



# TECHNISCHE VOORLICHTING

N° 257

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

Augustus 2016



R²D² Architecture — picture@georgesdeklinder.com



## Bepreparaties op buitenisolatie (ETICS)

vervangt gedeeltelijk de TV 209

Corrigendum op de volgende  
pagina (18/05/2021)



TV 257

## BEPLEISTERINGEN OP BUITENISOLATIE (ETICS)

### ERRATA

- **Correctie nr. 1** (18/05/2021)

Tabel 11, pagina 35, moet vervangen worden door de volgende tabel:

Tabel 11 Beperking van de referentiehoogte  $z_e$  van gevels die blootgesteld worden aan slagregen <sup>(1)</sup> <sup>(4)</sup>.

Ruwheidscategorie	300 Pa				600 Pa			
	Referentiesnelheid van de wind $v_{b,o}$ [m/s]				Referentiesnelheid van de wind $v_{b,o}$ [m/s]			
	26	25	24	23	26	25	24	23
	Referentiehoogte $z_e$ tot				Referentiehoogte $z_e$ tot			
<b>o Kuststreek</b>	–				17 m			
<b>I Platteland</b>	–	–	–	–	23 m	34 m	52 m	85 m
<b>II Zone met lage vegetatie</b>	3 m	3 m	4 m	6 m	38 m	55 m	81 m	125 m
<b>III Voorstedelijke zone – bos</b>	9 m	12 m	15 m	19 m	91 m	124 m	175 m	200 m <sup>(2)</sup>
<b>IV Stad</b>	25 m	31 m	35 m	48 m	200 m <sup>(2)</sup>	200 m <sup>(2)</sup>	200 m <sup>(2)</sup>	200 m <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Druk van de waterdichtheid =  $1/3 \times c_{p,e+} \times q_p(z_e) \times c_{prob}^2$       waarbij:  
 –  $c_{p,e+} = 1,3$   
 –  $c_{prob} = 1$  (terugkeerperiode van 50 jaar)  
 –  $q_p(z_e)$  = dynamische piekdruk.

<sup>(2)</sup> Beperking uit de norm NBN EN 1991-1-4 ANB [B11].

<sup>(3)</sup> **900 Pa** vormt de grens voor de ETICS op ondergronden uit metselwerk en beton. Deze waarde komt overeen met hoogten van meer dan 200 m (grenshoogte uit de norm NBN EN 1991-1-4 ANB [B11]).

<sup>(4)</sup> In complexe situaties kan het voor een project noodzakelijk zijn om een gespecialiseerde studie uit te voeren die kan leiden tot een vermindering van de toegelaten hoogten.

- **Correctie nr. 2** (18/05/2021)

De vierde alinea van § 3.3.1.3, pagina 35, moet vervangen worden door de volgende tekst:

Op basis van de huidige kennis is het aan te raden om de hoogte van de blootgestelde gevels van het gebouw te beperken tot de waarden die vermeld worden in tabel 11 (druk van de waterdichtheid <sup>(2)</sup>) in de grootteorde van 300 Pa volgens de Procedure A uit de norm NBN EN 12865 [B16]), tenzij men over pertinente gegevens beschikt in verband met de slagregenweerstand van het ETICS (in het lopende deel, maar vooral ter hoogte van de details).

- **Correctie nr. 3** (18/05/2021)

De derde alinea van § 5, pagina 49, moet vervangen worden door de volgende tekst:

De uitvoeringsbepalingen zijn opgesteld op basis van de actuele kennis en ervaring. Voor gebouwen die sterk blootgesteld worden aan slagregen (druk van de waterdichtheid > 600 Pa, zie § 3.3.1, p. 33), moet men zich baseren op de informatie van de fabrikant omtrent eventueel bijkomend te treffen maatregelen.

\*\*\*\*\*



# Bepresteringen op buitenisolatie (ETICS) vervangt gedeeltelijk de TV 209

Deze Technische Voorlichting werd opgesteld door de werkgroep *TV ETICS*, opgericht in de schoot van het Technisch Comité *Plafonner-, voeg- en gevelwerken*. Deze publicatie werd ondersteund door de Technologische Dienstverleningen 'GEVISOL-ETICS' (gesubsidieerd door Agentschap Innoveren en Ondernemen) en 'COM-MAT' (gesubsidieerd door het Waalse Gewest) en door het project 'INNOV-ETICS' (gesubsidieerd door InnovIRIS). De Normen-Antennes van het WTCB worden op hun beurt gesubsidieerd door de FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie.

## Samenstelling van het Technisch Comité Plafonner-, voeg- en gevelwerken

### Voorzitter

J. Van den Putte

### Vicevoorzitter

J. Jacquemin

### Leden

J. Aerts, F. Armand, P. Beaujean, J. Beke, B. Broekaert, P. Cherchye (Bouwunie ETICS), J.-P. Demuynck, I. Dirx, M. Dutry, E. Godderis, H. Hendriks, G. Mostenne, N. Naert, J. Peeters, S. Piedboeuf (FEDECOM), B. Rooze, D. Van Kerckhove (NaVAP), D. Verhaegen

### Ingenieurs-animatoren

Y. Grégoire en A. Smits (WTCB)

### Ingenieur TAC

S. Eeckhout (WTCB)

## Samenstelling van de werkgroep

### Leden

P. Beaujean (Thermilux), J. Beke (Bureau voor Expertise en Architectuur; ondervoorzitter NCDAB), H. Brocken (Vereniging ETICS; Strikotherm), B. Broekaert (SECO/BCCA), P. Cherchye (Cherchye Aspect; voorzitter Bouwunie-ETICS), O. Cremer (Europrofiles-MDB), R. De Haes (Vereniging ETICS; Knauf), G. Franssen (Soudal), E. Godderis (SECO/BCCA), M. Grommen (CoRI), M. Martin (SECO/BCCA), J. Peeters (Gedr Peeters), D. Reynders (Vereniging ETICS; STO), L. Thijs (Vereniging ETICS; Knauf), P. Timperman (Europrofiles), J. Van den Putte (voorzitter van het TC; Pubro), D. Van Kerckhove (CNC; NaVAP), W. Verbeeck (EJOT), D. Verhaegen (Verhaegen bvba), M. Wagneur (expert; ex-WTCB)

### Ingenieurs-verslaggevers

Y. Grégoire, in samenwerking met I. Dirx en A. Smits (WTCB)

### Hebben eveneens hun medewerking verleend aan de opstelling van het document:

S. Eeckhout, L. Firket, E. Dupont, L. Wastiels, G. Flamant, L. De Geetere, S. Mertens en B. Michaux (WTCB)

Het WTCB wil bovendien EJOT, Knauf, MDB/APU, Plakabeton, Soudal en STO bedanken voor de afbeeldingen.



### WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

WTCB, inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947  
Maatschappelijke zetel: Lombardstraat 42 te 1000 Brussel

Dit is een publicatie van wetenschappelijke 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 tekst van deze Technische Voorlichting is slechts toegestaan na schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

# Inhoud

<b>1 INLEIDING</b> .....	5
1.1 Doel en toepassingsgebied .....	5
1.2 Korte geschiedenis .....	6
1.3 Bijzonderheden .....	6
1.4 Normatieve context .....	7
1.5 Ontwikkelingen: een innoverende sector .....	8
1.6 Omvang van de werken .....	9
<b>2 SYSTEEM, BESTANDELEN EN TOEBEHOREN</b> .....	11
2.1 De ETICS: ‘gesloten’ systemen .....	11
2.2 De bepleistering .....	11
2.3 De isolatie .....	15
2.4 Bevestigingswijzen .....	18
2.5 Profielen .....	26
2.6 De toebehoren .....	31
<b>3 SPECIFICATIES</b> .....	33
3.1 Mechanische weerstand en stabiliteit .....	33
3.2 Brandveiligheid .....	33
3.3 Hygiëne, gezondheid en milieu .....	33
3.4 Gebruiksveiligheid en toegankelijkheid .....	36
3.5 Bescherming tegen geluidshinder .....	37
3.6 Energiebesparing en warmtebehoud .....	37
3.7 Duurzaam gebruik van grondstoffen .....	38
3.8 Duurzaamheid en gebruiksgeschiktheid .....	39
3.9 Milieuaspecten .....	40
<b>4 ONDERGROND</b> .....	43
4.1 Inleiding .....	43
4.2 Metselwerk en betonstructuren .....	43
4.3 Houtbouw .....	47
4.4 Toepasbaarheid van de plaatsingstechnieken in functie van de maatafwijkingen op de ondergrond .....	48
<b>5 UITVOERINGSBEPALINGEN</b> .....	49
5.1 Aansluitingen met de muurvoet .....	49
5.2 Aansluitingen met ramen en deuren .....	54
5.3 Aansluitingen met dakranden van platte daken .....	61
5.4 Aansluitingen met de dakranden van hellende daken .....	66
5.5 Aansluitingen met balkons .....	69

5.6 Aansluitingen met spouwmuren .....	70
5.7 Bewegingsvoegen .....	71
5.8 Bevestiging of doorvoeringen van voorwerpen .....	72
5.9 Rookgasafvoerkanalen .....	74
<b>6 UITVOERING .....</b>	<b>77</b>
6.1 Coördinatie met andere bouwberoepen .....	77
6.2 Veiligheid tijdens de werken .....	77
6.3 Bescherming van de uitgevoerde werken .....	77
6.4 Klimatologische omstandigheden tijdens de uitvoering .....	78
6.5 Voorbereidende werkzaamheden .....	78
6.6 Uitvoering van de isolatie .....	81
6.7 Uitvoering van de bepleistering .....	94
<b>7 TOLERANTIES EN UITZICHT .....</b>	<b>103</b>
7.1 Uitvoeringstoleranties .....	103
7.2 Controle van de toleranties .....	104
7.3 Uitzicht .....	108
<b>8 NAZORG .....</b>	<b>111</b>
8.1 Onderhoud .....	111
8.2 Herstellingen .....	112
<b>9 PATHOLOGIEËN .....</b>	<b>113</b>
9.1 Meest voorkomende schadegevallen .....	113
9.2 Overzicht van de geïnventariseerde schadegevallen en mogelijke risico's .....	113
<b>BIJLAGE A</b>	
Berekening van de warmtedoorgangscoefficiënt .....	121
<b>BIJLAGE B</b>	
Bouwknoepen in overeenstemming met de EPB .....	123
<b>BIJLAGE C</b>	
Checklist: bepleisteringen op buitenisolatie (ETICS) .....	135
<b>BIJLAGE D</b>	
Principe van dimensionering bij windbelasting (eenvoudige gevallen) .....	141
<b>LITERATUURLIJST .....</b>	<b>155</b>



# 1

## INLEIDING

---

### 1.1 DOEL EN TOEPASSINGSGBIED

Deze Technische Voorlichting (TV) handelt over bepleisteringen op buitenisolatie en vervangt gedeeltelijk de **TV nr. 209** die eveneens ingaat op bepleisteringen in combinatie met een buitenisolatie. Deze systemen worden in dit document aangeduid met het letterwoord 'ETICS' (afkorting van het Engelse '*External Thermal Insulation Composite Systems with rendering*', dat vertaald kan worden als 'composietsystemen voor buitengevelisolatie met bepleistering').

Deze TV vormt een leidraad voor de goede uitvoering van deze systemen. Alle specificaties die in België van kracht zijn over dit onderwerp, worden geformuleerd in de STS 71-2 [F6]. Deze Nota is enkel van toepassing op de systemen die beantwoorden aan deze specificaties en die aangebracht worden door gespecialiseerde en bekwaame firma's. De voorgestelde technische oplossingen en uitvoeringsaanbevelingen die opgesteld werden in samenspraak met de sector, sluiten evenwel geen alternatieven uit.

De voorschriften uit deze TV zijn geldig voor gebouwen die blootgesteld worden aan een windbelasting tot 2.000 Pa. Voor gebouwen met een grotere blootstelling kunnen er bijkomende eisen opgelegd worden (prestaties, uitvoeringsbepalingen). In bepaalde gevallen ligt deze waarde lager in functie van het toepassingsgebied (bv. houtskeletbouw).

De ETICS worden meestal beschouwd als een geschikte oplossing voor de thermische isolatie van verticale buitenmuren, indien ze voldoen aan de volgende voorwaarden:

- een gepast ontwerp (in het bijzonder van de detailleringen) en duidelijke voorschriften (ontwerper/architect)
- een beproefd systeem (systeemhouder, in deze TV fabrikant genoemd), zoals de systemen die beschikken over een technische goedkeuring (bv. ATG) en die terug te vinden zijn op de website van de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw (BUtgb)
- een correcte uitvoering van de werken en vooral van de technische details, wat impliceert dat er een beroep gedaan wordt op een gespecialiseerde firma (aannemer, in deze TV gevelwerker genoemd)



Afb. 1 Voorbeeld van een uitgevoerde ETICS.

- een correct onderhoud na de uitvoering van de werken (opdrachtgever en aannemer).

Om ervoor te zorgen dat de verschillende betrokken partijen kunnen beantwoorden aan deze voorwaarden, worden in deze TV de gebruikte materialen (zie hoofdstuk 2, p. 11) en de toegelaten ondergronden (zie hoofdstuk 4, p. 43) beschreven. Het document geeft ook een overzicht van de belastingen waaraan de ETICS moeten weerstaan en de eisen die in deze context opgelegd worden (zie hoofdstuk 3, p. 33). De focus in deze Nota ligt eveneens op de aanbevelingen over de opbouw van de technische details (ontwerp en uitvoering), waarbij rekening gehouden wordt met bouwknoepen die EPB-conform zijn (zie hoofdstuk 5, p. 49). Daarnaast worden er aanbevelingen geformuleerd met betrekking tot de uitvoering van de systemen (zie hoofdstuk 6, p. 77) zodat het bouwwerk kan beantwoorden aan de opleveringscriteria (zie hoofdstuk 7, p. 103), maar vooral om schadegevallen te beperken (zie hoofdstuk 9, p. 113). Tot slot worden er aanbevelingen gegeven voor het onderhoud van deze systemen (zie hoofdstuk 8, p. 111).

## 1.2 KORTE GESCHIEDENIS

Voor de thermische isolatie van verticale buitenmuren bestaan er drie verschillende soorten isolatietechnieken: verdeelde thermische isolatie (bv. isolerend metselwerk), thermische isolatie langs de binnenzijde en thermische isolatie langs de buitenzijde. De ETICS behoren tot deze laatste categorie, naar analogie met de technieken voor de uitvoering van voorhanggevels, mechanisch bevestigde gevelbekledingen uit natuursteen, bebordingen of gevelmetselwerk.

De isolatietechnieken kenden een eerste opmars na de oliecrisis van de jaren zeventig. In België werd de techniek van de (niet-geïsoleerde) spouwmuur geoptimaliseerd door het inbrengen van een laag isolatiemateriaal in de spouw. Deze techniek had de traditionele massieve muur uit metselwerk al een aantal decennia voordien verdrongen, aangezien de weerstand tegen regenwaterinfiltraties verhoogd werd door de creatie van een spouwmuur. Sommige landen namen hun toevlucht tot isolatie langs de binnenzijde (bv. Frankrijk), terwijl in andere landen de ETICS aan populariteit wonnen (bv. Duitsland). Hoewel de eerste toepassingen van deze techniek in België dateren uit de jaren zeventig, kende het gebruik van ETICS geen opmerkelijke groei in deze periode.

De jaren 2000 werden gekenmerkt door een snelle ontwikkeling van isolatietechnieken omwille van een verstrenging van de thermische vereisten (energieprestatieregelgeving voor gebouwen of EPB). In de aanloop naar 2020 zullen deze eisen alsmat strenger worden. Dit resulteert in een toenemend gebruik van ETICS in België, zowel bij nieuwbouw als bij renovaties. Deze evolutie is toe te schrijven aan een betere kennis van en een groter vertrouwen in de techniek, maar ook aan de certificatie van beproefde systemen en aan diverse bedrijven die zich in deze techniek gespecialiseerd hebben. Sinds kort loopt het gebruik van deze systemen op tot meer dan 1 miljoen vierkante meter gevel per jaar (tegenover ongeveer 9 miljoen m<sup>2</sup> gevel in baksteen). Zelfs proportioneel gezien (bv. op basis van het aantal inwoners) ligt dit cijfer beduidend lager in vergelijking met landen zoals Duitsland en Polen (meer dan 40 miljoen m<sup>2</sup> per jaar). Op basis van de beschikbare gegevens, bedroeg het totale marktaandeel van de ETICS in Europa 200 miljoen vierkante meter per jaar in 2011.

## 1.3 BIJZONDERHEDEN

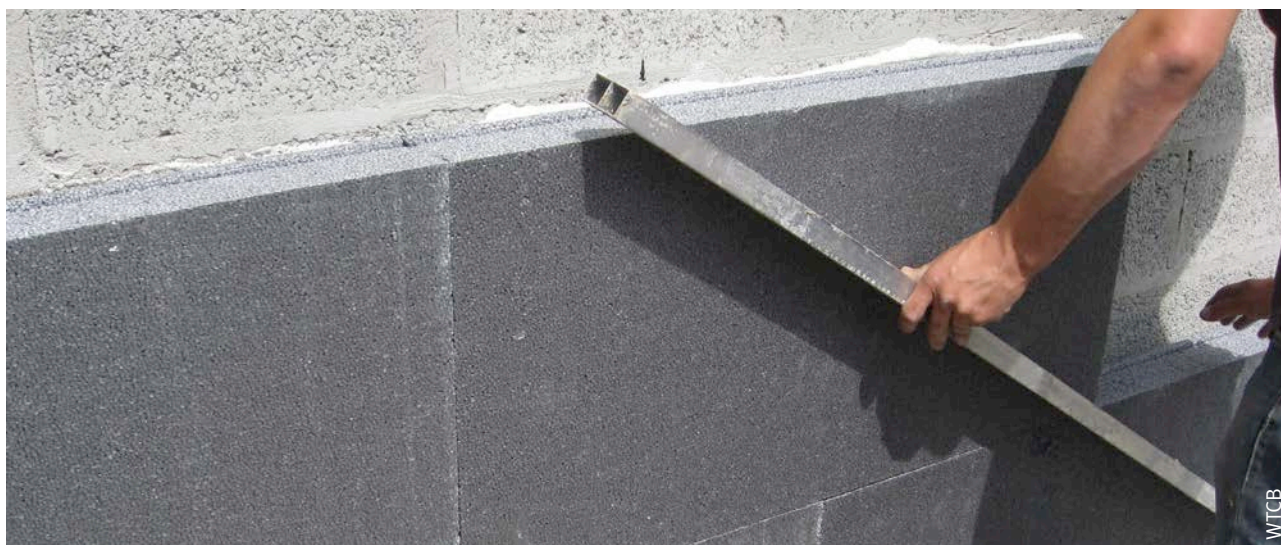
De technieken met isolatie langs de buitenzijde kunnen zowel toegepast worden in nieuwbouw- als in renovatieprojecten. Ze bevorderen immers het hygrothermische gedrag van de gevel (continuïteit van de isolatie, beperkt risico op inwendige condensatie, behoud van de thermische massa van de buitenmuren, geen beperking van de isolatiedikte) en ze beschermen de draagstructuur tegen de invloeden van het buitenklimaat.

In het kader van de thermische renovatie van bestaande gebouwen, één van de grootste uitdagingen voor de bouwsector, zorgen deze technieken er bovendien voor dat de bestaande binnenruimte niet verkleind wordt en dat bewoning tijdens de werken mogelijk is. Het is dan ook aan te raden om deze technieken te gebruiken als ze toepasbaar zijn. Aangezien het esthetische aspect van de gevel gewijzigd wordt, is een stedenbouwkundige vergunning evenwel verplicht. Soms kunnen stedenbouwkundige of architecturale beperkingen hun gebruik verhinderen (bv. gevel met een architecturaal karakter of het innemen van de openbare weg). Bij renovaties is het niet altijd eenvoudig om koudebruggen te vermijden, vooral ter hoogte van muurvoeten, elementen die uitspringen ten opzichte van het gevelvlak (dwarse buitenmuren, balkons ...) of ter hoogte van gevelopeningen (o.a. schrijnwerk en bestaande dorpels).

Tabel 1 Classificatie van de verschillende soorten thermische isolatie voor verticale buitenwanden.

Soort isolatie	Thermische isolatie langs de buitenzijde		Verdeelde thermische isolatie	Thermische isolatie langs de binnenzijde
Verticale buitenwanden	ETICS, bebordingen, gevelbekledingen of mechanisch bevestigde stenen gevelbekleding	Spouwmuur	Isolerend metselwerk of geïsoleerde houtskeletbouw	Afwerking + binnenisolatie





Afb. 2 De uitvoering van de isolatieplaten van een ETICS.

De ETICS onderscheiden zich van andere isolatietechnieken langs de buitenzijde doordat de afwerking verbonden is aan het isolatiemateriaal en ze samen één afdichtend geheel vormen. De verenigbaarheid en de duurzaamheid van de combinatie 'afwerking-isolatie' is cruciaal. Vanwege de geringe capillariteit van sommige bepleisteringen, zal het regenwater dat op de gevel terechtkomt snel van het geveloppervlak aflopen. Daarom moeten alle detailleringen de waterafvoer bevorderen en infiltraties verhinderen. Ter hoogte van de onderbrekingen van het systeem treden er spanningsconcentraties op onder invloed van de onvermijdelijke hygrothermische belastingen. Het is absoluut noodzakelijk dat deze punten op een doelgerichte manier aangepakt worden om het risico op scheurvorming en/of waterinfiltraties te beperken, aangezien deze een nadelige invloed kunnen hebben op het uitzicht en de technische prestaties van het systeem. Vermits het systeem gekenmerkt wordt door zijn schokweerstand, moet het gekozen worden op basis van de te voorziene schokken.

## 1.4 NORMATIEVE CONTEXT

Tot 2000 konden de ETICS mits een positieve beoordeling een Europese goedkeuring verkrijgen die afgeleverd werd door de EUTgb (Europese Unie voor de technische goedkeuring in de bouw).

Sindsdien kan men een CE-markering (op basis van een Europese technische goedkeuring (ETA), afgeleverd door de EOTA, *European Organization for Technical Approvals*) bekomen op basis van de richtlijnen van de ETAG 004 [E3]. Deze richtlijnen (van de Eutgb en nadien van de ETAG 004) zijn in

België gekoppeld aan bijkomende eisen, in functie van de specifieke kenmerken van het klimaat [G1, D1].

Momenteel worden er (door het CEN TC 88) Europese normen over ETICS opgesteld met het oog op een harmonisatie. Zodra deze in werking treden, zal de CE-markering verplicht worden.

De harmonisatie van de normen wordt uitgevoerd in overeenstemming met de Europese Bouwproductenrichtlijn (BPR, Richtlijn 89/106/EEG van 1988 [E8]). Deze richtlijn werd in 2011 ingetrokken ten voordele van een verordening (BPV, Verordening nr. 305/2011 [E9]), die in werking trad in 2011, maar waarvan het merendeel van de bepalingen pas van toepassing werd vanaf 2013. Naast de zes reeds bestaande fundamentele eisen van de BPR (1), voorziet de BPV een zevende eis die het duurzame gebruik van natuurlijke rijkdommen beoogt en die rekening houdt met de volledige levenscyclus van bouwwerken.

Op dit moment zijn deze referentiedocumenten alleen gericht op ondergronden uit beton of metselwerk. Alle specificaties met betrekking tot ETICS die van toepassing zijn in België, worden samengevat in de STS 71-2 [F6].

De norm met betrekking tot de uitvoering van buitenbepleisteringen (NBN EN 13914-1 [B30]) vermeldt expliciet dat bepleisteringen op buitenisolatie niet onder zijn toepassingsgebied vallen. De fabrikanten hebben een document gepubliceerd dat zowel op Europees niveau (*'European guideline for the application of ETICS'* [E1] van de EAE, *European Association for External Thermal Insulation Composite Systems*), als op Belgisch niveau (*'Handboek ETICS. Thermisch buitengevelisolatiesysteem'* [1] van de Vereniging IVP ETICS) besproken werd.

(1) 1. Mechanische weerstand en stabiliteit. 2. Brandveiligheid. 3. Hygiëne, gezondheid en milieu. 4. Gebruiksveiligheid en toegankelijkheid. 5. Bescherming tegen geluidshinder. 6. Energiebesparing en warmtebehoud. Deze eisen werden gewijzigd om rekening te kunnen houden met de toegankelijkheid voor personen met een handicap (4. Gebruiksveiligheid en toegankelijkheid), maar ook met de aanwezigheid en de uitstoot van gevaarlijke stoffen en hun invloed op de kwaliteit van het milieu en op het klimaat (broeikasgassen) (3. Hygiëne, gezondheid en milieu).

## 1.5 ONTWIKKELINGEN: EEN INNOVERENDE SECTOR

Ongeacht de beweegredenen (verbetering van de technische prestaties en van het uitzicht en hun duurzaamheid in de tijd, verbetering van de arbeidsomstandigheden, evolutie van de regelgeving inzake energetische prestaties of vrij verkeer van producten, kosten, milieu-impact ...), hebben de talrijke ontwikkelingen die de ETICS ondergaan hebben op het vlak van materialen, productieprocessen, prestaties, uitvoeringstechnieken, uitzicht ..., aangetoond dat deze sector vaak ten onrechte als 'traditioneel' aanzien wordt.

Het uitzicht van de gevels is uiteraard een eerste drijfveer voor innovatie. Deze bekommernis ligt aan de basis van de overvloed aan beschikbare pleisterkleuren en -texturen en van het streven naar een betere duurzaamheid van de ETICS.

Vanwege de steeds strengere eisen in de regelgeving voor de energieprestaties van gebouwen (EPB) richt de sector zich op grotere isolatiediktes en/of op isolatiematerialen met verbeterde thermische prestaties waardoor de benodigde isolatiedikte en bijgevolg ook de dikte van de wand beperkt kunnen worden, zoals bijvoorbeeld geëxpandeerd polystyreen met grafiet (grijze EPS). Sinds kort worden er ook systemen ontwikkeld die gebruik maken van andere synthetische isolatiematerialen zoals geëxtrudeerd polystyreen (XPS), polyurethaanschuim (PU) en fenolschuim (PF). Er wordt ook onderzoek gedaan naar de integratie van 'superisolerende' materialen (vacuümisolatieplaten of VIP, nanoporeuze PU, vezelplaten met aerogel). Deze oplossingen verminderen niet alleen de wanddikte, maar kunnen ook nuttig zijn bij renovaties wanneer de zichtbare breedte van het bestaande raam- of deurkader gering is. De deugdelijkheid van deze oplossingen in het kader van ETICS is uiteraard ondergeschikt aan de beheersing van de kosten en aan betrouwbare aangetoonde prestaties. Daarnaast is er nog de ontwikkeling van isolerende lijmschuimen (zie hierna), waarmee men dikke isolatieplaten kan verlijmen in zones met vertandingen (bv. hoek van gebouw) zonder dat er koudebruggen ontstaan.

De aanvullende behandeling van bouwknopen, vastgelegd in de regelgeving, met het oog op het verminderen van de warmteverliezen (koudebruggen zijn verboden), leidt tot een aanpassing van de bijhorende bouwconcepten, en dit voor alle wandtypes. Sommige bouwpraktijken zijn momenteel volop aan het evolueren. Bij de ETICS-systemen zagen we de opkomst van verbeterde schotelpluggen (niet-metalen schroef- of slagschotelpluggen die ofwel beschermd worden door een luchtlaag ofwel met een isolatiedop) of de techniek van de in de isolatie 'verzonken' plaatsing. Andere voorbeelden zijn de startprofielen met een thermische onderbreking, de platen voor een koudebrugvrije aansluiting

met de ondermuur of de systemen voor de aansluiting op het buitenschrijnwerk in functie van de positie van het buitenschrijnwerk ten opzichte van de ruwbouw ...

De technische prestaties van de ETICS en van hun bestanddelen worden eveneens verbeterd en vernieuwd.

Sinds een aantal jaar wil men de vervormbaarheid van de bepleisteringen vergroten, terwijl ze nog steeds een voldoende grote trekweerstand blijven behouden. Deze grotere vervormbaarheid biedt, naast een beperking van het risico op scheurvorming, namelijk de mogelijkheid om bepleisteringen aan te brengen in donkerdere kleuren, die thermisch meer belast worden. Onlangs werd er een techniek ontwikkeld waarbij een hulpstof gebruikt wordt (in de bepleistering of in de verf) die een breder infraroodspectrum weerkaatst. Deze hulpstof beperkt de thermische belasting waardoor men ook donkerdere pleisterkleuren kan gebruiken. Een ander voorbeeld van innovatie is het versterken van het waterafstotende karakter (bv. 'lotuseffect'). Hoewel er op dit moment nog tal van andere ontwikkelingen bestudeerd worden (het gebruik van faseovergangsmaterialen (PCM) om nachtelijke onderkoeling en oppervlaktecondensatie te verminderen, zelfreinigende of vuilwerende eigenschappen ...). Het gebruik van aangepaste milieuvriendelijke biociden heeft eveneens geleid tot een verbetering van de samenstellingen zodat hun uitzicht behouden blijft.

Andere ontwikkelingen op het gebied van isolatieplaten hebben betrekking op eigenschappen zoals het vochtgedrag en het waterafstotende gedrag, de mechanische weerstand (bv. isolatie op basis van vezels), de maatvastheid (bv. synthetische isolatiematerialen), maar ook de duurzaamheid van deze eigenschappen doorheen de tijd. Ook bij het toebehoren zijn er tal van innovaties merkbaar. Zo werd het assortiment aan profielen uitgebreid om de taken van de aannemer te vereenvoudigen.

Deze evoluties hebben niet alleen betrekking op de prestaties en de eigenschappen van de producten of hun uitzicht, maar ook op de uitvoeringsaspecten, die al even belangrijk zijn voor de aannemer. Dit heeft dan ook geleid tot de ontwikkeling van gebruiksklare pleisters (gemakkelijk verwerkbaar) en samenstellingen die aangepast werden aan bepaalde klimatologische omstandigheden. De techniek voor het verlijmen van isolatieplaten met polyurethaanlijmschuimen en een lijmpistool wordt daarentegen nog maar zeer recent toegepast.

Ten slotte bieden de ETICS een oplossing om de milieu-impact van buitenwanden te verminderen. De dikte die nodig is om het uitzicht en de bescherming van de gevelmuur (bepleistering) te garanderen, is immers relatief beperkt. Een weldoordachte materiaalkeuze, met name van de

isolatie, en een beproefd systeem zijn essentieel voor het succes van deze optimalisatie. Bovendien moeten de ETICS ook hun verwachte levensduur bereiken en, net zoals alle bouwmaterialen of -systemen, moeten ze aan het einde hun levensloop verwerkt worden (bv. recycleerbaarheid).

## 1.6 OMVANG VAN DE WERKEN

De werken omvatten doorgaans:

- de plaatsing en het gebruik van de nodige steigers (tenzij anders vermeld)
- de bescherming van de niet-betrokken bouwonderdelen (bv. schrijnwerk en beglazing) tijdens het aanbrengen van de bepleistering
- het ontstoffen van de ondergrond
- het aanbrengen van een primer op de ondergrond als dit noodzakelijk zou zijn
- de levering en de plaatsing van de isolatie in de voorziene dikte
- de levering en de plaatsing van de profielen en wapeningsweefsels
- de uitvoering, met inbegrip van alle leveringen, van de verschillende pleisterlagen
- het gebruik van een bescherming tegen ongunstige klimatologische omstandigheden tijdens de uitvoering
- het reinigen en het verwijderen van afval na de uitvoering (terugkeer naar de oorspronkelijke propeere toestand).

De volgende elementen zijn in principe niet inbegrepen in de werken (tenzij anders vermeld in de contractuele documenten):

- het zandstralen of het opruwen van de ondergrond
- het wegwerken van grote oneffenheden in de ondergrond
- het verwijderen of neutraliseren van de ontkistingsproducten
- het aanbrengen van een egalisatielaag voor het corrigeren van oppervlakken die de tolerantiegrens overschrijden
- de bescherming tegen corrosie van de bestaande metalen delen
- het demonteren en het plaatsen van afvoerbuizen, standleidingen ...
- de herstelling van het beton
- de aanpassingswerken ten gevolge van de aanwezigheid van kabels op de ondergrond
- het aanbrengen van soepele voegen (te melden aan de opdrachtgever)
- de dimensionering tegen wind (berekening van het aantal mechanische bevestigingen ...).

Voor de aanvang van de werken, moet de opdrachtgever alle nuttige informatie verstrekken met betrekking tot het na te leven niveau (bv. niveau van de afgewerkte buitenvloer), de te behandelen oppervlakken, de uit te voeren afwerkingsdetails ter hoogte van de aansluitingen met de andere delen van het gebouw ... Bovendien moet men er zich van vergewissen dat de constructie in kwestie geschikt is om afgewerkt te worden met een ETICS.



Afb. 3 Het aanbrengen van het gewapende grondpleister van een ETICS.



# 2

## SYSTEEM, BESTANDDELEN EN TOEBEHOREN

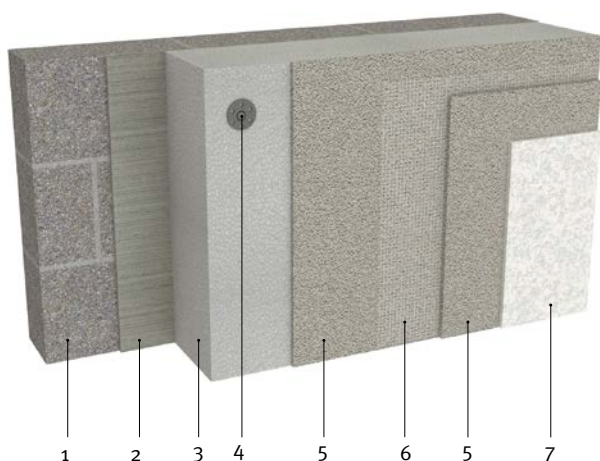
### 2.1 DE ETICS: 'GESLOTEN' SYSTEMEN

Bepalingen op buitenisolatie of ETICS zijn opgebouwd, van binnen naar buiten toe, uit (zie afbeelding 4):

- bevestigingsmiddelen (lijm, mechanische bevestigingen)
- een thermisch isolatiemateriaal
- en de eigenlijke bepleistering (gewapend grondpleister en afwerkpleister).

Bij deze uitvoeringsmethode moeten er een aantal specifieke toebehoren gebruikt worden (profielen uit PVC, roestvast staal of aluminium).

De ETICS zijn 'gesloten' systemen. Dit betekent dat de fabrikant (de systeemhouder) verantwoordelijk is voor de verklaring van overeenkomstigheid van het systeem en van de producten waaruit het systeem opgebouwd is. Het combineren van materialen die behoren tot systemen die afkomstig zijn van verschillende fabrikanten, is bijgevolg uit den boze.



