

Bouwkundige aspecten van seismisch ontwerpen

Wie denkt aan aardbevingsbestendig bouwen, denkt in eerste instantie aan lichte materialen en constructies, bijvoorbeeld van hout of staal. Toch is het niet altijd nodig – of zelfs beter – om voor lichte materialen te kiezen. Een goed gedetailleerde betonconstructie is ook geschikt. Een opluchting voor de architecten die al betonnen gebouwen op hun Groningse programma hadden staan voor de aarde begon te schudden.

Tekst

Harry Pasterkamp,
Cock Peterse

bouwkundig ingenieurs bij
ABT | Wassenaars Seismisch Advies

Sinds de aardbevingsproblematiek speelt in Groningen, is de nieuwbouwproductie aanzienlijk gedaald. Aannemers en opdrachtgevers zijn onzeker over de bouwkundige eisen

waaraan nieuwbouw moet gaan voldoen en wachten af. Inmiddels zijn er voorlopige rekenregels vastgelegd in de NPR 9998 voor het constructief ontwerp. Voor de bouwkundige uitwerking zijn

er echter geen randvoorwaarden vastgelegd, anders dan in bijgevoegd kader weergegeven. Een goede bouwkundige uitwerking is wel belangrijk voor ieders veiligheid. Je moet er niet aan denken dat geveldelen of glaspanelen naar beneden komen. Een goede bouwkundige detaillering kan ook aardbevings schade beperken, of voorkomen dat een bedrijf of instelling stilvalt.

In het buitenland is veel ervaring opgedaan in aardbevingsbestendig bouwen. Er zijn boekwerken volgeschreven met randvoorwaarden en voorbeelden voor de uitwerking van een seismisch veilig gebouw. In Amerika hanteert men bijvoorbeeld de ASCE: toetsing van bestaande bebouwing, en de FEMA: ontwerpregels voor bestaande en nieuwbouw. Deze documenten kunnen worden gebruikt als basis voor de Nederlandse situatie. Wat je je daarbij wel moet realiseren, is dat de omstandigheden in het buitenland slechts ten dele overeenkomen met de Groninger situatie. Uiteraard verschillen de bouwmethodiek en het materiaalgebruik, maar ook de seismische aspecten zijn in Groningen anders. De Groninger bevingen zijn namelijk vrij heftig, maar van korte duur.

Veel ervaring is er niet met de gevolgen van een dergelijke beving. In Europa en de VS zijn slechts enkele vergelijkbare gevallen bekend. De zwaarste Groningse beving tot nu toe vond plaats in 2012 in Huizinge. De beving had een magnitude van 3,6 op de schaal van Richter, waarbij de piekgrondversnelling

0,086g bedroeg. Ook de duur van een beving is van invloed op de mogelijke schade. Hoe langer een beving duurt, hoe meer onderdelen in beweging kunnen komen totdat ze bezwijken.

Ontwerppunten

Bij het ontwerpen voor seismische gebieden moet de architect kennis hebben van een aantal uitgangspunten. De vorm van een gebouw bepaalt bijvoorbeeld tot op grote hoogte de seismische weerstand. Het is belangrijk dat een gebouw regelmatig van opzet is, symmetrisch en compact. Een L-vormige gebouwstructuur, onge-

lijke verdiepingshoogten, vides en grote hoogteverschillen tussen gebouwdelen hebben een negatieve invloed op het seismisch gedrag. In dat geval is het beter het gebouw door middel van seismische dilataties op te splitsen in beter beheersbare delen.

Ook de massa van het gebouw en het zwaartepunt zijn bepalend voor het seismisch gedrag. De krachten die een aardbeving oproept, zijn eenvoudig voor te stellen door de tweede wet van Newton: $F=m \cdot a$. De versnelling (a) wordt gegeven door de aardbeving. De krachten op de structuur kunnen beperkt worden door de massa zo veel mogelijk



Christchurch, Nieuw-Zeeland. Het glas is dwars door het zonnescherm gegaan. Als hier gelaagd glas was toegepast, was het in de spanning blijven hangen en niet gebroken.

In de NPR wordt in twee artikelen ingegaan op 'niet constructieve elementen'. In artikel 4.3.5. wordt een rekenregel gegeven voor de sterkte van de verankering van bijvoorbeeld gevelpanelen. Verdere bouwkundige uitwerking wordt niet besproken. Alle andere maatregelen worden in artikel 4.3.6. overgelaten aan het oordeel van de opdrachtgever en adviseurs.

NPR 9998

4.3.5. Niet constructieve elementen, zijnde constructieve elementen waarvan het bezwijken niet leidt tot voortschrijdende instorting.

