

Gedrag van metselwerk

1. Inleiding

In Diamonds kan je metselwerk modelleren. Hiervoor moet je niet enkel een nieuw materiaal toevoegen aan de bibliotheek, maar ook het juiste gedrag definiëren.


Het doel van dit artikel is om meer inzicht te geven in de opties die Diamonds heeft om metselwerkgedrag te modelleren. We zullen ook enkele valkuilen van dit gedrag aankaarten.

Opmerkingen:

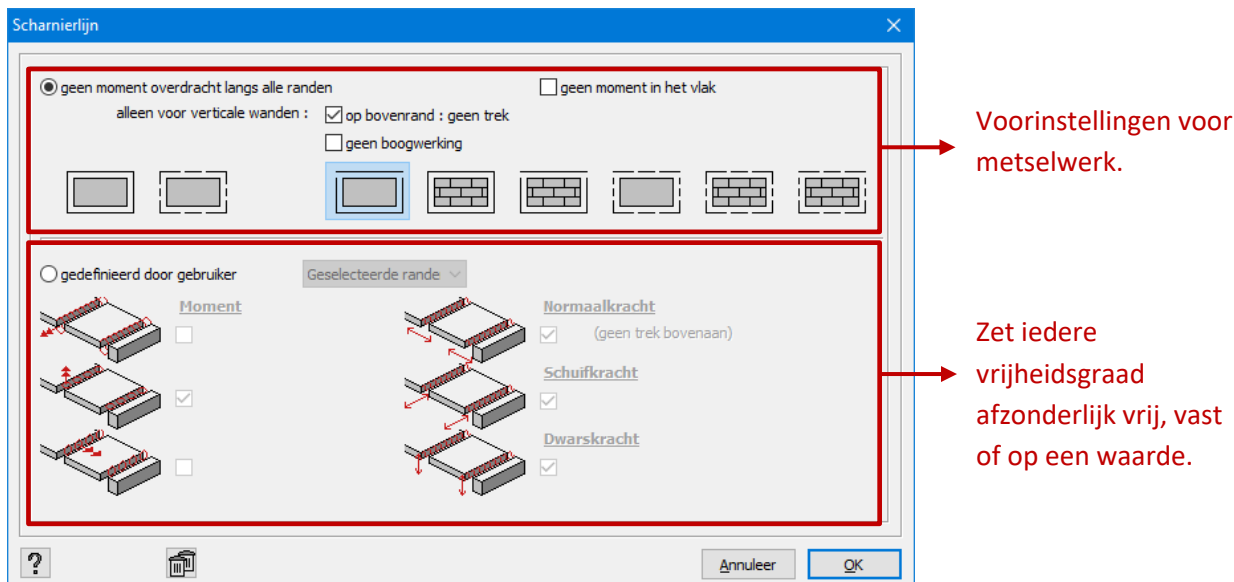
- [Hier kan je vinden hoe je een nieuw materiaal toevoegt aan de bibliotheek](#). Je kan de mechanisch eigenschappen van EEN metselwerk kwaliteit terugvinden in BuildSoft documentatie, maar kopieer-en-plak deze eigenschappen niet blindelings in Diamonds! Metselwerk is een combinatie van stenen en mortel. De stenen komen in verschillende kwaliteiten en afmetingen. Dat geldt ook voor de mortel. Dus 'DE' metselwerk kwaliteit bestaat niet, enkel 'EEN' metselwerk kwaliteit. Zorg ervoor dat de mechanische eigenschappen die je ingeeft in Diamonds effectief overeenstemmen met de stenen en mortel die je gaat gebruiken. Instructies over hoe je deze mechanische eigenschappen moet berekenen, kan je vinden in Eurocode 6.
- Hoewel Diamonds de modellering van metselwerk(gedrag) ondersteund, is Diamonds niet in staat om een ontwerpberekening volgens Eurocode 6 uit te voeren. Dus ja, je kan Diamonds gebruiken om de interne krachten in metselwerk te bepalen. Maar, nee, Diamonds kan je niet vertellen of die wanden in metselwerk in staat zijn om deze krachtswerking op te vangen.

