



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2015/1

Speciale uitgave

Het bouwdetail: een ware eisenbundel

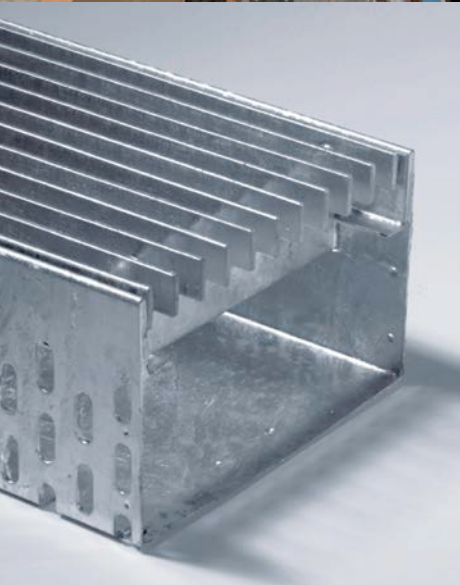


**Energetische
aspecten**
p7

Toegankelijkheid
p14

**Akoestische
isolatie**
p18

Brandveiligheid
p25



Bron: ULg

Inhoud

2015/1

Het bouwdetail: een ware eisenbundel 3

Energetische aspecten van bouwknopen 7

Op weg naar een betere toegankelijkheid 14

De invloed van bouwdetails op de akoestische isolatie van gebouwen 18

Brandveiligheid van details en aansluitingen in gebouwen 25

Het economische aspect van koudebruggen ... 31

WTCB-projecten 35





Daar waar er tot voor kort enkel van onze gebouwen geëist werd dat ze stabiel en waterdicht moesten zijn, stellen we tegenwoordig vast dat ze moeten voldoen aan een hele reeks eisen die niet altijd even gemakkelijk onderling verenigbaar zijn. Dit geldt met name wanneer men de continuïteit van deze prestaties ter hoogte van de bouwdetails – d.w.z. aan de aansluiting tussen de verschillende elementen – dient te waarborgen.

Het bouwdetail: een ware eisenbundel

1 Nieuwe uitdagingen, nieuwe eisen

Tot voor kort bleven de prestatie-eisen die opgelegd werden aan gebouwen beperkt tot eisen inzake de stabiliteit en waterdichtheid, die voor een periode van minstens 10 jaar gewaarborgd moesten zijn.

De laatste jaren hebben er een aantal nieuwe prestatiecriteria hun intrede gedaan in de reglementeringen en de bestekken. Dit was nodig om een antwoord te kunnen bieden op de talrijke huidige milieugerelateerde, economische en maatschappelijke uitdagingen. Het is immers noodzakelijk om:

- de ecologische impact van het bouw-, bewonings-, renovatie- en sloopproces te verminderen
- te komen tot een dichtere bouwwijze teneinde te beantwoorden aan de demografische groei en dit, zonder afbreuk te doen aan het wooncomfort
- de gebouwen niet alleen toegankelijker te maken voor personen met beperkte mobiliteit, maar tegelijkertijd ook inbraakveiliger
- de gebouwen gedurende hun volledige levenscyclus te kunnen aanpassen aan de evolutie van de functionaliteiten
- te voldoen aan de gewenste kwaliteits-eisen, met inbegrip van de eisen in verband met het uitzicht
- de toegang tot de woningen te vergemakkelijken door de beschikbare oplossingen vanuit een technisch oogpunt te optima-

liseren zonder dat de kosten hiervoor de pan uitrijzen.

Deze prestaties hebben niet alleen betrekking op het afgewerkte gebouw, maar eveneens op het bouw- of sloopproces en het gebruik en onderhoud ervan. Ze kunnen zowel voortvloeien uit de zeven fundamentele voorschriften uit de Europese Bouwproductenverordening (BPV), uit de wensen van de ontwerper als uit de technisch-economische overwegingen van het bouwbedrijf dat instaat voor de uitvoering van de werken.

De geformuleerde eisen hebben veelal te maken met:

- de milieu-impact van het gebouw en de elementen waaruit het opgebouwd is
- de globale energieprestatie, met inbegrip van de thermische isolatie en de luchtdichtheid
- de veiligheid van het gebouw en de gebruikers: brandveiligheid – brandweerstand (draagvermogen), vlamdichtheid en thermische isolatie (de zogenoemde REI-criteria) –, inbraakveiligheid
- het gebruikerscomfort (op visueel, thermisch en akoestisch vlak). De desbetreffende

verwachtingen zijn onder meer afhankelijk van de uitgeoefende activiteit, de omgeving en/of de gevoeligheid van de bewoners

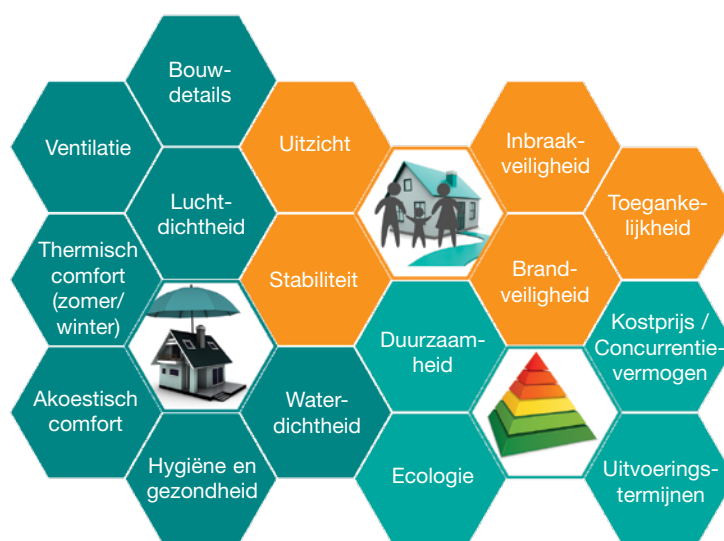
- de hygiëne en gezondheid van de gebruikers. Dit kan een weerslag hebben op de gekozen materialen en het beheer van de lucht- en/of waterkwaliteit
- de toegankelijkheid voor personen met beperkte mobiliteit
- het uitzicht en de fabricage- en/of uitvoeringstoleranties
- de uitvoeringssnelheid en het uitvoeringsgemak
- de kostprijs voor de constructie, het gebruik en de sloop.

2 Hoe kan men de nieuwe eisen compatibel maken?

Indien men ze los van elkaar beschouwt, kan een groot deel van deze eisen gerespecteerd worden door gebruik te maken van een geschikte uitvoering en/of een goede materiaalkeuze. Om te komen tot een beter isolatiepeil ter hoogte van het dak, 'volstaat' het bijvoorbeeld om de isolatiedikte te verhogen en/of om te opteren voor een isolatiemate-



1 | Tot voor kort moesten gebouwen slechts voldoen aan een beperkt aantal prestatie-eisen.



2 | Tegenwoordig is het aantal eisen dat opgelegd wordt aan onze gebouwen haast niet meer te overzien.



riaal met een lagere warmtegeleidbaarheid. Maar indien men de zolder tegelijkertijd ook wil omvormen tot een woonruimte, wordt de situatie een stuk complexer. Dit geldt met name wanneer de gebruiker grote glaspartijen wil installeren om maximaal te kunnen genieten van het uitzicht en het daglicht, of nog, wanneer de woning gelegen is in een zeer lawaai-erige omgeving (bv. in de buurt van een luchthaven). Er moeten dus oplossingen gevonden worden om het gebruikerscomfort te handhaven, hetzij door het risico op oververhitting in de zomer te vermijden of door de geluidshinder van buitenaf te beperken.

Of deze ‘nieuwe’ criteria echt nieuw zijn, is echter maar de vraag. Een aantal ervan vormen immers al geruime tijd de grondslag voor het behalen van bepaalde basisprestaties. Eén van de beste voorbeelden hiervoor is misschien wel de luchtdichtheid. Dit thema wordt binnen het WTCB al sinds jaar en dag zeer hoog in het vaandel gedragen.

Zo spreekt het voor zich dat men voor een spouwmuur of het buitenschrijnwerk onmogelijk tot een goede waterdichtheid kan komen indien het beschouwde element niet luchtdicht is.

Dit geldt evenzeer voor de dakopbouw. Ook hier is de luchtdichtheid essentieel om het risico op lekken (convectie) – die aan de basis kunnen liggen van ernstige inwendige condensatieproblemen – te beperken.

Ten slotte is de luchtdichtheid van een element of wand eveneens een noodzakelijke voorwaarde om het gebruikerscomfort te kunnen waarborgen. Bij een luchtdichte constructie zijn er immers geen koude luchtstromingen die de bewoners kunnen storen en zorgt de afwezigheid van luchtlekken tevens voor een betere luchtgeluidsisolatie.

3 Belang van de details op het niveau van het gebouw

Soms kan het moeilijk zijn om alle eisen met elkaar te verzoenen, temeer omdat het opgelegde eiseniveau voor elk ervan in stijgende lijn gaat. Deze moeilijkheid wordt nog groter als men weet dat de eisen niet louter van toepassing zijn op het bouwelement (bv. een wand, een schrijnwerkelement, een dak), maar eveneens op het gebouw in zijn geheel. De aandacht moet dus toegespitst worden op de aansluiting tussen voornoemde elementen, meer bepaald op de plaatsen waar de conti-



Normen-Antenne ‘Smart Connect’: bouwdetails

Deze WTCB-Contact is één van de eerste verwezenlijkingen van de nieuwe Normen-Antenne ‘Smart Connect’, met de steun van de FOD Economie. Deze Normen-Antenne heeft zich onder meer tot doel gesteld om een specifieke webruimte te creëren met als oogmerk om de professioneel te helpen bij de goede integratie van de criteria uit de normen en reglementeringen in zijn bouwdetails.

Op termijn zou deze webruimte een databank kunnen herbergen met referentienormen en een selectie van goedgekeurde en becommentarieerde typedetails waarop de prestaties (brand, toegankelijkheid, thermische isolatie ...) aangegeven zijn volgens de van kracht zijnde normen en regelgevingen en volgens de kwalitatieve beoordeling die uit de doeken gedaan wordt in dit artikel.

nuïteit van de prestaties gewaarborgd moet blijven, waar verschillende materialen en bouwsystemen die niet altijd compatibel zijn met elkaar in contact komen en waar verschillende bouwberoepen hetzij achtereenvolgens, hetzij quasi tegelijkertijd moeten ingrijpen.

De manier waarop men de continuïteit van de prestaties ter hoogte van deze details en aansluitingen dient te waarborgen, moet onderzocht worden vanaf de ontwerpfase. Het voor elk van deze criteria gewenste eiseniveau moet dan ook vastgelegd worden door de ontwerper. Omwille van technische en/of economische redenen is het soms immers onmogelijk om voor alle criteria het onderste uit de kan te halen. Dit is bovendien niet altijd opportuun, aangezien de bouwkosten hierdoor heel hoog zouden kunnen worden.

Het gaat hier dus om een taak die gewoonlijk weggelegd is voor de architect, maar waarover alle betrokken bouwberoepen vanaf het begin van de werken inspraak zouden moeten krijgen.

Op de bouwplaats staat de hoofdaannemer in voor de coördinatie van de werkzaamheden van de verschillende onderaannemers, zodat deze continuïteit ook bij de uitvoering verzekerd wordt.

De bouwprofessionelen hebben met andere woorden een groeiende nood aan referentiedetails waarbij rekening gehouden wordt met de verschillende prestatieniveaus en die de ontwerper en de aannemer kunnen helpen bij het ontwerp en de uitvoering van hun taken. Hoewel de detaillering vaak uniek is voor elk gebouw, kunnen in deze standaarddetails toch reeds een aantal principes en denkpistes aangereikt worden om de voorgeschreven eisen correct op elkaar te kunnen afstemmen. Omdat dit in de lijn ligt van zijn basisopdrachten, legt het WTCB zich dan ook al geruime tijd toe op de publicatie van dergelijke ontwerp- en uitvoeringsdetails. Denken we hierbij maar even aan de [TV 244](#) ‘Aansluitingsdetails bij platte daken’ en de [TV 250](#) ‘Referentiedetails voor ingegraven constructies’.

Bouwdetail of bouwknoop

Het begrip ‘bouwdetail’ mag niet verward worden met de term ‘bouwknoop’ uit de EPB-regelgeving (zie definitie op p. 8). Een bouwdetail duidt op elke verbinding of aansluiting tussen de elementen of onderdelen van een gebouw (bv. aansluiting muur-dak, muur-schrijnwerk), maar ook op elke lineaire of puntvormige onderbreking in een wand (bv. de doorboring van een wand voor de doorvoering van leidingen, het inwerken van elementen zoals stopcontacten of spots in een wand, de doorboring van een dak door het schoorsteenkanaal ...).

Goed om weten: een bouwknoop is altijd een bouwdetail. Het omgekeerde is niet noodzakelijk waar!



4 Van 2D naar 3D+ of nD

Aannemers, architecten, studiebureaus en fabrikanten communiceren veelal op basis van planzichten en doorsneden. Op juridisch vlak zijn de plans bovendien belangrijker dan het geschreven woord en de inhoud van het bijzondere bestek (art. 24 van het algemene bestek voor overheidsopdrachten).

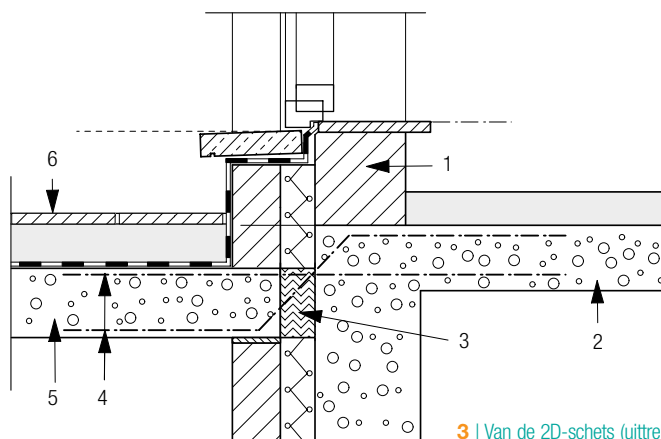
Sinds een aantal jaren en dankzij de ontwikkelingen op het vlak van de informatica kunnen de schetsen of 2D-details vervangen of aangevuld worden door 3D-details. Dit komt het begrip van complexe bouwdetails waarin verschillende moeilijkheden samenkomen sterk ten goede. Indien het behandelde onderwerp dit rechtvaardigt, maakt het WTCB in zijn publicaties dan ook veelvuldig gebruik van dergelijke 3D-tekeningen. Denken we hierbij maar even aan de correcte positionering van het spouwmembran in de spouwmuur (zie afbeeldingen 3 en 4).

Om het hoofd te kunnen bieden aan de groeiende complexiteit die voortvloeit uit de verstrenging en vermenigvuldiging van de eisen, wordt de traditionele tweedimensionale manier van werken (papieren plannen, aangevuld met de informatie uit het bestek) steeds vaker vervangen door de toepassing van bouwmodellen, waarbij de driedimensionale weergave van het gebouw rechtstreeks gelinkt wordt aan de informatie die men anders dient op te zoeken in het bestek.

In deze digitale bouwmodellen hebben de lijnen en de punten van de gewone tekeningen plaatsgemaakt voor 'slimme objecten'. Zo bestaat een muur niet langer uit een verzameling lijnen, maar vormt deze een alleenstaand object dat bovendien aangevuld wordt met extra informatie, bv. over de gebruikte grondstoffen of de functie die het dient te vervullen. Het resultaat van een dergelijke doorgedreven gegevensdigitalisatie wordt een *Building Information Model* of BIM genoemd. Een BIM kan dus beschouwd worden als een 3D+-model, vermits het de 3D-weergave combineert met extra informatie over de objecten. Het eindigt bovendien niet bij 3D, aangezien men dit model ook kan koppelen aan een planning (4D), een kostprijsberekening (5D) en zelfs een milieuanalyse (6D).

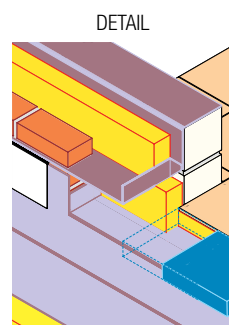
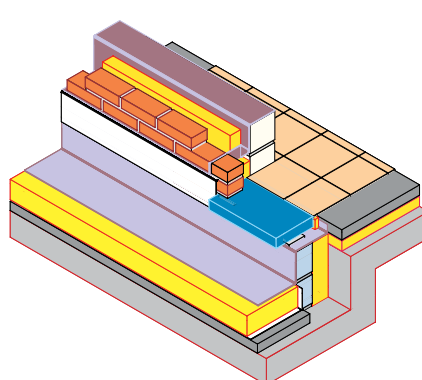
5 2015: aanzet tot een classificatie

Het is precies deze 3D+- of nD-benadering die het WTCB verder wil uitbouwen. Een dergelijke



1. Isolierend bouwblok
2. Draagvloer binnen
3. Warmte-isolatie van het snedeanker
4. Snedeankers
5. Draagvloer van het balkon
6. Hechtende betegeling op een gewapende dekvloer

3 | Van de 2D-schets (uittreksel uit de TV 196 'Balkons' uit 1995) ...



- | |
|---|
| Slab |
| Warmte-isolatie |
| Buitendorpel |
| Binnenvloerafwerking |
| Spouwmembran |
| Inwerken van de dorpel in het gevelmetselwerk |

4 | ... tot het 3D-detail (uittreksel uit Infofiche nr. 20 'Spouwdrainering ter hoogte van een dorpel' uit 2007).

3D+-benadering, zoals reeds gebruikt werd in de TV's 244 en 250, zou in de toekomst bijvoorbeeld aangevuld kunnen worden door nieuwe functionaliteiten met als oogmerk om het importeren van typedetails in tekenprogramma's te vergemakkelijken. Ze zou eveneens beter gestructureerd moeten worden om het online zetten van een databank, waarvoor deze thematische WTCB-Contact overigens de hoeksteen vormt, mogelijk te maken. De hierna volgende artikels zijn toegespitst op één of meerdere eisen die regelmatig opgelegd worden en van groot belang zijn bij de behandeling van de details. Aan de hand van een aantal voorbeelden wordt hierin dieper ingegaan op de aandachtspunten en op de manier waarop deze volgens de regelgeving of de van kracht zijnde normen behandeld moeten worden en dit, rekening houdend met de praktijksituatie (bv. nieuwbouw of renovatie), de belangrijkste ontwerp- en uitvoeringsaspecten en de eventuele reken- en controletools.

Verder willen we de aandacht vestigen op twee nieuwigheden: de eerste betreft de kwalitatieve beoordeling van de details en de tweede de economische beoordeling ervan.

In alle artikels uit deze uitgave hebben we

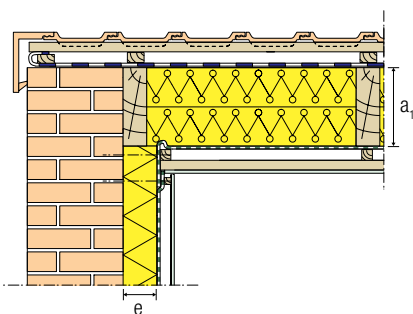
getracht om de details in klassen in te delen volgens hun prestatieniveau ten opzichte van het beschouwde criterium. De best presterende details worden aangeduid met de symbolen 4+ en 5+, de slechtst presterende met het symbool 0+. Wanneer een criterium niet classificeerbaar is of niet geëvalueerd wordt, wordt het symbool '-' gebruikt. Het feit dat een detail een slechtere beoordeling krijgt, betekent niet noodzakelijk dat het om een niet aan te bevelen oplossing gaat. Soms gaat het om varianten die enkel in een welbepaalde situatie de beste optie vormen, zodanig dat het toepassingsgebied ervan beperkt is. Zo is het bij de aansluiting tussen een dak met een puntgevel niet mogelijk om een isolatie langs buiten aan te brengen, waardoor de optie 5+ – die erin bestaat om de muur langs binnen te isoleren – vanuit een thermisch oogpunt de beste oplossing wordt (zie afbeelding 5 en tabel A op p. 6).

Dit geldt evenzeer voor een basisprestatie zoals de waterdichtheid. Een bouwdetail dat voor bepaalde opbouwen (bv. een weinig blootgestelde of tegen de regen beschermde wand) een perfecte oplossing vormt, kan in bepaalde andere situaties absoluut ontoereikend zijn.

Wanneer de opgelegde eisen ervoor zorgen

A | Kwalitatieve beoordeling van het detail uit afbeelding 5 (uittreksel uit tabel C op pagina 11).

Geval	Beschrijving van de variant – Type dragend metselwerk	Karakteristieken a_1, a_2, b, c, d, e in cm U in $W/m^2.K$	‘EPB-aanvaard’ volgens de basisregels	‘EPB-aanvaard’ $\psi \leq \psi_{grens}$ [W/m.K]	$f_{0,25}$ [–]	Warmteverlies van de knoop [%]	Classificatie van de knoop
R3	Renovatie – dakisolatie tussen de kepers + massieve langs binnen geïsoleerde muur	$a_1 = 23 - e = 10$ $U_{muur} = 0,28 - U_{dak} = 0,20$	✓	✓ $\psi = -0,09$	✓ 0,79	100 %	3★



5 | Behandeling van de aansluiting tussen een dak met een puntgevel in een renovatiecontext.

dat de complexiteit van de details toeneemt, gaan in de regel ook de uitvoeringskosten de hoogte in. Het aantal eisen en de gevraagde prestatieniveaus moeten dus binnen de perken blijven, zo niet kunnen de bouwkosten onaanvaardbaar hoog worden. In dit geval

kunnen er echter keuzes gemaakt worden wat het ontwerp en de uitvoering van de details betreft. Een weldoordacht detail zal immers gemakkelijker uitvoerbaar en minder kostelijk zijn en gaat bovendien gepaard met een kleiner risico op fouten. In bepaalde gevallen zal het zelfs mogelijk zijn om de rendabiliteit van een bepaalde bouwkundige oplossing te berekenen. Dit is precies wat er gebeurt in het artikel ‘Het economische aspect van koudebruggen’ (p. 31), waarbij er verschillende scenario’s voor de energetische renovatie van een muurvoet beschouwd worden.

Deze thematische WTCB-Contact is dus geen catalogus van geoptimaliseerde en geïntegreerde details. Dit magazine wil de lezer die een bouwdetail moet ontwerpen of

uitvoeren in de eerste plaats helpen om de juiste vragen te stellen en de juiste reflexen aan te kweken. Ook het beoordelingssysteem met sterretjes heeft dit doel voor ogen. Het moet op verschillende manieren geïnterpreteerd worden naargelang van het verwachte eiseniveau voor de beschouwde prestatie, devan kracht zijnde regelgeving of de verplichting om al dan niet aan welbepaalde criteria te voldoen (bv. de brandreglementering). Tabel B geeft een overzicht van het toepassingsgebied van de bouwdetails in functie van de minimaal aanbevolen sterrenclassificatie en het gewenste prestatietype. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we de lezer naar de artikels op de volgende pagina’s. ■

O. Vandooren, ing., directeur Informatie en bedrijfsondersteuning, WTCB

B | Toepassingsgebied van de bouwdetails in functie van de minimaal aanbevolen sterrenclassificatie en het prestatietype.