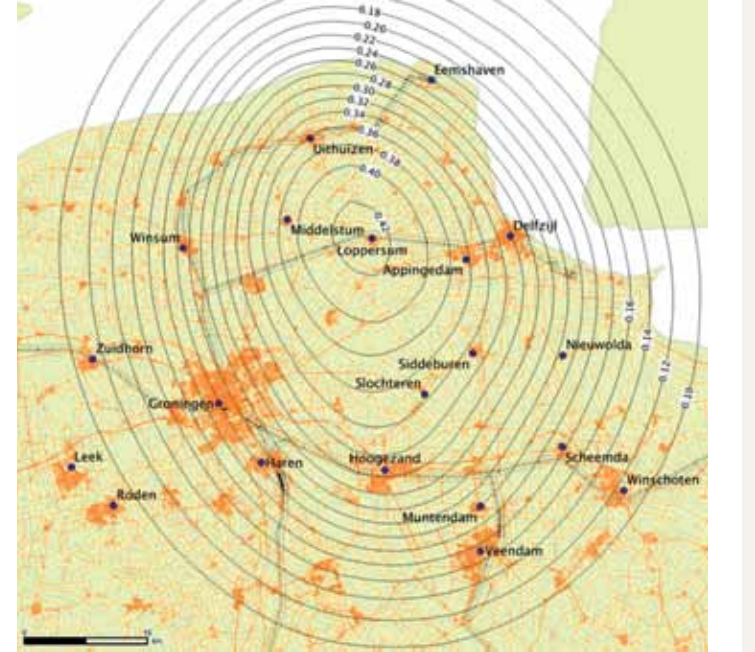
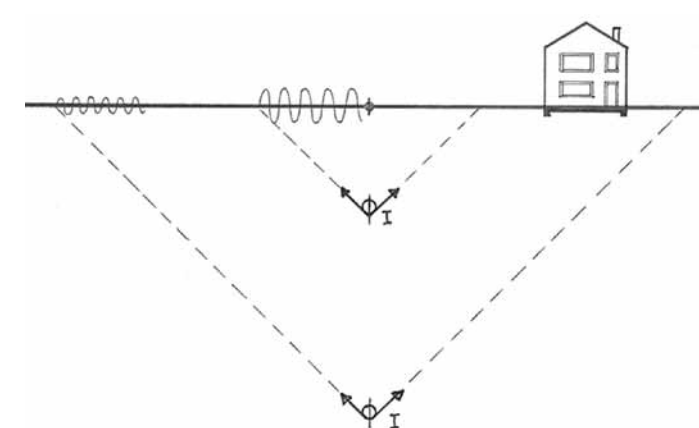
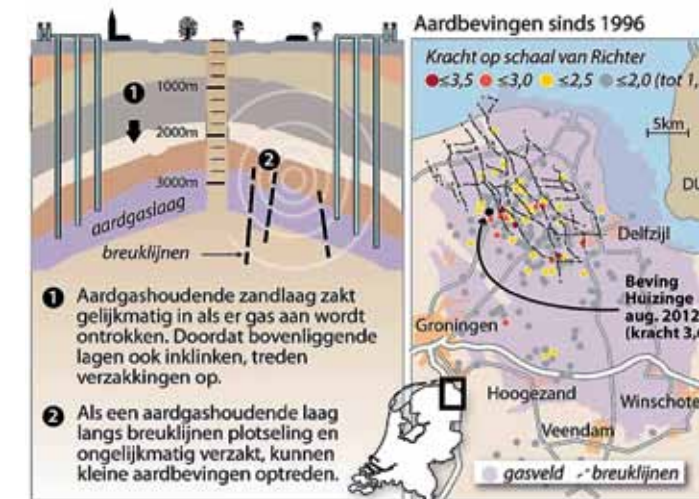
Constructieve elementen niet behorend tot de hoofdstructuur, evenals hun verbindingen en toebehoren of ankers, moeten worden geverifieerd voor de seismische ontwerpsituatie (zie 3.2.4).

OPMERKING 1: De plaatselijke overdracht van belastingen naar de constructie door de verbinding van constructieve elementen niet behorend tot de hoofdstructuur en hun invloed op het constructieve gedrag behoort in rekening te worden gebracht.

OPMERKING 2: Gedacht moet worden aan omvallen van onder andere schoorstenen op een dak, ornamenten, borstweringen, onderdelen van de gevel, binnenwanden. Het effect van de seismische belastingen mag worden bepaald door het toepassen van een horizontale kracht... enz.

4.3.6. Niet constructieve elementen, zijnde de echt niet constructieve elementen. Deze NPR richt zich niet op niet constructieve elementen.

OPMERKING: Het losraken, dan wel omvallen van bijvoorbeeld verlaagde plafonds en overige elementen in het plenum, kasten, etc. kan leiden tot verwondingen bij gebruikers van een gebouw, maar wordt niet gezien als een constructieveiligheidsvraagstuk. Het verdient aanbeveling hier wel naar te kijken als de kans op letsel te groot wordt geacht. In het bijzonder verdienen de aansluitingen van nutsvoorzieningen, zoals gas, water en elektra, de aandacht.



Geïnduceerde aardbeving, Richter en PGA

Een 'normale', tektonische aardbeving ontstaat door het verschuiven van aardplaten diep in de grond op zo'n dertig kilometer diepte. De bevingen in Groningen ontstaan door gaswinning op veel geringere diepte, zo'n drie kilometer onder het oppervlak. De vrijkomende energie wordt daardoor over een veel kleiner deel van het aardoppervlak verdeeld. De gevolgen van deze 'geïnduceerde' bevingen zijn daardoor heftiger dan bij een tektonische beving met een vergelijkbare magnitude op de schaal van Richter. Voor het bepalen van de zwaarte van de bevingen in Groningen wordt daarom bij voorkeur gebruikgemaakt van de piekgrondversnelling (PGA) aan het aardoppervlak, uitgedrukt in g (waarbij 1g de zwaartekrachtversnelling is).



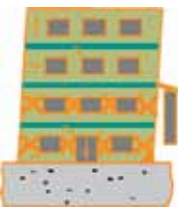
Kosten vertraging Groninger Forum

De NAM betaalt de kosten die de vertraging van de bouw van het Groninger Forum met zich meebrengt. Het Forum zou in 2017 worden opgeleverd, maar de bouw ligt stil vanwege onderzoek naar de aardbevingsbestendigheid van de constructie. De vertraging en het aardbevingbestendiger maken kosten naar schatting 68 miljoen euro extra.

ASCE en prestatiedoelen

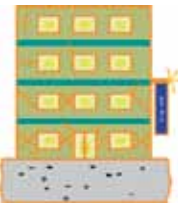
In de Amerikaanse norm ASCE 41-13 ('Seismic evaluation and retrofit of existing buildings') is een methodiek ontwikkeld die met voorgedefinieerde prestatiedoelen en toetsingsprotocollen helpt bij beslissingen over constructieve en bouwkundige maatregelen.

De belangrijkste prestatiedoelen daarin voor de bouwkundige uitwerking zijn, in oplopende graad van prestatie:



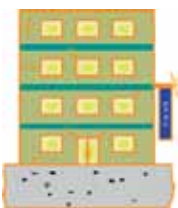
Collapse Prevention (bijna instorting)

Dit komt overeen met het 'near collapse' criterium uit de NPR. Dit is een uiterste grenstoestand die een gebouwconstructie niet mag overschrijden, wil nog enige veiligheid gewaarborgd kunnen worden. Het gebouw is echter sterk vervormd en moet als afgeschreven worden beschouwd. Bouwkundige maatregelen zijn hier weinig zinvol.