2. Opties voor het gedrag

Eens een metselwerk kwaliteit is toegekend aan een wand, moet je het gedrag van die wand bepalen

via de knop . De inhoud van dit venster is als volgt:

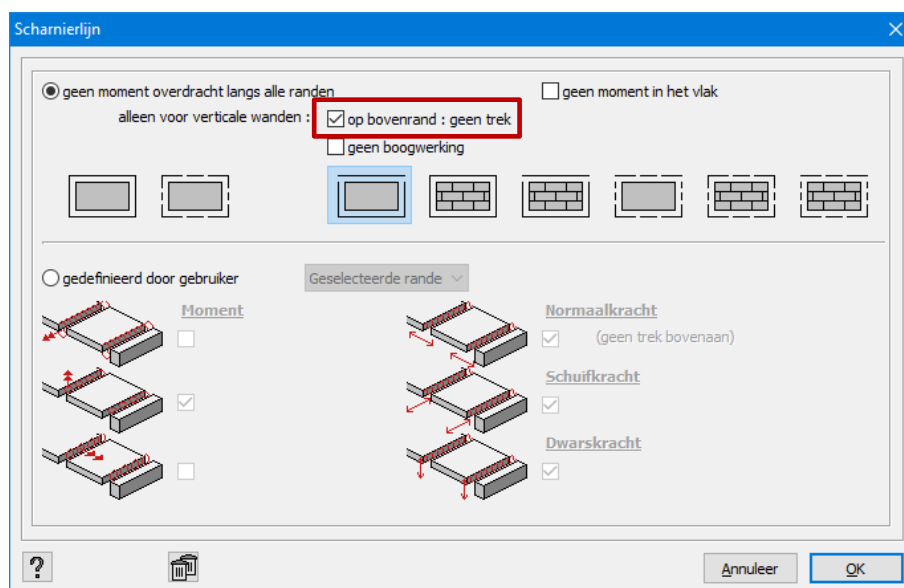
- In het onderste gedeelte kan je elke vrijheidsgraad afzonderlijk instellen op vrij/ vast of een waarde. Standaard zijn alle vrijheidsgraden vast zodat alle interne krachten kunnen uitgewisseld worden over de randen van de wand.
- De bovenste helft bevat een aantal voorinstellingen voor metselwerk. Vanaf dat je één van deze opties kiest, zal je merken dat de geselecteerde opties in de onderste helft van dit venster mee aanpassen.