1. Ondergrond
2. Lijm
3. Thermische isolatie
4. (Eventuele) mechanische bevestiging
5. Grondpleister
6. Wapeningsweefsel
7. Afwerkpleister

Afb. 4 Opbouw van een ETICS.



Afb. 5 Gebouwen die afgewerkt zijn met een ETICS.

### 2.2 DE BEPLEISTERING

#### 2.2.1 FUNCTIES

De bepleistering moet de wand beschermen tegen de weersinvloeden (barrière tegen regen, vorst en temperatuurschommelingen) gedurende zijn volledige levensduur en moet voldoende waterdampdoorlaatbaar zijn. Verder dient het pleister erkend te zijn als ongevoelig voor scheurvorming (toegelaten scheurbreedte  $\leq 0,2$  mm), maar ook als hechtend en als bestand tegen de schokken die kunnen voorkomen in de blootstellingszone. Hoewel het niet de taak is van de bepleistering om de luchtdichtheid te verzekeren, draagt deze (net zoals het ETICS) er wel toe bij. De bepleistering heeft, naast zijn technische functies, eveneens een esthetische functie.

#### 2.2.2 AARD

Het pleistersysteem is opgebouwd uit een grondpleister voorzien van een wapeningsweefsel (meestal uit glasvezels) en een afwerkpleister (zie tabel 2, p. 13). Er bestaan verschillende meng- en uitvoeringswijzen: poeders op basis van cement of van hydraulische kalk (met organische harsen), waaraan een welbepaalde hoeveelheid water toegevoegd wordt op de bouwplaats. Daarnaast bestaan er ook nog gebruiksklare pasta's en pasta's op basis van een organisch bindmiddel, waaraan men een zekere hoeveelheid cement toevoegt op de bouwplaats.

Er kunnen eventueel ook nog voorbehandelings- of afwerkingsproducten toegevoegd worden die de absorptie van de ondergrond bepalen en die kunnen bijdragen aan de hechting tussen de lagen en aan de homogenisering van de kleur. Het systeem kan tevens afgewerkt worden met een aangepaste verf.

Men spreekt van een 'dun' grondpleister wanneer de nominale dikte kleiner is dan 5 mm en van een 'dik' grondpleister als de nominale dikte groter dan of gelijk is aan 5 mm. We kunnen een onderscheid maken tussen bepleisteringsystemen (grondpleister en afwerkpleister) op basis van hun totale dikte: bij 'dunne' systemen ligt deze tussen de 3 en 10 mm, bij 'dikke' systemen is deze groter dan 10 mm.

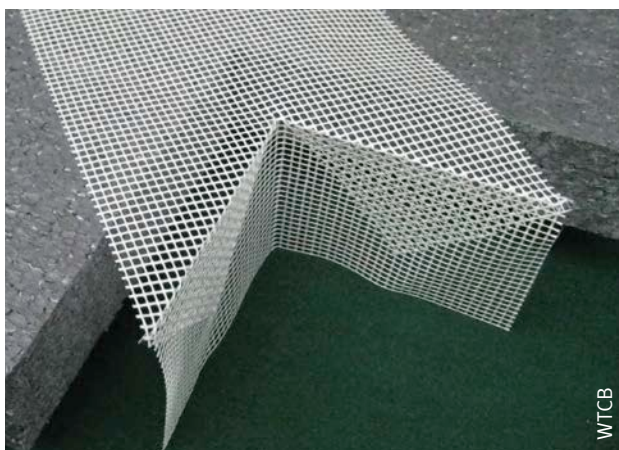
### 2.2.2.1 Het grondpleister

Het grondpleister kan een organisch bindmiddel (bv. acrylaat) bevatten of een mineraal bindmiddel (bv. cement) eventueel gemodificeerd met een organisch bindmiddel. De aard van het bindmiddel speelt een belangrijke rol bij het opnemen van de onvermijdelijke hygrothermische spanningen en het gedrag bij scheurvorming (treksterkte en elasticiteitsmodulus).

Organische grondpleisters worden verondersteld elastischer (meer vervormbaar of met een lagere elasticiteitsmodulus) te zijn dan hun minerale varianten. Zo kan ter indicatie de elasticiteitsmodulus oplopen tot 1.000 N/mm<sup>2</sup> voor een organische grondpleister, tot 2.000 N/mm<sup>2</sup> voor een minerale pleister op basis van hydraulische kalk en tot 8.000 N/mm<sup>2</sup> voor een minerale pleister op basis van cement.

### 2.2.2.2 Wapeningsweefsels

Wapeningsweefsels zijn meestal opgebouwd uit glasvezel (uit metaal is ook mogelijk) en worden geleverd in de vorm van rollen met diverse lengten, meestal met een breedte van 1 m. Ze worden ook wel wapeningsgaas, wapeningsnet of



Afb. 6 Voorgevormd wapeningsweefsel.

versterkingsnet genoemd. De wapeningsweefsels bezitten een hoge treksterkte, zijn alkalibestendig en worden ingebed in het verse grondpleister.

In bepaalde gevallen wordt er een extra weefsel aangebracht om mechanische beschadigingen zo goed mogelijk te vermijden. De wapeningsweefsels worden eveneens gebruikt voor plaatselijke verstevigingen, in de vorm van stroken (bv. van 30 × 30 cm in raamopeningen), en kunnen voorgevormd zijn (zie afbeelding 6).

### 2.2.2.3 Het afwerkpleister

**Organische pleisters** bestaan uit een organisch hoofdbindmiddel in de vorm van een organische hars (acrylaat of andere) in dispersie, vulstoffen en additieven. Aangezien ze geen anorganische (minerale) bindmiddelen bevatten, zijn ze niet alkalisch. Gelet op hun neutrale pH vereisen deze producten meestal de toevoeging van een biocide om hun bescherming tegen mos- en algengroei te verzekeren. Als ze aangebracht worden op een alkalisch mineraal (cementhoudend) grondpleister, moeten de afwerkpleisters alkalibestendig zijn. Ze zijn beschikbaar in de vorm van gebruiksklare pasta's.

**Organische siliconenpleisters** zijn samengesteld uit een hoofdbindmiddel in de vorm van een siliconenhoudende acrylhars in emulsie, polymeren in dispersie, pigmenten, vulstoffen en additieven. Ze vertonen een verbeterde waterwerendheid zonder dat de waterdampdoorlaatbaarheid verkleind wordt en ze zijn beschikbaar in de vorm van gebruiksklare pasta's.

**Silicaatpleisters** zijn samengesteld uit een mineraal hoofdbindmiddel van het silicaattype (kaliumsilicaat), een kleine hoeveelheid polymeren in dispersie en eventueel alkalibestendige (doorgaans van het styreen-acrylaattype) organische additieven (ter verbetering van de waterwerendheid) en anorganische pigmenten en vulstoffen die niet reageren met het kaliumsilicaat. Deze laatste eigenschap zorgt ervoor dat het aantal bruikbare kleurpigmenten sterk beperkt is. De toevoeging van een kleine hoeveelheid organisch bindmiddel laat toe de waterabsorptie te verminderen zonder afbreuk te doen aan de waterdampdoorlaatbaarheid. Dergelijke producten zijn sterk alkalisch ten gevolge van hun hoofdbindmiddel. Ze worden afgeleverd in de vorm van gebruiksklare pasta's.

**Minerale pleisters** bestaan op hun beurt uit een mineraal hoofdbindmiddel (cement en/of kalk), een eventueel organisch bestanddeel (gemodificeerd cement) en vulstoffen. Ze vereisen de toevoeging van aanmaakwater op de bouwplaats. Hun aanvankelijk alkalische pH vermindert mettertijd door carbonatatie vanaf het zichtvlak.

Aangezien elk pleistertype het resultaat kan zijn van verschillende samenstellingen en productiemethoden, kan men zich voor de bepaling van zijn eigenschappen niet louter en alleen baseren op het type. In deze optiek is het dan ook

Tabel 2 Afwerkpleisters: types, samenstelling en eigenschappen.

Pleistertype	Hoofdbindmiddel	Uitharding	Weersomstandigheden tijdens de uitvoering (*)	Kleurmogelijkheden
Organische pleisters	Organische hars (acrylaat of andere)	Fysieke droging/ coalescentie	Droog, van 5 tot 30 °C	Zeer groot
Siliconenpleisters	Siliconenhoudende hars (acryl-siloxaan)			Groot
Silicaatpleisters	Kaliumsilicaat (waterglas)	Chemische reactie/ fysieke droging	Droog tot licht vochtig, van 8 tot 25 °C Droog tot licht vochtig, van 5 tot 30 °C	Beperkt
Minerale pleisters	Cement of hydraulische kalk (eventueel gemodificeerd)			

(\*) Deze voorwaarden gelden tijdens de werken en minstens 24 uur nadien. Het beschouwde oppervlak moet in elk geval beschermd zijn tegen rechtstreekse bezonning en sterke wind. De opgegeven temperaturen zijn geldig voor de omgevingslucht en voor de ondergrond.

aan te raden om een aanpak te hanteren die gebaseerd is op prestatie-eisen (zie hoofdstuk 3, p. 33, en STS 71.2 [F6]).

Gelet op de verschillende uithardingswijzen, is het absoluut noodzakelijk dat de eisen met betrekking tot de klimatologische omstandigheden nageleefd worden tijdens de uitvoering. De producten moeten bovendien aangebracht worden in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant (mogelijke grond- en afwerkpleistercombinaties, noodzaak van een voorstrijklaag, meng- en uitvoeringswijzen, mengverhoudingen, pleisterdikte, weersomstandigheden tijdens en na de werken ...).

#### 2.2.2.4 Verf

Verven voor ETICS zijn samengesteld uit een bindmiddel, pigmenten, vulstoffen, hulpstoffen en een oplosmiddel. Het bindmiddel is doorgaans een acrylaat- of siloxaanhars. De siloxaanharsen bevatten, in het merendeel van de gevallen, ook een zekere hoeveelheid acrylaat en worden vaak ‘siliconenharsen’ genoemd. Er bestaan ook minerale verven op basis van silicaat die organische elementen kunnen bevatten (maximum 5 %).

Het aanbrengen van een verf op een ETICS kan in verschillende gevallen overwogen worden. Bij bepaalde ETICS is een optionele afwerking van de bepleistering met verf sowieso voorzien. De verf maakt dan deel uit van het buitengevelisolatiesysteem en kan aangebracht worden na de uitvoering van het afwerkpleister of op een later tijdstip. Men kan er ook voor opteren om een verflaag aan te brengen tijdens de levensduur van de bepleistering (bv. bij onderhouds- of renovatiewerkzaamheden aan het bepleisteringssysteem). De verven kunnen dus zowel een beschermende als een decoratieve functie vervullen.

De eigenschappen van de verven worden beschreven in tabel A1 van de **TV nr. 249** [W15]. De verf moet aangepast worden aan het ETICS waarop ze aangebracht wordt, en moet vooral vanuit chemisch oogpunt compatibel zijn. Voor meer informatie hieromtrent, verwijzen we de lezer naar de **TV nr. 249** (§ 4.2 en tabel 9) [W15].

De waterdampdiffusieweerstand van de verf moet voldoende laag zijn zodat de weerstand van het behandelde bepleisteringssysteem beantwoordt aan de criteria van § 3.3.1 (tabel 10, p. 34), teneinde het risico op inwendige condensatie te beperken. De waterdampdiffusieweerstand van de verf mag maximaal tot de klasse V2 behoren, en bij voorkeur tot klasse V1 in geval van een waterdampopen isolatiemateriaal (zie § 4.1.3 van de **TV nr. 249** [W15]).

Bij het kiezen van een verf voor een opfris- of onderhoudsbeurt van het ETICS, moet men zich baseren op tabel 40 van de **TV nr. 249** [W15].

#### 2.2.3 UITZICHT

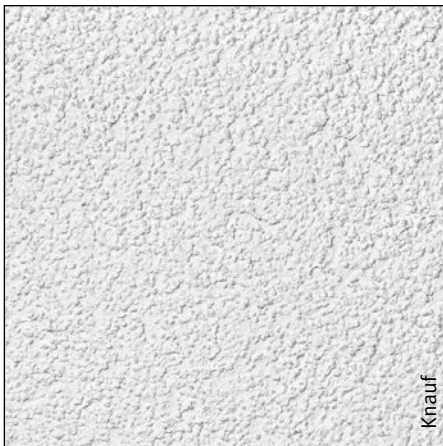
##### 2.2.3.1 Textuur

De textuur en het uitzicht van de bepleistering zijn afhankelijk van de granulometrie van de vulstoffen en van de dikte van de uitgevoerde laag. Verschillende korrelachtige texturen zijn mogelijk, gaande van zeer fijn tot zeer grof. Wanneer men een ‘gekrabde’ structuur wenst te bekomen, moet men dikkere minerale pleisters gebruiken die speciaal voor deze toepassing ontwikkeld werden (‘krabpleister’).

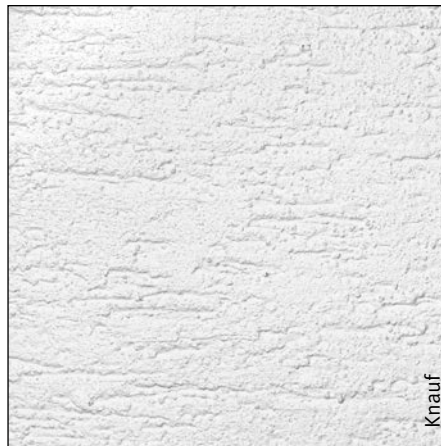
Afwerkpleisters die aangebracht worden in korrel dikte (1 tot 4 mm) kunnen een geschuurd of gerold uitzicht hebben (zie afbeeldingen 7 en 8, p. 14). Het uitzicht zal bepaald worden door de respectievelijk hoekige of afgeronde vorm van de in het product aanwezige granulen.

Het geschuurde uitzicht wordt verkregen door het pleister te talocheren (met een spaan uit roestvrij staal, gevolgd door een afwerking met een PVC-spaan). Het ‘gerolde’ uitzicht van een structuurpleister bekomt men door de afwerking met de spaan, waardoor de grote afgeronde korrels op de ondergrond gerold worden en er onregelmatige strepen ontstaan met verschillende breedten.

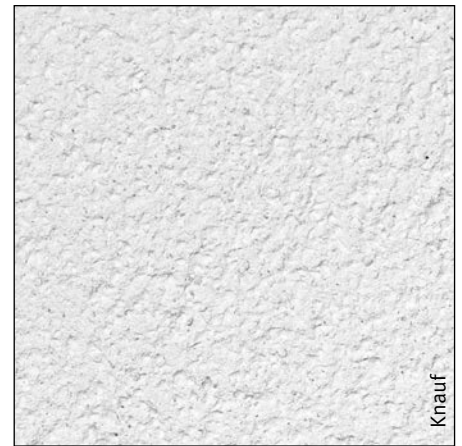
In het gamma van gelijksoortige afwerkpleisters ‘in korrel dikte’ van eenzelfde fabrikant, kunnen de grootste granulen verschillende afmetingen hebben (bv. 1,5, 2 of 3 mm). De



Afb. 7 Geschuurd pleister.



Afb. 8 Gerold pleister of structuurpleister.



Afb. 9 Krabpleister.

keuze van de korrelgrootte moet gebeuren vóór de uitvoering en zal een invloed hebben op het uitzicht.

Een vlak uitzicht bekomt men door specifieke dunne pleisters te gebruiken die granulaten bevatten die kleiner zijn dan 1 mm.

Krabpleister wordt aangebracht in een dikte die afhankelijk is van de korrelgrootte en van de gewenste oppervlaktestructuur en die begrepen ligt tussen 10 en 15 mm, waarvan ongeveer 2 tot 3 mm weggekrabd wordt. Het krabben gebeurt met aangepast gereedschap (krabijzer, spaan met strekmetaal ...), na een aanvangsverharding en voordat het pleister volledig uitgehard is. De grootste korrels zullen op deze manier zichtbaar worden (zie afbeelding 9 en afbeelding 10, p. 15).

Het aanbrengen van een oppervlaktestructuur biedt een aantal voordelen in vergelijking met een effen afwerking, namelijk:

- de mogelijke scheuren zijn minder zichtbaar
- deze afwerking is minder gevoelig voor kleurverschillen (aangewezen bij gekleurd pleister)
- ook al vervuult een ruw oppervlak sneller, dan nog is de vervuiling meestal minder storend.

### 2.2.3.2 Kleur

Het kleurenpalet bij organische afwerkpleisters is veel groter dan bij minerale pleisters en silicaatpleisters.

Bij de keuze van de kleur moet men er rekening mee houden dat de donkere tinten hogere temperaturen kunnen bereiken (en in het bijzonder op een thermische isolatie) bij blootstelling aan zonnestraling, wat gepaard gaat met grotere thermische vervormingen. De thermische belastingen die uitgeoefend worden op de verschillende lagen van het bepleisteringssysteem, en vooral op het afwerkpleister, zijn inderdaad sterk afhanke-

lijk van de helderheid van de kleur. Hoe donkerder de kleur is, hoe groter de belastingen zullen zijn.

Om de temperatuur en het niveau van deze spanningen te verminderen, is aan te raden om de helderheidsindex HI van gevels die blootgesteld worden aan rechtstreekse bezonning te beperken (bv. HI tot 20, 30 of 40 %). Deze beperking zal eveneens afhankelijk zijn van de aard en van de dikte van het grondpleister, en bijgevolg ook van de elasticiteit (zie kaderstuk). Als het grondpleister voldoende elastisch is, zal men zelfs bij donkere kleuren (kleuren met een lagere helderheidsindex) kunnen rekenen op een goed gedrag.

Wanneer het pleister pigmenten bevat die de infraroodstralen (IR) weerkaatsen, kunnen er eveneens donkerdere kleuren gebruikt worden. In dit geval zal men zich baseren op het totale weerkaatsing- en het absorptievermogen van de zonnestraling, dat volgens ons relevanter is dan de helderheidsindex.

### Helderheidsindex (HI)

#### Beperking van de helderheidsindex:

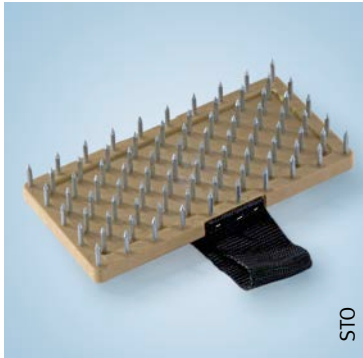
- HI ≥ 20 % bij een organische grondpleister
- HI ≥ 40 % bij een mineraal grondpleister.

#### Berekening van de helderheidsindex:

- Helderheidsindex (HI): waarde die de helderheid van de kleur aanduidt die opgegeven wordt door de fabrikant van het ETICS.
- L\*: lichtsterkte volgens het kleurensysteem L\*.a\*.b\* (L\*: lichtsterkteveranderlijke, a\* en b\*: chromatografische coördinaten; zie **Infofiche nr. 25** [M1]).

- Verhouding tussen HI en L\*:  $HI = \left( \frac{L^* + 16}{116} \right)^3 \times 100$ .





Afb. 10 Krabijzer.



Afb. 11 Pleisterstalen met verschillende kleuren en texturen.

De vulstoffen of pigmenten die gebruikt worden om het afwerkpleister de gewenste kleur te geven, moeten van eenzelfde levering zijn en gehomogeniseerd worden. Voor iedere gevel gebruikt men bij voorkeur kant-en-klare mengsels uit hetzelfde fabricatietot.

Door de absorptie van de ondergrond is het haast onmogelijk om een volledig uniforme kleur te bekomen.

Gelet op hun uitvoeringswijze kunnen de niet-gebruiksklare minerale pleisters, en vooral de krabpleisters, kleurschakeringen vertonen. Op donkere pleisters, kan er zich bovendien een witte kalkwasem vormen. Dit fenomeen wordt beïnvloed door de klimatologische omstandigheden tijdens en na de uitvoering.

Bij organische pleisters zal men een homogene kleur bekomen door de toevoeging van pigmenten, op voorwaarde dat de laag voldoende dik en/of gelijkmatig aangebracht wordt.

De kleurvastheid van donkergekleurde gepigmenteerde pleisters wordt niet altijd gewaarborgd. Het is daarom aan te raden om ze te schilderen. De kleurverschillen in de blauwe en rode kleurgroep zijn meer uitgesproken dan in de groene kleurgroep.

Luchtvervuiling geeft aanleiding tot de afzetting en/of ophoping van vuil (roet, stof, ...) aan het pleisteroppervlak, en dit voornamelijk in steden en in industriezones. Deze afzettingen kunnen resulteren in beschadigingen bij de indringing van zwavel- en stikstofoxide (aantasting van de kalk of het cement) en/of al dan niet uniforme oppervlakteverkleuringen.

Op een ruw oppervlak zal het wegwassen door beregening een meer homogene verkleuring veroorzaken in vergelijking met een gladde afwerking. Een goede detaillering (zie hoofdstuk 5, p. 49) zal er eveneens voor zorgen dat regenwater niet langs een preferentiële weg afloopt en zo plaatselijke erosie en lopers voorkomen worden.

## 2.3 DE ISOLATIE

### 2.3.1 AARD EN EVOLUTIE

Isolatie is verkrijgbaar in de vorm van stijve voorgevormde platen. De randen kunnen voorzien zijn van een sponning (met overkraging), van een tand en groef of kunnen gewoon recht zijn. Het plaatoppervlak kan geprofileerd of vlak zijn.



Afb. 12 Stalen van diverse soorten isolatiematerialen.



Afb. 13 Plaatsing van een isolatie op een buitengevel.

In België werden de laatste 25 jaar vooral de volgende isolatiematerialen gebruikt:

- **geëxpandeerd polystyreen** (EPS) is goed voor meer dan 85 % van de markt (98 % in 2013), net zoals in de rest van Europa. We onderscheiden witte EPS en EPS grafiet (met grijze kleur). Het gebruik van EPS grafiet zit in de lift vanwege de betere thermische prestaties. Vanwege zijn donkere kleur moet het tijdens de plaatsing en de opslag wel beschermd worden tegen de zon, om het risico op vervorming te vermijden
- **minerale wol** (MW), en in het bijzonder rotswol, vertegenwoordigt minder dan 15 % van het marktaandeel (minder dan 2 % in 2013). We onderscheiden enerzijds de isolatie van het *slab*-type waarbij de vezels evenwijdig lopen met het oppervlak, en anderzijds de isolatie van het *lamella*-type waarbij de vezels zich loodrecht ten opzichte van het oppervlak bevinden (de weerstand tegen een trekkracht loodrecht op het oppervlak is afhankelijk van de oriëntatie van de vezels en is bijgevolg hoger voor het *lamella*-type).

Omdat er steeds hogere isolatieniveaus voor wanden nastreefd worden, gebruikt men steeds vaker dikke isolatieplaten. Om zeer hoge isolatiewaarden te behalen (waarde van de warmtedoorgangscoefficiënt  $U$  in de grootteorde van  $0,12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ), kan men bijvoorbeeld een beroep doen op

EPS-platen die 30 tot 35 cm dik kunnen zijn. We willen er echter wel op wijzen dat de warmtedoorgangscoefficiënt  $U$  van een wand geen perfect lineaire functie is van de isolatiedikte (zie afbeelding 39, p. 38, en § 3.6, p. 37).

Ook de volgende isolatiematerialen worden steeds frequenter gebruikt:

- **synthetische producten** zoals geëxtrudeerd polystyreen (XPS), polyurethaanschuim (PU, of het nu gaat over polyurethaanschuim PUR of polyisocyanuraatschuim PIR) of fenolschuim (PF) dat ook gekend is onder de naam 'resol'. Deze producten vertonen doorgaans hogere thermische prestaties
- **platen op basis van houtvezels** (WF) of **geëxpandeerde kurk** (ICB) omwille van hun natuurlijke karakter
- **cellenglas** (CG), **mineraal schuim** (MF) of **minerale wol** (MW) vanwege van hun 'minerale' aard en hun brandgedrag (onbrandbaar). Cellenglas wordt ook gewaardeerd om zijn vochtgedrag (ondoorlaatbaar: waterabsorptie  $\sim 0$ , waterdampdiffusieweerstand  $\mu = \infty$ ).

In de praktijk is het gebruik van deze materialen in het kader van ETICS evenwel beperkt. We stellen wel een opmars vast van isolatieplaten die opgebouwd zijn uit lagen van verschillende aard en die samengesteld worden in de fabriek of op de werf.

### 2.3.2 EIGENSCHAPPEN EN VEREISTEN

De isolatiematerialen moeten minimaal voldoen aan de technische specificaties uit de Europese geharmoniseerde normen (zie tabel 3). Daarnaast worden er in België nog een aantal bijkomende eisen vastgelegd voor deze producten. Deze moet men naleven om een ATG voor ETICS te kunnen verkrijgen.

De eisen met betrekking tot de dimensionale toleranties van de platen moeten nageleefd worden zodat ze geplaatst kunnen worden zonder al te veel versnijdingen en niveauverschillen, maar ook om het aanbrengen van het pleister in de voorziene nominale dikte en binnen de beoogde toleranties toe te laten (zie § 7.1, p. 103)

De mogelijkheid om isolatiematerialen te gebruiken als ondergrond voor een bepleistering is afhankelijk van hun dimensionale stabiliteit (krimp op jonge leeftijd die voltooid moet zijn vóór de plaatsing voor de synthetische producten (EPS, XPS, PU, PF) en vervormingen van hygrothermische oorsprong die niet groter mogen zijn dan 0,5 %). Hierdoor kan vermeden worden dat de voegen zich aftekenen en dat er scheurvorming ontstaat ter hoogte van de voegen. De invloed van de maatvastheid kan geëvalueerd worden met hygrothermische proeven op het volledige systeem (zie § 3.3.1, p. 33).

Het merendeel van de platen uit **minerale wol (MW)** en **houtvezels (WF)** vertonen een zwakkere mechanische sterkte waardoor een verlijming alleen niet volstaat, maar een mechanische bevestiging met hechtpluggen (in combinatie met een verlijming) vereist is. Vanwege hun uitstekende treksterkte kunnen platen van het *lamella*-type daarentegen wel verlijmd worden. Het aantal bevestigingen hangt voornamelijk af van de verwachte windbelasting. Bovendien kan de weerstand van deze platen aanzienlijk verminderd worden door de eventuele aanwezigheid van vocht.

De isolatiematerialen vertegenwoordigen zowat alle mogelijke gradaties in het **waterdampdiffusieweerstandsgamma** ( $\mu$ -waarde): minerale wol ( $\mu \sim 1$ , doorlaatbaar), synthetische producten ( $\mu \sim 20$  tot 200) en cellenglas ( $\mu \sim \infty$ , ondoorlaatbaar).

Volgens de Europese brandreactieclassificatie behoren **minerale wol (MW)**, **cellenglas (CG)** en **mineraalschuim (MF)** tot de klasse A1 (onbrandbaar). De wettelijke eisen voor gevelbekledingen zijn van toepassing op het volledige systeem, zijnde het isolatiemateriaal dat voorzien is van een bepleistering, die kan fungeren als bescherming. Het is dan ook de taak van de fabrikant van het ETICS om de brandreactieklasse van het volledige systeem aan te tonen (zie § 3.2, p. 33).

Tabel 3 Isolatiematerialen die gebruikt worden voor ETICS en hun eigenschappen (\*).

Eigenschappen	Isolatiematerialen								
Aard	Geëxpandeerd polystyreen (EPS)	Minerale wol (MW)	Cellenglas (CG)	Mineraalschuim (MF)	Geëxtrudeerd polystyreen (XPS)	Fenolschuim (PF)	Polyurethaanschuim (PU)	Houtvezels (WF)	Kurk (ICB)
Geharmoniseerde norm	NBN EN 13163 [B18]	NBN EN 13162 [B17]	NBN EN 13167 [B22]	-	NBN EN 13164 [B19]	NBN EN 13166 [B21]	NBN EN 13165 [B20]	NBN EN 13171 [B24]	NBN EN 13170 [B23]
ETA voor ETICS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ATG voor ETICS	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Warmtegeleidbaarheid $\lambda$ [W/m.K]	0,032-0,040	0,040	0,038-0,045	0,045	0,035	0,023	0,028	0,045	0,040
Dichtheid $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	10-40	100-140	100	115	30-40	35-45	35-45	160-265	115-130
Waterdampdiffusieweerstand $\mu$ [-]	Weinig doorlatend 20-60	Doorlatend 1-2	Ondoorlatend $\infty$	Doorlatend 3	Weinig doorlatend 100-200	Weinig doorlatend 50	Weinig doorlatend 60	Doorlatend 2-5	Doorlatend 15
$S_d$ voor 10 cm [m]	2,0-6,0	0,1-0,2	$\infty$	0,3	10,0-20,0	5,0	6,0	0,2-0,5	1,5
Treksterkte [N/mm <sup>2</sup> ]	0,080-0,200	0,005-0,030 /lamella: 0,080	0,100-0,150	0,080	0,080-0,150	0,040-0,060	0,150-0,200	0,003-0,200	0,080
Brandreactie	E	A1	A1	A1	E	B-C	E	E	E

(\* Indicatieve, niet-exhaustieve gegevens, gebaseerd op de ETA.

Aan de hand van een **levenscyclusanalyse** (LCA) van het systeem kan men de milieu-impact van de isolatie bepalen in functie van zijn aard (zie § 3.9.2, p. 41).

De ETAG 004 [E3], die momenteel de eisen vastlegt waaraan de ETICS-systemen moeten voldoen om een ETA (Europese technische goedkeuring) te verkrijgen, werd opgesteld op basis van de door ervaring verworven kennis over isolatiematerialen van het EPS- en MW-type. Voor de andere isolatiematerialen kunnen er bijkomende eisen geformuleerd worden. Op dit moment bestaan er ETICS met een ETA voor de volgende isolatiematerialen: EPS, MW, CG, MF, PF, XPS, PU, WF en ICB. In België zijn er naast deze ETA's ook nog ATG's beschikbaar voor ETICS met EPS, MW en CG.

Tabel 3 (p. 17) geeft een aantal eigenschappen weer van isolatiematerialen die gebruikt kunnen worden voor ETICS. De opgegeven waarden zijn louter indicatief, niet-exhaustief en gebaseerd op de ETA's die in ons bezit zijn.

## 2.4 BEVESTIGINGSWIJZEN

De plaatsing van ETICS kan volgens meerdere principes of werkwijzen gebeuren. Deze moeten evenwel steeds de overdracht van de belastingen naar de ondergrond toelaten. Het gaat hier voornamelijk om de overdracht van:

- het eigengewicht van het systeem
- de windbelastingen
- de belastingen die teweeggebracht worden door de hygrothermische bewegingen.

De bevestigingswijze moet zowel aan de ondergrond als aan het ETICS aangepast worden. Er worden dus niet alleen eisen gesteld aan de verbinding tussen het bevestigingssysteem en de ondergrond, maar ook aan de verbinding tussen het bevestigingssysteem en het ETICS.

Men kan de volgende vier bevestigingswijzen onderscheiden:

- de **verlijming aan de ondergrond**, al dan niet met bijkomende mechanische bevestigingen. De systemen kunnen ofwel volledig verlijmd worden (over het hele oppervlak), ofwel gedeeltelijk verlijmd worden (minimum 40 % van het oppervlak) door middel van lijmstroken en/of -noppen, aangevuld met een lijmstrook op de randen van het plaatsingsoppervlak van de isolatieplaten. De belastingen worden volledig door de lijm opgenomen. De eventuele bijkomende mechanische bevestigingen dienen voornamelijk om de stabiliteit te verzekeren totdat de lijm uitgehard is, en fungeren als een voorlopige verbinding om het risico op onthechting te vermijden
- de **mechanische bevestiging aan de ondergrond door middel van schotelbevestigingen**, aangevuld met een verlijming (minimum 40 % van het oppervlak). De windbelastingen worden volledig opgenomen door de mechanische bevestigingen. De lijm moet de vlakheid van het systeem verzekeren (men spreekt over een 'geplugd/vastgezet' systeem), bewegingen van het

systeem beperken (bv. verplaatsing van het systeem in het vlak en opwelling) en luchtstromingen aan de achterzijde van de isolatieplaten verhinderen

- de **mechanische bevestiging aan de ondergrond door middel van rails (profielen) en zijdelingse verstevigingen**, eventueel aangevuld met een mechanische bevestiging met schotelpluggen en/of een verlijming. Deze bevestigingswijze wordt momenteel slechts weinig toegepast
- de **mechanische bevestiging op een skeletstructuur met schotelbevestigingen of nieten**, eventueel aangevuld met een verlijming op de stijlen van het skelet. Deze werkwijze is vrij recent en vindt steeds meer ingang. Het buiggedrag (buigweerstand en buigstijfheid) van de isolatieplaten van het ETICS moet voldoende zijn om te weerstaan aan de windbelastingen. Deze bevestigingswijze zonder ononderbroken ondergrond verschilt van de gebruikelijke plaatsingswijzen van ETICS en er is weinig bekend over het werkelijke gedrag onder belasting (weerstand tegen de dynamische windbelastingen en de opname van belastingen in het vlak zoals het eigengewicht en de hygrothermische bewegingen).

Indien de staat van het oppervlak (bv. afwezigheid van verf en voldoende hechting) en de vlakheid van de ondergrond (nieuwbouw of bepaalde renovaties) dit toelaten, is verlijming de meest gebruikte en ook meest aangewezen techniek, op voorwaarde dat het isolatiemateriaal hiervoor geschikt is (bv. EPS).

De mechanische bevestigingswijzen maken gebruik van kunststof bevestigingspluggen die aangepast zijn aan de ondergrond en die beproefd en CE-gemarkeerd zijn op basis van de ETAG 014 [E4]. Ze worden onderworpen aan een beoordeling van de windbelasting. Aan de hand van een aantal specifieke proefmethoden en na de toepassing van een veiligheidscoëfficiënt op het aldus behaalde resultaat, kan de windweerstand rechtstreeks berekend worden, evenals het aantal vereiste verankeringen per vierkante meter in functie van de gevelzone, de ruweheidsklasse van het terrein, de gebouwhoogte ... (zie Bijlage D, § D3, p. 145, en NBN EN 1991-1-4 ANB [B11]).

Ondanks het feit dat er vaak verschillende bevestigingswijzen gecombineerd worden, blijft het noodzakelijk om een hoofdmethode te bepalen om het systeem correct te kunnen dimensioneren, zodat het kan weerstaan aan de windbelastingen.

### 2.4.1 VERLIJMING

#### 2.4.1.1 Belangrijke begrippen

Bij de verlijming met een mengklaar lijmproduct (mortellijm) is de **rijping** of de **rusttijd** gelijk aan de tijdspanne tussen de voorbereiding (aanmaken en mengen) en het moment dat het product gebruiksklaar is. Deze kan enkele minuten bedragen. Na de rijping vangt de **praktische gebruiksduur**

(verwerkbaarheid of *pot-life*) aan, die gelijk is aan de maximale tijdspanne waarin de aangemaakte lijm bruikbaar is en die doorgaans maximaal een paar uur bedraagt.

