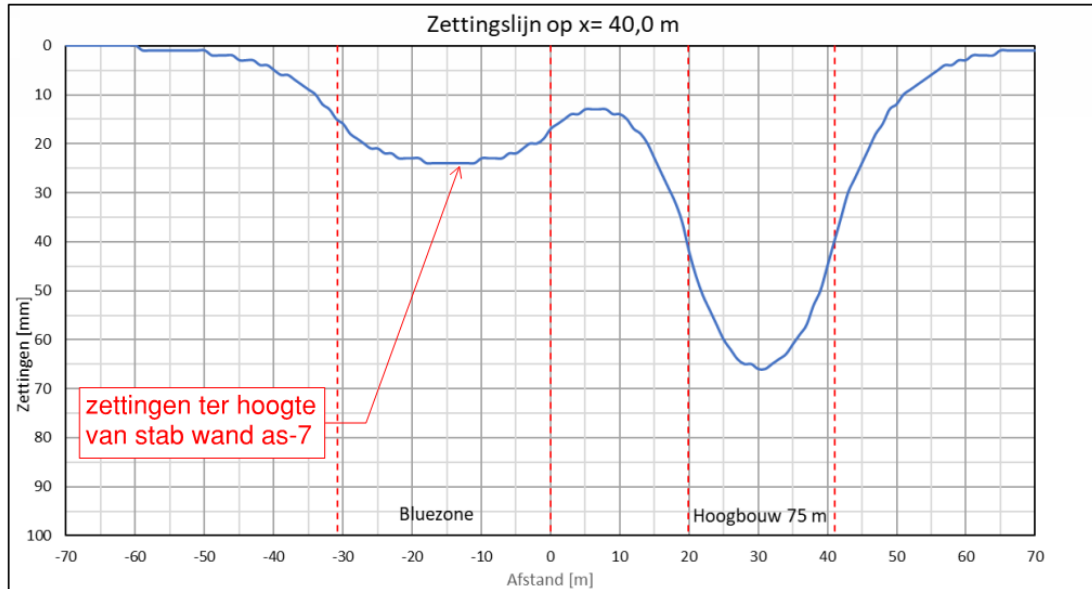
Met name door de bovenbelasting uit de kolommen van blok A zullen er ook zettingen optreden ter plaatse van de monumentale wokkel. De wokkelvloer draagt deels op wanden en deels op kolommen/ Omdat de verplaatsingen loodrecht op de dragende wanden aangrijpen kunnen deze worden opgenomen door een geringe rotatie van de vloeren. Ter plaatse van de kolommen zijn de geringe zettingen ook eenvoudig op te nemen. We verwachten geen gevolgen voor de bestaande constructie.

5.2. Analyse invloed zettingen laag van Kedichem inclusief invloed mogelijke toekomstige nieuwbouw

Geobest heeft in de notitie P55618-N001-V1-CLA -Paalgroepzakking de invloed van zettingen uit mogelijke toekomstige nieuwbouw beschouwd. Het gaat om een mogelijke toekomstige nieuwbouw van 75m hoog op ca. 20m van the blue zone offices en een toren van 200m hoog op ca. 12 meter van het gebouw. Deze zettingsanalyse staat weergegeven in onderstaande figuur.

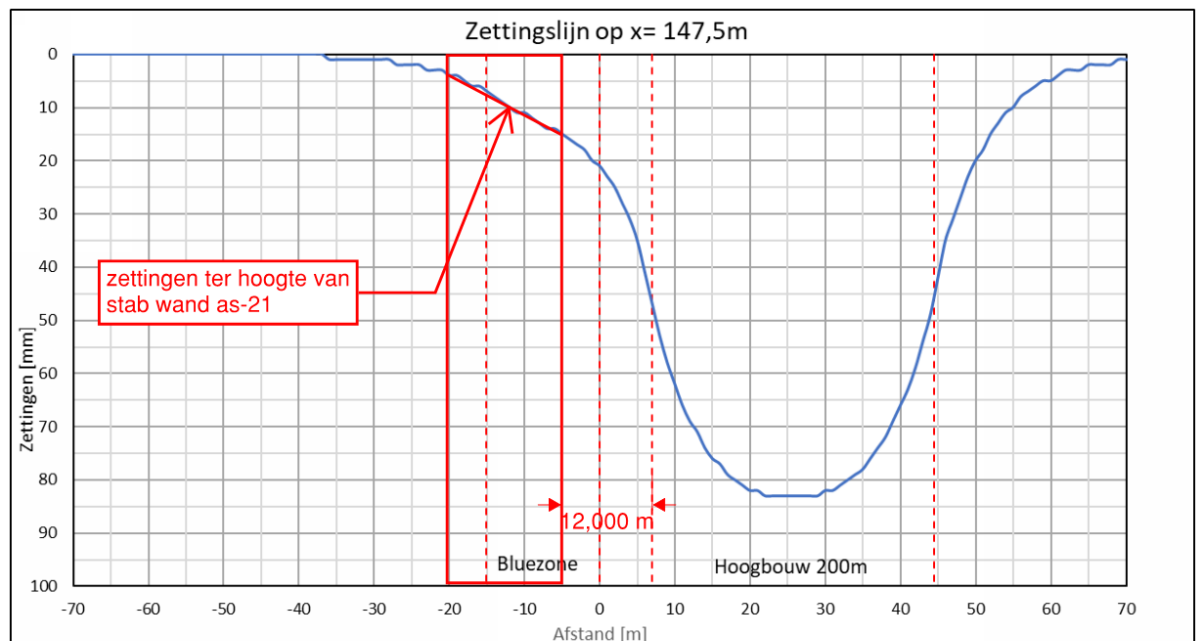


Uitgangspunt van de analyse is dat het gebouw van 75m hoog op de eerste zandlaag wordt gefundeerd. Voor het gebouw van 200m hoog wordt ervan uitgegaan dat op de 2^e zandlaag wordt gefundeerd, maar wordt de schachtwrijving ter plaatse van de 1^e zandlaag wel meegerekend waarbij wordt uitgegaan op een belasting van het gebouw op de 1^e zandlaag van 350kN/m² (vergelijkbaar met de totale belasting op de grond van het gebouw van 75m hoog).



Figuur 7: Zettingslijn op x= 40,0 m

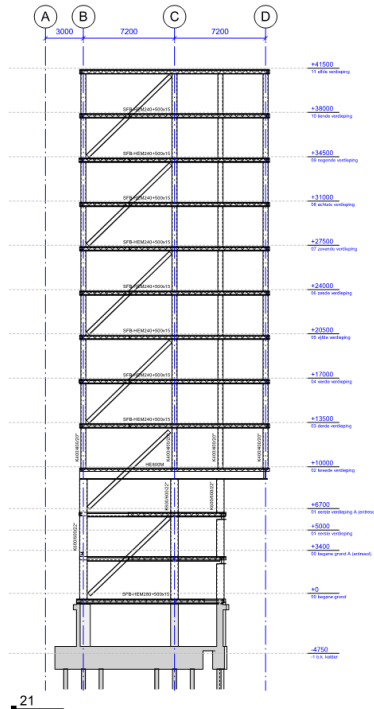
Op bovenstaande doorsnede ter hoogte van as-7 is te zien dat de zettingen ten gevolge van het gebouw van 75m hoog geen effect hebben op blue zone offices.



Figuur 8: Zettingslijn op x= 147,5 m

Op de bovenstaande doorsnede is te zien dat de zettingen van het gebouw van 200m hoog duidelijk gevolgen heeft op blue zone offices. De berekende zettingen geven een scheefstand van 11a12mm over een gebouwbreedte van 15m. Dit betekent een scheefstand van 1/1250H.

Ter plaatse van stabiliteitswand as-21, met een hoogte van ca. 48m boven de palen geeft dit een scheefstand bovenin van 38mm.



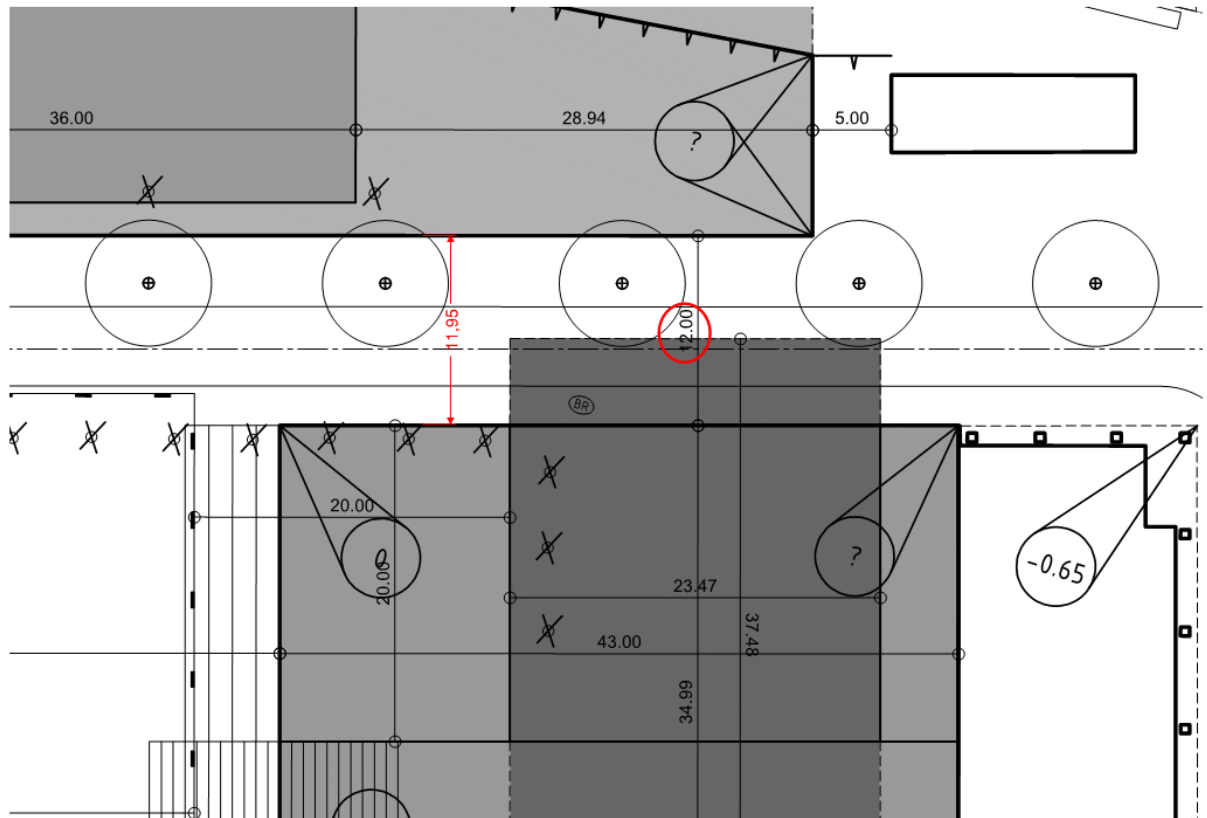
In de berekening van de stabiliteitswand op as-21 in uiterste grenstoestand wordt rekening gehouden met deze scheefstand en het bijbehorende 2^e orde effect op de (aangependelende belasting). In de bruikbaarheidsgrenstoestand wordt uitgegaan van de normale eis van een bijkomende horizontale verplaatsing van 1/500L.

Hoewel constructief opneembaar zijn de mogelijke zettingen ten gevolge van de toekomstige hoogbouw en daarbij optredende scheefstand wel vervelend. Het is wenselijk dat bij de uitwerking van de toekomstige hoogbouw hier rekening mee wordt gehouden en de zettingen zoveel mogelijk worden beperkt, niet alleen t.b.v. de Blue zone offices maar ook voor het bestaande Schieblok dat nog dichterbij staat en kwetsbaarder is voor deze zettingen.

