

BENG

**MET ZELFDRAGENDE
BUITENSPOUWBLADEN
IN STEENSMETSELWERK**



vereniging Koninklijke
Nederlandse Bouwkeramiek

INHOUD

ONDERZOEK	3
BENG en goed geïsoleerde gevels	3
Het onderzoek	3
Aanbevolen toepassingen	4
Voordelen van een zelfdragend buitenspouwblad	4
Gebouwvarianten	4
BENG-eisen	5
Voor- en nadelen	6
STEENSMETSELWERK	6
Ervaring	6
Gevelopbouw	8
Balkons	10
Gevelopeningen	12
Gelijmde metselwerkplateien	12
Kosten en opbrengsten	13
Hoge duurzaamheidsprestaties	13
Resumé	14
Bronnen	15
Colofon	15

Vanaf 1 januari 2021 moeten nieuwbouwwoningen bijna energieneutraal (BENG) zijn. Het plaatst de hele bouwkolom voor grote uitdagingen. Om aan de strenge eisen van BENG te kunnen voldoen moet het gehele proces van ontwikkelen, ontwerpen, bouwen en opleveren opnieuw worden uitgedacht. Dat geldt met nadruk voor gestapelde woningen. KNB staat klaar voor de toekomst en liet onderzoek uitvoeren naar de mogelijkheden voor realisatie van BENG-appartementengebouwen met een baksteengevel. Uit het onderzoek volgt dat dit heel goed mogelijk is, zowel met halfsteensmetselwerk als met zelfdragende buitenspouwbladen in steensmetselwerk.



Basis voor het onderzoek vormde bouwproject Willemspoort, Den Bosch

ONDERZOEK

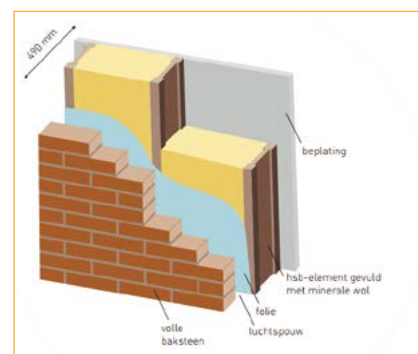
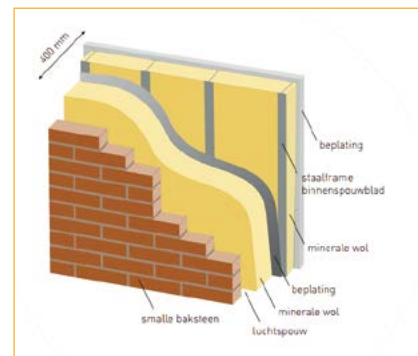
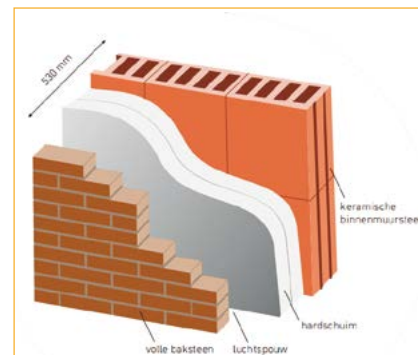
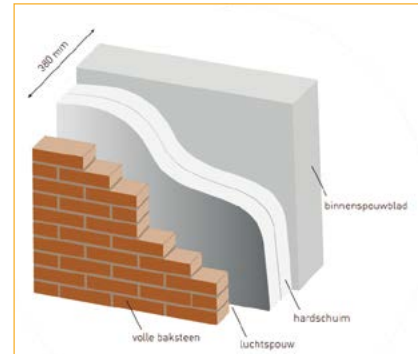
BENG en goed geïsoleerde gevels

BENG is geïnspireerd op het principe van de Trias Energetica: eerst de energievraag beperken, dan energie uit hernieuwbare bronnen gebruiken en voor het restant eindige energiebronnen efficiënt benutten. Om bij de eerste stap de energievraag te beperken moeten ondermeer de luchtdichting en de isolatiewaarde van de thermische schil van hoog niveau zijn. Er zijn tal van oplossingen om met een baksteen buitenblad een goed isolerende gevel te realiseren. Algemeen bekend zijn gevelsamenstellingen met een buitenschil van halfsteens baksteenmetselwerk. De toepassing van zelfdragende buitenspouwbladen in steensmetsel-

werk breidt de mogelijkheden nu verder uit. Een dergelijke gevel biedt een interessant alternatief bij het verduurzamen van middelhoogbouw. Gevel dragers en stalen lateien zijn bij deze bouwwijze niet nodig en het metselwerk draagt ook balkons en/of galerijen.

Het onderzoek

Bij het onderzoek zijn de voor- en nadelen en aandachtspunten in kaart gebracht die gelden bij de toepassing van zelfdragende buitenspouwbladen in steensmetselwerk. Het onderzoek is uitgevoerd door een team bestaande uit architectenbureau Office Winhov, Metselwerk Adviesbureau Vekemans, Heijmans Bouw, DGMR adviseurs en KNB (zie kaders). Als basis voor het onderzoek



Er zijn tal van oplossingen om met een baksteen buitenblad een goed isolerende gevel te realiseren

BENG MET ZELFDRAGENDE BUITENSPOUWBLADEN

diende het bouwproject Willemspoort te Den Bosch. Het betreft een in 2016-2017 gebouwd appartementengebouw met zes verdiepingen en 25 appartementen. Het gerealiseerde gebouw voldoet aan de Bouwbesluit-eisen van 2012 (EPG 0,6).

Het onderzoek omvatte uitwerkingen en berekeningen van gebouwvarianten om te voldoen aan de voorgenomen BENG-eisen. Daarbij is gekeken naar de bouwtechniek, constructieve aspecten, uitvoeringsaspecten en architectuur. Daarnaast is onderzoek gedaan naar de verschillen in energieprestaties en bouw fysische aspecten, milieuprestaties, bouwkosten en het risico op faalkosten.

