

Project

Codricotoren te Rotterdam

Ordernummer	10588
Opdrachtgever	REDC Rijnhaven Ontwikkeling B.V.
Notitie	N003
Omschrijving	Beschouwing tweede draagweg
Fase	Aanvraag omgevingsvergunning

Status	Datum	Omschrijving
Concept	19-07-2023	Conceptversie t.b.v. vooroverleg BoWoTo Rotterdam
Definitief	15-09-2023	Definitieve notitie t.b.v. aanvraag omgevingsvergunning
Revisie A	13-11-2023	Diverse opmerkingen BoWoTo verwerkt

Opgesteld door

Gecontroleerd door

Voor akkoord

Van Rossum
Raadgevende
Ingenieurs bv
Amsterdam

Pedro de Medinalaan 3a
1086 XK Amsterdam
T +31(0)20 615 37 11
info@vanrossumbv.nl

Van Rossum
Raadgevende
Ingenieurs bv
Rotterdam

Westblaak 5e
3012 KC Rotterdam
T +31(0)10 404 51 11

Van Rossum
Raadgevende
Ingenieurs bv
Almere

Haagbeukweg 143
1318 MA Almere
T +31(0)36 531 15 04

Van Rossum
Raadgevende
Ingenieurs bv
Utrecht

Ptolemaeuslaan 58
3528 BP Utrecht
T +31(0)30 750 10 60

KVK 34147396
BTW NL 8101.54.869.B.01

Inhoudsopgave

Inleiding	3
1. Constructieve samenhang	4
1.1 Horizontale trekbanden vloeren.....	4
1.2 Verticale trekbanden in kolommen, penanten en wanden	5
1.3 Denkbeeldige verwijdering van dragende elementen	5

Revisiebeheer

Revisie A, d.d. 13-11-2023

- Verschillende kolommen in separaat vloerenmodel in SCIA verwijderd, t.b.v. aannemelijk maken wapening voor tweede draagweg;
- Kolom onder kernwand in SCIA verwijderd, t.b.v. inzichtelijk maken krachten t.g.v. tweede draagweg;
- Indicatieve berekening toegevoegd voor het wegvallen van de maatgevende schuine kolom / wandschijf → spatkracht opvangen door horizontale vloerschijf.

Inleiding

De Rijnhaven staat aan de vooravond van een grootscheepse transformatie. Door de industriële activiteiten van de bestaande Codrico fabriek te verplaatsen, wordt het terrein op Katendrecht vrijgemaakt voor herontwikkeling. Met circa 1.500 huur- en koopwoningen, waarvan maar liefst 50% in het betaalbare segment, wordt Het Codrico Terrein ontwikkeld voor alle Rotterdammers. Een bruisende plek met kantoren, winkels, hotel, restaurants en culturele functies in de plinten.

Het totale project bestaat uit 4 onderdelen die gefaseerd zullen worden gebouwd. Een woontoren van 220 meter hoog ontworpen door SHoP Architects, een expert in hoogbouw door de ervaring in New York. Een wandgebouw waar een mixed-use functie aan wordt gekoppeld en toegankelijk is voor elke Rotterdammer ontworpen door Powerhouse Company. Het rijksmonument zal worden getransformeerd tot een hotel inclusief publieke functies begeleid door Office Winhov. Daarnaast is onderdeel van deze transformatie ook het gekoppelde silogebouw, waar woningen in de oude silo's zullen worden gerealiseerd en een publiek toegankelijke horecabestemming in de beeldbepalende 'groene' kubus. En als laatste een nieuw volume genaamd het veldblok, wat het ensemble zal afmaken en is ontworpen door Powerhouse Company. Powerhouse Company begeleidt het geheel en kijkt met zorg naar de algehele samenhang.

Met deze unieke verzameling gebouwen wordt de voetganger lus langs de kade van de Rijnhaven gesloten, en daarmee komt de lang gekoesterde wens voor het Rondje Rijnhaven eindelijk in vervulling.



Figuur 1: Impressie Codrico Toren (bron: Powerhouse Company)

In deze notitie is de tweede draagweg beschouwd voor de Codricotoren in Rotterdam, t.b.v. de aanvraag omgevingsvergunning. Naast de normale belastingen, zoals eigen gewicht, wind en de bijzondere belastingen, zoals aanrijdingen, dient het gebouw ook bestand te zijn tegen lokaal bezwijken door een onbekende oorzaak. Deze notitie behandelt de getroffen maatregelen in het gebouw om voldoende robuustheid dan wel voldoende constructieve samenhang te creëren. Als uitgangspunt voor het creëren van een voldoende robuuste constructie wordt bijlage A van *NEN-EN 1991-1-7 buitengewone belastingen* gehanteerd.

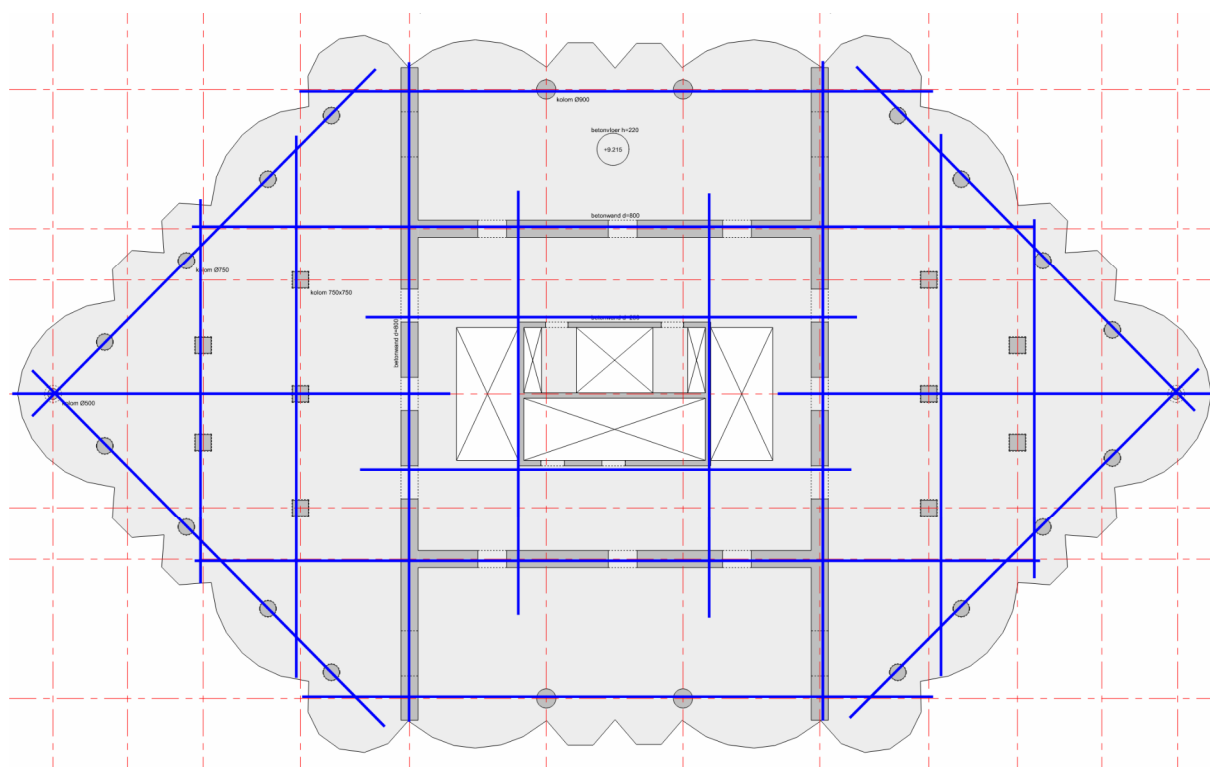
De toren valt in gevolgklasse CC3. In het gebouw wordt een 2^e draagweg aangebracht en daarnaast zal een risicoanalyse gemaakt worden. De risicoanalyse wordt behandeld in notitie N02.

1. Constructieve samenhang

Er worden horizontale en verticale trekbanden toegepast. Daarnaast is het denkbeeldig verwijderen van een dragende kolom, penant of wanddeel beschouwd.

1.1 Horizontale trekbanden vloeren

In de vloeren worden trekbanden aangebracht die de belasting van een vloer, bij bezwijken van een verticaal constructie-element, kunnen afdragen naar de naastgelegen constructie-elementen. Trekbanden conform bijlage A.5.1 en A.5.2 van *NEN-EN 1991-1-7* worden toegepast voor respectievelijke kolommen, penanten en dragende wanden.