Wij bevelen hierbij een mogelijke maatregel aan die getroffen kan worden bij de uitvoering van toekomstige hoogbouw om de effecten op het gebouw te beperken:

- Ontwerp de funderingspalen zo dat deze voldoende draagkracht hebben bij enkel paalpunt en wrijvingsweerstand van de 2^e zandlaag. Hierdoor zullen de zettingen beperkter blijven omdat na enige zetting van de 1^e zandlaag door inklinking van de laag van Kedichem de wrijvingsweerstand ter plaatse van de 1^e zandlaag zal wegvallen en de zettingen zullen stoppen en hierdoor beperkter blijven. Deze methode is onder andere toegepast bij Post Rotterdam waar hoogbouw vlak naast bestaande bouw is geplaatst.

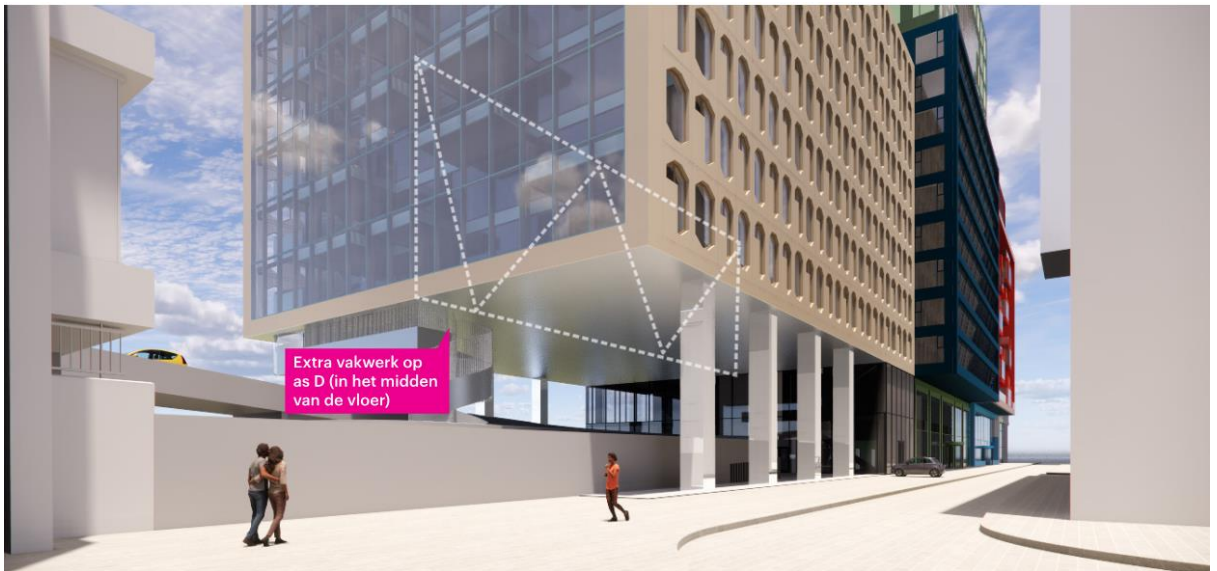
Tot slot: in zijn algemeenheid is het lastig om de invloed van iets te bepalen waarvan de vorm en uitwerking nog niet bekend zijn.



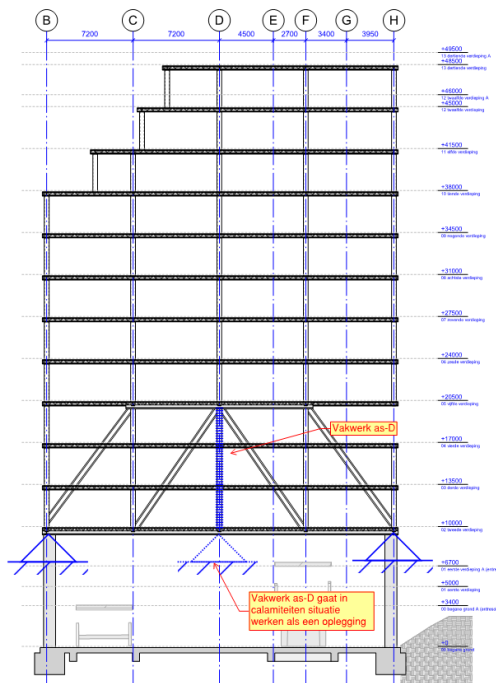
Afstand gebouw tot toekomstige hoogbouw $h=200m$, $a=12m$. De hoogbouw heeft een uitkraging waardoor het lijkt of de hoogbouw dicht bij het gebouw staat. Deze uitkraging zit hoger dan de hoogste verdieping van de blue zone offices.

6. 2^e draagweg blok A

Nadere toelichting van de werking van de 2^e draagweg bij blok A met een vakwerklijger op as-D



Door een vakwerklijger in het midden van het gebouw op as-D over 3 verdiepingen te maken wordt voor de vakwerklijgers op as-2 t/m as-5 als het ware een (verborgen) 3^e steunpunt geïntroduceerd.



Het vakwerk op as-D brengt belastingen indien nodig van de ene vakwerklijger naar aangrenzende vakwerklijgers.

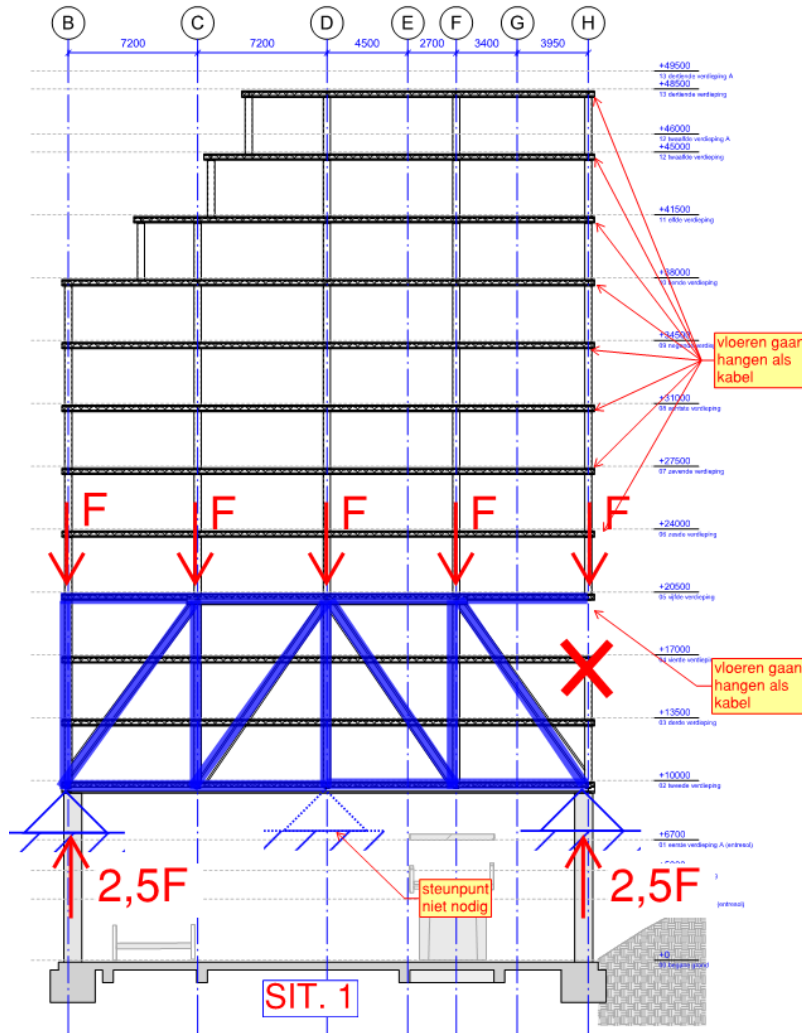


Project : The Blue Zone Offices Rotterdam
te Rotterdam
Dossiernr. : 23-050
Datum : 27 november
Blad : B00-44

Bezigt een onderdeel van een vakwerklijger, dan wordt deze gesteund door het vakwerk op as-D die de belastingen naar de aangrenzende vakwerken brengt. Door dit extra steunpunt bezwijken de vakwerken nooit in hun geheel. Ook het wegvallen van 1 van de zware hoofdkolommen wordt opgevangen middels een 2^e draagweg met de vakwerklijger op as-D.

Op de volgende pagina zijn de mogelijke scenario's van het (denkbeeldig) wegvallen van een vakwerkstaaf weergegeven. Het vakwerk is spiegel-symmetrisch dus alleen de helft van de mogelijke situaties wordt weergegeven.

6.1.1. Situatie 1:



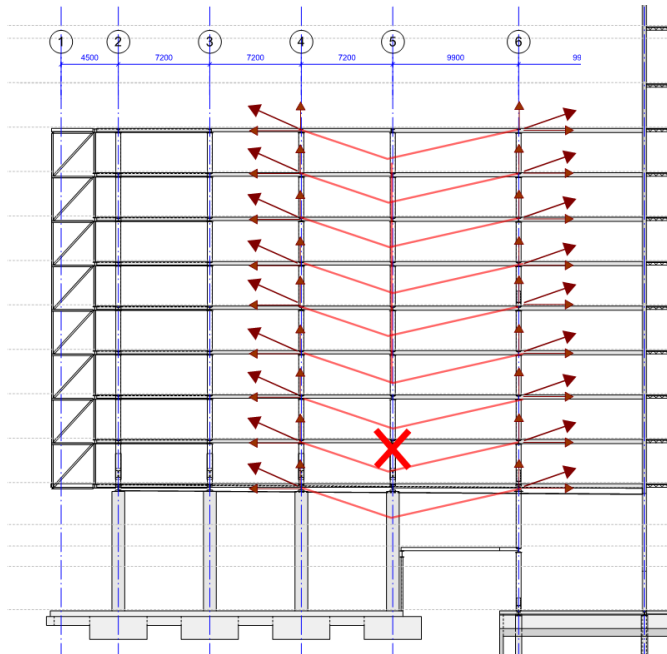
Situatie 1: De kolom op as-H valt weg

Er worden 2 situaties onderscheiden.

1. Vakwerken op as-3 t/m as-5.
2. Het vakwerk op as-2

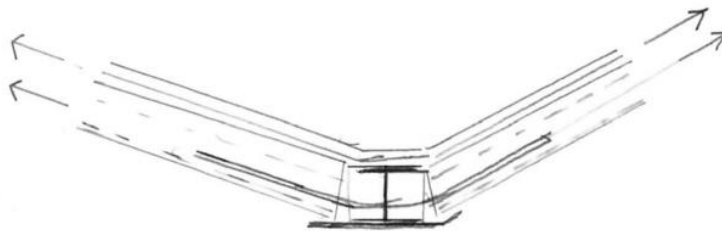
Vakwerken op as-3 t/m as-5

Indien de kolom op as-H wegvalt zullen de verdiepingvloeren tussen as-G en as-H gaan hangen als een kabel. (zie illustratie). De trekband die als kabel gaat werken wordt gevormd door zowel de kanaalplaat zelf (voorspanning/voorspanstrengen) als door de druklaagwapening. De trekband mag niet volledig bestaan uit de druklaag wapening (eis gemeente Rotterdam). Er mag niet vanuit gegaan worden dat de kanaalplaten aan de druklaag blijven hangen, hoewel de daarvoor benodigde trekspanning in de naad tussen druklaag en kanaalplaat heel erg laag is (c.a. $0,0039\text{N/mm}^2$).



In de druklaag wordt genoeg wapening aangebracht om als trekband te functioneren.

De verbinding tussen kanaalplaat en ligger wordt zo uitgevoerd dat er in calamiteitsituatie een plastisch scharnier kan ontstaan. Hiervoor worden in de kanaalplaten uitgevoerd met 2 open gehakte kanalen per plaat en worden in deze kanalen stekken met voldoende diameter en verankeringslengte toegepast. Aandachtspunt is het toepassen van stekken met voldoende plastische vervormingscapaciteit.