Life Safety

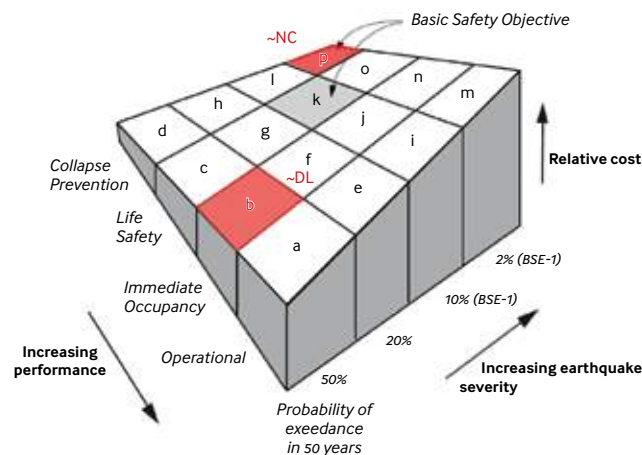
Doel is persoonlijk letsel door het falen van bouwkundige elementen zo veel mogelijk te voorkomen. Schade met een geringe kans op letsel wordt geaccepteerd.



Position Retention

In aanvulling op het 'Life Safety'-criterium wordt ook getracht schade aan het gebouw te voorkomen of te beperken om herstelkosten te vermijden of om te voorkomen dat het bedrijfsproces voor korte of langere tijd stilligt.

Prestatiedoelen kunnen worden gepresenteerd in een matrix waarin ook de zwaarte van de aardbeving wordt vastgelegd.



te beperken. Een ontwerpvoorwaarde die bijvoorbeeld metselwerk minder geschikt maakt als bouw materiaal in seismische gebieden. Daarnaast is het van belang om ervoor te zorgen dat tijdens de uitwerking van het gebouw de bouwkundige invullingen niet van invloed kunnen zijn op de constructie van het gebouw. Prefab elementen of gemetselde wanden mogen het krachtenverloop niet verstoren en moeten vrij blijven van de constructie. Gebruik van dergelijke elementen vraagt extra stelruimte. Een ander belangrijk aandachtspunt voor een degelijk seismisch ontwerp zijn de installaties. Te denken valt aan (gas)leidingen en doorvoeren, veiligheidsinstallaties zoals sprinklers enzovoorts. Deze komen in dit artikel niet aan de orde.

Uitwerking en detaillering

De bouwkundige uitwerking is afhankelijk van de door een opdrachtgever gestelde eisen. Uiteraard zal men in alle gevallen letsel zo veel mogelijk willen voorkomen. Daarnaast kan het, bijvoorbeeld bij een ziekenhuis of gemeentelijk crisiscentrum, van belang zijn dat het gebouw na een aardbeving blijft functioneren. In dat geval worden er zwaardere eisen gesteld aan zowel de constructie als aan de bouwkundige uitwerking.

Aan de hand van de eisen kan de constructeur de verplaatsingen van het gebouw als gevolg van de aardbeving berekenen. Deze verplaatsingen vinden plaats in x-, y- en z-richting. De verplaatsingen in de x- en y-richting (horizontaal) zijn het meest van belang. Verplaatsingen in de z-richting zijn vooral van belang bij uitkragingen. De belangrijkste verplaatsingen waarmee rekening moet worden gehouden bij de uitwerking van de details, zijn die per verdieping, de zogenaamde 'relatieve vloerverplaatsingen'. De vloeren zullen bij een aardbeving namelijk ten

opzichte van elkaar verschuiven. De meeste bouwkundige elementen staan tussen de vloeren en moeten die beweging dus kunnen opvangen. Sommige onderdelen, zoals gipswanden, kunnen van zichzelf al een behoorlijke verplaatsing aan. Andere, zoals glas of metselwerk, hebben hun beperkingen.