Voordelen van een zelfdragend buitenspouwblad

Uit het onderzoek volgt dat een bijna energieneutraal appartementengebouw uitgevoerd met zelfdragende buitenspouwbladen (Brick-BENG) om een beperkte toename vraagt van de investeringskosten ten opzichte van een BENG met halfsteensmetselwerk. Daar staan echter een langere levensduur en lagere onderhouds- en vervangingskosten tegenover. Maar er zijn meer voordelen. Het gebruik van een zelfdragend buitenspouwblad voorkomt lineaire koude-

Aanbevolen toepassingen

Het gebruik van een zelfdragend buitenspouwblad in steensmetselwerk is een goede keus voor gebouweigenaren en uitvoerende partijen die kiezen voor:

- een optimaal geïsoleerd middelhoog gebouw (≥ 4 bouwlagen), met een zeer robuuste en hoogwaardige gevel;
- een zeer lange gebouwlevensduur waarbij investeringskosten en lifecycle costs in relatie tot elkaar beoordeeld worden, met minimale onderhoudskosten aan de gevel en een goede materiaal gebonden milieuprestatie (MPG);
- een gebouw met groot formaat balkons en/of galerieelementen volledig gedragen door baksteenmetselwerk, zonder technisch complexe elementen zoals geïsoleerde constructieve verankeringen;

bruggen en zorgt voor een sterke reductie van het aantal onderbrekingen in het isolatiepakket. Daardoor wordt het in de uitvoering aanzienlijk eenvoudiger om het gebouw optimaal te isoleren. Ook neemt de kans op faalkosten af. De



De galerijen worden volledig gedragen door metselwerk bij project Freilager

- een mooi verouderende baksteen-gevel met geen of zeer weinig dilatatievoegen
- baksteengevels met een bijzonder metselwerkverband.

gebouweigenaar kan rekenen op een gebouw met een zeer lange levensduur en een goede milieuprestatie. Horizontale dilataties zijn niet meer nodig. Het aantal verticale dilataties wordt gereduceerd. Ten slotte geeft het gebruik van steensmetselwerk de architect meer vormgevingsmogelijkheden.

Gebouwvarianten

Bij het onderzoek is het oorspronkelijke gebouwontwerp van Willemspoort uitgewerkt in enkele varianten.

Het **Referentiemodel** vormt de basis en voldoet aan de per 1 januari 2015 geldende eisen van het Bouwbesluit 2012 (EPG 0,4). De gevels zijn daarbij uitgevoerd met een buitenspouwblad in halfsteensmetselwerk met gebruikmaking van metalen geveldragers en lateien. De balkons zijn met behulp van constructieve verankeringen met thermische onderbreking (*isokorf*) verbonden met de hoofdconstructie.



*Geveldragers en spouwankers zijn **niet** aanwezig bij Brick-BENG*

IN STEENSMETSELWERK



Het Brick-BENG model met zelfdragend steensmetselwerk

Het **Brick-BENG model** is bijna energieneutraal en uitgevoerd met zelfdragende buitenspouwbladen in steensmetselwerk. Hierbij is het aantal onderbrekingen in het isolatiepakket sterk gereduceerd. Dit komt doordat metselwerkondersteuning niet nodig zijn en spouwverankering slechts heel beperkt. Bovendien dienen de zelfdragende gevels als draagconstructie voor de balkons. Het samengaan van de functies gevelbekleding én draagconstructie voor balkons en galerijen is een bijzondere karakteristiek van zelfdragende buitenspouwbladen in steensmetselwerk.



BENG-eisen

In 2015 zijn de voorlopige BENG-eisen gepresenteerd en is door RVO.nl een handreiking gepresenteerd voor het berekenen van de BENG-indicatoren. De drie BENG-indicatoren met voorgenomen eisen zijn als volgt:

- BENG 1 - Energiebehoefte. De maximale energiebehoefte voor verwarming en koeling is maximaal 25 kWh/m² gebruiksoppervlak per jaar.
- BENG 2 - Primair fossiel energiegebruik. De hoeveelheid fossiele brandstof die gebruikt wordt voor verwarming, koeling, warmwater en installaties is maximaal 25 kWh/m² gebruiksoppervlak per jaar.
- BENG 3 - Aandeel hernieuwbare energie. Het aandeel hernieuwbare energie is minimaal 50 % van het totaal primaire energiegebruik (fossiel + hernieuwbaar).



Bouwfysicus
Frank Lambregts
(DGMR)

Uit het onderzoek volgt dat met de huidige berekeningswijze van RVO.nl een middelhoog BENG-appartementengebouw met een baksteengevel goed te realiseren is. Dat kan zowel met een buitenschil in halfsteensmetselwerk als met een zelfdragend buitenspouwblad in steensmetselwerk (Brick-BENG model). Aan de BENG-eisen kon bij het betreffende gebouwwontwerp worden voldaan door toepassing van individuele warmtepompen met warmte koude opslag (wko), ventilatie met warmteterugwinning, het gebruik van drievoudig isolatieglas, zonwering op Zuidwest en de Zuidoost gevels en 35 m² PV-cellen. De gehanteerde isolatiewaarde van de gevels is $R_c = 6,0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Bij een R_c van $9,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ zou de energiebehoefte iets lager uitvallen, 24,5 kWh/m².

In tegenstelling tot de verwachting blijkt de invloed van de lineaire koudebruggen bij een 'traditionele' gevel met halfsteensmetselwerk en geveldraggers zeer gering. Het had weinig invloed op de berekende energieprestatie van het gebouw. Het effect op het primair energiegebruik was minder dan 0,4 %.

*Uitkomsten Brick-BENG:
BENG 1: 25,0 kWh/m²
BENG 2: 22,5 kWh/m²
BENG 3: 64,2 %*

BENG MET ZELFDRAGENDE BUITENSPOUWBLADEN

Voor- en nadelen

Het onderzoeksteam kwam op basis van de uitgevoerde studies tot onderstaande samenvattende lijst met generieke voor- en nadelen bij middel-hoogbouw van zelfdragende buitenspouwbladen in steensmetselwerk ten opzichte van een buitenschil in halfsteensmetselwerk.

Voordelen

- Uitzonderlijk lange levensduur van de gevel; deze wordt niet meer bepaald door de stalen constructieve voorzieningen maar door de levensduur van het metselwerk;
- De vereenvoudigde uitvoering van de gevel geeft een lager risico op faalkosten;
- Veel minder staal in de gevel;
- Het steens buitenblad neemt de windbelasting volledig op, samenwerking met het binnenspouwblad is niet nodig;
- Geen constructieve lineaire koudebruggen;
- Het gebouw is eenvoudiger goed te isoleren;
- Zeer dik isolatiepakket beter mogelijk;
- Reductie van de waterbelasting in de spouw;
- Meer esthetische en/of decoratieve mogelijkheden in het baksteenmetselwerk; expressieve vormgeving mogelijk;
- Minder verticale dilataties, geen horizontale dilataties;
- Sterke verbetering van de materiaal gebonden milieuprestatie (MPG) door de lange gebouwlevensduur;
- Fauna voorzieningen eenvoudig op te nemen in steens metselwerk.