Gewenste prestatie					
Waterdichtheid (p. 7)	Hoog eiseniveau Elk blootstellings-niveau	Hoog eiseniveau Zwak blootstellings-niveau	Zwak eiseniveau Elk blootstellings-niveau	Zwak eiseniveau Zwak blootstellings-niveau	Geen eisen of niet blootgesteld
Brandveiligheid (p. 25)	Van kracht zijnde reglementering				Geen reglementering van kracht
Thermische isolatie (p. 7)	Zeër-lage-energie- woning of bijna-nul- energiewoning Gebouw met een zeer vochtig binnenklimaat 		Gebouw dat moet beantwoorden aan de EPB-regelgeving	Andere gevallen van verwarmde gebou- wen (met inbegrip van renovaties)	Niet-verwarmde gebouwen
Luchtdichtheid (p. 7)					
Isolatie tegen binnengeluiden (p. 18)	Bijzonder eisen- niveau	Verhoogd eisenni- veau volgens de NBN S 01-400-1	Normaal eisenni- veau volgens de NBN S 01-400-1	Laag eiseniveau (bv. renovatiecon- text)	Geen eisen
Isolatie tegen buitengeluiden (p. 18)	Buitenlawaai- klasse L4 (NAC)	Buitenlawaai- klasse L3 (NAC)	Buitenlawaai- klasse L2 (NAC)	Buitenlawaai- klasse L1 (NAC)	Geen eisen
Toegankelijkheid (p. 14)	Van kracht zijnde reglementering (Wal- lonië)	Van kracht zijnde reglementering (Vlaan- deren en Brussel)	Beperkt toegankelijkheids- niveau	Zeër beperkt toegankelijkheids- niveau	Niet toegankelijk



De thermische isolatie en de luchtdichtheid van gebouwen zijn twee prestaties die elkaar aanvullen. Samen met de hygiënische ventilatie, maken deze aspecten de pijlers uit voor het ontwerp, de constructie en de renovatie van comfortabele en energie-efficiënte gebouwen. Om deze prestaties ook ter hoogte van de bouwknopen te kunnen verzekeren, dient met ervoor te zorgen dat niet alleen de thermische isolatie, maar tevens het luchtscherm ononderbroken is. Daar waar de impact van de thermische isolatie gemakkelijk bepaald kan worden door berekening, is dit niet het geval voor de luchtdichtheid. Deze moet immers gemeten worden met behulp van een pressurisatieproef.

Energetische aspecten van bouwknopen

1 Bouwknopen ontwerpen met het oog op de thermische isolatie en de luchtdichtheid

Bouwknopen hebben een impact op de thermische prestaties van het gebouw. Hun relatieve belang is des te groter naarmate het beoogde prestatieniveau hoog is. De warmteverliezen via deze knopen kunnen berekend worden en maken het voorwerp uit van normen. Het effect ervan wordt eveneens in aanmerking genomen in de gewestelijke energieprestatieregelingen (EPB).

Wat de hygrothermische prestaties betreft, verwacht men van een bouwknop enerzijds dat hij toelaat om de warmteverliezen door transmissie (kwantificering met behulp van de ψ - en χ -factoren) te verminderen, en anderzijds dat het risico op oppervlaktecondensatie en schimmelontwikkeling op deze plaats tot een minimum beperkt wordt. Deze twee prestaties zijn nauw met elkaar verbonden. Het risico op condensatie en schimmelontwikkeling kan beoordeeld worden door een numerieke berekening op basis van de temperatuurfactor (f). Zo bestaan er aanbevelingen met betrekking tot de temperatuurfactor die bereikt moet worden om dit risico te beperken.

Wat de luchtdichtheid betreft, zijn er op de bouwknopen als dusdanig geen reglementaire eisen van toepassing. De eventuele aanwezigheid van luchtlekken zal echter wel weerspiegeld worden in de prestaties, opgemeten tijdens een pressurisatieproef op het gebouw. Deze prestatie kan niet bepaald worden door berekening. De luchtlekken hebben een weerslag op de energieprestaties van het gebouw, met name door de infiltratie- en exfiltratieverliezen die ze teweegbrengen. Ze kunnen eveneens aanleiding geven tot inwendige condensatie.

Zowel voor de thermische prestaties als voor de luchtdichtheid bestaat het algemene principe erin om de continuïteit van de thermische isolatie en het luchtscherm ter hoogte van het beschermde volume van het gebouw te verzekeren. Dit principe moet in eerste instantie toegepast worden op het niveau van het gebouw, meer bepaald bij de afbakening van het beschermde volume, en vervolgens op het niveau van de bouwknopen die zich aan de rand van het beschermde volume bevinden. Het luchtscherm moet aangepast worden aan de positie van de thermische isolatie. Vermits het luchtscherm meestal ook dienst doet als dampscherm, moet het zo dicht mogelijk tegen en steeds langs de warme zijde van de isolatie geplaatst worden.

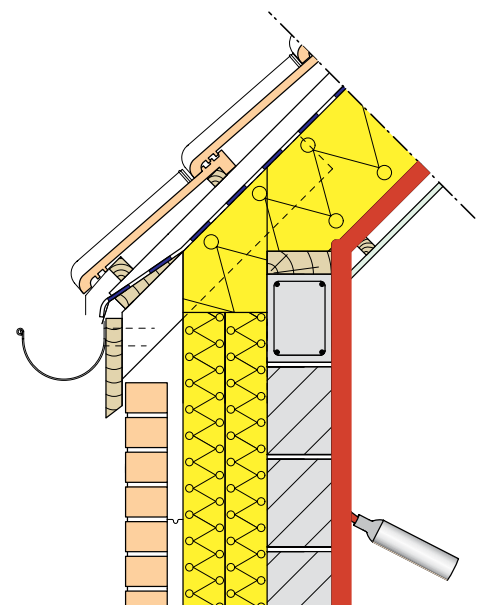
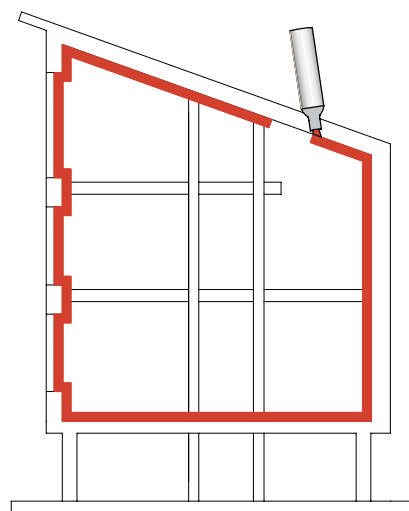
2 Hygrothermische prestaties

2.1 In aanmerking nemen van bouwknopen in de EPB-regelgeving

De reglementaire eisen inzake thermische

isolatie hebben de afgelopen jaren talloze aanpassingen en een gestage verstrenging gekend en dit, zowel op het vlak van de individuele wanden (U_{max} -waarden) als wat het globale isolatiepeil van het gebouw (K-peil) betreft (zie [WTCB-Dossier 2011/3.15](#)). De impact van de bouwknopen wordt sinds 2011-2012 op identieke wijze (zie [www.ibgebim.be](#) voor Brussel, [www.energiesparen.be](#) voor Vlaanderen en [energie.wallonie.be](#) voor Wallonië) in aanmerking genomen in de gewestelijke EPB-regelgevingen (zie [WTCB-Dossiers 2010/3.16](#) en [2011/3.6](#)). Gelet op de verstrenging van de reglementaire eisen en hun niet te onderschatten impact op de prestaties, is het van groot belang om de bouwknopen op een geschikte manier te behandelen.

De bouwknopen kunnen op verschillende manieren in aanmerking genomen worden in

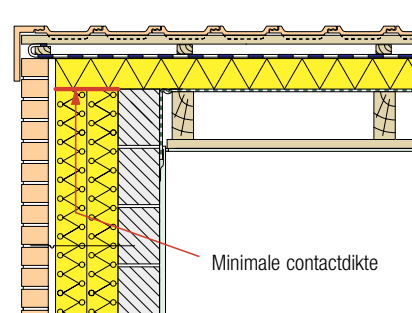


1 | Continuïteit van de thermische isolatie en het luchtscherm (rode lijn) op het niveau van het gebouw en de bouwknopen.

de context van de EPB-regelgeving (opties A, B en C). De gedetailleerde beschrijving van deze opties valt buiten het kader van dit artikel. In de regelgeving zijn er waarden bij ontstentenis opgenomen. Deze kunnen echter zeer ongunstige resultaten opleveren: tot 10 punten op het globale isolatiepeil (K-peil) van het gebouw. Om deze sanctiemaatregel te ontlopen, kan men ervoor opteren om 'EPB-aanvaarde' bouwknopen te ontwerpen en uit te voeren (optie B) en deze vervolgens te declareren. Deze conformiteit kan ofwel aangetoond worden door een aantal eenvoudige basisregels te respecteren, dan wel door een numerieke berekening uit te voeren ter bepaling van de ψ - of χ -factoren en daarna te bewijzen dat de beschouwde bouwknop voldoet aan welbepaalde prestatiecriteria (beperkte warmteverliezen door de aanwezigheid van een ononderbroken isolatie). Hoewel dergelijke numerieke berekeningen niet verplicht zijn, laten ze wel toe om betere prestaties in de verf te zetten, of aan te tonen dat een detail dat niet aan de basisregels beantwoordt wel degelijk 'EPB-aanvaard' kan zijn.

Indien men kiest voor optie B, kan men meestal op plan en zonder numerieke berekening nagaan of de bouwknopen 'EPB-aanvaard' zijn. Hiertoe kan men een beroep doen op drie eenvoudige basisregels:

- **de eerste** is van toepassing op knopen waarbij de thermische-isolatielagen van twee belendende wanden rechtstreeks met elkaar in contact staan en bestaat erin om een toereikende contactdikte tussen beide lagen te waarborgen (zie afbeelding 2)
- **de tweede** bestaat erin om een isolerend bouwdeel tussen de thermische-isolatiela-



Thermische prestatie: 4★ (zie tabel A)
Luchtdichtheid – Prioriteit van de behandeling van de knoop: 1 (zie tabel D)

- 2 | Basisregel nr. 1: minimale contactdikte tussen de thermische-isolatielagen van twee belendende wanden.**

gen van twee belendende wanden toe te voegen (zie afbeelding 3)

- **de derde** bestaat erin om de warmteverliezen te beperken door de weg van de minste warmteweerstand tussen de binnen- en de buitenomgeving te verlengen (deze afstand moet minstens gelijk zijn aan 1 m, zie afbeelding 4).

2.2 Bouwknop of koudebrug?

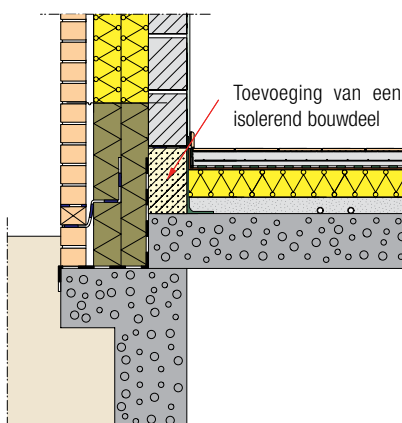
In de EPB-regelgevingen worden 'bouwknopen' omschreven als:

- de lineaire verbindingen tussen de verschillende scheidingsconstructies die deel uitmaken van het verliesoppervlak van een gebouw
- de lineaire en puntvormige onderbrekingen in de isolatielaag van de scheidingsconstructies, voor zover ze niet eigen zijn aan de scheidingsconstructies (spouwvakken, skelet ...).

De term 'koudebrug' wordt op zijn beurt gedefinieerd in verschillende normen (bv. NBN EN ISO 10211 en NBN EN ISO 14683). Hoewel beide begrippen niet identiek zijn, zijn ze wel nauw met elkaar verbonden.

2.3 Hygrothermische prestatiecriteria en classificatie van bouwknopen

De thermische prestatie van een bouwknop

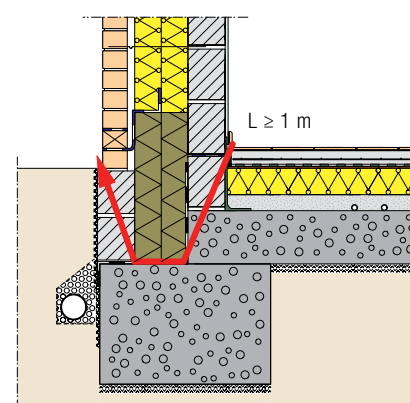


Thermische prestatie: 4★ (zie tabel A)
Luchtdichtheid – Prioriteit van de behandeling van de knoop: 3/4 (zie tabel D)

- 3 | Basisregel nr. 2: toevoeging van een isolerend bouwdeel.**

kan beoordeeld worden aan de hand van een numerieke berekening met speciale programma's ⁽¹⁾ die gebaseerd zijn op de rekennormen (waaronder de NBN EN ISO 10211). De eendimensionale warmteverliezen doorheen het centrale deel van de wanden zijn afhankelijk van de U-waarde ($W/m^2.K$) ervan. Bij de berekening van de warmteverliezen van het gebouw houdt men in eerste instantie enkel rekening met deze U-waarden en dus niet met de bouwknopen. Het is echter belangrijk om weten dat deze warmteverliezen ook een twee- en driedimensionaal fenomeen zijn. Al naargelang van de geometrie van de aanwezige bouwknopen, zal deze eendimensionale berekening dus op bepaalde punten verbeterd moeten worden. Indien de bouwknop lineair is (bv. aansluiting tussen twee wanden), wordt de thermische correctie uitgedrukt door de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ ($W/m.K$). Voor puntvormige bouwknopen (bv. kolom die de isolatie doorboort) wordt de thermische correctie gekarakteriseerd door de puntwarmtedoorgangscoefficiënt χ (W/K).

Het is de taak van de ontwerper om de beoogde energieprestatie van het gebouw in kwestie vast te leggen en de bouwknopen dienovereenkomstig te ontwerpen. Wanneer men zeer hoge thermische prestaties wil bereiken, kan het nodig zijn om over te gaan tot een numerieke berekening van de bouwknopen (zelfs indien deze 'EPB-aanvaard' zijn) teneinde de goede prestaties ervan te kunnen exploiteren.



Thermische prestatie: 3★ (zie tabel A)
Luchtdichtheid – Prioriteit van de behandeling van de knoop: 3/4 (zie tabel D)

- 4 | Basisregel nr. 3: de weg van de minste warmteweerstand moet minstens 1 m lang zijn.**

⁽¹⁾ Er bestaan tal van programma's voor de uitvoering van dit type berekeningen. Het programma KOBRA kan gratis gedownload worden via www.wtcb.be.



Een tweede hygrothermisch prestatie criterium voor bouwknopen is hun temperatuurfactor f_{rsi} , die het risico op oppervlaktecondensatie en schimmelontwikkeling op de wanden weerspiegelt. Deze temperatuurfactor schommelt tussen 0 en 1. Een waarde van 1 betekent dat de temperatuur aan het binnenoppervlak gelijk is aan de temperatuur van de binnenlucht. Een bouwknop met een gunstige (hoge) temperatuurfactor zal een hoge binnenoppervlakte temperatuur vertonen, waardoor het risico op oppervlaktecondensatie en schimmelontwikkeling beperkt zal zijn. Dit risico kan ook binnen de perken gehouden worden door het handhaven van een gunstig (niet te vochtig) binnenklimaat. De minimale temperatuurfactoren maken het voorwerp uit van een aantal aanbevelingen. Voor gebouwen met een redelijk droog binnenklimaat wordt er een minimumwaarde van 0,7 vooropgesteld (TV 153). Het is de taak van de ontwerper om de minimaal te bereiken temperatuurfactor voor het beschouwde project vast te leggen. Dit kan eventueel gebeuren op basis van een specifieke hygrothermische studie ⁽¹⁾. Voor gebouwen met een hoge vochtproductie, met bijzondere randvoorwaarden en/of met een bijzonder binnenklimaat kunnen er immers strengere temperatuurfactoren nodig zijn. Dit impliceert dat een bouwknop die geschikt is voor een typewoning niet noodzakelijk geschikt is voor een gebouw met een ongunstiger (vochtiger) binnenklimaat.

We willen erop wijzen dat de bepaling van de thermische prestaties en de temperatuurfactor berust op rekenconventies (meetmethode, warmteovergangscoëfficiënt aan het oppervlak, geometrische modellering van de knop ...) die gerespecteerd moeten worden ⁽²⁾.

In tabel A wordt er op basis van beide genoemde criteria (de thermische prestatie en de temperatuurfactor) een kwalitatieve classificatie voorgesteld, gaande van bouwknopen met zeer goede prestaties (4★) tot bouwknopen waarbij het risico op oppervlaktecondensatie en schimmelvorming reëel is (0★). De theoretische of weinig waarschijnlijke gevallen zijn aangeduid in het grijs. Het feit dat een bepaalde variant een minder goede score heeft, betekent niet zozeer dat het hier om een slechtere oplossing gaat, maar veeleer dat het toepassingsgebied ervan kleiner is.

Voor projecten waarvoor er bijzondere rand-

A | Kwalitatieve classificatie van bouwknopen naargelang van hun hygrothermische prestaties.

Criteria		Door berekening bepaalde temperatuurfactor $f_{0,25}$			Niet-berekenende temperatuurfactor $f_{0,25}$ ⁽³⁾
		Voldoet aan een bijzondere eis ⁽¹⁾ ⁽²⁾	$f_{0,25} \geq 0,7$	$f_{0,25} < 0,7$	
Thermische prestatie	Voldoet aan een bijzondere eis	4★	4★	2★	2★ (4)
	'EPB-aanvaarde' knop ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	4★/4★	3★	2★	3★/2★
	Knoop die niet 'EPB-aanvaard' is ⁽³⁾	3★	2★/1★	0★ ⁽⁶⁾	0★ ⁽⁶⁾

(1) Ter illustratie van de in dit artikel gehanteerde benadering werd er voor de temperatuurfactor ($f_{0,25}$) een waarde van 0,85 aangenomen om te kunnen voldoen aan de bijzondere eisenklasse. Het is de taak van de ontwerper om geval per geval en in functie van de specifieke projectvoorwaarden een aanvaardbare grenswaarde vast te leggen en de bouwdetails dienovereenkomstig te ontwerpen/aan te passen.

(2) Zeer ongunstig binnenklimaat.

(3) De temperatuurfactor f zal dikwijls niet berekend worden. Deze factor is echter heel belangrijk wanneer de isolatie onderbroken is. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer de knopen niet 'EPB-aanvaard' zijn (met name in een renovatiecontext).

(4) Indien er bijzondere eisen gesteld worden, wordt er in principe een numerieke berekening uitgevoerd en is er dus informatie met betrekking tot de temperatuurfactor f beschikbaar.

(5) De overeenkomstigheid met de EPB-criteria wordt beoordeeld ongeacht het feit of er een EPB-eis van toepassing is of niet.

(6) 'EPB-aanvaarde' bouwknop waarbij de basisregels gerespecteerd zijn en/of waarvan de prestaties aangegeven werden door berekening ($\psi \leq \psi_{grens}$).

(7) In het geval van ongeïsoleerde of weinig thermisch geïsoleerde wanden (warmteweerstand $\leq 1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) – bijvoorbeeld in een renovatiecontext – moet enkel nagegaan worden of de basisregels gerespecteerd werden. Een ψ -waarde $\leq$ de ψ_{grens} -waarde heeft in dit geval slechts weinig zin.

(8) 0★ : bouwknop waarbij het risico op condensatie/schimmelontwikkeling reëel is.

B | Minimaal aanbevolen prestatieniveau voor bouwknopen (naargelang van de projectvoorwaarden).

Situatie	Minimaal aanbevolen prestatieniveau
Gebouw met een (zeer) ongunstig binnenklimaat	4★
Gebouw dat moet beantwoorden aan bijzondere energieprestatie-eisen (zeer performant gebouw)	4★
Gebouw dat moet beantwoorden aan de thermische isolatie-eisen uit de EPB-regelgeving	2★
Alle andere gevallen (bv. een renovatiecontext)	1★
Niet-verwarmde gebouwen	0★

voorwaarden gelden, kan het noodzakelijk zijn om te opteren voor bouwknopen met een zeker prestatieniveau (4★ → 1★). Tabel B geeft aanbevelingen omtrent het minimale prestatieniveau van de bouwknopen in functie van de projectvoorwaarden. Zo is het prestatieniveau 0★ uit den boze voor verwarmde gebouwen. Indien er zich in een bepaald project meerdere van de beschreven situaties kunnen voordoen, dient men rekening te houden met het hoogste aanbevolen prestatieniveau.

2.4 Voorbeeld van de aansluiting van een hellend dak met een puntgevel

Om de verschillende energieprestatieniveaus voor eenzelfde bouwknop te illustreren, wordt er in dit artikel uitgegaan van de aansluiting van een hellend dak met een puntgevel uit metselwerk. Naargelang van de warmtegeleidbaarheidscoefficiënt (λ) van het dragende metselwerk, de aan- of afwezigheid van een thermische isolatie aan de

⁽¹⁾ Voor meer details verwijzen we naar de norm NBN EN ISO 13788.

⁽²⁾ Bij de bepaling van de temperatuurfactor f_{rsi} houdt men rekening met een ongunstige overgangswaarde aan het oppervlak R_{si} ter waarde van $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$.

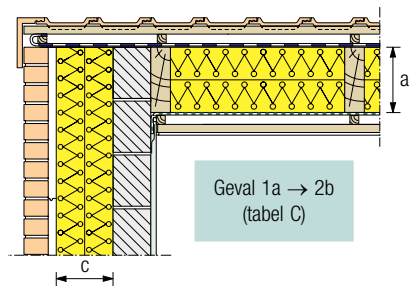
muurkop en het isolatieniveau van de wanden (U-waarden) worden er verschillende gevallen beschouwd, gaande van zeer slecht tot zeer goed presterende knopen (zie tabel C) (4). Er worden eveneens oplossingen voorgesteld die toepasbaar zijn in een renovatiecontext. Om beschouwd te kunnen worden als 'EPB-aanvaard', moet de bouwknop in dit geval een ψ_{grens} -waarde van 0 W/m.K vertonen.