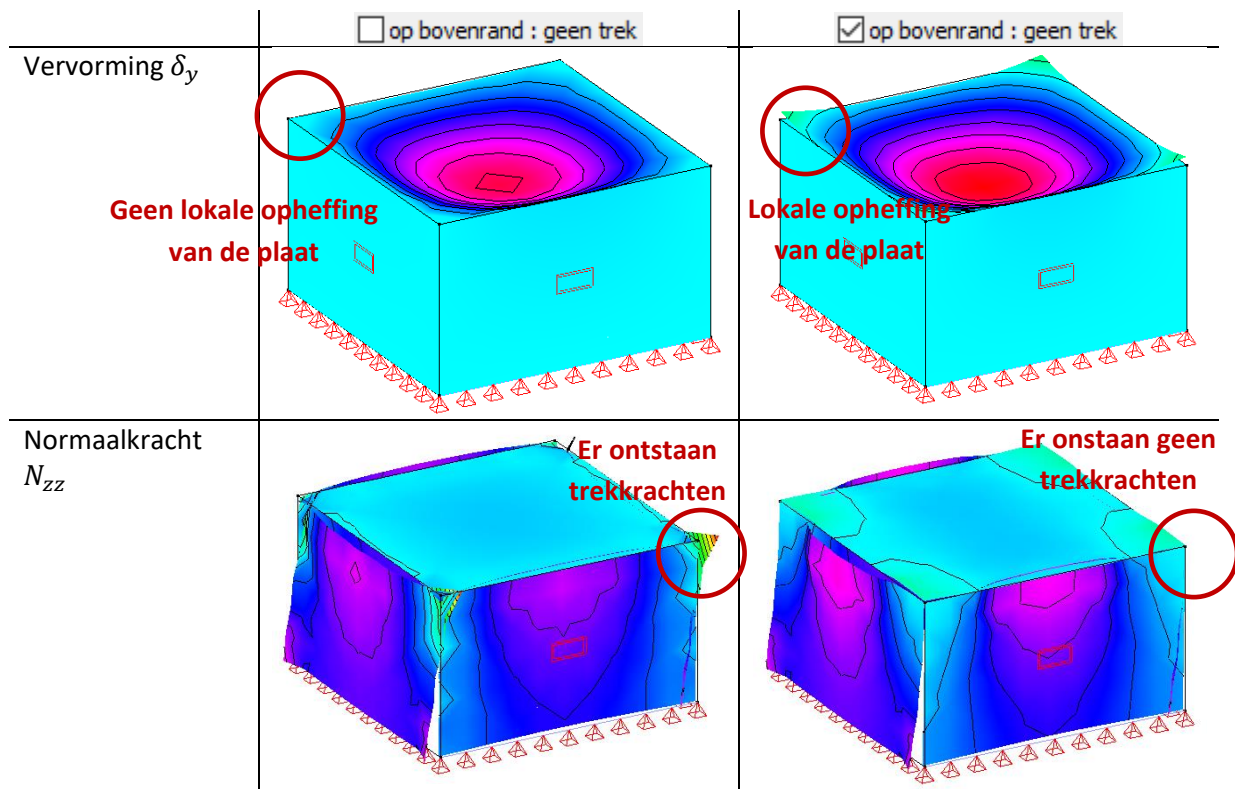
De volgende paragrafen focussen op de bovenste helft van dit venster en bekijken deze verschillende voorinstellingen voor metselwerk meer in detail:

- Op bovenrand: geen trek §2.1
- Geen boogwerking §2.2
- Geen moment in het vlak §2.3

2.1. Invloed 'Op bovenrand: geen trek'



Deze optie wordt gebruikt om te voorkomen dat de platen bij belastingen aan de wanden trekken.

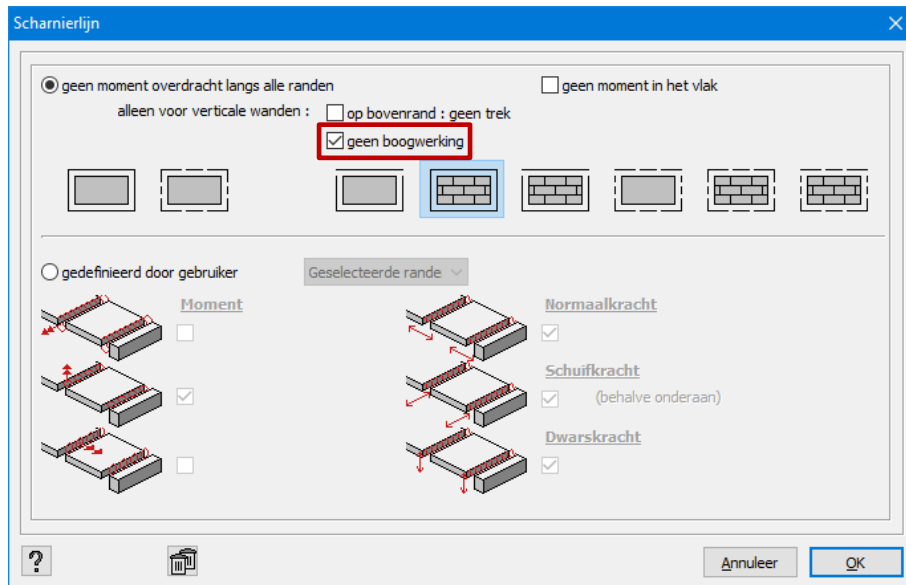


Opmerkingen:

- Door de optie op bovenrand : geen trek aan te vinken, wordt de elastische berekening een iteratieve berekening. Gevolgen:
 - Toenemende rekentijd (indien er geen andere elementen met niet-lineaire gedrag aanwezig zijn).
 - Een iteratieve berekening resulteert niet noodzakelijk in een oplossing. Met andere woorden, is het niet gegarandeerd dat Diamonds een manier zal vinden om de lasten af te dragen naar de fundering en tegelijkertijd aan alle door jouw opgelegde randvoorwaarden te voldoen. Indien er geen convergentie wordt gevonden, zal Diamonds een waarschuwing geven.

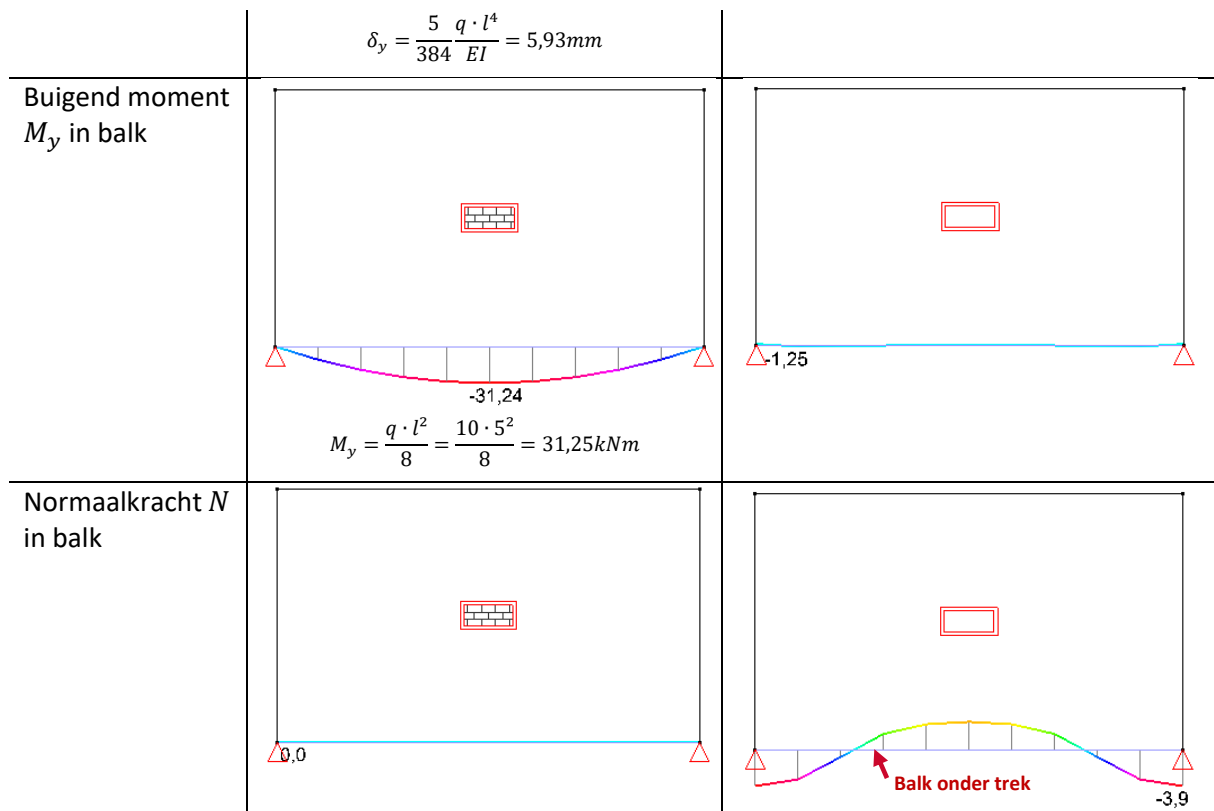
Omdat deze optie de berekeningen complexer maakt, is het aanbevolen deze optie pas in een later stadium van het ontwerp toe te passen.
- Door de optie op bovenrand : geen trek aan te vinken, verhinder je dat er trek ontstaat in de bovenrand van de wand. Maar deze optie zal eventuele trek in het veld van de plaat niet verhinderen.