Nadelen

- Circa 5 % meer bouwkosten (op basis van bouwproject Willemspoort);
- Een iets ongunstigere verhouding BVO/GO (percentageverschil 2,2% op basis van bouwproject Willemspoort);
- Meer metselwerk geeft meer verlet gerelateerde bouwwerkzaamheden.

STEENSMETSELWERK

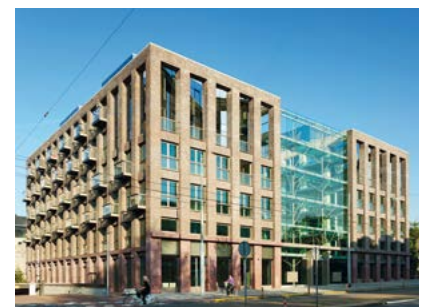
Steensmetselwerk is natuurlijk niet nieuw. Eeuwenlang vervulde de massieve baksteengevel zowel de afsluitende, bouwfysische als de dragende functies van een gebouw. Pas begin twintigste eeuw vond er door de introductie van de spouwmuur een functiescheiding plaats. Vanaf die tijd wordt een halfsteens bakstenen buitenspouwblad bij wijze van spreken 'los' om het gebouw geplaatst en door middel van spouwankers, stalen lateien en geveldragers op zijn plaats gehouden en verbonden met de dragende binnenconstructie.

Ervaring

In Nederland is (op beperkte schaal) de nodige ervaring opgedaan met de hedendaagse zelfdragende baksteengevel. Voorbeelden zijn de kantoorgebouwen in Amstelveen van Herman Zeinstra (DOK Architecten) en de 'Solid' aan de Constantijn Huygenstraat in Amsterdam van Tony Fretton Architects. Bij laatstgenoemde komt de toepassing van een zelfdragend buitenspouwblad deels voort uit de wens om het idee van de 'Solid' (een flexibel indeelbaar gebouw met een zeer lange levensduur) tot uitdrukking te brengen in een zeer robuuste metselwerkgevel. Daarnaast is voor deze oplossing gekozen omdat daarmee stalen metselwerkondersteuning overbodig zijn. Deze keuze is niet ingegeven vanuit de isolatiewaarde van het gebouw maar vanuit duurzaamheid en onderhoud. Deze hulpconstructies vormen in gevels met een beoog-



Eeuwenlang vervulde de massieve baksteengevel zowel de afsluitende, bouwfysische als de dragende functies



Solid aan de Constantijn Huygenstraat, Amsterdam. Architect: Tony Fretton

IN STEENSMETSELWERK



Kantoorgebouw Noordpoort, Amstelveen. Architect: Herman Zeinstra

de zeer lange levensduur immers de zwakkere schakel ten opzichte van het zeer duurzame en onderhoudsarme metselwerk.

Office Winhov en Metselwerk Adviesbureau Vekemans waren in Zwitserland betrokken bij de realisatie van appartementengebouw Freilager. Een gebouw met 7 verdiepingen en 270 woningen. Om aan de hoge isolatie-eisen van het Zwitserse MinerenergieEco+ te voldoen is dat uitgevoerd met zelfdragende buiten-spuwbladen in steensmetselwerk. Dit omdat lijnvormige koudebruggen moesten worden voorkomen.

Hiervoor was het noodzakelijk om de balkons los te koppelen van de hoofdconstructie en geen geveldraggers te gebruiken.



Project Freilager, Zwitserland. Architect: Office Winhov



Adviseur metselwerk
Harrie Vekemans
(Metselwerk Adviesbureau
Vekemans)

Het toepassen van een zelfdragend steens buitenspuwblad in plaats van halfsteensmetselwerk resulteert in andere bouwtechnische en constructieve mogelijkheden voor de gevel. Zo is bijvoorbeeld de samenwerking van het halfsteens buitenspuwblad met het binnenspuwblad niet meer vereist voor het opvangen van de windbelasting. Spouwankers zijn daardoor niet meer nodig. Er is wel een alternatieve verankering ter hoogte van de verdiepingsvloeren.

Het gebruik van een steens dikke buitengevel sluit veel meer aan bij de eeuwenlange traditie van het bouwen van massieve, dragende constructies met bakstenen. Van dat soort constructies is bekend dat ze eeuwen mee kunnen gaan en weinig onderhoud vragen.

Met de huidige materialenkennis is het zelfs mogelijk om bakstenen gevels nog beter en duurzamer te construeren. Een technische levensduur van 150 jaar voor een steens, bakstenen gevel is dan ook een realistisch uitgangspunt.