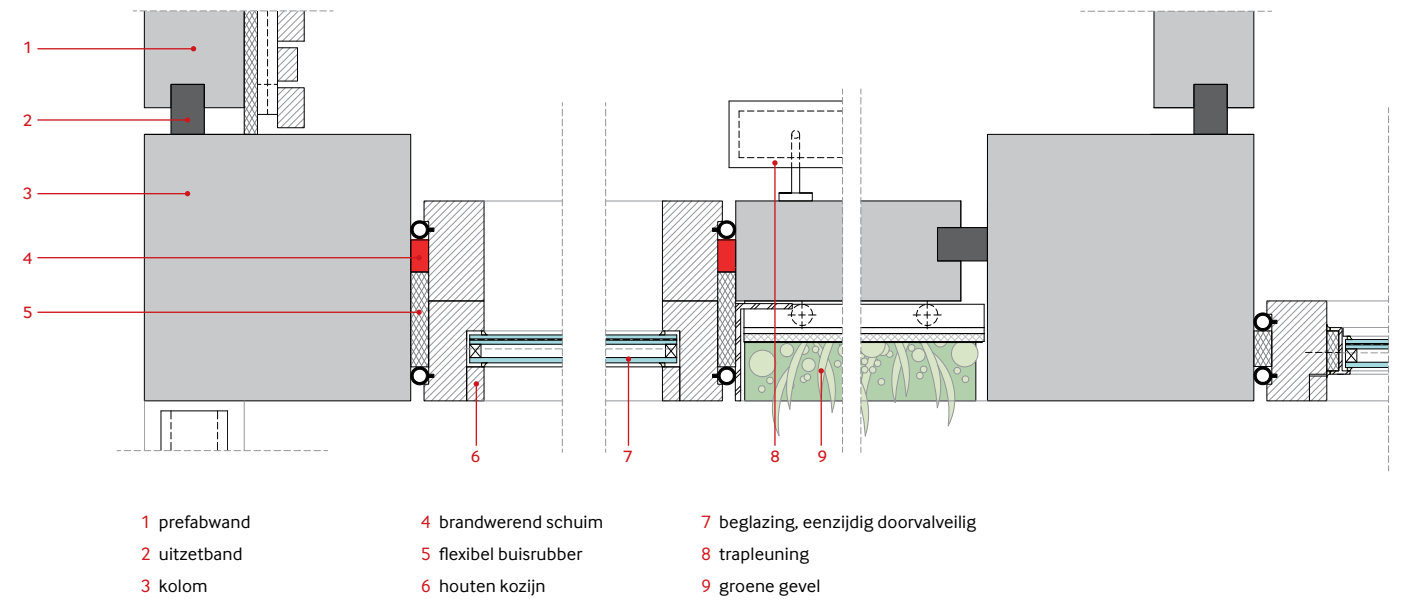
Gevels

In Nederland is metselwerk nog steeds de meest toegepaste gevelafwerking. Maar ook vliesgevels en elementengevels zijn populair. Metselwerk is minder geschikt in een seismische omgeving, maar gelukkig zijn vlies- en elementengevels een goed alternatief. Elementen kunnen met een eenvoudige detaillering veel beweging opvangen. Dat geldt voor aluminium gevelelementen, prefab betonelementen, geïsoleerde sandwichpanelen et cetera. Elementen zijn over het algemeen stijve vlakken die hun flexibiliteit ontlend aan voorzieningen in de bevestiging en de stelruimte rondom. Een element zal, afhankelijk van de vorm en de bevestiging, vervormen, verschuiven of kantelen. De gewenste beweging van het element kan door een juiste detaillering worden bereikt. Glas in de gevel geeft het grootste risico. Glas kan in de y-richting (loodrecht op het vlak) behoorlijk wat beweging verdragen, denk hierbij aan de zandzakslingerproef. In het vlak zelf, de x-richting, zal het daarentegen snel breken. Een aluminium gevelelement, uitgevoerd als een stijf vlak, zal met de juiste detaillering niet vervormen maar kantelen. Als glas in een dergelijk element is gevat, zal het dus niet breken. Door het glas rondom te verlijmen in plaats van in rubbers te klemmen, kan het zelfs meewerken aan het stijf maken van het gevelelement. Door in een element gesloten vlakken toe te passen, bijvoorbeeld als shadowbox in het vloerbereik, kan het element verder stijf worden gemaakt. In Nederland zijn geen uitgangspunten

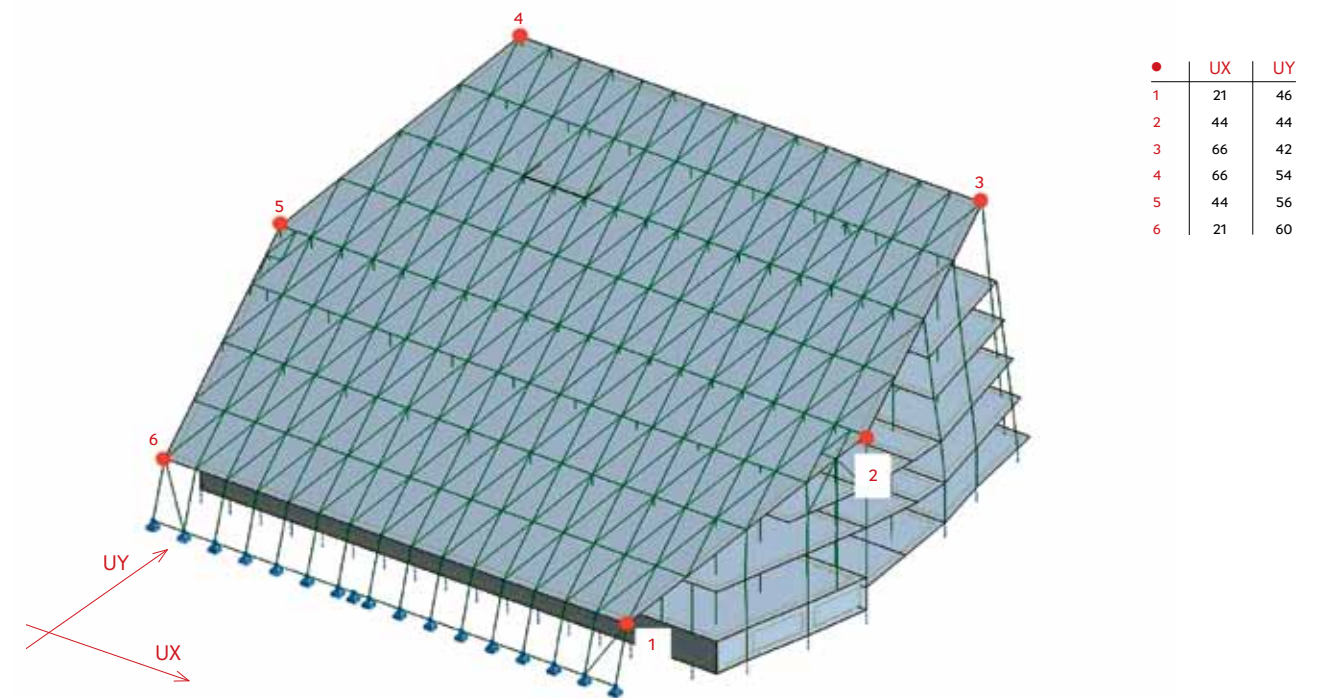
Compensatie

De rechtbank in Assen heeft geoordeeld dat de NAM huiseigenaren in Groningen moet compenseren voor waardeverminderingen. Niet pas na verkoop van een woning, zoals de NAM wil, maar meteen als vastgesteld wordt dat er daadwerkelijk sprake is van waardedaling. Met het vonnis kunnen negenhonderd procederende particulieren en twaalf noordelijke woningcorporaties een claim neerleggen bij de gasproducent. In totaal bezitten zij zo'n honderdduizend woningen in het gebied. Dit kan de NAM miljarden kosten.

Aansluiting van de prefabwand bij het trappenhuis van de Energy Academy van de Universiteit Groningen. Dilataties van vier centimeter met uitzetband op de hoeken moeten het gebouw voldoende bewegingsvrijheid geven. Ook de kozijnen hebben ruimte, dankzij de buisrubbers.