2.2. Invloed 'Geen boogwerking'



Deze optie beschrijft hoe de lasten naar beneden worden doorgegeven.


<p>Geometrie</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> geen boogwerking</p>	<p><input type="checkbox"/> geen boogwerking</p>
<p>Krachtenvectoren die weergeven toe de normaalkracht wordt verdeeld in de wand</p>	<p>De wand gedraagt zich als smalle strips naast elkaar.</p>	<p>Het is duidelijk zichtbaar dat de krachten in een boogvorm worden afgeleid naar de steunpunten.</p>
<p>Vervorming δ_y</p>	<p>-5,89</p>	<p>-0,06</p>



Conclusie: wanneer de optie geen boogwerking is aangevinkt, dan draagt de wand de belasting onmiddellijk over naar de balk alsof de balk onmiddellijk wordt belast met de verdeelde belasting q zonder dat de wand aanwezig is.

Opmerkingen:

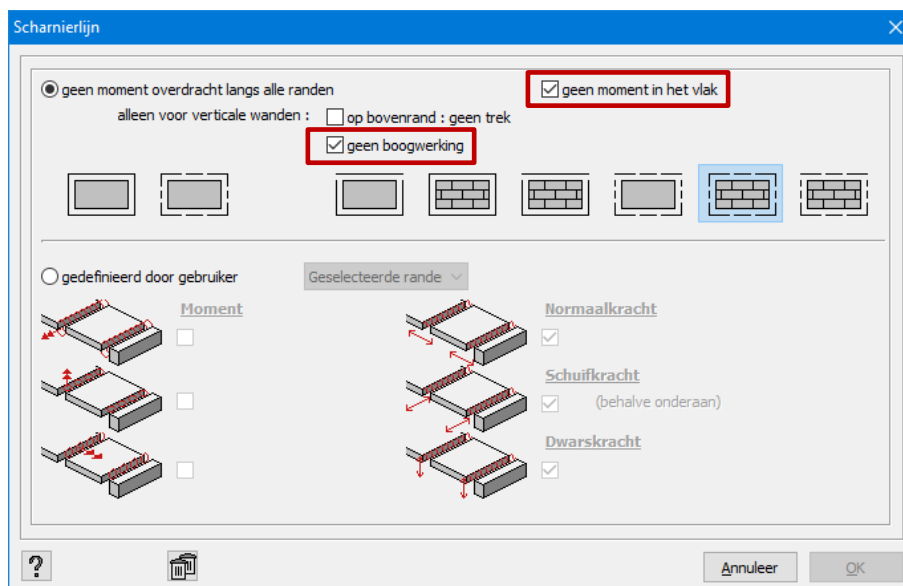
- In gewapend beton kan de boogwerking ontstaan. In metselwerk kan je daarover discussiëren. Als veilige aanname wordt vaak verondersteld dat de boogwerking niet kan optreden in metselwerk.
- De optie geen boogwerking zal alle componenten voor de membraanwerking in de [stijfheidsmatrix](#) deactiveren, behalve de component die N_{xx} bepaald. Mocht je een plaat

dragend in één richting gebruiken (), dan geeft dat hetzelfde effect als geen boogwerking .

De optie geen boogwerking en een membraan () geven niet dezelfde resultaten omdat voor een membraan alle componenten van de membraanwerking actief zijn.