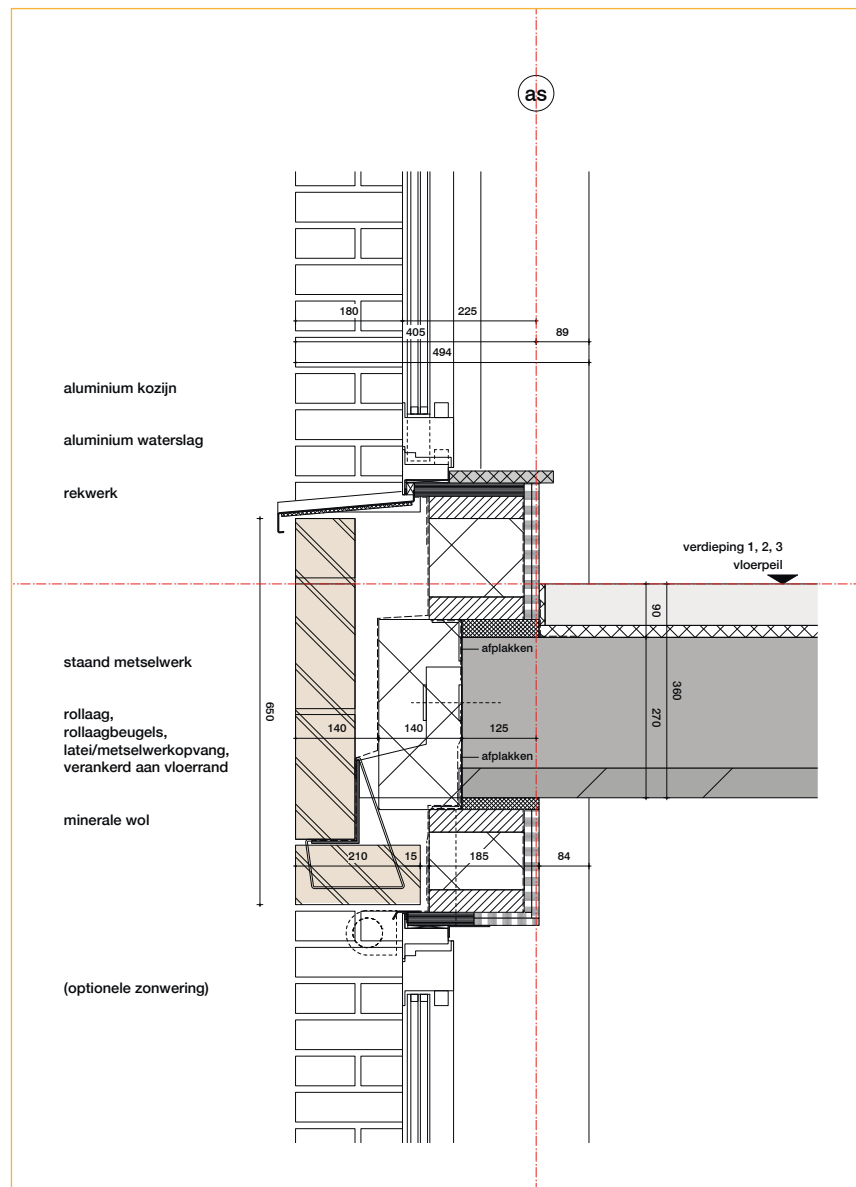
BENG MET ZELFDRAGENDE BUITENSPOUWBLADEN

Gevelopbouw

Het **Referentiemodel** heeft een gemetselde, halfsteens baksteengevel (~100 mm dik). Dit buitenspouwblad is op een 'traditionele' wijze uitgevoerd met stalen geveldraggers met horizontale dilataties en verticale dilataties. Het buitenspouwblad is op de gebruikelijke wijze met rvs spouwankers verankerd aan het kalkzandstenen binnenspouwblad. De balkons zijn met constructieve verankeringen met thermische onderbreking (isokorf) aan de hoofd-draagconstructie bevestigd.

Het **Brick-BENG** model heeft een zelfdragend steens buitenblad (~210 mm dik). De balkons worden aan de gevelzijde met nokken opgelegd in het steens buitenspouwblad. Aan de buitenrand worden ze gedragen door extra toe te voegen kolommen. Gevelopeningen worden gerealiseerd met massieve metselwerklateien, die een maximale afstand van circa 3 meter overspannen. Er zijn geen horizontale dilataties.

Bij een buitenblad in steensmetselwerk is de gevelconstructie zelf in staat om de windbelasting over de hoogte van één verdieping op te nemen. Volstaan kan worden met verankering ter hoogte van de verdiepingsvloeren (circa 4 rvs-ankers van $\varnothing 6$ mm per m^2 , met een minimale uittrekbelasting van 1,5 kN).