Voor alle lijmsoorten komt de **open tijd** overeen met de maximale tijdspanne waarin de isolatieplaten geplaatst kunnen worden om de beoogde hechting te bekomen eenmaal dat de lijm aangebracht is (meestal op de achterzijde van de plaat).

Deze tijdspannes worden beïnvloed door de klimatologische omstandigheden (bv. warme temperaturen). Wanneer de open tijd of de praktische gebruiksduur overschreden wordt, mag de lijm niet meer gebruikt worden.

#### 2.4.1.2 Lijmsoorten

De lijmen kunnen voorkomen in verschillende vormen:

- droge mortel: in de fabriek aangemaakt poeder dat ter plaatse vermengd moet worden met de door de fabrikant gespecificeerde hoeveelheid water of hars in dispersie
- pasta die vermengd moet worden met cement
- gebruiksklare pasta
- producten in schuimvorm (PU-lijm) die aangebracht moeten worden met een pistool.

Men moet steeds de lijmsoort kiezen die aanbevolen wordt door de fabrikant van het systeem en die beproefd is voor het gebruik. Bovendien moet men de voorgeschreven uitvoeringsdikten en de weersomstandigheden voor de uitharding naleven.

De verschillende lijmsoorten (aard en toepassingsgebied) worden hierna toegelicht. Hun uitvoering wordt beschreven in § 6.6.2.2 (p. 86). Momenteel zijn mortellijmen het meest courant. Voor gebruik dient men evenwel de technische fiches van de fabrikant van het ETICS te raadplegen.

##### 2.4.1.2.1 Mortellijmen

###### ■ Aard

De mortellijmen zijn samengesteld uit een mengsel van hydraulische en organische bindmiddelen, minerale toeslagstoffen en organische hulpstoffen. Ze zijn niet gebruiksklaar. Mortellijmen kunnen voorkomen in de vorm van een mengklaar poeder in zak (op basis van een hydraulisch bindmiddel, granulaten en hulpstoffen). In dat geval moeten ze vlak vóór hun gebruik vermengd worden met water of met hun aanmaakvloeistof (hars in dispersie) als het een tweecomponentenproduct betreft. Ze kunnen eveneens voorkomen in pastavorm (op basis van een hars in dispersie en granulaten) waaraan een bepaald hoeveelheid cement (van het type dat voorgeschreven wordt door de fabrikant) toegevoegd moet worden op de werf.

De binding ontstaat door een chemische hydratatiereactie en een fysische droging. De producten moeten opgeslagen worden in een droge ruimte, beschermd tegen vorst en bij een temperatuur die begrepen is tussen 5 °C en 25 °C.

###### ■ Toepassingsgebied

Door middel van mortellijmen kan men isolatieplaten met een voldoende mechanische weerstand (bv. EPS) verlijmen op de ondergrond of ze kunnen gebruikt worden voor een aanvullende verlijming van zwakkere isolatie die mechanisch verankerd is met schotelpluggen (bv. minerale wol (MW)). Mortellijmen zijn doorgaans geschikt voor minerale ondergronden zoals metselwerk (eventueel voorzien van een bestaande minerale bepleistering) en voor betonstructuren die beantwoorden aan de voorwaarden uit hoofdstuk 4 (p. 43).

Indien ze worden aangebracht in strookvorm of met noppen (met een lijmstrook op de randen van het plaatsingsoppervlak van de isolatie), kunnen ze vlakheidsverschillen in de ondergrond opvangen tot 15 mm/2 m. Ze mogen niet gebruikt worden om de zijranden van platen te verlijmen.

Ze moeten in principe gebruikt worden bij temperaturen tussen 5 en 30 °C (omgevingstemperatuur en temperatuur van de te verlijmen oppervlakken). Specifieke formuleringen, zoals snelhardende lijmen, zijn geschikt voor verlijmingen bij lage temperatuur.

##### 2.4.1.2.2 PU-lijmschuimen

###### ■ Aard

De lijmschuimen uit polyurethaan (PU) zijn gebruiksklaar, vertonen een snelle uitharding, een kleine uitzetting en worden aangebracht met een pistool in de vorm van lijmrupsen met een diameter van ongeveer 3 cm. De uitharding is het resultaat van een chemische polymerisatie door het contact met vocht uit de lucht. De lijm kan geleverd worden in spuitbussen of in bussen die rechtopstaand bewaard moeten worden in een droge ruimte, bij een temperatuur tussen 5 en 25 °C.

###### ■ Toepassingsgebied

De lijmschuimen kunnen gebruikt worden op een brede waaier aan ondergronden (metselwerk, beton, hout, staal ...), in vergelijking met mortellijmen. Ze zijn evenwel niet geschikt voor isolatieplaten uit vezels (bv. rotswol). De maximale vlakheidsafwijking van de ondergrond mag niet groter zijn dan 8 mm/2 m. De uitvoeringstemperaturen die voorgeschreven worden voor de verlijmingsoppervlakken en de lijm (bv. temperatuur van de te verlijmen oppervlakken tussen 5 en 30 °C en van het lijmreceptiënt tussen 5 en 25 °C) moeten hierbij nageleefd worden.

Het voordeel van deze lijmen is hun isolerende werking (warmtegeleidbaarheid  $\leq 0,04$  W/m.K). Hierdoor zijn ze geschikt voor de verlijming van de zijranden van isolatieplaten zonder het ontstaan van koudebruggen, in tegenstelling tot mortellijmen. Naast een grotere verscheidenheid aan toegelaten ondergronden, vormen ze ook een praktische oplossing ter hoogte van aansluitingen in zones met vertandingen en/of in het geval van grote isolatiedikten.

#### 2.4.1.2.3 Dispersielijmen

##### ■ Aard

Dispersielijmen bestaan uit een mengsel van organische bindmiddelen (meestal acrylaten) en vulstoffen en zijn gebruiksklaar. De binding of de uitharding ontstaat door een fysische droging die gepaard gaat met een coalescentie. De lijm wordt in potten geleverd en moet bewaard worden in een droge en koele ruimte, beschermd tegen bezonning en vorst.

##### ■ Toepassingsgebied

Dispersielijmen kunnen gebruikt worden bij de verlijming van isolatieplaten op ondergronden van diverse aard die voldoende vlak (lijmvoeg van 2 tot 3 mm dik) en weinig absorberend zijn, zoals bouwplaten (bv. op basis van hout), metselwerk en 'vlak' beton. Omwille van hun uithardingsproces mogen ze niet gebruikt worden voor de verlijming van twee ondoorlaatbare materialen. De te verlijmen oppervlakken en de omgevingslucht moeten beantwoorden aan de voorschriften van de fabrikant (bv. van 5 tot 30 °C).

### 2.4.2 MECHANISCHE SCHOTELBEVESTIGINGEN

#### 2.4.2.1 Omschrijving

De bevestigingen zijn vervaardigd uit kunststof en voorzien van een schotel, ook wel rozet genoemd, die de isolatie-

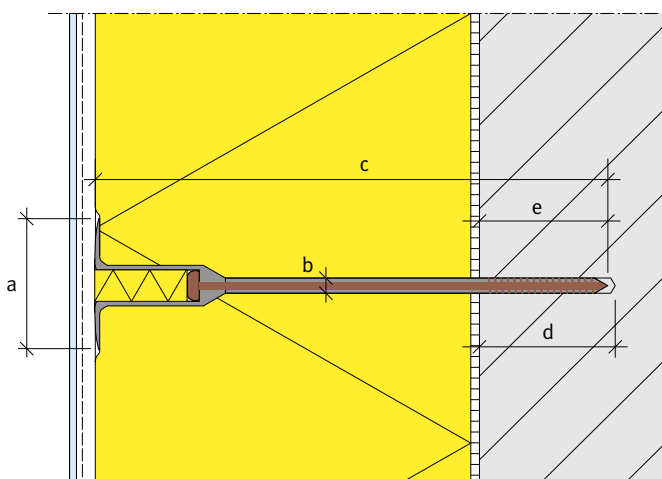
platen tegen de ondergrond houdt. Door de stijfheid van de schotel fungeert deze als een drukverdeelplaatje dat enerzijds weerstand biedt aan de windzuiging op het systeem, en dat anderzijds zorgt voor een voldoende contactdruk (voorspanning) tussen de isolatie en de ondergrond om de krachten in het vlak op te nemen (eigengewicht van het systeem).

De bevestigingen zijn ofwel voorzien van een metalen schroef (schroefschotelplug), ofwel van een nagel (slag-schotelplug) uit kunststof of uit metaal en kunststof (bv. metalen nagel met een kunststof slagpin). Door deze combinatie kunnen koudebruggen beperkt worden. Bij een plaatsing gelijkliggend met de isolatie, kunnen de schoefschotelpluggen voorzien worden van een isolatiedop die eventuele lucht volumes insluit (zie afbeeldingen 16 en 18, p. 21), om koudebruggen te voorkomen. Bij een verzonken plaatsing kan men de bevestiging isoleren door isolerende sluitingen (EPS of MW) te gebruiken die dezelfde diameter hebben als de schotel (zie afbeeldingen 17 en 18, p. 21).

De bevestigingen worden gekenmerkt door de diameter van de schotel (of drukverdeelplaatje), maar ook door hun lengte, hun diameter, de boorgat- en verankeringsdiepten (die afhankelijk zijn van de ondergrond), alsook door de aard en de morfologie van de toegelaten ondergronden (zie § 2.4.2.2, p. 22 en afbeelding 14).

Wanneer de isolatie een lage mechanische weerstand vertoont en als de windbelasting het vereist, kan men gebruik maken van bijkomende schotels met een grotere diameter (bv. 90 of 140 mm) in combinatie met een schotelplug. Door de diameter van de schotel te vergroten, kunnen de krachten beter verdeeld worden. Deze oplossing is bijvoorbeeld geschikt voor minerale wol in de vorm van platen van het *lamella*-type, die mechanisch bevestigd moeten worden. Deze platen vertonen immers een kleinere doortreksterkte vanwege de oriëntatie van de vezels.





Tabel 4 (p. 21) geeft een overzicht van de meest gangbare soorten schotelbevestigingen. Er kan geopteerd worden



- a. Diameter van de schotel
- b. Diameter van de bevestiging
- c. Lengte van de bevestiging
- d. Boorgatdiepte
- e. Verankeringsdiepte

Afb. 14 Geometrische gegevens van schotelbevestigingen.

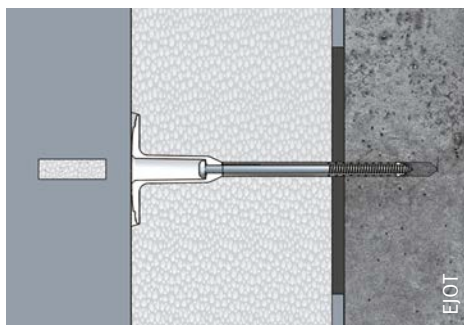
Tabel 4 Meeste courante soorten schotelbevestigingen.

Meeste courante soorten schotelbevestigingen	
 <p>Schroefschotelplug (1) (2) (stalen schroef)</p>	 <p>Slagschotelplug (metalen nagel met kunststof slagpin)</p>
 <p>Bevestiging met schotelschroef (1) (2) (3) (stalen schroef)</p>	 <p>Slagschotelplug (kunststof nagel)</p>

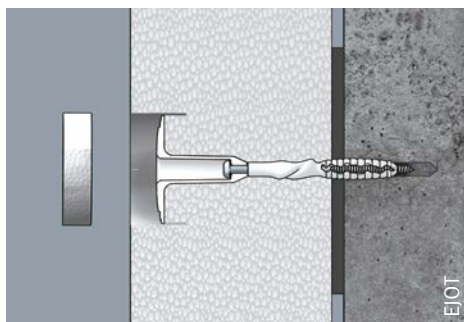
(1) Moet aangevuld worden met een isolatiedop bij een plaatsing gelijkliggend met de isolatie.  
 (2) Moet aangevuld worden met een isolerende sluitringen (MW of EPS) bij een verzonken plaatsing.  
 (3) Valt niet onder de ETAG 014 [E4]. Vooral geschikt voor houten ondergronden.



Afb. 16  
Plaatsing aan het oppervlak van de isolatie met isolatiedop.



Afb. 17  
Plaatsing verzonken in de isolatie met een isolerende sluitring.



Afb. 15 Bijkomende schotels met een grotere diameter die indien nodig gecombineerd kunnen worden met een schotelplug.



Afb. 18 Schotelbevestigingen met een isolatiedop of een isolerende sluitring waarmee de koudebruggen beperkt kunnen worden.

voor kunststof schotelpluggen die over een Europese technische goedkeuring (ETA volgens ETAG 014 [E4]) beschikken, en meer bepaald voor deze die gespecificeerd worden door de fabrikant van het systeem. Voor het overige dient men de gebruiksaanbevelingen van de fabrikant na te leven. Sommige schotelpluggen en montagethoden vereisen evenwel aangepast gereedschap (bv. hulpstukken voor boormachine).

#### 2.4.2.2 Classificatie en keuze op basis van toegelaten ondergronden

De aard van de ondergrond en de aanwezigheid van perforaties (ook wel holten genoemd) in de metselstenen zijn belangrijke parameters in het kader van een mechanische bevestiging.

De ETAG 014 [E4] die de CE-markering regelt van verankeringen die bestemd zijn voor de mechanische bevestiging van ETICS, deelt de bevestigingen op in vijf categorieën (van A tot E) op basis van de aard van de ondergrond waarvoor ze bestemd zijn (zie tabel 5).

De gegevens met betrekking tot de gebruikte ondergrond moeten ter beschikking gesteld worden van de gevelwerker, zodat hij in voorkomend geval de te gebruiken bevestigingen kan kiezen. Bij twijfel moet men zich wenden tot de fabrikant.

#### 2.4.2.3 Positionering

We kunnen drie uitvoeringsmethoden voor bevestigingspluggen onderscheiden (zie afbeelding 19, evenals de voorschriften van de fabrikanten van het systeem en de ATG of ETA):

- de bevestigingspluggen kunnen gelijkliggend met de isolatieplaten geplaatst worden hetzij onmiddellijk, hetzij na het uitharden van de lijm, om te vermijden dat de platen loskomen ten gevolge van trillingen
- de bevestigingspluggen kunnen verzonken geplaatst worden hetzij onmiddellijk, hetzij na het uitharden van de

Tabel 5 Classificatie van de kunststof verankeringen in functie van het beoogde gebruik (soort ondergrond) volgens de ETAG 014 [E4].

Categorie van kunststof verankeringen	Beoogde ondergrond
A	Beton met normale dichtheid
B	Metselwerk uit volle elementen ( <i>solid masonry</i> )
C	Metselwerk met geperforeerde elementen of met holten
D	Beton met lichte granulaten (°)
E	Cellenbeton (°)
– (°)	Hout

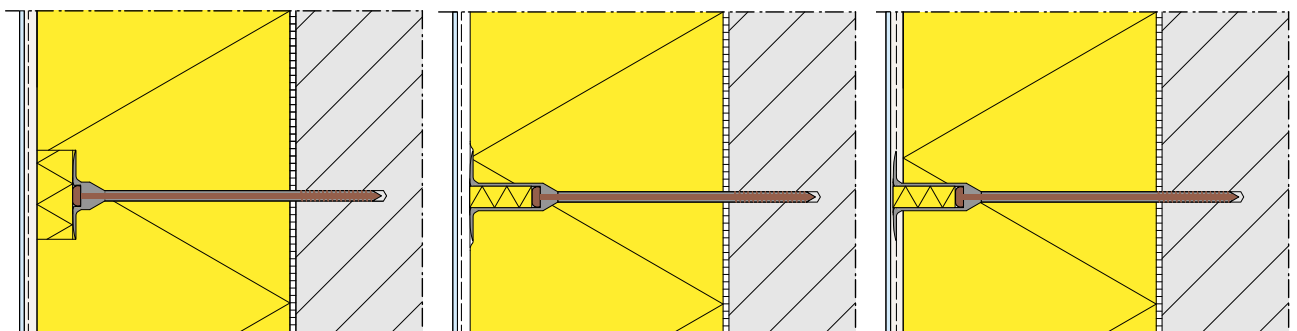
(°) Ook als metselsteen  
(°) Valt niet onder de ETAG 014 [E4].

lijm, om te vermijden dat de platen loskomen ten gevolge van trillingen. De verzonken plaatsing is niet toegelaten voor isolatieplaten die minder dan 80 mm dik zijn

- de bevestigingspluggen kunnen aangebracht worden zodra de wapening ingebed is in de eerste laag grondpleister (vóór de verharding). Op deze manier ondersteunen de bevestigingspluggen niet alleen de isolatieplaten maar ook de onderlaag van de bepleistering. Bij dickere, zwaardere afwerkingen (bv. krabpleister) of bij isolatie met een zwakkere weerstand kan het soms noodzakelijk zijn om deze plaatsingswijze toe te passen.

#### 2.4.2.4 Thermische en mechanische eigenschappen

Naast de geometrische eigenschappen (lengte en diameter van de schotel), moet men ook rekening houden met de thermische en mechanische eigenschappen die hierna beschreven worden.



Afb. 19 Schotelpluggen die verzonken in (links) of gelijkliggend met (midden) het isolatiemateriaal aangebracht worden na de plaatsing van de isolatie en schotelpluggen die aangebracht wordt na de plaatsing van de wapening in het (nog verse) grondpleister (rechts).



Tabel 6 Indicatieve puntwarmtedoorgangscoefficiënt in functie van het soort bevestiging (1).

Soort bevestiging	Puntwarmtedoorgangscoefficiënt $\chi_p$ [W/K] (2)
Kunststof schroef of nagel	0,002
Kunststof schroef of nagel uit roestvast staal met kunststof slagpin	
Plug met verzonken schroefkop beschermd door een ingesloten luchtvolume en een isolatiedop	
Schroef of nagel uit gegalvaniseerd staal met een kunststof slagpin	0,004
Alle andere soorten (meest nadelige geval)	0,008

(1) Het technische rapport nr. 25 (TR025) van de EOTA [E6] laat een nauwkeurigere berekening toe in functie van de bevestiging, de isolatiedikte ...  
 (2) Volgens de ETAG 004 [E3].

■ Puntwarmtedoorgangscoefficiënt

Deze coëfficiënt ( $\chi_p$  in W/K, zie tabel 6) die vermenigvuldigd wordt met het aantal bevestigingen, laat toe om de warmtedoorgangscoefficiënt U (uitgedrukt in W/m<sup>2</sup>.K) van de volledige wand te corrigeren, teneinde rekening te houden met de koudebruggen (vereenvoudigde methode). De coëfficiënt is afhankelijk van het soort schroef of nagel, evenals van de

maatregelen die genomen werden om koudebruggen te beperken (kunststof slagpin, ingesloten luchtvolume, dop). In functie van de bevestiging, kan de coëfficiënt op een niet-lineaire wijze vergroten of verkleinen naarmate de isolatiedikte toeneemt.

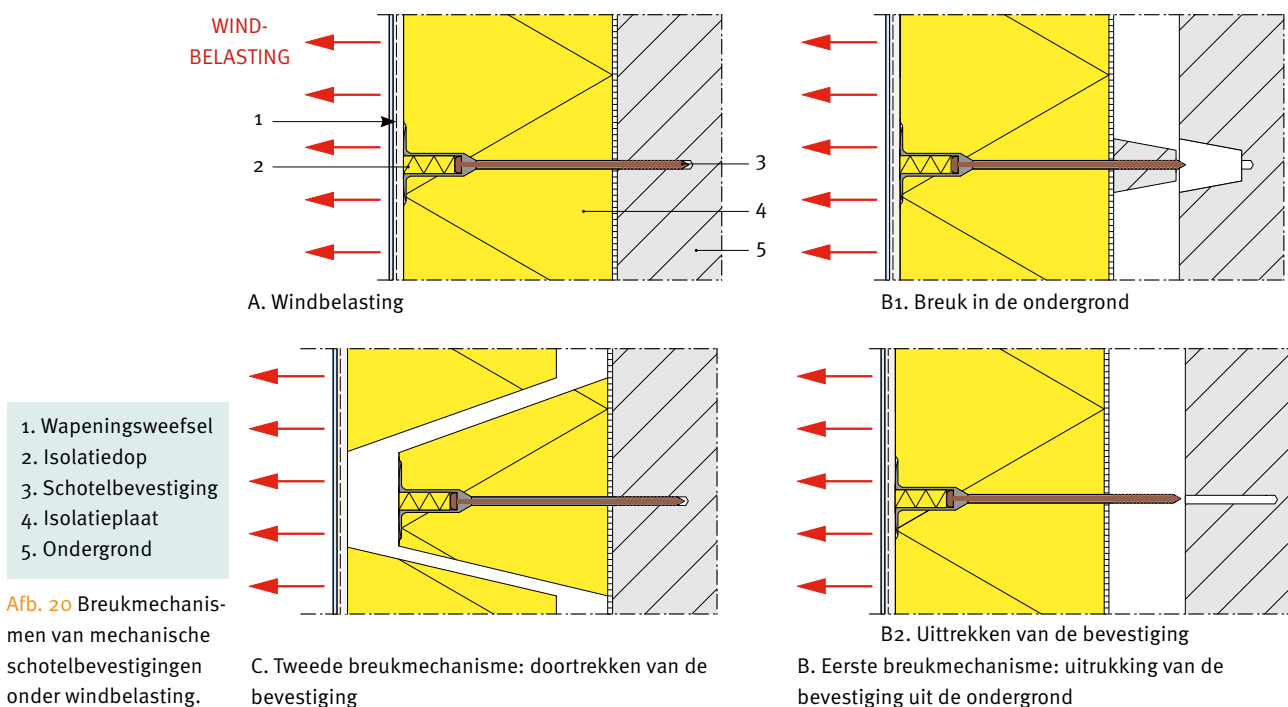
In dit opzicht kan de fabrikant de geëvalueerde waarden verklaren op basis van het technische rapport nr. 25 (TR025) van de EOTA [E6], dat een nauwkeurigere berekening toelaat in functie van de bevestiging, de isolatiedikte ... De warmteweerstand van de wand kan op een vereenvoudigde manier berekend worden door zich te baseren op de waarden uit tabel 6, tenzij anders bepaald door de fabrikant.

■ Stijfheid van de schotel

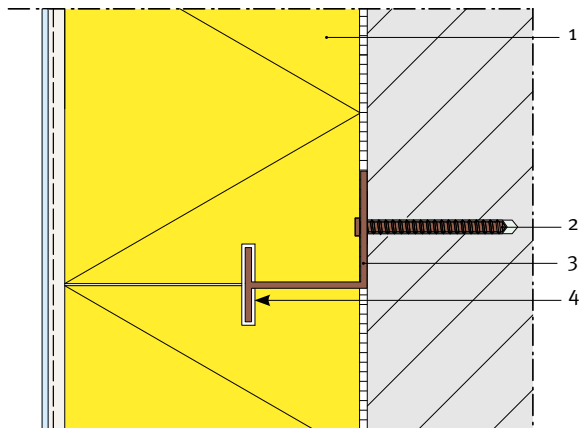
Deze mechanische eigenschap is bepalend voor de verdeling van de druk op de isolatie (belastingen loodrecht op de plaat zoals windzuiging) en de verdeling van de druk tussen de isolatie en de ondergrond (belastingen in het vlak zoals het eigengewicht van het systeem). Ze wordt gemeten in overeenstemming met het technisch rapport nr. 26 (TR026) van de EOTA [E7].

■ Trekweerstand uit de ondergrond

Deze houdt verband met het eerste breukmechanisme onder windbelasting (zie afbeelding 20) en is afhankelijk van de bevestiging en haar verankeringsdiepte, alsook van de aard



Afb. 20 Breukmechanismen van mechanische schotelbevestigingen onder windbelasting.



1. Aangepaste gegroefde isolatieplaat
2. Bevestiging (schroef + plug)
3. Rail
4. Groef

Afb. 21 Mechanische bevestiging op rails (doorsnede).



Afb. 22 Mechanische bevestiging op rails aangevuld met een schotelbevestiging.

en van de morfologie (bv. perforaties) van de ondergrond. Vaak presteren geschroefde bevestigingen (schroef) beter dan slagbevestigingen (nagel). Het is belangrijk om na te gaan of het toepassingsgebied van de bevestiging geschikt is voor de beschouwde ondergrond (aard en morfologie). Bij twijfel moet men de trekweerstand van de bevestigingen uit de ondergrond controleren.

#### ■ Doortreksterkte van de bevestiging in combinatie met de isolatie

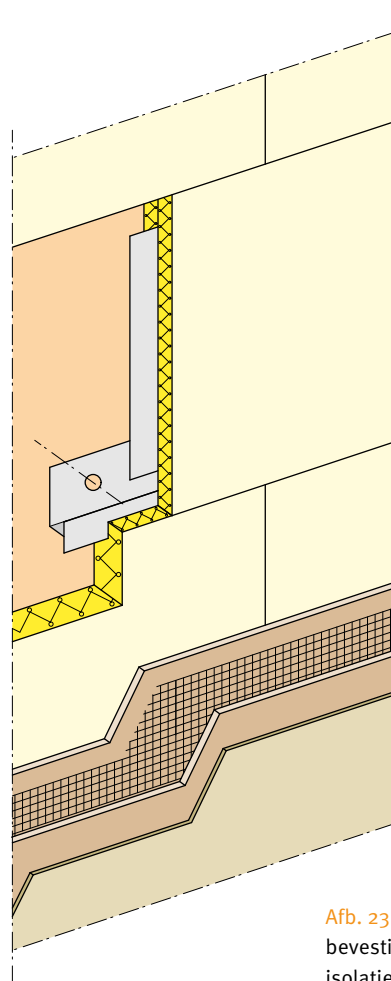
Deze houdt verband met het tweede breukmechanisme onder windbelasting (zie afbeelding 20, p. 23) en neemt toe naarmate de weerstand of de dikte van de isolatie toeneemt en de diameter van de schotel groter wordt. De doortreksterkte is kleiner wanneer de bevestiging geplaatst wordt in de voegen tussen de platen.

Tijdens de dimensionering tegen de windbelasting, moet de ontwerper systematisch de gegevens controleren die verstrekt werden door de fabrikant van het ETICS.

### 2.4.3 MECHANISCHE BEVESTIGINGEN OP RAILS

#### 2.4.3.1 Omschrijving

Deze techniek voor de mechanische bevestiging van isolatieplaten (zie afbeeldingen 21 tot 23) maakt gebruik van horizontale profielen uit kunststof, zijdelingse verstevigingen (verstevigingsprofielen) en kunststof pluggen (zie § 2.4.2, p. 20). Voor deze techniek heeft men gegroefde isolatiematerialen nodig met aangepaste afmetingen en een geschikte mechanische weerstand. De techniek kan bijvoorbeeld



Afb. 23 Mechanische bevestiging op rails van isolatieplaten.

gebruikt worden wanneer de ondergrond ongeschikt is voor verlijming, zonder buitensporige corrigerende maatregelen.

De horizontale profielen, ook tussenprofielen genoemd, worden door middel van schroeven en pluggen aan de ondergrond bevestigd en hebben als doel de mechanische belastingen (eigengewicht, windbelasting) over te brengen naar de ondergrond. De verstevigingsprofielen dragen bij tot de stabilisatie van de isolatieplaten en laten toe om een vlak buitenoppervlak te bekomen.

Net zoals de schotelpluggen, moeten de pluggen voor mechanische bevestigingen op rails beantwoorden aan de specificaties van de ETAG 014 [E4]. Ook deze pluggen worden geclassificeerd op basis van de toegelaten ondergronden en ze worden gekenmerkt door hun diameter en hun boor- en verankeringsdiepte (zie § 2.4.2.2, p. 22). Het is cruciaal om het aantal en de onderlinge afstand die door de fabrikant voorgeschreven worden, na te leven.

Deze plaatsingswijze kan bovendien gecombineerd worden met de plaatsing van schotelbevestigingen (bv. in het midden van de plaat om de weerstand tegen windbelasting te verbeteren) en met een verlijming van de platen (om de ruimte tussen het ETICS en de ondergrond aan de buitenkant van de muur af te dichten, om luchtinfiltraties die nefast zijn voor het gedrag onder invloed van thermische variaties en onder windbelasting te vermijden, of om de vlakheid van de ondergrond bij te regelen als er bijkomende schotelbevestigingen gebruikt worden, of om de isolatieplaten vast te zetten). We raden aan om de voorschriften van de fabrikant na te leven.

#### 2.4.3.2 Mechanische eigenschappen

De volgende mechanische eigenschappen die verband houden met het gedrag onder windbelasting moeten in

aanmerking genomen worden:

- **treksterkte van de plug uit de ondergrond.** Deze is afhankelijk van de bevestiging en haar verankeringsdiepte, evenals van de aard en van de morfologie (bv. perforaties) van de ondergrond. Doorgaans zijn de prestaties van geschroefde bevestigingen (schroef) beter dan die van geslagen bevestigingen (nagel). Het is belangrijk om na te gaan of het toepassingsgebied van de bevestiging geschikt is voor de ondergrond (aard en morfologie). Bij twijfel dient men de treksterkte van de bevestigingen uit de ondergrond te controleren.
- **doortreksterkte van de kop van de nagel** (of van de schroef) **van de plug uit het profiel**
- **sterkte van de combinatie profielen/isolatie** (lineaire doortreksterkte van het profiel in combinatie met de isolatie en de buigsterkte van de isolatie). Deze neemt toe naarmate de weerstand en de dikte van de isolatie vergroot en het oppervlak van de platen kleiner wordt.

#### 2.4.4 MECHANISCHE BEVESTIGING OP HET SKELET

We verwijzen naar § 2.4.2 (p. 20) voor de omschrijving, de classificatie, de positionering en de eigenschappen van de bevestigingen. De bevestigingen kunnen eventueel vervangen worden door nieten (zie afbeelding 24).

Daarnaast moet er gecontroleerd worden of de bevestiging aangepast is aan de breedte van de stijlen van het skelet en of het buiggedrag van de isolatieplaat het toelaat om de windweerstand van het systeem (afhankelijk van de aard en de dikte van de isolatie en van de afstand tussen de stijlen van het skelet) te verzekeren.

Het is wenselijk dat de technische documentatie van de fabrikant van het ETICS de rekenwaarde vermeldt van de windbelasting waartegen een bepaalde configuratie (bv. aantal bevestigingen) bestand is.



Afb. 24 Mechanische bevestiging van een isolatieplaat rechtstreeks op het skelet door middel van nieten.

## 2.5 PROFIELEN

Het gebruik van profielen is onontbeerlijk bij buitenbepleisteringen. Deze paragraaf geeft een overzicht van de bestaande producten en formuleert een aantal algemene aanbevelingen voor een oordeelkundige keuze.

### 2.5.1 FUNCTIES

Profielen voor bepleisteringen kunnen meerdere functies vervullen. Ze kunnen gebruikt worden om: een (soepele) verbinding tussen de bepleistering en de andere materialen te garanderen, een optimale afwerking te verzekeren (vooral door de waterafvoer te bevorderen), de scherpe hoeken van het systeem te verstevigen zodat deze bestand zijn tegen schokken, de voegen van de ruwbouw over te nemen in de bepleistering of als richtlat te fungeren tijdens de uitvoering van de bepleistering.

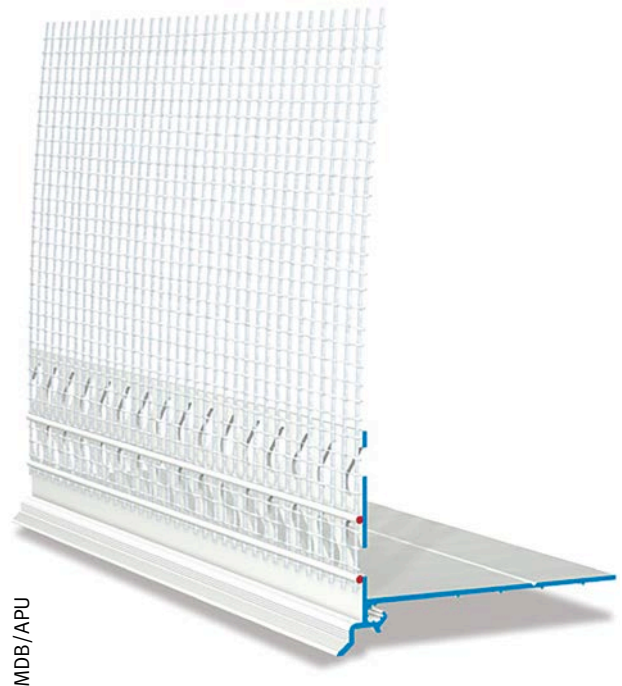
De profielvleugels zijn meestal voorzien van doorboringen om hun mechanische bevestiging in de bepleistering mogelijk te maken. De profielen worden ingebed in de bepleistering over hun volledige lengte.

### 2.5.2 AARD

De profielen kunnen eveneens ingedeeld worden op basis van hun aard.

De metalen profielen, al dan niet voorzien van een beschermende afwerking, moeten een CE-markering dragen conform de norm NBN EN 13658-2 [B28]. Een geschikte profielkeuze zal de ongewenste gevolgen van corrosie van de profielen (zoals vlekvorming, scheurvorming, onthechting of barsten ten gevolge van de druk van corrosieproducten) op de bepleistering beperken.

De corrosiebestendigheid van metalen profielen is afhankelijk van de aard van het metaal en zijn eventuele bescher-



Afb. 25 Startprofiel uit PVC (waarmee men een thermische onderbreking kan realiseren) met een gelast wapeningsweefsel.

ming, van de bepleistering – in het bijzonder van haar alkaliteit, haar carbonatatiesnelheid, haar dikte en haar vochtgedrag (droogsnelheid, capillariteit, waterdampdoorlatendheid) – en van de blootstellingsgraad (intensiteit, frequentie, duur). Zo wordt er een onderscheid gemaakt tussen de blootstelling in een buitenomgeving en een blootstelling in een agressieve (industriële of maritieme) buitenomgeving.

Het gebruik van gegalvaniseerde profielen wordt afgeraden voor ETICS. Roestvast staal wordt aanbevolen wanneer het profiel gebruikt wordt in zeer vochtige (buitenwand die blootstaat aan intense neerslag) of zoutachtige (contact met zeewater, doozouten, aanwezigheid van zouten in de ondergrond ...) omgevingen.

Tabel 7 Algemene aanbevelingen voor de profielkeuze naargelang van de blootstelling en de aard van de bepleistering.

Aard	Referentienorm	Blootstelling	
		Buitenomgeving	Agressieve (industriële of maritieme) buitenomgeving
Beplesitering op basis van cement en/of kalk	NBN EN 998-1 [B9]	A, C (?), D, E	A of E
Beplesitering op basis van een organisch bindmiddel (1)	NBN EN 15824 [B34]		

(1) Bijvoorbeeld acrylhars. De norm is eveneens van toepassing op bepleisteringen op basis van anorganische bindmiddelen zoals silicaten en siliconen.  
 (?) Enkel geschikt voor de dunne grondpleisters van ETICS.