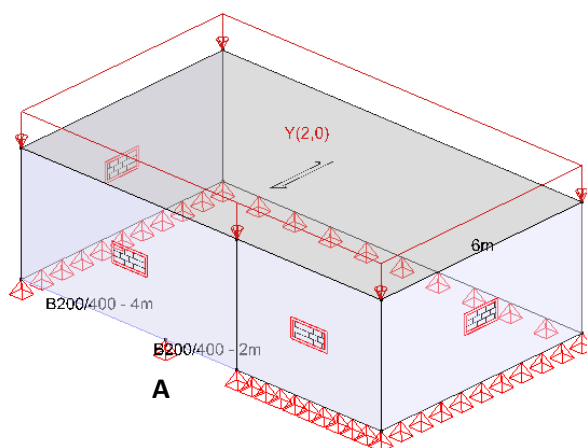
2.3. Invloed 'Geen moment in het vlak'

Deze paragraaf test de invloed van de optie 'geen moment in het vlak'. §2.2 toonde aan als veilige aanname de optie geen boogwerking werd aangevinkt voor metselwerk. Dus die optie hebben we hier opnieuw aangevinkt.



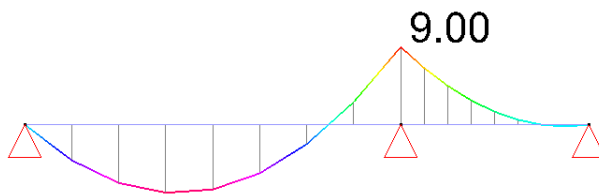
2.3.1. In een wand onder openingen

Om het effect van de optie 'geen moment in het vlak' te testen op een wand zonder openingen, gebruiken we onderstaand model.



Als de wanden de belasting perfect naar beneden afdragen, dan moet het buigend moment in punt A van de balk B200/400 gelijk zijn aan:

$$M_{y,A} = \frac{q \cdot (a^3 + b^3)}{8 \cdot (a^3 + b^3)} = \frac{6 \text{ kN/m} \cdot (4^3 + 2^3)}{8 \cdot (4^3 + 2^3)} = 9,0 \text{ kNm}$$



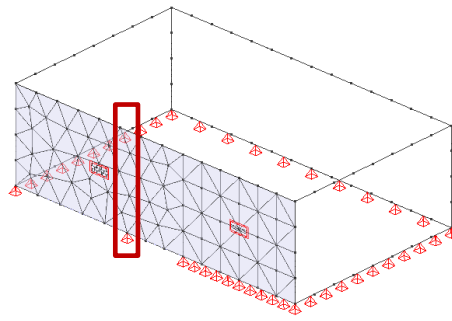
Laten we kijken of we die 9kNm kunnen benaderen door de optie 'geen moment in het vlak' in/ uit te schakelen.

	<input type="checkbox"/> geen moment in het vlak <input checked="" type="checkbox"/> geen boogwerking	<input checked="" type="checkbox"/> geen moment in het vlak <input checked="" type="checkbox"/> geen boogwerking
Geometrie		
Buigend moment in balk		

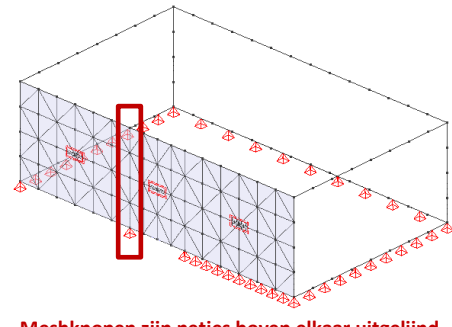
De vorm van het buigend moment sluit beter aan bij de verwachtingen wanneer de optie geen moment in het vlak is aangevinkt. Maar het buigend moment is nog niet van dezelfde grootorde als in de geïsoleerde balk. Dit komt door de positie van de meshknopen. De meshknopen moeten uitgelijnd zijn met de uiteinden van iedere balkoverspanning om dat perfecte lastendalingsgedrag te krijgen. De enige manier om dat te forceren, is de wand **boven ieder tussensteunpunt door de snijden**. 'Boven ieder tussensteunpunt' wil zeggen: boven elke overspanning- /balkeinde.

