

# NA-ISOLEREN VAN BESTAANDE SPOUWMUREN: BEVINDINGEN UIT MEETCAMPAGNES

**De techniek van na-isolatie van ongeïsoleerde spouwmuren laat toe om de thermische prestaties van bestaande gebouwen op een pragmatische manier te verbeteren zonder hinder voor bewoners. Niet elke spouwmuur is echter geschikt voor na-isolatie, en niet alle isolatieproducten komen er voor in aanmerking. De gerealiseerde prestaties zijn verder afhankelijk van de bekwaamheid van de installateurs. Om het vertrouwen in de techniek te bevestigen werd in België een kwaliteitsbewakingskader ontwikkeld dat sinds 2012 operationeel is. Dit artikel geeft een overzicht van de achtergrond, aanpak en resultaten van het kwaliteitsbewakingskader.**



prof. dr. ir. A. (Arnold) Janssens, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, Universiteit Gent



ir. M. (Marc) Delghust, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, Universiteit Gent



ir. S. (Sarah) Beulque, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, Universiteit Gent

## INLEIDING

Voor een goed klimaatbeleid is het belangrijk dat het energiegebruik en de bijhorende uitstoot van broeikasgasen die het gevolg zijn van het klimatiseren van gebouwen drastisch dalen. Hiervoor is een systematische verbetering van het bestaande gebouwenpark essentieel, waarvoor verschillende na-isolatietechnieken beschikbaar zijn. De spouwmuur met gedraïneerde luchtspouw is een traditionele geveloplossing in streken met veel slagregen (België, Nederland, Verenigd Koninkrijk,...). Het navullen van de luchtspouw van de spouwmuur met thermische isolatie is dus een voor de hand liggende en relatief eenvoudige techniek die toelaat de warmteverliezen door de muur te reduceren. Hierbij wordt het isolatieproduct in de spouw aangebracht via voorgeboorde openingen in het gevelmetselwerk of het binnenspouwblad, met minimale hinder voor bewoners. Vlaanderen telt ongeveer 2,5 miljoen woningen, waarvan ongeveer de helft niet over gevelisolatie beschikt. Een deel van deze ongeïsoleerde gevels is opgebouwd uit massief metselwerk, een ander deel uit ongeïsoleerde spouwmuren. Het op grote schaal navullen van deze spouwen maakt het mogelijk om een groot gedeelte van de ongeïsoleerde gevels van een standaard isolatiepakket te voorzien, met een significante reductie van het energiegebruik van het woningenpark tot gevolg.

In de Vlaamse bouwsector was de ervaring met en het vertrouwen in deze isolatietechniek echter beperkt, onder andere door het ontbreken van een kader voor kwaliteitsbewaking, door een gebrek aan gegevens over de prestaties van de techniek in Vlaamse projecten, en het ontbreken van goed gedocumenteerde voorbeelden van goede praktijk. Ervaringen in onder andere het Verenigd Koninkrijk tonen aan dat de uitbouw van een kwaliteitsbewakingskader en ondersteuningsmaatregelen van overheid en industrie de grootschalige en betrouwbare toepassing van spouwisolatie in bestaande muren mogelijk maakt. Binnen de na-isolatieaanpak van CIGA [1] worden jaarlijks tot 500.000 woningen geïsoleerd (op een markt van 10 miljoen woningen zonder isolatie in de spouw).

In Vlaanderen werd in 2012 een kwaliteitsbewakingskader geïmplementeerd, na de ontwikkeling van technische specificaties en richtlijnen door het WTCB, en ondersteund door bevindingen van het onderzoeksproject 'na-isolatie van bestaande spouwmuren' dat tussen 2007 en 2009 onder leiding van UGent werd uitgevoerd [2].

## THERMISCHE PRESTATIES VAN NAGEVULDE SPOUWMUREN

Binnen het onderzoeksproject werden metingen verricht om de warmtegeleidingscoëfficiënt van 10 isolatieproducten voor na-isolatie in labo te bepalen, en om de U-waarde van muren in 24 woningen in situ te meten (ISO 9869) [3]. De spouwmuren van deze woningen werden tussen 1967 en 2009 na-geïsoleerd. De gebruikte isolatieproducten bij deze case-studies bestonden uit UF-schuim (6), PUR-schuim (4), EPS-parels (5), rotswol (4), glaswol (3) en SLS-korrels (2). Bij projecten uitgevoerd na oktober 2007 (10 cases) werden ook metingen uitgevoerd vóór het navullen van de spouw, zodat een beoordeling van de prestatieverbetering mogelijk was [4].