Betekenis van de letters A, C, D en E die hierboven gebruikt worden:  
 A: niet-metallisch (PVC)  
 C: aluminium  
 D: aluminium beschermd door een organische afwerking (bv. lak of epoxylaag)  
 E: roestvast staal (inox 304 of 316 in functie van de agressiviteit van de buitenomgeving).



Afb. 26 Startprofiel uit aluminium waarop een stopprofiel met wapeningsweefsel vastgeklikt wordt.

MDB



Afb. 27 Startprofiel uit aluminium.

MDB

Het gebruik van kunststof profielen (meestal uit PVC) als toebehoren voor ETICS groeit gestaag. De profielen kunnen voorzien zijn van een alkalibestendig wapeningsweefsel uit glasvezels. Ze hebben minder gebruiksbeperkingen dan metalen profielen, aangezien ze niet onderhevig zijn aan corrosie. De zichtbare delen moeten echter wel uv-bestendig zijn.

De keuze van de aard van het profiel is gebaseerd op meerdere economische en technische factoren, waaronder de compatibiliteit met de samenstelling, de dikte en de blootstelling van de bepleistering (vooral in een vochtig milieu of een agressief klimaat). Tabel 7 (p. 26) geeft een overzicht van de gebruiksaanbevelingen in functie van de hiervoor beschreven parameters. Voor bijkomende informatie verwijzen we de geïnteresseerde lezer naar de brochure 'Aanbevelingen voor het gebruik van metalen hoekprofielen bij binnen- en buitenbepleisteringen', uitgegeven door [Europrofiles](#), de Europese beroepsvereniging van profielabrikanten [E10].

### 2.5.3 SOORTEN PROFIELEN

#### 2.5.3.1 Startprofielen

De opbouw van het ETICS gebeurt met behulp van startprofielen (ook wel sokkelprofielen genoemd). Ze worden aan de muurvoet geplaatst, bovenop andere gevelafwerkingen en boven de aansluiting met niet-verticale oppervlakken (platte en hellende daken, balkons, dwarse buitenmuren). In hoofdstuk 5 (p. 49) worden de uitvoeringsbepalingen en de gebruiksaanbevelingen toegelicht.

Het profiel moet, ongeacht het model, de mogelijkheid bieden om de bepleistering te beëindigen en moet steeds uitgerust zijn met een druiplijst om het aflopende water uit het gevelvlak weg te leiden. Het is aanbevolen dat het blootge-

stelde vlak van het sokkelsysteem een weinig inspringt ten opzichte van de druiplijst. Bij bepaalde configuraties moeten de profielen bovendien de binnenzijde van de isolatieplaten beschermen (bv. tegen knaagdieren).

Startprofielen uit aluminium die in de ondergrond bevestigd worden met behulp van pluggen worden momenteel het vaakst gebruikt (zie afbeeldingen 26 en 27). Er bestaat eveneens een gelijkaardig model uit roestvrij staal. Het lijf van de profielen moet even breed zijn als de dikte van de isolatie. Eén van de vleugels van het profiel bevat perforaties om hun mechanische bevestiging aan de ondergrond toe te laten, terwijl de andere vleugel van het profiel dienst doet als druiplijst en als stop voor het bepleisteringssysteem. Bijkomende profielen die voorzien zijn van een beschermde afwerking kunnen op de buitenste vleugel vastgeklikt worden om een betere samenhang tussen de bepleistering en het startprofiel te verkrijgen. Tijdens het aanbrengen van het grondpleister moet er een algemeen wapeningsweefsel geplaatst worden met een voldoende grote overlap. Deze profielen hebben als nadeel dat ze, omwille van hun aard, een lineaire koudebrug kunnen veroorzaken waarmee men rekening moet houden.

Een alternatieve oplossing om koudebruggen te vermijden, is het aanbrengen van profielen uit PVC met een druiplijst en met een wapeningsweefsel uit glasvezels tussen het isolatiesysteem van het onderste deel van de gevel (inspringend) en de isolatie van het ETICS (zie afbeelding 25, p. 26). Hoekprofielen uit aluminium of PVC kunnen het systeem eventueel vervolledigen zodat de isolatie ondersteund wordt voordat deze effectief bevestigd is aan de ondergrond (tijdens de uitharding van de lijm).

Ten slotte bestaan er ook nog andere oplossingen zoals isolatieplaten die uitgerust zijn met een startprofiel.

### 2.5.3.2 Hoekprofielen

Om de uitwendige hoeken van het gebouw te versterken worden er metalen of kunststof hoekprofielen gebruikt (zie afbeeldingen 29 en 30). De meest courante hoekprofielen zijn deze uit PVC, die uitgerust zijn met vleugels die elk ongeveer 20 mm breed zijn en waarop een wapeningsstrook uit glasvezels gelast wordt van 8 tot 15 cm breed. Ze kunnen voorzien zijn van een druiplijst ter hoogte van horizontale randen (zie afbeelding 28). De keuze van het model zal afhankelijk zijn van het gewenste uitzicht alsook van de bepleistering en haar dikte.



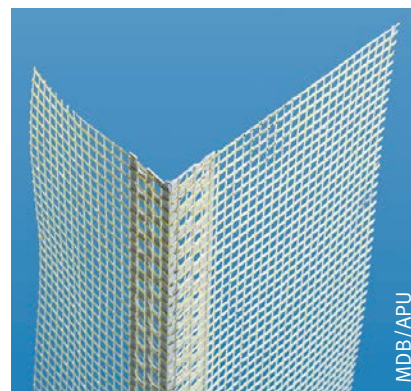
Afb. 29  
Hoekprofiel uit aluminium.

### 2.5.3.3 Stopprofielen

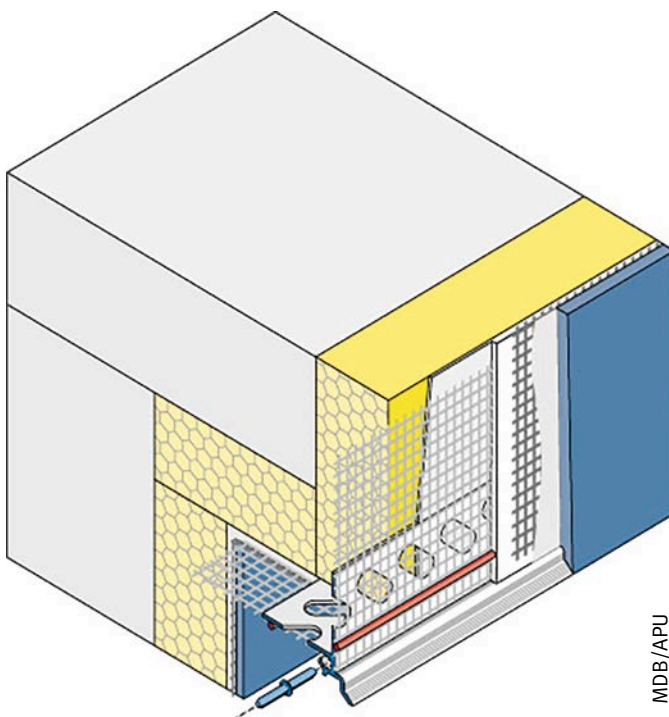
Stopprofielen worden meestal gebruikt ter hoogte van de aansluiting tussen het bepleisteringssysteem en een materiaal (zie afbeelding 31 en afbeelding 32, p. 29).

De enige functie van deze stopprofielen is een mooie afwerking van de bepleistering te verzekeren ter hoogte van de aansluitingen. Ze bestaan meestal uit een hard gedeelte, maar kunnen ook voorzien zijn van een wapeningsweefsel als het gaat om profielen uit PVC.

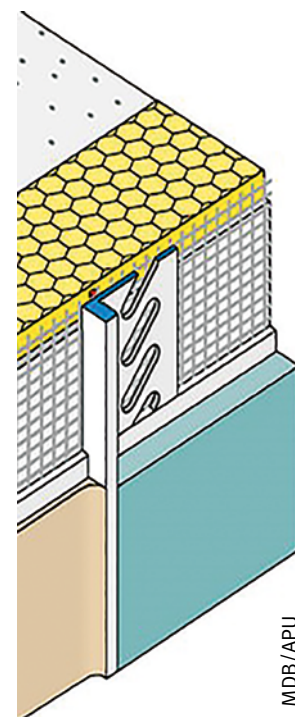
Wanneer de aansluiting ook moet fungeren als afdichting (bv. aansluiting met het schrijnwerk), moeten de profielen gecombineerd worden met een zwelband en een soepele



Afb. 30  
Hoekprofiel uit PVC met wapeningsweefsel.



Afb. 28 Profiel voor een horizontale rand met druiplijst.



Afb. 31 Stopprofiel dat gebruikt wordt als scheiding tussen bepleisteringen.

voeg. Om een soepele scheiding tussen bepleisteringen te realiseren, moet men eerder gebruikmaken van een profiel voor bewegingsvoegen (zie hierna). De stopprofielen worden normaal gezien geplaatst tijdens het aanbrengen van het grondpleister (zie § 6.7.3, p. 95).

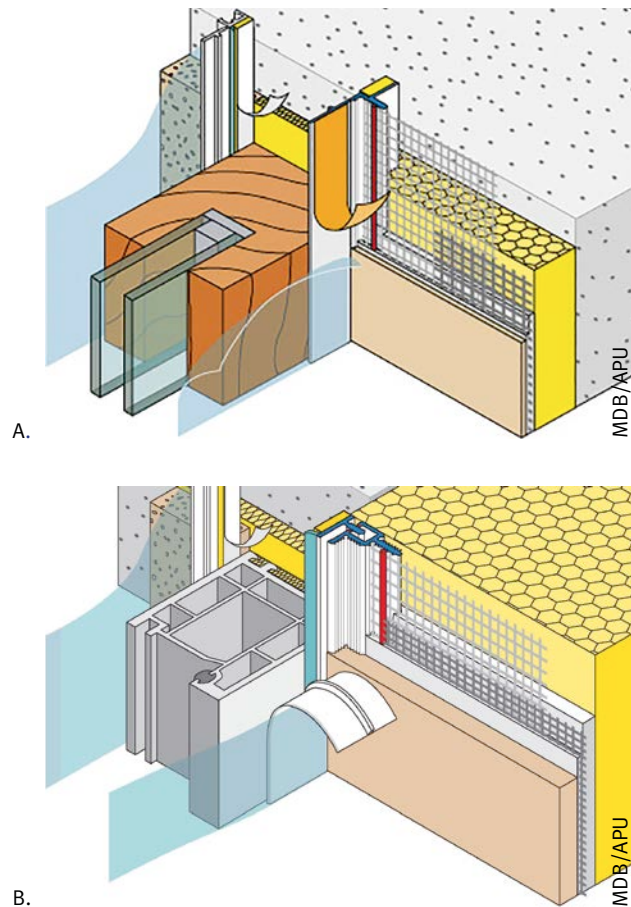
#### 2.5.3.4 Aansluit- of verbingsprofielen

In tegenstelling tot de stopprofielen kunnen de aansluit- of verbingsprofielen nog andere functies vervullen (bv. afdichting, bewegingsvrijheid). Ze kunnen aangebracht worden vóór de plaatsing van de isolatieplaten (§ 6.6, p. 81) en ingewerkt worden in de bepleistering tijdens het aanbrengen van het grondpleister (zie § 6.7.3, p. 95 en § 6.7.4, p. 98). Ze worden voornamelijk gebruikt aan de aansluiting met het schrijnwerk, bij voorkeur in combinatie met een soepele voeg.

De niet-metalen verbingsprofielen voor buitenschrijnwerk bestaan uit hard PVC, een strook uit glasvezels die vastzit aan het profiel en die ingewerkt moet worden in het grondpleister en een zwelband uit polyethyleen (voorzien van een zelfklevende strook voor de bevestiging op het schrijnwerk) en/of uit samengedrukt polyurethaan (PU). Deze zwelband kan een soepele verbinding vormen tussen twee elementen uit hard PVC, die relatief grote bewegingen kan opvangen. Sommige van deze profielen zijn uitgerust met een beschermingsflens om een optimale afwerking te bekomen. Dankzij een harde pvc-lip, kan men een tijdelijke beschermingsfolie op het schrijnwerk aanbrengen (zie afbeelding 33 en afbeelding 34, p. 30). Deze lip moet losge-



Afb. 32 Stopprofiel.



Afb. 33 Deel van niet-metalen profielen (uit hard PVC) dat verwijderd kan worden na de werken (afbeelding B) om de aansluiting te verzekeren tussen de bepleistering en het schrijnwerk, waarmee men een tijdelijke beschermingsfolie (afbeelding A) kan aanbrengen op het schrijnwerk tijdens de werkzaamheden.

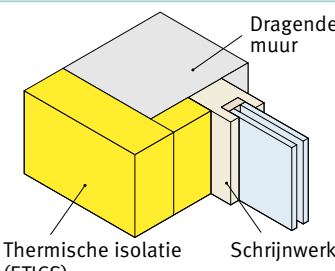
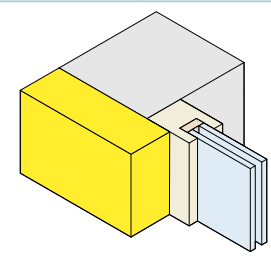
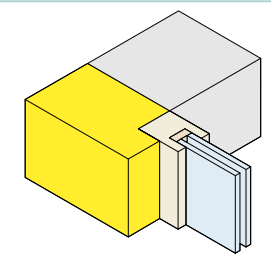
maakt worden na de uitvoering van de bepleistering, zodat men de verbonden onderdelen van het profiel kan vrijmaken (zie afbeelding 34, situatie B, p. 30).

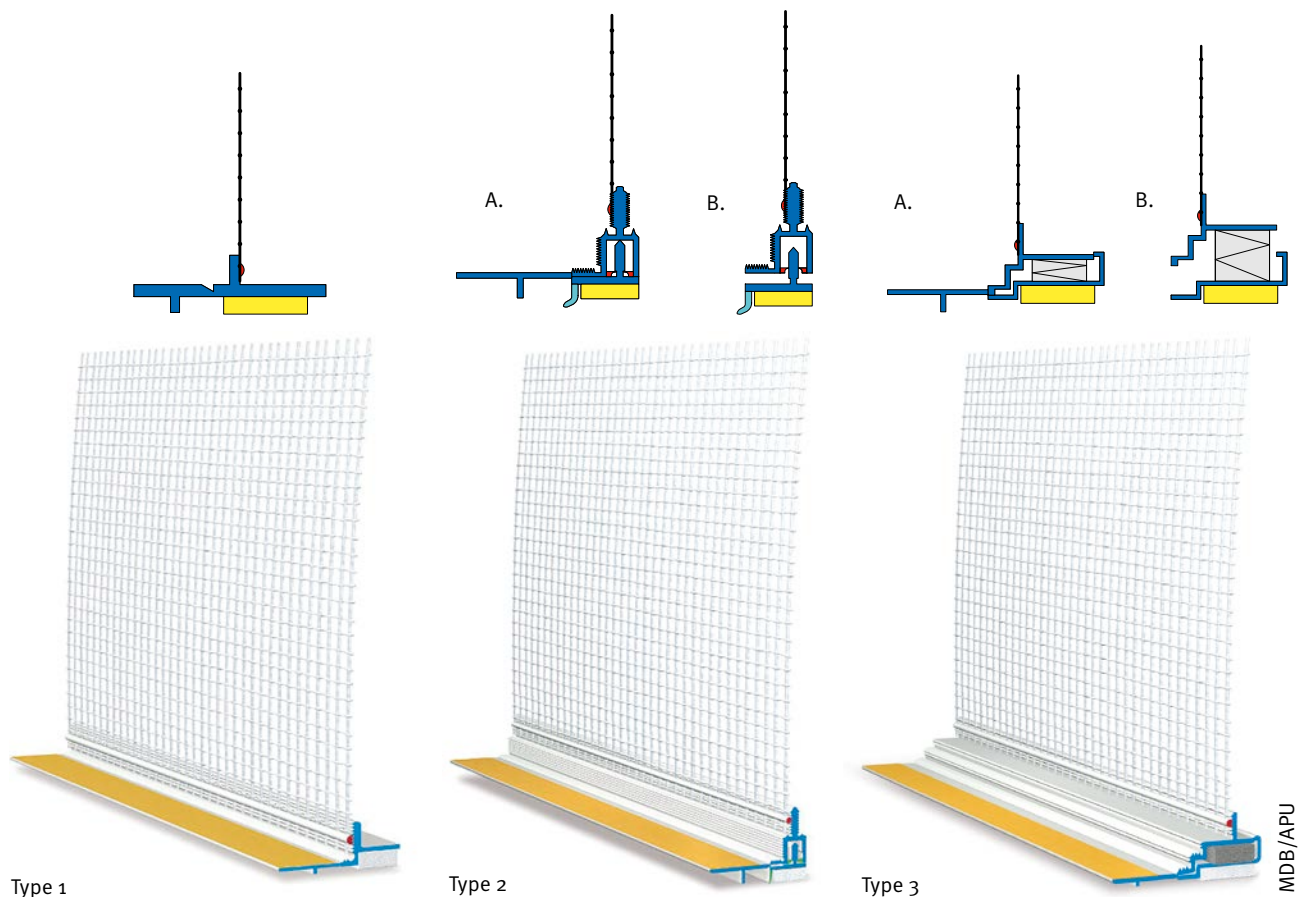
Deze profielen kunnen ingedeeld worden in drie soorten op basis van de bewegingsvrijheid die ze toelaten (zie afbeelding 34, p. 30):

- type 1: zonder specifiek gedefinieerde bewegingscompensatie (1D)
- type 2: met tweedimensionale bewegingscompensatie (2D)
- type 3: met driedimensionale bewegingscompensatie (3D).

De profielen die de aansluiting tussen de bepleistering en het schrijnwerk verzekeren, worden gekozen op basis van de bewegingsvrijheid die ze toelaten. Tabel 8 (p. 30), overgenomen uit de handleiding van de EAE (*European Association for External Thermal Composite Systems*), vermeldt het type aansluitprofiel dat aangewezen is in functie van de afmetingen van het schrijnwerk en de positie van het schrijnwerk ten opzichte van de draagmuur, alsook in functie van de dikte van het isolatiemateriaal. Bij profielen van hetzelfde type zal de keuze eveneens afhangen van andere parameters zoals

Tabel 8 Aanbevolen keuze van profielen die de aansluiting verzekeren tussen de bepleistering en het schrijnwerk (bron: EAE).

Soort schrijnwerk	Schrijnwerk in het vlak van de muur, verzonken in de ondergrond	Schrijnwerk in het vlak van de muur, gelijkliggend met de ondergrond	Uitkragend schrijnwerk, excentrisch (plaatsing in opbouw)			
Voorstelling						
Dikte van de isolatieplaat (*)	Afmetingen van het schrijnwerk (²)					
	≤ 2 m²	2 tot 10 m²	≤ 2 m²	2 tot 10 m²	≤ 2 m²	2 tot 10 m²
≤ 100 mm	Type 1	Type 2	Type 2	Type 2	Type 2	Type 3
≤ 160 mm	Type 2	Type 2	Type 2	Type 2	Type 3	Type 3
≤ 300 mm	Type 3	Type 3	Type 3	Type 3	Type 3	Type 3
(*) Voor isolatiediktes van meer dan 300 mm of openingen groter dan 10 m², moet men zich informeren bij de fabrikant van het ETICS. (²) Indien de hoogte of de breedte van het schrijnwerk meer dan 2,5 m bedraagt: type 3.						
Type 1: zonder specifiek gedefinieerde bewegingscompensatie (1D) Type 2: met tweedimensionale bewegingscompensatie (2D) Type 3: met driedimensionale bewegingscompensatie (3D)						



Afb. 34 Voorbeelden van profielen die de aansluiting verzekeren tussen de bepleistering en het schrijnwerk.



de dikte van de bepleistering. Daarnaast verwijzen we ook naar de gebruiksvoorschriften van de fabrikant.

### 2.5.3.5 Profielen voor bewegingsvoegen

De profielen voor bewegingsvoegen zorgen ervoor dat de bewegingsvoegen van de ruwbouw overgenomen worden in de bepleistering. Ze kunnen eveneens worden gebruikt om een soepele verbinding tot stand te brengen in de bepleistering (als dit nodig is volgens de aanbevelingen van de fabrikant) tussen twee loodrechte vlakken, zoals bijvoorbeeld binnenhoeken.

Ze bestaan uit een soepele strook (PVC, TPE) (zie afbeelding 35) die de bewegingsvrijheid verzekert tussen de betrokken oppervlakken en de verbinding vormt tussen twee stijve elementen (PVC), die elk bekleed zijn met een weefsel uit glasvezel. Het harde gedeelte van de profielen waarop het weefsel bevestigd is, moet ingewerkt worden in het grondpleister en kan fungeren als stop voor de bepleistering.

Bij de keuze van het model van het profiel moet men vooral rekening houden met de dikte van de bepleistering en met de beweging die het profiel toelaat.

## 2.6 DE TOEBEHOREN

Verscheidene toebehoren vormen een essentiële aanvulling op dit uitvoeringsproces. Men kan een onderscheid maken tussen de toebehoren die aangebracht worden door de aan-

nemer die verantwoordelijk is voor de werken (zie § 2.6.1) en diegenen die aangebracht worden door andere bouwberoepen (soepele voegen, aangepaste dorpels, muurkappen ...) (zie § 2.6.2, p. 32).

### 2.6.1 TOEBEHOREN VAN HET ETICS

#### 2.6.1.1 Afdichtingsschuim voor de voegen tussen isolatieplaten

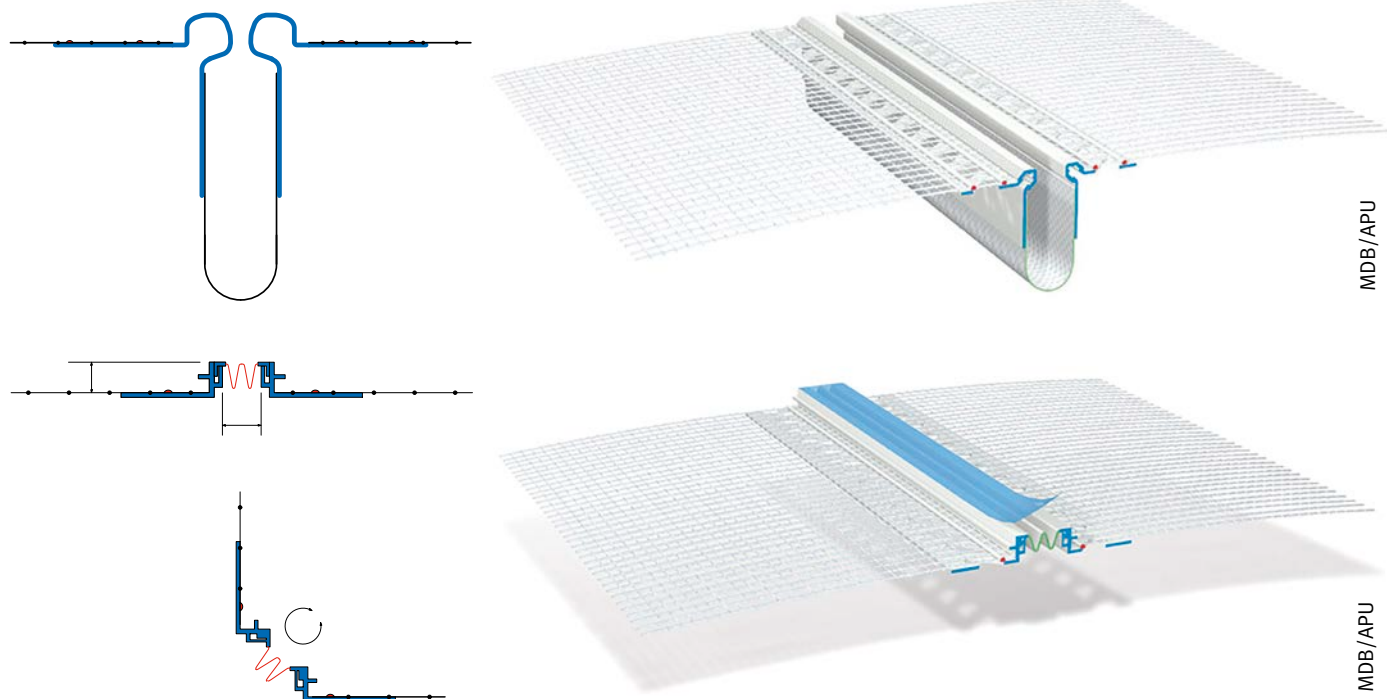
Er moet een aangepast schuim gebruikt worden om de open voegen tussen de isolatieplaten op te vullen, meestal een monocomponent PU-schuim.

#### 2.6.1.2 Zwelband

De zwelband is opgebouwd uit een voorgecomprimeerde band op basis van een opencellig schuim (vaak een zacht PU-schuim), die geïmpregneerd wordt met hars en die een samendrukbaarheid vertoont van 90 %. In combinatie met een soepele voeg, zal de zwelband de waterdichtheid verzekeren van de aansluiting met andere bouwelementen (bv. schrijnwerk).

#### 2.6.1.3 Stelblokjes

Deze blokjes zijn verkrijgbaar in verschillende dikten en bieden de mogelijkheid om oneffenheden in de vlakheid van de ondergrond op te vangen. Ze worden vastgeklit op de plug



Afb. 35 Profielen voor bewegingsvoegen die uitgerust zijn met een soepele folie uit PVC (boven) of TPE (onder).

tussen de ondergrond en de startprofielen of de rails (zie afbeelding 36).

#### 2.6.1.4 Profielklemmen/-verbinders

Deze opklikbare accessoires verzekeren de verbinding tussen de rails (bv. startprofielen) en vergemakkelijken zodoende hun uitlijning (zie afbeelding 36).

#### 2.6.1.5 Doppen voor de verankeringsgaten van bouwsteigers

Deze doppen zijn opgebouwd uit een harde cilinder waar rond een geïmpregneerd schuim aangebracht wordt. Ze worden gebruikt om de gaten op te vullen die achterblijven door de verankeringsgaten van de bouwsteigers.

#### 2.6.1.6 Spiraalschroeven voor de bevestiging van lichte voorwerpen

Lichte voorwerpen (bv. wandlampen) kunnen in de isolatie bevestigd worden met een aangepaste schroef, zijnde een spiraalschroef (zie afbeelding 37 en § 5.8, p. 72).

#### 2.6.1.7 Montage-elementen voor de bevestiging van voorwerpen

Deze modules worden ofwel binnenin de isolatie geplaatst, ofwel vastgelijmd aan of vastgeplugd in de ondergrond. Ze zorgen voor een lokale versterking van het ETICS zodat er lichte voorwerpen (bv. regenwaterafvoer) of zwaardere voorwerpen (bv. zonnepanelen) (zie § 5.8, p. 72) aan bevestigd kunnen worden.

## 2.6.2 ANDERE TOEBEHOREN

### 2.6.2.1 Sokkelisolatie

Er wordt een aangepast isolatiemateriaal aangebracht (bv. XPS of EPS met hoge dichtheid (HD)), de sokkelisolatie genoemd, ter hoogte van de muurvoet en tot op een hoogte van 30 cm ten opzichte van het niveau van de vloerafwerking aan de buitenzijde. De sokkelisolatie moet beantwoorden aan specifieke eisen.

### 2.6.2.2 Soepele voegen

Om soepele voegen te creëren maakt men gebruik van dichtingskitten van het type F 20 LM of 25 LM waarvan de gebruiksgeschiktheid bewezen werd (met een ATG) in overeenstemming met de norm NBN EN 15651-1 [B32]. De kittens mogen geen bestanddelen bevatten die het systeem aantasten. Er bestaan soepele voegen op basis van siliconen (niet overschilderbaar), MS-polymeer, STP-polymeer of polyurethaan.

De soepele voegen worden niet beschouwd als een permanente bescherming tegen weersinvloeden. Een regelmatig onderhoud en een vervanging kunnen dus noodzakelijk zijn (zie § 8, p. 111).

### 2.6.2.3 Vensterdorpels en muurkappen

Men moet vensterdorpels gebruiken die specifiek aangepast zijn aan ETICS, met zijdelingse opstanden om het water uit het gevelvlak weg te leiden en om waterstagnatie ter hoogte van de aansluiting met de bepleistering te beperken. De muurkappen (of muurafdekkingen) moeten uitgerust zijn met horizontale en verticale overstekingen die voldoende groot zijn (zie § 5.3.2, p. 63).



Afb. 36 Bevestigingsset voor profielen of rails (profielverbinder, stelblokje en plug).



Afb. 37 Spiraalschroef (voor de bevestiging van lichte voorwerpen).

# 3

## SPECIFICATIES

De zeven fundamentele eisen van de Bouwproductenverordening (BPV) (Verordening nr. 305/2011, BPV) [E9] zijn:

1. mechanische weerstand en stabiliteit
2. brandveiligheid
3. hygiëne, gezondheid en milieu
4. gebruiksveiligheid en toegankelijkheid
5. bescherming tegen geluidshinder
6. energiebesparing en warmtebehoud
7. duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen.

Ze worden aangevuld met de aspecten duurzaamheid en gebruiksgeschiktheid en met de milieuaspecten.

### 3.1 MECHANISCHE WEERSTAND EN STABILITEIT

De ETICS vormen een afwerking die geen dragende functie vervult en niet bijdraagt aan de mechanische stabiliteit van de ondergrond. De mechanische sterkte en de stabiliteit van de niet-dragende delen van bouwwerken vallen niet onder deze eis, maar worden behandeld onder de titel 'Gebruiksveiligheid en toegankelijkheid' (zie § 3.4, p. 36).

### 3.2 BRANDVEILIGHEID

De eisen met betrekking tot de brandreactie van het ETICS moeten overeenstemmen met de wetgeving, met de regelgeving en met de administratieve bepalingen die van toepassing zijn op het gebouw in functie van zijn eindbestemming. Ze worden gespecificeerd door de CEN-classificatiedocumenten (NBN EN 13501-1 [B27]).

Het ETICS (samenstelling en uitvoering) mag geen afbreuk doen aan de brandweerstand van de muur waarop het aangebracht wordt.

Volgens de wet moeten de gevels van gebouwen die vallen onder het Koninklijk Besluit [F1] (alle gebouwen behalve de eengezinswoningen), beantwoorden aan de volgende minimale eisen, die uitgedrukt worden in Europese klassen:

- D-s3, d1 voor lage gebouwen ( $h < 10$  m)
- B-s3, d1 voor middelhoge ( $10 \text{ m} \leq h \leq 25$  m) en hoge ( $h > 25$  m) gebouwen.

Deze minimale klassen zijn van toepassing op de door de fabrikant opgegeven brandreactie van het volledige sys-

teem. We verwijzen de geïnteresseerde lezer naar de website van de [Normen-Antenne 'Brandpreventie'](#) van het WTCB voor meer informatie omtrent de evolutie van de regelgeving.

### 3.3 HYGIËNE, GEZONDHEID EN MILIEU

Deze eis heeft betrekking op verschillende eigenschappen van het systeem en van de producten waaruit het systeem opgebouwd is: capillaire wateropname, waterdichtheid, schokweerstand, waterdampdoorlaatbaarheid en thermische eigenschappen (die vallen onder de eis nr. 6).

#### 3.3.1 BINNENOMGEVING EN VOCHT

De buitenmuren moeten bestand zijn tegen vocht van buitenaf. Ze mogen dus niet beschadigd worden door regen of sneeuw en ze mogen het vocht niet verspreiden naar andere delen van het gebouw die hierdoor wel aangetast zouden kunnen worden.

Het is bovendien belangrijk om condensatie te vermijden aan de binnenzijde van de wanden en binnenin de wanden zelf, ongeacht de binnenklimaatklasse (zie tabel 9, p. 34).

#### Europese classificatie van de brandreactie van bouwproducten

##### Hoofdklassen:

- A1, A2: onbrandbaar of weinig brandbaar
- B, C, D, E: brandbaar
- F: niet bepaald.

##### Bijkomende indexen:

- rookontwikkeling ('s' voor *smoke*): s1, s2 en s3. De index s1 komt overeen met een zwakke rookontwikkeling en s3 komt overeen met een onbepaalde rookontwikkeling
- vorming van druppels ('d' voor *droplets*): d0, d1 en d2. De index d0 komt overeen met de afwezigheid van de vorming van brandende druppels, d1 staat voor de afwezigheid van de vorming van brandende druppels gedurende meer dan 10 seconden en d2 staat voor een onbepaalde vorming van druppels.

Tabel 9 Courante gebouwtypes (\*) en hun overeenkomstige binnenklimaatklassen.

Binnenklimaatklassen		Gebouwwoorbeelden
<b>KK I</b>	Gebouwen met weinig tot geen permanente vochtproductie	Stapelplaatsen voor droge goederen Kerken, toonzalen, garages en werkplaatsen
<b>KK II</b>	Gebouwen met een beperkte vochtproductie per m <sup>3</sup> en een goede ventilatie	Volgens de norm geventileerde woningen Scholen Winkels Niet-geklimatiseerde kantoren Sportzalen en polyvalente hallen
<b>KK III</b>	Gebouwen met een belangrijke vochtproductie per m <sup>3</sup> en een matige ventilatie	Niet volgens de norm geventileerde woningen Ziekenhuizen, verzorgingstehuizen Verbruikszalen, restaurants, feestzalen, theaters Laaggeklimatiseerde gebouwen (RV ≤ 60%)
<b>KK IV</b>	Gebouwen met een hoge vochtproductie	Hooggeklimatiseerde gebouwen (RV > 60 %) Hydrotherapieruimten Overdekte zwembaden Vochtige industriële ruimten zoals wasserijen, drukkerijen, brouwerijen, papierfabrieken ...
(*) Voor gebouwen in overdruk of gebouwen met sterk wisselend vochtgehalte (bv. discotheken) is een speciale hygrothermische studie vereist.		

### 3.3.1.1 Algemene eisen

Wat de waterdichtheid betreft, moeten de ETICS voldoen aan de proef van het hygrothermische gedrag (BUtgb-procedure BA-521-1 [B1], die strenger is dan de ETAG 004 [E3] en die omgezet is in de norm NBN B 62-400 [B6], zie ook [D1] voor meer informatie).

Ongeacht de aard van de ondergrond, moet het bepleisteringssysteem van het ETICS beantwoorden aan de criteria uit tabel 10 om het risico op condensatie tussen de isolatie en het bepleisteringssysteem te beperken. De kans op oppervlaktecondensatie wordt doorgaans verminderd door het aanbrengen van een ETICS.

### 3.3.1.2 Ondergronden uit metselwerk of uit beton

In normale gebruiksomstandigheden (binnenklimaatklasse I tot III) wordt er geen inwendige condensatie vastgesteld binnenin een systeem dat aangebracht wordt op een ondergrond uit metselwerk of beton. Wanneer er een aanzienlijke waterdampdruk uitgeoefend wordt op de binnenzijde van de ruimten (warm en vochtig klimaat, binnenklimaatklasse IV), moeten er aangepaste voorzorgsmaatregelen genomen worden om de bevochtiging van het systeem te vermijden, bijvoorbeeld door een correct ontwerp van de wanden en een juiste keuze van de materialen (bv. aangepast dampscherm).