	<input checked="" type="checkbox"/> geen moment in het vlak Geen opdeling van de wand boven het tussensteunpunt	<input checked="" type="checkbox"/> geen moment in het vlak Opdeling van de wand boven het tussensteunpunt
Geometrie		

Mesh
(wanden langs de andere zijden werden onzichtbaar gezet om de leesbaarheid te verbeteren)

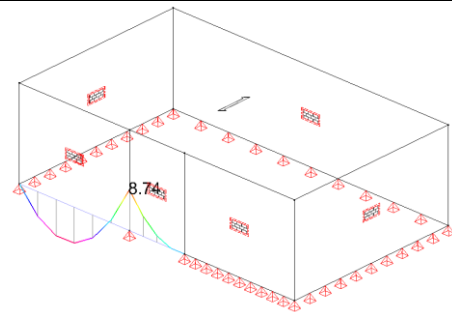
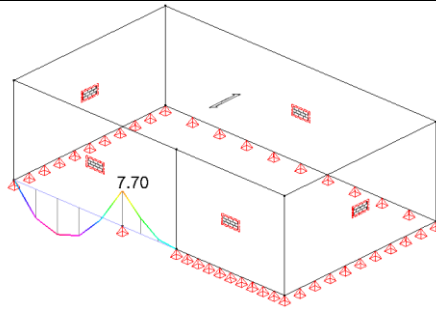


Meshknopen zijn niet netjes boven elkaar uitgelijnd.



Meshknopen zijn netjes boven elkaar uitgelijnd.

Buigend moment
 M_y in punt A

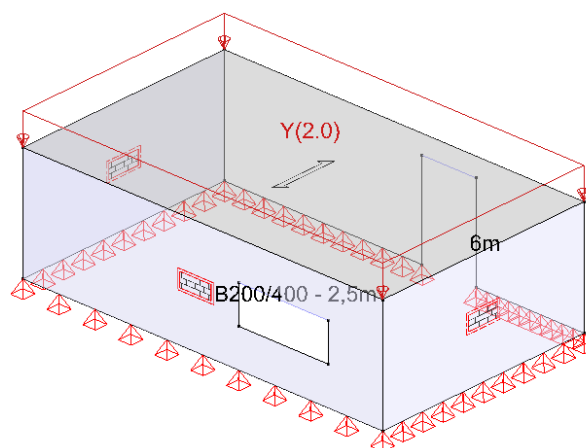


De opdeling van de wand verbetert de resultaten aanzienlijk. De afwijking werd gereduceerd van 15% naar 3%.

Opmerking: de opdeling zorgt standaard voor een symmetrische mesh in de twee wanddelen boven de balk. Maar een symmetrische mesh is geen noodzaak. De resultaten zijn ook goed met een willekeurige mesh zolang de meshknopen uitgelijnd zijn boven de einden van elke overspanning.

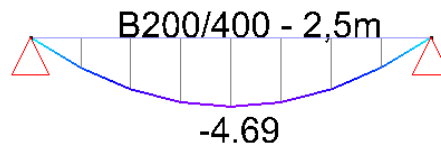
2.3.2. In een wand met openingen

Om het effect van de optie 'In vlak een geen moment', gebruiken we onderstaand model.

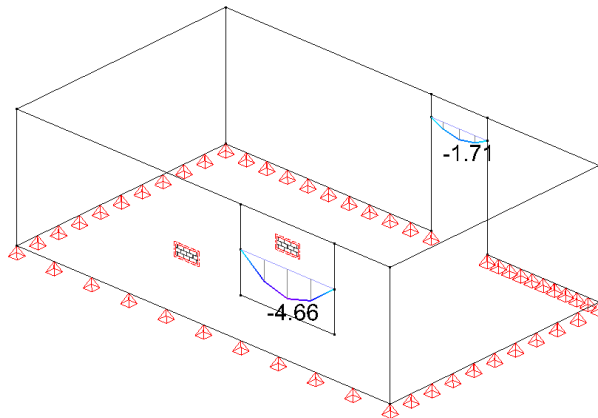


Als de wanden de belasting perfect naar beneden afdragen, dan moet het buigend moment in het midden van de balk boven de raamopening gelijk zijn aan:

$$M_y = \frac{ql^2}{8} = \frac{6\text{kN/m} \cdot (2,5\text{m})^2}{8} = 4,69\text{kNm}$$