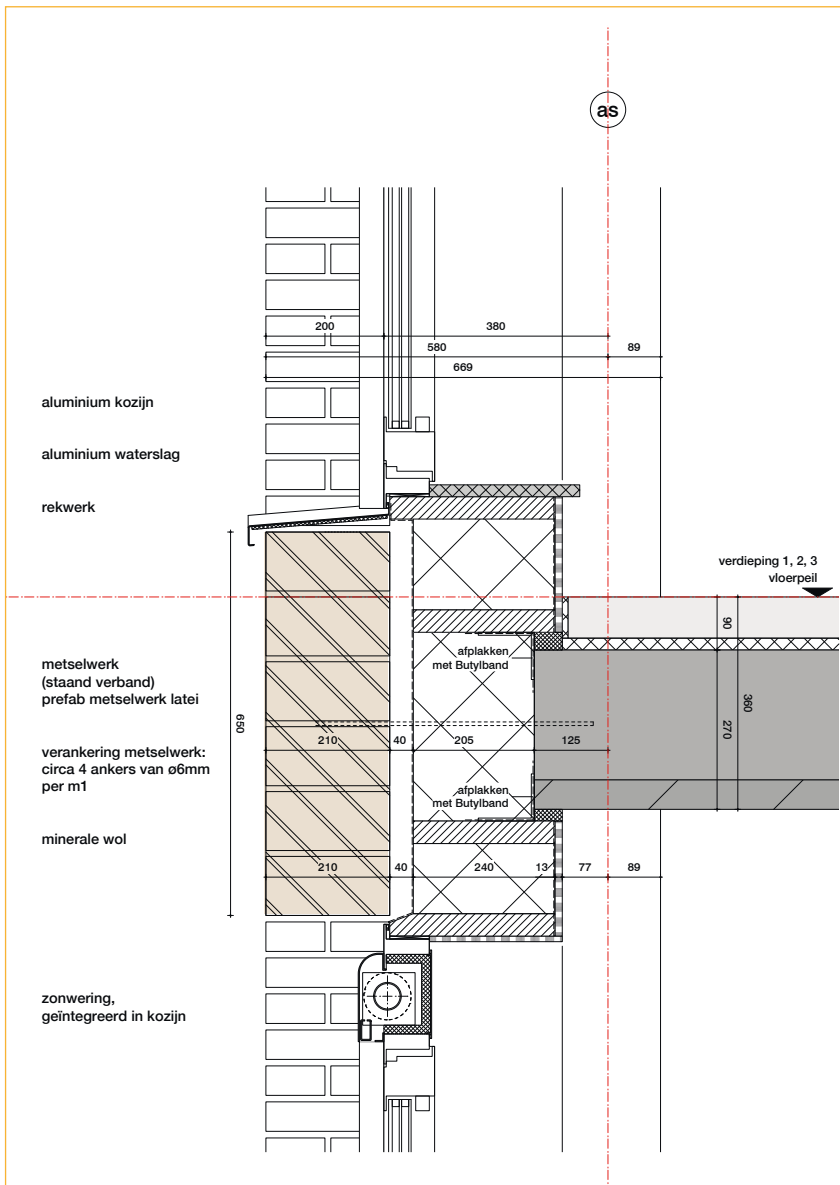


Detail Referentiemodel (halfsteensmetselwerk) ter hoogte van de vloer

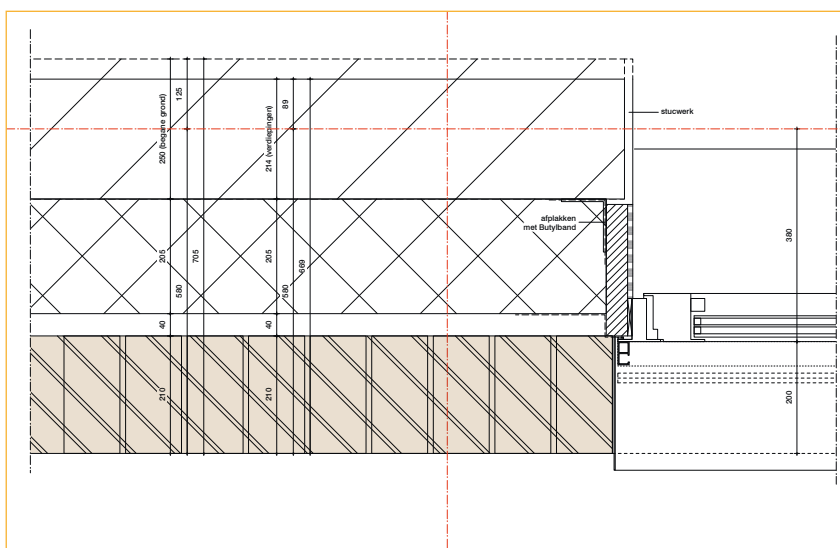


Bij het Brick-BENG model worden balkons uitsluitend door baksteenmetselwerk gedragen

IN STEENSMETSELWERK



Detail Brick-BENG model ter hoogte van de vloer



Detail Brick-BENG horizontale doorsnede t.p.v. kozijn



Architect
Jan Peter Wingender
(Office Winhov)

Het gebruik van een zelfdragende baksteengevel geeft een robuuste gevel met een goed geïsoleerde spouw en een minimale hoeveelheid koudebruggen. Dit past in ons streven naar de realisatie van gebouwen met een zeer lange levensduur. Omdat woon- en leefpatronen in de tijd veranderen is bij Willemspoort gekozen voor de opbouw rond een kern met een lift-trappenhuis. De woningen zijn geheel flexibel in te delen en dus gemakkelijk in de tijd aan te passen. De toepassing van steens gevelmetselwerk geeft ten opzichte van de oorspronkelijke situatie voordelen maar ook enkele aandachtspunten. De voordelen voor de expressie van het metselwerk zijn evident: geen horizontale en veel minder verticale dilataties. Daarnaast is er de mogelijkheid tot het verlevendigen van het metselwerk door de toepassing van decoratieve steensmetselverbanden. Het uitgangspunt om geen metalen lateiconstructies in de gevel op te nemen zorgt voor een beperking aan de breedte van de gevelopeningen. Door toepassing van gelijkde metselwerklateien of baksteen-betonlateien is deze beperking te omzeilen. In het Brick-BENG model met zelfdragend steensmetselwerk, is gekozen voor het opsplitsen van de te grote gevelopeningen in twee kleinere openingen die wel binnen de constructieve limieten vallen.

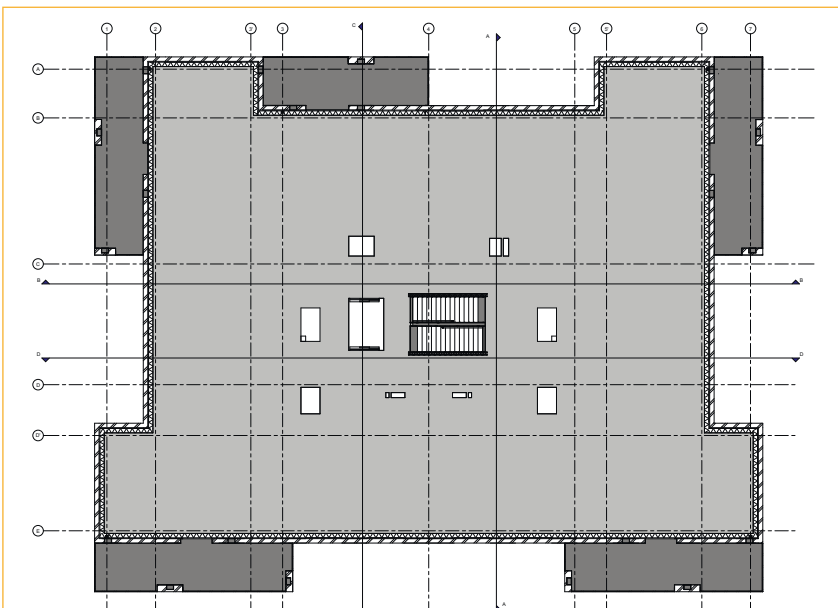
BENG MET ZELFDRAGENDE BUITENSPOUWBLADEN



Dilatatieplan bij het Referentiemodel



Geen horizontale en veel minder verticale dilatatievoegen in de Brick-BENG



Balkonoverzicht t.p.v. de tweede verdieping

Balkons

In het Referentiemodel zijn de royale balkons via een speciale constructieve verankering met thermische onderbreking aan de hoofddragconstructie bevestigd. Door het grote formaat van de balkons worden hierbij de constructieve limieten bereikt.

In het Brick-BENG model, met de zelfdragende buitenspouwbladen, worden de grote balkons door middel van nokken in het metselwerk opgelegd. De stabiliteit van het geheel moet worden gehaald uit de hoofddragconstructie. Hiervoor wordt ter plaatse van iedere nok één verbinding met een rvs-anker ($\text{\O}12$ mm) naar de vloerconstructie gemaakt. Deze verankeringen moeten de bewegingen van het buitenspouwblad kunnen volgen. Oplossingen hiervoor zijn beschikbaar bijvoorbeeld in de vorm van metselwerkankers in ankerrails.