Indien men zowel de criteria uit tabel 10 als de uitvoeringsaanbevelingen (het ETICS wordt aangebracht na de uitvoering van de binnenwerkzaamheden die vocht met zich meebrengen en op een ondergrond die vrij is van abnormale vochtigheid) naleeft, is een hygrothermische studie om het risico op condensatie te evalueren overbodig, behalve bij een binnenklimaatklasse IV.

Momenteel is er geen enkele gebruiksbeperking van kracht met betrekking tot gevels die zwaar blootgesteld worden aan slagregen. Uit onze ervaring is gebleken dat de ETICS die aangebracht worden op dit soort ondergrond een slagregendichtheid bezitten van minstens 900 Pa (zie tabel 11, p. 35).

3.3.1.3 Houtskeletbouw

Bij houtskeletbouw moet er bijzondere aandacht besteed worden aan het hygrothermische gedrag van de wand, teneinde het risico op inwendige condensatie door diffusie te beperken (zie § 4.3.3, p. 47).

Tabel 10 Criteria om inwendige condensatie tussen de isolatie en het bepleisteringssysteem te beperken (\*).

Type 1 $S_{d\text{-isolatie-ETICS}} < 3 \text{ m}$ Waterdampdoorlatende isolatie van het ETICS, bijvoorbeeld minerale wol (MW)	Type 2 $S_{d\text{-isolatie-ETICS}} \geq 3 \text{ m}$ Weinig waterdampdoorlatende isolatie, bijvoorbeeld geëxpandeerd polystyreen (EPS)
$S_{d\text{-bepleisteringssysteem}} \leq 1 \text{ m}$	$S_{d\text{-bepleisteringssysteem}} \leq 2 \text{ m}$
(*) $S_d = \mu \times d$ : de waterdampdiffusieweerstand (equivalente luchtdikte) is gelijk aan het product van de $\mu$ -waarde en van de dikte $d$ van de laag en wordt uitgedrukt in meter.	

Tabel 11 Beperking van de referentiehoogte  $z_e$  van gevels die blootgesteld worden aan slagregen.



Druk van de waterdichtheid (°)	450 Pa				900 Pa				
	Referentiesnelheid van de wind $v_{b,o}$ [m/s]				Referentiesnelheid van de wind $v_{b,o}$ [m/s]				
	26	25	24	23	26	25	24	23	
Ruwheidscategorie	Referentiehoogte $z_e$ tot				Referentiehoogte $z_e$ tot				
o Kuststreek	–				17 m	–			
I Platteland	–	–	–	–	23 m	34 m	52 m	85 m	
II Zone met lage vegetatie	3 m	3 m	4 m	6 m	38 m	55 m	81 m	125 m	
III Voorstedelijke zone – bos	9 m	12 m	15 m	19 m	91 m	124 m	175 m	200 m (°)	
IV Stad	25 m	31 m	35 m	48 m	200 m (°)	200 m (°)	200 m (°)	200 m (°)	

(°) Druk van de waterdichtheid =  $\frac{1}{2} \times c_{p,e+} \times q_p(z_e) \times c_{prob}^2$

waarbij:

- $c_{p,e+} = 1,3$
- $c_{prob} = 1$  (terugkeerperiode van 50 jaar)
- $q_p(z_e) =$  dynamische piekdruk.

(°) Beperking uit de norm NBN EN 1991-1-4 [B10].

Daarnaast moeten er specifieke bijkomende eisen en principes opgesteld worden voor dit soort ondergrond. De experimentele evaluatie van de weerstand tegen waterinfiltraties bij slagregen kan noodzakelijk blijken in functie van de beschouwde situatie. In dit geval kan het nuttig zijn om een ‘regen-en-wind’-proef uit te voeren volgens de norm NBN EN 12865 [B16], na de hiervoor vermelde proef van het hygrothermische gedrag (zie ‘Algemene eisen’, § 3.3.1.1 p. 34). In het toekomstige Europese beoordelingsdocument (EAD of *European Assessment Document*) voor ETICS op houtskeletbouw [E2] wordt er uitgegaan van deze aanpak. De volgens Procedure A gemeten dichtheid moet verzekerd worden tot minimum 600 Pa, of meer in functie van de blootstelling (gebouwhoogte, ruwheidscategorie van het terrein, windzone).

Hoewel deze aanpak interessant is, biedt hij volgens ons geen volledige bescherming voor de houten wand, aangezien de soepele voegen een regelmatig onderhoud vereisen om de dichtheid op lange termijn te kunnen verzekeren.



Op basis van de huidige kennis is het aan te raden om de hoogte van de blootgestelde gevels van het gebouw te beperken tot de waarden die vermeld worden in tabel 11 (druk van de waterdichtheid (°) in de grootteorde van 450 Pa volgens de Procedure A uit de norm NBN EN 12865 [B16]), tenzij men over pertinente gegevens beschikt in verband met de slagregenweerstand van het ETICS (in het lopende deel, maar vooral ter hoogte van de details).

Vandaar dat de toepassing van ETICS volledig uitgesloten wordt voor gebouwen die rechtstreeks blootgesteld worden

aan zeewind. Deze beperkingen zijn minder streng voor minder blootgestelde gevels (gevels met een noordwestelijke tot noordoostelijke en zelfs zuidoostelijke oriëntatie) of voor systemen die beproefd zijn voor dit gebruik. Meer informatie met betrekking tot de referentiewindsnelheden, de ruwheidscategorieën van het terrein en de bepaling van de ruwheidscategorieën kan men terugvinden in de norm NBN EN 1991-1-4 [B10] en zijn Belgische bijlage [B11], alsook in de online rekenmodules (°).

### 3.3.2 SCHOKWEERSTAND

Het is belangrijk om rekening te houden met de weerstand van het systeem tegen mechanische belastingen bij normaal gebruik. Het systeem moet op een dusdanige manier ontworpen worden dat zijn eigenschappen onder invloed van schokken die teweeggebracht worden door normale circulatie en normaal gebruik, gevrijwaard worden. Met andere woorden, de prestaties van het systeem moeten ervoor zorgen dat de invloeden van niet-uitzonderlijke impacten (die toevallig of opzettelijk veroorzaakt worden), niet resulteren in beschadigingen. Daarnaast moet courante onderhoudsapparatuur tegen de bepleistering kunnen steunen, zonder een breuk of een doorboring in de bepleistering te veroorzaken.

Belangrijke criteria bij de keuze van een ETICS zijn de impactweerstand (weerstand tegen ‘harde’ schokken, zijnde de impact van een onvervormbaar projectiel gesimuleerd door een stalen bal met een bepaalde massa en een bepaalde valhoogte, weerstand tegen perforatie) en de blootstelling aan schokken (bv. op het gelijkvloers van een gebouw in een

(°) Maximale afwijking van de pulserende luchtdruk, in Pa, die overeenstemt met het niet-doordringen van water tijdens de proef volgens de norm NBN EN 12865 [B16].

(°) Zie website van de Normen-Antenne ‘Eurocodes’: ‘Clnt’-module voor de ruwheidscategorieën van het terrein en ‘Wint’-module voor de windbelasting.

Tabel 12 Impactweerstand (harde schokken): gebruikscategorieën in functie van de blootstelling.

Gebruikscategorie	Omschrijving
I	Zone op het grondniveau ( $\leq 2,8$ m) die gemakkelijk bereikbaar is voor het publiek en blootgesteld kan worden aan schokken, maar niet aan een abnormaal ruw gebruik.
II	Zone die blootgesteld is aan vrij zware impacten (geworpen voorwerpen of schokken), maar die zich ofwel bevindt op een openbare plaats waar de hoogte van het systeem de grootte van de impact beperkt, ofwel op een lager niveau waarbij de toegang tot het gebouw beperkt is tot zorgzame personen.
III	Zone die hoogstwaarschijnlijk niet beschadigd zal worden door normale impacten, veroorzaakt door personen of voorwerpen (geworpen voorwerpen of schokken)

stedelijke omgeving). Men moet zich hiervoor baseren op de door de fabrikant of de in de ATG gepreciseerde gebruikscategorie (I, II of III) van het systeem en op tabel 12. Eventuele mechanische beschadigingen moeten onmiddellijk hersteld worden om het behoud van de functionaliteit van het ETICS te verzekeren. De bouwheer of de opdrachtgever dient dan ook goed in het achterhoofd te houden dat dergelijke beschadigingen een onmiddellijke herstelling vereisen.

De eisen met betrekking tot de schokweerstand van 'zachte lichamen' (simulatie van de impact van een zacht lichaam (bv. een menselijk lichaam) door middel van een object met een welbepaalde massa en valhoogte) houden doorgaans verband met de veiligheid van personen. Vandaar dat deze niet pertinent zijn in het geval van ETICS en ze niet verplicht worden door de ETAG 004 [E3]. Als men er voor wil zorgen dat de prestaties van het systeem behouden blijven zonder dat er regelmatig herstellingen uitgevoerd moeten worden, kan men hieromtrent bijkomende eisen vastleggen (het gebruik van ETICS in zones die uitzonderlijk veel blootgesteld worden aan schokken zoals het gelijkvloers van een school bijvoorbeeld). Men kan zich hiervoor baseren op de norm NBN ISO 7892 [B36] en het technische rapport 001 (TR001) [E5] van de EOTA.

Deze eisen houden geen rekening met vandalisme.

### 3.3.3 BUITENOMGEVING

De installatie- en bouwwerkzaamheden mogen geen bron van verontreiniging zijn voor de onmiddellijke omgeving (lucht, grond, water).

Wat de bouwmaterialen voor de buitenmuren betreft, moet het gehalte van verontreinigende stoffen die vrijkomen in de buitenlucht, de grond en het water in overeenstemming zijn met de wetgeving, de regelgeving en de administratieve bepalingen die van kracht zijn op de plaats waar het product verwerkt wordt in het bouwwerk.

## 3.4 GEBRUIKSVEILIGHEID EN TOEGANKELIJKHEID

Het ETICS moet stabiel zijn en bestand zijn tegen het geheel van belastingen door de normaalkrachten zoals het eigen gewicht, de temperatuur, de vochtigheid, de krimp, evenals tegen de bewegingen van de hoofdstructuur en tegen de wind (onderdruk).

De eis nr. 4 heeft dus betrekking op diverse eigenschappen van het systeem en van zijn onderdelen, die hieronder verduidelijkt worden.

### 3.4.1 INVLOED VAN DE BELASTINGEN DOOR HET EIGENGEWICHT

Het systeem moet zijn eigengewicht kunnen dragen zonder dat er schadelijke vervormingen ontstaan.

### 3.4.2 INVLOED VAN DE BEWEGINGEN VAN DE HOOFDSTRUCTUUR

De normale bewegingen van de hoofdstructuur mogen niet tot scheurvorming of hechtungsverlies in het systeem leiden. Men gaat ervan uit dat het ETICS bestand moet zijn tegen de bewegingen die veroorzaakt worden door temperatuurschommelingen en spanningen, behalve ter hoogte van de constructievoegen waar bijzondere voorzorgsmaatregelen genomen moeten worden.

### 3.4.3 INVLOED VAN DE WINDBELASTING

Het systeem moet een mechanische weerstand vertonen die aangepast is aan de door de wind veroorzaakte druk-, onderdruk- en trillingskrachten, met een voldoende grote veiligheidsfactor.

De rekenwaarde van de windbelasting (zuigkracht/onderdruk) wordt bepaald op basis van de norm NBN EN 1991-1-4 [B10] en haar nationale bijlage (ANB) [B11] in functie van de windzone, de ruweidscategorie van het terrein, de hoogte van het gebouw, de oriëntatie van het gevelvlak ... Voor de dimensionering bij windbelasting moet men tevens op de hoogte zijn van de weerstandskarakteristieken van het systeem, die afhankelijk zijn van de bevestigingswijze. Het principe van dimensionering bij windbelasting is terug te vinden in Bijlage D (p. 141).

### 3.5 BESCHERMING TEGEN GELUIDSHINDER

Zowel de volledige muuropbouw, inclusief het ETICS, als de ramen en de andere openingen moeten voldoen aan de eisen met betrekking tot de bescherming tegen geluidshinder.

Wanneer de met ETICS beklede wanden onderworpen worden aan de eisen inzake akoestische prestaties, kan men een onderscheid maken tussen de prestaties van de wand zelf en de kwaliteit van de aansluitingen, vooral deze met het buitenschrijnwerk (raam- en deurenaders). Hoewel er weinig gegevens bekend zijn over dit onderwerp, kan men een aantal tendensen onderscheiden.

Wat de akoestische prestaties van de wand zelf betreft, kan het aanbrengen van een ETICS op een massieve muur de geluidsverzwakkingsindex inzake verkeerslawaaï doen stijgen of doen dalen (tot -5 dB). De belangrijkste parameters waarmee men rekening dient te houden zijn de soepelheid

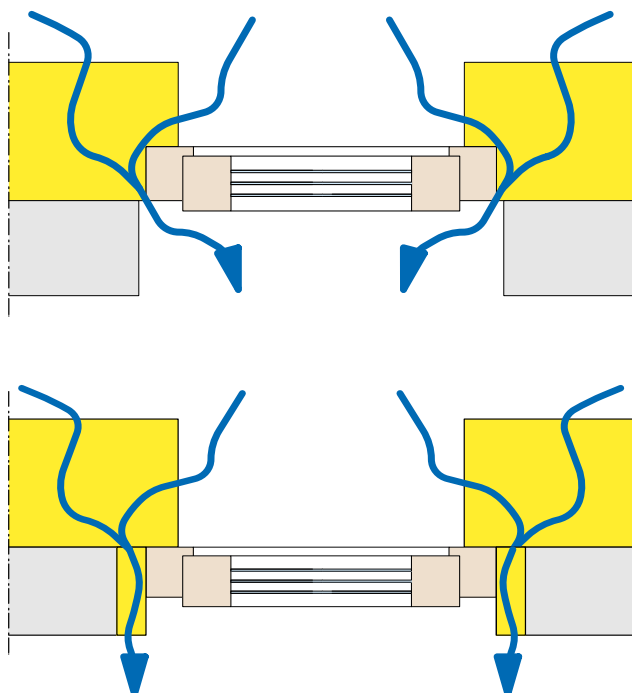
van het isolatiemateriaal, de bevestigingswijze aan de ondergrond (verlijming, mechanische bevestiging) en de oppervlaktemassa van de bepleistering. De hieruit resulterende geluidsverzwakkingsindex moet in verband gebracht worden met de akoestische prestaties van de andere geveldelen (vensters, ventilatieroosters) en met de van toepassing zijnde eisen, om te beoordelen of het type wand al dan niet geschikt is.

Gezien de lichtheid van de isolatiematerialen die doorgaans gebruikt worden in ETICS, kunnen bepaalde aansluitingen (bv. met het schrijnwerk) geluidslekken veroorzaken (zie afbeelding 38). Deze systemen mogen bijgevolg alleen toegepast worden in zones waar de lawaaibelasting beperkt is.

Er is nog maar weinig bekend over de akoestische prestaties ter hoogte van aansluitingen. We kunnen stellen dat alle uitvoeringsbepalingen uit hoofdstuk 5 (p. 49) toegepast kunnen worden in een rustige omgeving (landelijke omgeving of rustige verkaveling met enkel plaatselijk verkeer). In het vervolg van deze Nota zal aangegeven worden welke maatregelen af te raden of uitgesloten zijn in een minder stille omgeving of in een lawaaierige omgeving (druk verkeer).

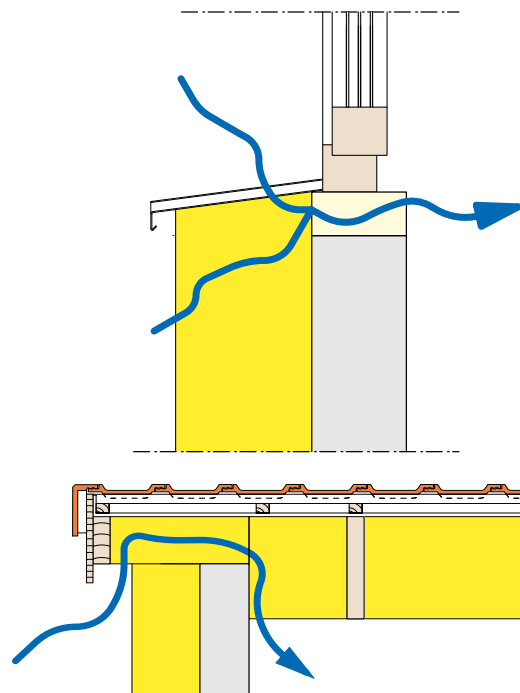
### 3.6 ENERGIEBESPARING EN WARMTE-BEHOUD

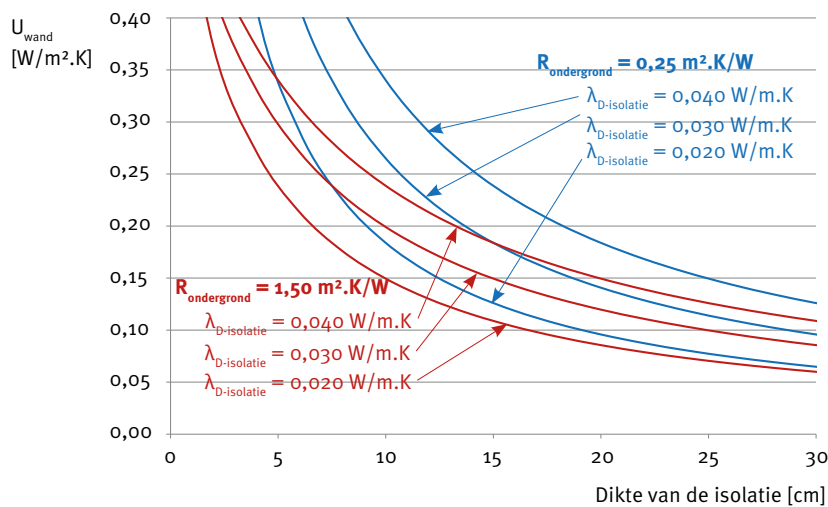
De ETICS verbeteren de thermische isolatie en verminderen het energieverbruik voor verwarming (in de winter) en klimaatregeling (in de zomer).



Afb. 38 Voorbeelden van geluidslekken ter hoogte van de aansluitingen met het ETICS.

#### GELUIDSLEKKEN





Afb. 39 Warmtedoorgangscoefficiënt  $U$  van de wand ( $U_{\text{wand}}$ ) in functie van de dikte van de isolatie (zonder mechanische bevestiging).

De regelgeving voor de energieprestaties van gebouwen (EPB) is van toepassing op het geheel van gebouwen (behalve de in de regelgeving expliciet vermelde uitzonderingen) voor alle bouw-, renovatie- en verbouwingswerken die een stedenbouwkundige vergunning nodig hebben. Ze vereist niet alleen dat de thermische verliezen in de lopende delen van de wanden beperkt worden, maar ook dat er rekening gehouden wordt met de bouwknopen (uitsluitend voor nieuwe of gelijkgestelde gebouwen).

Om te beantwoorden aan de EPB-regelgeving, mag de warmtedoorgangscoefficiënt ( $U$ -waarde) van de met ETICS beklede wand niet hoger zijn dan een bepaalde limietwaarde ( $U_{\text{max}}$ -waarde), die vastgelegd wordt door elk Gewest en die vermeld wordt op hun respectievelijke websites. Elke lineaire of plaatselijke onderbreking van een wand die deel uitmaakt van het verliesoppervlak en die verdeeld is over dit oppervlak, moet verplicht in rekening genomen worden bij de berekening van de warmtedoorgangscoefficiënt van deze wand (door een vereenvoudigde rekenmethode of een numerieke rekenmethode toe te passen).

In Bijlage A (p. 121) wordt de berekening van de  $U$ -waarde toegelicht op basis van de thermische prestaties van het ETICS. Afbeelding 39 toont, ter informatieve titel, de invloed van de dikte en van de warmtegeleidbaarheid ( $\lambda_{\text{D-isolatie}}$ ) van het isolatiemateriaal, evenals de invloed van de thermische weerstand van de ondergrond ( $R_{\text{ondergrond}}$ ) op deze waarde ( $U_{\text{wand}}$ ).

Bijlage B (p. 123) geeft een overzicht van de verschillende manieren om bouwknopen in aanmerking te nemen in overeenstemming met de EPB-regelgeving. De opdrachtgever zal een keuze moeten maken uit één van de opties (A, B of C). Hoofdstuk 5 (p. 49) en Bijlage B (p. 123) lijsten de eisen op waaraan de bouwknopen die verband houden met ETICS moeten voldoen om EPB-conform te zijn volgens de basisregels (optie B).

De geïnteresseerde lezer kan de website van de [Normen-Antenne 'Energie en binnenklimaat'](#) van het WTCB raadplegen,

evenals de referentiedocumenten op de volgende websites:

- voor Vlaanderen: [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be)
- voor Wallonië: [energie.wallonie.be](http://energie.wallonie.be)
- voor Brussel: [www.leefmilieubrussels.be](http://www.leefmilieubrussels.be).

De regelgeving preciseert dat bij het nazicht van de EPB-conformiteit van een bouwknop, men geen rekening moet houden met de aanwezigheid van een bouwfolie (op voorwaarde dat er een ononderbroken contact is tussen het membraan en de isolatielaag). Aan de ondergrond bevestigde startprofielen laten het niet toe om een EPB-conforme bouwknop te bekomen volgens de basisregels van optie B, onafhankelijk van het feit of ze uit aluminium of uit PVC bestaan. Bij startprofielen uit PVC is de invloed van de profielen op de warmte-verliezen echter relatief klein en volgens ons vergelijkbaar met deze van bouwfolies. De lambda-waarde ( $\lambda$ ) van hard PVC ligt immers in de grootteorde van 0,14 tot 0,28 W/m.K in functie van de minerale toeslagstoffen en deze profielen zijn minder dan 2 mm dik. In deze TV wordt de situatie van de startprofielen uit PVC dus gelijkgesteld met deze van de situatie met bouwfolie, wat betekent dat ze niet in aanmerking genomen worden.

Het is dus niet de taak van het ETICS om de luchtdichtheid van het gebouw te verzekeren.

### 3.7 DUURZAAM GEBRUIK VAN GRONDSTOFFEN

Deze zevende fundamentele eis voor bouwwerken is gerelateerd aan het hergebruik en aan de recycleerbaarheid van bouwmaterialen en bouwelementen, alsook aan het gebruik van milieuvriendelijke grondstoffen en secundaire materialen.

Deze eis werd tot op de dag van vandaag nog niet concreet omgezet in een verplicht normatief kader. De Europese Unie streeft nochtans naar een efficiënt grondstoffengebruik en een 'circulaire' economie waarin de materialen en producten



hersteld, gerenoveerd, hergebruikt of gerecycleerd worden in de plaats van ze simpelweg te gebruiken en weg te gooien. In het kader van deze strategie wordt de bouwsector beschouwd als één van de sleutelsectoren voor de vermindering van het grondstoffengebruik en van de milieu-impact.

### 3.8 DUURZAAMHEID EN GEBRUIKS- GESCHIKTHEID

Alle hiervoor vermelde fundamentele eisen moeten vervuld blijven tijdens de volledige levensduur van het systeem.

#### 3.8.1 DUURZAAMHEID VAN HET SYSTEEM

Het ETICS moet stabiel zijn en bestand zijn tegen temperatuurschommelingen, vochtigheid en krimp. De buitentemperaturen (ongeacht of ze hoog, laag of extreem zijn: van +50 °C tot ongeveer -20 °C) mogen geen destructieve invloed hebben of een onomkeerbare vervorming veroorzaken.

De oppervlaktetemperatuur van het ETICS zal stijgen als het blootgesteld wordt aan zonnestraling. Deze stijging is afhankelijk van de uitgestraalde lichtstroom en van de energie-absorptie van het oppervlak (kleur). Men gaat er doorgaans van uit dat de maximale oppervlaktetemperatuur 70 °C bedraagt. Plotse veranderingen in de oppervlaktetemperatuur (in de orde van 30 °C), die vooral te wijten zijn aan een langdurige blootstelling aan zonnestraling gevolgd door intense regen of aan de overgang van zon naar schaduw, mogen geen beschadigingen met zich meebrengen.

Bovendien moeten er maatregelen genomen worden om scheurvorming te voorkomen, zowel ter hoogte van de bewegingsvoegen van de constructie als aan de aansluitingen

tussen de verschillende materialen (bv. aansluitingen met de ramen).

De BUTg-procedure BA-521-1 [B1] legt de eisen vast inzake duurzaamheid, waarbij rekening wordt gehouden met de bijzonderheden van het Belgische klimaat. De procedure werd omgezet in de Belgische norm NBN B 62-400 [B6]. Deze proefprocedure is strenger dan de ETAG 004 [E3] aangezien er bovendien vorst- en dooicycli in vochtige omstandigheden voorgeschreven worden [D1] (zie afbeelding 40).

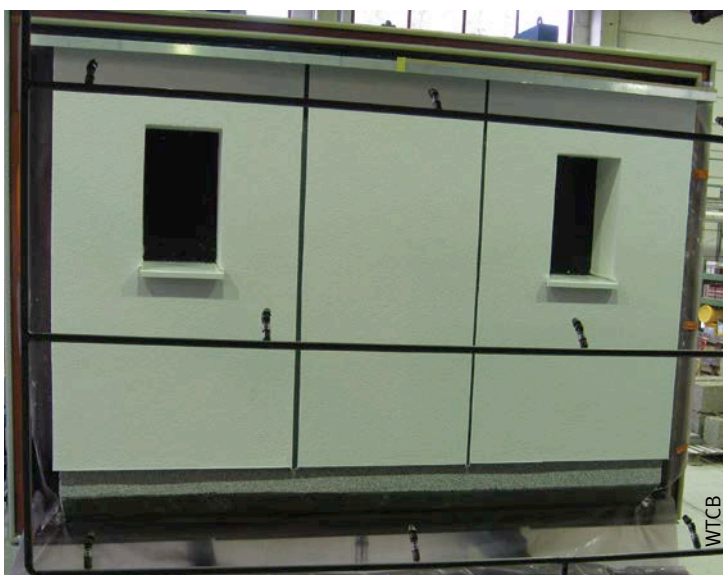
Zelfs als de systemen een goede waterdichtheid vertonen, kan hun bevochtiging aan de basis liggen van een 'normale' veroudering van het uitzicht (bv. algen en mossen, zie ook [D2]). Een doordacht ontwerp van het gebouw kan evenwel de duurzaamheid op dit vlak bevorderen. Naast het naleven van de voorgeschreven detailleringen, kunnen architecturale keuzes zoals voldoende grote dakoversteken dus gerechtvaardigd zijn om de belasting op de gevel, en bijgevolg de bevochtiging van de gevel, te verminderen.

#### 3.8.2 DUURZAAMHEID VAN DE ONDERDELEN

Alle onderdelen moeten hun eigenschappen behouden gedurende de volledige levensduur van het systeem in de normale gebruiks- en onderhoudsomstandigheden, ten einde de kwaliteit van het systeem te behouden.

Dit houdt in dat:

- alle onderdelen stabiel of ten minste vermoedelijk stabiel moeten zijn als ze niet volledig gekend zijn, en dit zowel op chemisch als op fysisch vlak. Indien de materialen onderling reageren, moet dit langzaam gebeuren
- alle materialen moeten van nature resistent tegen corrosie of behandeld of beschermd zijn tegen corrosie
- alle materialen moeten onderling compatibel zijn.



Afb. 40 Grote verouderingsmuur die een met een ETICS afgewerkte gevel simuleert en bestemd is voor de beoordeling van het hygrothermische gedrag (ETAG 004 [E3], procedure BA-521-1 [B1], NBN B 62-400 [B6]).

### 3.9 MILIEUASPECTEN

Duurzaam bouwen is bouwen met aandacht voor de technische, ecologische, economische en sociale aspecten van het bouwwerk. De milieu-impact wordt hierbij steeds belangrijker. De belangrijkste punten waarmee men rekening moet houden, zijn: de selectie van materialen, de sloop, het hergebruik, de afvalbehandeling en de mogelijkheden tot renovatie. In de verschillende Gewesten zijn er dan ook diverse milieureglementeringen van toepassing.

#### 3.9.1 LEVENSCYCLUSANALYSE (LCA) EN MILIEU-PRODUCTVERKLARING (EPD)

De **levenscyclusanalyse (LCA)** is een techniek die gebruikt wordt om de impact van een materiaal, gebouwelement of gebouw op het leefmilieu te becijferen. Een LCA houdt rekening met alle fasen van de levenscyclus: de productie, de installatie op de werf, het gebruik, de afbraak en de uiteindelijke afvalverwerking. De **milieu-impact** wordt uitgedrukt hetzij in de vorm van milieu-impactindicatoren (klimaatverandering, verzuring, fijnstofvorming en uitputting van grondstoffen ...), hetzij als een ééngetalsscore na normalisatie, weging en aggregatie van de resultaten. Wat de bouwsector betreft, bestaan er Europese geharmoniseerde normen voor de milieu-evaluatie van bouwproducten (NBN EN 15804+A1 [B33]) en van gebouwen (NBN EN 15978 [B35]). Voor meer informatie omtrent de levenscyclusanalyse verwijzen we naar **Infofiche nr. 64** [1].

Een **milieuproductverklaring** of EPD (*Environmental Product Declaration*) is een gestandaardiseerde fiche met objectieve milieu-informatie over een specifiek product, die gebaseerd is op een levenscyclusanalyse. Het doel van een EPD is om de bouwprofessionelen te begeleiden bij het maken van een

milieubewuste materiaalkeuze, en dit in alle objectiviteit en zonder een waardeoordeel te vellen. Door de publicatie van het Koninklijk Besluit van 22 mei 2014 tot de vaststelling van de minimumeisen voor het aanbrengen van milieuboodschappen op bouwproducten [F7], werd in België een eerste stap gezet naar de invoering van een nationaal EPD-systeem. Elke fabrikant die een milieuboodschap wil aanbrengen op zijn product moet voortaan een EPD opstellen en deze laten registreren in de **federale EPD-databank** (weliswaar publiek toegankelijk via [www.environmentalproductdeclarations.eu](http://www.environmentalproductdeclarations.eu)). Op die manier heeft elke consument toegang tot de achterliggende milieu-informatie van een product. Diverse Europese landen beschikken reeds over hun eigen EPD-databanken waarin bouwproducten opgelijst worden, zoals de INIES-databank in Frankrijk, de *Environmental Profiles* in Groot-Brittannië, de *Umwelt Produktdeklarationen* in Duitsland, het *International EPD® System* in Scandinavië en de Nationale Milieudatabase in Nederland.

Het is evenwel niet de bedoeling van dit systeem om een vergelijking te maken van de milieu-impact van producten op basis van EPD's. Bovendien kunnen enkel die producten die tot eenzelfde EPD-systeem behoren met elkaar vergeleken worden, op voorwaarde dat er equivalente functionele eenheden gebruikt worden. Zo kan de impact van één kilogram product niet vergeleken worden met de impact van één vierkante meter van een ander product.

Hoewel de EPD's zich beperken tot bouwproducten, kunnen ze gebruikt worden als basis voor de milieu-evaluatie van bouwelementen of van volledige gebouwen. Bij de beoordeling van een bouwproduct mag men zich echter niet blind staren op de milieu-impact van het product op zich, maar men moet ook **rekening houden met de toepassing van het product in het gebouw**. Zo is het immers mogelijk dat het gebruik van een materiaal met een lage milieu-impact een

Tabel 13 Overzicht van de reikwijdte en van de aanpak van LCA's die uitgevoerd werden op verschillende ETICS.

<b>Functionele eenheid</b>	1 m <sup>2</sup> buitenwand met een U-waarde van 0,32 W/m <sup>2</sup> .K of 0,12 W/m <sup>2</sup> .K
<b>Evaluatieperiode</b>	60 jaar
<b>Systeemgrenzen</b>	Analyse van-wieg-tot-graf ( <i>cradle-to-grave</i> ): productie, transport, installatie op de werf, gebruik (vervangingen, energieverbruik voor verwarming ...), afbraak, afvaltransport en afvalbehandeling
<b>Databanken en scenario's</b>	Generieke databank Ecoinvent v2.2 ( <a href="http://www.ecoinvent.ch">www.ecoinvent.ch</a> ), met geharmoniseerde gegevens voor de Belgische context (transport- en levensindescenario's die representatief zijn voor de Belgische situatie anno 2012)
<b>Energieverbruik voor verwarming</b>	Verbruik ten gevolge van transmissieverliezen doorheen het element: <ul style="list-style-type: none"> <li>• equivalente-graaddagenmethode (1.200 equivalente graaddagen)</li> <li>• verwarmingssysteem uitgerust met een condenserende gasketel met een globaal rendement van 68 %</li> </ul>
<b>Methode voor de milieu-impactanalyse</b>	ReCiPe v.1.06 Endpoint (H)/Europe ReCiPe H/A: 17 milieu-impactindicatoren + ééngetalsscore ( <a href="http://www.lcia-recipe.net">www.lcia-recipe.net</a> )
<b>Datum van de analyses</b>	2012

negatieve invloed heeft op de milieuprestaties van een gebouw, bv. vanwege de noodzaak aan bijkomend bevestigingsmateriaal of een intensiever onderhoud gedurende de volledige levensduur van het gebouw.

### 3.9.2 MILIEU-IMPACT VAN ETICS

Hierna volgen de conclusies van een door het WTCB uitgevoerde studie die, door middel van LCA's op basis van generieke milieugegevens (en niet op basis van EPD's), de milieu-impact aantoonde van de verschillende soorten ETICS en hun onderdelen. De tabellen 13 (p. 40) en 14 (p. 42) geven een overzicht van de analysemethoden en de beoogde scenario's, alsook van de bestudeerde opbouwen.