De gemeten U-waarden op niet-geïsoleerde wanden lagen tussen 1,10 en 2,05 W/m<sup>2</sup>K. De na-geïsoleerde spouwmuren haalden waarden tussen 0,36 en 0,84 W/m<sup>2</sup>K, met 75% van de meetwaarden kleiner dan 0,60 W/m<sup>2</sup>K, zie figuur 1. Op één uitzondering na waren de gemeten warmteverliezen over de wanden na het navullen van de spouw afgenomen tot 30 à 50% van de verliezen vóór de isolatie-ingreep. Dit was in overeenstemming met de berekeningen uitgaande van de materiaalmetingen in labo. De gemeten toename van de totale warmteweerstand van de spouwmuur ten gevolge van na-isolatie bedroeg 0,68 à 1,82 m<sup>2</sup>K/W.

Het project toonde aan dat de thermische prestaties van nagevulde spouwmuren over het algemeen aan de verwachtingen voldoen, en dat de prestaties na verloop van jaren gelijk blijven. Door het na-isoleren van de spouwmuur kan de warmtedoorgangcoëfficiënt met een factor 2 à 3 afnemen, afhankelijk van de opbouw van de oor-

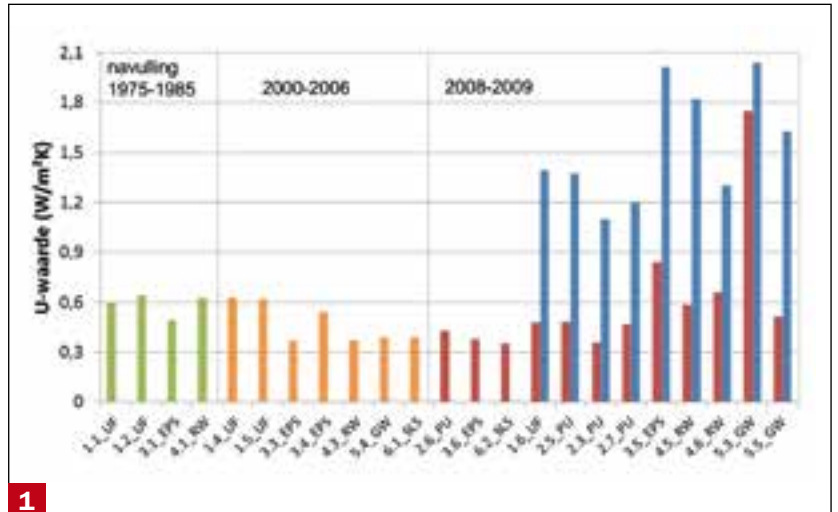
spronkelijke muur en de gerealiseerde warmteweerstand van de na-isolatie. Er werden geen significante verschillen vastgesteld tussen de thermische prestaties van spouwmuren in functie van het toegepaste isolatiemateriaal. De U-waarde na isolatie bleek sterk te correleren met de oorspronkelijke U-waarde van de muur in ongeïsoleerde toestand, wat aangeeft dat de verschillen in thermische eigenschappen van isolatie en verschillen in spouwbreedte bij deze projecten beperkt zijn (figuur 2).