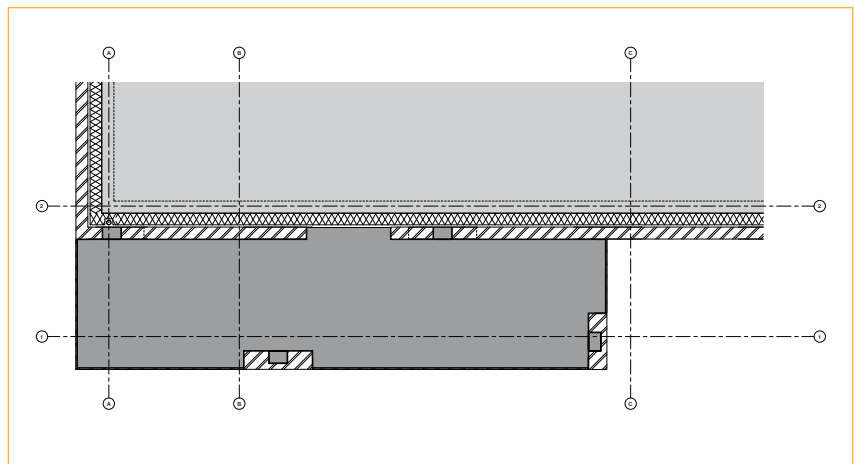
Oplegnok balkon bij het project Freilager (CH)

Het gevelmetselwerk bezit voldoende sterkte om de belastingen van de balkons op te vangen. Voor de opname van het buigende moment is het echter noodzakelijk om extra dragende kolommen aan de buitenzijde van de balkons te plaatsen. Daardoor worden andere oplegvoorzieningen, zoals constructieve verankeringen met thermische onderbreking, overbodig. De toevoeging van de vrijstaande kolommen geeft het balkon een meer besloten karakter. Het

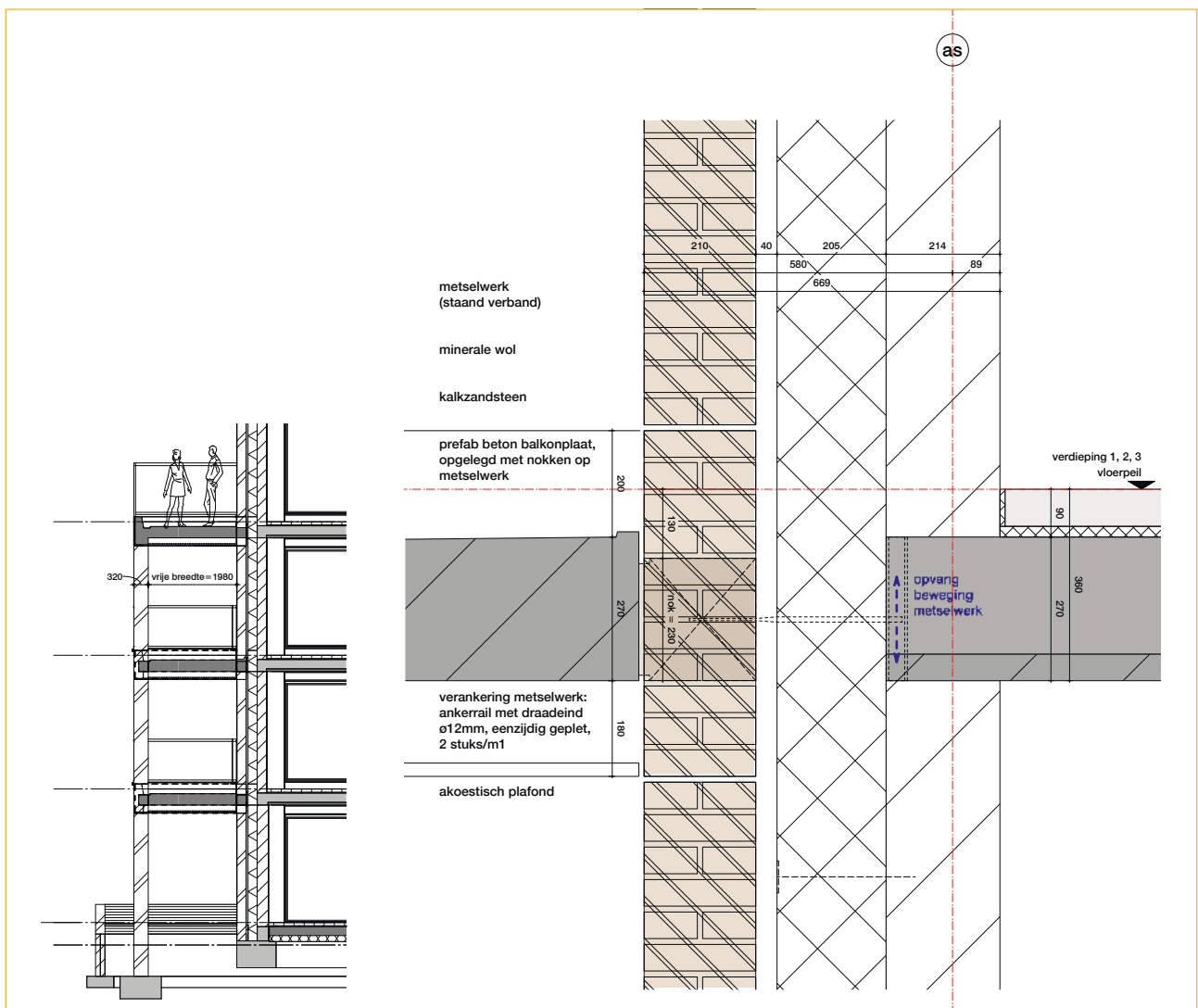
IN STEENMETSELWERK

beeld middelt tussen een vrijhangend balkon en een loggia. Indien gewenst kunnen de kolommen ook slanker worden uitgevoerd.

De opleggingen van de prefab betonnen balkonplaten in het gevelmetselwerk en op de kolommen vereist wel aandacht. Voorkomen moet worden dat de balkonplaten gaan dragen op de randen van het baksteenmetselwerk. Het toepassen van oplegrubbers zal de afdracht van de belastingen uit de balkonplaten in het metselwerk controleren en zorgt voor een gelijkmatigere belastingafdracht. Constructieve berekeningen dienen aan te tonen dat de steensmetselwerk kolommen voldoen aan de constructieve eisen van knik, sterkte en stabiliteit.