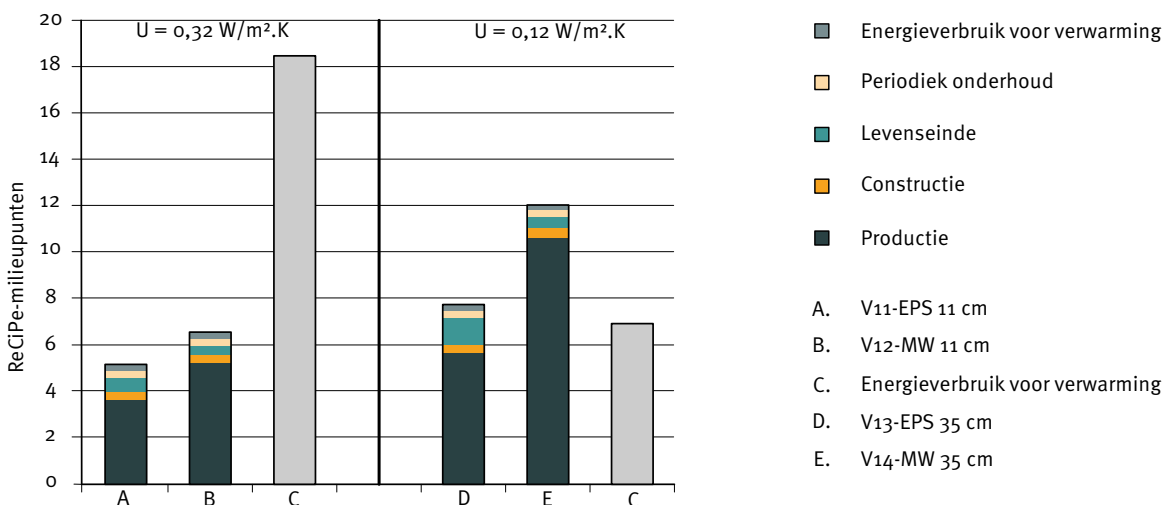
De resultaten van de studie tonen in de eerste plaats aan dat het aandeel van het isolatiemateriaal de grootste invloed heeft op de globale milieu-impact van de ETICS (zie afbeelding 42, p. 42). De vergelijkende analyses tonen aan dat onder de bestudeerde isolatiematerialen (minerale, synthetische en natuurlijke varianten), het meest gebruikte isolatiemateriaal, zijnde geëxpandeerd polystyreen (EPS), de kleinste milieu-impact heeft. Hoewel men zou kunnen verwachten dat geëxpandeerde kurk (ICB) een goede score zou behalen als natuurlijk isolatiemateriaal, is de milieu-impact hoog omwille van het aanzienlijke agrarische landgebruik tijdens de productie. In het geval van ETICS op basis van rotswol (MW) kan de hoge milieu-impact verklaard worden door de sterke dichtheid van het materiaal en bijgevolg door de grotere hoeveelheid materiaal in vergelijking met EPS. Een verlaging van de dichtheid van het isolatiemateriaal heeft dus een gunstige invloed op de milieu-impact.

De vergelijking met een geïsoleerde spouwmuur toont aan dat een juiste en doordachte keuze van een ecologische oplossing niet enkel gebaseerd mag zijn op de milieu-impact van een individueel materiaal, maar eveneens bepaald moet worden in functie van de toepassing.

De milieu-impact van de bepleisteringen en de bevestigingsmiddelen is klein, maar toch niet te verwaarlozen in het geheel. De studie van het WTCB gaat uit van een veronderstelde levensduur van 60 jaar en houdt rekening met het herschilderen van de gevel iedere 10 jaar. Het vervangen van de bepleistering gedurende deze levensduur verhoogt logischerwijs de milieu-impact. Voor het merendeel van de onderzochte systemen blijft de milieu-impact evenwel beperkt of vergelijkbaar met deze van een geïsoleerde spouwmuur.

Ten slotte toont de studie aan dat voor systemen die op een zodanige manier gedimensioneerd zijn dat de U-waarde van de gevel 0,32 W/m<sup>2</sup>.K bedraagt, de milieu-impact van het energieverbruik voor verwarming tijdens de gebruiksfase groter is dan de milieu-impact van de materialen. Dit onderstreept nogmaals het belang van een goede isolatie van gebouwen (zie afbeelding 41). Gezien de huidige tendens om gebouwen te bouwen (en te eisen) die steeds beter thermisch geïsoleerd zijn, zal de keuze voor milieubewuste materialen steeds belangrijker worden in de toekomst.

Men mag evenwel niet vergeten dat aandacht voor een goed ontwerp, evenals een correcte detaillering en plaatsing van het ETICS primordiaal zijn om de verwachte levensduur van 60 jaar te bereiken.

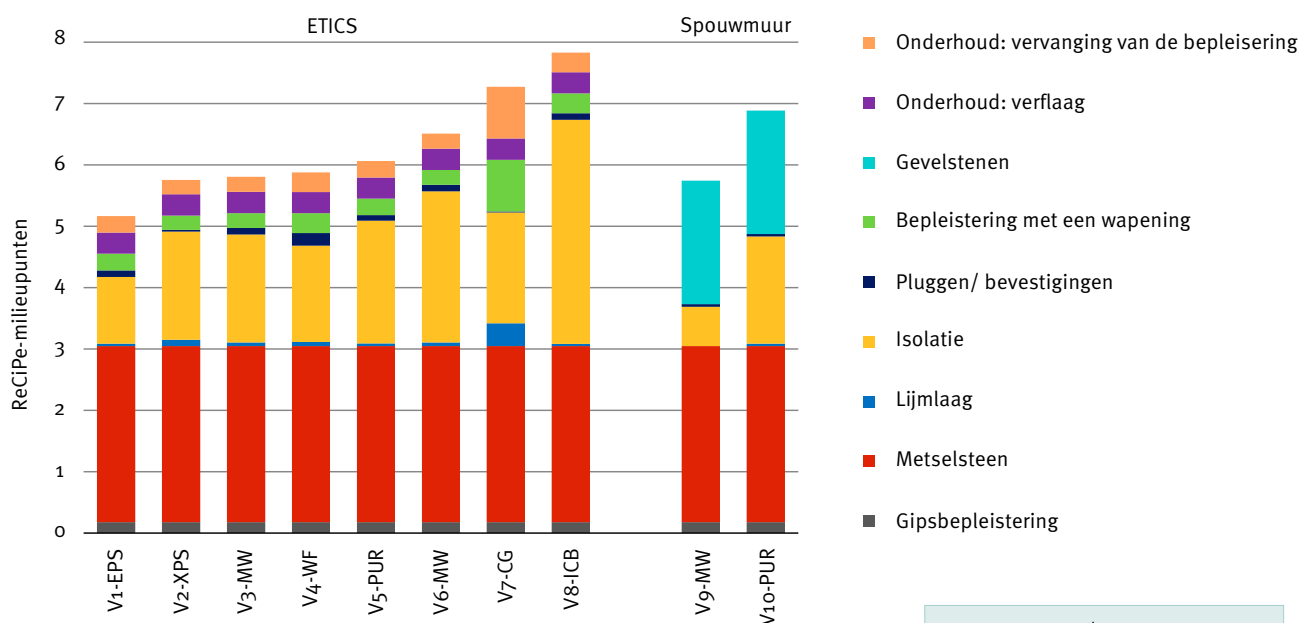


Afb. 41 Vergelijking van de milieu-impact tijdens de verschillende levenscyclusfasen (60 jaar) voor ETICS met EPS en rotswol, en U= 0,32 W/m<sup>2</sup>.K of U=0,12 W/m<sup>2</sup>.K.

Tabel 14 Bestudeerde opbouwen ( $U_{\text{wand}} = 0,32 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ).

Samenstelling ETICS	Isolatiemateriaal				Bevestiging		Afwerking		
	Aard	Volumieke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	Lambda-waarde [W/m.K]	Dikte [cm]	Lijm (°)	Pluggen [# /m <sup>2</sup> ]	Aard van het pleister		Dikte [cm]
							Basis	Afwerking	
V1-EPS	Geëxpandeerd polystyreen	15	0,040	11	40 %	6	Mineraal	Organisch	0,7
V2-XPS	Geëxtrudeerd polystyreen	32	0,035	9	100 %	2 (°)	Mineraal	Organisch	0,5
V3-MW	Rotswol	100	0,040	11	40 %	6	Mineraal	Mineraal	0,6
V4-WF	Houtvezel	230	0,045	12	40 %	10	Mineraal	Organisch	0,8
V5-PUR	Polyurethaan	40	0,029	8	40 %	6	Mineraal	Organisch	0,5
V6-MW	Rotswol	140	0,040	11	40 %	6	Mineraal	Mineraal	0,6
V7-CG	Cellenglas	110	0,040	10	100 %	1 (°)	Kalk	Kalk	0,10
V8-ICB	Geëxpandeerde kurk	120	0,040	11	40 %	6	Mineraal	Organisch	0,8
Opbouw spouwmuur	Isolatiemateriaal				Bevestiging		Afwerking		
	Aard	Volumieke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	Lambda-waarde [W/m.K]	Dikte [cm]	Pluggen [# /m <sup>2</sup> ]	Soort muur		Dikte [cm]	
V9-MW	Rotswol	40	0,040	10	5	Baksteen		9	
V10-PUR	Polyurethaan	40	0,029	7	5	Baksteen		9	

(°) Percentage verlijmd oppervlak  
 (°) Voor de voorlopige ondersteuning tijdens het uitharden van de lijm.



Afb. 42 Milieu-impact van ETICS (met verschillende isolatiematerialen, bevestigingsmiddelen en bepleisteringen) gedurende hun levenscyclus (60 jaar).

 $U_{\text{wand}} = 0,32 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 

Methode: ReCiPe Endpoint H/A

# 4

## ONDERGROND

### 4.1 INLEIDING

Met ‘ondergrond’ bedoelen we een muur die op zichzelf voldoet aan de eisen met betrekking tot luchtdichtheid, mechanische weerstand (weerstand tegen statische en dynamische belastingen) en dimensionale stabiliteit. De ondergrond kan bekleed zijn met een hechtende afwerking (bv. bestaande bepleistering).

De ondergronden die behandeld zijn volgens de specifieke uitvoeringsbepalingen voor ETICS (zie hoofdstuk 5, p. 49), moeten opgeleverd worden door de opdrachtgever vóór de uitvoering van de werken. De gevelwerker moet de ondergrond altijd eerst controleren.

De ETICS kunnen toegepast worden op nieuwe of bestaande (renovatie) verticale muren. Ze kunnen eveneens aangebracht worden op horizontale of hellende oppervlakken die niet blootgesteld worden aan neerslag. ETICS zijn niet-dragende bouwelementen. Ze dragen immers niet rechtstreeks bij tot de stabiliteit van de muren waarop ze aangebracht zijn, maar ze bevorderen wel hun duurzaamheid aangezien ze een betere bescherming bieden tegen weersinvloeden.

De muren zijn meestal opgebouwd uit metselwerk of uit beton (ter plaatse gestort beton, geprefabriceerde platen) of een combinatie van beiden (betonskelet dat opgevuld wordt met metselwerk, betonnen lateien die ingewerkt zijn in het metselwerk ...). Sinds enkele jaren kunnen ETICS bovendien gebruikt worden als afwerkingstechniek voor houtskeletbouw. Het gebruik van een ‘gewone’ afdichting – die afhankelijk is van een goed ontwerp en de correcte uitvoering van de detailleringen en van hun onderhoud (vooral de soepele voegen) – om een houten structuur te beschermen die gevoeliger is voor vocht dan een traditionele massieve structuur, brengt meer risico’s met zich mee. Andere soorten ondergronden worden niet uitgesloten (bv. metalen skelet met platen). Hiervoor moet men zich baseren op de aanbevelingen uit dit hoofdstuk en op de richtlijnen van de fabrikant van het ETICS.

De voornaamste eigenschappen van de ondergrond – zijnde de aard, de waterabsorptiecapaciteit en -snelheid, de dimensionale stabiliteit, de cohesie en de vlakheid van het oppervlak – zijn bepalend voor de keuze van het product of de plaatsingstechniek, alsook voor het gedrag van het ETICS doorheen de tijd.

Als er in de ondergrond structuurvoegen aanwezig zijn, is het nodig om verdelingsvoegen aan te brengen in het ETICS.

### 4.2 METSELWERK EN BETONSTRUCTUREN

#### 4.2.1 METSELWERK

Nieuwe muren uit metselwerk zijn doorgaans opgebouwd uit elementen uit baksteen, uit beton met dichte of lichte granulaten, uit calciumsilicaat (kalkzandsteen) of uit geauto-claveerd cellenbeton, die geplaatst worden met behulp van een aangepaste mortel of mortellijm. Muren uit natuursteen of kunststeen (vergelijkbaar met beton) worden minder frequent toegepast in België.

Het ontwerp en de uitvoering van metselwerk zijn genormaliseerd (zie Eurocode 6 [B14] en zijn nationale Belgische bijlagen [B15]). In België fungeert de STS 22 [F2] (gereviseerde versie te verschijnen) als een referentiedocument ter zake.

In opgaand metselwerk moeten de nodige vochtschermen aangebracht worden, vooral aan de muurvoet. Bij afwezigheid of een gebrekkige plaatsing van deze vochtschermen kan het metselwerk vocht opnemen, wat uiteindelijk kan resulteren in eventuele schade aan het ETICS.

Bestaand metselwerk kan dienst doen als een mogelijke ondergrond. Spouwmuren moeten bij voorkeur op voorhand nageïsoleerd volgens de voorschriften en aanbevelingen van de STS 71-1 [F5] en de **TV nr. 246** [W14], met uitsluiting van de beperkende voorwaarden omtrent de blootstelling en de breedte van de spouw. Men moet er steeds voor zorgen dat de spouwmuren niet geventileerd worden.

#### 4.2.2 BETONSTRUCTUREN

Betonnen muren zijn opgebouwd uit ter plaatse gestort beton of uit geprefabriceerde elementen.

Het constructiebeton bestaat uit cement, (gewone of lichte) granulaten, eventuele hulpstoffen en water. De conformiteit van de betonsamenstelling werd opgenomen in de norm NBN EN 206-1 [B8]. De volgende normen zijn van toepassing op geprefabriceerde elementen uit beton:

- NBN EN 13369 Algemene bepalingen voor vooraf vervaardigde betonproducten [B26]
- NBN B 21-600 Algemene bepalingen voor geprefabriceerde betonproducten (nationale aanvulling bij de NBN EN 13369) [B4]
- NBN EN 13225 Geprefabriceerde betonproducten: lijnvormige dragende elementen [B25]

- NBN EN 14992 Geprefabriceerde betonproducten: wandelementen [B31].

De norm NBN EN 13670 met betrekking tot de uitvoering van betonconstructies [B29] en haar Nationale Bijlage (NBN B 15-400) [B3], zijn zowel gewijd aan de realisatie van ter plaatste gestorte betonconstructies als aan de uitvoering van geprefabriceerde betonelementen.

Cellenbeton kan eveneens gebruikt worden in de vorm van geprefabriceerde platen.

#### 4.2.3 TOLERANTIES: TOELAATBARE AFWIJINGEN

Het is noodzakelijk dat de ondergrond voldoet aan de toelaatbare maatafwijkingen (zie § 7.1, p. 103) om de plaatsing van het ETICS en vooral van de isolatieplaten toe te laten. Deze strenge toleranties zijn nodig om een ononderbroken isolatie te bekomen en te voldoen aan de maximaal toegelaten afwijkingen vereist voor de pleisterwerken, zonder dat er bijkomende corrigerende maatregelen genomen moeten worden. Deze maatregelen maken immers geen deel uit van de normale werkzaamheden, tenzij anders vermeld in de contractuele documenten.

De Europese norm NBN EN 1996-2 [B14] en haar Nationale Bijlage [B15], evenals de STS 22 [F2], geven de maximale

waarden van de toelaatbare afwijkingen weer die in België van toepassing zijn op nieuw metselwerk.

De Europese norm NBN EN 13670 [B29] met betrekking tot de uitvoering van betonstructuren en haar Nationale Bijlage (NBN B 15-400) [B3] (zie kaderstuk) maken een onderscheid tussen de ‘normatieve’ toleranties en de ‘informatieve’ toleranties. Bovendien voorzien ze twee tolerantieclassen (klassen 1 en 2) (zie ook de **WTCB-Dossiers nr. 2004/4.4** [P1]).

De afwerking van metselwerk en betonstructuren met ETICS is ondergeschikt aan het naleven van de maximaal toelaatbare afwijkingen die beschreven worden in de hierboven vermelde referentiedocumenten. De informatieve pertinente toleranties en de strengere tolerantieklasse 2 zijn van toepassing op betonstructuren (te vermelden in de contractuele documenten). Deze afwijkingen worden samengevat in § 7.1 (p. 103). In geval van grotere afwijkingen (bv. bepaalde renovaties), behoren de eventuele corrigerende maatregelen die bestemd zijn om de ondergrond dimensionaal aanvaardbaar te maken niet tot het normale takenpakket en resulteren ze bijgevolg in een meerkost.

Indien er in de contractuele documenten uitdrukkelijk gevraagd wordt naar een speciale afwerking van het ETICS (zie § 7.1, p. 103), mag de gevelwerker pas beginnen met zijn werkzaamheden nadat hij een verslag heeft ontvangen van de oplevering van de ondergrond, waarin zowel het naleven van de toelaatbare afwijkingen op de ondergrond als de afstemming van de uitvoeringsbepalingen op de techniek van het ETICS (zie hoofdstuk 5, p. 49) beschreven worden. Dit verslag betekent niet dat de aannemer de ondergrond niet moet controleren.

#### 4.2.4 WACHTTIJD: UITGESTELDE VERVORMINGEN EN DROGING

Een ETICS kan niet rechtstreeks aangebracht worden op een ondergrond die niet vormstabiel is of actieve scheuren vertoont. Na de uitvoering van de ruwbouw moet men een minimale wachttijd in aanmerking nemen voordat het ETICS aangebracht kan worden. Vooral tijdens de eerste periode is het beton immers onderhevig aan langzame vervormingen, die gerelateerd zijn aan hydraulische krimp en aan kruip. Krimp wordt hoofdzakelijk beïnvloed door de betonsamenstelling en de drogingsvoorwaarden, terwijl kruip ook nog afhankelijk is van de belastingen die opgenomen worden door het element.

Deze uitgestelde krimp- en kruipvervormingen komen eveneens in verschillende mate voor in nieuw metselwerk. Zo zijn metselwerk-elementen uit beton, cellenbeton en kalkzandsteen onderhevig aan hydraulische drogingskrimp. De productiedatum kan hierover een indicatie geven. Naast de ogenblikkelijke vervormingen die veroorzaakt worden door de opname van de belastingen waaraan het metselwerk blootgesteld wordt, ondergaat het metselwerk eveneens uitgestelde kruipvervormingen, in functie van onder andere deze belastingen.

#### Definities volgens de norm NBN EN 13670 [B29] met betrekking tot de uitvoering van betonstructuren en haar Nationale Bijlage (NBN B 15-400) [B3]

##### Soorten toleranties:

- **normatieve toleranties:** structurele toleranties die de mechanische weerstand en de stabiliteit van de structuren moeten verzekeren
- **informatieve toleranties:** toleranties die meestal een kleine structurele invloed hebben. We willen erop wijzen dat de contractuele documenten altijd moeten vermelden of deze van toepassing zijn of niet.

##### Tolerantieclassen:

- **tolerantieklasse 1** (normale toleranties): deze klasse is van toepassing bij gebrek aan andere specificaties in het bijzondere bestek en laat toe om rekening te houden met de hypothesen van Eurocode 2 met betrekking tot de dimensionering
- **tolerantieklasse 2** (strengere toleranties): deze klasse moet steeds vermeld worden in het bijzondere bestek indien men wenst dat deze toegepast wordt. De strengere toleranties en kwaliteitscontrole laten toe om gereduceerde partiële veiligheidscoëfficiënten te gebruiken in de berekeningen (zie bijlage A van de Eurocode 2 [B12]).

De uitgestelde vervormingen kunnen negatieve gevolgen hebben voor het ETICS (bv. afschuiving ter hoogte van het grensvlak lijm/ondergrond). Om dit risico te beperken, moeten het metselwerk en de betonstructuren voldoende oud zijn voordat er een afwerking aangebracht wordt, voornamelijk wanneer men verlijmingstechnieken gebruikt. Het is aan te raden om een wachttijd van minimaal 3 maanden in acht te nemen na de afwerking van de ruwbouw. Deze tijdspanne komt doorgaans overeen met een normale droging van de ondergrond. De wachttijd kan ingekort worden voor ondergronden die minder onderhevig zijn aan krimp en kruip. In geval van ongewone omstandigheden (zeer sterk belast gebouw en/of zeer hoog gebouw, klimatologische omstandigheden die de droging verhinderen ...) kan het nodig zijn om langere wachttijden in aanmerking te nemen.

#### 4.2.5 ABNORMALE BEVOCHTING

De ondergrond mag geen enkele abnormale bevochtiging ondergaan hebben. Indien de ondergrond tekenen van vocht- of vorstschade vertoont, moet men eerst onderzoeken welke maatregelen er genomen moeten worden om dit probleem te verhelpen.

Een abnormale bevochtiging aan het oppervlak van de ondergrond kan de verlijming van het ETICS aantasten of zelfs verhinderen. Ze kan onder meer het gevolg zijn van recente weersomstandigheden op een weinig of niet-beschermde ondergrond of van een aanzet van een nog niet op de waterafvoer aangesloten afvoerleiding. De abnormale bevochtiging is gemakkelijk waarneembaar vanwege de zichtbare verschijnselen die hiermee gepaard gaan, zoals de aanwezigheid van vochtkringen of een plaatselijke verdonkering van de ondergrond.

In deze situatie moet men de opdrachtgever informeren over de ongunstige toestand van de ondergrond en hij moet het nodige doen om de oorzaak van het probleem op te lossen. Vóór het begin van de werkzaamheden moet er bovendien een wachttijd in acht genomen worden, zodat de abnormale vochtigheid kan verdwijnen in de betrokken zones.

#### 4.2.6 CLASSIFICATIE VAN DE ONDERGRONDEN (MECHANISCHE BEVESTIGINGEN)

De aard van de ondergrond en de aanwezigheid van perforaties (ook holten genoemd) in de metsелеlementen zijn belangrijk bij een mechanische bevestiging (zie ook § 2.4.2.2, p. 22).

Wanneer de aard en/of de geometrie van de ondergrond in kwestie afwijken van de beoordeling in laboratorium-

omstandigheden, kan het soms nodig zijn om de weerstand van de bevestigingen ter plaatse te beproeven.

Het is dus belangrijk om de gevelwerker te informeren over de ondergrond, aangezien deze bepalend is voor de keuze van het soort bevestigingen. In geval van twijfel, moet men inlichtingen inwinnen bij de fabrikant.

#### 4.2.7 OPPERVLAKTETOESTAND

De ondergrond moet niet alleen zuiver en samenhangend zijn, maar ook vrij zijn van mos, stof, blazen, vet, nadelige uitbloeiingen of alle andere gevoelige stoffen en deeltjes die de hechting van het ETICS nadelig kunnen beïnvloeden.

Bij een verlijming is het belangrijk dat het oppervlak van de ondergrond in goede staat is. De oppervlaktecohesie van de ondergrond moet minimaal 0,25 N/mm<sup>2</sup> bedragen.

Ondergronden met een beperkte oppervlaktecohesie<sup>(4)</sup> vereisen een grotere verankeringsdiepte bij een mechanische bevestiging van het ETICS. Indien men overgaat tot een bevestiging door verlijming, moet men een lijm gebruiken die aangepast is aan deze ondergrond (dikte, beperkte krimp en stijfheid), onder meer om een breuk in de ondergrond bij krimp te vermijden.

Als de ondergrond bepleisterd is, moet men de hechting aan de ondergrond en de oppervlaktecohesie van de bepleistering controleren, evenals de verenigbaarheid van de bepleistering met het verlijmingsproduct van het ETICS. Wanneer er een uitvlakpleister aangebracht wordt om de vlakheid van het oppervlak van de ondergrond te verbeteren, moet men bovendien een voldoende lange uithardings- en droogtijd in acht nemen (enkele dagen, volgens de richtlijnen van de fabrikant). Deze pleisterlagen worden niet beschouwd als 'weerstandbiedend' bij de beoordeling van de verankeringsdiepte van de mechanische bevestigingen.

Indien men de verlijmingstechniek wil gebruiken op een geschilderde ondergrond, moet de verf eerst verwijderd worden (bv. door afbijten, afkrabben, afbranden ...), tenzij er in het toepassingsgebied van de lijm specifiek aangegeven wordt dat verf een toelaatbare ondergrond is. Een alternatieve methode is de plaatsing door mechanische bevestiging met bijkomende verlijming (zie § 2.4, p. 18 voor de functies van deze bijkomende verlijming). Bij een oude ondergrond is het niet uitgesloten dat dat er een waterwerende behandeling uitgevoerd werd op het oppervlak. Aanwijzingen hiervoor zijn een zeer beperkte waterabsorptie en/of het aflopen van op het oppervlak besproeide waterdruppels. In deze situatie moeten er gelijkaardige maatregelen (aangepaste lijm, mechanische bevestigingen) genomen worden.

<sup>(4)</sup> Cellenbeton, beton met lichte granulaten, oude bestaande muren, meestal uit bakstenen metsелеlementen die onderhevig kunnen geweest zijn aan klimatologische invloeden en aan microscheuren, en zelfs niet waarneembaar zijn met het blote oog, ten gevolge van vorst-dooicycli.

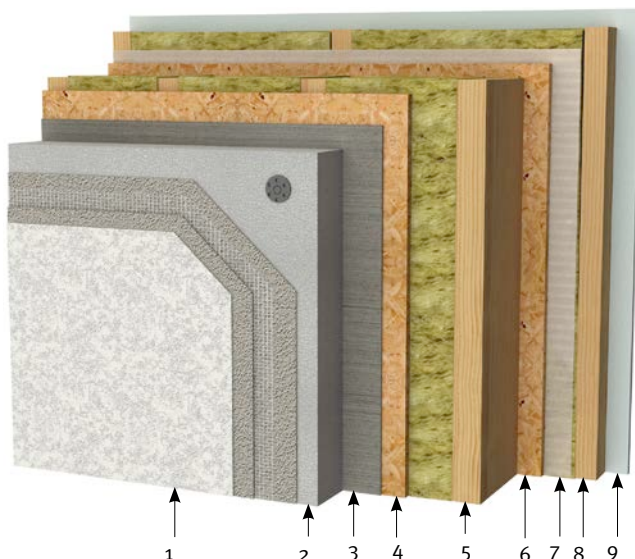
Op nieuw metselwerk worden er soms afdichtingsproducten en/of verlijmde membranen aangebracht, die bijvoorbeeld de muurvoet beschermen of de luchtdichtheid moeten garanderen ter hoogte van de aansluiting raam/ondergrond. Het gebruik van een aangepaste lijm kan in dit geval vereist zijn. Men dient zich hiervoor te baseren op de voorschriften van de fabrikant.

Wanneer de ondergrond een sterke of heterogene waterabsorptie vertoont, kan het soms noodzakelijk blijken om zijn om een impregnerlaag aan te brengen (zie richtlijnen van de fabrikant).

Bij twijfel moet men de norm NBN B 14-210 [B2] raadplegen voor de *in-situ*meting van de oppervlaktecohesie van de ondergrond en/of de hechting van de lijm, evenals bijlage D van de ETAG 014 [E4] voor de *in-situ*meting van de weerstand van de bevestigingen.

#### 4.2.8 UITBLOEIINGEN

De aanwezigheid van uitbloeiingen is nefast voor de hechting van het ETICS aan de ondergrond. Met uitzondering van kalkuitbloeiingen moeten deze verwijderd worden voor aanvang van de werkzaamheden (door droge afborsteling). Het opnieuw verschijnen van de uitbloeiingen wijst op een vochtprobleem in de constructie dat eerst opgelost moet worden.



##### A. ETICS

1. Bepoetsingssysteem
2. Isolatieplaten (ETICS)
3. Lijmlaag

##### B. HOUTSKELET + AFWERKING

4. Draagplaat voor het ETICS

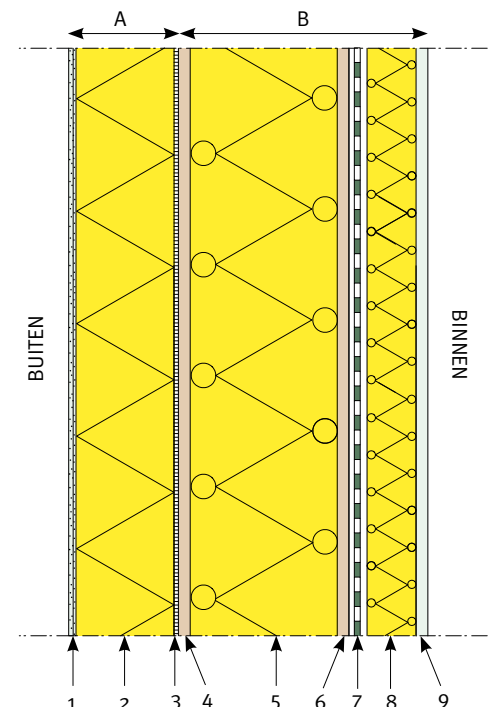
5. Geïsoleerde houtconstructie
6. Binnenplaten
7. Lucht- en dampscherm
8. Geïsoleerde leidingspouw
9. Afwerkingsplaat

#### 4.2.9 NABEHANDELINGS- EN ONTKISTINGSPRODUCTEN

Er kunnen sporen van ontlastingsproducten voorkomen op betonoppervlakken die in contact stonden met de bekisting, terwijl andere oppervlakken behandeld kunnen geweest zijn met nabehandelingsproducten als bescherming tegen een te snelle uitdroging. De aanwezigheid van deze producten kan nadelig zijn voor de hechting van de lijm aan de ondergrond, waardoor er bijkomende maatregelen genomen moeten worden. In de praktijk is het evenwel moeilijk om de aanwezigheid van deze producten vast te stellen en kan men zich meestal alleen maar baseren op de informatie die opgegeven wordt door de opdrachtgever en/of de firma die instaat voor de betonwerken. Bij twijfel moet men de hechting van de lijm controleren en/of het ETICS mechanisch bevestigen.

#### 4.2.10 ANDERE INGEWERKTE MATERIELEN

Wanneer materialen van een andere aard (metaal, hout, beton) ingewerkt worden in de muur (bv. onder de vorm van balken (lateien) of kolommen), dient men een aangepaste lijm te gebruiken conform de aanbevelingen van de fabrikant. De aansluitingen tussen de verschillende materialen moeten overbrugd worden door de isolatieplaten. Bij 'I'-liggers kan het soms noodzakelijk zijn om de ruimte tussen de flenzen vooraf op te vullen met verlijmde isolatieplaten.



Afb. 43 Wand die opgebouwd is uit een ETICS op houtskelet: 3D (links) en 2D (rechts).



### 4.3 HOUTBOUW

Het aanbrengen van ETICS op houtbouw kan, in vergelijking met ondergronden uit metselwerk of beton, een aantal risico's met zich meebrengen: enerzijds bestaat er een verhoogd risico op scheurvorming in het bepleisteringssysteem door mogelijk omvangrijke bewegingen van de ondergrond, en anderzijds meer schadelijke gevolgen door de aanwezigheid van vocht in de gevelopbouw (eventuele infiltraties en/of inwendige condensatie). Een beperkt gebruik van deze techniek (in functie van de blootstelling aan slagregen) en de keuze van aangepaste materialen kunnen deze risico's verkleinen.

Algemeen kan men stellen dat men vochtschermen moet aanbrengen tussen de houten elementen en de andere onderdelen van de ruwbouw (bv. tussen een funderingsplaat uit gewapend beton en de houten onderregel, zie **WTCB-Contact 2013/1** [W3]). Bij afwezigheid van dergelijke vochtschermen of bij een gebrekkige plaatsing, kan de constructie vocht opnemen, wat kan resulteren in eventuele schade aan de constructie en aan het ETICS.

#### 4.3.1 SOORTEN HOUTEN WANDEN

Om schade aan het ETICS (met name scheurvorming in de bepleistering) ten gevolge van dimensionale schommelingen van het hout te vermijden, is het sterk af te raden om het ETICS toe te passen op houtstapelbouw. Het aanbrengen van ETICS op een voldoende stijve houtskeletbouw (minder gevoelig voor schommelingen) of op constructies uit verlijmd en/of genagelde geprefabriceerde massieve houten platen is mogelijk, op voorwaarde dat het vochtgehalte van het constructiehout en van de draagplaten kleiner is dan of gelijk is aan 18 massaprocent op het moment van de uitvoering van het ETICS. Deze waarde sluit overmatige en/of langdurige bevochtiging bijvoorbeeld door de weersomstandigheden tijdens de uitvoeringsfasen uit (er moeten maatregelen genomen worden om de dragende wand te beschermen tegen eventuele bevochtigingen, bijvoorbeeld een verkorting van de plaatsingstermijn van het ETICS).

Houtskeletconstructies moeten voldoende stijf zijn en beantwoorden aan de vereisten van de STS 23 [F3]. De isolatie van het ETICS draagt niet bij tot het verstijven van de skeletstructuur.

De mechanische bevestiging van het ETICS rechtstreeks op het houtskelet wordt steeds meer toegepast (zie § 2.4, p. 18).

#### 4.3.2 BEPERKING VAN DE BLOOTSTELLING AAN SLAGREGEN

We verwijzen naar § 3.3.1 (p. 33) voor meer informatie over de aanbevolen beperkingen.

#### 4.3.3 HYGROTHERMISCH ONTWERP VAN DE WAND

Er moet bijzondere aandacht besteed worden aan het hygrothermische gedrag van de wand (zie afbeelding 43, p. 46) om het inwendige condensatierisico door diffusie te beperken. Dit risico kan vooral optreden ter hoogte het niveau van de draagplaat, als deze dampwerend is en als de thermische weerstand van de isolatie van het ETICS kleiner is dan 1,5 maal de thermische weerstand van de isolatie van het houtskelet. Dit risico is tevens aanwezig ter hoogte van het raakvlak tussen het isolatiemateriaal en de bepleistering.

Om de hoeveelheid condensaat binnen de perken te houden, dient men dan ook (zie tabel 14):

- de luchtdichtheid van de wand te verzekeren
- de waterdampdiffusieweerstand van het bepleisteringssysteem te beperken in functie van de diffusieweerstand van het isolatiemateriaal van het ETICS, in overeenstemming met § 3.3.1 (p. 33)
- de prestaties van het dampscherm aan te passen (steeds noodzakelijk) aan de werkelijke situatie (samenstelling, materiaaleigenschappen en vochtgevoeligheid van de materialen). Een dampscherm met een  $S_d$ -waarde  $\geq 2$  m ( $\geq 5$  m in geval van zeer vochtgevoelige materialen) is vaak voldoende bij binnenklimaatklasse I of II. Dit is doorgaans het geval bij de plaatsing en een correct gebruik van een ventilatiesysteem conform de norm NBN 50-001 [B7].

#### 4.3.4 KEUZE VAN DE MATERIELEN

De gevolgen van een overmatige en/of te langdurige bevochtiging kan men beperken door te opteren voor materialen met een verbeterde vochtweerstand. Zo dient constructiehout steeds een insecten- en schimmelwerende behandeling te krijgen (zie STS 23 [F3]). De draagplaten van het ETICS moeten vochtbestendig zijn en deze op basis van hout moeten minimaal tot binnenklimaatklasse 2 of 3 (aanbevolen) behoren (zie **WTCB-Dossiers nr. 2015/2.20** [C1]).

Tabel 14 Eisen met betrekking tot de lucht- en de dampdichtheid.