Trekband van wapening druklaag + trekband kanaalplaatwapening + detaillering t.p.v. liggeraansluiting

Vloerbelasting in calamiteitsituatie:

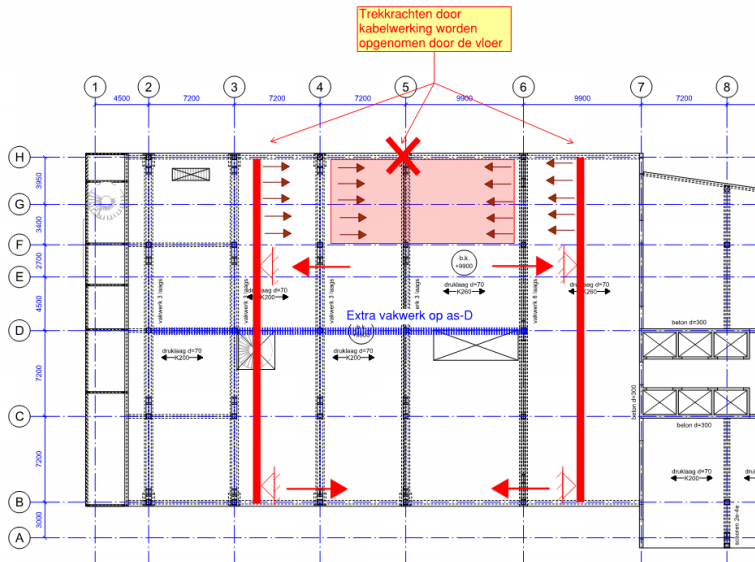
Eg kanaalplaat 260:	3,85 kN/m ²	Eg kanaalplaat 200:	2,80 kN/m ²
Eg druklaag 70:	1,75 kN/m ²		
Eg afwerklaag:	1,40 kN/m ²		
Vb cal: $\psi_2 * v.b. = 0,3 * 4,0 =$	1,20 kN/m ²		

Max. opneembaar door wapening druklaag: $1,75 + 1,40 + 1,20 = 4,35 \text{ kN/m}^2$

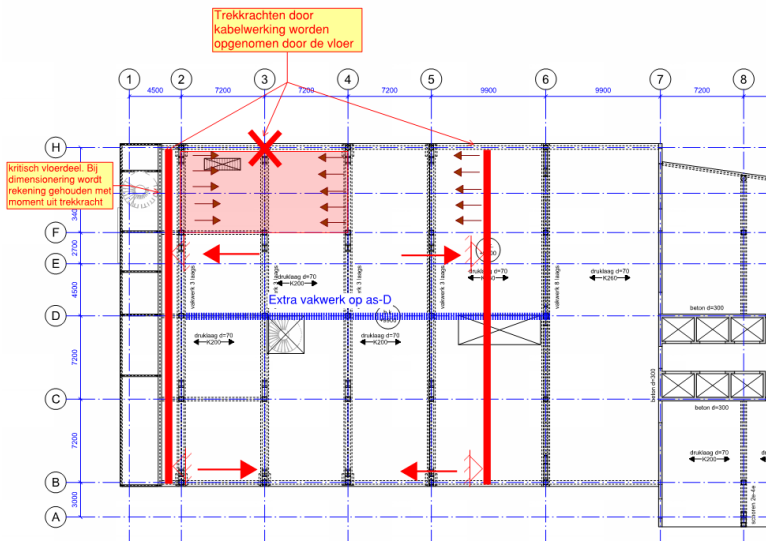
Min. opneembaar door kanaalplaat: eg kanaalplaat = $3,85 \text{ kN/m}^2$ of $2,80 \text{ kN/m}^2$

Gerekend wordt met een 50%-50% verdeling tussen trekband druklaag en trekband kanaalplaat.

De resultante trekkracht die ontstaat door de kabelwerking van de vloer t.p.v. de weggevallen kolom wordt opgenomen door de rest van de vloer zoals hieronder geschetst.

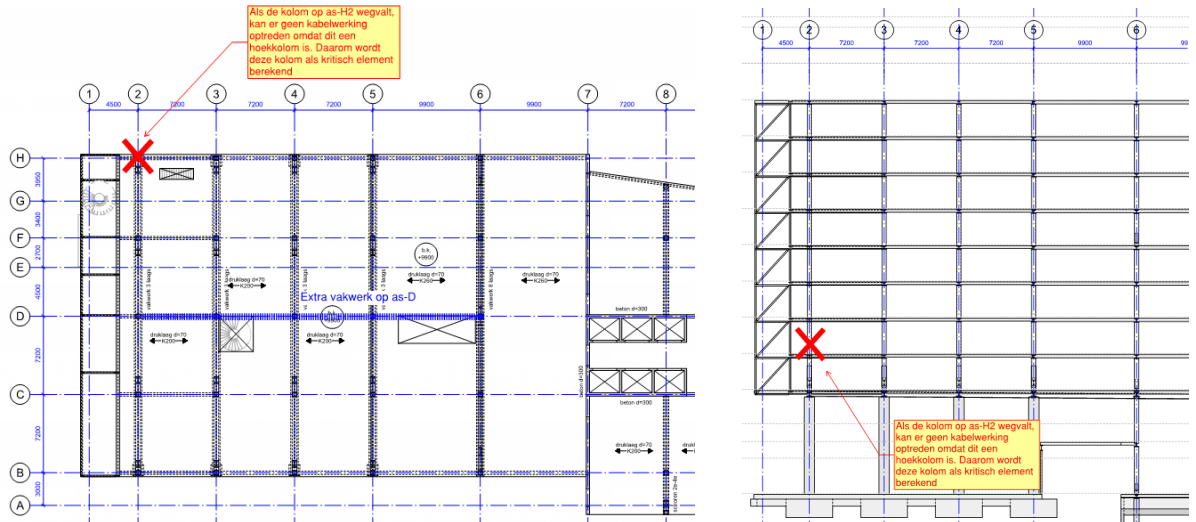


Kolom as-H5 valt weg.



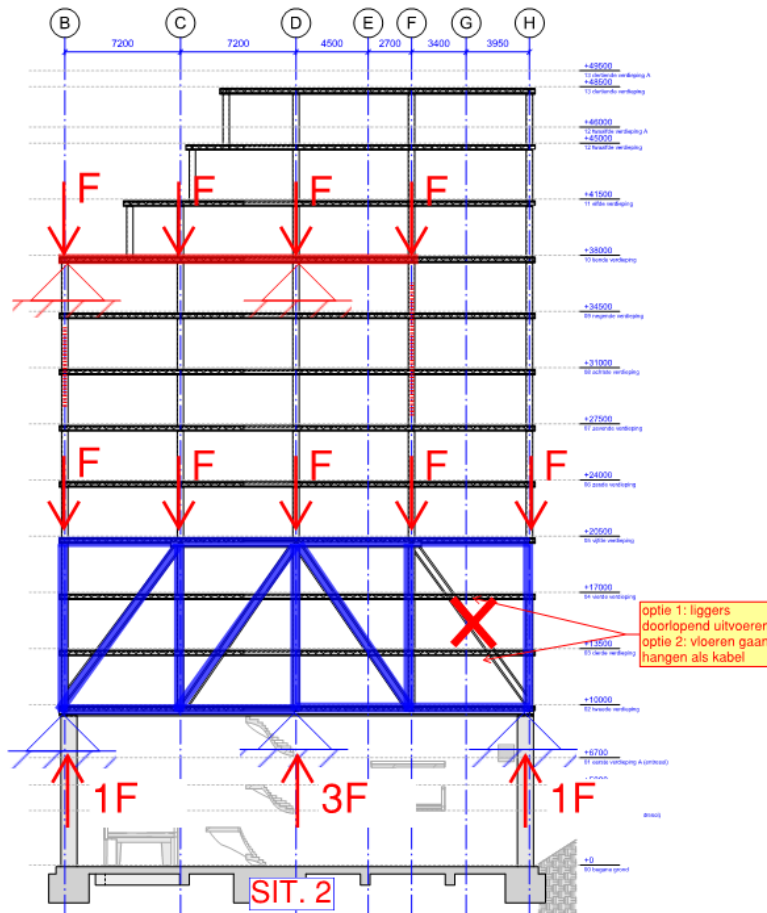
Kolom as-H3 valt weg.

Vakwerk op as-2



Als de kolom op as-H2 wegvalt, kan er geen kabelwerking optreden omdat dit een hoekkolom is. Liggers op uitkraging laten functioneren is praktisch niet haalbaar en de vloer over de diagonaal F2-H3 laten uitkragen is ook niet mogelijk omdat er geen versterkte strook is te wapenen in de zone as-F2- as-H3 omdat de vloer een kanaalplaatvloer is. Daarom wordt deze hoekkolom als kritisch element berekend. Deze benadering is in deze situatie akkoord voor de gemeente Rotterdam.

6.1.2. Situatie 2:



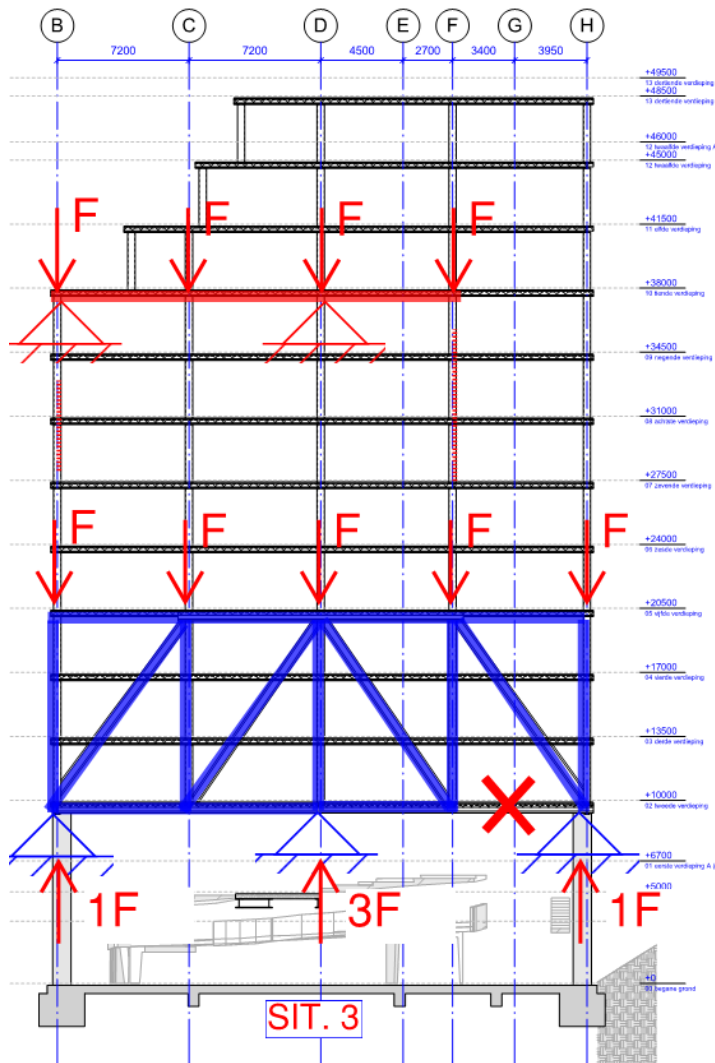
Situatie 2: diagonaal tussen as-F en as-H valt weg.

Wat gebeurt er: De vakwerkligger op as-D gaat als steunpunt werken waardoor de ligger op as-B t/m as-F gaat werken als uitkragende ligger (zie rode schematisering in bovenstaande plaatje).