**ENERGIEBESPARINGSPOTENTIËL VAN NAVULLING IN PERSPECTIEF**

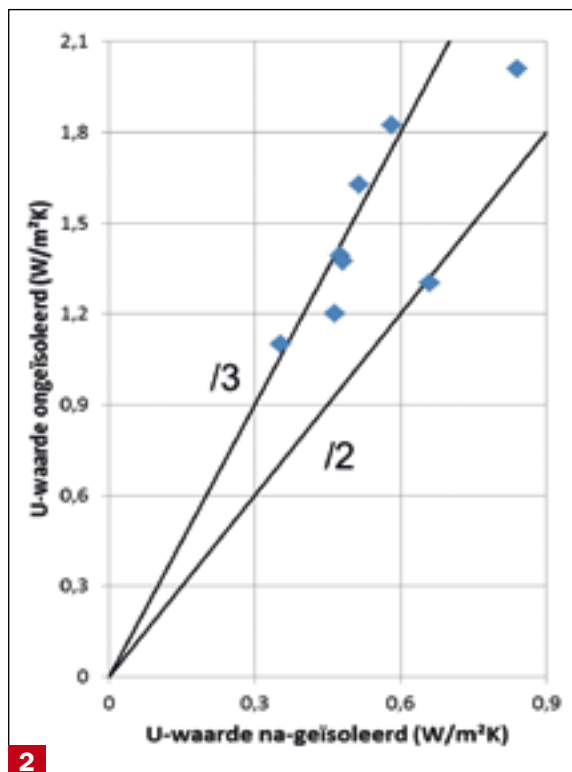
Bij een aantal van de doorgemeten case-studies waren voldoende gegevens beschikbaar voor verdere analyse van het energiegebruik. Gegevens van brandstofleveringen en energiefacturen lieten toe het reële energiegebruik en de reële besparingen van spouwmuurisolatie af te leiden, genormaliseerd op basis van de graaddagenmethode. Deze gegevens werden vergeleken met de theoretische resultaten uit EPB- en EPC-berekeningen. De berekeningen steunden op de U-waarden en de luchtdichtheid uit de in-situ-metingen. Opvallend waren de grote verschillen tussen theoretische en werkelijke verbruiken (figuur 3). In het algemeen bleken de werkelijke energiegebruiken aanzienlijk lager dan de theoretische voorspellingen, zowel in de oorspronkelijke situatie als na het aanbrengen van de spouwisolatie. Hierdoor vielen ook de gerealiseerde energiebesparingen lager uit dan geraamd. Deze afwijkingen verschilden enigszins van woning tot woning en waren voor een groot deel te verklaren door het typische verwarmingsgedrag in woningen: veelal worden enkel de leefruimtes systematisch verwarmd. De binnenklimaatmetingen en enquêtes bevestigden dit. Figuur 3 toont het voorbeeld van een vrijstaande woning gebouwd in 1994 met houten ramen met dubbel glas en 12 cm dakisolatie. De oorspronkelijk ongeïsoleerde spouwmuur werd in 2008 nageïsoleerd waardoor de U-waarde van de muur afnam van 1,4 tot 0,5 W/m<sup>2</sup>K (200 m<sup>2</sup> spouwmuur op 500 m<sup>2</sup> verliesoppervlak). Uit de analyse van de gasrekeningen voor en na de ingreep bleek dat het genormaliseerd verbruik voor ruimteverwarming en sanitair warm water met 17% was afgenomen.

De invloed van het verwarmingsgedrag kan in energieaudits vereenvoudigd benaderd worden door een EPB-berekening uit te voeren waarbij de nachtzone als onverwarmde ruimte wordt beschouwd. In de lijn van de werkelijke verbruiken, liggen ook de geraamde verbruiken een factor 1,5 à 2,5 lager in vergelijking met een berekening die veronderstelt dat de volledige woning verwarmd wordt. Het is duidelijk dat bij deze meer realistische randvoorwaarden de kosten-effectiviteit van energiebesparende investeringen minder gunstig is dan wat doorgaans wordt voorgespiegeld door bedrijven en overheid.

Om de impact van na-isolatie van spouwmuren te situeren ten opzichte van andere maatregelen gebeurde een berekening van de levenscycluskosten voor drie woningtypologieën, rekening houdend met variaties in verwarmingsgedrag [5]. De studie toonde aan dat na-isolatie de meest kosten-effectieve isolatietechniek is bij ongeïsoleerde vrijstaande woningen vóór de vervanging van enkel



**1** Gemeten U-waarden nagevulde spouwmuren met groen: isolatie meer dan 20 jaar voor de meting aangebracht; oranje: isolatie tot 8 jaar voor de meting aangebracht; blauw en rood: isolatie aangebracht tijdens project (blauw: ongeïsoleerd, rood: nagevuld)