Figuur 2: Principe trekbanden in vloer

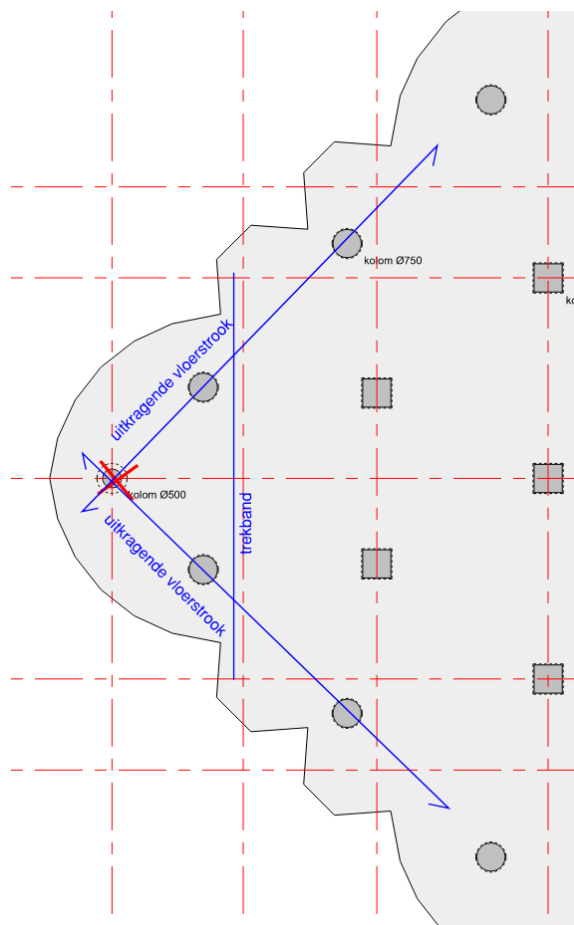
1.2 Verticale trekbanden in kolommen, penanten en wanden

In de verticale elementen (kolommen, penanten en wanden) worden trekbanden voorzien die de belasting uit een bouwlaag kunnen weerstaan. Trekbanden conform bijlage A.6 van NEN-EN 1991-1-7 worden toegepast.

1.3 Denkbeeldige verwijdering van dragende elementen

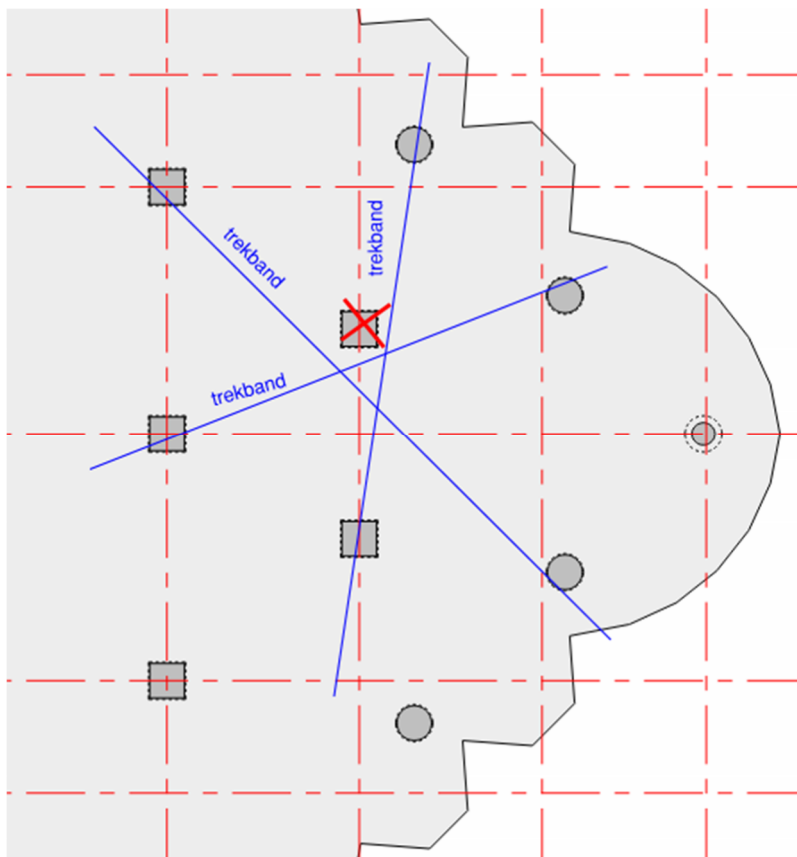
Voor het denkbeeldig verwijderen van een dragende kolom wordt een 2^e draagweg uitgewerkt, zodat de standzekerheid van het gebouw verzekerd blijft.

Denkbeeldig verwijderen willekeurige hoekkolom



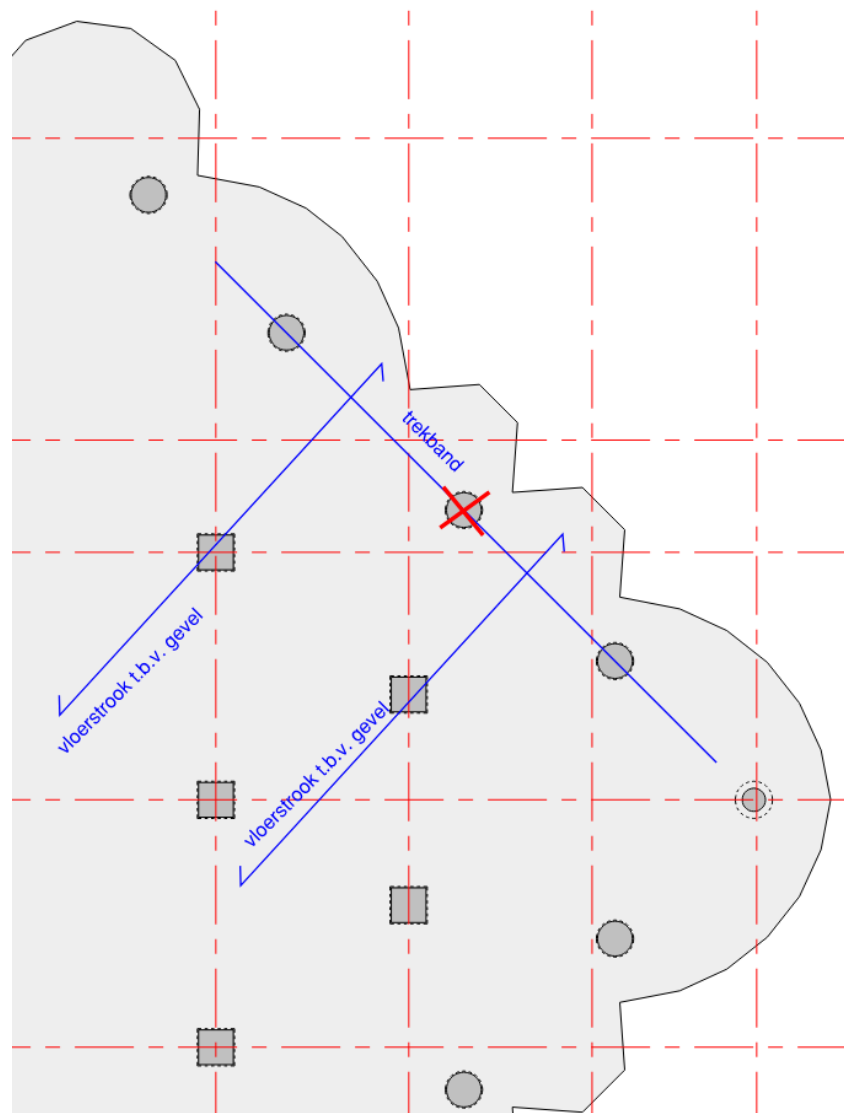
Figuur 3: 2^e draagweg bij bezwijken middenkolom