In bovengeschetste situatie wordt de diagonaal over 3 verdiepingen verwijderd. In feite hoeft in calamiteiten situatie een ligger/diagonaal of kolom slechts over 1 verdieping te worden verwijderd. Als we uitgaan van het (denkbeeldig) verwijderen over 1 verdieping dan blijven de vloeren van de 3^e en de 4^e verdieping gewoon dragen als normaal omdat zij, of steunen, of hangen aan het stuk diagonaal wat nog wel aanwezig is. Gaan we uit dat de diagonaal over de volle 3 verdiepingen is verwijderd dan kunnen de 3^e en 4^e verdieping ter plaatse van de verwijderde diagonaal op 2 manieren gaan dragen:

1. De liggers worden doorlopend over de vakwerkstaander uitgevoerd. De liggers kunnen de vloer dan dragen. (zie plaatjes uitvoer raamwerkberekening bij situatie 5 en 6 voor verduidelijking).
2. De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping gaan t.p.v. de verwijderde staander als een kabel hangen. Zie uitwerking hiervan bij situatie 1. Situatie 1 is maatgevend.

6.1.3. Situatie 3:

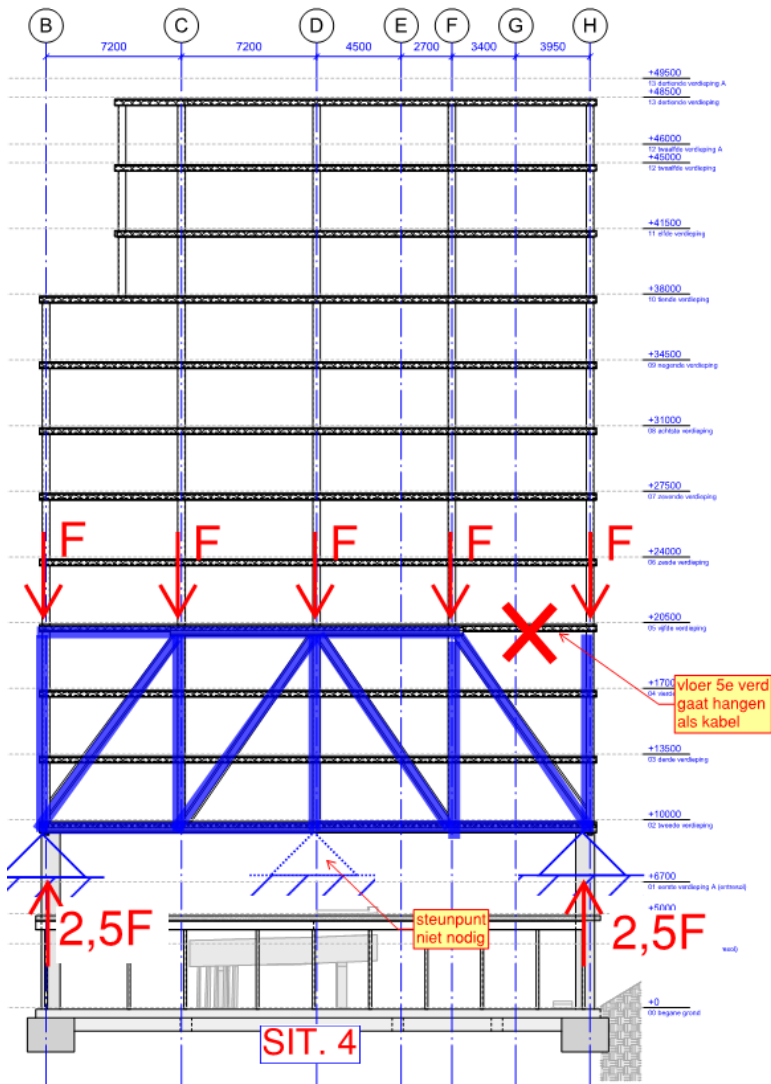


Situatie 3: onderstaaf vakwerkligger tussen as-F en as-H valt weg.

Er gebeuren 3 dingen.

1. De vloer van de 2^e verdieping gaat hangen als een kabel zoals beschreven bij situatie 1.
2. De vakwerkligger op as-D gaat als steunpunt werken waardoor de ligger as-B t/m as-F gaat werken als uitkragende ligger (zie rode schematisering in bovenstaande plaatje).

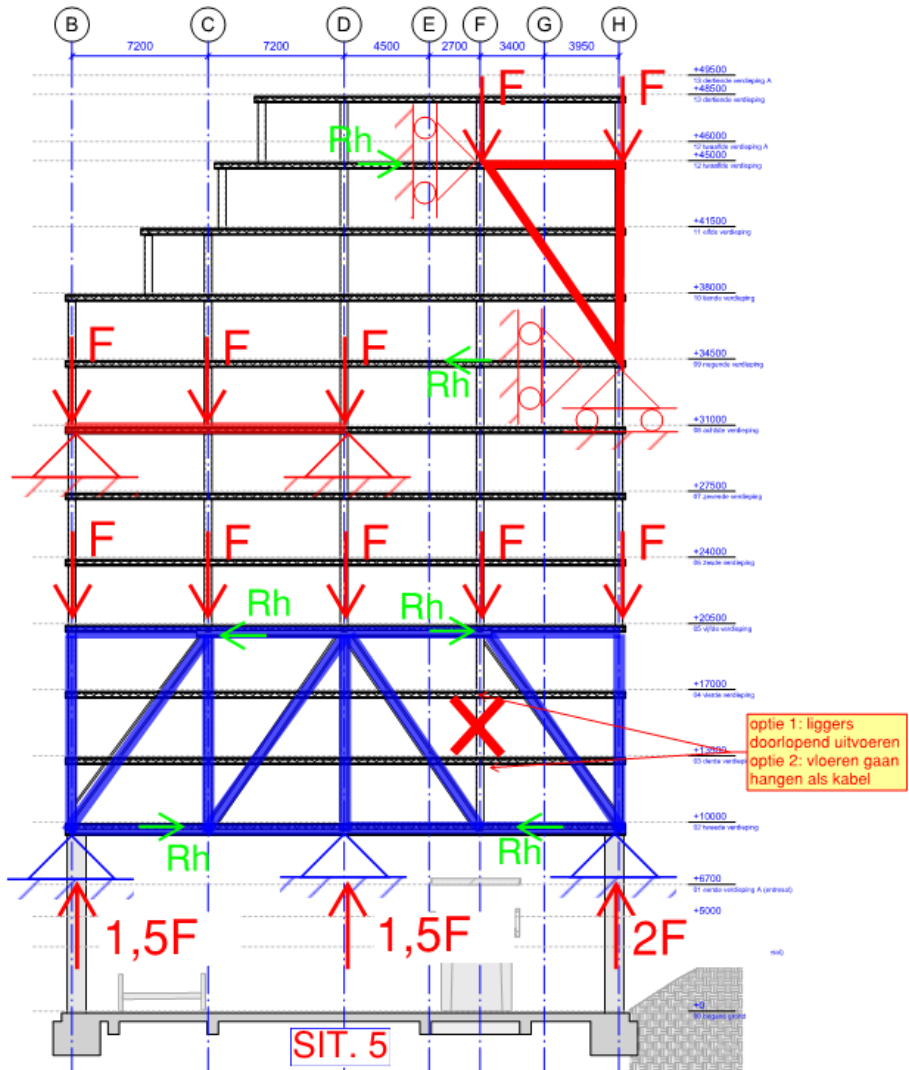
6.1.4. Situatie 4:



Situatie 4: Bovenstaaf vakwerligger tussen as-G en as-H valt weg.

Wat gebeurt er: Het vakwerk blijft stabiel, de draagwerking richting de kolommen op as-B en as-H wijzigt niet. Het vakwerk op as-D wordt niet geactiveerd. Wel gaat de vloer van de 5^e verdieping door het wegvalen van de ligger tussen as-G en as-H hangen als een kabel. Voor kabelwerking vloer zie situatie.

6.1.5. Situatie 5:



Situatie 5: kolom/staander as-F valt over 3 verdiepingen weg.

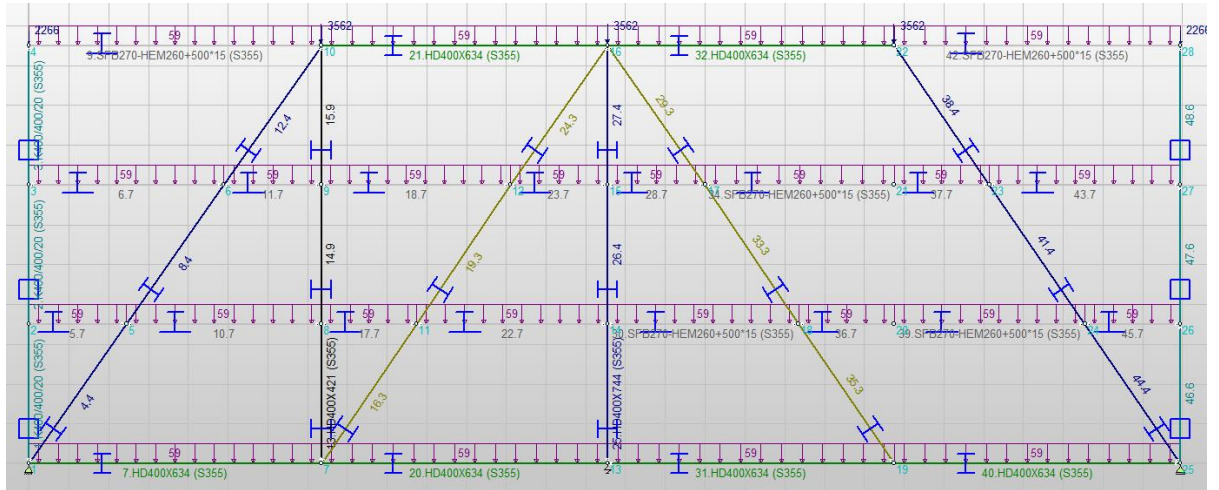
Wat gebeurt er: Het vakwerk op as-D gaat als midden steunpunt werken. Het rechterdeel van het vakwerk boven kolom as-H wordt horizontaal gesteund door de onder- en bovenligger van het vakwerk. Hierdoor blijft het vakwerk stabiel. De horizontaalkrachten links en rechts zijn in evenwicht. Er ontstaan géén resultante trekkrachten die door de vloeren moeten worden opgenomen.

De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping ter plaatse van de verwijderde kolom kunnen op 2 manieren gaan dragen: 1. De liggers worden doorlopend over de vakwerkstaander uitgevoerd. De liggers kunnen de vloer dan dragen. (zie plaatje uitvoer raamwerkberekening). 2. De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping gaan t.p.v. de verwijderde staander als een kabel hangen. Zie uitwerking hiervan bij situatie 1. Situatie 1 is maatgevend.