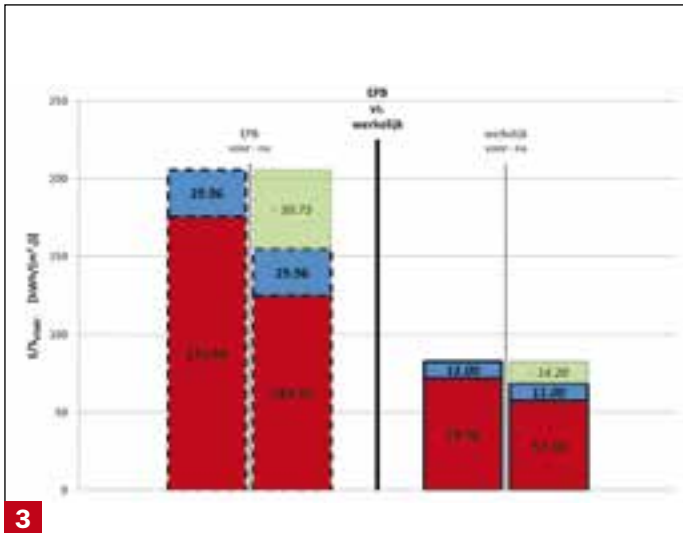


**2** Relatie tussen gemeten U-waarde van de spouwmuren voor en na isolatie

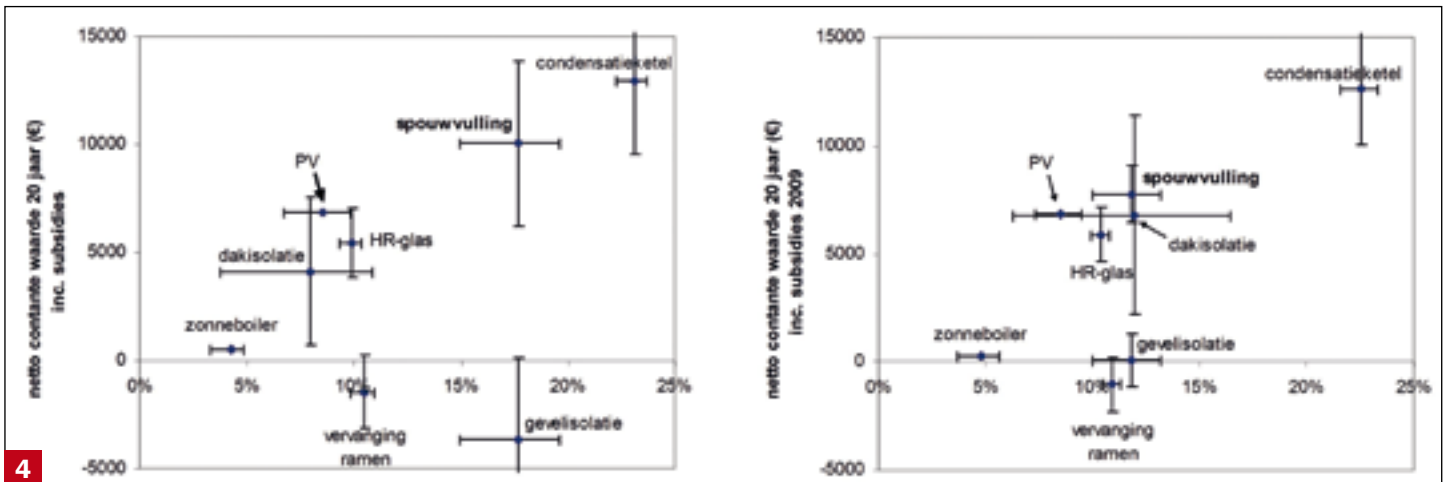
glas door verbeterd dubbel glas en het installeren van 16 cm isolatie in het dak. Bij halfvrijstaande woningen en rijwoningen bleken de drie isolatietechnieken economisch gelijkwaardig (Figuur 4).

**GESCHIKTHEID VAN SPOUWMUREN VOOR NAVULLING**

De beoordeling van de geschiktheid van een spouwmuur voor na-isolatie is van belang om de prestatie van de spouwmuur met betrekking tot regenwering, vochtthuishouding en duurzaamheid te garanderen. De sectororganisaties VENIN (NL), MEDLEM AF (DK) en CIGA (GB) hebben richtlijnen ontwikkeld die bij de beoordeling van een project door het isolatiebedrijf moeten worden gehanteerd [1]. De basisvoorwaarden die aan bestaande spouwmuren uit metselwerk worden gesteld opdat deze zonder



3 Energiegebruik en besparing vóór en na het navullen van de spouwmuur bij een vrijstaande woning: vergelijking EPB-berekening (links) met metingen eindenergiegebruik (rechts) (kWh/m<sup>2</sup>/jaar, rood: ruimteverwarming, blauw: sanitair warm water)