Denkbeeldig verwijderen willekeurige middenkolom



Figuur 4: 2^e draagweg bij bezwijken middenkolom

Denkbeeldig verwijderen willekeurige randkolom

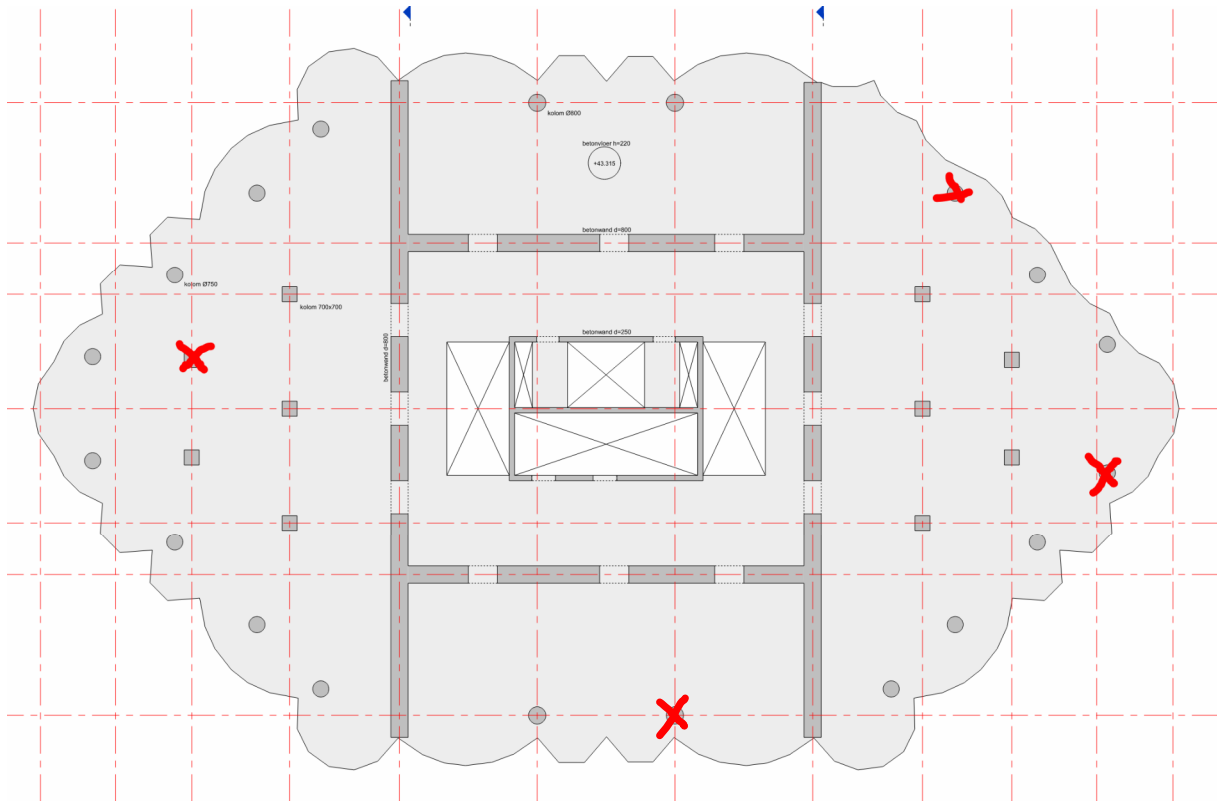


Figuur 5: 2^e draagweg bij bezwijken randkolom

Om inzicht te geven van de benodigde wapening t.b.v. tweede draagweg bij het wegvallen van een kolom, is een separaat SCIA model opgesteld. In dit SCIA model is de vloer doorgerekend waar de uitkragingen het grootst zijn en de kolommen het meest ongunstig zijn gepositioneerd in het geval van wegvallen. Verschillende steunpunten zijn verwijderd en er is een belastingcombinatie toegevoegd t.b.v. de calamiteitsituatie, d.w.z. $1,0xG + 0,3xQ$.

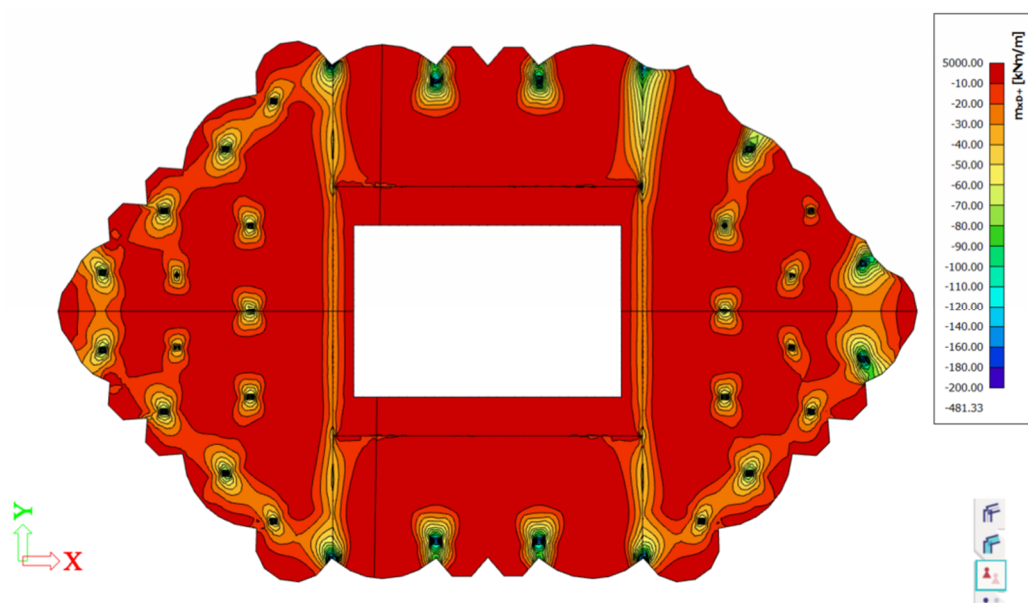
Op basis van de optredende buigende momenten in de vloer is met een simpele handberekening aannemelijk gemaakt dat wegvallende kolommen oplosbaar zijn met wapening in de vloer.

Bij onderstaande vloer zijn drie kolommen verwijderd:

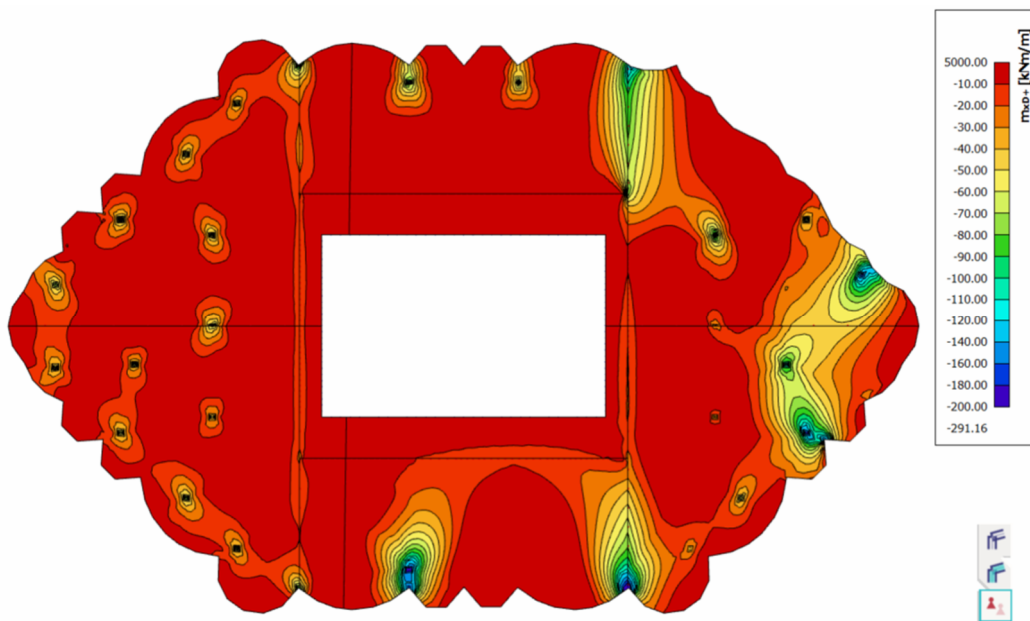


Figuur 6: verwijderde kolommen t.b.v. tweede draagweg

Op de volgende 4 pagina's zijn eerst de momenten van de vloer in normale situatie weergegeven. Daaronder zijn de momenten van de vloer weergegeven indien bovenstaande drie kolommen niet mee doen in de berekening. Per richting is een toelichting gegeven op welke wapening (indicatief) benodigd is.