Het basisvoorbeeld, dat voor de meest ongunstige gevallen overeenstemt met een knoop waarbij het risico op condensatie en schimmelvorming reëel is, is een spouwmuur zonder isolatie aan de muurkop (zie afbeelding 5). Zowel voor metselwerk uit beton (gevallen 1a en 1b) als voor metselwerk uit gebakken aarde (gevallen 2a en 2b) werden er verschillende thermische prestaties beschouwd: zo werd er in het beschikbare gamma zowel een product met een hoge als met een lage λ -waarde geselecteerd. Verder willen we erop wijzen dat het metselwerk niet alleen moet voldoen aan deze thermische prestatie, maar ook aan bepaalde eisen op het vlak van stabiliteit.

Een beter presterende variant van dit detail bestaat erin om het dragende metselwerk uit beton (geval 3) of gebakken aarde (geval 4) een beetje lager te laten eindigen en de muurkop te isoleren (zie afbeelding 6). Er werd eveneens een variant uit isolerende bouwblokken beschouwd (geval 5).

De best presterende onderzochte varianten worden gekarakteriseerd door het feit dat er twee wanden met verbeterde thermische prestaties met elkaar verbonden worden. Bij geval 6 is er zowel een isolatiemateriaal aanwezig tussen de kepers van het dak als ter hoogte van de muurkop (zie afbeelding 12, p. 13). Geval 7 stemt overeen met de uitvoering van een duodak (isolatie tussen de kepers + sarking; zie afbeelding 7). Een dergelijk detail zou men bijvoorbeeld kunnen aantreffen indien er specifieke eisen gesteld worden. Daarnaast zijn er uiteraard nog talloze andere goed presterende varianten van dit detail mogelijk.

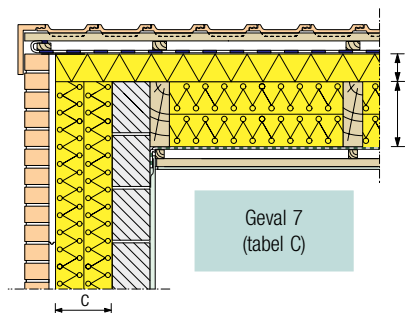
Er werden ook verschillende oplossingen beschouwd die toepasbaar zijn in een renovatiecontext (zie afbeelding 8). In dit geval is de puntgevel opgebouwd uit massief baksteenmetselwerk met een dikte van 29 cm. De eerste oplossing bestaat erin om enkel een isolatiemateriaal aan te brengen tussen de



Geval 1a → 2b
(tabel C)

Thermische prestatie: 0★ → 2★/1★ (of 3★)
(zie tabel A)

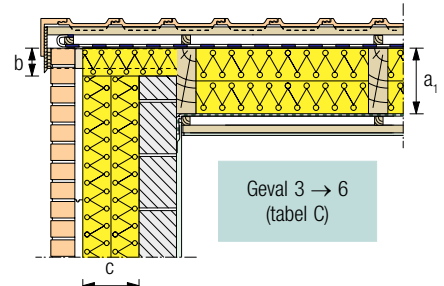
5 | Aansluiting tussen een puntgevel en een hellend dak; basisgeval; ongeïsoleerde muurkop.



Geval 7
(tabel C)

Thermische prestatie: 4★/4★
(zie tabel A)

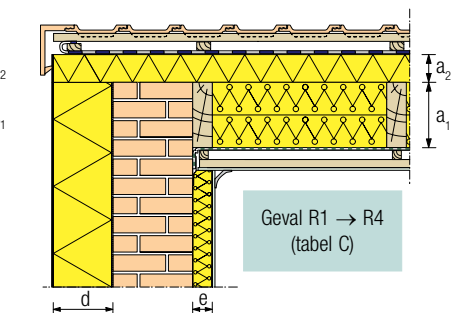
7 | Bouwdetail met verbeterde prestaties.



Geval 3 → 6
(tabel C)

Thermische prestatie: 3★ → 4★
(zie tabel A)

6 | Continuïteit van de thermische isolatie dankzij de isolatie van de muurkop.



Geval R1 → R4
(tabel C)

Thermische prestatie: 0★ → 4★
(zie tabel A)

8 | Aansluiting tussen een puntgevel en een hellend dak; mogelijke oplossing in een renovatiecontext.

kepers van het dak en de muurkop ongeïsoleerd te laten (geval R1). Bij de varianten R2 en R3 wordt er respectievelijk een bijkomende muurisolatie aangebracht langs de buiten- en de binnenkant. Bij de variant R4 wordt er ten slotte een duodak (isolatie tussen de kepers + sarking) uitgevoerd en wordt er een bijkomende muurisolatie aangebracht langs de buitenkant. Wanneer er een muurisolatie aangebracht wordt langs de buitenkant en het onmogelijk is om de muurkop te isoleren (geval 2), kan de eenvoudige plaatsing van een sierlijst uit gips in de hoek ervoor zorgen dat er geen luchtcirculatie meer optreedt. Dit kan leiden tot een sterke verhoging van de temperatuurfactor, terwijl het effect op de thermische prestatie verwaarloosbaar blijft. Hoewel deze maatregel de correcte isolatie van het detail geenszins vervangt, zorgt hij wel voor een sterke vermindering van het risico op oppervlaktecondensatie en schimmelvorming.

De beschrijving en de prestaties van deze verschillende varianten, evenals de classificatie

van de overeenkomstige bouwknopen, zijn opgenomen in tabel C (p. 11). Hieruit blijkt duidelijk dat het risico op condensatie en schimmelontwikkeling bij een bouwknop die geen specifieke behandeling kreeg redelijk hoog is (0★), terwijl dezelfde bouwknop, mits een aangepaste behandeling, een zeer hoog prestatieniveau kan bereiken (4★).

3 Luchtdichtheidsprestaties

Sedert de invoering van de EPB-regelgeving worden de luchtdichtheidsprestaties in aanmerking genomen bij de berekening van de energieprestatie. Op dit ogenblik is de uitvoering van een pressurisatieproef facultatief in het kader van de regelgeving. Bij gebrek aan dergelijke proefresultaten kunnen de reglementaire berekeningen uitgevoerd worden met behulp van een ongunstige ontstenteniswaarde. Het is echter ook mogelijk om de reële luchtdichtheidsprestatie – gemeten met een pressurisatieproef – in

(4) De waarden die in deze tabel vermeld worden ($f_{0,25}$ en ψ) zijn enkel geldig voor de specifieke beschouwde gevallen (geometrie van de knoop, afmetingen, dikte en thermische prestatie van de materialen, λ -waarden). De KOBRA-bestanden die overeenstemmen met deze varianten zijn beschikbaar op onze website. Dankzij deze bestanden en het KOBRA-programma is het mogelijk om de rekenparameters aan te passen aan de specificiteiten van de beschouwde knoop.


C | Classificatie van de aansluiting van een puntgevel uit metselwerk op een hellend dak naargelang van de thermische prestatie.

Geval	Beschrijving van de variant – Type dragend metselwerk	Karakteristieken a_1, a_2, b, c, d, e in cm ⁽¹⁾ U in W/m ² .K	'EPB-aanvaard' volgens de basisregels	'EPB-aanvaard' $\psi \leq \psi_{\text{grens}}$ [W/m.K]	$f_{0,25}$ [–]	Warmteverlies van de knoop [%]	Classificatie van de knoop
1a	Ongeïsoleerde muurkop – dragend metselwerk uit beton (hoge λ -waarde)	$a_1 = 23 - c = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,23 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✗	✗ $\psi = 0,23$	0,65	146 %	0★
1b	Ongeïsoleerde muurkop – dragend metselwerk uit beton (lage λ -waarde)	$a_1 = 23 - c = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,22 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✗	✗ $\psi = 0,022$	0,77	106 %	2★/1★
2a	Ongeïsoleerde muurkop – dragend metselwerk uit gebakken aarde (hoge λ -waarde)	$a_1 = 12 - c = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,22 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✗	✗ $\psi = 0,015$	0,77	104 %	2★/1★
2b	Ongeïsoleerde muurkop – dragend metselwerk uit gebakken aarde (lage λ -waarde)	$a_1 = 23 - c = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,21 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✗	✓ (✗) ⁽²⁾ $\psi = -0,012$	0,80	99 %	3★ (2★/1★)
3	Geïsoleerde muurkop – dragend metselwerk uit beton (hoge λ -waarde)	$a_1 = 23 - b = 10 - c = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,23 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✓	✓ $\psi = -0,024$	0,84	100 % Referentiegeval	3★
4	Geïsoleerde muurkop – dragend metselwerk uit gebakken aarde (lage λ -waarde)	$a_1 = 23 - b = 10 - c = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,21 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✓	✓ $\psi = -0,053$	0,84	91 %	3★
5	Ongeïsoleerde muurkop – dragend metselwerk uit isolerende bouwblokken	$a_1 = 23 - c = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,20 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✓	✓ $\psi = -0,055$	0,84	88 %	3★
6	Geïsoleerde muurkop – Verbeterde muurisolatie	$a_1 = 23 - b = 10 - c = 20$ $U_{\text{muur}} = 0,12 - U_{\text{dak}} = 0,11$	✓	✓ $\psi = -0,022$	0,87	76 %	4★/4★
7	Verbeterde muur- en dakisolatie (duodak)	$a_1 = 23 - a_2 = 10 - c = 20$ $U_{\text{muur}} = 0,12 - U_{\text{dak}} = 0,11$	✓	✓ $\psi = -0,023$	0,90	51 %	4★/4★
Renovatie							
R1	Renovatie – dakisolatie tussen de kepers – ongeïsoleerde massieve muur uit baksteen (29 cm)	$a_1 = 23$ $U_{\text{muur}} = 2,28 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✗	niet van toepassing (ongeïsoleerde wand) ⁽³⁾	0,43	510 %	0★
R2	Renovatie – dakisolatie tussen de kepers + massieve langs buiten geïsoleerde muur – ongeïsoleerde muurkop	$a_1 = 23 - d = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,26 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✗	✗ $\psi = 0,18$ zonder sierlijst	0,68	145 %	0★
				✗ $\psi = 0,17$ met een sierlijst uit gips (10 cm)	0,76	142 %	2★/1★
R3	Renovatie – dakisolatie tussen de kepers + massieve langs binnen geïsoleerde muur	$a_1 = 23 - e = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,28 - U_{\text{dak}} = 0,20$	✓	✓ $\psi = -0,09$	0,79	100 %	3★
R4	Renovatie – duodak (isolatie tussen de kepers + sarking) – massieve langs buiten geïsoleerde muur	$a_1 = 23 - a_2 = 10 - d = 10$ $U_{\text{muur}} = 0,26 - U_{\text{dak}} = 0,11$	✓	✓ $\psi = -0,034$	0,85	83 %	4★/4★
a_1 : dikte van de dakisolatie tussen de kepers; a_2 : dikte van de dakisolatie (sarking); b : dikte van de isolatie van de muurkop; c : dikte van de isolatie van de spouwmuur; d : dikte van de langs buiten aangebrachte muurisolatie; e : dikte van de langs binnen aangebrachte muurisolatie							
⁽¹⁾ De waarde van de parameters a_1, a_2, b, c, d en e waarvoor er in deze tabel geen waarde vermeld is, mag gelijkgesteld worden aan nul. ⁽²⁾ Naargelang van de dikte van de verschillende lagen en de prestaties van de gebruikte materialen, ligt de ψ -waarde van deze variant net boven of net onder de ψ_{grens} -waarde. Het is steeds mogelijk om een numerieke berekening uit te voeren om de werkelijke prestaties van de opbouw in kwestie aan te tonen. ⁽³⁾ In dit geval is de ψ -waarde gelijk aan -0,42 W/m.K.							



rekening te brengen. Vandaag de dag is er geen enkele expliciete reglementaire eis van toepassing op de luchtdichtheid. Voor specifieke projecten kan er daarentegen wel een vrijwillig eiseniveau vastgelegd worden door de bouwheer. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft aangekondigd dat er in de loop van de volgende jaren wel degelijk een luchtdichtheids-eis van kracht zal worden.

In tegenstelling tot de thermische isolatie kan de luchtdichtheidsprestatie van een gebouw of een specifieke bouwknop niet voorspeld of berekend worden. Het is bijgevolg onmogelijk om een eenduidig verband te leggen tussen de uit te voeren bouwdetails en de luchtdichtheidsprestatie die uiteindelijk gemeten zal worden. Men kan echter wel bepalen welke bouwknopen prioritair behandeld moeten worden.

3.1 Een luchtdichte constructie vanaf de ontwerpfase

De realisatie van een luchtdicht gebouw begint vanaf de ontwerpfase. Naast de geometrie van het gebouw en de afbakening van het beschermde volume hebben ook het aantal bouwknopen en hun complexiteit evenals het beoogde ambitieniveau een belangrijke invloed op de technische keuzes die men zal moeten maken voor het gebouw in kwestie. De uitvoering van een luchtdicht gebouw gebeurt in verschillende stappen. Deze zullen gedetailleerd aan bod komen in de desbetreffende TV die binnenkort zal verschijnen. De stappen die specifiek zijn voor bouwknopen zijn opgenomen in afbeelding 9.



9 | Stappen in de uitvoering van de bouwknopen in een luchtdicht gebouw.

D | Classificatie volgens de prioriteit waarmee de bouwknopen behandeld moeten worden (de volledige versie van deze tabel is beschikbaar in de TV 'Luchtdichtheid' die weldra zal verschijnen) (*).

Bouwknop	Massieve constructie (metselwerk)	Houtskeletbouw
Muurvoet	3/4	1
Aansluiting van een hellend dak met een puntgevel	1	1/2
Aansluiting van een tussenvloer met een gevel	3/4	1/2
Doorboring van het dak door leidingen	2	2
Integratie van het schrijnwerk in de ruwbouw	2/3	2/3

(*) 1: zeer grote lekken; 2: grote lekken; 3: onbelangrijke lekken; 4: marginale lekken.

E | Luchtdichtheidsklassen voor bouwelementen; geval van een hellend dak (uittreksel uit de TV 251).

Klasse	Niveau	Beschrijving
Lo	Ontoereikende luchtdichtheid	Weinig verzorgde uitvoering of onzorgvuldig ontwerp; de richtlijnen voor een continue luchtdichtheid werden niet gerespecteerd; er is geen luchtscherm aanwezig of het luchtscherm werd niet ononderbroken aangebracht; het luchtscherm werd niet luchtdicht aangesloten op de wanden of de andere bouwelementen (bv. gordingen of tussenspanen) die het begrenzen.
L1	Goede luchtdichtheid	Verzorgde uitvoering en zorgvuldig ontwerp; de richtlijnen voor een continue luchtdichtheid werden gerespecteerd; de aansluitingen vertonen geen zichtbare lekken.
L2	Gevalideerde en verbeterde luchtdichtheid (L1 + pressurisatieproef + correctie van lekken)	Verzorgde uitvoering en zorgvuldig ontwerp; de richtlijnen voor een continue luchtdichtheid werden gerespecteerd; het prestatieniveau wordt gevalideerd door een <i>in-situ</i> meting, waarbij alle detecteerbare luchtlekken in het bouwelement (in dit geval het hellende dak) opgespoord en afgedicht worden.

3.2 Identificatie van de prioritair te behandelen bouwknopen

Dankzij de ervaring die opgedaan werd op het vlak van luchtdichtheid, was het mogelijk om de luchtlekken in klassen in te delen in functie van hun invloed bij gebrek aan een specifieke behandeling (tabel D). Deze lekken kunnen aanzienlijk zijn of redelijk beperkt. Er kon eveneens een lijst met prioritair te behandelen bouwknopen opgesteld worden, rekening houdend met het belang van de hierdoor veroorzaakte lekken. In gebouwen met een streng eiseniveau kan zelfs het kleinste luchtlek ervoor zorgen dat het vooropgestelde doel niet behaald wordt. In gebouwen waarvoor er een gemiddeld prestatieniveau beoogd wordt, dient men zich prioritair toe te leggen op de belangrijkste lekken. Het is de taak van de ontwerper om voor elk project (naargelang van de specifieke geometrie, de meetstaat en het ambitieniveau) de prioritair te behandelen bouwknopen te bepalen evenals de aard en de omvang van hun behandeling. In functie van de meetstaat van

het betreffende gebouw kunnen bepaalde als minder prioritair beschouwde lekken immers een grotere invloed hebben dan andere.

3.3 Luchtdichtheidsklassen voor bouwelementen

Onzorgvuldig uitgevoerde luchtdichte aansluitingen, met name ter hoogte van lichte wanden, vormen niet zelden het toneel van aanzienlijke luchtlekken. Deze lekken kunnen aanleiding geven tot ernstige inwendige condensatieproblemen. Om dit risico te beperken, en dan vooral in hellende daken, werd er een minimaal kwaliteitsniveau vastgesteld voor de luchtdichte uitvoering van de wand en de aansluitingen (L1 of beter al naargelang van de opbouw; zie tabel E). In de praktijk mag er geen enkel met het blote oog zichtbaar luchtlek blijven bestaan.

In geval van een onzorgvuldig uitgevoerde aansluiting (klasse Lo) kunnen de luchtlekken aanzienlijk zijn. Bij een drukverschil van 50 Pa



10 | Voorbeeld van een 'droog-droog'-aansluiting.

kan er via een vrij oppervlak van 1 cm² een luchtdebiet van zo'n 2 tot 3 m³/u passeren. In een gemiddeld gebouw kan een onzorgvuldig uitgevoerde aansluiting tussen een hellend dak en een puntgevel (een 2 mm brede opening over een 25 m lange aansluiting) bij een drukverschil van 50 Pa aanleiding geven tot een lekdebiet van zo'n 1.000 m³/u ⁽⁵⁾.

3.4 Verzekeren van de continuïteit van de luchtdichtheid

De TV 251 (bijlage D) geeft een gedetailleerde beschrijving van de regels om de continuïteit van de luchtdichtheid te verzekeren. Eerst en vooral dient men voor elke afzonderlijke wand de laag te identificeren die de luchtdichtheid moet waarborgen (functie van luchtscherm). Ter hoogte van de bouwknopen dient men erop toe te zien dat de continuïteit van deze luchtdichtheid tussen de wandelementen die de rol van luchtscherm vervullen gewaarborgd is. Hiertoe kan men een beroep doen op verschillende types aansluitingen:

- een 'droog-droog'-aansluiting (zie afbeelding 10), die de continuïteit van de luchtdichtheid waarborgt tussen bouwelementen zoals het soepele membraan, de houten plaat en de droge binnenbepleistering. Producten die in aanmerking komen voor de correcte uitvoering van dit aansluitingstype zijn (een- of tweezijdige) kleefband, lijmen, kitten of samendrukbare stroken. Dit type aansluiting is bijzonder geschikt voor de renovatie van bestaande gebouwen
- een 'droog-nat'-aansluiting, die de continuïteit van de luchtdichtheid waarborgt

F | Vergelijking van de mogelijke oplossingen voor de uitvoering van de aansluiting.

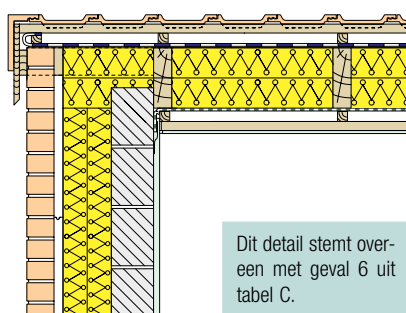
Type behandeling	Initiële prestatie	Uitvoeringsaspect	Duurzaamheid
Geen behandeling (zichtbaar lek)	Klasse Lo – niet toegelaten	–	–
Uitvoering van een 'droog-droog'-aansluiting	Klasse L1 (of L2)	Dit is de enige mogelijke oplossing indien de puntgevel vooraf bepleisterd werd (bv. in een renovatie-context)	Deze twee aansluitingstypes hebben een vergelijkbare duurzaamheid
Uitvoering van een 'droog-nat'-aansluiting		Bijzondere rol voor de plafonneerder	

tussen bouwelementen zoals het soepele membraan, de houten plaat en de verse bepleistering tijdens de uitvoering van de luchtdichte verbinding. Om de prestaties en de duurzaamheid van deze verbinding veilig te stellen, zijn er vaak specifieke producten vereist. Het kan hiero.a. gaan om aan de ondergrond bevestigde producten die bepleisterd kunnen worden en stroken die in de bepleistering ingebed worden.

3.5 Voorbeeld van de aansluiting van een hellend dak met een puntgevel

In een hellend dak doet het dampscherm meestal ook dienst als luchtscherm. Bij muren uit metselwerk is het doorgaans de binnenbepleistering die deze rol vervult. De continuïteit van de luchtdichtheid tussen deze twee wanden moet verzekerd worden door middel van een geschikte aansluiting ('droog-droog'-aansluiting of 'droog-nat'-aansluiting). Deze aansluitingen zijn hierna voorgesteld voor een muur uit metselwerk (afbeelding 11) en een houtskeletwand (afbeelding 12).

De verschillende mogelijke oplossingen voor de uitvoering van de aansluiting zijn vermeld in de vergelijkende tabel F.



11 | Aansluiting van een hellend dak met een puntgevel uit metselwerk; verbinding tussen het dampscherm en de binnenbepleistering.

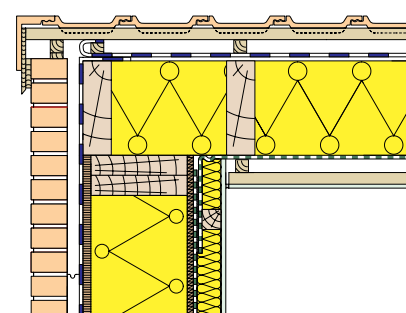
Naargelang van de opgelegde eisen kan het noodzakelijk zijn om de voorgestelde configuratie enigszins aan te passen ter verbetering van de akoestische prestaties. De keuze van een geschikt isolatiemateriaal en een gepaste binnenafwerking en de ontkoppeling tussen de binnenafwerking en het timmerwerk door middel van metalen profielen kunnen in deze context een oplossing bieden.

4 Besluit

De luchtdichtheidsprestaties en de thermische isolatie zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. De beoogde prestatieniveaus kunnen elementair of juist zeer hoog zijn. De prestatie van de bouwknopen moet echter steeds in overeenstemming zijn met het globale prestatieniveau dat beoogd wordt voor het gebouw. De kwaliteit van de uitvoering van de bouwknopen is van groot belang. Dit aspect moet bijgevolg in aanmerking genomen worden vanaf de ontwerpfase. ■

X. Loncour, ir., A. Tilmans, ir., en C. Mees, ir.,
afdeling Energie, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Energie, met de financiële steun van de FOD Economie.



12 | Aansluiting van een hellend dak met een puntgevel uit houtskeletbouw.