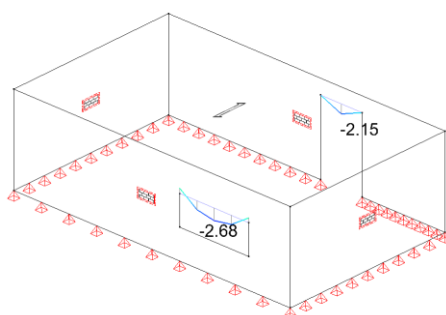
Laten we kijken of we die 9kNm kunnen benaderen door de optie 'geen moment in het vlak' in/ uit te schakelen. In §2.3.1 werd aangetoond dat de optie geen moment in het vlak aangevinkt moet zijn en dat de meshknopen netjes uitgelijnd moeten zijn. Dus dat hebben we hier ook gedaan. Resultaat:



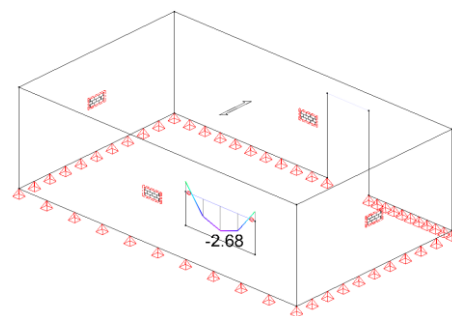
Dit is een goede benadering (minder dan 1% afwijking).

Opmerkingen:

- Zonder de opdeling, heeft het buigend moment in de balken de vorm van een ingeklemde balk. Je zou verwachten dat als je scharnieren op de balk zet, dit probleem verholpen wordt, maar dat is niet zo.



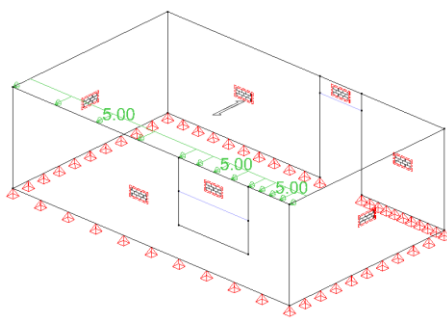
Geen onderverdeling, geen scharnieren



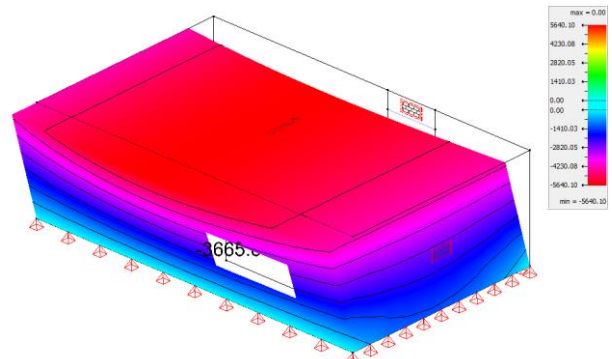
Geen onderverdeling, wel scharnieren

3. Conclusie: werkwijze metselwerk definiëren in Diamonds

1. Bereken de mechanische eigenschappen van het metselwerk volgens Eurocode 6. Maak met deze mechanische eigenschappen een nieuw materiaal aan in Diamonds.
2. Voor een lastendalingsfunctie van het metselwerk:
 - Selecteer de opties geen boogwerking en geen moment in het vlak .
 - Verdeel de wand boven het uiteinde van iedere overspanning zodat de meshdriehoeken uitgelijnd zijn.
3. Met de opties geen boogwerking en geen moment in het vlak aangevinkt, verliezen de relevante wanden hun stabiliserende functie. Een structuur die enkel wanden bevat met deze opties aangevinkt, zal gevoelig zijn voor horizontale verplaatsingen (bijvoorbeeld ten gevolge van windbelasting).
- 4.



Horizontale windbelasting



Horizontale veervorming [mm]