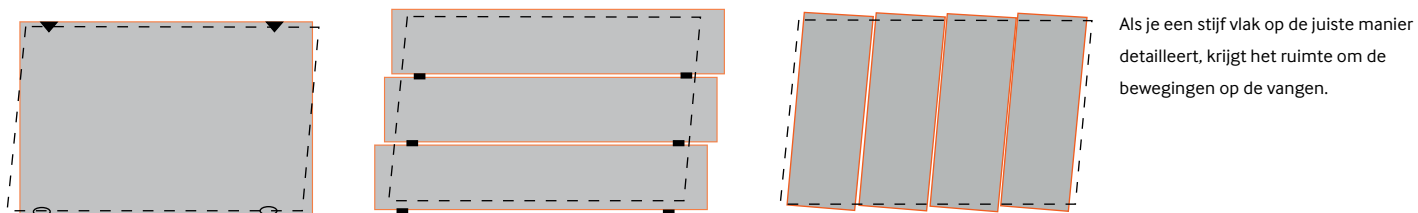
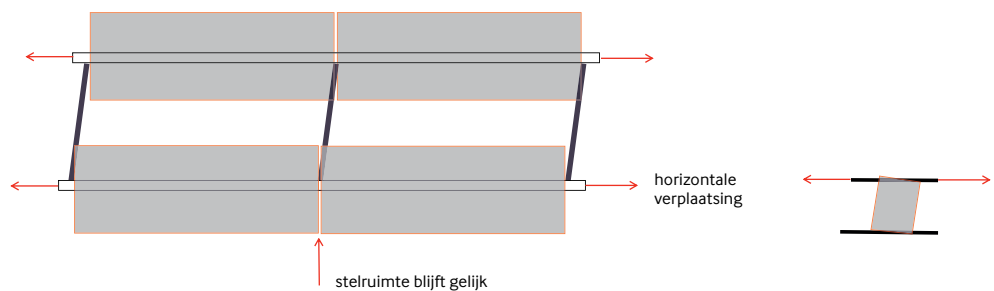
De bouwkundige uiterste grenstoestand is veertig procent van de constructieve uiterste grenstoestand. Rechtsboven in de tabel wordt de beweging in millimeters weergegeven die het gebouw volgens de constructeur in de x- en de y-richting op punten 1 t/m 6 heeft. De bouwkundige kijkt aan de hand van deze getallen hoe hij daar moet detailleren.





De Energy Academy krijgt een houten elementengevel. De elementen worden opgehangen aan de vloer en hangen verder vrij, met schuifverbindingen. Zo worden bewegingen die kunnen ontstaan bij een aardbeving opgevangen.

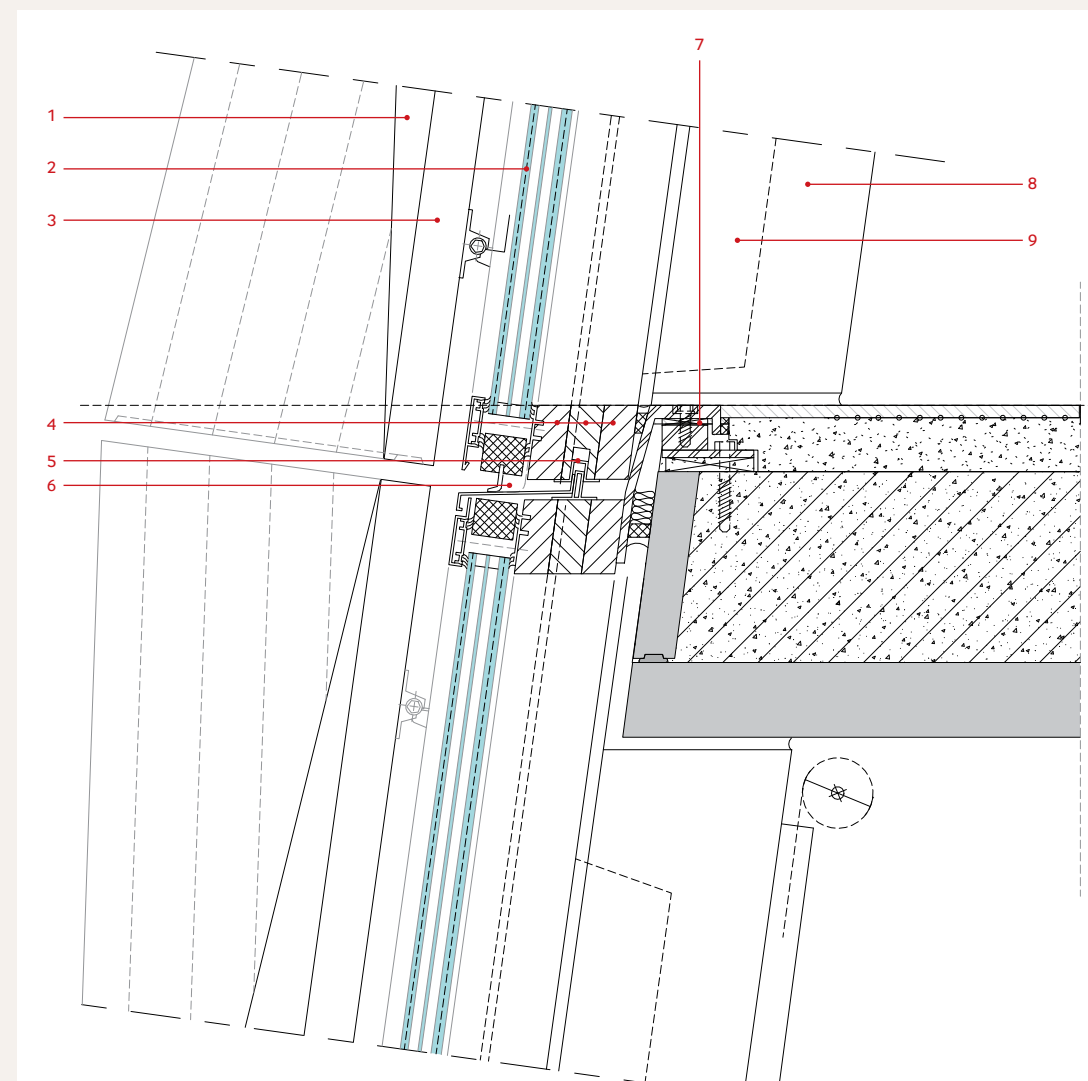
De vloeren van een gebouw zullen bij een aardbeving ten opzichte van elkaar verschuiven. Het is zaak daar rekening mee te houden in het ontwerp.