4 Netto-contante waarde van energiebesparende maatregel bij initieel ongeïsoleerde woning met standaard ketel (prijzen en subsidies dd. 2009, termijn 20 jaar): vrijstaande (links) en halfvrijstaande (rechts) woning

bouwfysische bezwaren met isolatiemateriaal kunnen gevuld worden, zijn de volgende:

- de spouw moet voldoende breed zijn, > 3 cm (NL) à 5 cm (GB, VL), zo niet verhoogt de kans op regen doorslag;
- een gevel met doorlopende spouw mag niet hoger zijn dan 12 m, om de blootstelling aan slagregen en hygrothermische spanningen te beperken;
- de gevel en muur mogen geen tekenen vertonen van degradatie door vorst, vocht of scheuren.

De prestaties van nagevulde spouwmuren met betrekking tot vocht werden verder bestudeerd aan de hand van materiaalmetingen en binnenklimaatmetingen in de case-studies. Uit wateropnameproeven bleek dat er geen gevaar bestaat voor regendoorslag ten gevolge van capillariteit van het isolatiemateriaal. De gemeten wateropname van de geteste isolatiematerialen was kleiner dan de toelaatbare opname van een regenwerende buitenpleister [6].

Bij metingen op de case-studies bleek dat de oppervlakte-temperaturen aan de binnenkant van na-geïsoleerde spouwmuren hoger waren dan bij ongeïsoleerde muren. Dit gold niet alleen in het vlak van de wand, maar ook ter plaatse van koudebruggen, weliswaar in beperktere mate.

Dit betekent dat een nagevulde spouwmuur minder gevoelig wordt voor oppervlaktecondensatie en schimmelgroei dan een ongeïsoleerde muur, bij onveranderd binnenklimaat. Uit luchtdichtheidsmetingen op de recent uitgevoerde projecten bleek wel dat de woningen 5 à 20% luchtdichter werden ten gevolge van navulling van de spouwmuur. Bij energetische renovatie is het dan ook steeds belangrijk een ventilatiesysteem te voorzien indien door verschillende isolatie-ingrepen de woning te luchtdicht wordt om een goed binnenklimaat te handhaven.

#### KWALITEITSBEWAKINGSKADER

Globaal toonden de verschillende elementen van het onderzoeksproject het grote besparingspotentieel aan van na-isolatie van spouwmuren bij een grootschalige energierenovatie van woningen. Dit volgt uit:

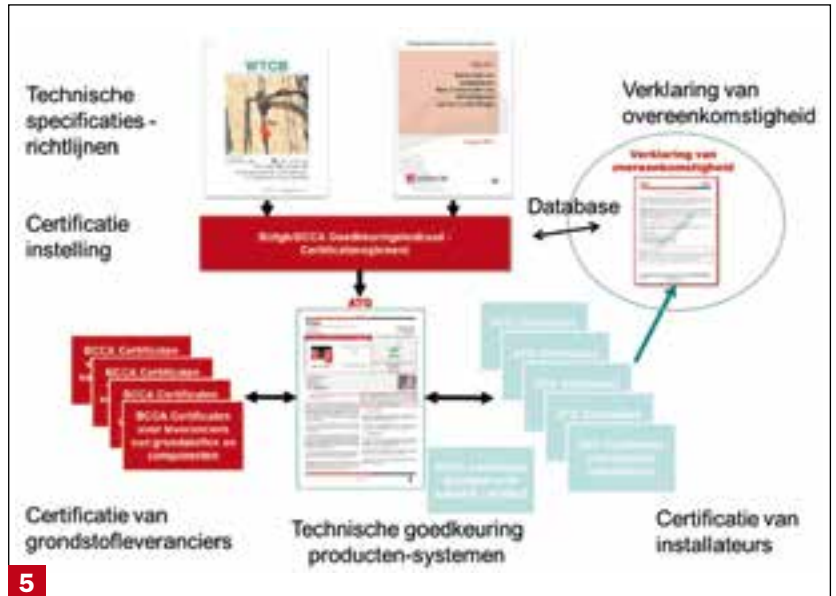
- de grote achterstand van de isolatie van buitenmuren van Vlaamse woningen in vergelijking met dakisolatie en isolerende beglazing;
- de snelheid van uitvoering en beperkte kosten van navulling van spouwmuren in vergelijking met andere muurisolatietechnieken;
- de betrouwbare thermische prestaties en gunstige kosteneffectiviteit van nagevulde spouwmuren zoals vastgesteld bij de onderzochte case-studies.