(5) In een gebouw van 700 m³ kan een dergelijk lek zorgen voor een variatie van 1,4 h⁻¹ (= 1.000/700) van het luchtverversingsdebiet bij 50 Pa (n₅₀).

Eén van de kwaliteiten die men mag verwachten van een hedendaags performant gebouw, is dat het integraal toegankelijk is voor een brede groep van gebruikers. Deze vereiste is echter niet gemakkelijk verzoenbaar met een aantal andere eisen, in het bijzonder ter hoogte van de dorpel die deel uitmaakt van de ingang tot het gebouw. Zonder bijkomende aanpassingen zou een 'toegankelijke inkom' immers aanleiding kunnen geven tot een verminderde luchtdichtheid, het ontstaan van koudebruggen en daarenboven een niet-regendichte aansluiting (zie afbeelding 1). In dit artikel wordt toegelicht hoe men een aanvaardbaar niveau kan bereiken voor ieder van deze eisen.

Op weg naar een betere toegankelijkheid

1 Wat is een aanvaardbaar niveauverschil?

De toegankelijkheid van schrijnwerk wordt bepaald door een brede waaier van eigenschappen zoals de bedieningskracht, de ergonomie, de vrije doorgangsbreedte, de opstelruimte ... Een aantal van deze zaken werd reeds beschreven in het [WTCB-Dossier 2006/4.4](#). Vaak is de dorpel of het niveauverschil ter hoogte van de toegangsdeur de zwakste schakel in de volledige 'toegankelijkheidsketen'.

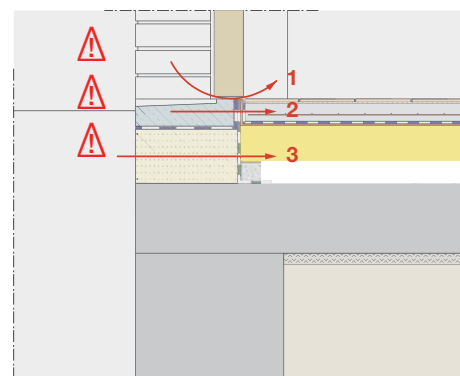
Bepaalde publiek toegankelijke gebouwen moeten beantwoorden aan de van kracht zijnde gewestelijke regelgeving (zie tabel A).

Het maximale niveauverschil van 20 mm uit tabel A vinden we ook terug in de ons omringende landen en blijkt dus een goed uitgangspunt te zijn voor de verdere uitwerking van dit bouwdetail. In dit artikel wordt de individuele detaillering ter hoogte van een toegangsdeur op het gelijkvloers, van een deur naar een dakterras en van een deur naar een balkon uiteengezet. Voor wat de classificatie van de prestatie-eis 'toegankelijkheid' betreft, kan men zich baseren op tabel B.

2 De toegangsdeur op het gelijkvloers

De afwezigheid van een verhoogde dorpel ter hoogte van een toegangsdeur op het gelijkvloers kan leiden tot waterinfiltraties en dit, niet alleen via het schrijnwerk maar ook via de muurvoet. Deze problematiek werd reeds uitgebreid besproken in het [WTCB-Dossier 2007/1.12](#). Hierin werden er ook een aantal oplossingen geformuleerd om dit risico te verkleinen (bv. de plaatsing van een luifel, het voorzien van een afvoerrooster voor de deur ...).

Zoals hiervoor reeds aangegeven werd, kan de keuze voor een ingang zonder verhoogde dorpel bovendien ook een invloed hebben op de thermische prestaties en de luchtdichtheid van dit bouwdetail.



1. Verminderde luchtdichtheid
2. Ontstaan van koudebruggen
3. Niet-regendichte aansluiting

1 | Een optimale toegankelijkheid kan een ongunstige invloed hebben op de andere prestatie-eisen.

B | Classificatie van de niveauverschillen.

Aanduiding	Niveauverschil
	Ingang zonder niveauverschil
	Ingang met een gering niveauverschil (maximaal verschil van 20 mm)
	Niveauverschil van 21 tot 100 mm
	Niveauverschil van 101 tot 150 mm
	Niveauverschil van meer dan 150 mm

A | Toelaatbare niveauverschillen volgens de gewestelijke regelgeving.

Gewest	Regelgeving	Relevant artikel	Niveauverschil (°)
Brussels Hoofdstedelijk Gewest	Stedenbouwkundige verordening. Titel IV: toegankelijkheid van gebouwen voor personen met beperkte mobiliteit	Artikel 6	Maximum 20 mm en een maximale afschuining van 30°
Vlaanderen	Stedenbouwkundige verordening betreffende toegankelijkheid (Besluit van de Vlaamse Regering van 5/6/2009 en 18/2/2011)	Artikel 18	Maximum 20 mm
Wallonië	Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, du patrimoine et de l'énergie (CWATUPE) (articles 414 & 415) (°)	Artikel 415/1/1°	Geen niveauverschillen toegelaten (°)

(°) Het gaat hier om het maximaal toelaatbare niveauverschil. Indien men grotere niveauverschillen moet overbruggen, dient er een correct uitgevoerde helling, een verticaal hefplatform of een lift voorzien te worden.

(°) Deze regelgeving zal vanaf 1 juli 2015 vervangen worden door de *Code du développement territorial (CoDT)*, waardoor het artikelnummer kan wijzigen.

(°) Dit artikel stelt dat de weg tussen de parking en de ingang van het publiek toegankelijke gebouw geen niveauverschillen mag bevatten.



2.1 Waterdichtheid van het schrijnwerk en de muurvoet

Bij de realisatie van een toegankelijke inkomdeur moet het niveau van de buitenverharding zoveel mogelijk overeenkomen met dat van de deur, zodat de dorpelhoogte minimaal blijft. Het verhogen van de buitenverharding impliceert echter dat men bijzondere aandacht moet besteden aan de detaillering van de muurvoet om vochtinfiltraties (zoals opstijgend vocht, infiltraties vanuit de spouwmuur en laterale infiltraties) te vermijden. Dit werd reeds toegelicht in de [Infofiches 7 en 20](#).

De spouwdrainering moet zich altijd boven het niveau van de buitenverharding bevinden. Ter hoogte van een toegankelijke inkomdeur zal men de spouwdrainering dus plaatselijk moeten onderbreken en omplooiën aan de randen.

Men moet bovendien een afdichting voorzien onder de dorpel teneinde het resterende spouwwater af te voeren en het zijdelings infiltrerende water een halt toe te roepen. Deze onderste afdichting (nr. 7 op afbeelding 2) moet dus bestaan uit waterdichte membranen met gelaste of gelijmde naden. Aangezien de goede hechting tussen deze membranen en de ondergrond niet gegarandeerd kan worden, voorziet men meestal een bijkomende drainering aan de muurvoet. Omwille van de geringe permeabiliteit van bijvoorbeeld klei- en leemgronden zou er anders bij regen een tijdelijke waterdruk kunnen ontstaan aan de muurvoet, waardoor de afdichting omzeild kan worden. Daarnaast

zorgt de drainering voor de afvoer van het spouwwater van het geveldeel onder de spouwdrainering.

In situaties waarbij de buitenverharding niet alleen aan de inkomdeur verhoogd wordt, zal men deze detaillering rondom het volledige gebouw moeten toepassen. De opstand van de onderste afdichting (nr. 7 op afbeelding 2) moet zich hierbij steeds boven het niveau van de verharding of aanaarding bevinden.

2.2 Invloed van een vast onderprofiel op de prestaties van de inkomdeur

De afwezigheid van een vast onderprofiel bij een traditionele deur heeft een negatieve invloed op de lucht- en de waterdichtheid ervan (zie [Infofiche 1](#)). Op deze plaats zal er bovendien vaak een koudebrug ontstaan. Infiltraties van regenwater via de onderzijde van de deur zijn bij een dergelijke uitvoering evenmin te vermijden, maar kunnen wel beperkt worden door het nemen van een aantal maatregelen, zoals:

- het voorzien van een afvoerrooster vlak voor de deur
- het in helling (2 %) plaatsen van de verharding, weg van de deur
- het aanbrengen van een druiplijst op de deur.

Zelfs indien men al deze aanbevelingen tot op de letter volgt, kan men nooit volledig uitsluiten dat er soms toch nog smeltende sneeuw of aangeblazen regenwater via de

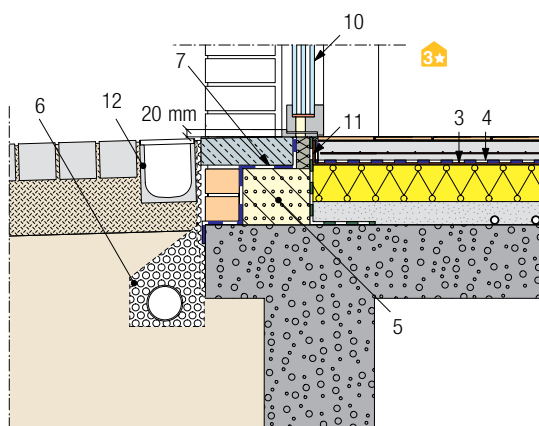
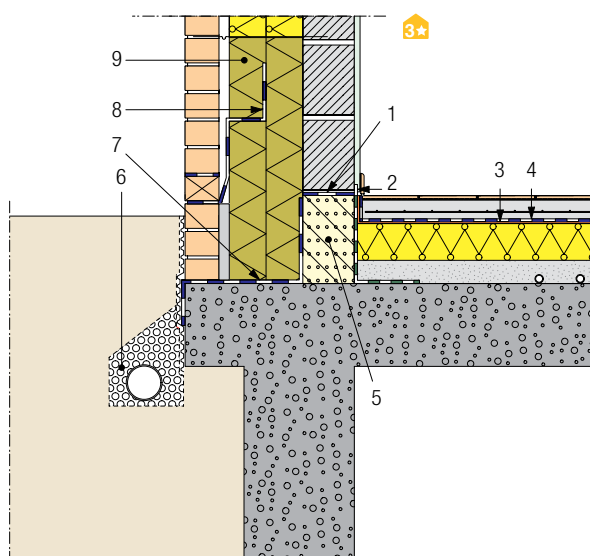


3 | Deur met een vast onderprofiel.

onderzijde van de deur binnendringt. Deze problematiek kan in zekere mate verholpen worden door het aanbrengen van een vast onderprofiel (zie afbeelding 3).

In voorkomend geval zal men enkel een goede toegankelijkheid kunnen verkrijgen als het onderprofiel ingebouwd wordt in de dorpel of een beperkte hoogte vertoont. In dit laatste geval spreekt men niet over een ingang 'zonder niveauverschil', maar wel over een deur 'met een gering niveauverschil' (zie tabel B).

De aanwezigheid van een onderprofiel laat bovendien toe om de luchtdichtheid van het schrijnwerk te verbeteren en kan – voor zover het opgebouwd is uit een isolerend materiaal of thermisch onderbroken is – de koudebrug ter hoogte van het schrijnwerk beperken.



1. Anticapillaire barrière
2. Cementering of luchtdichtheidsfolie
3. Akoestische isolatie
4. Plasticfolie
5. Isolerend bouwblok
6. Drainering
7. Membraan met gelaste of gekleefde naden
8. Spouwdrainering
9. Vochtbestendig isolatiemateriaal
10. Voordeur
11. Eventuele luchtdichtheidsfolie
12. Lijnafwatering (enkel in de deuropening)

2 | Combinatie van een afdichting onder de dorpel, een drainering aan de muurvoet en een spouwdrainering boven het maaiveld.

Het mag dus duidelijk zijn dat er een innovatiepotentieel schuilt in de verdere ontwikkeling van oplossingen die een antwoord kunnen bieden op al deze uitdagingen.

3 De deur naar een dakterras

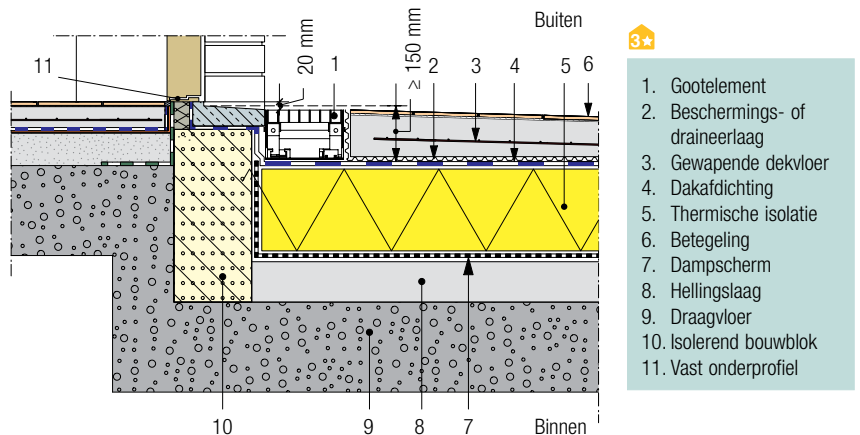
Een vergelijkbare situatie kan zich voordoen bij de toegang tot een dakterras (zie hiervoor de algemene principes uit de TV 244). Er wordt in deze context een onderscheid gemaakt tussen vloerbedekkingen die verlijmd zijn op een dekvloer (zie afbeelding 4) en systemen op tegeldragers (zie afbeelding 5). In beide gevallen is het aan te raden om het risico op waterstagnatie te beperken en dit, door een rooster aan te brengen vlak voor het schrijnwerk. Zodoende kan de geringe hoogte van de afdichtingsopstand enigszins gecompenseerd worden. Dit detail zal echter steeds met een zeker risico gepaard blijven gaan, vooral wanneer het zich bevindt in een aan (slag)regen blootgesteld geveldeel.

Afbeelding 6 toont op haar beurt een traditionele uitvoering met een opstand van 50 mm (bij een niet-hechtende vloerbedekking) of 150 mm (bij een hechtende vloerbedekking).

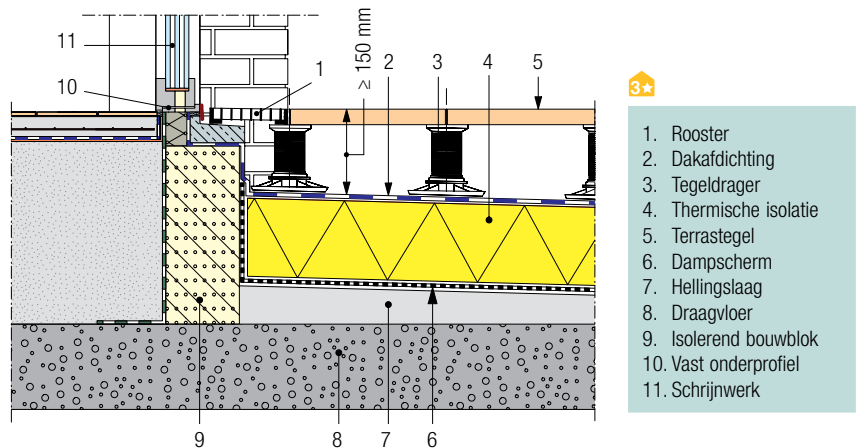
Het aanbrengen van een vast onderprofiel kan ook in deze situatie een positieve invloed hebben op de luchtdichtheid, de regendichtheid en de thermische isolatie (zie afbeeldingen 4 en 5).

In de TV 244 worden er nog een aantal bijkomende aandachtspunten voor de uitvoering van dakterrassen opgesomd. Zo moet de spouwdrainering onder het raam of onder de dorpel verenigbaar zijn met de dakafdichting. Bij een hechtende terrasbetegeling moet men voldoende aandacht besteden aan de waterafvoer ter plaatse van de goot. Deze laatste kan, indien nodig, over de volledige lengte van het terras doorgetrokken worden en uitgerust worden met een afvoer aan de zijkant. Ze mag geen belemmering vormen voor de spouwdrainering (zie afbeelding 7, p. 17) en mag niet gebruikt worden als afvoer voor het terras. De goot dient immers uitsluitend om het risico op waterinfiltraties ter hoogte van het schrijnwerk te verminderen.

Het door de goot op te vangen en af te voeren debiet moet afgestemd worden op de te verwachten debieten en dit, in functie van de hoeveelheid water die op deze plaats van de gevel loopt en de maximale waterhoogte. Het terras zelf moet uitgerust worden met



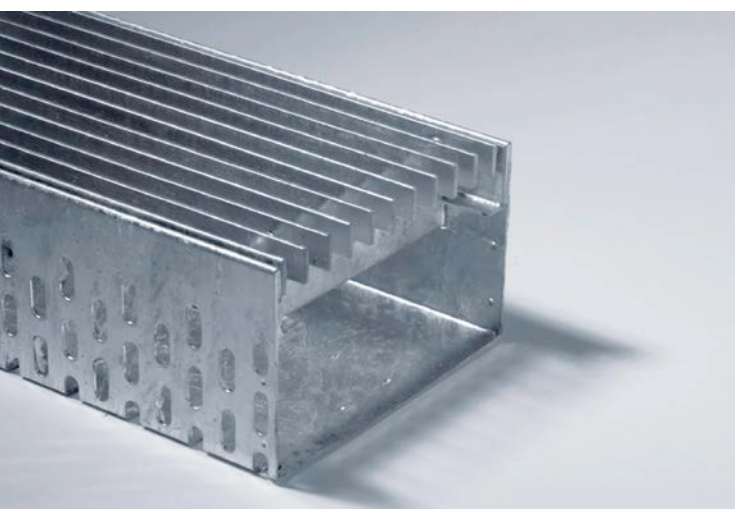
4 | Aansluiting tussen een deur en een dakterras waarvan de vloerbedekking verlijmd is op een gewapende dekvloer.



5 | Aansluiting tussen een deur en een dakterras met tegels op tegeldragers.

	De afdichting loopt zonder onderbreking door onder en achter de dorpel	De afdichting wordt onderbroken onder de dorpel (afwerking met een metalen slab)
Hechtende vloerbedekking	1★ of 0★ ≥ 150 mm	0★ ≥ 150 mm
Niet-hechtende vloerbedekking	2★ ≥ 50 mm ≥ 150 mm	2★ ≥ 50 mm ≥ 150 mm

6 | Traditionele aansluiting tussen een deur en een dakterras met een opstand van 50 of 150 mm.



7 | Voorbeeld van een geperforeerd rooster dat de waterafvoer niet belemmert.

voldoende grote afvoeren en spuwers. Ten slotte is het belangrijk dat de goot op regelmatige tijdstippen onderhouden wordt en dat verstoppingen vermeden worden.

Een dergelijke aanpak vereist dus de nodige zorg en coördinatie, zowel vóór, tijdens als na de uitvoering.

4 De deur naar een balkon

Ook bij balkons kan een goede toegankelijkheid noodzakelijk zijn. Dit geldt met name in zorginstellingen of voor individuele

serviceflats die alleen toegankelijk zijn via galerijen. Hoewel er hieromtrent vooralsnog geen wettelijke verplichtingen bestaan, trachten men – gelet op de vergrijzing van de bevolking – ook voor de balkons van particuliere woningen steeds vaker rekening te houden met het toegankelijkheidsaspect.

Een theoretische afdichtingsopstand⁽¹⁾ van minstens 150 mm blijft bij balkons evenwel aanbevolen om de waterdichtheid te garanderen. Dit geldt vooral wanneer de helling ervan om comfortredenen (bv. om de scheefstand van terrasmeubels te voorkomen) tot een minimum beperkt werd.

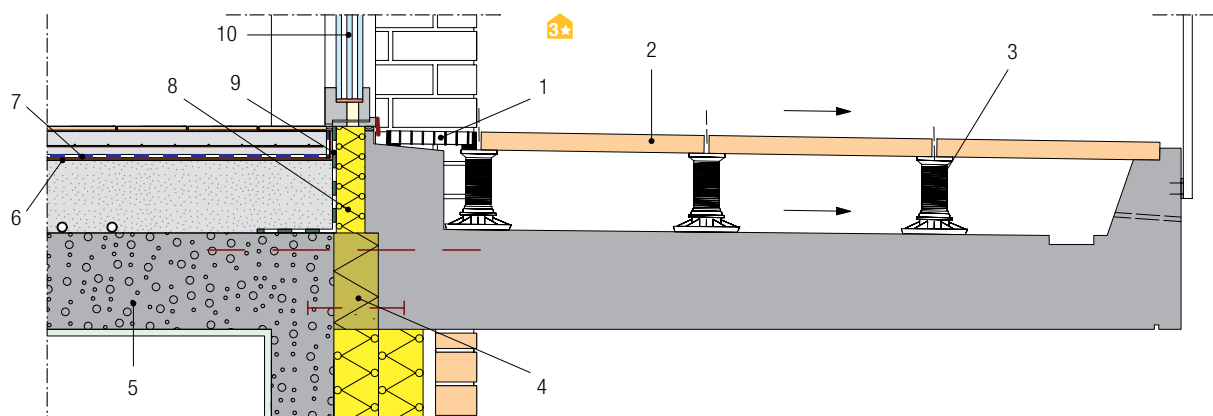
Teneinde een goede toegankelijkheid te bekomen, kan men zijn toevlucht nemen tot een verhoogde vloerafwerking (tegels op tegeldragers, houten terrasbekleding ...) die ter hoogte van de aansluiting met de dorpel een voldoende open structuur moet hebben (bv. via een ingewerkt rooster) om de vlotte afvoer van het regenwater te verzekeren. Verder moet er een voeg met een toereikende breedte (≥ 20 mm) aangebracht worden tussen de eerste tegel en de opstand. Eventuele waterstagnaties kunnen vermeden worden door ter hoogte van de afdichting (of ter hoogte van het beton, wanneer dit laatste als afdichting fungeert) een helling te voorzien die wegleidt van de deur (zie afbeelding 8).

Afwijkingen op deze regel zijn alleen toegestaan wanneer het balkon beschermd wordt tegen neerslag (bv. door middel van een luifel).

De afdichting of de opstand aan de gevelzijde moet bij voorkeur hoger liggen dan de vrije balkonrand, om te voorkomen dat er water in de binnenomgeving zou infiltreren bij een verstopping van de afvoer.

*S. Danschutter, ir.-arch., laboratorium
Duurzame ontwikkeling, en J. Wijnants, ing.,
afdeling Technisch advies, WTCB*

*Dit artikel werd opgesteld in het kader van de
Technologische Dienstverlening Duurzaam bouwen
en duurzame ontwikkeling in het Brussels
Hoofdstedelijk Gewest.*



- | | | | | |
|-------------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|-----------------|
| 1. Rooster | 2. Terrastegel | 3. Tegeldrager | 4. Thermisch-snedeanker | 5. Draagvloer |
| 6. Akoestische isolatie | 7. Plasticfolie | 8. Thermische isolatie | 9. Luchtdichtheidsfolie | 10. Schrijnwerk |

8 | Balkon met een toegankelijke inkom.