Binnenklimaat-klasse	Luchtdichtheids-niveau (1)	Niveau van de waterdampdiffusieweerstand $S_d$ van het dampscherm (2)
KK I	L1: basisniveau	$\geq 2$ m
KK II		
KK III	L2: niveau gevalideerd door metingen	$\geq 5$ m
KK IV		Studie vereist

(1) Klasse L1: goede luchtdichtheid.  
Klasse L2: gevalideerde en verbeterde luchtdichtheid (L1 + metingen + correctie van lekken).  
Zie **TV nr. 251** [W17].

(2) Behalve voor zeer vochtgevoelige isolatiematerialen ( $S_d$  van het dampscherm  $\geq 5$  m bij binnenklimaatklasse I of II).

#### 4.3.5 TOLERANTIES: TOELAATBARE AFWIJINGEN

De onderdelen van de draagwand, die fungeren als ondergrond voor het ETICS, moeten beantwoorden aan de toelaatbare maatafwijkingen die beschreven worden in § 7.1 (p. 103).

#### 4.4 TOEPASBAARHEID VAN DE PLAAT- SINGSTECHNIKEN IN FUNCTIE VAN DE MAATAFWIJINGEN OP DE ONDER- GROND

Om de uitvoeringstoleranties op de bepleistering en op de isolatie te kunnen naleven, is het cruciaal dat de ondergrond uitgevoerd wordt binnen de tolerantiegrenzen en dat de plaatsingstechniek gekozen wordt op basis van de vastgestelde afwijkingen. Het is aan te raden om de vlakheid, de verticaliteit en de horizontaliteit van de ondergrond te controleren en na te kijken of er geen niveauverschillen zijn, voordat de werkzaamheden aangevat worden.

Indien er bijzondere maatregelen genomen moeten worden om de ondergrond plaatselijk te corrigeren, zijn deze niet inbegrepen in het normale takenpakket en zullen ze dus een meerkost met zich mee brengen, tenzij anders vermeld in de contractuele documenten. De methoden voor het controleren van de toleranties worden beschreven in § 7.2 (p. 104).

Als de afwijkingen op de verticaliteit binnen de toelaatbare waarden blijven die gepreciseerd worden in § 7.1 (p. 103),

moet men geen maatregelen nemen tenzij dit gevraagd wordt, aangezien deze afwijkingen meestal weinig opvallen.

Wanneer de toelaatbare afwijkingen overschreden worden, kan het nodig zijn om bijkomende maatregelen te nemen om de niveauverschillen te verhelpen (bv. uitvlakken met een bepleistering of het gebruiken van isolatiematerialen met verschillende dikten waarbij de warmteweerstand waaraan de muur moet voldoen, nageleefd wordt). Bij kleine afwijkingen kunnen de niveauverschillen vaak gecorrigeerd worden door de combinatie van een volledige verlijming en een verlijming met lijmstroken en/of -noppen. Als de afwijking plaatselijk is, kan bovendien een lokale versnijding van de isolatie overwogen worden, op voorwaarde dat de warmteweerstand van de muur gerespecteerd wordt. Men moet er steeds voor zorgen dat het gebrek overbrugd wordt met een isolatieplaat.

De toegelaten vlakheidsafwijkingen onder de lat van 2 m voor nieuwe ondergronden uit metselwerk of uit beton (8 mm/2 m), laten het gebruik van alle in § 2.4.1 (p. 18) beschreven verlijmingstechnieken toe (mortellijm, PU-lijmschuim), behalve de plaatsing met dispersielijm. Bij het niet-naleven van de uitvoeringstoleranties, of het nu gaat om nieuwbouw of een bestaand gebouw, wordt een volledige verlijming of een verlijming met een PU-lijmschuim uitgesloten. Indien de afwijkingen groter zijn dan 15 mm/2 m, moeten er corrigerende maatregelen voorgesteld worden: uitvlakken met behulp van een geschikt pleister of het gebruik van isolatieplaten van verschillende dikten.

Tabel 15 Toepasbaarheid van de plaatsingstechnieken in functie van de vlakheidsafwijkingen van de ondergrond.

Geval	Afwijkingen op de ondergrond		Verlijmingstechnieken				Mechanische bevestiging	
	Vlakheid onder de lat van 2 m	Niveauverschil	Volledige verlijming		Gedeeltelijke verlijming (†)		Schotelplug + verlijming (‡)	Profielen
			Dispersielijm	Mortellijm	Lijmstroken of -noppen + randstrook	Lijmstroken + randstrook		
					PU-lijmschuim			
1	≤ 2 mm/2 m	≤ 1 mm	✓	✓	✓	✓	✓	
2	≤ 8 mm/2 m	≤ 5 mm	✗	✓	✓	✓	✓	
3 (‡)	8 mm/2 m < ... ≤ 15 mm/2 m	5 mm < ... ≤ 10 mm	✗	✗	✓ (‡)	✗	✓ (‡)	✗
4 (‡) (4)	> 15 mm/2 m	> 10 mm	✗	✗	✗	✗	✗	✗

(†) ≥ 40 % van het oppervlak.  
 (‡) Ondergrond buiten tolerantie.  
 (‡) Impliceert een groter lijmverbruik in vergelijking met de normale werkzaamheden.  
 (4) De plaatsing mag pas uitgevoerd worden als er bijkomende maatregelen genomen worden die niet voorzien zijn in de normale werkzaamheden. Deze maatregelen brengen een meerkost met zich mee en bestaan ofwel uit het vooraf aanbrengen van een uitvlakpleister om terug te komen tot geval 1, 2 of 3, ofwel het plaatsen van isolatieplaten met verschillende dikten om de vlakheidsafwijking op te vangen (gedetailleerde inplanting noodzakelijk).

# 5

## UITVOERINGSBEPALINGEN

Een doordacht ontwerp met een beperkte blootstelling aan vocht en met bijzondere aandacht voor het vermijden van koudebruggen en het risico op scheurvorming wordt ten zeerste aangeraden. De detailleringen uit het ontwerp moeten bovendien een goede samenwerking tussen de verschillende bouwberoepen toelaten en zodanig beschreven zijn dat alle betrokkenen een duidelijk beeld hebben van de werkzaamheden die tot hun takenpakket behoren.

De ondergronden die bewerkt worden in overeenstemming met de specifieke uitvoeringsbepalingen voor ETICS beschreven in dit hoofdstuk, moeten gecontroleerd en opgeleverd worden door de opdrachtgever vóór de uitvoering van de werkzaamheden (zie hoofdstuk 7, p. 103).

De uitvoeringsbepalingen zijn opgesteld op basis van de actuele kennis en ervaring. Voor gebouwen die zeer sterk blootgesteld worden aan slagregen (zie § 3.3.1, p. 33), moet men zich baseren op de informatie van de fabrikant omtrent eventueel bijkomend te treffen maatregelen.

### 5.1 AANSLUITINGEN MET DE MUURVOET

#### 5.1.1 ALGEMENE AANBEVELINGEN

Of het nu over nieuwbouw of over renovatie gaat, de aanzet van het ETICS moet zich minstens 30 cm boven het maaiveld

bevinden (zie afbeelding 44):

- boven de vochtwerende bescherming van de muur. Bij renovatie moeten eerst eventuele problemen, zoals bevochtiging van de muur door capillaire opstijging, opgelost worden voordat het systeem geplaatst wordt
- boven de spatzone (opspattend water)
- vanaf een impactzone die toelaatbaar is voor het systeem.

Het is aan te raden om de plaatsing van een isolerende plint (zie § 5.1.2) te voorzien die dienst doet als sokkel. Bovendien is het ook aanbevolen om een zone met steenslag te voorzien rondom het gebouw die minstens 30 cm breed is. Hierdoor kan men het risico op opspattend water tegen de gevel beperken en de afwatering van het oppervlaktewater bevorderen. Ook de nabijheid van plantengroei, evenals de kans op schokken ten gevolge van werkzaamheden in de tuin kunnen hierdoor vermeden worden.

We merken op dat de gevelwerker meestal alleen belast is met de isolatie van de niet-ingegraven muren (ETICS-werkzaamheden, maar soms ook de isolatie en de afwerking van de sokkel).

#### 5.1.2 ISOLERENDE PLINT (SOKKEL)

De isolerende plint moet opgebouwd zijn uit een schokbestendig materiaal (bv. bekleding uit natuursteen of beton



Afb. 44 Muurvoeten die uitgevoerd werden volgens de specifieke uitvoeringsbepalingen voor ETICS.



Afb. 45 Verankerde natuursteenplaat en sokkelisolatie voor de afwerking van de ondermuur.



Afb. 46 Plint die verlijmd is op de sokkelisolatie.

geschikt voor dit gebruik) en uit een vochtbestendige sokkelisolatie (bv. uit geëxtrudeerd polystyreen (XPS)). Er moet een aangepaste afdichting voorzien worden ter hoogte van de muurvoet.

De isolerende plint kan bijvoorbeeld gerealiseerd worden door middel van verankerde natuursteenplaten (zie [TV nr. 146](#) [W5] in herziening). De natuursteen wordt aan de ondergrond bevestigd doorheen de isolatie met behulp van mechanische bevestigingen (zie afbeelding 45).

Wanneer het risico op het loskomen en het vallen van de plint beperkt is (bv. dankzij de aanwezigheid van een opstand in de fundering), kan men overwegen om de plint te verlijmen op de sokkelisolatie met een aangepaste lijm (zie [WTCB-Dossiers nr. 2011/4.11](#) [G2] en [nr. 2015/4.09](#) [G3], evenals afbeelding 46).

De afwerking van de sokkelisolatie met een aangepast bepleisteringssysteem (specifiek samengesteld voor deze toepassing) wordt niet uitgesloten, maar is af te raden vanwege de sterke blootstelling van de ondermuur. Indien men voor deze techniek kiest, is het aanbevolen om de scheiding tussen het bepleisteringssysteem van de ondermuur en dat van de gevel aan te duiden, zodat het onderhoud en de eventuele herstellingen op een eenvoudigere en een gelokaliseerde manier uitgevoerd kunnen worden. Kleur-

schakeringen kan men vermijden door het gebruik van een contrasterende kleur in vergelijking met rest van de gevel.

De isolatie van ondermuren en grondkerende muren moet gecombineerd worden met een mechanische bescherming van de isolatie (bv. tijdens het aanaarden) en een afdichting (bv. bescherming tegen aflopend water en eventueel tegen grondwater, zie [TV nr. 250](#) [W16]).

Bij de berekening van de warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) moet er rekening gehouden worden met de specifieke isolatie van de muurvoet (sokkelisolatie) en de afwerking van de muurvoet, alsook met de eventuele mechanische bevestigingen. De overgangen tussen deze sokkelisolatie en de verschillende isolatielagen van de verliesoppervlakken moeten geïntegreerd worden als bouwknoep volgens de EPB-regelgeving. In de paragrafen 5.1.3 tot en met 5.1.5 (p. 50 tot 53) worden de specifieke oplossingen beschreven voor de uitvoering van de aansluitingen in functie van de definitie van het beschermde volume.

### 5.1.3 AANSLUITING TUSSEN HET ETICS EN DE ISOLERENDE PLINT

De gevelwerker start zijn werkzaamheden na de isolatiewerkzaamheden en de afwerking van de sokkel.

De aansluitingen moeten ontworpen en uitgevoerd worden in overeenstemming met de algemene aanbevelingen (zie § 5.1.1, p. 49) en op een zodanige manier dat de continuïteit van de isolatielagen verzekerd wordt, om te verhinderen dat het water kan infiltreren en stagneren ter hoogte van de verbinding. Het zichtbare vlak van de bepleistering van het ETICS moet ongeveer 2 cm uitspringen ten opzichte van de plint om aflopend regenwater van de gevel weg te leiden en om de verbinding door middel van een startprofiel uit PVC en een zwelband te vergemakkelijken. Het startprofiel zelf moet voorzien zijn van een efficiënte druiplijst (zie afbeelding 47, p. 52).

De overgang tussen de sokkelisolatie en de isolatie van het ETICS van de buitenmuur moet eveneens geïntegreerd worden als een bouwknop volgens de EPB-regelgeving. De continuïteit van de isolatielagen wordt doorgaans verzekerd door het contact tussen de sokkelisolatie en de isolatie van het ETICS. De knop is conform wanneer deze twee isolatiematerialen met elkaar in contact staan over een lengte die groter is dan of gelijk aan de helft van de dikte van de sokkelisolatie (zonder rekening te houden met het startprofiel uit PVC; zie § 3.6, p. 37).

Wanneer er geen sokkel aanwezig is onder het ETICS (bv. als het niveau 0 geen deel uitmaakt van het beschermde volume), kan men ofwel starten met het ETICS door middel van een startprofiel met een volle kern dat bevestigd is aan de ondergrond, ofwel kan men de onderzijde van het isolatiemateriaal van het ETICS afwerken met een bepleistering.

#### 5.1.4 BESCHERMD VOLUME DAT ZICH BOVEN MAAIVELD BEVINDT

Wanneer het volume dat zich onder het maaiveld bevindt, geen deel uitmaakt van het beschermde volume (de geïsoleerde vloer maakt deel uit van het warmteverliesoppervlak), moet de overgang tussen de sokkelisolatie en de vloerisolatie geïntegreerd worden als bouwknop volgens de EPB-regelgeving.

De continuïteit van de isolatielagen kan verkregen worden:

- door het gebruik van tussengevoegde isolerende delen (zie § 5.1.4.1)
- of door het vrijwaren van een weg van de minste warmteweerstand met een minimale lengte van 1 m (zie § 5.1.4.2).

##### 5.1.4.1 Aansluiting met behulp van tussengevoegde isolerende delen

Men kan de continuïteit van de isolatielagen verzekeren:

- door een isolerende muur (bv. uit isolerend metselwerk) met een warmtegeleidbaarheid die kleiner dan of gelijk is aan 0,2 W/m.K. In dit geval wordt de isolerende muur ingewerkt in de isolatielaag en de bouwknop is conform als deze voldoet aan basisregel nr. 1 (contact tussen de

muur en de vloerisolatie groter dan of gelijk aan de helft van de dikte van de vloerisolatie)

- met behulp van tussengevoegde isolerende delen (thermische isolerende bouwblokken) (basisregel nr. 2). Bovendien moeten deze elementen gelijktijdig voldoen aan drie voorwaarden, terwijl de dragende eigenschappen van de muur behouden blijven (zie afbeelding 48, p. 52).

In het tweede geval is de bouwknop conform (zie Bijlage B, p. 123) wanneer het tussengevoegde isolerende deel (bouwblokken):

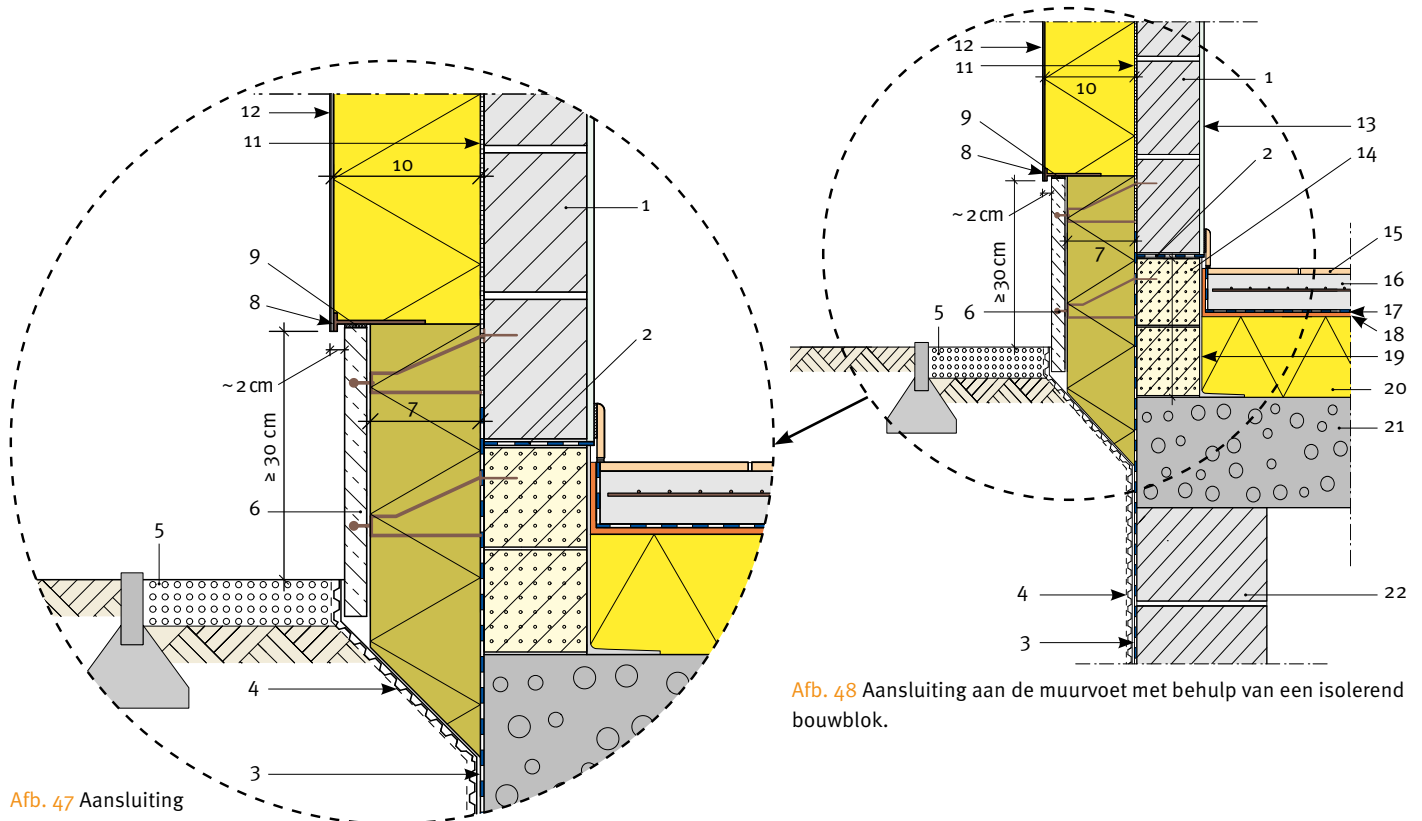
- een warmtegeleidbaarheid ( $\lambda_{\text{insulating part}}$ ) heeft die kleiner dan of gelijk is aan 0,2 W/m.K. De benodigde dikte ( $d_{\text{insulating part}}$ ) is niet alleen afhankelijk van deze warmtegeleidbaarheid, maar ook van de warmteweerstand van de sokkelisolatie en van de vloerisolatie, behalve bij hogere isolatieniveaus, zijnde warmteweerstand groter dan 4 m<sup>2</sup>.K/W (bv. isolatie met een  $\lambda$ -waarde van 0,04 W/m.K en een minimale dikte van 16 cm). In dit geval moet een isolerend deel met een  $\lambda_{\text{insulating part}}$ -waarde van 0,10 W/m.K bijvoorbeeld, een  $d_{\text{insulating part}}$ -dikte hebben van minimaal 20 cm ( $d_{\text{insulating part}} [\text{m}] \geq 2 \lambda_{\text{insulating part}} [\text{W/m.k}]$ )
- het directe contact met de vloerisolatie enerzijds, en met de sokkelisolatie anderzijds verzekerd wordt, en dit over minimaal de helft van de dikte van de dunste laag hetzij van de betrokken isolatie, hetzij van het bouwblok ( $d_{\text{insulating part}}$ ) (de reglementering laat toe om geen rekening te houden met eventuele afdichtingsmembranen doorheen de isolatielagen).

De gevelwerker die belast is met de sokkelisolatie (dewelke ook meestal samenvalt met het weinig ingegraven deel van de isolatie) zal pas tussenkomen na de uitvoering van de afdichtingswerken aan de muur, maar vóór het aanaarden van het te isoleren vlak. De voorgeschreven niveaus (bovenaan en onderaan) moeten gecontroleerd worden. Vooral de sokkelisolatie moet de isolerende muur (eerste geval) of het thermisch (tweede geval) bedekken om de continuïteit van de isolatielagen te waarborgen.

We merken op dat in het geval van een vloerplaat op volle grond, de drainage zich ongeveer op het niveau van de onderzijde van de betonplaat kan bevinden. In dit geval is het niet vereist om de afdichting van de buitenzijde van de muur en van de spouwdrainering onder dit niveau door te trekken. Het is evenwel noodzakelijk om een polyethyleenfolie aan te brengen onder de betonnen vloerplaat om te vermijden dat deze uitdroogt.

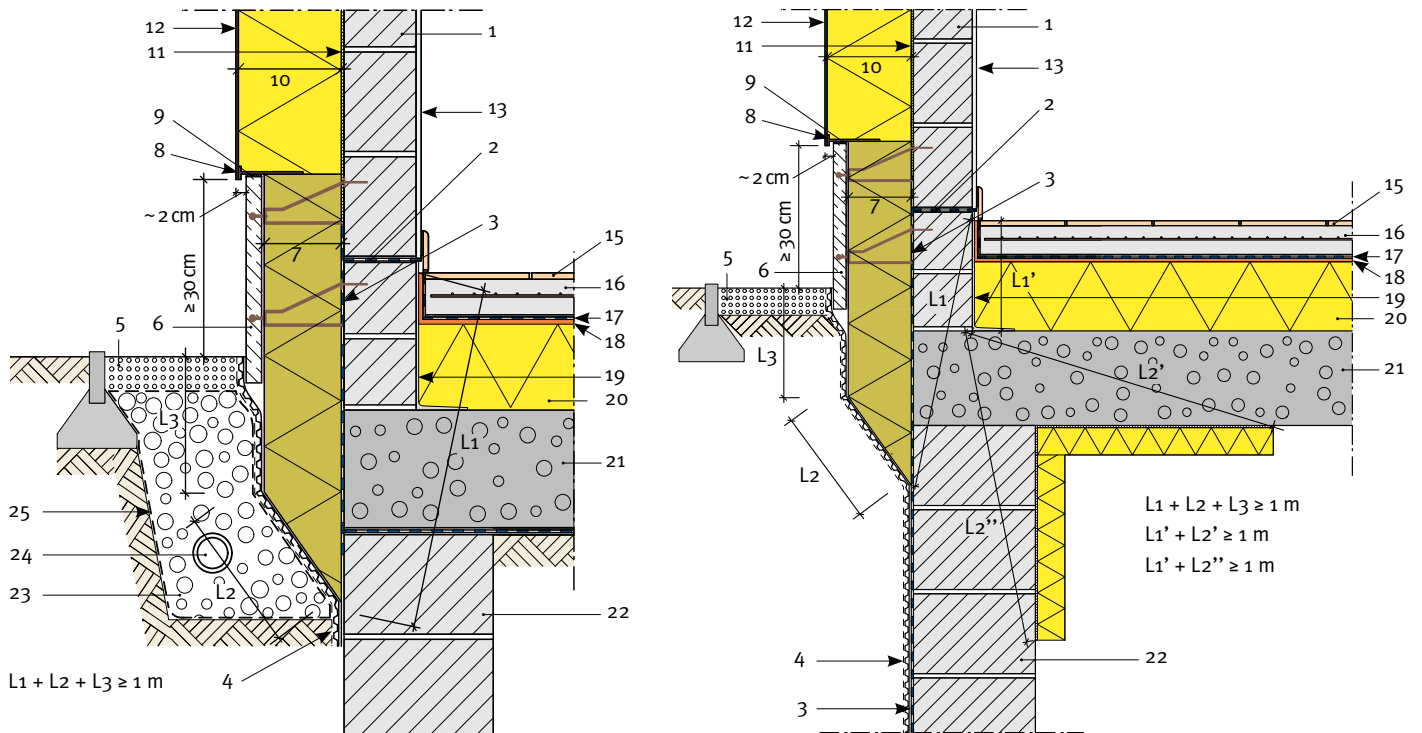
##### 5.1.4.2 Aansluiting zonder tussengevoegd isolerend deel

Een alternatieve oplossing om de continuïteit van de isolatielagen te verzekeren, is het vrijwaren van een weg van de minste warmteweerstand met een minimale lengte van 1 m (basisregel nr. 3) tussen het beschermde volume en de buitenlucht enerzijds, en het beschermde volume en de ruimte onder de vloer anderzijds, als het gaat om een niet-



Afb. 47 Aansluiting tussen de isolatie van het ETICS en de sokkelisolatie.

Afb. 48 Aansluiting aan de muurvoet met behulp van een isolerend bouwblok.



A. Op volle grond

B. Op een niet-verwarmd aangrenzend volume (kelder, kruipruimte)

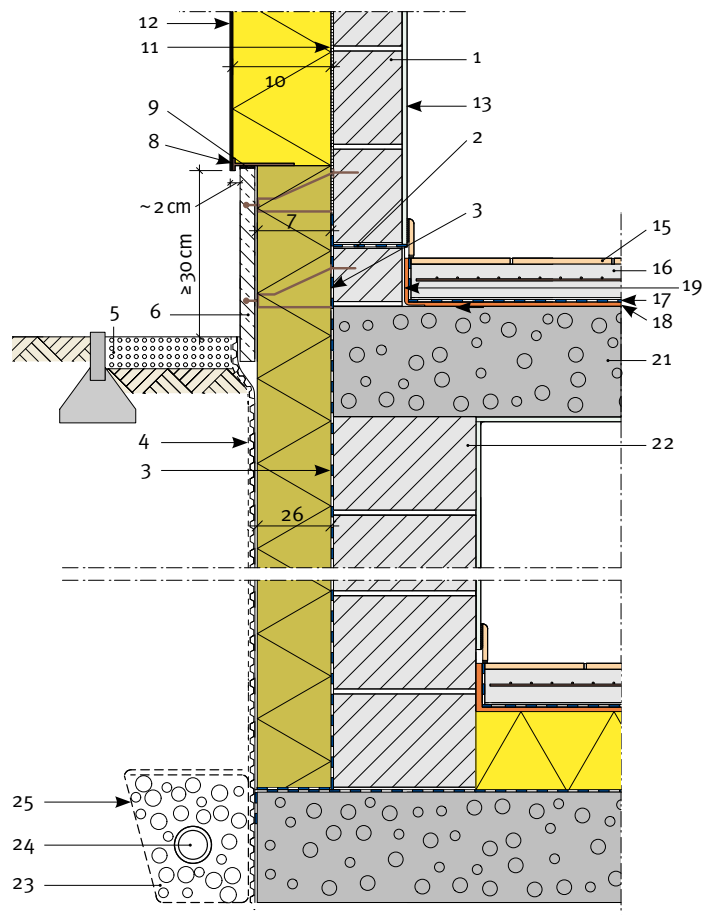
Afb. 49 Aansluitingen in een niet-ingraven beschermd volume die uitgevoerd werden zonder tussengevoegde isolerende delen.

$$L1 + L2 + L3 \geq 1 \text{ m}$$

$$L1' + L2' \geq 1 \text{ m}$$

$$L1' + L2'' \geq 1 \text{ m}$$

1. Dragend metselwerk
2. Vochtscherm
3. Afdichting
4. Noppenfolie
5. Grind (drainage)
6. Plint
7. Vochtbestendige sokkelisolatie (dikte:  $d_{\text{isol sokkel}}$ )
8. Startprofiel uit PVC
9. Zwelband
10. Isolatieplaat (ETICS) (dikte:  $d_{\text{isol ETICS}}$ )
11. Lijm (ETICS)
12. Beploistering (ETICS)
13. Binnenbeploistering
14. Isolierend bouwblok (dikte:  $d_{\text{insulating part}}$ )
15. Afwerking
16. Dekvloer
17. Eventueel membraan
18. Akoestische isolatie
19. Eventuele luchtdichte afdichting
20. Thermische isolatie van de vloer (dikte:  $d_{\text{isol vloer}}$ )
21. Draagvloer (bv. uit gegoten gewapend beton)
22. Ingegraven metselwerk
23. Drainerend materiaal
24. Collector
25. Filter
26. Isolatie van de ingegraven muur (dikte:  $d_{\text{isol ingegraven muur}}$ )



Afb.50 Aansluitingen in een beschermd volume dat deels ingegraven is.

verwarmde aangrenzende ruimte (zie Bijlage B, p. 123). In het laatste geval moeten ook de onderzijde van de vloer en de binnenzijde van de ingegraven muur, ten minste gedeeltelijk, geïsoleerd worden (zie afbeelding 49, p. 52).

De gevelwerker die belast is met de sokkelisolatie (die ook meestal samenvalt met het weinig ingegraven deel van de isolatie) zal pas tussenkomen na de uitvoering van de afdichtingswerken van de muur, maar wel vóór het aanaarden van het te isoleren vlak. De voorgeschreven niveaus (bovenaan en onderaan) moeten gecontroleerd worden. Vooral de door de sokkelisolatie bereikte diepte moet het toelaten om de minimale lengte van de weg van de minste warmteweerstand ( $> 1$  m) te vrijwaren.

### 5.1.5 BESCHERMD VOLUME DAT ZICH DEELS ONDER HET MAAVELD BEVINDT

Wanneer de vloer niet tot het warmteverliesoppervlak behoort (geen overgang tussen de gevelisolatie en de vloerisolatie, zoals bij ingerichte kelders binnen het beschermd volume), moet de overgang tussen de sokkelisolatie en de isolatie van de ingegraven muur geïntegreerd worden als bouwknop volgens de EPB-regelgeving.

De continuïteit van de isolatielagen ter hoogte van de bouwknopen wordt meestal bekomen door het verzekeren van de minimale contactlengte tussen de isolatielagen (basisregel nr. 1), die eventueel van elkaar gescheiden worden door een afdichtingsmembraan (deze scheiding is geen bouwknop volgens de EPB-regelgeving, zie afbeelding 50).

De bouwknop is conform (zie Bijlage B, p. 123) wanneer er een rechtstreeks contact is tussen de sokkelisolatie en de isolatie van de ingegraven muur, en dit over minimaal de helft van de dunste isolatielaag hetzij van de isolatie van de ingegraven muur, hetzij van de sokkelisolatie.

De gevelwerker is niet belast met de isolatie van het ingegraven metselwerk, maar enkel met de sokkelisolatie (die ook meestal samenvalt met het weinig ingegraven gedeelte van de isolatie). Hij zal pas tussenkomen na de uitvoering van de afdichtings- en isolatiewerken aan de muur, maar wel vóór het aanaarden van het te isoleren vlak. De voorgeschreven niveaus (bovenaan en onderaan) moeten gecontroleerd worden.

Indien de betonnen funderingsplaat zich onder de grondwaterspiegel bevindt, moet men aan onderzijde van deze plaat een afdichting voorzien (zodat de afdichting tegen het beton aangedrukt wordt door de druk van het water).

## 5.2 AANSLUITINGEN MET RAMEN EN DEUREN

### 5.2.1 ALGEMENE AANBEVELINGEN

De aansluitingen met deuren en ramen moeten niet alleen voldoen aan de waterdichtheid- en duurzaamheidseisen, maar tevens aan de thermische en akoestische eisen. Hiervoor dienen de hierna vermelde algemene aanbevelingen nageleefd te worden.

Het plaatsen van raamkaders zonder neg en dus gelijkliggend met de bepleistering (zonder bepleisterde dagkant) is mogelijk (zie afbeelding 52) maar wordt afgeraden, aangezien deze plaatsingsmethode het risico op scheurvorming in de hoeken en op waterinfiltraties vergroot.

Het is aan te raden om de ramen in een neg te plaatsen (zie afbeelding 51). Bij een dergelijke opbouw zal de isolatie van het ETICS een deel van het raamkozijn bedekken (en een neg vormen). Het vaste deel van het raamkader kan op diverse manieren gepositioneerd worden, hetzij gelijkliggend met de buitenzijde van de dragende muur (voorlopig de meest gebruikte oplossing, zie afbeeldingen 53B en 54, p. 55), hetzij excentrisch (in opbouw, zie afbeeldingen 53A en 55, p. 55) ten opzichte van de uitlijning van de isolatielaag van de gevel. Deze laatste oplossing is thermisch gezien voordelig (zie § 5.2.3, p. 57). De plaatsing verzonken in de muur (zie afbeelding 53C, p. 55) is mogelijk, maar wordt eerder gebruikt in renovaties en verloopt meestal volgens de uitvoeringsbepalingen voor raamkaders die geplaatst worden gelijkliggend met de muur (zie § 5.2.3, p. 57).

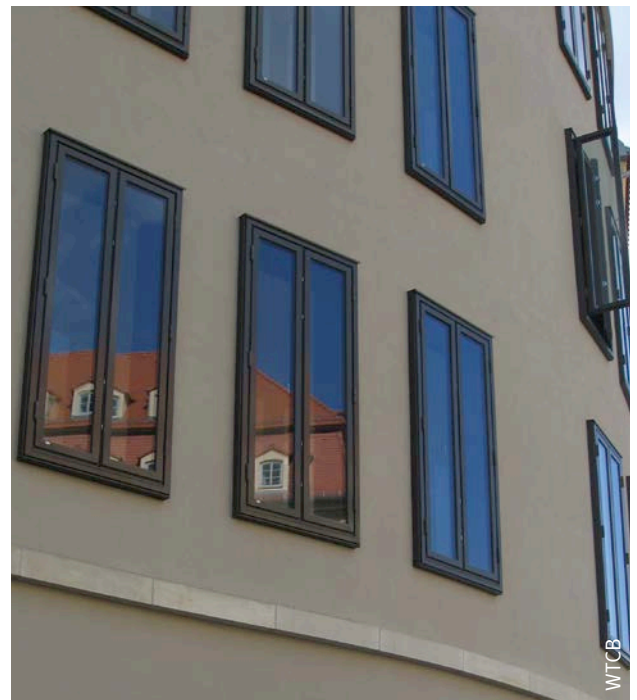


Afb. 51 Plaatsing in neg (aanbevolen).

De lengte (raamkader wordt bedekt door de isolatie van het ETICS) en de diepte (afmetingen van de dagkant van de bepleistering) van de neg moeten altijd voldoende groot zijn om de plaatsing van het toebehoren van het ETICS toe te laten, respectievelijk minimaal 2 cm (zwelband) en minimaal 4 cm (hoekprofiel van de bepleistering). Bij de plaatsing van het schrijnwerk gelijkliggend met de muur, moet de neg een minimale breedte hebben die overeenkomt met de contactlengte ( $d_{\text{contact}}$ ), om ervoor te zorgen dat de bouwknoop EPB-conform is. Deze contactlengte is afhankelijk van de dikte van het vaste deel van het raamkader en is onderworpen aan specifieke eisen (zie § 5.2.3, p. 57 en 5.2.4, p. 60).