De resultaten van het project gaven de Vlaamse bouwsector voldoende vertrouwen om de techniek op grotere schaal te implementeren. Om het vertrouwen in de techniek te bevestigen en te bewaken werd hiervoor een kwaliteitsbewakingskader uitgewerkt. Twee documenten vormen de basis voor dit kader:

- De eengemaakte technische specificaties STS 71-1 'Na-isolatie van spouwmuren door in-situ vullen van de luchtsouw met een nominale breedte van ten minste 50 mm' [7]; dit document beschrijft de geschiktheidsvoorwaarden, de productvoorschriften en de uitvoeringseisen voor toepassing van na-isolatie. De STS bevat eveneens een informatieve bijlage met de voorschriften voor de organisatie van een collectief kwaliteitsborgingsysteem. Het toepassingsgebied van de STS is beperkt tot spouwmuren met een spouwbreedte van minimaal 50 mm. Bij smallere spouwen leidt navulling tot een minder doelmatige energiewinst en is er onvoldoende technische kennis voor een betrouwbare uitvoering.
- De technische voorlichting 246 van het WTCB 'Na-isolatie van spouwmuren door het opvullen van de luchtsouw' [8]; dit document fungeert als een leidraad voor de goede uitvoering van na-isolatie en is bestemd voor de uitvoerende bedrijven ('installateurs').

De organisaties die op Belgisch niveau instaan voor de technische goedkeuring (de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw, BUtgb) en certificatie (de Belgian Construction Certification Association, BCCA) werden samengebracht in een gemeenschappelijke werkgroep [9]. Naast de vertegenwoordigers van beide organisaties werden tijdens de gemeenschappelijke werkgroepen vertegenwoordigers uitgenodigd van leveranciers van grondstoffen van na-isolatieproducten, bedrijven die na-isolatie commercialiseren en uitvoerders van na-isolatie. Om ervoor te zorgen dat de vooropgestelde aanpak alle potentieel zwakke kwaliteitsschakels behandelt, werd een opzet beschreven waarbij alle actoren betrokken worden, zodat een volledige kwaliteitsketting ontstaat (Figuur 5). De BUtgb en de BCCA stellen drie eisen:

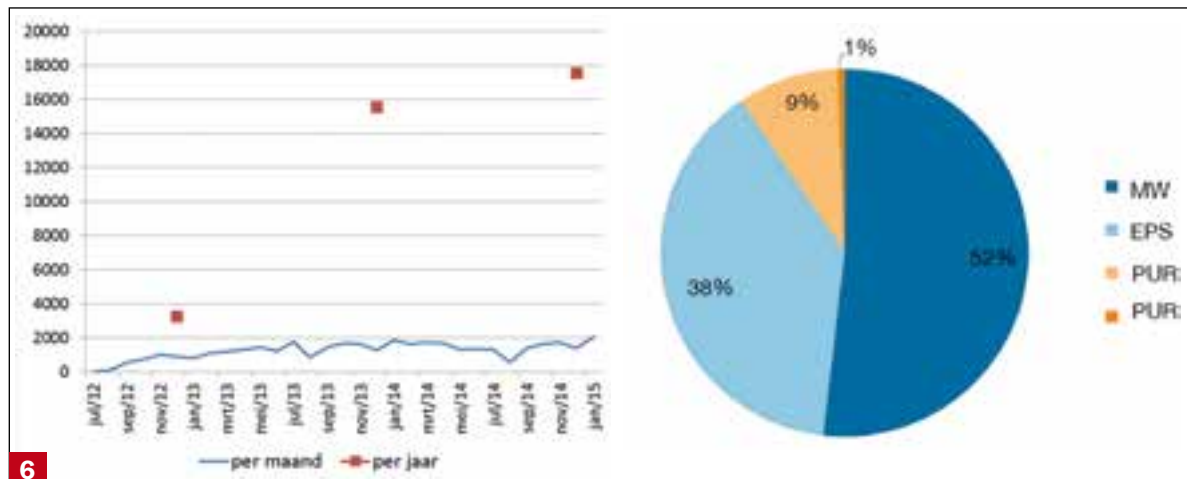
- de producten en systemen moeten gebruiksgeschikt zijn;



Implementatie Belgisch kwaliteitsbewakingskader voor na-isolatie van spouwmuren

- de aannemers moeten een theoretische opleiding volgen;
- de aannemers moeten de werken op de bouwplaats uitvoeren volgens de regels van de kunst.