⁽¹⁾ De afdichting kan bij uitkragende balkons die geen scheiding vormen tussen de binnen- en de buitenomgeving ook verzekerd worden door het beton. Dit laatste moet dan een opstand van 150 mm vertonen.



Bouwdetails spelen een niet te onderschatten rol in het akoestische ontwerp van gebouwen. Ze hebben immers niet alleen een invloed op de geluidsisolatie ten aanzien van buitengeluiden, maar ook op de geluidsisolatie tussen de ruimten in een gebouw. Dit artikel gaat hier dieper op in en toont aan dat de in de norm vastgelegde comfortniveaus voor akoestische isolatie mits een doordachte keuze en een aangepaste uitwerking van de bouwdetails binnen handbereik liggen.

De invloed van bouwdetails op de akoestische isolatie van gebouwen

1 Lucht- en contactgeluiden

Bij akoestische isolatie moet er in de eerste plaats gekeken worden naar de aard van de geluiden waartegen we ons wensen te isoleren. In functie van de geluidsbron wordt er een onderscheid gemaakt tussen luchtgeluiden en contactgeluiden:

- **luchtgeluiden** ontstaan in de lucht en worden via luchtrillingen doorgegeven aan de gebouwstructuur (bv. stemgeluid, geluiden van radio, televisie en verkeer)
- **contactgeluiden** zijn daarentegen het gevolg van het contact tussen voorwerpen en bouwelementen en veroorzaken een rechtstreekse trilling van de gebouwstructuur (bv. loopgeluid, het geluid van schuivende stoelen of vallende voorwerpen).

Een ander onderscheid kan gemaakt worden al naargelang de geluidsbronnen zich buiten of binnen het gebouw bevinden. We spreken dan respectievelijk van **gevelgeluidsisolatie** (§ 3) en van **geluidstransmissie tussen twee ruimten** (§ 4). Het begrip 'bouwdetail' zal in beide gevallen een verschillende akoestische invulling krijgen.

2 Bouwakoestische normen

In België worden de prestatie-eisen voor de gevelgeluidsisolatie en de lucht- en contactgeluidsisolatie in gebouwen vastgelegd in een aantal normen die onderverdeeld zijn op basis van het gebouwtype. Zo verscheen in 2008 de norm NBN S 01-400-1 die de akoestische criteria voor woongebouwen vastlegt. In 2012 verscheen er een gelijkaardige norm voor schoolgebouwen (NBN S 01-400-2).

Momenteel wordt er gewerkt aan een derde deel (NBN S 01-400-3), waarin de prestatie-eisen voor de overige niet-residentiële

A | Voorbeelden om het onderscheid tussen de begrippen 'luchtdicht' en 'geluidsdicht' te illustreren.

Criterium		Luchtdicht?	
		ja	nee
Geluidsdicht?	ja	siliconenkitvoeg, bepleistering	akoestisch gedempt ventilatierooster
	nee	dunne folie, PUR-op-schuiming	open kier, poreus metselwerk

gebouwtypes opgenomen zullen worden. Vooralsnog dient men er in deze context echter nog steeds de oude normen NBN S 01-400 (1977) en NBN S 01-401 (1987) op na te slaan.

In de norm voor woongebouwen (NBN S 01-400-1) wordt er een onderscheid gemaakt tussen twee comfortniveaus, namelijk een **normaal akoestisch comfort** (NAC) en een **verhoogd akoestisch comfort** (VAC). Het eerste kan beschouwd worden als het minimale kwaliteitsniveau, waarbij minstens 70 % van de gebruikers tevreden zijn met de behaalde lucht- en contactgeluidsisolatie onder een normale geluidsbelasting voor traditionele, zware en steenachtige bouwwijzen (1). Het tweede mikt op een tevredenheid bij meer dan 90 % van de gebruikers (zie [WTCB-Dossier 2012/2.18](#)).

In de volgende delen van de nieuwe normenreeks zal er slechts sprake zijn van één prestatieniveau. De hierin geformuleerde eisen zullen echter wel verscherpt worden telkens als er strengere akoestische randvoorwaarden van toepassing zijn.

3 Gevelgeluidsisolatie

3.1 Gevelbouwdetails

Als we de luchteluidsisolatie tussen een ruimte en de buitenomgeving even onder

de loep nemen, moeten we vaststellen dat het bereikte isolatieniveau sterk beperkt kan worden door de 'akoestisch zwakkere' gevelelementen (bv. vensters, ventilatieopeningen en dakconstructies). In omgevingen met een grotere geluidsbelasting zou er dan ook geopteerd moeten worden voor de akoestisch verbeterde varianten van voornoemde bouwelementen. Naarmate de akoestische prestaties van deze elementen verbeteren, zal ook hun correcte onderlinge aansluiting en hun aansluiting op de rest van de ruwbouw belangrijker worden. Dergelijke aansluitingen kunnen beschouwd worden als lineaire akoestische bouwdetails. Een puntsgewijze ventilatiedoover kan op zijn beurt beschouwd worden als een punctueel akoestisch bouwdetail.

Daar waar slecht uitgevoerde bouwdetails in een energetische context leiden tot bijkomende warmteverliezen of luchtlekken, kunnen ze in een akoestische context resulteren in geluidsdichten. In dit verband is het belangrijk om aan te stippen dat een luchtdichte aansluiting niet noodzakelijk geluidsdicht is en omgekeerd. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de voorbeelden uit tabel A.

3.2 Classificatie van de gevelbouwdetails

De norm NBN S 01-400-1 legt strengere pres-

(1) De prestatie-eisen uit de norm NBN S 01-400-1 laten daarentegen niet toe om een voldoende hoog akoestisch-comfortniveau voor lichte bouwwijzen te garanderen.



tatie-eisen op voor de gevelgeluidsisolatie naarmate de gevelvlakken aan een sterkere geluidsbelasting onderworpen worden. Zo worden er in de norm vier **buitenlawaai-klasse**n beschreven. Het spreekt voor zich dat sommige gevelbouwdetails niet langer toepasbaar zijn als het omgevingslawaai een bepaalde drempelwaarde overstijgt. Het kan met andere woorden nuttig zijn om de verschillende gevelbouwdetails te beoordelen naargelang van hun bruikbaarheid in de voornoemde buitenlawaai-klasse (tabel B). De prestatiebeoordeling **0★** zou in deze context toegekend kunnen worden aan details van gebouwen die aan geen enkele eis moeten voldoen.

3.3 Gevelbouwdetail tussen een venster en een spouwmuur

Bij wijze van voorbeeld stelt afbeelding 1 een verticale doorsnede voor van een thermisch performant gevelbouwdetail, meer bepaald de aansluiting tussen een venster en een spouwmuur.

Indien men voor dit detail echter zou opteren voor een dagkantaftsluiting uit lichte materialen, in combinatie met een lichte, stijve spouwvulling, zou het enkel nog in een buitenlawaai-klasse 1 toegepast kunnen worden.

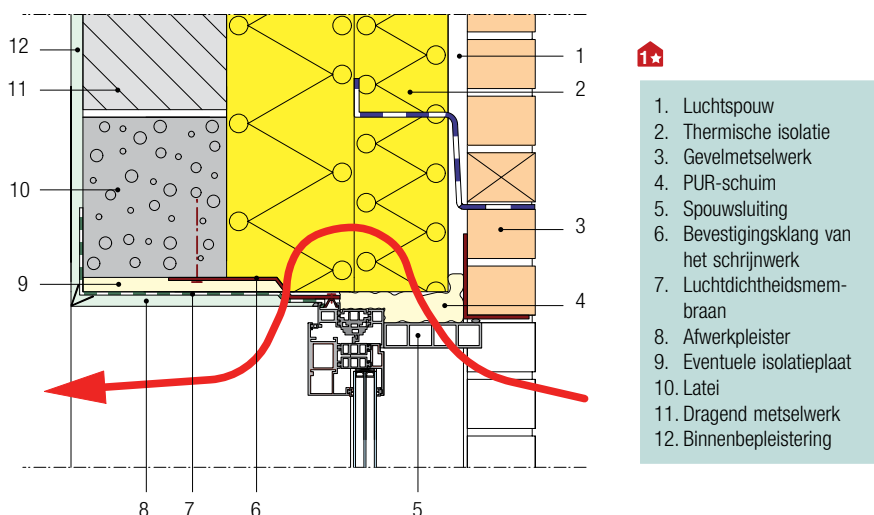
4 Lucht- en contactgeluids-transmissie in gebouwen

4.1 Bouwdetails in gebouwen

In § 1 zagen we dat de trillingen in bouwelementen zowel door luchtgeluidsbronnen als door contactgeluidsbronnen opgewekt kunnen worden. Deze trillingen worden enerzijds door de bouwelementen als waarneembaar geluid naar de naburige ruimten afgestraald. Anderzijds kunnen ze ook via de elementenverbindingen aan de andere bouwelementen doorgegeven worden, die de trillingen wederom naar de andere ruimten van het gebouw kunnen afstralen. Vandaar dat er in bepaalde ruimten geluiden hoorbaar kunnen zijn, die afkomstig zijn van bronnen uit een veel verder afgelegen ruimte. Vanuit een akoestisch oogpunt kunnen de lineaire bouwdetails – waarin er doorgaans twee tot vier verschillende elementen samenkomen – met andere woorden beschouwd worden als ‘verkeerswisselaars’ voor de voortplanting van trillingen doorheen de bouwstructuur.

B | Toepassingsgebied van de bouwdetails in functie van de *in situ* te behalen gevelgeluidsisolatie om in een woonkamer, die slechts aan één zijde blootgesteld wordt aan buitenlawaai, te kunnen voldoen aan een normaal akoestisch comfort (NBN S 01-400-1).

Buitenlawaai-klasse	Beschrijving	Minimale gevelgeluidsisolatie (NAC)
1	Rustige landelijke wegen, rustige verkavelingen met plaatselijk verkeer of stadsstraten met beperkt plaatselijk verkeer	$D_{Atr} \geq 26$ dB 1★
2	Geasfalteerde stadsstraten met normaal verkeer, met één rijstrook per rijrichting	$D_{Atr} \geq 31$ dB 2★
3	Druk traagrijdend verkeer	$D_{Atr} \geq 36$ dB 3★
4	Stadsstraten met zeer intens verkeer, drukke wegen met een betonnen wegdek, nationale wegen, invalswegen naar grotere steden en verbindingswegen met regelmatig zwaar verkeer naar industrieterreinen	$D_{Atr} \geq 43$ dB 4★



1 | Thermisch performante aansluiting tussen een venster en een spouwmuur. De rode pijl geeft het mogelijke geluidslek weer.

4.2 Directe en indirecte geluidstransmissie

Bij de lucht- en contactgeluidstransmissie tussen twee aangrenzende ruimten wordt er vaak – ten onrechte – alleen maar gedacht aan de directe transmissie van geluiden via de gemene wand of vloer. Het geluid kan evenwel ook via andere indirecte transmissiewegen naar de aangrenzende ruimte doordringen. Het aandeel van de indirecte transmissie in de totale geluidstransmissie neemt toe naarmate de directe geluidsisolatie van de scheidingsconstructie groter wordt. De indirecte transmissie zal in voorkomend geval dus bepalend zijn voor de maximaal haalbare geluidsisolatie *in situ*.

Indirecte geluidstransmissie kan niet alleen gebeuren via een trillingsoverdracht van het ene bouwelement naar het andere (d.i. **flankerende geluidstransmissie**), maar ook via **omloopgeluid** (d.i. de overdracht van geluiden via aangrenzende ruimten, de buitenomgeving of het ventilatiesysteem) (zie hiervoor **WTCB-Dossier 2013/3.16**). Deze laatste problematiek komt in dit artikel echter niet verder aan bod.

De hoeveelheid trillingen die proportioneel doorgegeven wordt in het geval van een flankerende geluidstransmissie is ondermeer afhankelijk van het type bouwdetail (T-, kruis- of hoekverbinding) en de massaverhoudingen van de bouwdeelen die hierin samenkomen. In

de normenreeks NBN EN 12354-1 tot -5 zijn er rekenmodellen voor deze complexe materie terug te vinden. De flankerende geluidstransmissie zal in veel gevallen kleiner worden naarmate de betrokken bouwelementen zwaarder zijn.

De meeste flankerende geluidstransmissiewegen kunnen grotendeels uitgeschakeld worden door de bouwelementen ter hoogte van de bouwdetails via een trillingsnede te ontkoppelen. De flankerende geluidstransmissie kan eveneens beperkt worden door de plaatsing van een ontkoppelde voorzetconstructie vóór het betrokken bouwelement aan de zend- en/of de ontvangstzijde. Verder in dit artikel worden beide strategieën uitvoeriger beschreven.

4.3 Luchtgeluidstransmissie

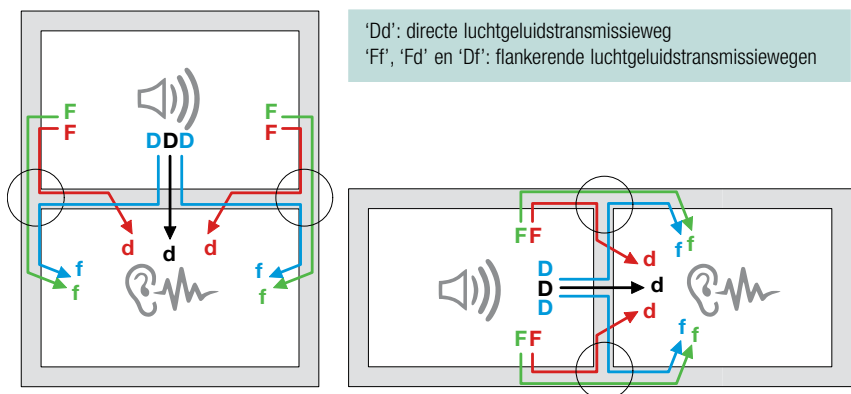
Bij directe luchtgeluidstransmissie tussen twee aangrenzende ruimten zorgen de geluidsgolven ervoor dat de scheidingsconstructie (vloer of wand) aan de zenzijde aan het trillen gebracht wordt. De scheidingsconstructie zorgt er op haar beurt voor dat de trillingen opnieuw als geluid afgestraald worden aan de ontvangstzijde. In afbeelding 2 wordt deze **directe transmissieweg** aangeduid door de zwarte pijl en de letters 'Dd'.

De **flankerende transmissiewegen** tussen twee aangrenzende ruimten worden in afbeelding 2 aangeduid met behulp van gekleurde pijlen in de twee zichtbare bouwdetails van iedere doorsnede. Teneinde de geluidstransmissiewegen duidelijk te kunnen beschrijven, worden de wanden aan de zenzijde aangeduid met een hoofdletter en deze aan de ontvangstzijde met een kleine letter. De scheidingselementen worden benoemd met de letters 'D' en 'd', de flankerende wanden of vloeren met de letters 'F' en 'f'.

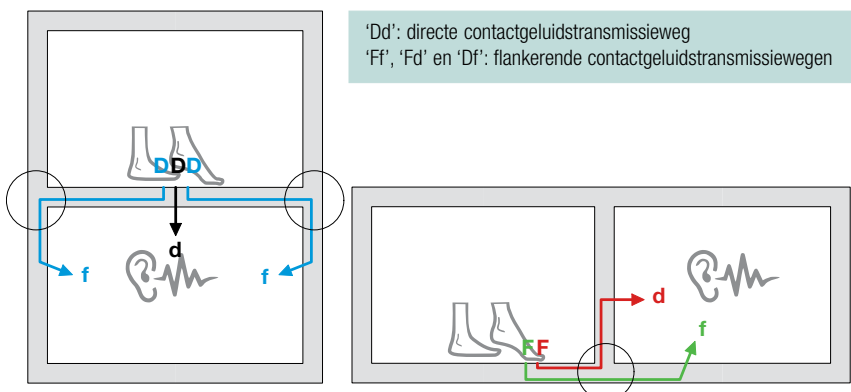
Voor een ruimte die begrensd wordt door vier wanden (meer bepaald twee muren, een plafond en een vloerplaat) die doorlopen naar de aangrenzende ruimte, ontstaan er bijgevolg 12 flankerende luchtgeluidstransmissiewegen (drie transmissiewegen per bouwdetail: 'Ff', 'Fd' en 'Df') en één directe luchtgeluidstransmissieweg ('Dd').

4.4 Contactgeluidstransmissie

Bij contactgeluidstransmissie worden de bouwelementen (vloeren, trappen) recht-



2 | Luchtgeluidstransmissiewegen in verticale (links) en horizontale richting (rechts). Het luchtgeluid dringt door naar de aangrenzende ruimte via de directe transmissieweg ('Dd'), maar ook via 12 flankerende transmissiewegen (drie per bouwdetail). Op deze afbeelding zijn er per richting telkens maar twee bouwdetails voorgesteld.



3 | Contactgeluidstransmissiewegen tussen twee boven (links) en twee naast (rechts) elkaar gelegen ruimten. Bij de boven elkaar gelegen ruimten zijn er behalve de directe transmissieweg ('Dd') ook nog maximaal vier flankerende transmissiewegen ('Df') (één per bouwdetail). Op deze afbeelding worden er slechts twee van de vier bouwdetails voorgesteld. Bij de naast elkaar gelegen ruimten zijn er alleen twee flankerende transmissiewegen ('Fd' en 'Ff').

streeks aan het trillen gebracht. Bij boven elkaar gelegen ruimten worden deze trillingen niet alleen afgestraald door de plafondplaat (**directe contactgeluidstransmissie**), maar ook door alle wanden die in contact staan met de plafondplaat. Deze **flankerende contactgeluidstransmissie** naar de onderliggende ruimte komt per bouwdetail slechts via één enkele transmissieweg tot stand: namelijk via de weg 'Df' van de vloerplaat naar de dragende wand. Bij een vierzijdig opgelegde vloerplaat leidt dit tot maximaal vier flankerende transmissiewegen. Dit betekent echter geenszins dat de flankerende contactgeluidstransmissie verwaarloosbaar zou zijn. Doordat de trillingen rechtstreeks in de vloerstructuur geïnjecteerd worden, zal de grootteorde ervan immers enkele malen groter zijn dan bij een luchtgeluidstransmissie. De plaatsing van een verlaagd plafond alleen zal daarom niet volstaan om een toereikend akoestisch comfort te bekomen. Alle appar-

tementsvloeren moeten bijgevolg uitgerust worden met een voldoende zware zwevende dekvloer die rust op een laag met toereikende trillingsdempende eigenschappen. Zoals blijkt uit afbeelding 3, is dit een efficiënte maatregel om zowel de directe als de flankerende geluidstransmissie aan de bron gevoelig te verminderen. De plaatsing van de zwevende dekvloer dient uiterst zorgvuldig te gebeuren, aangezien deze ook een cruciale rol te spelen heeft in het verhaal van de luchtgeluidsisolatie (zie [WTCB-Dossier 2009/3.15](#)).

Tussen twee naast elkaar gelegen ruimten is er slechts één relevant bouwdetail (namelijk de intersectie tussen de gemene muur en de vloerplaat) en kan men in totaal slechts twee flankerende contactgeluidstransmissiewegen onderscheiden, namelijk 'Ff' en 'Fd'. Bij een onzorgvuldige uitvoering van de zwevende dekvloer, zal het verhoopte akoestische comfort echter ook hier meestal niet bereikt worden.



4.5 Sleutelrol van bouwdetails in akoestische bouwconcepten

Om te komen tot een goede geluidsisolatie tussen twee ruimten volstaat het niet om louter en alleen maar een optimaal geïsoleerde gemene muur of vloer te voorzien. Er moet ook nagedacht worden over de flankerende geluidstransmissiewegen. De geluidsisolatie *in situ* kan **berekend** worden aan de hand van de normen NBN EN 12354-1 en -2 en op basis van de in het laboratorium bepaalde producteigenschappen van de samenstellende elementen van de constructie. Dit is een vrij complex proces dat nog niet toepasbaar is op alle types bouwdetails en waarvoor er een doorgedreven akoestische kennis vereist is.

Als alternatief voor deze berekeningen zou men eveneens zijn toevlucht kunnen nemen tot de ‘robust details’-aanpak (voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de desbetreffende TV die momenteel in voorbereiding is). Het gaat hier om **bouwconcepten** die ontwikkeld werden voor de woningbouw en gebaseerd zijn op courante bouwwijzen, waarbij er technische eisen aan de bouwdelen opgelegd worden zodat men het vereiste comfortniveau (NAC of VAC) kan behalen op basis van veilige berekeningen. De bouwconcepten maken gebruik van specifieke bouwelementen en uitvoeringsdetails (bv. funderingen, zwevende vloeren, dakaansluitingsdetails).

4.6 Invloed van bouwdetails op de geluidsisolatie tussen appartementen

In tabel C (pp. 22-23) wordt de invloed van de uitwerking van de bouwdetails ‘vloerscheidingswand’, ‘vloer-dragende muren’ en ‘dragende muren-scheidingswand’ op het te verwachten akoestische-comfortniveau voor verschillende appartementconcepten onderzocht. Zowel de horizontale als de verticale geluidsisolatie ten aanzien van lucht- en contactgeluiden wordt hierbij geanalyseerd.

In tabel D worden er een aantal voorbeelden van materialen opgegeven waarmee het mogelijk is om de in tabel C vermelde minimale oppervlaktemassa's te bereiken.

Tabel E herneemt de eisen uit de norm NBN S 01-400-1 die toelaten om te voldoen aan de prestatiecriteria voor een normaal en een verhoogd akoestisch comfort tussen appartementen (WTCB-Dossier 2012/2.18).

D | Voorbeelden van materialen waarmee het mogelijk is om de in tabel C vermelde minimale oppervlaktemassa's te bereiken (*).

Minimale oppervlaktemassa	Mogelijk materiaal
700 kg/m ²	30 cm gewapend beton
600 kg/m ²	26 cm gewapend beton
500 kg/m ²	22 cm gewapend beton
400 kg/m ²	17 cm gewapend beton
370 kg/m ²	21 cm kalkzandsteenelementen
300 kg/m ²	13 cm gewapend beton
260 kg/m ²	15 cm kalkzandsteenelementen / 14 cm zware volle betonblokken
200 kg/m ²	15 cm lichte kalkzandsteenblokken / 14 cm zware holle betonblokken
160 kg/m ²	14 cm zware snelbouwsteen / 10 cm zware kalkzandsteenblokken
125 kg/m ²	14 cm snelbouwsteen

(*) Voor de scheidingsdeelwanden en dragende wanden wordt er uitgegaan van de veronderstelling dat er ook steeds een pleisterlaag aanwezig is.

E | Prestatiecriteria voor een normaal en een verhoogd akoestisch comfort tussen appartementen volgens de norm NBN S 01-400-1.