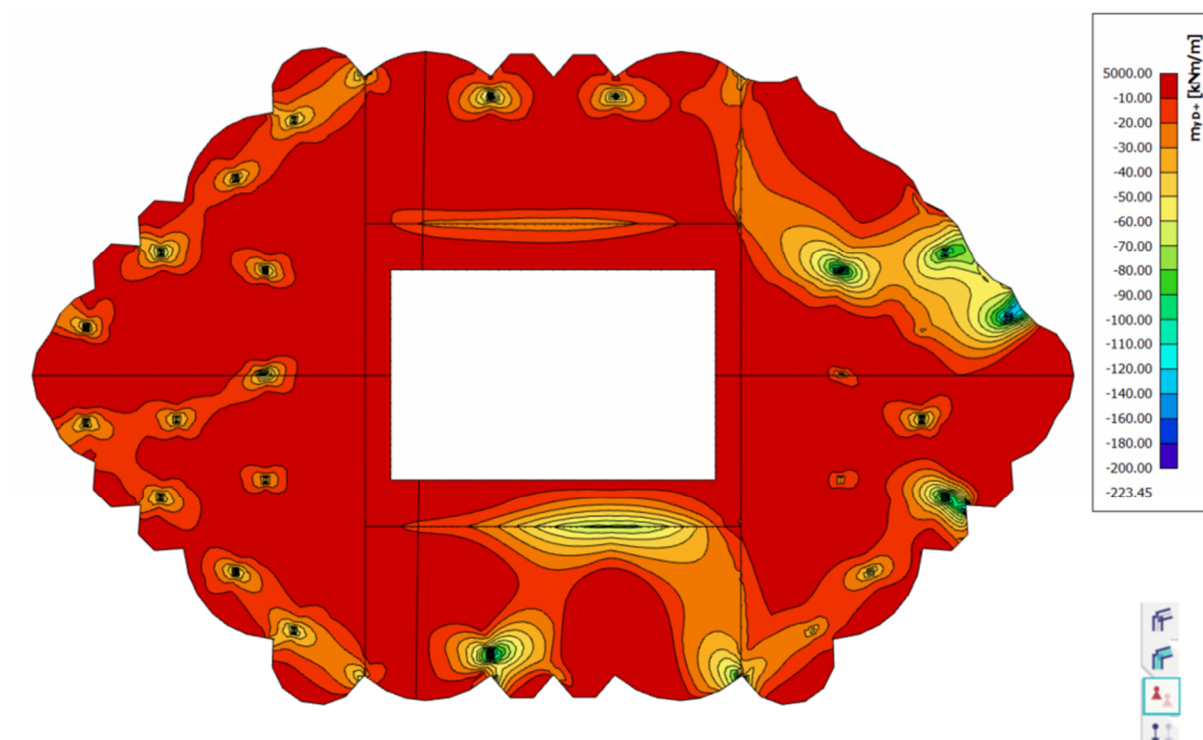
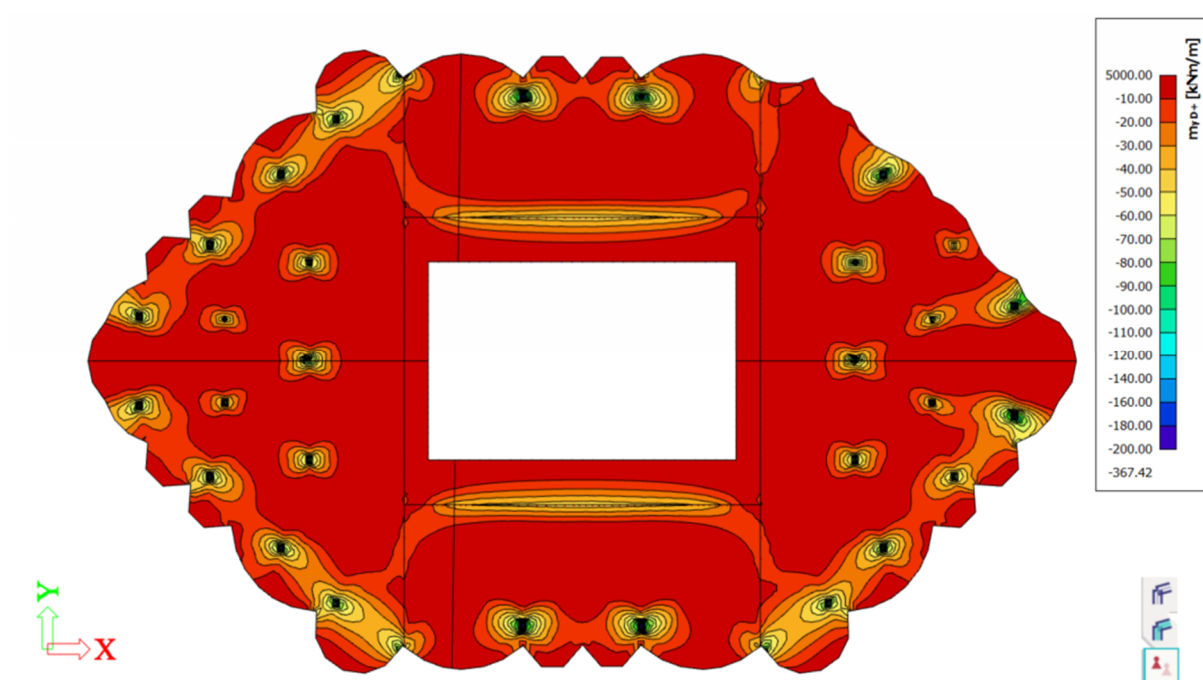
Basissituatie CC3



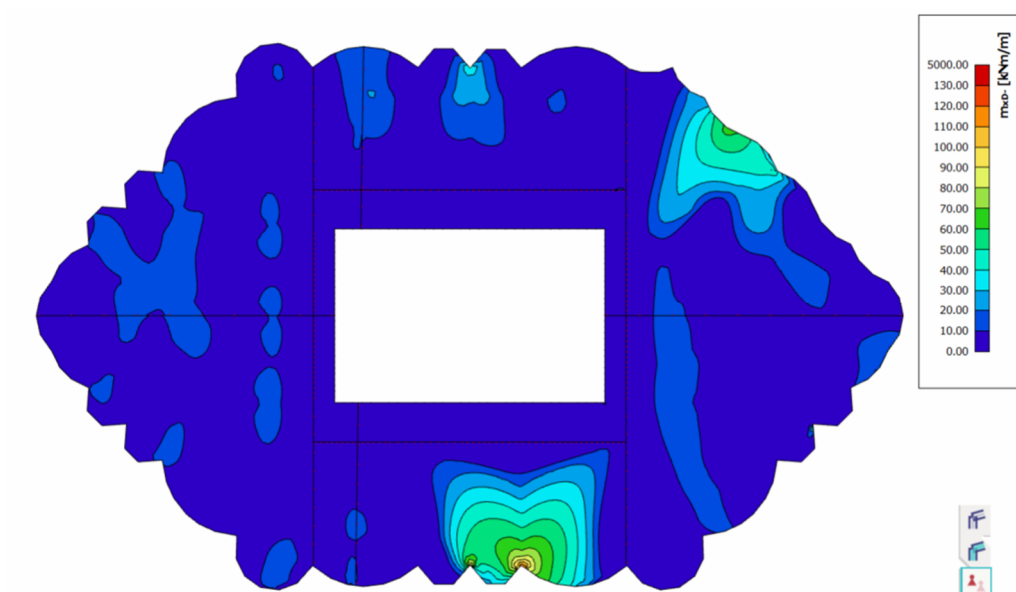
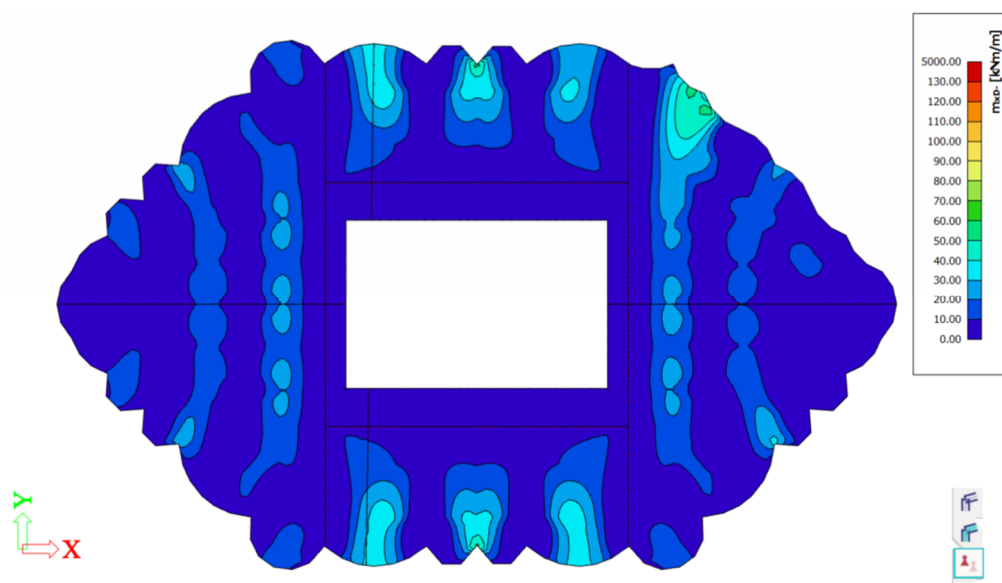
Calamiteit, met weggevallen kolommen

Indicatie wapening tweede draagweg:

Ter plaatse van kolommen is al zware wapening aanwezig t.b.v. pons in de normale situatie. Hierbij is rekening gehouden met c.a. 12-100 ter plaatse van de kolommen. Met deze wapening is in een calamiteitsituatie c.a. $1130\text{mm}^2 \times 0,500\text{ N/mm}^2 \times 0,85 \times 220 = 105\text{ kNm/m}$ opneembaar. De uiterste pieken ter plaatse van de maatgevende kolommen zijn iets hoger. Dit kan worden opgelost met bijlegwapening of het herverdelen van de steunpuntsmomenten naar veldmomenten. Dit kan in de vervolgfase worden uitgezocht. De bovenmomenten ter plaatse van de velden en wanden zijn c.a. 50-80 kNm/m. Dit is met normale wapening oplosbaar in de vloer.