De BUtgb publiceert de goedkeuringsteksten (ATG) die de gebruiksgeschiktheid van na-isolatieproducten en -systemen aantonen. De leveranciers van deze producten worden daarenboven onderworpen aan regelmatige controles van de BCCA. Gezien de potentiële invloed van de uitvoering op de kwaliteit van de werken werd veel aandacht besteed aan de opleiding, beoordeling en opvolging van de installateurs. De door BCCA gecertificeerde installateurs moeten per project een verslag van voorafgaande inspectie en van de uitgevoerde werken overmaken aan de certificatie-instelling via een web-gebaseerd systeem. Na goedkeuring door de certificatie-instelling kan de vakman een 'verklaring van overeenkomstigheid' uitreiken aan de opdrachtgever dat de werken conform de eisen van de STS 71.1 werden uitgevoerd. De regelmatige controles van leveranciers en aannemers door BCCA vormen op zich geen garantie voor de opdrachtgever, maar verhogen niettemin de betrouwbaarheid van de producten en



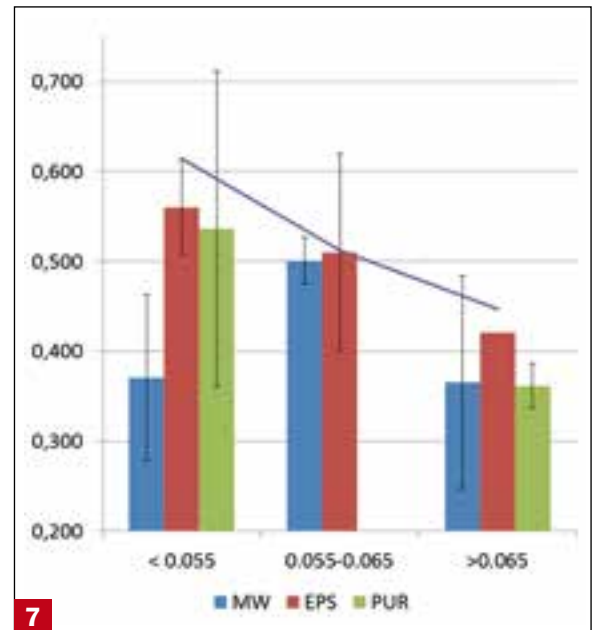
Resultaten van kwaliteitsbewakingskader: uitgereikte verklaringen van overeenkomstigheid in Vlaams Gewest (links) en verdeling van uitgereikte verklaringen over de materiaalgroepen van isolatieproducten

werken die aan bepaalde eisen moeten voldoen. Op deze manier kan de opdrachtgever de techniek met vertrouwen voorschrijven en weten de overheden dat de subsidies goed besteed worden.

### RESULTATEN VAN HET KWALITEITSBEWAKINGSKADER

Sinds de implementatie van het kwaliteitsbewakingskader en de beschikbaarheid van subsidies van de Vlaamse overheid voor na-isolatie van spouwmuren in 2012, is het aantal uitvoeringen systematisch toegenomen (figuur 6). In 2014 werden in totaal 17500 verklaringen van overeenkomstigheid uitgereikt, met gemiddeld 1500 verklaringen per maand [10]. Binnen het systeem zijn een twintigtal ATG's gepubliceerd, waarin ruim 100 gecertificeerde installateurs opereren, verdeeld over drie productgroepen: minerale wol (MW), geëxpandeerd polystyreen (EPS) en polyurethaan (PUR). Ongeveer de helft van de uitvoeringen maakt gebruik van minerale wol, een kleine 40% van EPS, en 10% van PUR (figuur 6).