Zendruimte buiten de woning	Ontvangstruimte binnen de woning	Normaal akoestisch comfort (NAC)	Verhoogd akoestisch comfort (VAC)
Elke ruimte	Elke ruimte behalve een technische ruimte of een inkomhal	- Luchtgeluidsisolatie: $D_{nT,w} \geq 54$ dB - Contactgeluidsisolatie: $L'_{nT,w} \leq 54$ dB (*)	- Luchtgeluidsisolatie: $D_{nT,w} \geq 58$ dB - Contactgeluidsisolatie: $L'_{nT,w} \leq 50$ dB

(*) Indien de ontvangstruimte geen slaapkamer is of indien zowel de zend- als de ontvangstruimte een slaapkamer is, mag deze waarde verhoogd worden tot 58 dB.

Akoestische classificatie van bouwdetails

Hoewel een akoestische classificatie van bouwdetails (bv. op basis van de trillingsverzwakkingsindex K_f ; zie hiervoor de normen NBN EN 12354-1 tot -5) wel degelijk mogelijk is, is dit in feite slechts weinig zinvol, aangezien het geluidsisolatie-niveau tussen twee ruimten steeds bepaald wordt door meerdere bouwdetails tegelijkertijd.

Een rangschikking van verschillende bouwconcepten op basis van het tevredenheidspercentage van de bewoners kan daarentegen wel nuttig zijn. Uit de psycho-akoestische studies die aan de basis liggen van het ontwerp van de NBN S 01-400-1 is immers gebleken dat het aantal tevredenen met circa 5 % stijgt telkens wanneer de geluidsisolatie met 1 dB toeneemt. Dit verklaart meteen waarom het verschil in prestatie-eis tussen een normaal (NAC / 2★ / 70 % tevredenen) en een verhoogd akoestisch comfort (VAC / 3★ / 90 % tevredenen) 4 dB bedraagt.

Als er geen prestatie-eisen vooropgesteld worden (bv. bij een renovatie zonder bouwdoos), zou men bijgevolg de beoordeling 1★ kunnen toekennen aan een lucht- en contactgeluidsisolatie-niveau dat 4 dB lager ligt dan het normale akoestische comfort (NAC - 4 dB / 1★). Naar analogie hiermee zou men de beoordeling 4★ kunnen toekennen aan een lucht- en contactgeluidsisolatie-niveau dat 4 dB hoger ligt dan het verhoogde akoestische comfort (VAC + 4 dB / 4★). Dit extreem hoge isolatieniveau treft men uitsluitend aan in zeer specifieke situaties (bv. opnamestudio's, concertzalen ...). Een detail met de beoordeling 0★ zou voorbehouden kunnen worden voor gebouwen waarbij de akoestische isolatie geen prioritair criterium is.



C | Invloed van de uitwerking van de bouwdetails 'vloer-scheidingswand', 'vloer-dragende muren' en 'dragende muren-scheidingswand' op het akoestische-comfortniveau voor verschillende appartementconcepten. De pijlen geven de belangrijkste luchtgeluidstransmissiewegen weer.

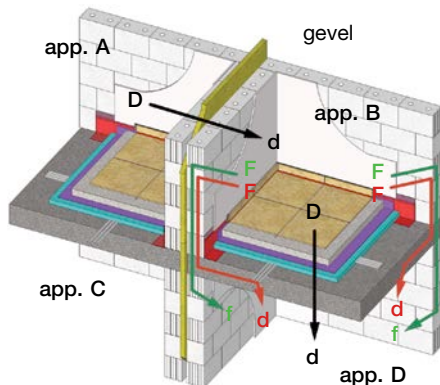
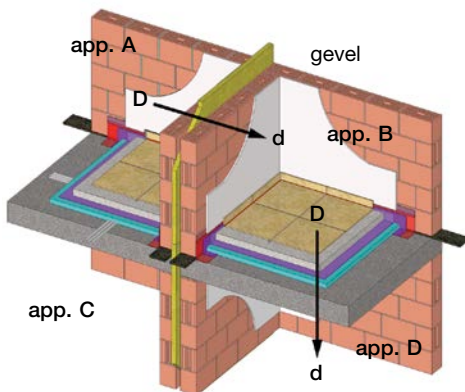
Beschouwd appartementconcept		Beoogd akoestisch-comfortniveau		
		Normaal akoestisch comfort (NAC)		Verhoogd akoestisch comfort (VAC)
		2★		3★
		Minimale oppervlakttemassa [kg/m²]		
Vertreksituatie	Gietbouw	Draagvloer	400	500
		Gemene muur	500	600
		Dragende muren	300	400
		- Vermits er geluidsoverdracht kan optreden via vrijwel alle flankerende transmissiewegen, zal het bereikte geluidsisolatie-niveau eerder beperkt zijn. Bovendien is dit concept niet aan te bevelen vanuit een thermisch oogpunt: de U-waarde van de scheidingswand moet immers beperkt blijven tot 1 W/m²K. - Dit betekent dat men ofwel moet gebruikmaken van voorzetconstructies, dan wel van geïsoleerde spouwmuuren (thermisch isolerende steenachtige poreuze materialen blijken namelijk te licht om te kunnen beantwoorden aan de akoestische eisen).		

Beschouwd appartementconcept		Beoogd akoestisch-comfortniveau			
		Normaal akoestisch comfort (NAC)		Verhoogd akoestisch comfort (VAC)	
		2★		3★	
		Minimale oppervlakttemassa [kg/m²]			
Oplossingen waarbij de vloerplaat blijft doorlopen	Voorzetwand vóór een gemene muur (zie WTCB-Dossier 2014/3.13)	Draagvloer	400	500	600
		Scheidingsdeelwand (zonder voorzetwand) en dragende wanden	160	370	260
		- In horizontale richting zijn de flankerende transmissiewegen via het T-muurdetail ofwel onderbroken, ofwel afgeschermd door de voorzetwand van de gemene muur. In dit geval zijn het echter de flankerende transmissiewegen via de plafondpaat ‘FP’ en ‘DF’ die bepalend zijn voor de bereikte geluidsisolatie. - In verticale richting wordt de geluidsisolatie bepaald door de directe geluidstransmissieweg ‘Dd’ en de flankerende geluidstransmissiewegen ‘Ff’ en ‘Fd’.			

Oplossingen waarbij de vloerplaat blijft doorlopen	Akoestische muurstroken boven en onder de dragende wanden	Draagvloer	400	500
		Scheidingsdeelwand (één enkel blad) en dragende wanden	125	125
		- In horizontale richting wordt de geluidsisolatie hoofdzakelijk bepaald door de flankerende transmissieweg via de plafondpaat (‘FP’). - In verticale richting wordt de geluidsisolatie bepaald door de directe geluidstransmissie via de vloer ‘Dd’, gelet op het feit dat alle flankerende transmissiewegen onderbroken zijn.		



C | Invloed van de uitwerking van de bouwdetails 'vloer-scheidingswand', 'vloer-dragende muren' en 'dragende muren-scheidingswand' op het akoestische-comfortniveau voor verschillende appartementconcepten. De pijlen geven de belangrijkste luchtgeluidstransmissiewegen weer (vervolg).

Beschouwd appartementconcept		Beoogd akoestisch-comfortniveau					
		Normaal akoestisch comfort (NAC) 2★		Verhoogd akoestisch comfort (VAC) 3★			
		Minimale oppervlaktemassa [kg/m²]					
Oplossingen met onderbroken vloerplaten en ankerloze spouwmuren	Ankerloze spouwmuur en zware dragende wanden		Draagvloer	500	600	600	700
			Scheidingsdeelwand (één enkel blad) en dragende wanden	160	125	200	160
		- In horizontale richting treedt er nauwelijks of geen flankerende geluidstransmissie op, waardoor men een hoog geluidsisolatie-niveau kan behalen. - In verticale richting wordt de geluidsisolatie bepaald door de directe geluidstransmissie 'Dd' via de vloer en de flankerende geluidstransmissiewegen 'FF' en 'Fd'.					
Oplossingen met onderbroken vloerplaten en halfzware wanden op akoestische muurstroken	Ankerloze spouwmuur en halfzware wanden op akoestische muurstroken		Draagvloer	300	400	500	600
			Scheidingsdeelwand (één enkel blad) en dragende wanden	160	125	160	125
		- In horizontale richting treedt er nauwelijks of geen flankerende geluidstransmissie op, waardoor men een hoog geluidsisolatie-niveau kan behalen. - In verticale richting werden de flankerende geluidstransmissiewegen 'FF' en 'Fd' onderbroken, waardoor de geluidsisolatie dus voornamelijk bepaald zal worden door de directe geluidstransmissieweg 'Dd'.					

Een performante zwevende dekvloer is steeds noodzakelijk om de contactgeluidsisolatie-vereisten te kunnen naleven. Voor de desbetreffende uitvoeringsrichtlijnen en bijkomende technische vereisten verwijzen we naar de toekomstige TV over dit onderwerp, waarin er ook nog andere bouwconcepten aan bod zullen komen (o.a. voor lichte bouwwijzen, zie [WTCB-Dossier 2014/2.13](#)).

voor de vloeren, plafonds en/of wanden vaak een beroep doet op voorzetssystemen. Deze kunnen een aanzienlijke invloed hebben op het akoestische gedrag van de bouwdetails.

Om alle comfortcategorieën te kunnen illustreren, wordt er in tabel F (p. 24) uitgegaan van een basisstructuur, bestaande

uit een draagvloer en wanden met een oppervlaktemassa van 300 kg/m², waaraan achtereenvolgens een zwevende dekvloer ($\Delta L_w = 24$ dB, $\Delta R_w = 7$ dB), een verlaagd plafond ($\Delta R_w = 12$ dB) en één of meerdere voorzetwanden ($\Delta R_w = 12$ dB) toegevoegd worden, totdat men uiteindelijk een doos-in-doosconstructie bekomt. ■

4.7 Impact van voorzetconstructies bij akoestische renovaties

De vervanging van de dragende bouwelementen blijkt meestal te omslachtig te zijn bij een renovatie. Vandaar dat men in deze situatie

L. De Geetere, dr. ir., B. Ingelaere, ir.-arch., en M. Géhu, ing., afdeling Akoestiek, WTCB

Artikel opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Akoestiek (met de steun van de FOD Economie), de Technologische Dienstverlening Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling (gesubsidieerd door InnovIRIS) en de Technologische Dienstverlening Matériaux et techniques de construction durables (gesubsidieerd door de Service public de Wallonie).



F | Impact van voorzetconstructies op de lucht- en contactgeluidsisolatie tussen boven en naast elkaar gelegen appartementen. Naast de behaalde comfortcategorie worden eveneens de marges ten opzichte van de drempelwaarden voor een normaal en een verhoogd akoestisch comfort vermeld. In elke tekening worden tevens de aard van de geluidsbron (symbool) en de bijhorende transmissieweg (rode pijl) aangeduid die bepalend zijn voor het uiteindelijke comfortniveau.

	Schematische voorstelling	Opbouw	Beoordeling	Marge
1		Basisstructuur, bestaande uit een draagvloer en wanden met een oppervlaktemassa van 300 kg/m²	0★	NAC - 25 dB
2		De basisstructuur uit 1, aangevuld met een zwevende dekvloer	1★	NAC - 3 dB
3		De constructie uit 2, aangevuld met een verlaagd plafond	1★	NAC - 3 dB
4		De constructie uit 3, met voorzetwanden vóór de scheidingswand	2★	NAC + 3 dB
5		De constructie uit 4, met voorzetwanden vóór de kopse wanden van de bovenste verdieping	3★	VAC
6		De constructie uit 4, met voorzetwanden vóór de kopse wanden van beide verdiepingen	4★	VAC + 6 dB



De brandreglementering oefent een belangrijke invloed uit op de opvatting en de uitvoering van diverse details en aansluitingen in gebouwen. Om brandoverslag via gevels te voorkomen, dient men bijvoorbeeld van bij het ontwerp een aantal weldoordachte keuzes te maken. Doorboringen doorheen brandwerende wanden moeten op hun beurt brandwerend afgedicht worden. Ook de uitvoering van compartimentswanden dient met de nodige zorg te gebeuren. Hoewel er in de wetgeving nog verschillende andere belangrijke eisen opgenomen zijn, zullen we ons in dit artikel beperken tot de drie voornoemde aspecten.

Brandveiligheid van details en aansluitingen in gebouwen

Het Koninklijk Besluit tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing ⁽¹⁾ van 7 juli 1994 en zijn wijzigingen ⁽²⁾ leggen de brandveiligheidseisen vast waaraan nieuwe gebouwen moeten voldoen. Bij dit Koninklijk Besluit horen zeven bijlagen, waaronder bijlage 2 voor lage gebouwen ($h < 10$ m), bijlage 3 voor middelhoge gebouwen ($10 \text{ m} \leq h \leq 25$ m), bijlage 4 voor hoge gebouwen ($h > 25$ m) en bijlage 6 die specifiek is voor industriële gebouwen.

De meest recente herziening van de Basisnormen (in voege sinds 1 december 2012) zorgde voor enkele belangrijke wijzigingen in de Belgische reglementering. Zo worden de brandweerstandseisen voortaan uitgedrukt volgens de Europese klassen (REI ⁽³⁾), terwijl de oude Belgische classificatie (RF) niet langer van toepassing is en na een overgangsperiode van 4 jaar zal verdwijnen.

De Basisnormen zijn van toepassing op alle nieuwe gebouwen, met uitzondering van eengezinswoningen ⁽⁴⁾. Renovaties vallen daarentegen buiten het toepassingsdomein ervan, al zullen de brandweerdiensten voor de beoordeling van de brandveiligheid wel overwegend hiernaar teruggrijpen.

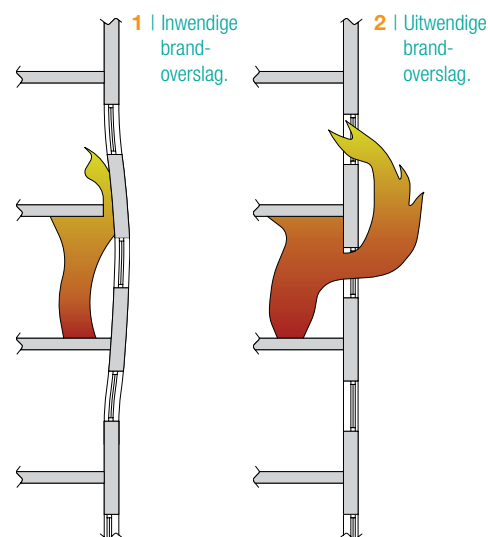
Daarnaast kunnen de Gewesten, de Gemeenschappen en de Federale Overheidsdiensten (FOD) bijkomende teksten uitvaardigen die voornoemd Koninklijk Besluit aanvullen teneinde rekening te houden met het specifieke karakter van bepaalde gebouwen. De voorschriften uit de Basisnormen, de regelgeving en de geldende teksten kunnen geraadpleegd worden via de websites van de Normen-Antenne Brandpreventie (www.normen.be/brand) en de FOD Binnenlandse Zaken (www.besafe.be).

1 Brandoverslag via gevels

1.1 Reglementering

In § 3.5 van de bijlagen 2, 3 en 4 van de Basisnormen zijn de maatregelen opgenomen die getroffen moeten worden om inwendige en uitwendige brandoverslag te voorkomen (zie afbeeldingen 1 en 2).

Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen enkelwandige en dubbelwandige gevels ⁽⁵⁾. In dit artikel gaan we enkel dieper in op eerstgenoemd geveltype. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om spouwmuren, ETICS,



voorhangpanelen bij skeletstructuren en gordijngelvels (zie [WTCB-Dossier 2013/3.8](#)).

Om het risico op inwendige brandoverslag te beperken, moet de aansluitingsvoeg tussen de compartimentsvloer en de gevel minstens voldoen aan de eisen uit tabel A. Bij een traditionele ruwbouwconstructie die opgebouwd is uit dragend metselwerk en

A | Eisen voor de aansluitingsvoeg tussen de compartimentsvloer en de gevel.

Type gebouw	Eis voor de aansluitingsvoeg
Laag gebouw ($h < 10$ m)	El 60, behalve indien de breedte van de lineaire voeg kleiner is dan of gelijk is aan 20 mm
Middelhoog gebouw ($10 \leq h \leq 25$ m)	El 60
Hoog gebouw ($h > 25$ m)	El 60 (*)

(*) Het Koninklijk Besluit 'Basisnormen' van 2012 vereist voor deze voeg een brandweerstand van El 120. Omdat het vlamdichte element in de gevel de vlamdichtheid slechts gedurende 60 minuten moet garanderen, is het mogelijk dat dit element reeds na 60 minuten bezwijkt. Het heeft bijgevolg slechts weinig zin om strengere eisen op te leggen aan de voeg die aansluit op het vlamdichte gevelelement. In een volgende herziening van de Basisnormen zal deze eis dan ook wellicht aangepast worden naar El 60.

⁽¹⁾ In het voorliggende artikel wordt dit Koninklijk Besluit kortweg aangeduid als de Basisnormen.

⁽²⁾ De Koninklijke Besluiten van 19/12/1997, 04/04/2003, 13/06/2007, 01/03/2009 en 12/07/2012.

⁽³⁾ Waarbij R staat voor het criterium 'stabiliteit', E voor het criterium 'vlamdichtheid' en I voor het criterium 'thermische isolatie'.

⁽⁴⁾ Een eengezinswoning wordt beschouwd als een afzonderlijk gebouw dat hoofdzakelijk bestemd is voor de huisvesting van één gezin.

⁽⁵⁾ De term 'dubbelwandige gevels' moet hier verstaan worden als 'dubbele-huidgevels'.

betonnen vloerplaten, is de brandweerstand ter hoogte van de aansluitingsvoeg sowieso verzekerd. Bij gordijngedvels en voorhanggedvels (skeletbouw) die bevestigd worden aan een discontinue draagstructuur, is het daarentegen van groot belang dat deze voeg correct afgedicht wordt.

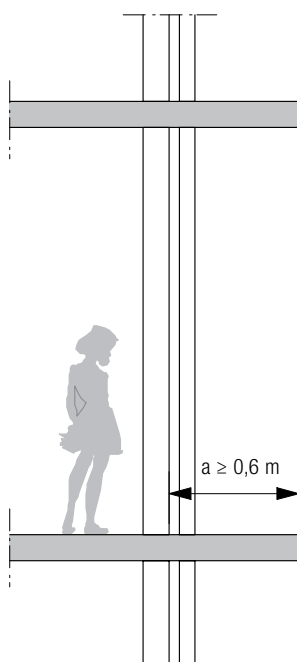
Voor lage gebouwen zijn er in de Basisnormen geen eisen opgenomen om het risico op uitwendige brandoverslag tegen te gaan. Omwille van de beperkte gebouwhoogte (≤ 10 m) doen er zich bij de brandweerstand en de evacuatie van de bewoners in de regel immers slechts weinig problemen voor, waardoor de bevoegde instanties specifieke maatregelen overbodig achten.

Voor middelhoge en hoge gebouwen zijn er wel eisen opgenomen om het risico op uitwendige brandoverslag binnen de perken te houden. Om hieraan te kunnen voldoen, wordt er doorgegaan teruggegrepen naar gevelelementen waarvan de vlamdichtheid (E) gedurende 60 minuten verzekerd is. Deze elementen kunnen op verschillende manieren uitgevoerd worden. Zo kan men gebruikmaken van een vlamdichte horizontale oversteek met een minimale lengte van 0,6 m (zie afbeelding 3) of van een vlamdicht element (bestaande uit een latei en/of een borstwering) dat in het gevelvlak gelegen is (zie afbeelding 4) en waarvan de ontwikkelde lengte ($a + b + c + d$) groter is dan of gelijk is aan 1 m.

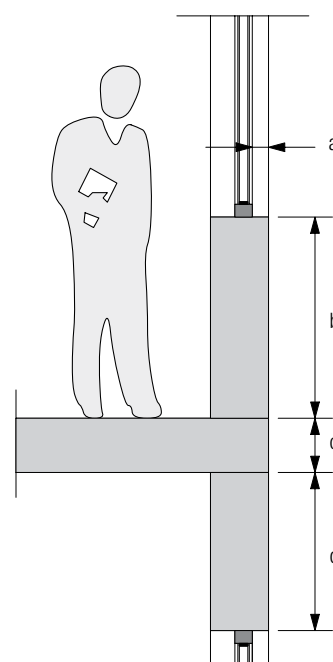
We willen eraan herinneren dat gevelbekledingen moeten beantwoorden aan de brandreactieklasse D-s3, d1 voor lage gebouwen en B-s3, d1 voor middelhoge en hoge gebouwen ⁽⁶⁾. Het betreft hier een brandreactieklasse voor de uiteindelijke gebruiksvoorwaarden, d.w.z. met inbegrip van de onderliggende lagen (isolatie, panelen ...). Voor industriële gebouwen (bijlage 6 van de Basisnormen) worden er geen eisen gesteld met betrekking tot de brandreactie van de gevelbekleding.

1.2 Verticaal vlamdicht gevelelement

Bij een traditionele spouwmuurconstructie moet men er enerzijds voor zorgen dat de vlamdichtheid in het gevelmetselwerk verzekerd is over een minimale ontwikkelde lengte van 1 m. Anderzijds dient men erop



3 | Vlamdicht bouwelement (E 60), gerealiseerd met een horizontale oversteek van minstens 0,6 m.

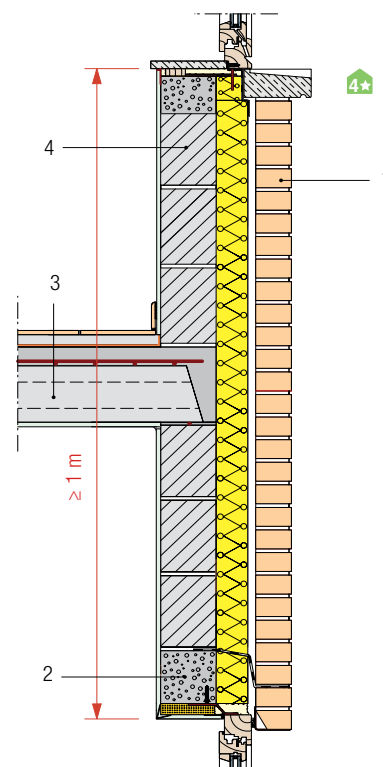


4 | Plaatsing van een vlamdicht element (E 60) in het gevelvlak waarvan de ontwikkelde lengte groter is dan of gelijk is aan 1 m.

toe te zien dat de som 'hoogte van de latei (d.w.z. het deel van het metselwerk dat zich boven het schrijnwerk bevindt) + hoogte van de borstwering + dikte van de compartimentsvloer' groter is dan of gelijk is aan 1 m. We merken op dat de afmetingen van één van deze componenten gelijk mogen zijn aan 0.