Beschadigde monumenten
Ruim 1.500 rijksmonumenten in de provincie Groningen dreigen beschadigd te raken door aardbevingen en 1.000 monumentale gebouwen hebben reeds averij opgelopen. De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed wil schadeherstel en preventie van verder verval snel in gang zetten. Men pleit daarbij voor de inzet van 'loodsteams' met een erfgoeddeskundige en een bouwkundige. Die onderzoeken dan samen met de eigenaar van een monument hoe het bouwwerk kan worden beschermd.

vastgesteld waaraan de detaillering van gevelelementen moet voldoen. In het buitenland, bijvoorbeeld in Japan, zijn dergelijke normen wel aanwezig. Bij gebrek aan een goede Nederlandse norm wordt hier wel de Japanse norm gehanteerd. Hierin staat dat bij een vloerverplaatsing van $H/300$ (12 millimeter bij een verdiepingshoogte van 3,6 meter) geen schade mag optreden. Bij $H/200$ mag lichte schade optreden, maar deze moet te repareren zijn. Bij $H/100-75$ mag niets uit de gevel vallen, maar de constructie is zwaar beschadigd. Dit is vergelijkbaar met het begrip 'near collapse' uit de NPR. Ter vergelijking, voor de winddruk (γ) wordt $H/500$ gehanteerd (7-8 millimeter bij 3,6 meter).

Houten gevelelementen werken hetzelfde als hun aluminium evenknieën. In het project Energy Academy van de Universiteit Groningen (BroekBakema Architecten, ABT | Wassenaar adviseurs) komen door de bijzondere vorm van het gebouw relatief grote bewegingen voor. Om deze op te vangen worden de elementen opgehangen aan de vloer. Aan de onderkant en zijkanten worden ze vrijgehouden van elkaar. Op deze manier bewegen de elementen met de vloer mee en schuiven ze als het ware over elkaar. Ook prefabbetonelementen kunnen goed worden toegepast in een seismische omgeving. Bij Zernikeborg, het nieuwe onderkomen van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen (Ector Hoogstad, ABT | Wassenaar adviseurs) worden betonnen borstweringselementen toegepast met bandramen. De elementen zijn aan de vloer bevestigd en worden aan de zijkanten vrijgehouden. Door de relatieve vloerverplaatsing verschuiven de boven elkaar geplaatste elementen ten opzichte van elkaar. De beweging wordt opgevangen in de vliesgevels die tussen de elementen zijn geplaatst. Hiervoor wordt het glas met voldoende speling in de profielen geplaatst.

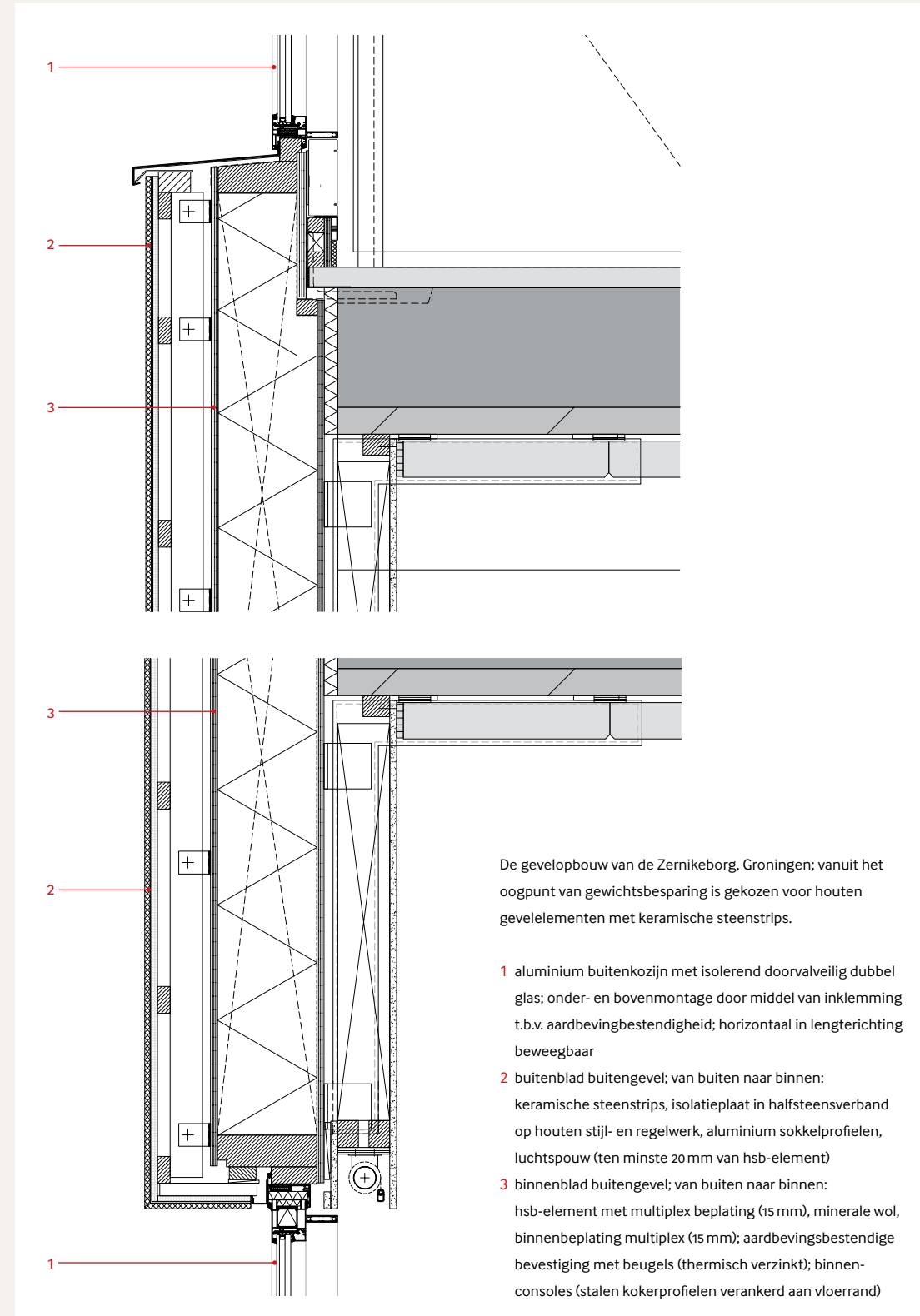


Energy Academy, verticale doorsnede. De gevelelementen hangen aan de vloer en zijn verder uitsluitend verbonden met een schuifdetail.