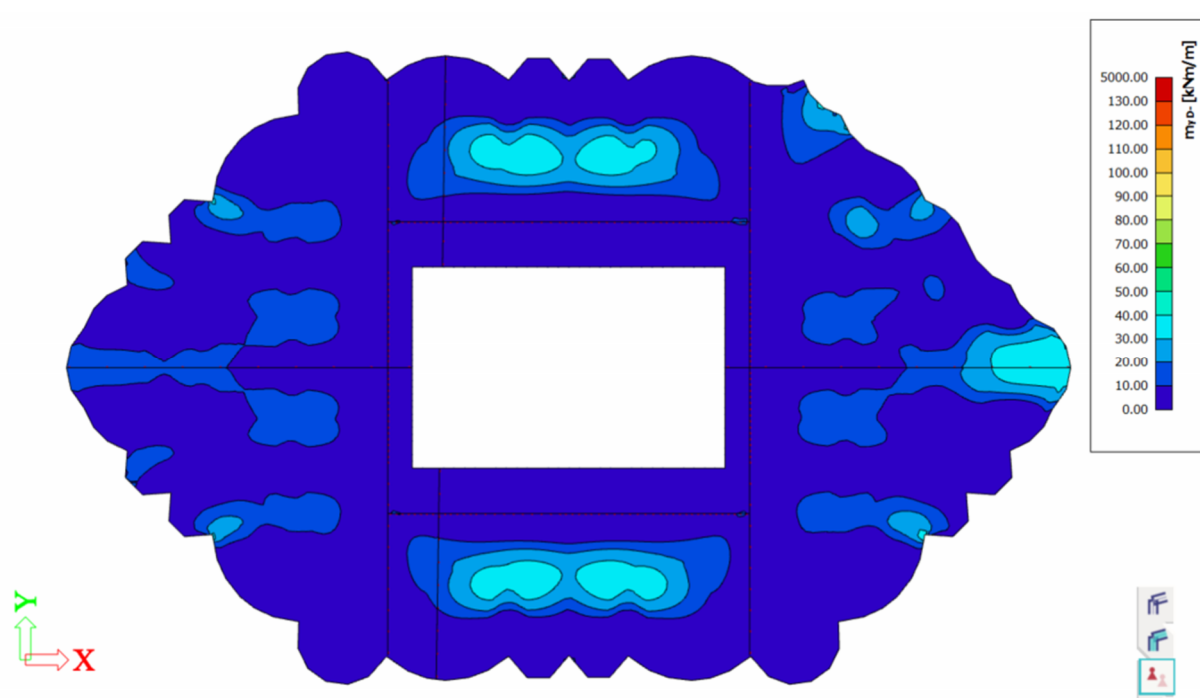


Zie de toelichting op de vorige pagina.

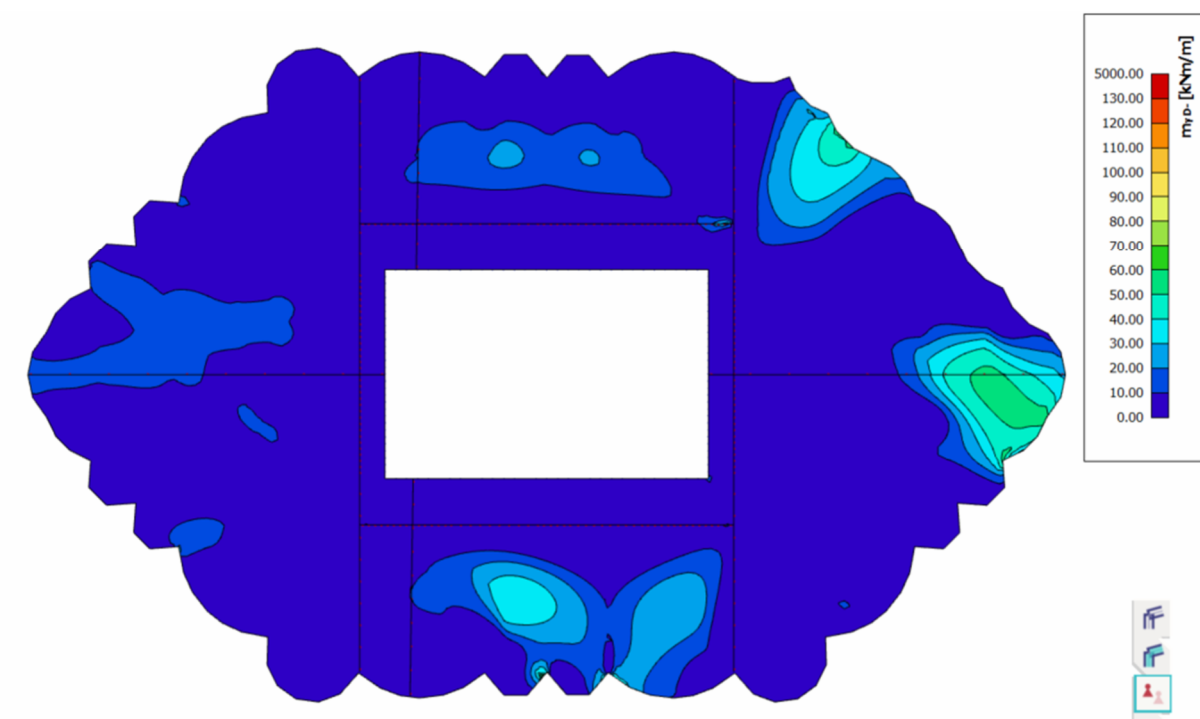


Indicatie wapening tweede draagweg:

Voor midden kolommen blijkt dat bijlegwapening voor tweede draagweg niet benodigd is. Uitgaande van een basisnet Ø8-150 kan altijd c.a. 25 kNm/m worden opgenomen. Dat lijkt voor de midden kolommen voldoende. Ter plaatse van de randkolommen lopen de momenten wat op bij wegvallende kolommen, tot c.a. 60-70 kNm/m. Hier kan volstaan worden met c.a. $70 / 0,500 / 0,85 / 220 = 750 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \text{c.a. } \text{Ø}10\text{-}100$.



Basissituatie CC3

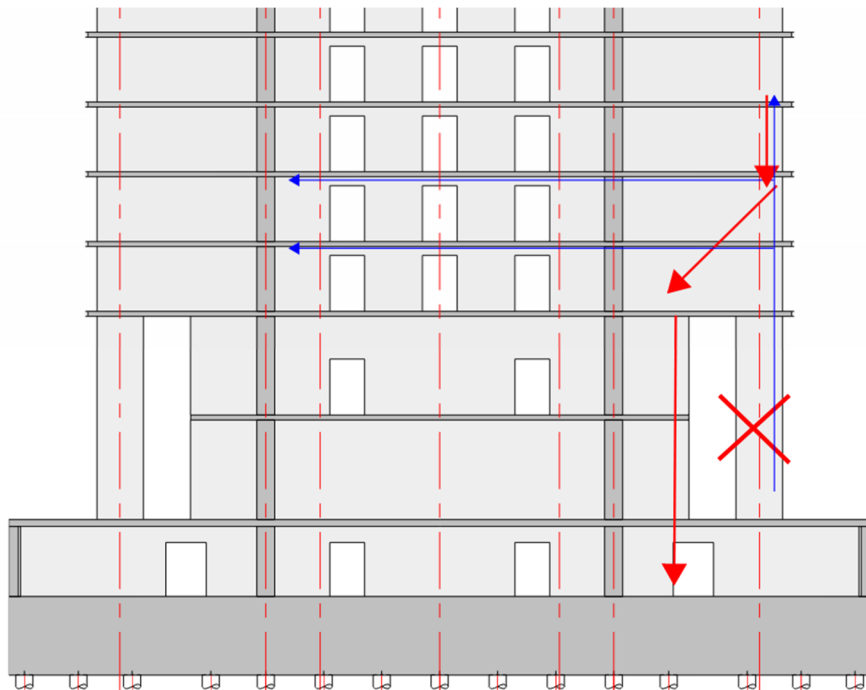


Calamiteit, met weggefallen kolommen

Toelichting van de vorige pagina is ook geldig voor de y-richting.

Denkbeeldig verwijderen kolom onder kernwand

Indien de kolom onder de kernwanden vervalt, dan kan een uitkraging gevormd worden over de bovenliggende dichte wanden. De spatkrachten kunnen worden opgenomen in de betreffende wanden die de uitkraging vormen en ook 3-dimensionaal via de vloerschijf maar de andere kernwand die op dat moment nog wel volledig intact is. Zie de volgende pagina voor de berekening t.b.v. tweede draagweg.