In afbeelding 5 wordt op schematische wijze aangegeven hoe men bij een traditionele spouwmuurconstructie uit gevelmetselwerk en betonnen draagelementen een vlamdicht gevelelement van E 60 kan verkrijgen.

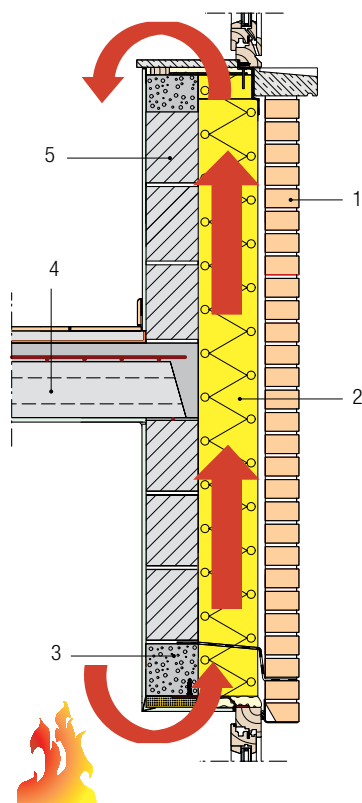
Als gevolg van de gestage verstrenging van de thermische regelgeving nemen de isolatiediktes in de gevel alsmaar toe. Dit leidt ertoe dat het buitenschrijnwerk steeds verder uit het vlak van het dragende metselwerk geplaatst wordt. Hierdoor bestaat het risico dat een eventuele brand zich – ondanks de aanwezigheid in het gevelmetselwerk van een vlamdicht element met een lengte van 1 m – alsnog via de spouwmuur naar het bovenliggende compartiment kan voortplanten. In de wetgeving is er voorlopig echter nog geen eis opgenomen die toelaat om de brandoverslag via de spouwmuurisolatie (zie afbeelding 6, p. 27), de isolatie van



- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1. Gevelmetselwerk | 2. Latei |
| 3. Compartimentsvloer | 4. Borstwering |

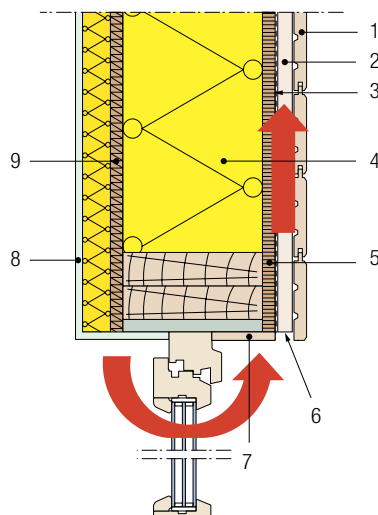
5 | Realisatie van een vlamdicht gevelelement van E 60 in een traditionele spouwmuurconstructie uit gevelmetselwerk en betonnen draagelementen.

⁽⁶⁾ Voor meer informatie over de verschillende brandreactieklassen verwijzen we naar het artikel 'Europese testmethoden en classificatie van de brandreactie van bouwproducten. Deel 1: overzicht en stand van zaken' uit het WTCB-Tijdschrift 2003/2.



6 | Risico op brandoverslag via de spouwmuurisolatie.

een ETICS-systeem of de spouw van een geventileerde gevelbekleding (zie afbeelding 7) te beperken. Een werkgroep van de FOD Binnenlandse Zaken legt zich hier momenteel wel op toe.



7 | Risico op brandoverslag via de spouw van een geventileerde gevelbekleding.

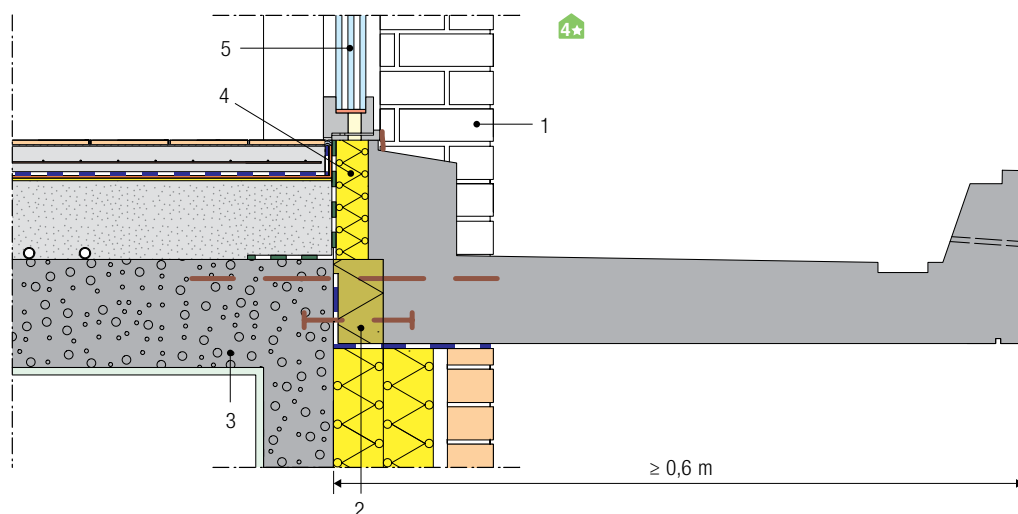
Om brandoverslag via de gevelisolatie te voorkomen, zou men in welbepaalde zones (bv. rondom de openingen) een aantal *fire-stops* (o.a. uit een onbrandbaar isolatiemateriaal met een minimale brandreactieklasse A2-s1, d0) kunnen voorzien. Een andere mogelijkheid zou erin kunnen bestaan om de spouw af te sluiten met behulp van een dunne metalen slabbe. Een dergelijke aanpak is vanuit een thermisch oogpunt minder aangewezen, omdat er door deze manieren werken een lineaire koudebrug ontstaat.

1.3 Horizontaal vlamdicht gevelelement

In de praktijk worden er ook vaak balkons gebruikt om uitwendige brandoverslag te voorkomen. Omdat dergelijke uitkragende betonnen balkons gewoonlijk een koudebrug vormen, worden ze bij verwarmde gebouwen dikwijls uitgevoerd met een thermische snede (zie afbeelding 8) om aan de thermische regelgeving te voldoen. Deze snede wordt doorgaans gerealiseerd met behulp van stijve, brandbare isolatieplaten, die in principe niet in staat zijn om de vlamdichtheid gedurende 60 minuten te verzekeren.

Naargelang van de specifieke situatie zal men dus bijkomende maatregelen moeten treffen om de vlamdichtheid te verwezenlijken. Er zijn immers verschillende parameters die het risico op brandoverslag kunnen beïnvloeden, zoals het type schrijnwerk (hout, PVC ...), de positionering ervan, het type gevelisolatie enzovoorts.

In plaats van een brandbare isolatie zou men bijvoorbeeld kunnen gebruikmaken van een onbrandbaar materiaal (minimale brandreactieklasse A2-s1, d0). Een ander alternatief zou erin kunnen bestaan om een vlamdicht plaatmateriaal te voorzien ter hoogte van de thermische snede of ter hoogte van de aansluiting tussen het raam en de isolatie. Men dient er in elk geval voor te zorgen dat de temperatuur van de wapening die de verankering van het balkon aan de draagvloer verzekert voldoende laag blijft om de stabiliteit van het geheel gedurende 60 minuten te waarborgen.



8 | Balkon met een thermische snede.

Wanneer niet het uitkragende balkon, maar wel de gevel dienst doet als vlamdicht element (zie § 1.2) en indien het balkon niet gebruikt wordt als vluchtterras, zijn er in de Basisnormen geen eisen opgenomen met betrekking tot de brandstabiliteit. Een balkon wordt in de filosofie van de Basisnormen immers niet als een structureel element beschouwd (voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar het [WTCB-Dossier 2011/4.4](#)). Om de veiligheid van de hulpdiensten en de te evacueren personen te vrijwaren, kan het echter wel wenselijk zijn dat het uitkragende balkon (afhankelijk van zijn grootte en lokalisatie in het gebouw) zijn brandstabiliteit gedurende een bepaalde periode zou bewaren. Hiervoor zou men de wapening kunnen beschermen door middel van een omhulling uit een onbrandbaar isolatiemateriaal of zou men brandwerende platen in de opbouw kunnen voorzien.

2 Doorvoeringen

2.1 Leidingen, kabels en luchtkanalen

2.1.1 Reglementering

In de bijlagen 2, 3, 4 en 6 van de Basisnormen wordt gesteld dat de doorvoering van leidingen, kabels, luchtkanalen en andere verzwakkingen doorheen brandwerende bouwelementen (zoals scheidingswanden, muren en vloeren) de brandweerstand van deze elementen niet nadelig mag beïnvloeden. Wanneer een wand brandwerend dient te zijn, geldt dit met andere woorden eveneens voor zijn doorvoeringen.

Dergelijke doorvoeringen moeten dus zowel voldoen aan de thermische-isolatie-eis (I) als aan de vlamdichtheidseis (E). Enkel bij de enkelvoudige doorvoering van leidingen (dus geen luchtkanalen, rookgasafvoerkanalen enz.) met een diameter van minder dan of gelijk aan 160 mm – hetzij zonder isolatie, hetzij voorzien van een onbrandbare isolatie (minimale brandreactieklasse A2-s1, do) – moet louter aan het vlamdichtheids criterium voldaan zijn. Bijlage 7 van de Basisnormen stelt immers dat de invloed van dergelijke doorvoeringen op de thermische isolatie verwaarloosbaar is (zie hiervoor ook de te verschijnen [TV 254](#)).

De afdichting van de doorvoering moet minstens even lang aan de vereiste criteria voldoen als de tijdsduur die voorgeschreven

is voor het bouwelement in kwestie. Indien het bouwelement echter dienst doet als wand van een leidingkoker, moet de brandweerstandsduur die voorgeschreven wordt voor de leidingdoorvoering minstens gelijk zijn aan de helft van de tijdsduur die vooropgesteld wordt voor de wand van de leidingkoker (met een minimum van 30 minuten).

2.1.2 Uitvoering

In de wetgeving zijn er een aantal typeoplossingen met een beperkt toepassingsgebied (zie bijlage 7 van de Basisnormen) opgenomen voor de uitvoering van enkelvoudige brandwerende doorvoeringen van leidingen en kabels (dus geen luchtkanalen, rookgasafvoerkanalen ...) doorheen brandwerende wanden. Daarnaast kan men hiervoor ook gebruikmaken van specifieke brandwerende voorzieningen, zoals manchetten, isolerende schalen en brandwerende kussens. Deze voorzieningen moeten beproefd zijn voor de uitvoeringsomstandigheden waarin ze toegepast zullen worden (bv. diameter, leidingmateriaal). Voor de uitvoering van de doorvoering van luchtkanalen kan men ofwel een beroep doen op een brandwerende klep met een CE-markering, dan wel op een brandwerend luchtkanaal. In afbeelding 9 is een brandproof op een aantal leidingdoorvoeringen voorgesteld.

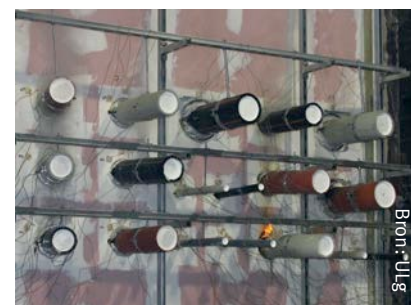
Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de te verschijnen [TV 254](#).

2.2 Rookgasafvoerkanalen

2.2.1 Reglementering

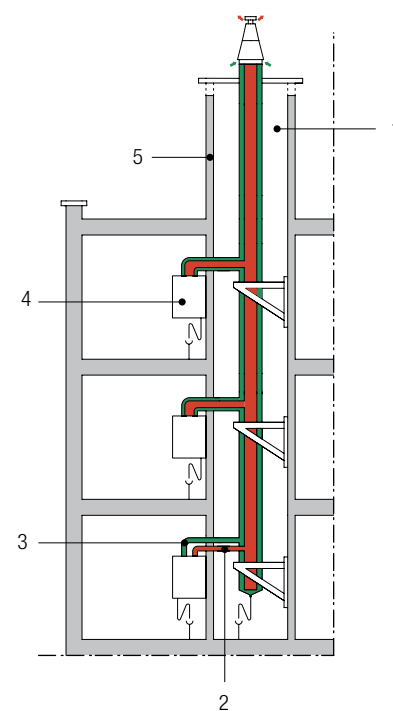
Zoals reeds eerder vermeld werd, mogen doorvoeringen en verzwakkingen van brandwerende bouwelementen (bv. scheidingswanden, muren, vloeren) de brandweerstand van het geheel niet negatief beïnvloeden. Dit geldt eveneens voor rookgasafvoerkanalen. De voorschriften uit bijlage 7 van de Basisnormen zijn echter niet van toepassing op de doorvoering van rookgasafvoerkanalen.

De huidige appartementsgebouwen worden steeds vaker voorzien van een verwarmingssysteem dat aangesloten is op een individuele gasketel met een gesloten verbrandingscircuit (zie afbeelding 10). De rookgasafvoer- en luchttoevoerkanalen van alle ketels worden hierbij in een gemeenschappelijke technische schacht verzameld (collectief systeem



9 | Brandproof op een aantal leidingdoorvoeringen.

van het type CLV (?)). Dit impliceert dat de brandwerende wand van deze schacht op verschillende plaatsen doorboord wordt door de aansluitleidingen tussen de ketels en de kanalen die zich in de schacht bevinden.



1. Gemeenschappelijke technische schacht
2. Rookgasafvoerkanaal
3. Luchttoevoerkanaal
4. Gasketel met een gesloten verbrandingscircuit
5. Brandwerende wand van de technische schacht

10 | Doorboring van de brandwerende wand van een gemeenschappelijke technische schacht door de aansluitleidingen tussen de ketels en de rookgasafvoer- en luchttoevoerkanalen.

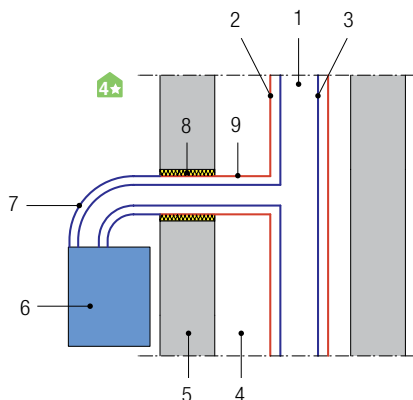
(?) CLV staat hier voor 'combinatie luchttoevoer-verbrandingsgasafvoer'. Dit systeem wordt soms ook aangeduid als 3CE, wat staat voor 'conduit collectif pour chaudières étanches'.



den. Deze doorboringen mogen echter geen afbreuk doen aan de brandweerstand van de wand in kwestie.

Bij gebrek aan proefnormen voor deze toepassing heeft de Hoge Raad voor beveiliging tegen brand en ontploffing in samenwerking met het WTCB en de normcommissie NBN E 166 'Schoorstenen' de volgende regels voor de goede praktijk goedgekeurd ⁽⁸⁾:

- ofwel wordt er ter hoogte van de doorvoering een brandwerende voorziening aangebracht die proefondervindelijk gevalideerd werd
- ofwel is de uitvoering van de doorvoering conform een typeoplossing die vrijgesteld is van een proefondervindelijke validatie. De typeoplossing moet wel beantwoorden aan een aantal voorwaarden, zodat de brandoverslag van het ene compartiment naar het andere (bv. appartementen) vermeden kan worden.



- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Verticaal concentrisch CLV-kanaal | 6. Warmtegenerator |
| 2. Buitenste buis | 7. Aansluitkanaal |
| 3. Binnenste buis | 8. Afdichting uit rotswol |
| 4. Technische schacht | 9. Horizontaal verbindingskanaal |
| 5. Brandwerende wand | |

11 | Typeoplossing voor de doorvoering van het aansluitkanaal van een CLV-systeem doorheen de wand van een technische schacht.

2.2.2 Typeoplossing

De hierna besproken typeoplossing, waarvoor er dus geen specifieke brandwerende voorzieningen noodzakelijk zijn, is uitsluitend van toepassing op de doorvoering doorheen

bouwelementen van kanalen van centrale-verwarmingssystemen op gas met een gesloten verbrandingscircuit van het type C.

In afbeelding 11 wordt de afdichting van de doorvoering van de aansluiting van de ketel

op een verticaal concentrisch CLV-kanaal weergegeven, alsook alle andere elementen waaraan eisen gesteld worden bij het toepassen van de typeoplossing.

Men dient geen brandwerende voorziening te plaatsen ter hoogte van de doorvoeringen van de aansluitkanalen indien voldaan is aan de voorwaarden die gesteld worden aan de typeoplossing. Deze voorwaarden zijn in tabel B respectievelijk opgenomen voor een vereiste brandweerstandsduur van E 30 (lage en middelhoge gebouwen) of E 60 (hoge gebouwen); ze moeten ervoor zorgen dat er via de technische schacht geen brandoverslag tussen twee compartimenten kan optreden. Indien voldaan is aan de voorwaarden voor het behalen van een brandweerstandsduur van E 60, spreekt het voor zich dat ook de voorwaarden voor het behalen van een brandweerstandsduur van E 30 ingewilligd zijn.

3 Compartimentswanden

3.1 Reglementering

In de Basisnormen zijn de eisen opgenomen met betrekking tot de brandweerstand van wanden die de scheiding tussen twee com-

B | Typeoplossingen waarvoor er geen door een proef gevalideerde brandwerende voorziening vereist is ter hoogte van de doorvoering (cf. de te verschijnen TV 254).

Type doorvoering	Eis voor de doorvoering	
	E 30 ⁽¹⁾	E 60 ⁽²⁾
Verbindingskanaal (gedeelte van het aansluitkanaal dat de schachtwand doorboort)	• Materiaal van het externe kanaal en de T-stukken: robuust en onbrandbaar ⁽³⁾ • Twee parallelle kanalen DN ≤ 80 mm, met een minimale tussenafstand van 40 mm	• Materiaal van het externe kanaal en de T-stukken: robuust, onbrandbaar en smelttemperatuur > 727 °C ⁽⁴⁾ • Twee parallelle kanalen DN 80 ≤ mm, met een minimale tussenafstand van 40 mm of een concentrisch kanaal met extern kanaal DN ≤ 125 mm
Speling tussen het aansluitkanaal en het brandwerende bouwelement (schachtwand)	De aansluitkanalen met een horizontaal verloop doorboren de volledige dikte van het brandwerende bouwelement. De speling tussen deze kanalen en het brandwerende bouwelement ligt tussen ± 10 en 25 mm en wordt opgevuld met behulp van goed aangedrukte rotswol over de volledige diepte van de wand.	
Verticaal rookkanaal in de technische schacht	Materiaal van het externe kanaal en de T-stukken: robuust en onbrandbaar.	Materiaal van het externe kanaal en de T-stukken: robuust en onbrandbaar, met een smelttemperatuur > 727 °C.
Technische schacht van een rookkanaal	Enkel voorbestemd voor deze toepassing en overeenstemmend met de voorschriften van de artikels 5.1.5.1 van de bijlagen 2/1, 3/1 en 4/1 van het KB 7-7-1994. De technische schacht van een schouw is uitsluitend bestemd voor rookkanalen. Geen enkele andere leiding, elektrische kabel enz. is toegestaan in de technische schacht, tenzij er een scheiding EI 30 voorzien is tussen het rookkanaal en de rest van de schacht of tenzij de wanden van het rookgasafvoerkanaal zelf brandwerend zijn.	

⁽¹⁾ Doorvoering doorheen een kokerwand in een laag of middelhoog gebouw.

⁽²⁾ Doorvoering doorheen een kokerwand in een hoog gebouw.

⁽³⁾ Bijvoorbeeld staal of aluminium.

⁽⁴⁾ Bijvoorbeeld staal (aluminium, met een smelttemperatuur van 660 °C, is niet toegestaan).

⁽⁸⁾ HR 1525 R3, goedgekeurd op de vergadering van de Hoge Raad van 18 september 2014.

C | Brandweerstand van de compartimentswanden.

Niveau	Lage gebouwen		Middelhoge gebouwen	Hoge gebouwen	Industriële gebouwen	
	Eén bouwlaag	Meerdere bouwlagen			Klasse A	Klasse B en C
Gelegen boven het evacuatie-niveau E_i	El 30	El 60	El 60	El 120	El 60	El 120
Gelegen op of onder het evacuatie-niveau E_i	El 60		El 120	El 120	–	

partimenten vormen. Tabel C geeft hiervan een overzicht. Om het verspreidingsrisico van brand en rook naar de aangrenzende compartimenten te beperken, geldt voor industriële gebouwen de bijkomende eis dat de compartimentswand 1 m uit het afgewerkte dakvlak en 0,50 m uit het gevelvlak moet steken (zie bijlage 6 van de Basisnormen). In de bijlagen 2, 3 en 4 van het Koninklijk Besluit zijn er daarentegen geen gelijkaardige eisen opgenomen. Als alternatief wordt in bijlage 6 aangegeven dat het ook toegelaten is om langs beide zijden van de compartimentswand een vlamdicht element (E) met een breedte van 1 of 2 m te voorzien (naargelang het een gevel- of een daktoepassing betreft), waarvan de vereiste brandweerstandsduur gelijk is aan deze van de compartimentswand. In deze zone dienen de materialen van de dak- of wandopbouw – met uitzondering van de dakafdichting – een minimale brandreactieklasse A1 ⁽⁹⁾ te vertonen.

3.2 Oplossingen bij industriële gebouwen

Aangezien het dak en de gevel bij industriële gebouwen noodgedwongen doorboord worden door of aangesloten zijn op de compartimentswanden, kunnen er op deze plaats belangrijke bouwdetails voorkomen, waaraan men zowel bij de opvatting als bij de uitvoering voldoende aandacht moet besteden opdat deze aanvaardbaar zouden blijven vanuit een thermisch oogpunt. In het WTCB-Dossier 2011/4.4 worden de verschillende mogelijke uitvoeringsmethoden voor compartimentswanden toegelicht.