- 1 geprefabriceerde houten 3D-gevelelementen; richting gelamineerd hout parallel aan afschuining om kops hout te vermijden
- 2 drievoudige beglazing, buiten- en binnenblad gelaagd
- 3 aluminium verankering (uitneembaar) 3D-gevelelementen
- 4 gelamineerd lariks elementengevelprofiel
- 5 schuivende verbinding om zijdelingse beweging tijdens aardbeving toe te laten
- 6 ontwatering per laag
- 7 doorgaande stalen ophangbeugel (tevens verstijving elementengevel)
- 8 geprefabriceerde gelamineerde lariks omkasting
- 9 verstijving elementengevel (gestippeld)

Rechter benoemt expert bevingsschade

De rechtbank heeft deze zomer voor het eerst een onafhankelijke deskundige aangewezen om te beoordelen of de schade aan een Groningse woning het gevolg is van een aardbeving. Eerder zag een deskundige van de NAM geen verband. De schade raamde hij op 2.500 euro. Een expert die door de huiseigenaar was ingeschakeld, kwam op 125.000 euro. De rechter oordeelde dat het onderzoek door een onafhankelijke schade-expert moet worden uitgevoerd.



De gevelopbouw van de Zernikeborg, Groningen; vanuit het oogpunt van gewichtsbesparing is gekozen voor houten gevelelementen met keramische steenstrips.

- 1 aluminium buitenkozijn met isolerend doorvalveilig dubbel glas; onder- en bovenmontage door middel van inklemming t.b.v. aardbevingbestendigheid; horizontaal in lengterichting beweegbaar
- 2 buitenblad buitengevel; van buiten naar binnen: keramische steenstrips, isolatieplaat in halfsteensverband op houten stijl- en regelwerk, aluminium sokkelprofielen, luchtsponw (ten minste 20 mm van hsb-element)
- 3 binnenblad buitengevel; van buiten naar binnen: hsb-element met multiplex beplating (15 mm), minerale wol, binnenbeplating multiplex (15 mm); aardbevingbestendige bevestiging met beugels (thermisch verzinkt); binnenconsoles (stalen kokerprofielen verankerd aan vloerrand)

Vliesgevels

Vliesgevels worden over het algemeen aan de boven elkaar gelegen vloeren bevestigd. Een voorbeeld hiervan is het EnTranCe gebouw (PvanB architecten, ABT | Wassenaar seismisch Advies). Door deze detaillering kunnen de gevels de maximale vloerverplaatsing opvangen, zowel in de onderlinge verbindingen als ter plaatse van de bevestiging. Er zijn testen bekend van beglaseerde vliesgevels waarbij bij een verplaatsing van 36 millimeter en een verdiepingshoogte van 3,6 meter geen schade optrad. Ook het glas bleef heel. Door het glas rondom in het profiel voldoende ruimte te geven kan het vrij bewegen en zal het kantelen in plaats van breken. Het is dan ook essentieel het glas in een vliesgevel voldoende stelruimte te geven en alleen aan de onderzijde te ondersteunen. De extra benodigde stelruimte kan betekenen dat een bredere afdeklijst moet worden toegepast, bijvoorbeeld zestig in plaats van vijftig millimeter. De stelruimte per paneel kan worden beperkt door het glas op te delen in hoogte, voorzien van tussendorpels.

Metselwerk

Metselwerk kan net als glas nauwelijks bewegingen in het vlak opnemen. Bij een aardbeving zal het snel scheuren en kunnen delen naar beneden vallen. Naar aanleiding van de aardbevingen in Christchurch wordt in Nieuw-Zeeland geadviseerd geen metselwerkconstructies meer toe te passen. In Groningen zijn de verplaatsingen echter gering: hier wordt rekening gehouden met verplaatsingen van enkele centimeters, terwijl men in Christchurch rekening moet houden met verplaatsingen tot een halve meter. Dat maakt het toepassen van metselwerk in Groningen onder voorwaarden mogelijk. In elk geval moeten architect en constructeur rekening houden met de relatieve vloerverplaatsing. Het is noodzakelijk het metselwerk niet, zoals in Nederland

Funderen in de grond 'niet verstandig'

Stro- en leembouwspecialist Tom Rijven die jarenlang in aardbevingsgebieden werkte, vindt funderen in de grond niet verstandig. Hij fundeert zijn woningen bovengronds, op met gravel gevulde autobanden. Acht autobanden kunnen volgens Rijven de Eiffeltoren dragen.

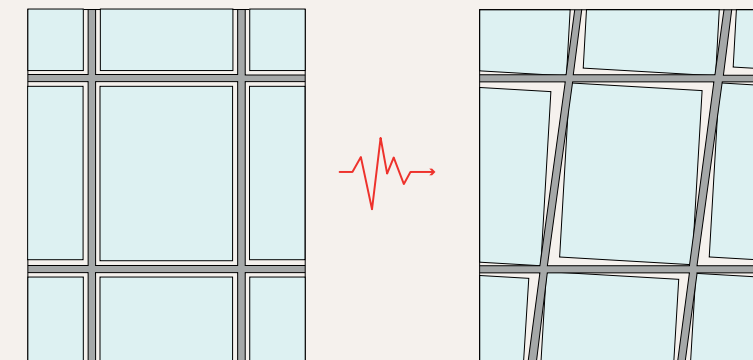


De borstweringselementen van de Groningse Zernikeborg hangen aan de vloeren. Zo kunnen ze verschuiven ten opzichte van elkaar. Door het glas voldoende stelruimte te geven, kan de beweging worden opgevangen in de vliesgevel.



Het EnTranCe gebouw heeft een aardbevingbestendige vliesgevel.

Door glas rondom in het profiel van een vliesgevel voldoende ruimte te geven, kan het vrij bewegen en zal het kantelen in plaats van breken.





Metselwerk na de aardbeving in Christchurch, Nieuw-Zeeland (2011)



Ook in Japan wordt in aardbevingsgebieden nog metselwerk gebruikt. Op de foto een woningbouwproject in Fukuoka. Foto Rick Bruins



Trefkoel, Groningen, heeft vier volumes met een vijftig meter hoge toren. Deze kan nog steeds worden uitgevoerd in metselwerk, dankzij voldoende dilataties en ophangpunten.