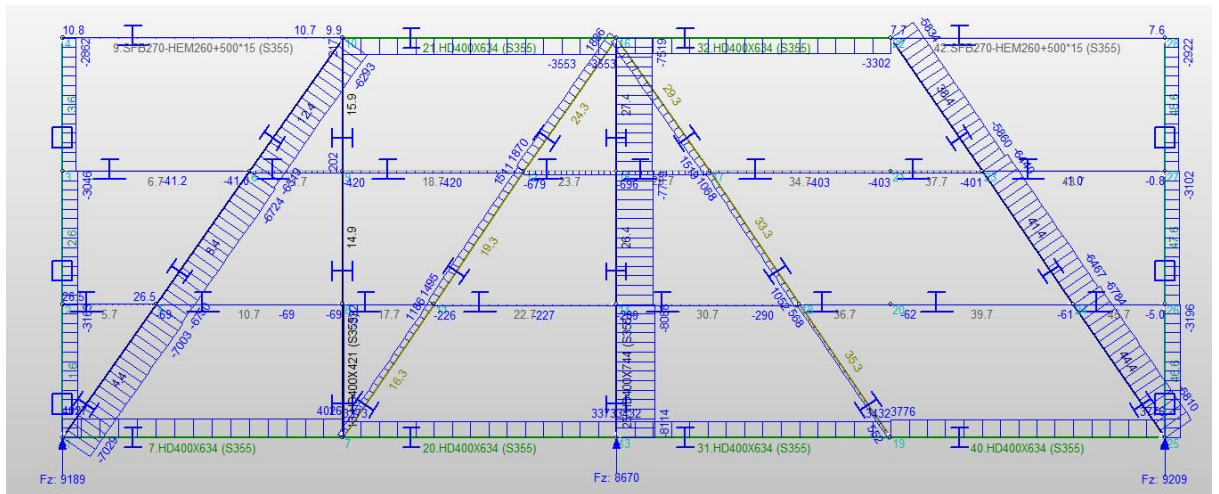
(in bovenstaande beschrijving is ervanuit gegaan dat de kolom over 3 verdieping is verwijderd. In principe hoeft er alleen vanuit worden gegaan dat een kolom over 1 verdieping is verwijderd. In dat

geval gaan de vloerliggers van de 3^e en 4^e verdieping, gewoon steunen dan wel hangen aan de nog aanwezige kolomdelen)

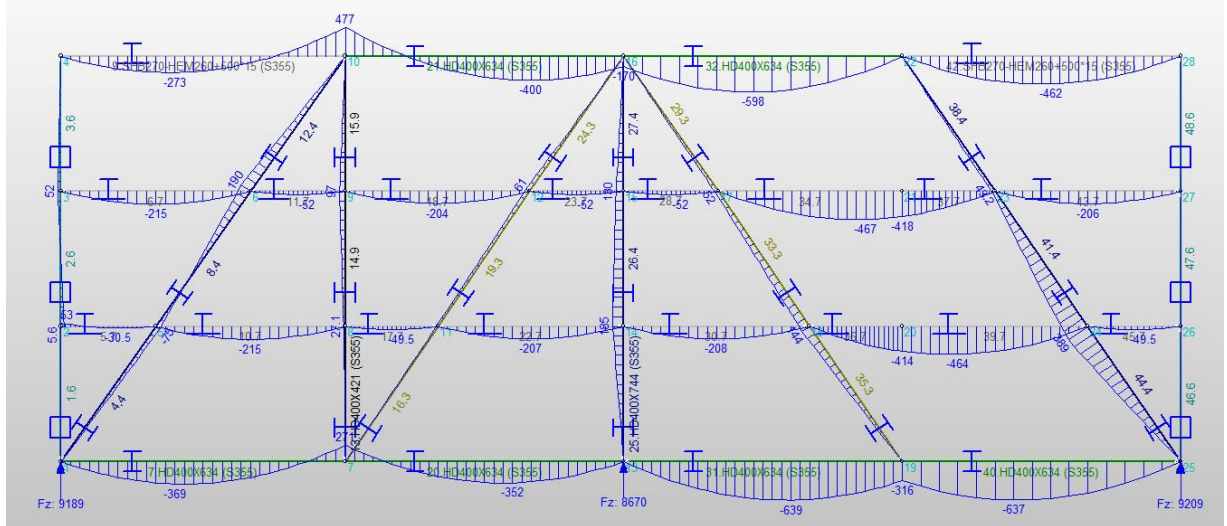
Uitvoer technosoft:



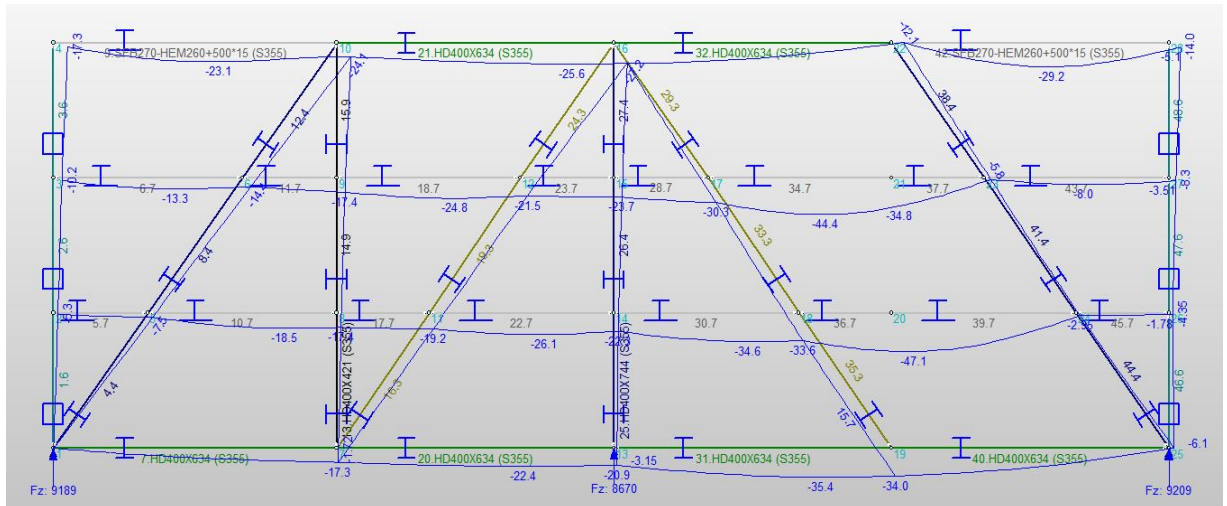
Model



Normaalkracht

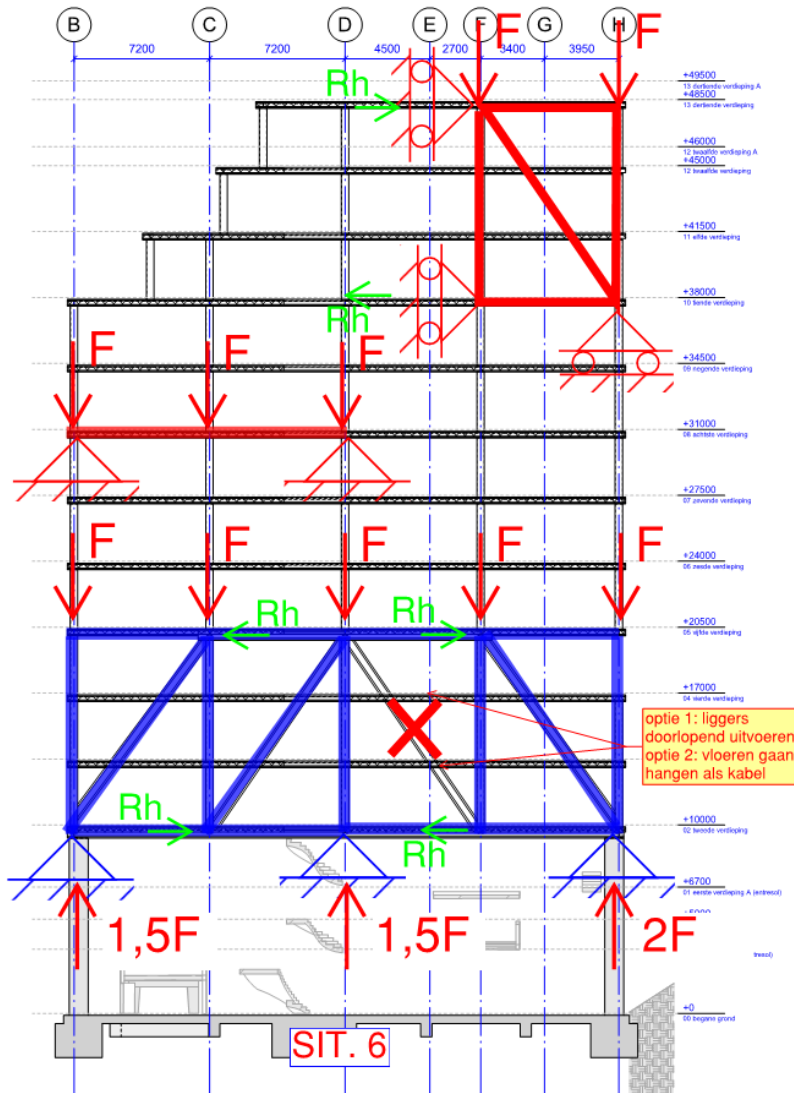


Momenten



Verplaatsing

6.1.6. Situatie 6:

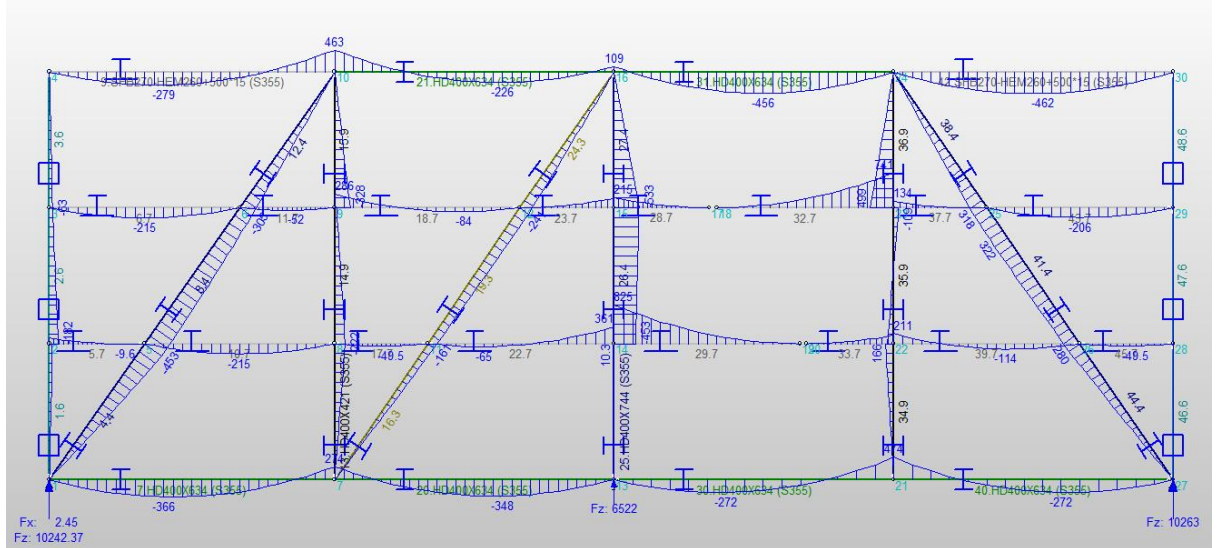


Situatie 6: diagonaal tussen as-D en as-F valt weg.

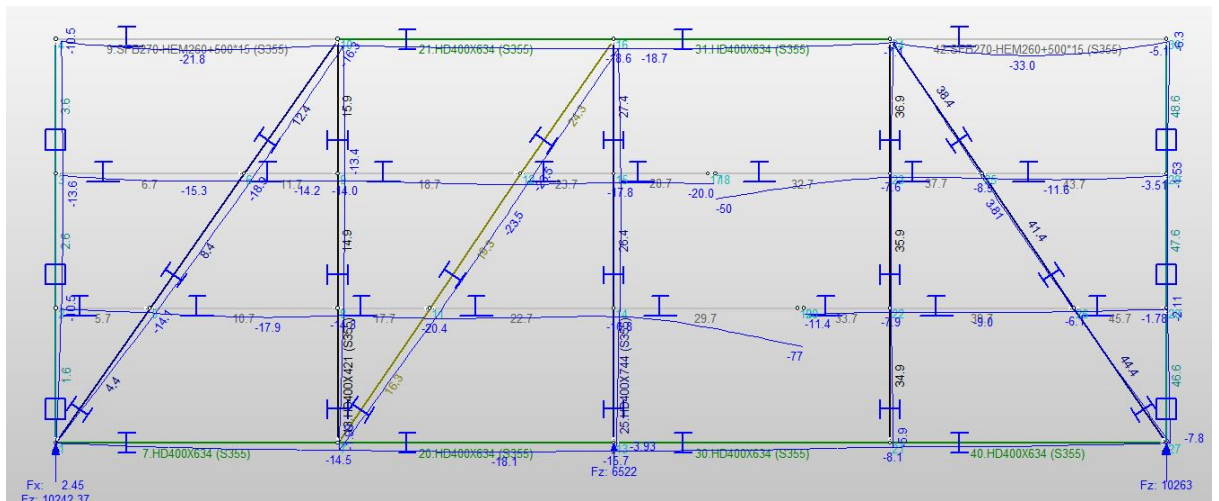
Wat gebeurt er: Het vakwerk op as-D gaat als midden steunpunt werken. Het rechterdeel van het vakwerk boven kolom as-H wordt horizontaal gesteund door de onder- en bovenligger van het vakwerk. Hierdoor blijft het vakwerk stabiel. De horizontaalkrachten links en rechts zijn in evenwicht. Er ontstaan géén resultante trekkrachten die door de vloeren moeten worden opgenomen.