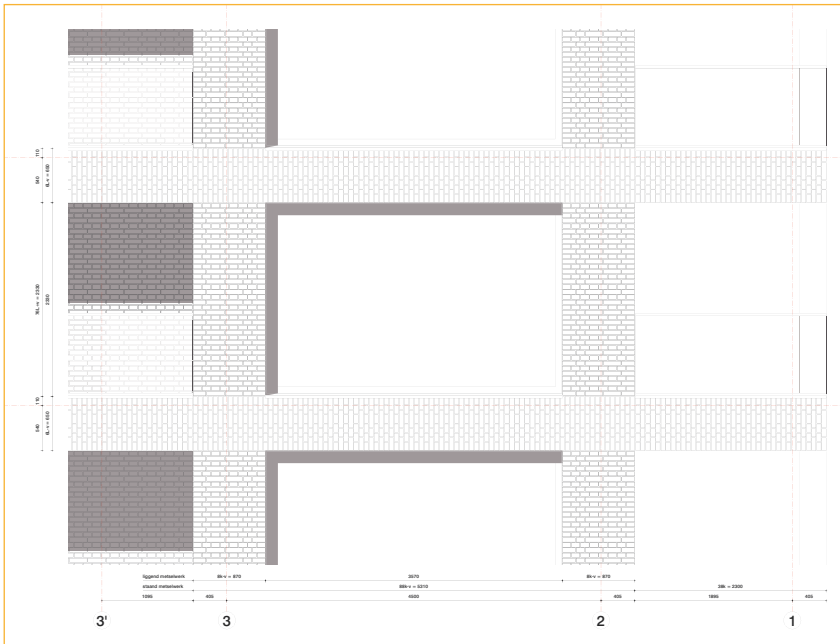


Prefab betonnen balkonplaat met oplegnokken



Doorsnede ter plaatse van de balkons

BENG MET ZELFDRAGENDE BUITENSPOUWBLADEN



Fragment metselwerk bij gevelopening

Gevelopeningen

Openingen in gevelmetselwerk kunnen op verschillende wijzen worden overspannen (zie KNB brochure: Draagconstructies boven gevelopeningen). Het toepassen van stalen lateien en geveldragers is daarbij op dit moment de meest toegepaste methode. Bij het Brick-BENG onderzoek is echter vanwege de gewenste zeer lange levensduur van de gevelconstructie gestreefd naar oplossingen met zo weinig mogelijk staal in de gevel. Bij het Brick-BENG gebouwmodel is daarom gekozen de openingen te overspannen met gelijmde metselwerklateien. Afhankelijk van het gebouwoontwerp zijn er ook andere mogelijkheden, zoals het gebruik van baksteen-betonlateien of het ter plaatse vervaardigen van zelfdragende metselwerklateien met metselwerkwapening.

Gelijmde metselwerklateien

Deze oplossing vereist wel voldoende sterkte van het metselwerk. De optredende trekspanningen moeten namelijk onderin de metselwerklateien worden opgenomen. De buigtreksterkte van traditioneel metselwerk (ongeveer 0,2 N/mm²) is onvoldoende om overspanningen van meer dan 3 meter te maken. Een oplossing is het toepassen van hoogwaardige tweecomponenten lijmen in combinatie met bakstenen en keramische strips, beiden met een voldoende hoge buigtreksterkte. Dit maakt het mogelijk om grotere overspanningen geheel met bakstenen uit te voeren.



Prefab gelijmde metselwerklatei



Ontwerpmanager
Jan van Dongen
(Heijmans Bouw)

Steensmetselwerk is niet nieuw maar meer een "vergeten" bouwmethodiek die met dit onderzoek in een nieuw daglicht is komen te staan. Door het ontbreken van spouwankers bij steens gevelmetselwerk is de problematiek rond de juiste verdeling en aanbrengen van de spouwankers vervallen.

Het goed aanbrengen van de isolatie zal een stuk eenvoudiger worden. Door het ontbreken van geveldragers kan de isolatie netjes doorlopen zonder onderbrekingen en vervalt het risico op faalkosten hiervan. De uitvoering van het steigerwerk is niet anders. De tijd voor realisatie van het metselwerk zal uiteraard toenemen en daardoor ook de kans op verlet.

Goede beschermende maatregelen kunnen dit beperken. Het metselen van steensmuren zal de nodige aandacht vergen omdat de huidige metselaars daar nog weinig ervaring mee hebben.

IN STEENSMETSELWERK

Kosten en opbrengsten

Heijmans Bouw berekende dat bij het betreffende appartementengebouw de totale bouwkosten circa 5% stijgen door de toepassing van een zelfdragend buitenspouwblad in steensmetselwerk. Dat is ten opzichte van het zelfde ontwerp met halfsteensmetselwerk. Stalen hulpconstructies vormen in gevels met een beoogde zeer lange levensduur de zwakkere schakel ten opzichte van het zeer duurzame en onderhoudsarme metselwerk. Het meewegen van onderhoud en levensduur sluit aan bij de ontwikkeling waarbij het uitsluitend sturen op bouwkosten verschuift naar het sturen op de 'total cost of ownership'. Deze laatste benadering weegt de kosten voor onderhoud en vervanging van bouwdeelen mee. Dit maakt hogere bouwkosten mogelijk als daar lagere onderhouds- en vervangingskosten tegenover staan.

Bij zelfdragend steensmetselwerk is er geen kans meer op faalkosten door het onjuist aanbrengen van geveldragers, lateien en isolatie. Aan de andere kant vergt het metselen van niet-alledaags steensmetselwerk en zelfdragende metselwerklateien meer uitdaging. Net als in de reguliere bouw staat of valt alles met een goede kwaliteit van de uitvoering van de werkzaamheden volgens de geldende voorschriften.