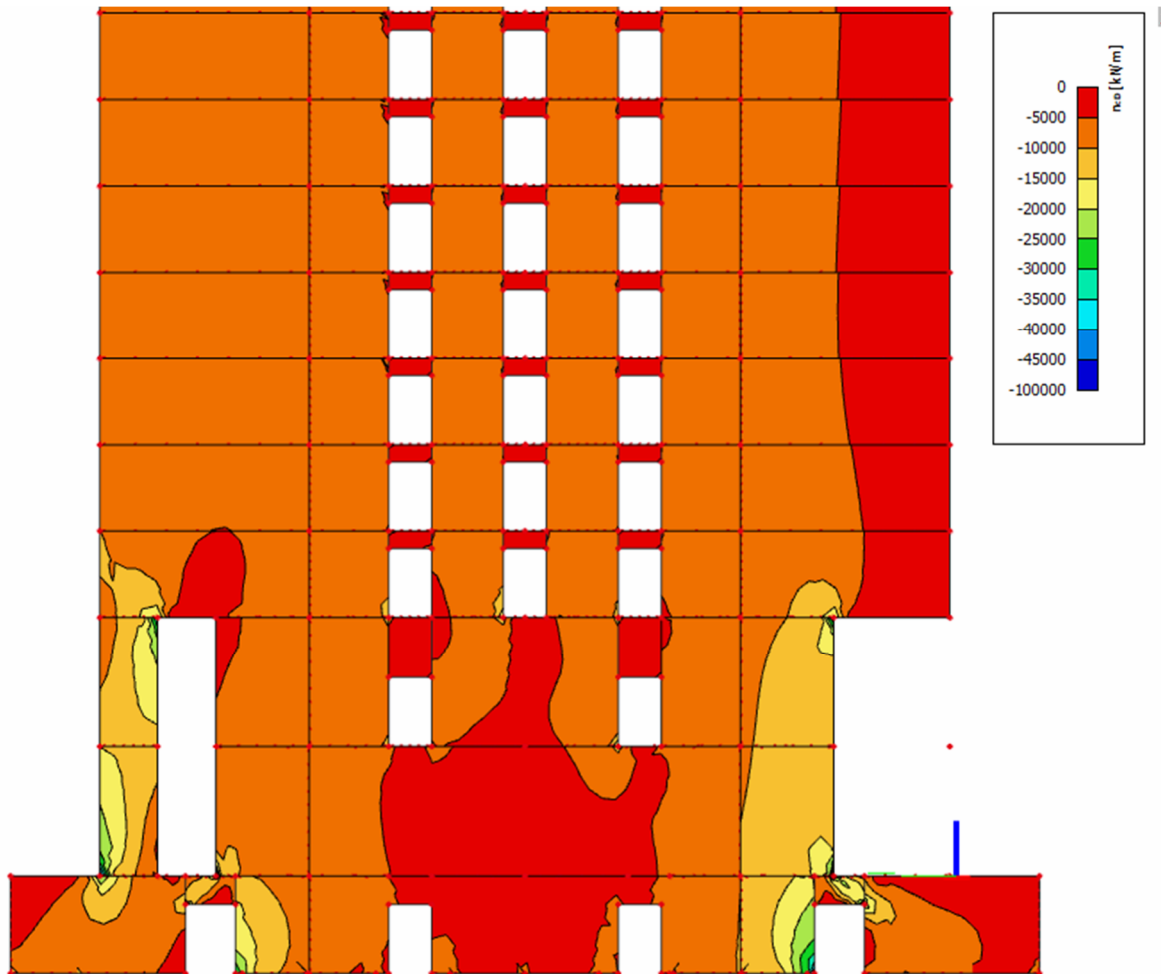


Figuur 7: 2^e draagweg bij bezwijken kolom onder kernwanden BG

Om aannemelijk te maken dat de kolom kan wegvallen, is het SCIA model doorgerekend waarin een betreffende kolom is verwijderd. Bij het uitlezen van de resultaten zijn de belastingfactoren van de permanente belasting op 1,0 gesteld en de belastingfactoren van de variabele belasting op $1,0 \times \Psi_2 (= 0,3) = 0,3$. Vanaf de volgende pagina is de relevante uitvoer in de betreffende wand weergegeven.

Combinaties	
Combinatie invoer	
UGT0 - BM - UGT	Naam UGT0 - BM
UGT1 - BM (e.g. ov...	Omschrijving UGT
UGT2 - BM - Wind X	Type Lineair - UGT
UGT3 - BM - Wind -X	Amplified Sway Mor ☐ nee
UGT4 - BM - Wind Y	
UGT5 - BM - Wind -Y	
UGT6 - BM - Wind X...	Inhoud van c...
UGT7 - BM - Wind -...	BG1 - BM - Eigen g 1,000
UGT8 - BM - Wind Y...	BG2 - BM - Gevel+z 1,000
UGT9 - BM - Wind -...	BG3 - BM - Variabe 0,300

Maximaal druk neerwaarts NcD



Toets drukspanning positie 1

Drukkracht c.a. 30.000 kN/m

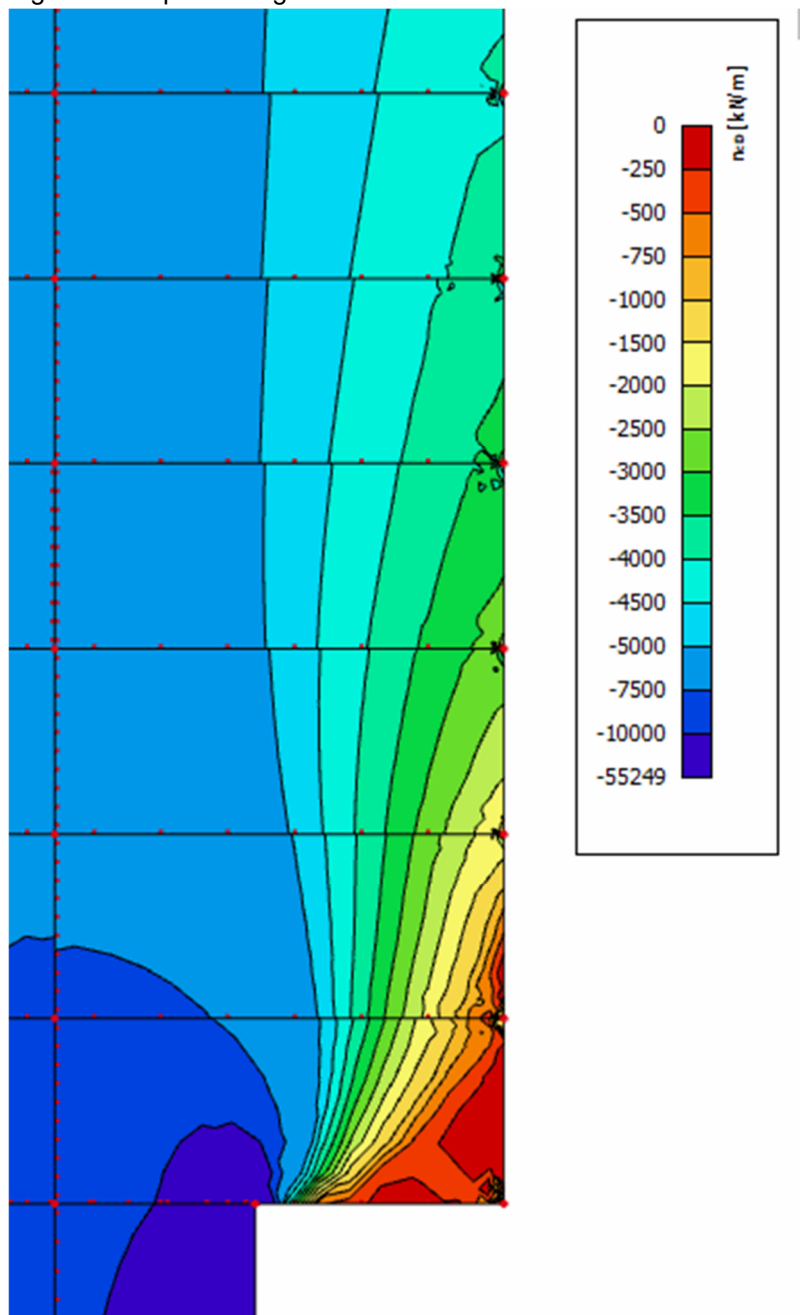
Wand 1000x800 C70/85

Spanning: $30.000 \times 10^3 / 1000 / 800 = 38 \text{ N/mm}^2$

Toelaatbaar 70 N/mm^2 (calamiteit, dus geen materiaalfactor 1,5)