De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping ter plaatse van de verwijderde diagonaal kunnen op 2 manieren gaan dragen: 1. De liggers worden doorlopend over de vakwerkstaander uitgevoerd. De liggers kunnen de vloer als uitkragende ligger gaan dragen. (zie plaatje uitvoer raamwerkberkening). 2. De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping gaan t.p.v. de verwijderde staander als een kabel hangen. Zie uitwerking hiervan bij situatie 1. Situatie 1 is maatgevend.

(In bovenstaande beschrijving is ervanuit gegaan dat de diagonaal over 3 verdieping is verwijderd. In principe hoeft er alleen vanuit worden gegaan dat een diagonaal over 1 verdieping is verwijderd. In

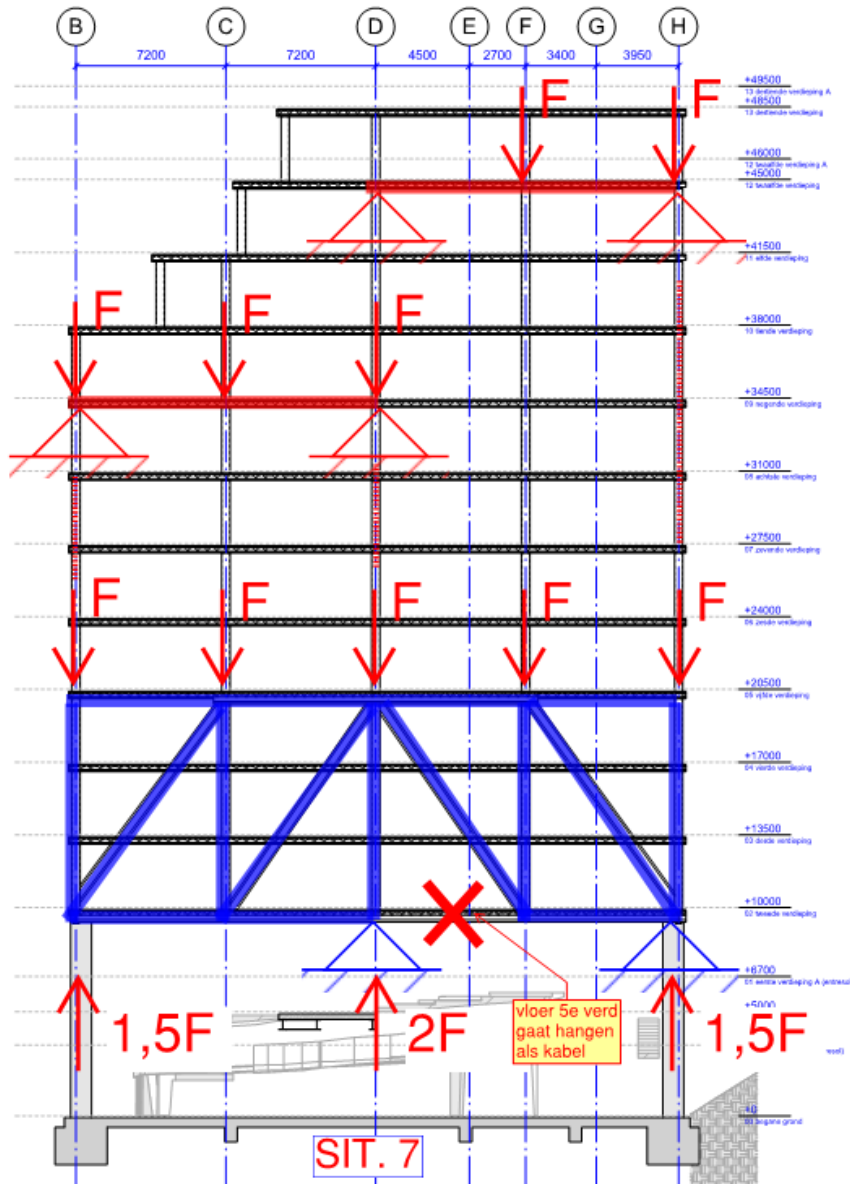


Momenten



Verplaatsing

6.1.7. Situatie 7:

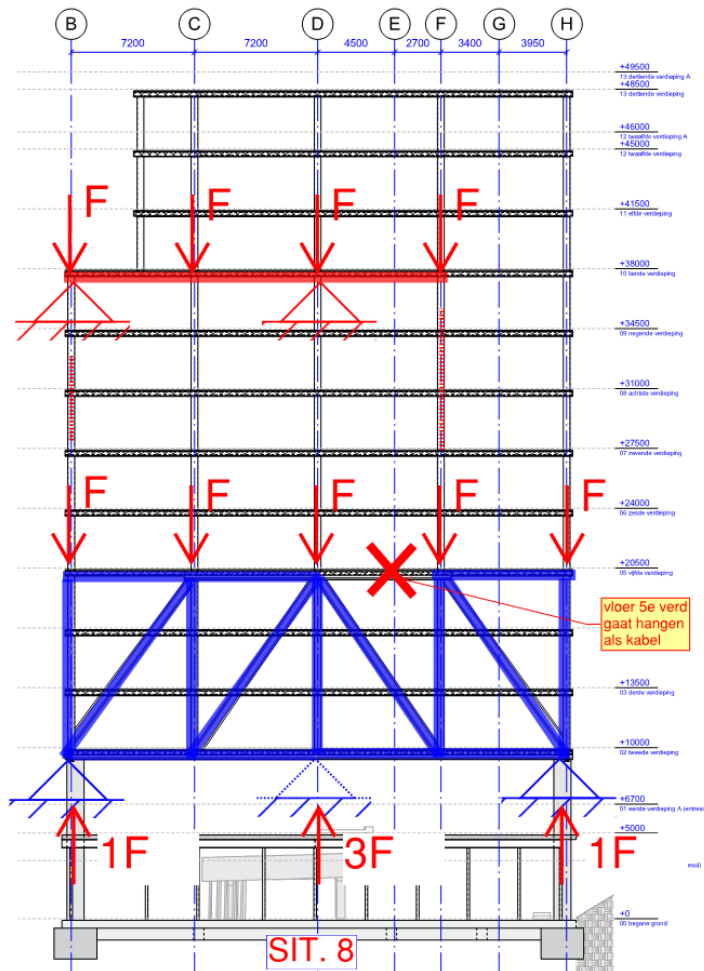


Situatie 7: onderstaaf vakwerkligger tussen as-D en as-F valt weg.

Wat gebeurt er: Het vakwerk op as-D gaat als midden steunpunt werken. Zowel het rechterdeel van het vakwerk als het linkerdeel van het vakwerk gaat werken als ligger op 2 steunpunten (zie rode schematisering in bovenstaande plaatje).

De vloer van de 2^e verdieping ter plaatse van de verwijderde staaf gaat als een kabel hangen. Zie uitwerking hiervan bij situatie 1. Situatie 1 is maatgevend.

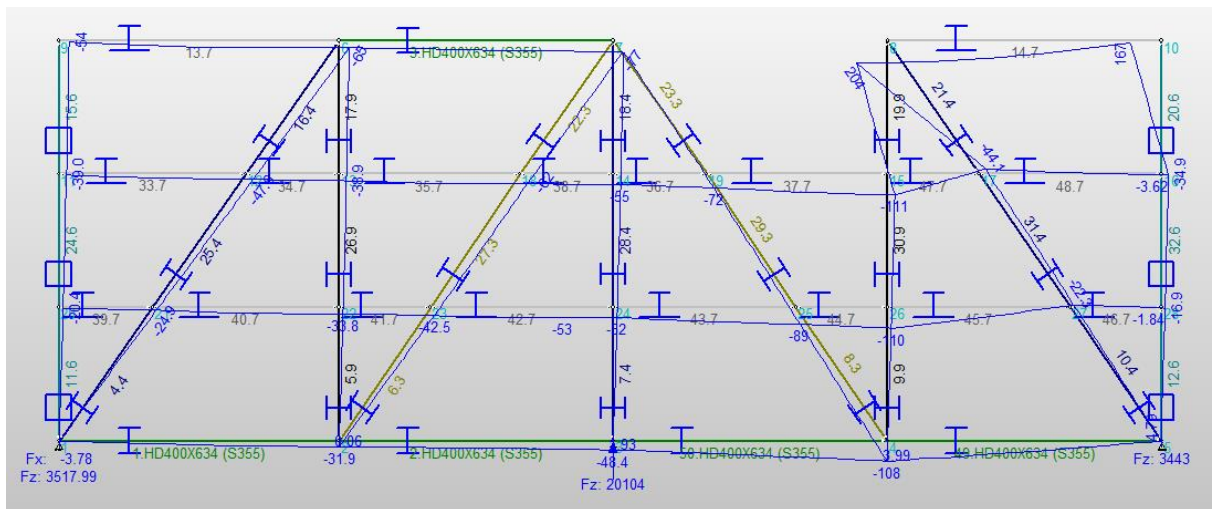
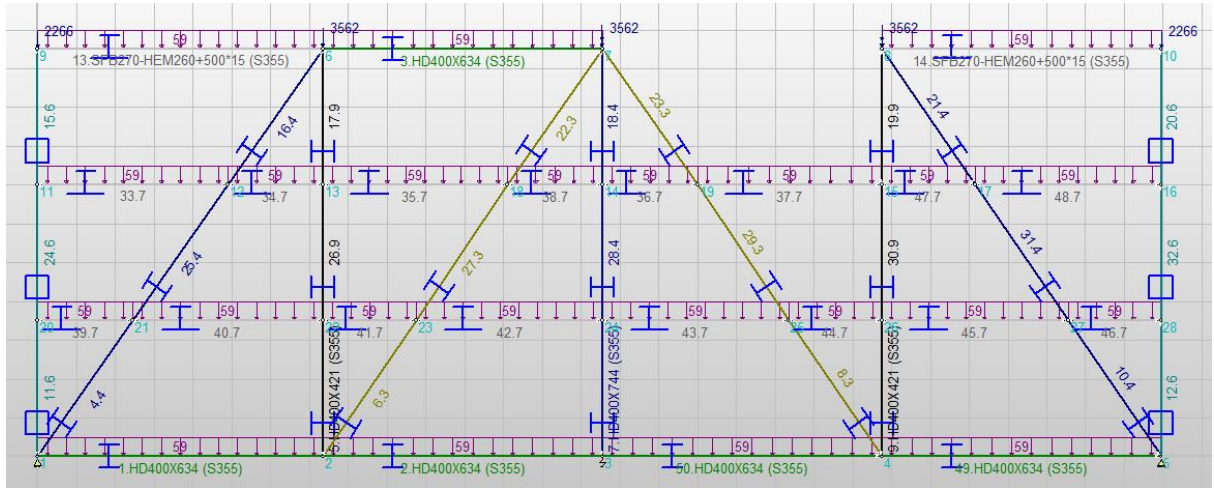
6.1.8. Situatie 8:



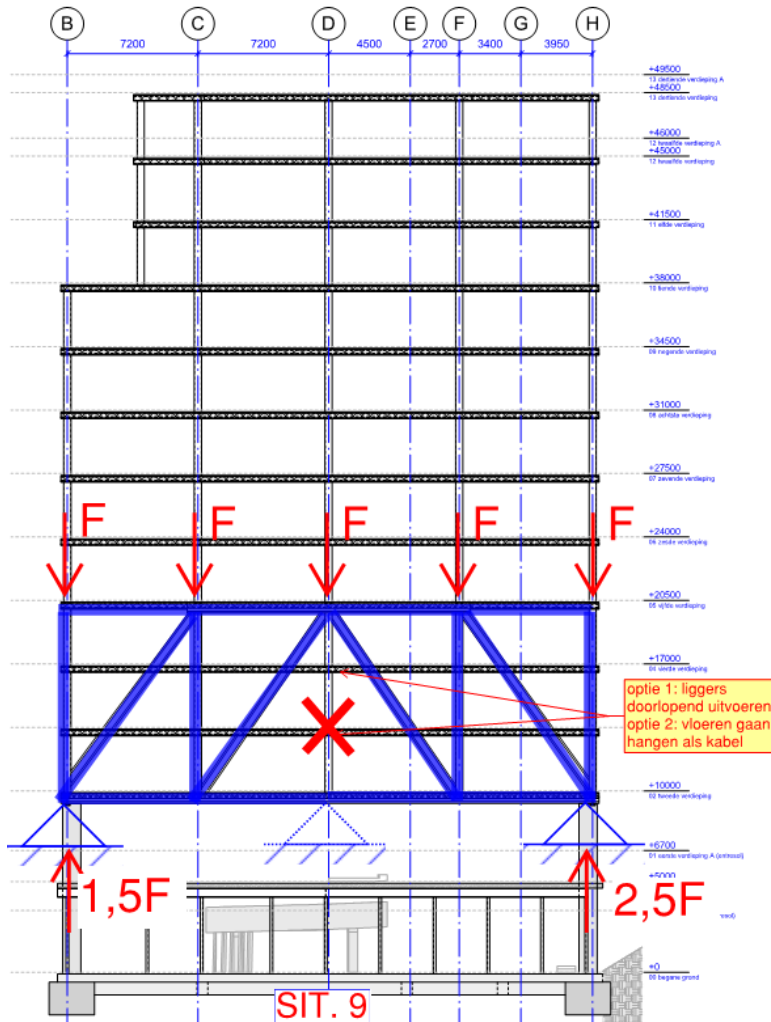
Situatie 8: bovenstaaf vakwerligger tussen as-D en as-F valt weg.

Wat gebeurt er:

1. De vloer van de 5^e verdieping gaat hangen als een kabel zoals beschreven bij situatie 1.
2. De vakwerligger op as-D gaat als steunpunt werken waardoor de ligger as-B t/m as-F gaat werken als uitkragende ligger (zie rode schematisering in bovenstaande plaatje). Door de zakking van de uitkragende ligger (ca. 105mm) gaat het vakwerkdeel as-F-H roteren over steunpunt as-H. Hierdoor ontstaat een horizontale verplaatsing voor op as-F en H t.p.v. de 5^e verdieping (ca. 204mm t.p.v. as-G). De 2^e orde effecten door deze vervormingen kunnen door de vakwerkstaven worden opgenomen. Het resulteert niet in een momentbelasting op de betonkolom begane grond as-H, zoals in situatie 3. (De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping gaan ook als drukstaaf werken om de horizontale verplaatsing tegen te gaan. Dit geeft een groot moment op de diagonaal tussen as-F en as-H. De diagonaal kan deze niet opnemen waardoor een plastisch scharnier ontstaat. In onderstaande plaatje is deze situatie uitgewerkt).



6.1.9. Situatie 9:



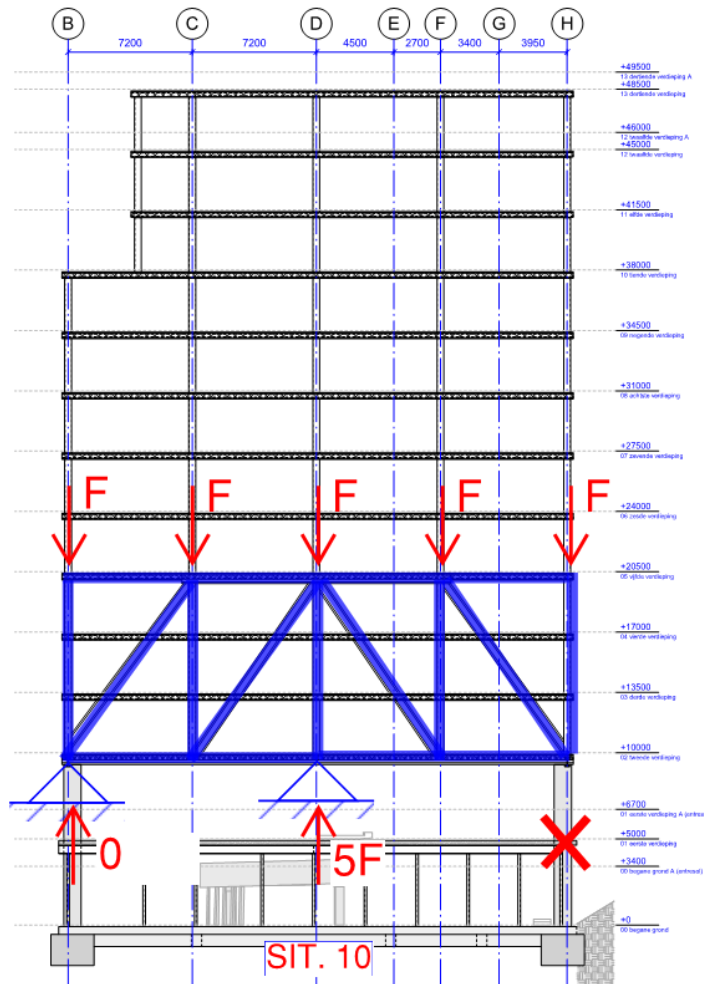
Situatie 9: kolom/staander as-D valt over 3 verdiepingen weg.

Wat gebeurt er: Het vakwerk blijft stabiel. Er is geen steunpunt op as-D nodig.

De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping ter plaatse van de verwijderde kolom kunnen op 2 manieren gaan dragen: 1. De liggers worden doorlopend over de vakwerkstaander uitgevoerd. De liggers kunnen de vloer dan dragen. 2. De vloeren van de 3^e en 4^e verdieping gaan t.p.v. de verwijderde staander als een kabel hangen. Zie uitwerking hiervan bij situatie 1. Situatie 1 is maatgevend.

(in bovenstaande beschrijving van de vloeren is ervanuit gegaan dat de kolom over 3 verdieping is verwijderd. In principe hoeft er alleen vanuit worden gegaan dat een kolom over 1 verdieping is verwijderd. In dat geval gaan de vloerliggers van de 3^e en 4^e verdieping, gewoon steunen dan wel hangen aan de nog aanwezige kolomdelen)

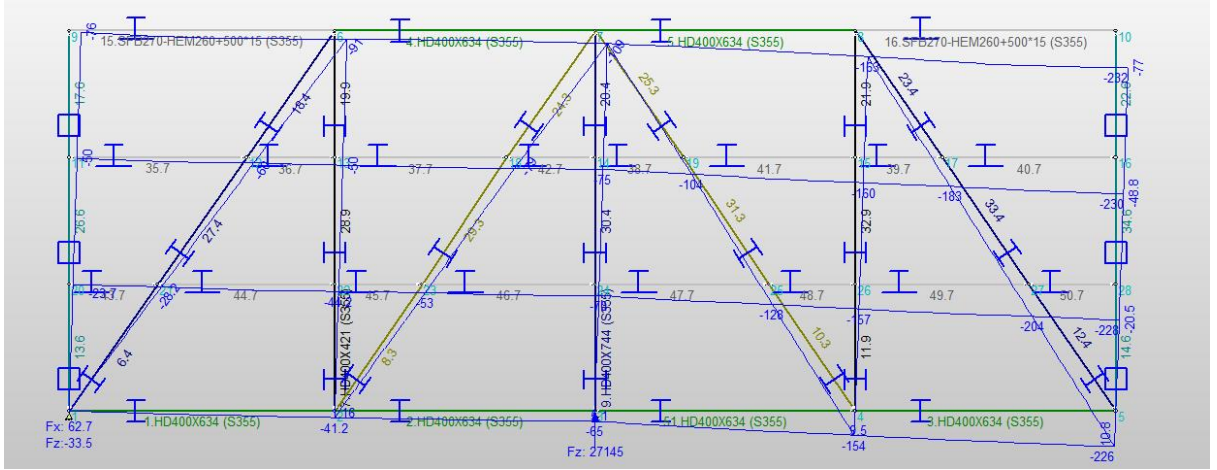
6.1.10. Situatie 10:



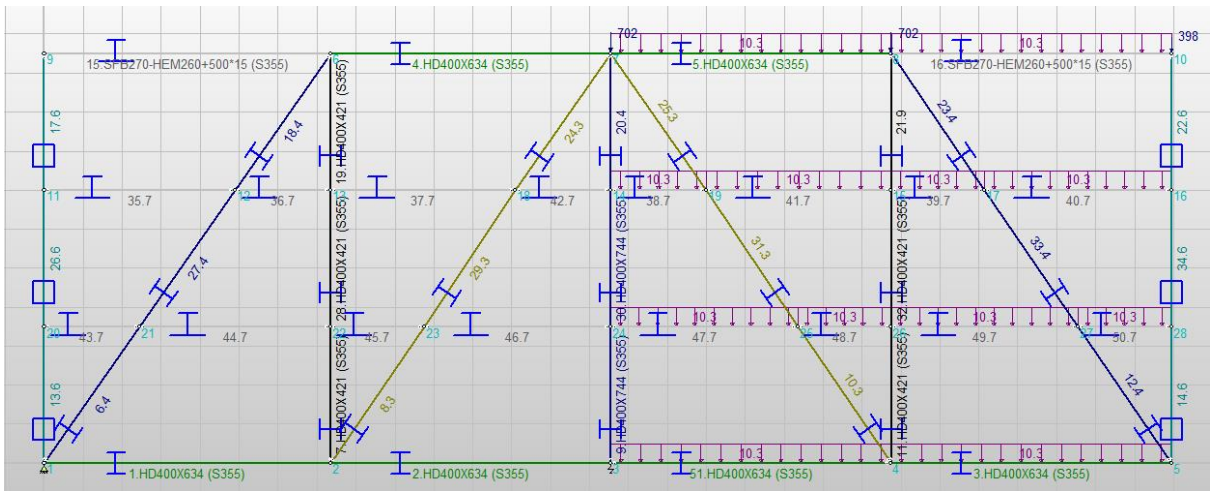
Situatie 10: kolom as-H begane grond.

Wat gebeurt er: Het vakwerk op as-D gaat als midden steunpunt werken. Vanwege de symmetrie gaat vakwerk as-D de volledige vakwerkbelasting dragen.

Theoretisch krijgt het steunpunt op as-B in deze situatie geen belasting. ook niet uit wind omdat de momentaanfactor van wind in calamiteitsituatie nul is ($\psi_2 = 0$). In werkelijkheid kan er natuurlijk wel trek of druk optreden. De waarde van de druk of trekkracht wordt berekend door de momentane veranderlijke belasting enkel op de linkerzijde van het gebouw te plaatsen. De reactiekracht op steunpunt as-B wordt dan +1100kN of -1100kN. De kolom-vakwerkligger verbinding wordt zo ontworpen dat het deze krachten ruim kan opnemen.