Hoge duurzaamheidsprestaties

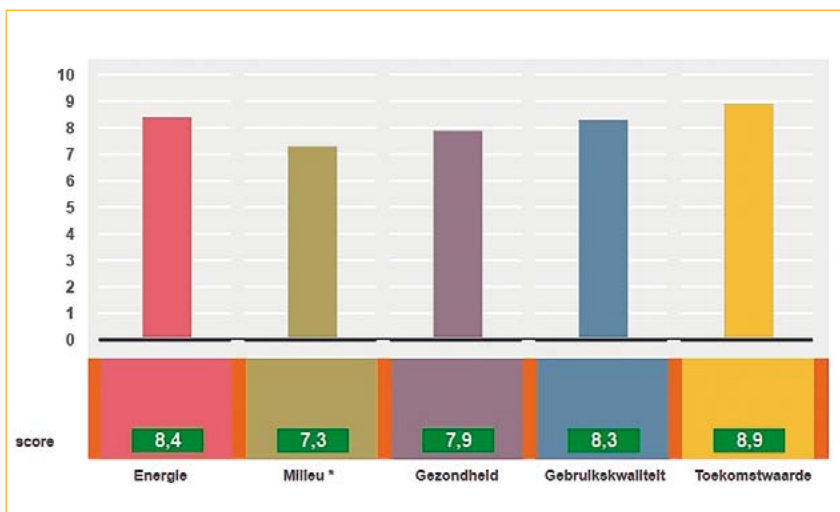
Naast de energieprestatie hebben ook andere aspecten invloed op de duurzaamheidsprestaties van een gebouw. Voorbeelden daarvan zijn de milieuprestaties door het gebruik van materialen, een gezonde en comfortabele leefomgeving voor de gebruiker en de toekomstwaarde van het gebouw. Om hier inzicht in te krijgen is van de verschillende gebouwmodellen de materiaalgebonden milieuprestatie (MPG) vastgesteld. Daarnaast zijn beoordelingen met de tool GPR-gebouw uitgevoerd en is er naar de BREEAM criteria gekeken. Hieruit wordt geconcludeerd dat het Brick-BENG model van Willemspoort door de verlengde gebouwlevensduur van 150 jaar een aanzienlijke verbetering van de MPG-score van het gebouw geeft (van € 0,41/m² naar € 0,32 /m²). Deze levensduur is bepaald volgens het 'Richtsnoer specifieke gebouwlevensduur'. De gebouwlevensduur is daarbij mede afhankelijk van de locatie en kan dus ook korter uitvallen. Vanaf 85 jaar is er echter al een MPG-voordeel voor de Brick-BENG. De GPR-gebouw score verbetert van 6,0 naar een 7,5 voor de Brick-BENG.



Adviseur Techniek en Duurzaamheid
Arie Mooiman (KNB)

Bij het streven naar een circulaire economie gaat het om het zo lang mogelijk bruikbaar houden van grondstoffen en materialen. Een Brick-BENG draagt daar aan bij. Daarnaast moet ook verantwoording worden afgelegd over de herkomst en de wijze van extractie van de grondstoffen. De keramische industrie gebruikt sinds jaar en dag de hernieuwbare grondstof klei uit de omgeving van de fabriek. Daarbij is het gebruik niet groter dan de natuur aanmaakt. De extractie is zeer verantwoord en geeft ook maatschappelijke meerwaarde in de vorm van nieuwe natuur, recreatiemogelijkheden en een bijdrage aan de hoogwaterveiligheid.

Een belangrijke toename van de gebouwlevensduur door toepassing van zelfdragende buitenspouwbladen in steensmetselwerk zorgt voor een verbeterde milieuprestatie (MPG) van het gebouw. De jaarlijkse milieu-impact neemt namelijk af bij alle bouwdeelen die een zeer lange levensduur hebben en onderhoudsarm zijn. Voorbeelden daarvan zijn de fundering, de hoofdconstructie en het baksteenmetselwerk.



GPR-gebouw score van Brick-BENG Willemspoort

BENG MET ZELFDRAGENDE BUITENSPOUWBLADEN

BREEAM-criteria

De toepassing van zelfdragende buitenspouwbladen in steens metselwerk draagt bij aan de volgende criteria:

MAN 11	Onderhoudsgemak
MAN 12	Levenscycluskostenanalyse
HEA 10	Thermisch comfort
ENE 26	Waarborging Thermische Kwaliteit
MAT 5	Onderbouwde herkomst van materialen
MAT 7	Robuust ontwerpen
MAT 8	Gebouwflexibiliteit
LE 4 en LE 6	Planten en dieren als medegebruiker van het plangebied

Resumé

Uit het onderzoek volgt dat realisatie van een BENG-meerlaags appartementengebouw met een baksteen buitengevel goed mogelijk is. Dat kan zowel met halfsteens metselwerk als met een zelfdragend buitenspouwblad in steens metselwerk (Brick-BENG). De laatste methode geeft tal van voordelen maar vraagt iets hogere investeringskosten. Deze worden in de tijd terugverdiend door een langere levensduur, minder onderhoudskosten en een optimaal geïsoleerd gebouw.

Project Freilager voldoet aan het Zwitserse Minenergie-Eco label en telt 7 verdiepingen en 270 woningen.



IN STEENSMETSELWERK

BRONNEN:

Rapport Brick-BENG, studie naar de mogelijkheden voor realisatie van een bijna energieneutraal appartementengebouw met een zelfdragend buitenspouwblad, DGMR, Heijmans, KNB, Office Winhov, adviesbureau Vekemans, maart 2017.

Ontwerptekeningen van Willemspoort Den Bosch, Referentiemodel en Brick-BENG model, Office Winhov, 2016-2017.

Constructieve berekeningen Brick-BENG Willemspoort Den Bosch, Metsel Adviesbureau Vekemans, 2016-2017.

Verhoudingen GO-BVO Referentiemodel en Brick-BENG model, Office Winhov, februari 2017.

EPG berekeningen Referentiemodel en Brick-BENG model, DGMR, juli 2016.

Bouwkostenberekeningen, Heijmans Bouw, november 2016.

Bepaling specifieke gebouwlevensduur van Brick-BENG Willemspoort Den Bosch, KNB, november 2016.

MPG Berekeningen, Brick-BENG Willemspoort Den Bosch, KNB, november 2016.

GPR Gebouw berekeningen Referentiegebouw en Brick-BENG, Willemspoort Den Bosch, KNB, november 2016

Bijdrage aan specifieke BREEAM criteria, Brick-BENG, Willemspoort Den Bosch, KNB, december 2016.

Voor meer informatie www.knb-keramiek.nl.

COLOFON

Maart 2017

© Alle rechten voorbehouden

Foto's en tekeningen: Peter Cook (foto Solid), KNB, Metsel Adviesbureau Vekemans, Office Winhov, Sim.One, Verbaan systems.

Artist impression Willemspoort, Den Bosch: Theo van Leur, Amersfoort

KNB en de door KNB ingeschakelde derden hebben aan de inhoud en samenstelling van deze documentatie de grootst mogelijke zorg besteed. De betrokken organisaties en bedrijven aanvaarden echter geen enkele aansprakelijkheid voor het gebruik van de in deze documentatie gegeven informatie of gedane aanbevelingen.

Voor meer informatie bezoek
www.knb-keramiek.nl.



vereniging Koninklijke
Nederlandse Bouwkeramiek

Postbus 153, 6880 AD Velp (Gld)
Florijnweg 6, 6883 JP Velp (Gld)

T +31 (0)26 384 56 30

F +31 (0)26 384 56 31

I www.knb-keramiek.nl

E info@knb-keramiek.nl