Om de resultaten van het kwaliteitsbewakingskader te evalueren organiseerde UGent in 2014 een nieuwe meetcampagne in samenspraak met BCCA, in het kader van het Europees onderzoeksproject Qualicheck (qualicheck-platform.eu). Hierbij werden metingen in situ uitgevoerd bij 26 woningen gebouwd tussen 1928 en 1995, waarvan de spouwmuren in 2012 of 2013 werden nageïsoleerd onder het kwaliteitsbewakingskader. De gebruikte isolatieproducten bij deze casestudies zijn glaswol (9), EPS-korrels (8), PUR-schuim (9). Bij elke materiaalgroep waren er 5 cases die tijdens uitvoering in situ werden gecontroleerd door het BCCA op niet-conformiteiten, de overige cases kregen geen werfcontroles, zoals bij de meerderheid van uitvoeringen doorgaans het geval is. Bij 2 van de gecontroleerde cases per groep werd de verklaring van overeenkomstigheid niet afgeleverd omdat er inbreuken werden vastgesteld. Deze inbreuken hadden hoofdzakelijk betrekking op procedurele aspecten (vb. onvoldoende testen of registreren van afstelling apparatuur of productkwaliteit). Deze cijfers zijn niet representatief voor het aantal vastgestelde niet-conformiteiten in de markt, maar de cases werden opgenomen in de meetcampagne om te kunnen onderzoeken of het al dan niet uitvoeren van werfcontroles, en het al dan niet vaststellen van inbreuken een invloed heeft op de gemeten prestaties van nageïsoleerde spouwmuren. Tijdens de meetcampagne werden U-waarde-metingen uitgevoerd overeenkomstig ISO 9869, en inspecties op basis van thermografie. De gemeten U-waardes vertoonden een grotere variatie dan de theoretische U-waardes, berekend op basis van de in de verklaringen gerapporteerde spouwbreedtes en producteigenschappen (figuur 7). Vermoedelijk is de onzekerheid op de metselwerkeigenschappen hiervan de oorzaak. Er werden geen systematische verschillen in prestaties vastgesteld tussen de materiaalgroepen en de controlegroepen onderling. Aangezien de vastgestelde prestaties niet lijken af te hangen van het al dan niet plaatsvinden van werfcontroles, is dit een indicatie dat de volledige kwaliteitsketting zoals geïmplementeerd in België tot betrouwbare resultaten leidt. ■



U-waardes ( $W/m^2K$ ) in functie van spouwbreedte (m) voor nageïsoleerde spouwmuren onder het kwaliteitskader: gemeten U-waardes per productfamilie (balken) versus theoretische U-waarde (lijn)

### BRONNEN

- [1] Cavity Insulation Guarantee Agency (CIGA), 2002, Technician's guide to best practice: installing cavity wall insulation
- [2] Janssens, A., 2010, Na-Isolatie van Bestaande Spouwmuren: analyse van kwaliteit en geschiktheid van materialen en uitvoeringstechnieken, samenvattend eindverslag IWT TETRA-project 70127, 10 p.
- [3] ISO 9869:1994(E) Thermal insulation – Building elements – In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance
- [4] Delghust, M., Janssens, A., en Rummens, J., 2010, Retrofit cavity wall insulation: performance analysis from in-situ measurements, CESBP 2010, Proceedings of the 1st Central European Symposium on Building Physics (Gawin, D., Kisilewicz, T., ed.), Cracow-Lodz, Poland, ISBN 978-83-7283-367-9, 297-304
- [5] Rummens, J., 2009, De energetische renovatie van het woningpark: economische analyse, masterproef UGent, master bedrijfseconomie 2008-2009, promotor prof. T. Verbeke
- [6] Janssens, A., Moers, H., Van Den Bossche, N., 2012, "Water Penetration Testing of Cavity Wall Insulation Fills", Proceedings of the 5th International Building Physics Conference, Kyoto, Japan, 433-439
- [7] STS 71-1 Na-isolatie van spouwmuren door in-situ vullen van de luchtspouw met een nominale breedte van ten minste 50 mm, 2012, Federale overheidsdienst economie, Algemene directie kwaliteit en veiligheid
- [8] Technische voorlichting 246, Na-isolatie van spouwmuren door het opvullen van de luchtspouw, 2012, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf
- [9] Janssens, A., Wijnants, J., en Winnepenninckx, E., 2012b, Na-isolatie van spouwmuren door opvulling van de luchtspouw, WTCB-Contact 2012/2
- [10] Website <http://www.ikisoleermijnspouw.be/> geraadpleegd mei 2015