Steenstrips bij vervangen monumentale schoorstenen

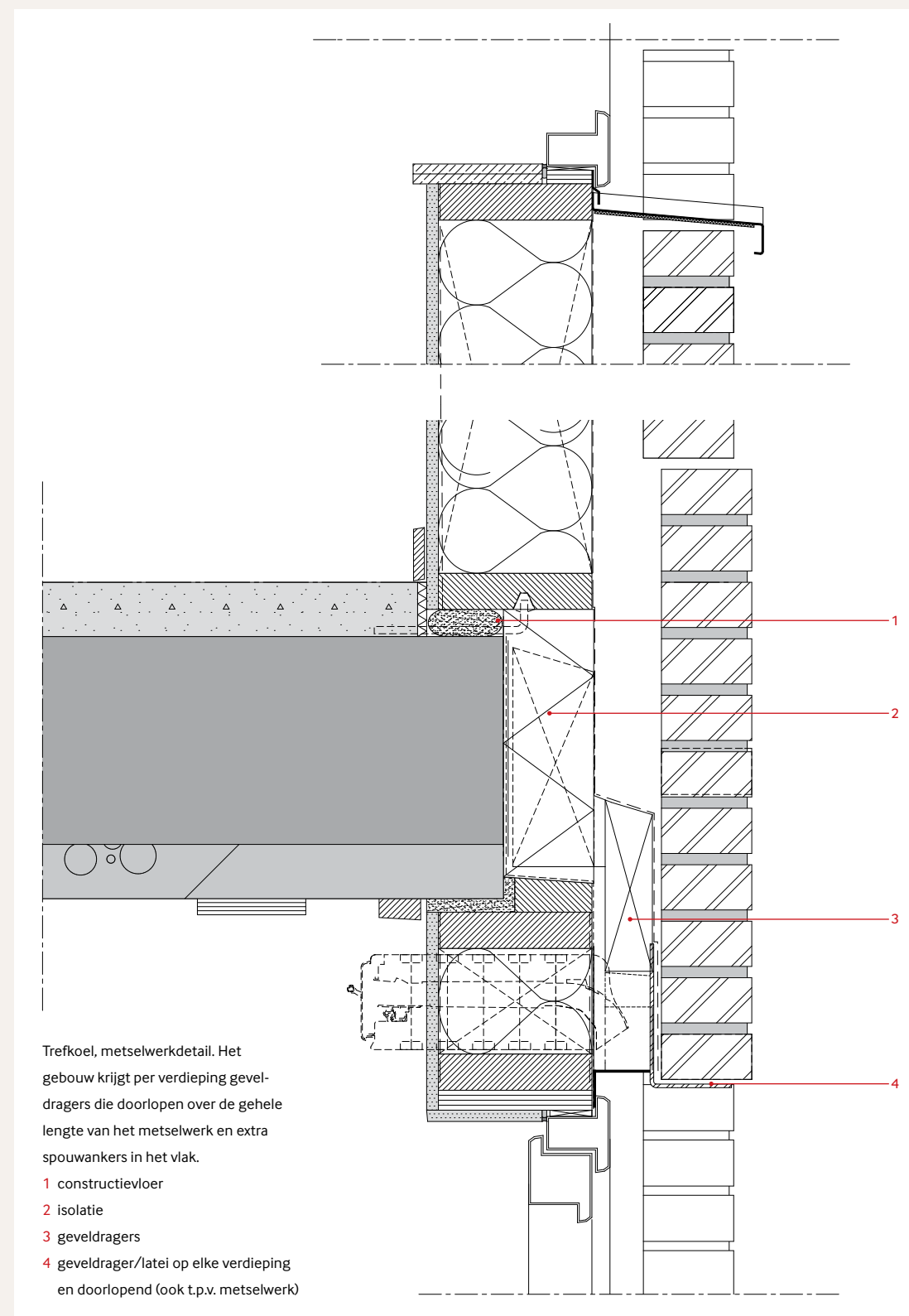
De komende maanden worden in Noordoost-Groningen honderden monumentale schoorstenen vervangen. Daarbij worden steenstrips gebruikt van hetzelfde materiaal als de stenen van de oude schoorsteen. De schoorstenen, die pas worden vervangen na goedkeuring van de gemeente, worden op maat gemaakt met een aluminiumframe. Schuin gemetselde schoorsteenkanalen worden vervangen door lichtgewicht kanalen.

gebruikelijk is, om de verdieping op te vangen, maar op elke verdieping horizontaal te dilateren en te ondersteunen. Er moet worden voorkomen dat er spanning ontstaat in het metselwerkvlak door de oppervlakten beperkt te houden door voldoende verticale dilataties toe te passen.

De haalbaarheid van het toepassen van metselwerk zal per situatie en per gevel beoordeeld moeten worden. Bij te grote gebouwbewegingen is het raadzaam naar alternatieven te zoeken.

KENK architecten is, samen met ABT | Wasseenaar, verantwoordelijk voor het project Trefkoel in Groningen. Dit project bestaat uit vier bouwblokken, waaronder een toren van haast vijftig meter hoog. De gevels zijn geheel voorzien van een metselwerk buitenblad. Het project werd ontwikkeld voordat er sprake was enige seismische problematiek. Inmiddels is het plan opnieuw bekeken en zodanig uitgewerkt dat de gevels uiterlijk ongewijzigd kunnen blijven. Daartoe worden op elke verdieping geveldragers toegepast, doorlopend over de gehele lengte van het metselwerk, dus ook ter plaatse van de penanten. De geveldragers zijn bevestigd aan de vloerrand. Om uitval uit het vlak te voorkomen, worden extra spouwankers toegepast. Deze zijn berekend op de uittrekweerstand.

Er zijn veel meer voorbeelden te geven van producten en aansluitingen voor aardbevingsbestendig bouwen, zowel voor het exterieur als voor het interieur. Te denken valt aan geveldilataties en gevelaansluitingen, binnenwanden en plafonds, vloersystemen, noem maar op. Meer en meer bedrijven hebben ervaring opgedaan in het buitenland. Er zijn inmiddels dan ook veel producten te krijgen die voldoen aan de in Groningen gestelde eisen. Maar ook als er geen standaardoplossing is, is er met aandacht en creativiteit veel mogelijk om Groningen veilig te houden – en het aanzien meer dan waard.



Trefkoel, metselwerkdetail. Het gebouw krijgt per verdieping geveldragers die doorlopen over de gehele lengte van het metselwerk en extra spouwankers in het vlak.

- 1 constructievloer
- 2 isolatie
- 3 geveldragers
- 4 geveldrager/latei op elke verdieping en doorlopend (ook t.p.v. metselwerk)