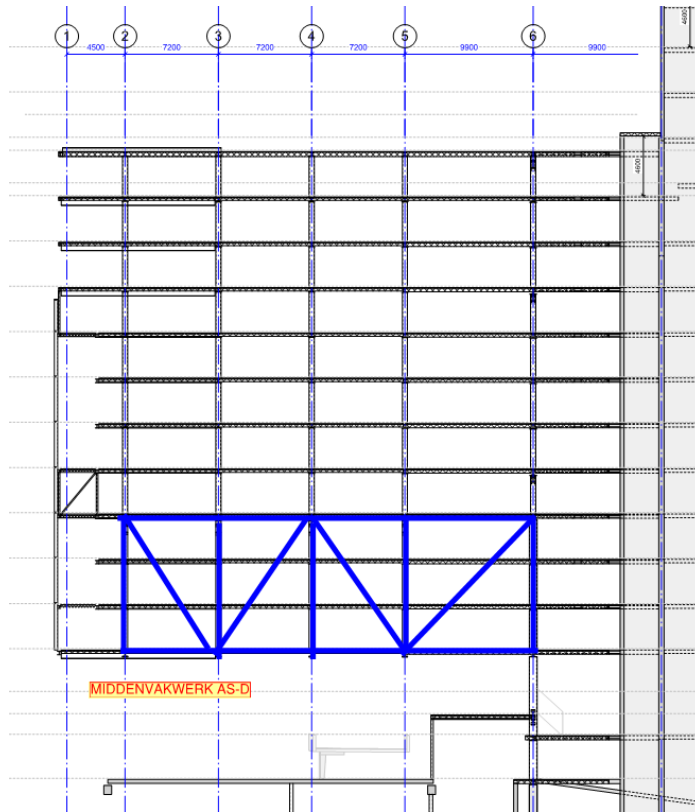


Vervorming vakwerk bij wegvallen kolom as-H

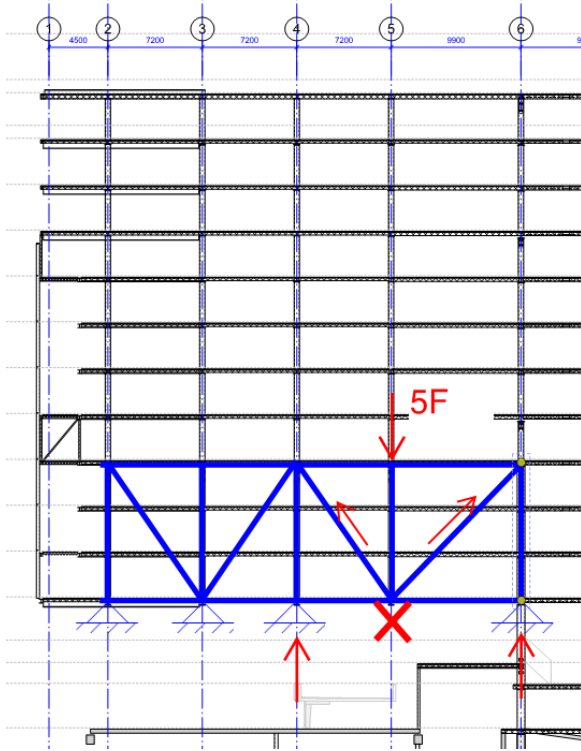


Belastingschema veranderlijke belasting om trekkracht op kolom bgg as-B te bepalen

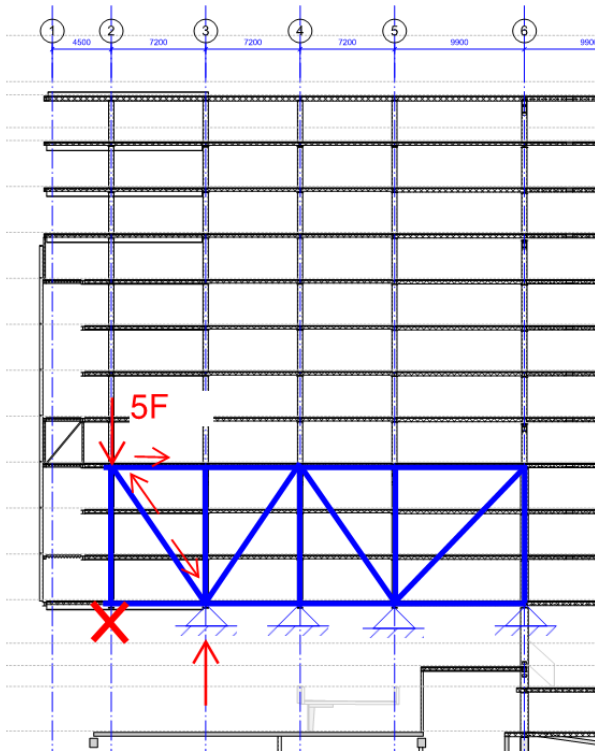
6.1.11. Vakwerkligger as-D



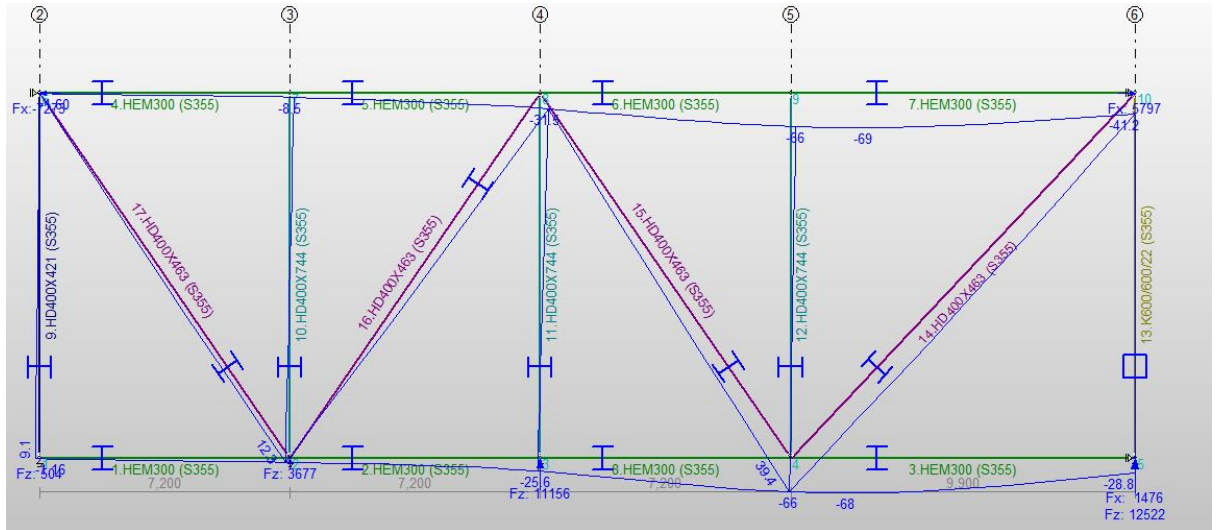
Het 2^e draagwegsysteem van blok A is gebaseerd op een vakwerkligger as-D, die bij een calamiteit indien nodig als steunpunt gaat functioneren en de belasting van de ene vakwerkligger naar aangrenzende vakwerkliggers brengt. In bovenstaande paragrafen zijn alle mogelijke 2^e draagweg beschouwd. De maatgevende situatie voor het vakwerk op as-D is het wegvallen van een begane grond kolom op as-B of as-H (situatie 10). Bij deze situatie moet de volledige belasting van 1 stramien door het vakwerk op as-D worden opgenomen en naar de andere vakwerken worden gebracht. Meest ongunstig zijn de situaties bij vakwerk as-5 (grootste vloeroppervlak) en as-2 (ongunstigste krachtswerking).



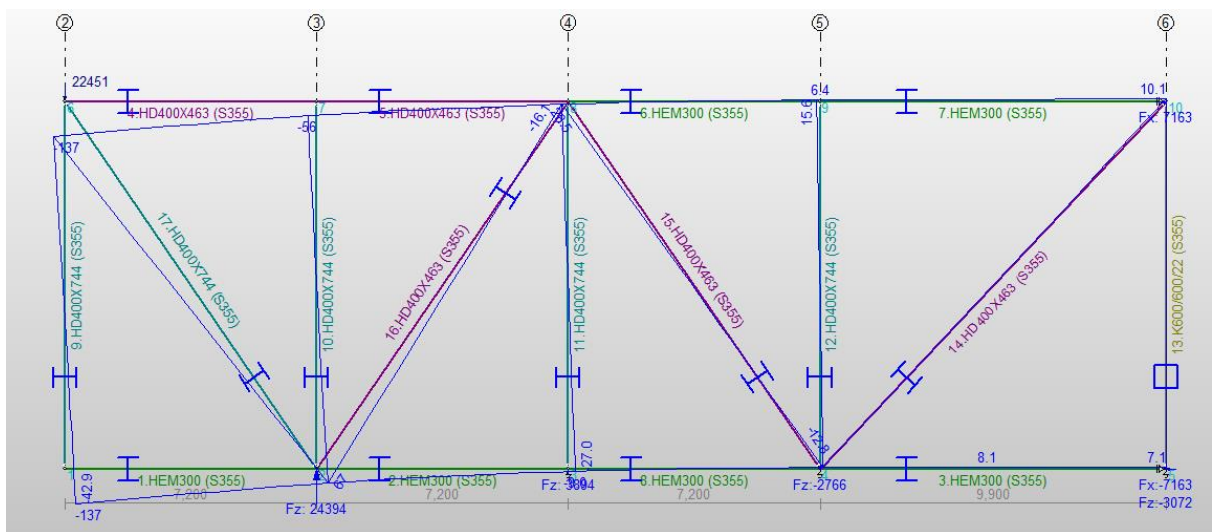
Situatie wegvallen kolom as-B5 of as-H5



Situatie wegvallen kolom as-B2 of as-H2



Vervorming vakwerk as-D bij wegvallen kolom as-5

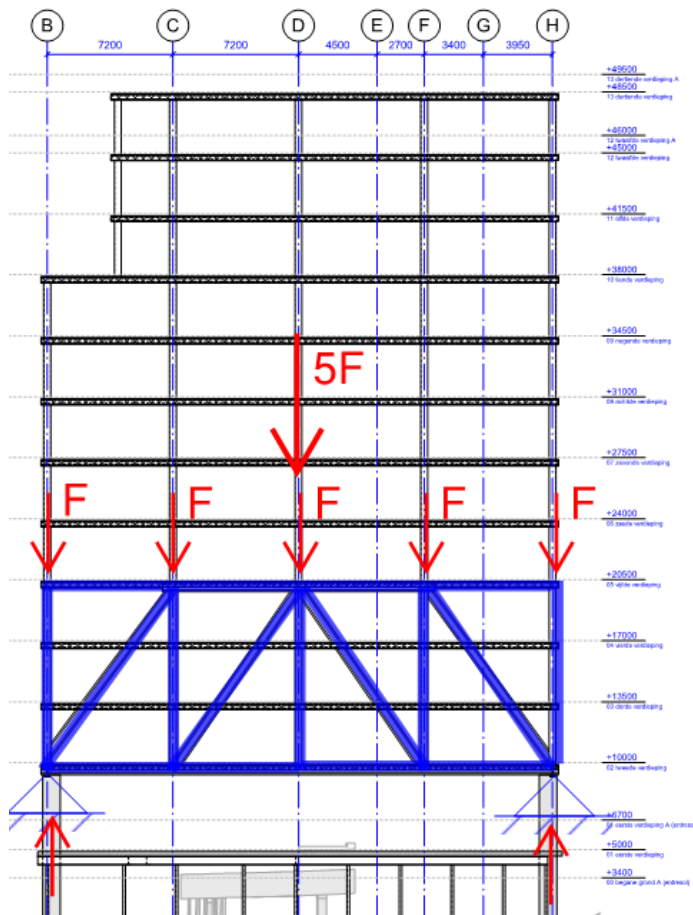


Vervorming vakwerk as-D bij wegvallen kolom as-2

6.1.12. Aangrenzende vakwerkliggers

Als gezegd brengt de vakwerkligger op as-D bij het wegvallen van een deel van een vakwerkligger de belastingen naar de aangrenzende vakwerkliggers. Maatgevend voor aangrenzende vakwerkliggers is situatie 10, het wegvallen van een begane grondkolom op as-H.

De bij de berekening van vakwerkligger op as-D berekende oplegreacties worden op de vakwerkliggers geplaatst. De vakwerkliggers worden hierop gedimensioneerd.



SWINN

Burgemeester Jamessingel 41
2803 WV Gouda
Nederland

0182 615 655
info@swinn.nl
www.swinn.nl

swinn.nl