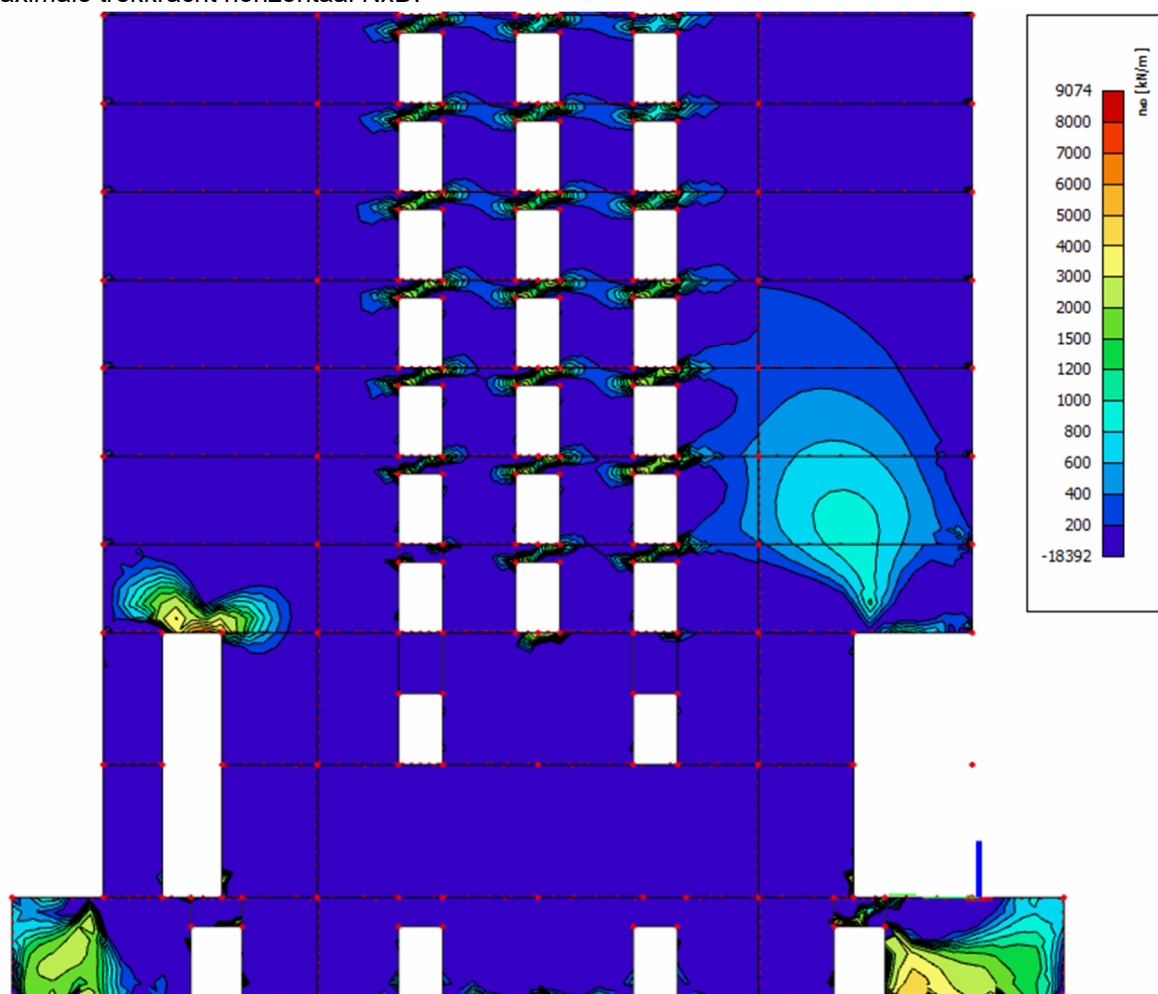
➔ Oplosbaar

Ingezoomd op drukdiagonaal:



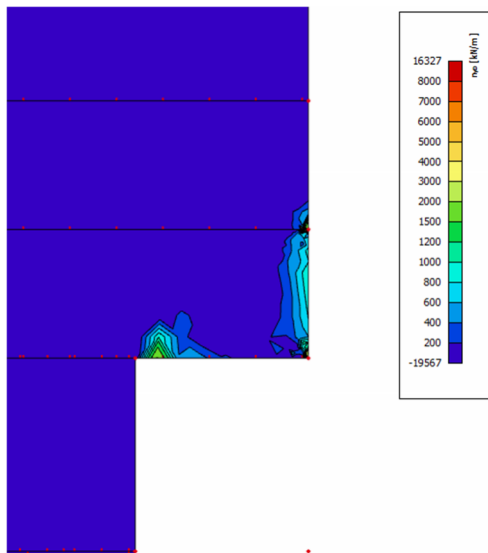
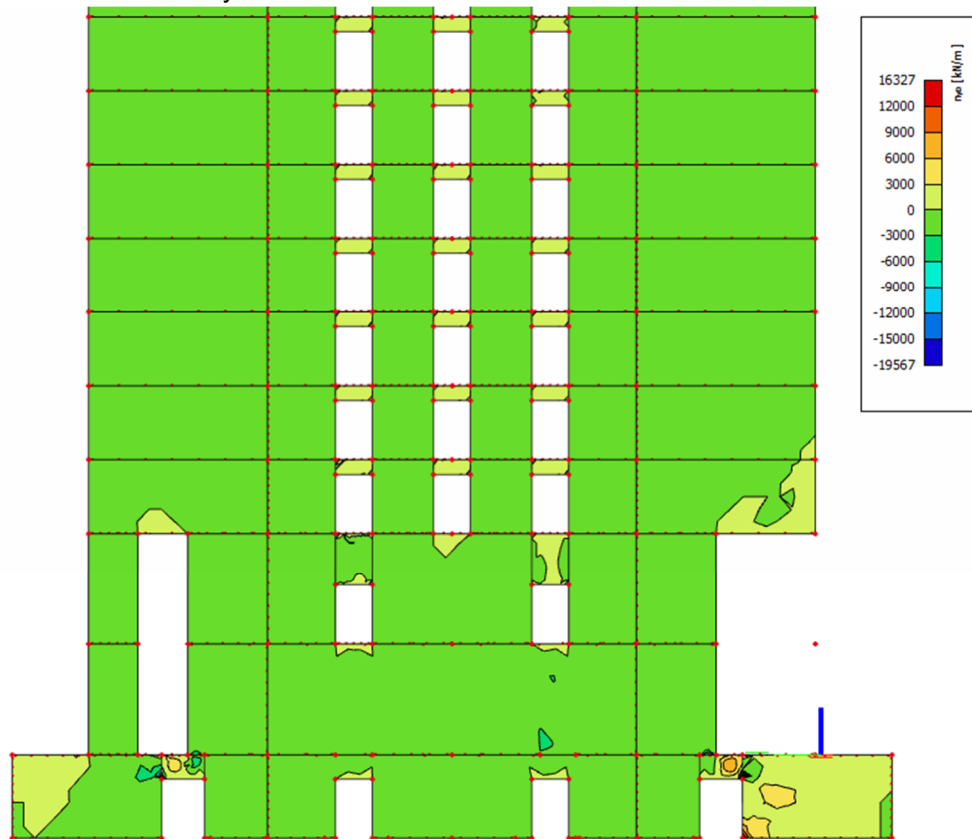
Op basis van bovenstaande isolijnen voor de drukkracht in de wand blijkt dat de drukdiagonaal maximaal 2 verdiepingen hoog is, maximaal 6 meter. Op basis van de horizontale trekkkrachten die op de volgende pagina zijn weergegeven blijkt hetzelfde.