In de praktijk wordt er voor de compartimentswanden doorgaans gebruikgemaakt van geprefabriceerde elementen uit beton of cellenbeton of van sandwichplaten. Wanneer het dakvlak doorboord wordt door een betonnen wand, spreekt het voor zich dat er op deze plaats een koudebrug ontstaat. Een dergelijke

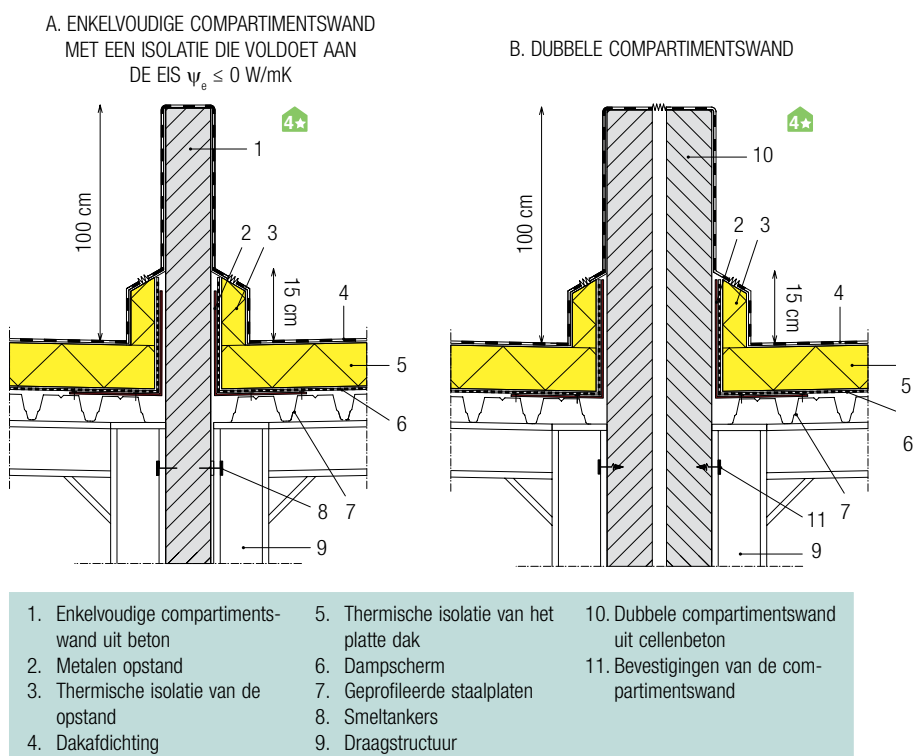
uitvoering resulteert met andere woorden in een bouwdetail dat wel beantwoordt aan de brandreglementering, maar niet voldoet aan de EPB-regelgeving. Om ook de overeenstemming met de EPB-regelgeving te waarborgen, kan men ervoor opteren om het uit het dakvlak stekende wandgedeelte zodanig te isoleren dat de weg van de minste warmteweerstand groter wordt dan of gelijk wordt aan 1 m. De afdichting van de dakopstand moet op haar beurt voldoen aan de eis $B_{ROOF-t1}$.

In de afbeeldingen 12A en 12B wordt er een schematische voorstelling gegeven van twee principeoplossingen voor de uitvoering

van een uit het dakvlak stekende compartimentswand die zowel beantwoordt aan de brandreglementering als de EPB-regelgeving.

Ten slotte willen we benadrukken dat er ook aandacht besteed moet worden aan de windstabiliteit in normale toestand (geen brand) van de wandelementen die boven het dak uitsteken. Indien nodig, moeten er tussenprofielen gebruikt worden om de goede bevestiging van het laatste paneel te waarborgen. In deze context dient men de instructies van de desbetreffende plaatfabrikanten strikt na te leven (cellenbeton, beton, sandwichpaneel ...).

S. Eeckhout, ing., afdeling Technisch advies, en
Y. Martin, ir., afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB



12 | Principeoplossingen voor de uitvoering van een uit het dakvlak stekende compartimentswand die zowel beantwoordt aan de brandreglementering als de EPB-regelgeving.

⁽⁹⁾ In een volgende aanpassing van de Basisnormen zal er waarschijnlijk een minimale brandreactieklasse A2-s1, do geëist worden.



Bouwdetails zijn vaak zones waarin verschillende moeilijkheden samenkomen en die de kostprijs van een nieuwbouw of renovatie sterk kunnen beïnvloeden. Deze kosten vormen een belangrijke parameter voor de rendabiliteit van een onderneming, maar moeten ook betaalbaar blijven voor de bewoners en de overheid.

Het economische aspect van koudebruggen

De complexiteit van een bouwdetail – en bijgevolg ook zijn uitvoeringskost – gaat door- gaans in stijgende lijn naarmate er strengere eisen gesteld worden. Men moet dus redelijk blijven en een evenwicht zien te vinden bij de bepaling van het gewenste prestatieniveau om te vermijden dat de bouwkosten extreem zouden oplopen. Hierbij kunnen tal van aspecten in overweging genomen worden: de conformiteit met de EPB-regelgeving, een bestemmingswijziging, aanpassingen aan de omgeving waardoor de lawaaibe- lasting kan toenemen ... Het is dus aan de opdrachtgever om het prestatieniveau van de bouwdetails te bepalen (thermische iso- latie, brandveiligheid, toegankelijkheid ...), rekening houdend met de reglementaire voorschriften die vaak afhankelijk zijn van de functie van het gebouw.

1 Inleiding

De thermische isolatie van de bouwdetails bij renovatiewerken vormt een interessante kwestie, aangezien er hiervoor geen speci- fieke eisen van kracht zijn en omdat de eco- nomische rendabiliteit van deze investering geëvalueerd kan worden. Bij de bepaling van de rendabiliteit dient men echter het volledige gebouw in aanmerking te nemen, rekening houdend met het vooropgestelde ambitieniveau (bv. passiefhuisrenovatie) en de risico's die men loopt wanneer bepaalde details onbehandeld zouden blijven (bv. schimmelontwikkeling).

De economische rendabiliteit is in de regel afhankelijk van de investering die nodig is om de werken uit te voeren en de terug- verdieneffecten, die berekend worden aan de hand van het energieverbruik. Ook de coördinatie van de werken kan het prijs- kaartje beïnvloeden. Bij renovaties is het raadzaam om het volledige project onder de loop te nemen, zelfs indien de werken in verschillende stappen uitgevoerd worden. Zo kan het voor de behandeling van bepaalde

aansluitingen nuttig zijn om de fase te bepalen waarin dit in financieel opzicht het voordeligst is.

In dit artikel gaan we dieper in op een concreet geval, namelijk de uitvoering van een gevelisolatie en de behandeling van de aan- sluiting van de gevels met devloervan het gelijkvloers. Het feit of deze werken al dan niet rendabel zijn, werd bestudeerd aan de hand van een viergevelwoning met een metselwerkoppervlakte van 300 m² en een gevelvoet van 40 m lang (afbeelding 1).

In een volgend artikel gaan we dieper in op de globale aanpak van een volledig gebouw met inbegrip van zijn technische uitrustingen.

2 Rendabiliteit van de investeringen

De rendabiliteit van de investeringen kan berekend worden aan de hand van de pa- rameters uit het onderstaande kader.

Indien de energieprijzen in de loop der jaren zouden beginnen te dalen, spreekt het voor zich dat de rendabiliteit naar onder herzien moet worden. Mochten de energieprijzen

daarentegen verder toenemen, zullen de isolatiewerken uiteraard rendabeler worden.

De rentekosten en de toekenning van even- tuele premies werden niet in aanmerking genomen bij de valorisatie van de renovatie- werken.

De actualisatievoet, die rekening houdt met de tijdwaarde van het geld (1 € heeft vandaag niet dezelfde waarde als morgen), bedraagt 3 %. Deze algemeen gehanteerde disconto- voet evolueert in functie van de conjunctuur.

De opvolging van de rendabiliteit van de investeringen, nodig voor de behandeling



1 | Het feit of de behandeling van het bouwdetail al dan niet rendabel is, werd bestudeerd aan de hand van een viergevelwoning met een metselwerkoppervlakte van 300 m² en een gevelvoet van 40 m lang.

Rekenparameters

- Brandstofprijs: 0,083 €/kWh, wat overeenstemt met 0,88 € per liter stookolie
- Evolutie van de energieprijzen: 3 %
- Actualisatievoet: 3 %
- Beschouwde analyseperiode: 30 jaar
- BTW-tarief: 6 %

Opmerking: gelet op het variabele karakter van deze gegevens en hun invloed op de resultaten, kan het nuttig zijn om verschillende scenario's te simuleren.



2 | Plaatsing van een ondermuur.



3 | Uitvoering van een gevelvoetisolatie.



van de koudebruggen, gebeurde aan de hand van drie indicatoren (!):

- de **terugverdiëntijd (of pay-back period, PBP)**. Dit is de tijd die nodig is om het initiële bedrag van de investeringen terug te verdienen en wordt uitgedrukt in jaren. De winst die gegenereerd wordt na de terugverdienperiode, wordt niet in beschouwing genomen
- de **netto actuele waarde (NAW)** van de investeringen. Aan de hand hiervan kan het geïnvesteerde bedrag vergeleken worden met de som van de gegenereerde en geactualiseerde energiebesparingen:
 - $NAW > 0$: het project brengt meer op dan het gekost heeft
 - $NAW = 0$: het project brengt evenveel op als het gekost heeft
 - $NAW < 0$: rekening houdend met de rekenhypothese, kost het project vanuit een louter economisch oogpunt meer dan het opbrengt

- de **interne-rendementsgraad (IRG)**. Het gaat hier om het rendement dat op jaarbasis gegenereerd wordt door het project, in functie van de gekozen actualisatievoet. Gewoonlijk wordt er enkel geïnvesteerd in een project als de verwachte IRG de basisrente voldoende overstijgt.

3 Rekenmethode voor de valorisatie van de behandeling van koudebruggen

Met behulp van de rekentool C PRO[®], die gedownload kan worden via de website www.wtcb.be, is het mogelijk om het bedrag dat nodig is voor de behandeling van een bouwdetail in te schatten. Er zijn echter heel wat parameters die de valorisatie van de behandelde koudebruggen kunnen beïnvloeden: uurlonen, voorziene tijdsnormen, keuze en kostprijs van de materialen, indirecte kos-

ten, toegankelijkheid van de bouwplaats, te verwerken hoeveelheden ... Om de geraamde bedragen te kunnen valideren, werden ze vergeleken met de prijs die door verschillende bedrijven aangerekend wordt.

De volgende werken werden gevaloriseerd:

- fase 1: na-isolatie van de gevels door het inblazen van de spouwmuur (met minerale wol met een dikte van 5 cm). De prijs van deze werken wordt geraamd op 7.000 € (incl. BTW)
- fase 2: isolatie van de gevels met een ETICS-systeem met een dikte van 10 cm en plaatsing van een ondermuur (afbeelding 2). De prijs van deze werken wordt geraamd op 46.000 € (incl. BTW)
- fase 3: grondwerken, levering en uitvoering van een gevelvoetisolatie (10 cm dikke platen van geëxtrudeerd polystyreen) (afbeelding 3), levering en plaatsing van een noppenmembran uit polyethyleen en aanaarding. De prijs van deze werken wordt geraamd op 2.500 € (incl. BTW).

(!) Bij onze simulaties werd geen rekening gehouden met de onderhoudskosten.



Daar de kostprijs van voornoemde werken sterk kan schommelen (bv. als gevolg van de toegankelijkheid van de bouwplaats), moet men bovenstaande bedragen beschouwen als gemiddelde geraamde waarden.

4 Rekenmethode voor het energieverbruik en de winst op de factuur

Deze berekeningen werden uitgevoerd op basis van de situatie vóór en na de verschillende werkfasen. Voor elke fase werd zowel de ψ_e -waarde als de temperatuurfactor berekend, waarmee het respectievelijk mogelijk is om de energieverliezen (en bijgevolg ook het brandstofverbruik), te wijten aan de koudebrug ter hoogte van de gevelvoet, te bepalen en het risico op oppervlaktecondensatie in te schatten. Dit risico is reëel van zodra de temperatuurfactor lager wordt dan 0,7.

De tabel op de volgende bladzijde geeft een overzicht van de verschillende parameters die de onderzochte werkfasen beïnvloeden. De vermelde verbruikswaarden en kostprijzen hebben alleen betrekking op het energieverlies via de gevels (met een oppervlakte van 300 m²) en de vloer-gevelaansluiting (met een lengte van 40 m). Het rendement van de verwarmingsinstallatie bedraagt 89 %.

Uit de tabel blijkt dat de voornaamste winsten te danken zijn aan de na-isolatie van de spouwmuur en aan de uitvoering van het ETICS-systeem. In dit artikel gaan we echter enkel in op de valorisatie van de besparing, teweegebracht door het isoleren van de gevelvoet. De hoeveelheid brandstof die jaarlijks bespaard kan worden dankzij de behandeling van deze aansluiting wordt geraamd op 106 liter. Rekening houdend met een stookolieprijs van 0,88 €/l, levert dit op jaarbasis een besparing van 90 € op.

5 Rekenresultaten

Aan de hand van de investeringskosten (2.500 €) en de energiebesparingen die voortvloeien uit de werken (een uitsparing van 90 € op de factuur), konden de waarden voor de weerhouden economische indicatoren vastgelegd worden op:

- 20 jaar voor de **terugverdientijd**
- 190 € voor de **netto actuele waarde**
- 3,50 % voor de **interne-rendementsgraad**.

Rekening houdend met de onderzoeksparameters blijkt de behandeling van de gevelvoet



dus economisch rendabel, aangezien:

- de terugverdientijd kleiner is dan de theoretische levensduur van het bouwwerk (na 20 jaar is de totale winst op de facturen immers hoger dan het bedrag dat besteed werd aan de werken)
- de netto actuele waarde positief is
- de interne-rendementsgraad de gehanteerde basisrentes overstijgt.

Gespreid over de onderzoekstermijn brengt de behandeling van het bouwdetail dus meer op dan de kosten die hiervoor werden aangegaan. Bovendien zorgt dit ook voor een drastische daling van het risico op schimmelvorming in deze zone (temperatuurfactor 0,80), wat dan weer een invloed heeft op de gebruikskosten van het gebouw (minder schade en dus ook minder herstellingskosten). Dit aspect werd echter niet in rekening gebracht tijdens deze studie.

6 Algemeen besluit

Het economische aspect van bouwdetails moet steeds bestudeerd worden in het licht van het vooropgestelde ambitieniveau, maar ook rekening houdend met het schaderisico dat men loopt indien het bouwdetail onbehandeld blijft. Hoewel het niet altijd economisch rendabel is om alle bouwdetails onder handen te nemen, kan het onbehandeld laten van een aantal ervan aanzienlijke gevolgen hebben voor het comfort van de bewoners, de onderhoudskosten en de kans op schade. Het is dus noodzakelijk om zowel de risico's

- 4 | Voor elk van de werkfasen werd zowel de ψ_e -waarde als de temperatuurfactor berekend, waarmee het respectievelijk mogelijk is om de energieverliezen, te wijten aan de koudebrug ter hoogte van de gevelvoet, te bepalen en het risico op oppervlaktecondensatie in te schatten.

als de doeltreffendheid van de voorgestelde oplossingen aan een analyse te onderwerpen.

De resultaten van een dergelijke valorisatie zijn niet alleen afhankelijk van de geometrie van het detail in kwestie, maar ook van de gehanteerde parameters. Een wijziging van de brandstofprijzen kan bijvoorbeeld zowel een negatieve als een positieve invloed hebben op de rendabiliteit van de werken. Ook het BTW-tarief, de rentekosten, de onderhoudskosten en de overheidspremies kunnen hierbij een rol te spelen hebben.

Men mag zich echter niet blindstaren op de terugverdientijd. Een langetermijnvisie is immers onontbeerlijk en ook de eventuele economische meerwaarde van het onroerend goed mag niet uit het oog verloren worden.

Nu de basisrentes relatief laag zijn, is het aan de hand van de interne-rendementsgraad mogelijk om na te gaan of het rendement van de geplande werken de terugverdienefecten overstijgt.

Tot slot moet men in het achterhoofd houden dat de aanpak van koudebruggen eveneens een belangrijke bijdrage kan leveren aan de volgende twee collectieve doelstellingen: het beschermen van de fossiele-brandstofreserves en de beperking van de CO₂-uitstoot. ■

D. Pirlot, m.c.f.w., en T. Vissers, ing., afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken, A. Tilmans, ir., laboratorium Energiekarakteristieken, en J. Vrijders, ir., laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB



Energieverlies via de gevels en de vloer-gevelaansluiting.

Fase van de werken	Fase 0: beginsituatie	Fase 1: isolatie van de spouwmuur
Energieverlies ψ_e (W/mK)	–	✗ 0,1
Temperatuurfactor (-)	✗ 0,5	✗ 0,6
Classificatie van het bouwdetail	0★	0★
U_{gevel} -waarde (W/m²K)	2,14	0,57
Kostprijs van de werken (€)	–	7.000 (ten opzichte van fase 0)
Verbruik (MJ/jaar)	127.000	35.600
Jaarlijkse energiekost (€/jaar)	3.080	860
Fase van de werken	Fase 2: plaatsing van een ETICS-systeem	Fase 3: isolatie van de gevelvoet
Energieverlies ψ_e (W/mK)	✗ 0,09	✓ -0,39
Temperatuurfactor (-)	✓ 0,7	✓ 0,8
Classificatie van het bouwdetail	2★/1★	3★
U_{gevel} -waarde (W/m²K)	0,21	0,21
Kostprijs van de werken (€)	46.000 (ten opzichte van fase 1)	2.500 (ten opzichte van fase 2)
Verbruik (MJ/jaar)	13.750	9.900
Jaarlijkse energiekost (€/jaar)	330	240

WTCB-projecten

Om te beantwoorden aan de noden van de bouwsector lopen er momenteel verschillende onderzoeken en sensibiliseringsacties rond de bouwdetailsproblematiek binnen het WTCB. We vestigen graag uw aandacht op de volgende projecten:



- DO-IT Houtbouw – Duurzame innovatie op het vlak van technologie- en leefcomfort voor houttoepassingen in de bouw
- RENOFASE – Stappenplan voor een kwaliteitsvolle energetische renovatie: gestroomlijnd en prestatiegericht werken
- Geïsoleerde binnenvloeren – Hedendaagse praktijk en toekomstige innovatieve trends
- METSELWERK IV – Innovaties in de metselwerksector : implementering door innovatievolgers



- TD Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling
- Innov-ETICS – Buitengevelisolatiesystemen: technisch onderzoek naar opkomende innovatieve oplossingen met hoge prestaties voor de renovatie van woningen



Wallonie



- Nieuw Industrieel Beleid – Luchtdicht bouwen van A tot Z
- Nieuw Industrieel Beleid – Buitengevelisolatie met ETICS



- Evaluatie van de prestaties en duurzaamheid van hoog performante vensters en hun aansluiting op de ruwbouw
- RaDS II – Robust Acoustic Details Standard II
- Waterdichte structuren: een performante classificatie (WASH – Watertight structures)
- Normen-Antennes Akoestiek, Brandpreventie, Energie en binnenklimaat, Eurocodes, Afwerkingen en Manueel bediende en aangedreven gevelelementen, *Smart Connect*



- Fire safe use of bio-based building products (COST)
- STAR – Sustainable Thermal Acoustic Retrofit (ERACOBUILD)
- EMERISDA – Effectiveness of methods against rising damp in buildings: European practice and perspective
- LEEMA – Low Embodied Energy Advanced (Novel) Insulation Materials and Insulating Masonry Components for Energy Efficient Buildings

Publicaties

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar:

- op onze website:
 - gratis voor aannemers die lid zijn van het WTCB
 - via abonnementsformule voor andere bouwprofessionelen (registratie op www.wtcb.be)
- in gedrukte vorm en op usb-stick.

Voor bijkomende inlichtingen kan u ons telefonisch bereiken op het nummer 02/529.81.00 (van 8u30 tot 12u00). U kan ook steeds bij ons terecht per fax (02/529.81.10) of per mail (publ@bbri.be).

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/655.77.11), per fax (02/655.79.74) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met J.-P. Ginsberg.
- Nuttige link: www.wtcb.be (rubriek 'Agenda').



Publicatie van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Verantwoordelijke uitgever: Jan Venstermans, WTCB, Lombardstraat 42, B-1000 Brussel

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

www.wtcb.be

Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Het WTCB vormt al meer dan vijftig jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met het lidgeld van 85.000 aangesloten Belgische bouwbedrijven. Dankzij deze heterogene ledengroep zijn bijna alle bouwberoepen vertegenwoordigd en kan het WTCB bijdragen tot de kwaliteits- en productverbetering.

Onderzoek en innovatie

Een industrietak zonder innovatie is als cement zonder water. Het WTCB heeft er daarom voor gekozen om zijn onderzoeksactiviteiten zo nauw mogelijk te laten aansluiten bij de noden van de sector. De Technische Comités die de WTCB-onderzoeken sturen, zijn samengesteld uit bouwprofessionelen (aannemers en experts) die dagelijks op het terrein staan.

Met de hulp van verschillende officiële instanties stimuleert het WTCB bedrijven om steeds verder te innoveren. De begeleiding die we aanbieden, is afgestemd op de actuele maatschappelijke uitdagingen en van toepassing op diverse domeinen.

Ontwikkeling, normalisatie, certificering en goedkeuring

Op vraag van overheden of privébedrijven werkt het WTCB ook mee aan diverse ontwikkelingsprojecten (contractresearch). Zo is het Centrum niet alleen nauw betrokken bij de activiteiten van de nationale (NBN), Europese (CEN) en internationale (ISO) normalisatie-instituten, maar ook bij instanties zoals de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw (BUTgb). Al deze projecten geven ons meer inzicht in de bouwsector, waardoor we sneller kunnen inspelen op de noden van de verschillende bouwberoepen.

Informatieverspreiding en steun aan bedrijven

Om de kennis en ervaring die op deze manier vergaard wordt op een efficiënte manier te delen met de bedrijven uit de sector, kiest het Centrum resoluut de weg van de informatica. Onze website is zo opgesteld dat elke bouwprofessioneel met slechts enkele muisklikken de gewenste WTCB-publicatiereeksen of bouwnormen terugvindt.

Goede informatieverspreiding kan echter niet enkel elektronisch. Een persoonlijk contact is vaak nog steeds de beste aanpak. Jaarlijks organiseert het Centrum ongeveer 650 informatiesessies en themadagen voor bouwprofessionelen. Ook de aanvragen voor onze afdeling Technisch advies blijven binnenstromen, met meer dan 26.000 verstrekte adviezen per jaar.

MAATSCHAPPELIJKE ZETEL

Lombardstraat 42, B-1000 Brussel
tel. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail: info@bbri.be
website: www.wtcb.be

KANTOREN

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
tel. 02/716 42 11
fax 02/725 32 12

- technisch advies – publicaties
- beheer – kwaliteit – informatietechnieken
- ontwikkeling – valorisatie
- technische goedkeuringen – normalisatie

PROEFSTATION

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
tel. 02/655 77 11
fax 02/653 07 29

- onderzoek en innovatie
- vorming
- bibliotheek

DEMONSTRATIE- EN INFORMATIECENTRUM

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
tel. 011/22 50 65
fax 02/725 32 12

- ICT-kenniscentrum voor bouwprofessionelen (ViBo)
- Digitaal documentatie- en informatiecentrum voor de bouw- en betonsector (Betonica)

BRUSSELS MEETING CENTRE

Poincarélaan 79, B-1060 Brussel