Maximale trekkracht horizontaal $N_x D$:

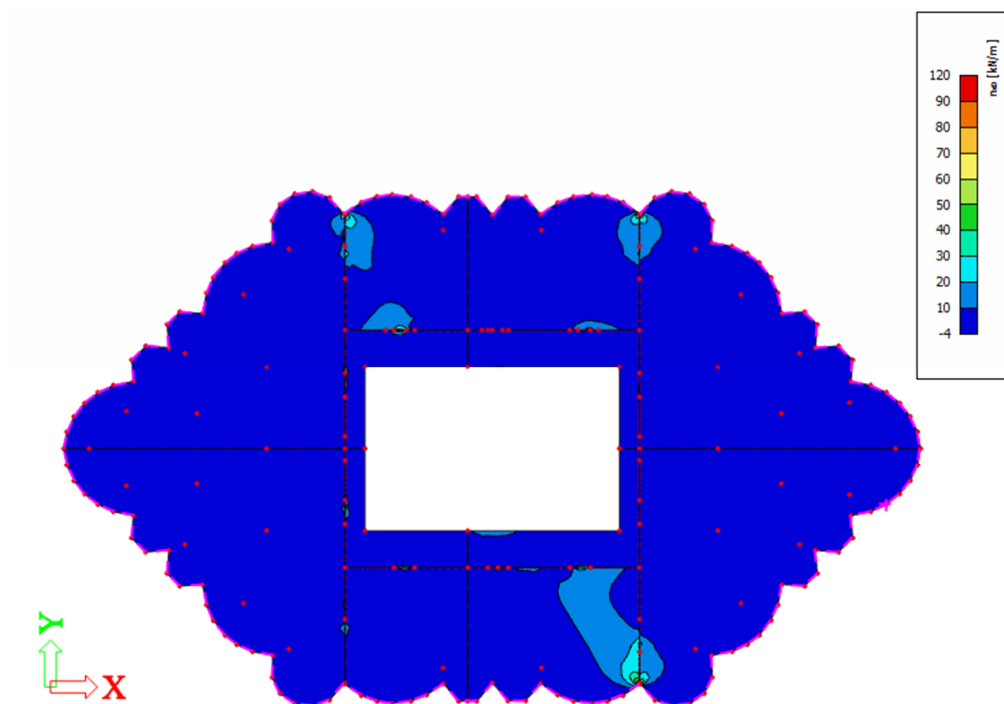
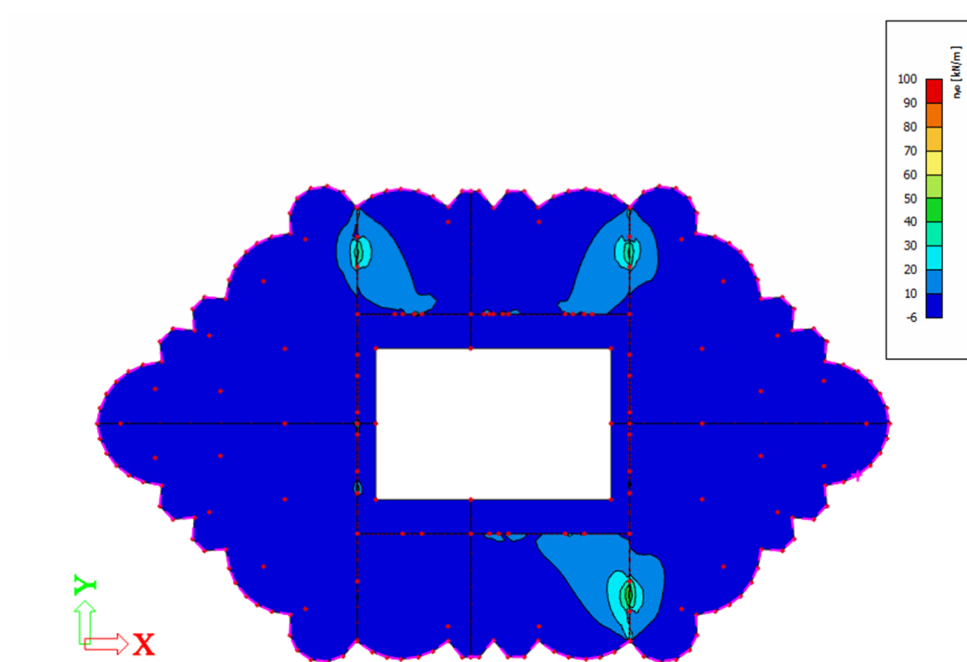


De maximale trekkracht in de twee wanden boven de wegvallende kolom bedraagt c.a. 1000 kN/m. De wapening die hiervoor benodigd is bedraagt c.a. $1000 / 0,500 \text{ MPa} = 2000 \text{ mm}^2$. Dit is Ø16-150 voor / achter. → oplosbaar.

Maximale trek verticaal NyD:



De trekkracht die volgt uit de onderste verdiepingen doordat de kolom wegvalt bedraagt c.a. 1000 kN/m over de buitenste halve meter van de wand. Dit resulteert in een kracht van c.a. 500kN wat met $500 / 0,500 \text{ MPa} = 1000 \text{ mm}^2$ oplosbaar is. Dit komt neer op c.a. 5Ø16 op de kop van de 800mm dikke wand. → oplosbaar.

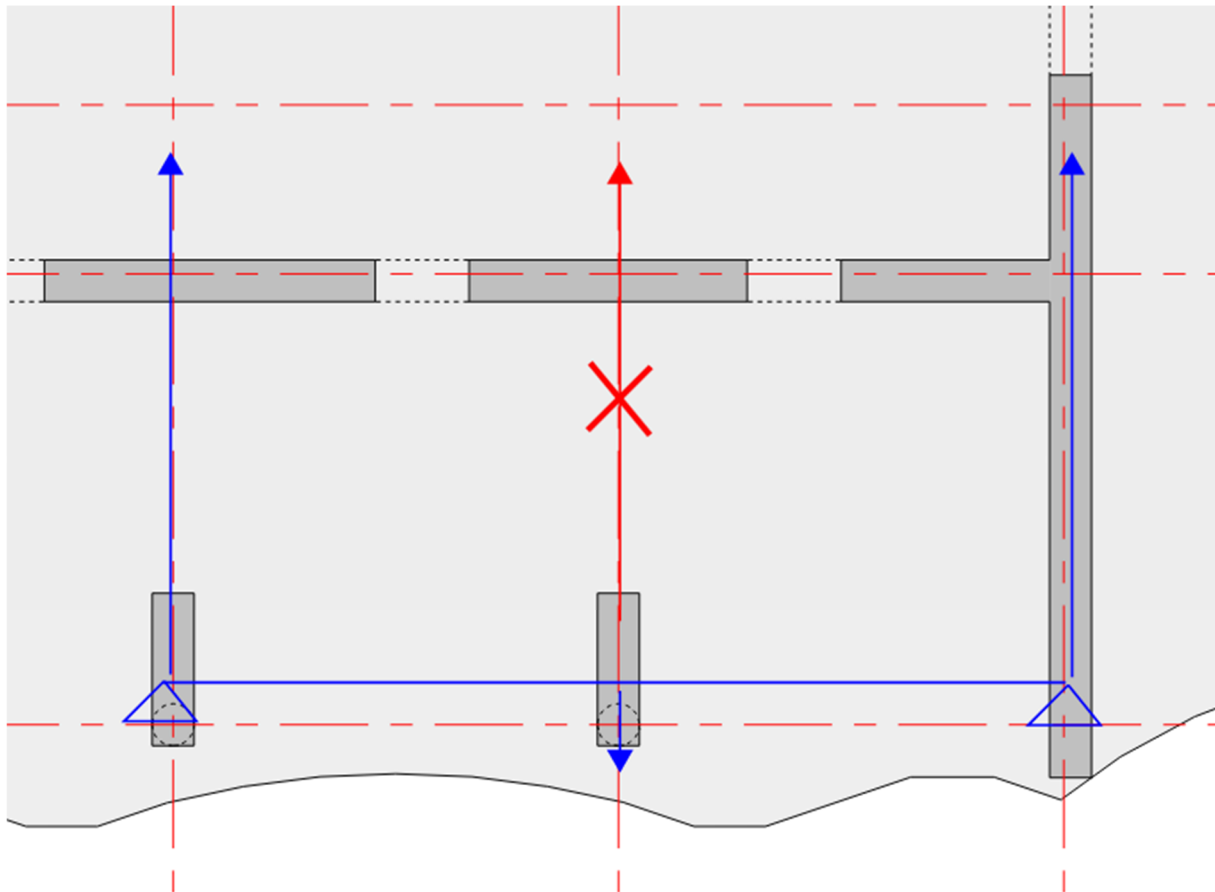


Bovenstaand zijn de horizontale trekkrachten van de 3^e verdiepingsvloer in x- en y-richting weergegeven. De reden dat deze vloeren zijn toegevoegd heeft te maken met de eventuele horizontale trekkrachten uit de wanddelen boven de wegvallende kolom, die via de vloer naar de andere wand kunnen worden gebracht.

Op basis van bovenstaande vloeren blijkt dat deze krachten prima af te wapenen zijn in de vloer.

Bezwijken wandschijf onder set-back

Op een aantal lagen zijn wandschijven toegepast om de verschuiving van kolomposities te kunnen opvangen. De vloeren die hiernaartoe afdragen hebben als extra functie het opvangen van de spatkrachten uit deze wandschijven. Om deze reden zal de gevelstrook van deze vloeren ook als horizontale ligger worden uitgerekend, zodat een tweede draagweg ontstaat indien de trekbanden in de vloeren (t.b.v. de spatkrachten) bezwijken.



Figuur 8: 2^e draagweg bij bezwijken trekbanden in vloeren t.b.v. spatkrachten wandschijven.

Om aannemelijk te maken dat de kracht t.g.v. de tweede draagweg opneembaar is, is vanaf de volgende pagina de maatgevende situatie op hoofdlijnen uitgewerkt.