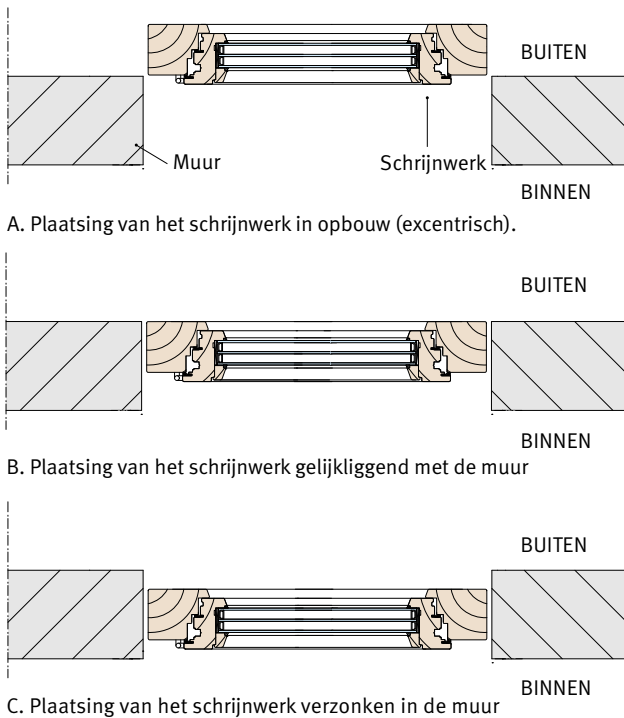
Wanneer er, in functie van de blootstelling van het gebouw (zie **TV nr. 188** [W8] in herziening), voorgeschreven wordt om de aansluiting tussen het schrijnwerk en de ruwbouw uit te voeren met behulp van een bijkomende afdichting zodat er een luchtscherm gevormd wordt (zie afbeelding 56, p. 56), kan de plaatsing van het ETICS door verlijming ongeschikt zijn naargelang van de aard van het materiaal en van de lengte van de bedekte muur. Bij twijfel moeten er mechanische bevestigingen voorzien worden in de betrokken zone, tenzij men beschikt over een lijm die aangepast is aan de afdichting en/of als de lengte van de zone beperkt is (maximaal 15 cm).

Als het gebouw een hoog luchtdichtheidsniveau heeft dankzij het nemen van gepaste maatregelen voor de aansluiting tussen de binnenbepleistering en het raamkader, is een bijkomende afdichting niet vereist, behalve in speciale gevallen (bv. openingen in de nabijheid van de hoeken van het gebouw in combinatie met een niet-luchtdichte muur).



Afb. 52 Plaatsing zonder neg (mogelijk maar af te raden).





Afb. 53 Positie van het schrijnwerk ten opzichte van de dragende muur.



Afb. 54 Plaatsing van het vaste deel van het raamkader gelijkliggend met de buitenzijde van de muur.

Men kan een (waterdichte) aansluiting tussen het ETICS en het schrijnwerk realiseren enerzijds door een zwelband (die voldoende samengedrukt wordt) aan te brengen tussen de isolatie en het schrijnwerk, en anderzijds door ofwel een stopprofiel in combinatie met een soepele voeg te voorzien, ofwel enkel een soepele voeg tussen de bepleistering en het schrijnwerk. In alle gevallen is een goed onderhoud van de soepele voeg van essentieel belang.

Een alternatieve methode bestaat uit het aanbrengen van de bepleistering rechtstreeks in de neg van het schrijnwerk (door middel van een V-snede aan de aansluiting). Deze methode is alleen voorbehouden voor openingen met kleine afmetingen en voor dunne bepleisteringen die over de gepaste elastische eigenschappen beschikken. De aanbevelingen van de fabrikant hieromtrent moeten dan ook opgevolgd worden. Bij deze oplossing blijft het evenwel noodzakelijk om een zwelband aan te brengen tussen de isolatie en het schrijnwerk.

Bij renovaties zal de keuze om een bestaand raam al dan niet te vervangen of te verplaatsen een invloed hebben op het ontwerp van de detailleringen. Er moet steeds een voldoende dik raamkader voorzien worden om een correcte plaatsing van het ETICS en de uitvoering van een geïsoleerde neg toe te laten.

Bij het gebruik van dikke isolatiematerialen kan er een aanzienlijke schaduwwerking optreden. Dit effect kan verholpen



Afb. 55 Plaatsing van het vaste deel van het raamkader in het vlak van de gevelisolatie (excentrische plaatsing of plaatsing in opbouw).



Afb. 56 Luchtscherm tussen het schrijnwerk en de muur.

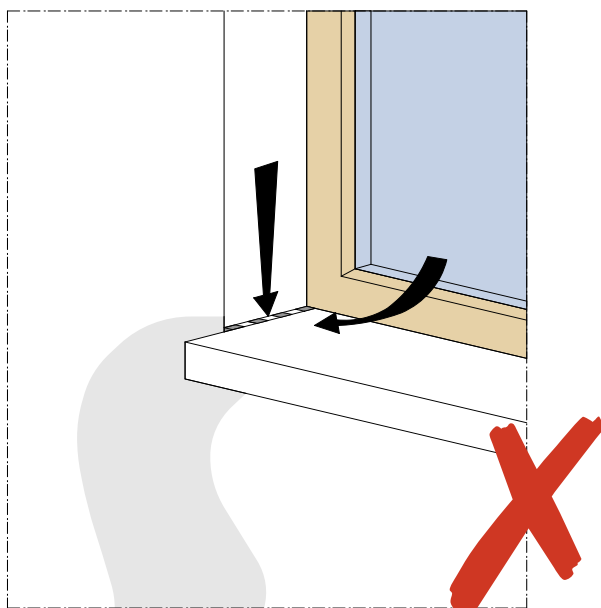
worden door de isolatie in een hoek van  $45^\circ$  te versnijden, voor zover dit esthetisch verantwoord is. De positionering van het raam kan tevens bijdragen aan deze schaduwwerking.

We willen er ten slotte op wijzen dat in functie van de voorziene uitvoeringsbepalingen, de aansluitingen tussen de muur en de ramen de akoestische prestaties kunnen verzwakken, omwille van akoestische lekken die ze veroorzaken. Bepaalde soorten aansluitingen kunnen nadelig zijn of zelfs afgeraden worden in een luidruchtige omgeving wanneer er akoestische vereisten opgelegd worden (zie § 3.5, p. 37).

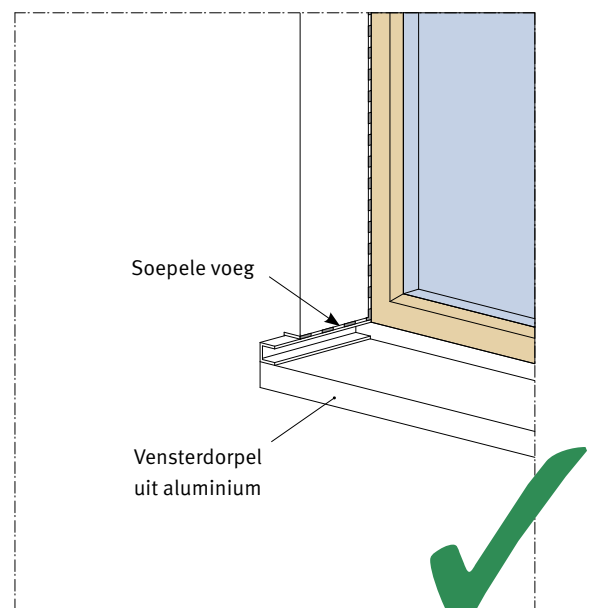
### 5.2.2 DORPELS

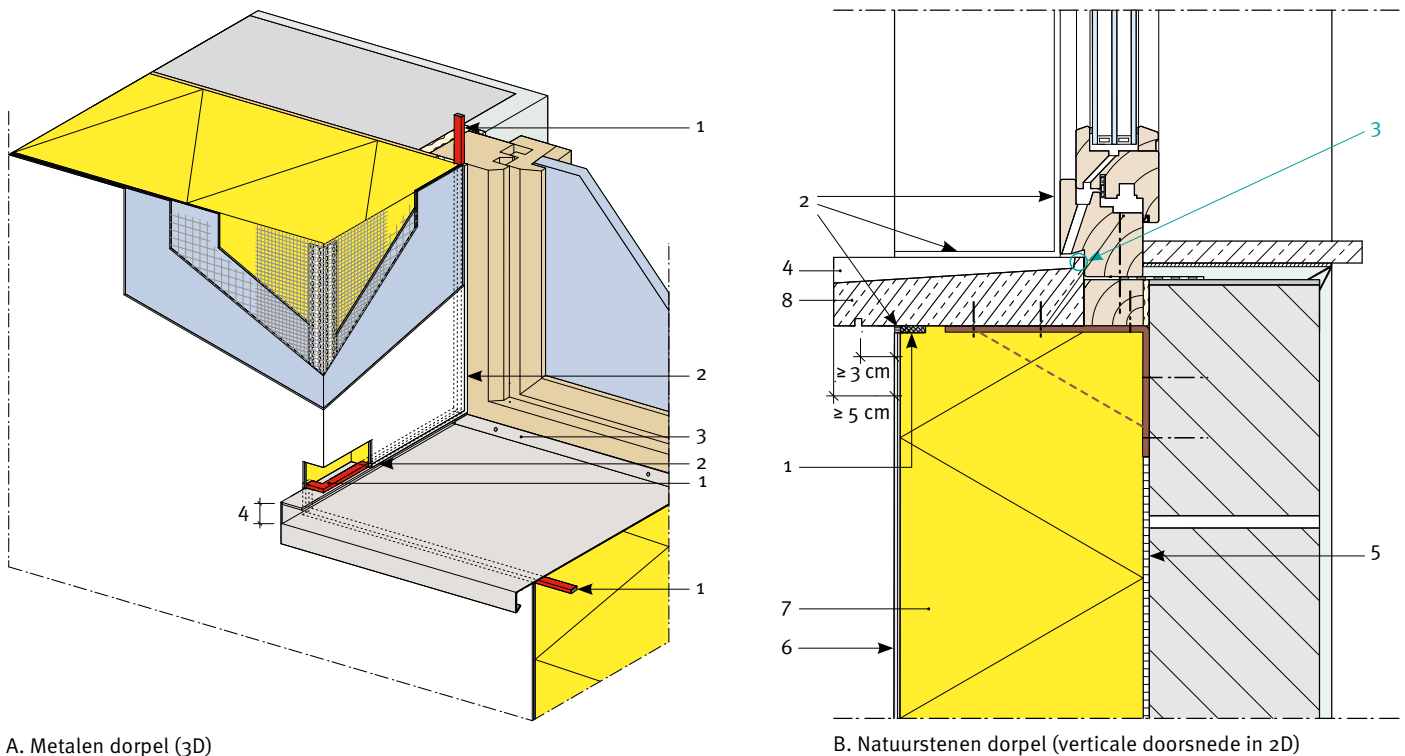
De vensterdorpels (met opstanden aan de zijkanten en aan de achterkant) moeten toelaten om het regenwater af te voeren en weg te leiden van het gevelvlak. Ze worden bij voorkeur vervaardigd uit metaal (bv. uit (eventueel gelakt) aluminium, zie afbeelding 57 en afbeelding 58, p. 57). Het gebruik van dorpels uit natuursteen of beton (die voorzien zijn van een druiplijst aan de onderzijde) is eveneens mogelijk, maar wordt afgeraden aangezien ze geen verticale bescherming bieden tegen regen ter hoogte hun aansluiting met het ETICS (zie afbeelding 58B, p. 57). Het afwerkpleister moet gelijkliggen met het uiteinde van de zijdelingse opstanden van de dorpels. Het is absoluut noodzakelijk dat de aansluiting tussen de zijdelingse opstand en de opstand van de dorpel (hiel) volledig waterdicht is.

Bij dikke isolatiematerialen moeten toebehoren die aan de draagmuur of aan de raamkozijnen (dorpels, vensterbanken



Afb. 57 Aansluiting tussen een ETICS en een vensterdorpel.





A. Metalen dorpel (3D)

Afb. 58 Aansluiting tussen een ETICS en een vensterdorpel.

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Zwelband                         | 5. Lijm (ETICS)  |
| 2. Soepele voeg                     | 6. Bepleistering (ETICS)                                   |
| 3. Opstand aan de achterkant (hiel) | 7. Isolatieplaat (ETICS) (dikte: $d_{\text{isol ETICS}}$ ) |
| 4. Zijdelingse opstand              | 8. Stenen dorpel   |

en muurkappen) bevestigd zijn, idealiter rusten op één of meerdere verstevigingshaken om weerstand te kunnen bieden aan de windwerking of aan lokale belastingen. Er bestaan ook kleine profielen die men op het uiteinde van voornoemde haken kan plaatsen en die vastgeklemd kunnen worden op de druiplijst van de vensterdorpel. Deze brengen evenwel de correcte plaatsing van de zwelband tussen de vensterdorpel en het ETICS in het gedrang. Een andere oplossing om de verstevigingshaak aan het toebehoren te bevestigen, is het gebruik van een aangepaste lijm (bv. polyurethaan). Koudebruggen kunnen vermeden worden door een aangepaste isolatie te voorzien bij de plaatsing van de verstevigingshaak.

### 5.2.3 AANBEVELINGEN IN FUNCTIE VAN DE POSITIE VAN HET KADER

De overgang tussen de buitenmuur (isolatie van het ETICS) en de kaders (vast deel van ramen en deuren) moet geïntegreerd worden als bouwknop volgens de EPB-regelgeving.

De excentrische plaatsing (in opbouw) geniet, volgens ons, de voorkeur voor de **kaders met een thermische onderbreking** in een matige tot zeer lawaaierige omgeving (zie 'Akoestische lekken' in § 3.5, p. 37). Bovendien verzekert deze plaatsingswijze de continuïteit van de isolatielagen ter hoogte van de bouwknopen, dankzij het contact tussen de thermische onderbreking en de isolatie van het ETICS (zie § 5.2.3.1, p. 58).

Voor **kaders zonder thermische onderbreking** wordt de continuïteit van de isolatielagen ter hoogte van de bouwknopen doorgaans gerealiseerd door het verzekeren van een minimale contactlengte tussen de isolatielaag van het ETICS en het vaste deel van het kader (basisregel nr. 1). De bouwknop is conform wanneer de contactlengte groter dan of gelijk is aan de helft van de dikte van het vaste deel. Deze regel is van toepassing ongeacht de positie van het kader ten opzichte van de muur (zie § 5.2.3.1, p. 58 en § 5.2.3.2, p. 59). Voor dikke kaders is de contactlengte die noodzakelijk is om te voldoen aan deze voorwaarde evenwel relatief groot, en zelfs onrealistisch als de kaders gelijk-

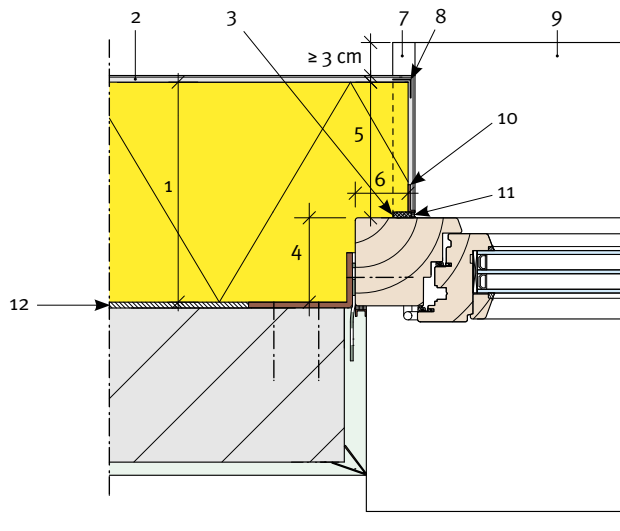
liggend met of verzonken in de muur geplaatst worden (zie § 5.2.3.2, p. 59).

De excentrische plaatsing is dus altijd voordeliger vanuit thermisch oogpunt.

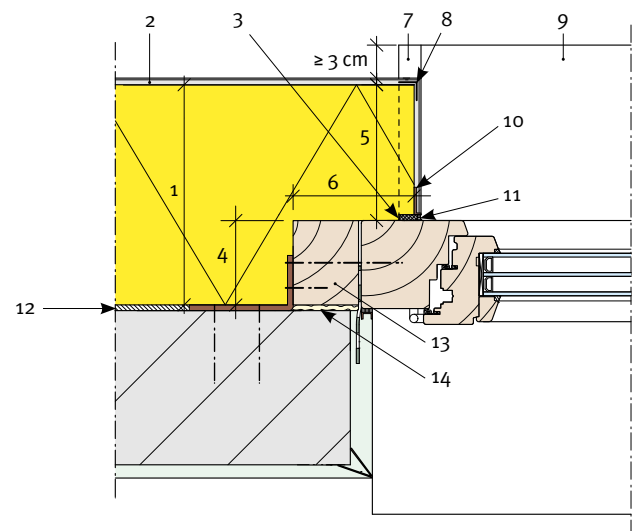
### 5.2.3.1 Kaders: excentrische plaatsing (in opbouw)

De plaatsing van de schrijnwerkprofielen in dezelfde lijn als de isolatielaag van de gevel (dus buiten het vlak van de ruw-

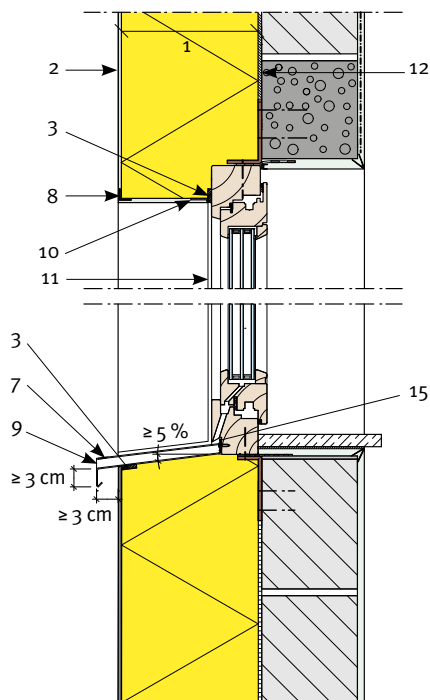
bouw) of de excentrische plaatsing (zie afbeelding 59) is thermisch gezien voordeliger, en dit zowel voor kaders met of zonder thermische onderbreking (zie Bijlage B, p. 123). Indien men opteert voor deze plaatsingstechniek zal het, ongeacht het soort kader, noodzakelijk blijken om een doorlopende stelkader aan te brengen, die het vaste deel van het kader verlengt en er deel van uitmaakt, om de akoestische lekken te beperken (in een matig tot zeer lawaaierige omgeving zie § 3.5, p. 37). De ruimte tussen het stelkader en de muur, die onvermijdelijk is door de vlakheidsafwijkingen van de muur, moet opgevuld worden met een opzwellbaar



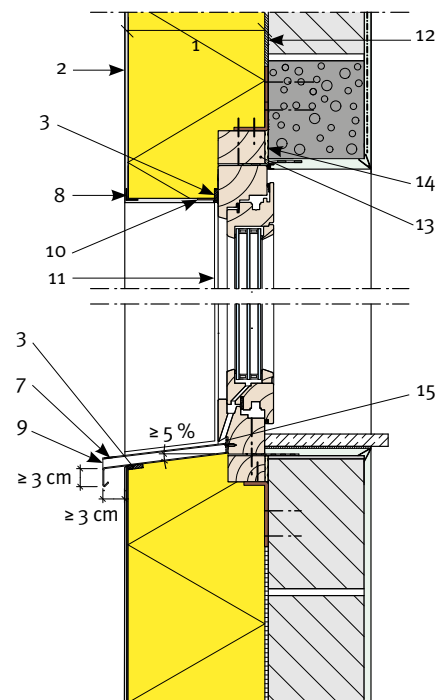
A. Horizontale doorsnede – Kader zonder stelkader (uitsluitend in een weinig lawaaierige omgeving)



B. Horizontale doorsnede – Kader met stelkader



C. Verticale doorsnede – Kader zonder stelkader (uitsluitend in een weinig lawaaierige omgeving)



D. Verticale doorsnede – Kader met stelkader

Afb. 59 Aansluiting tussen een ETICS en een kader geplaatst in opbouw (excentrische plaatsing).

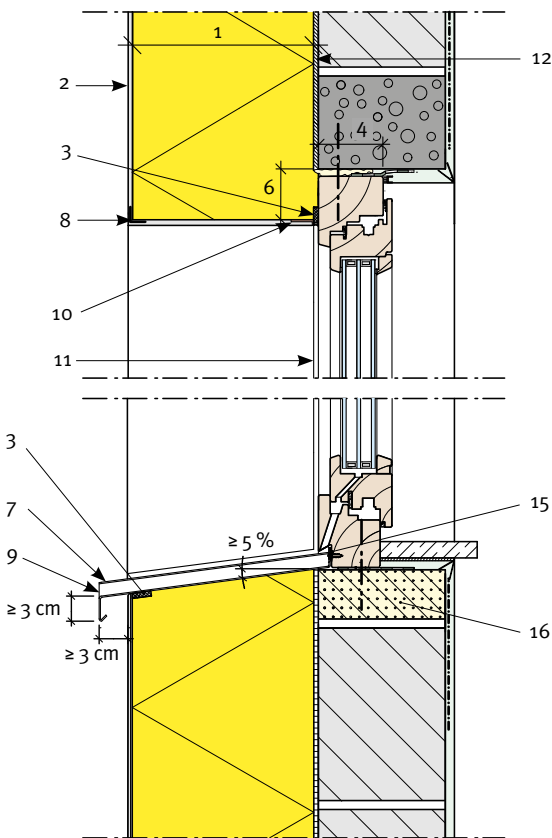
schuim. Het is niet uitgesloten dat er alternatieve oplossingen bestaan, maar deze zijn nog niet voldoende beproefd volgens de huidige kennis van zaken.

**5.2.3.2 Kaders: plaatsing in het vlak van de muur**

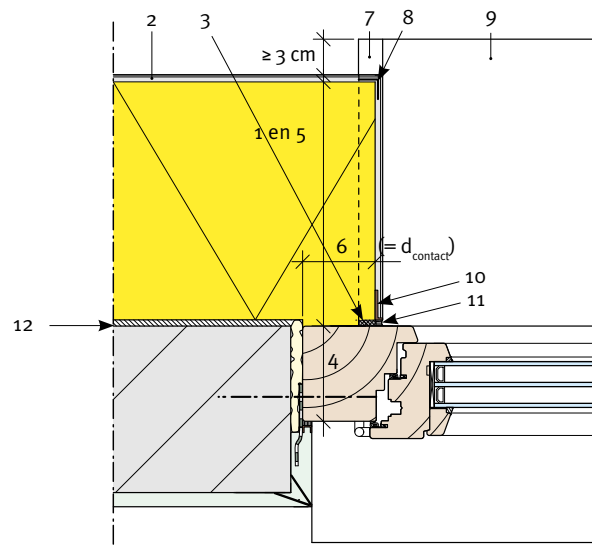
Voor kaders met een thermische onderbreking, is het noodzakelijk om een tussengevoegde isolatie te gebruiken die de thermische onderbreking overbrugt om EPB-conform te zijn (zie Bijlage B, p. 123). Deze oplossing kan evenwel

uitsluitend overwogen worden in een weinig lawaaierige omgeving omwille van de geluidlekken die ze veroorzaakt. Ze is af te raden in een matig tot zeer lawaaierige omgeving (omgevingsgeluid, zie § 3.5, p. 37). Het is niet uitgesloten dat er alternatieve oplossingen bestaan, maar deze zijn nog niet voldoende beproefd volgens de huidige kennis van zaken.

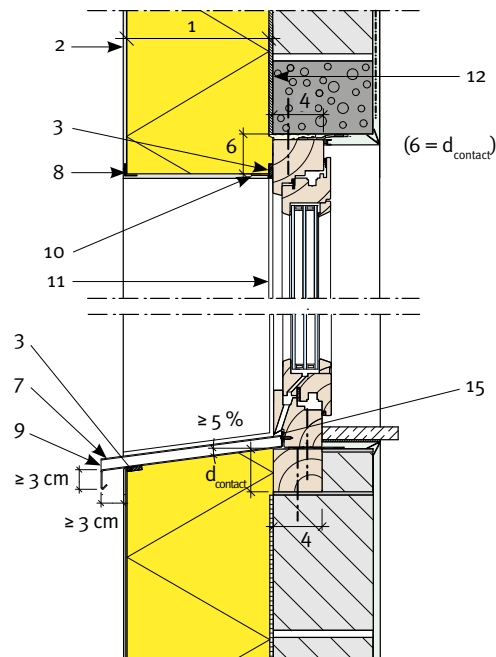
Wanneer kaders zonder thermische onderbreking in het vlak van de muur geplaatst worden (hetzij gelijkliggend met, hetzij verzonken in de muur), kan men de akoestische lekken



Afb. 60 Aansluiting tussen ETICS en een kader geplaatst op een thermisch isolerend bouwblok (weinig lawaaierige omgeving).



A. Horizontale doorsnede



B. Verticale doorsnede

Afb. 61 Aansluiting tussen een ETICS en een kader zonder thermische onderbreking geplaatst gelijkliggend met de muur.

- |   |  |
|---|--|
| 1. Isolatieplaat (ETICS)<br>(dikte: $d_{isol\ ETICS}$ ) | 9. Vensterdorpel   |
| 2. Bepleistering (ETICS)                                | 10. Stopprofiel (optioneel)                                |
| 3. Zwelband   | 11. Soepele voeg   |
| 4. Dikte van het vaste kader ( $d_{vaste\ kader}$ )     | 12. Lijm (ETICS)   |
| 5. Diepte van de neg ( $\geq 4\ cm$ )                   | 13. Stelkader  |
| 6. Lengte van de neg ( $\geq 2\ cm$ )                   | 14. PU-schuim  |
| 7. Zijdelingse opstand                                  | 15. Opstand aan de achterkant (hiel)                       |
| 8. Hoekprofiel  | 16. Isolerend bouwblok<br>(dikte: $d_{insulating\ part}$ ) |

verminderen door de afstand tussen het kader en de dagkant van de muur te beperken tot 1,5 cm en deze op te vullen met een opzwellbaar schuim (zie afbeelding 61).

Wanneer men de continuïteit van de isolatielagen wil verzekeren met behulp van tussengevoegde isolerende delen zoals een isolerend bouwblok (zie afbeelding 60, p. 59), moeten deze elementen gelijktijdig voldoen aan drie voorwaarden (basisregel nr. 2). Naargelang van het isolatieniveau van de muur, kan het gebruik van deze techniek beperkt worden door de dikte van de muur zelf (zie Bijlage B, p. 123). Wanneer het kader steunt op de tussengevoegde isolatie, moet men bovendien beoordelen of de tussengevoegde isolatie in staat is om de belasting op te nemen. Deze oplossing wordt afgeraden in een matig tot zeer lawaai-erige omgeving (omgevingsgeluid, zie § 3.5, p. 37), omwille van de geluidslekken die ze veroorzaakt.

## 5.2.4 EISEN MET BETREKKING TOT DE UITLIJNING VAN HET ETICS

### 5.2.4.1 Algemene eis

Afbeelding 62 toont een EPB-conforme detaillering (A) en een voorbeeld van een niet-EPB-conforme aansluiting (B). Aan-

sluiting B is niet-EPB-conform omwille van twee redenen:

- ten eerste, de dorpel is te lang en de gevelwerker zal dus de minimale contactlengte ( $d_{\text{contact}}$ ) op de verticale delen van het vaste raamkader niet kunnen naleven
- ten tweede, de dorpel bevindt zich tegen de bovenzijde van de borstwering. De gevelwerker zal ook op deze plaats de minimale contactlengte ( $d_{\text{contact}}$ ) op het horizontale gedeelte van het vaste raamkader niet kunnen naleven.

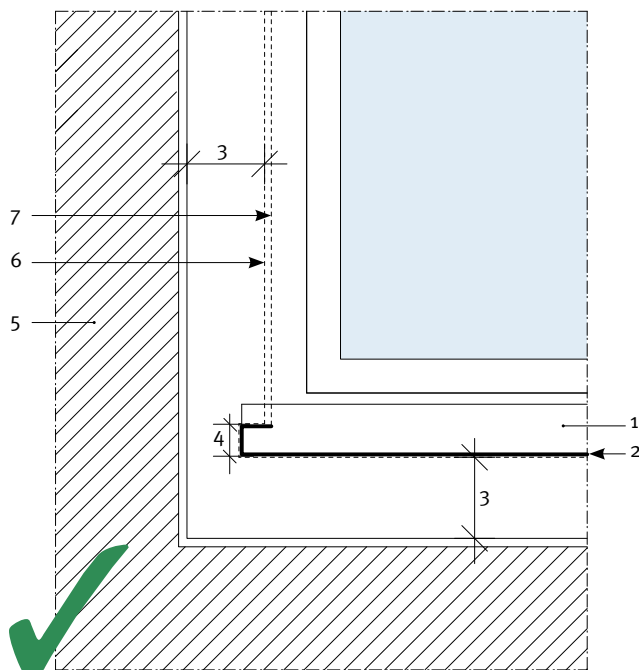
### 5.2.4.2 Eis specifiek ter hoogte van een ondermuur

Afbeelding 63 (p. 61) toont aan dat als het vaste kader niet voldoende breed is, het moeilijk zal zijn om de aansluiting tussen een isolerende plint zoals beschreven in § 5.1 (p. 49) en het onderste deel van schrijnwerk geplaatst gelijkliggend met de muur, uit te voeren in overeenstemming met de basisregels van EPB-conforme bouwknopen.

Zoals reeds vermeld, is in alle gevallen de excentrische plaatsing sowieso voordeliger vanuit thermisch oogpunt.

Afbeelding 63B (p. 61) toont een niet-EPB-conforme aansluiting die twee gebreken vertoont, namelijk:

- de contactlengte ( $d_{\text{contact}}$ ) wordt niet nageleefd, aangezien



A. EPB-conform



B. Niet EPB-conform

1. Opstand aan de achterzijde van de dorpel (hiel)
2. Dorpel uit aluminium
3. Lengte van de neg = contact tussen de isolatie van het ETICS en het schrijnwerk ( $d_{\text{contact}}$ )

4. Zijdellingsse opstand van de dorpel
5. Muur
6. Uitlijning van de isolatie (ETICS)
7. Uitlijning van de bepleistering (ETICS)

Afb. 62 Aansluiting van een ETICS op een vast raamkader geplaatst gelijkliggend met de muur.

het schrijnwerk kader niet door de sokkelisolatie bedekt wordt

- de buitenplint staat in contact met de draagmuur.

### 5.3 AANSLUITINGEN MET DAKRANDEN VAN PLATTE DAKEN

#### 5.3.1 AANSLUITING AAN DE AANZET VAN PLATTE DAKEN

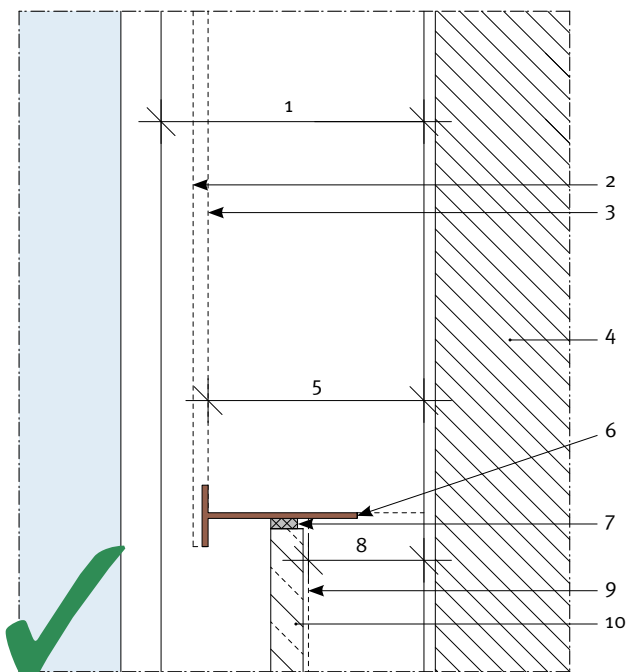
De gevelwerker zal pas tussenkomen nadat de dakwerken uitgevoerd werden in overeenstemming met de aanbevelingen uit de **TV nr. 244** [W13]. De aansluitingen moeten op gepaste wijze ontworpen en uitgevoerd worden. Zo moet men er niet alleen op toezien dat er een dakopstand van minimaal 15 cm voorzien wordt en dat de isolatielagen hier op aansluiten, maar ook dat waterinfiltraties en -stagnaties ter hoogte van de verbinding verhinderd worden. Bovendien moet men er zich van vergewissen dat de zichtbare zijde van de bepleistering van het ETICS uitspringt ten opzichte van de opstand en dat er voldoende afstand is tussen de aanzet van het ETICS en het niveau van de afdichting of van de dakbedekking (zie afbeeldingen 64 en 65, p. 62).

Het vlak van de bepleistering moet ongeveer 2 cm uitspringen ten opzichte van het vlak van de afdichtingsopstand om

regenwater dat van de gevel afloopt, weg te leiden en de aansluiting met een startprofiel uit PVC te vergemakkelijken. Een zwelband of een soepele voeg kan gebruikt worden om eventuele oneffenheden in het afdichtingsmembraan (bv. ter hoogte van overlappingen) op te vangen.

De aanzet van het ETICS moet zich ter hoogte van de afdichtingsopstand bevinden, zijnde minimaal 15 cm boven het niveau van de afdichting of van de dakbedekking als deze geen openingen bevat. Bij toegankelijke daken (verhoogd risico op schokken) of bij buitenverhardingen die het opspatten bevorderen, is het aan te raden om een afstand van minimaal 30 cm te respecteren, zoals bij de muurvoet. In de **TV nr. 244** [W13] worden er oplossingen voorgesteld op het vlak van toegankelijkheid, waarbij er roosters gebruikt om een opstand van 15 cm te bekomen terwijl men een klein niveauverschil behoudt tussen het binnen- en buitenniveau. Hoewel het risico op opspattend water beperkt wordt door de plaatsing van roosters langsheen de gevel, wordt het risico op beschadiging van het ETICS ten gevolge van schokken niet verkleind.

De overgang tussen de dakisolatie en de isolatie van het ETICS moet geïntegreerd worden als bouwknop in overeenstemming met de EPB-regelgeving (zie Bijlage B, p. 123). De continuïteit van de isolatielagen wordt meestal verkregen



A. EPB-conform



B. Niet EPB-conform

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Breedte van het vaste kader</li> <li>2. Uitlijning van de bepleistering (ETICS)</li> <li>3. Uitlijning van de isolatie (ETICS)</li> <li>4. Muur</li> <li>5. Lengte van de neg gevormd door de isolatie van het ETICS (<math>d_{\text{contact},1}</math>)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Startprofiel uit PVC</li> <li>7. Zwelband</li> <li>8. Lengte van de neg gevormd door de sokkelisolatie (<math>d_{\text{contact},2}</math>)</li> <li>9. Uitlijning van de sokkelisolatie</li> <li>10. Plint</li> </ol> |
|---|---|

Afb. 63 Aansluiting van een isolerende plint op een het schrijnwerk (gelijkliggend met de buitenzijde van de muur).



Afb. 64  
Aansluiting aan  
de aanzet van  
platte daken.

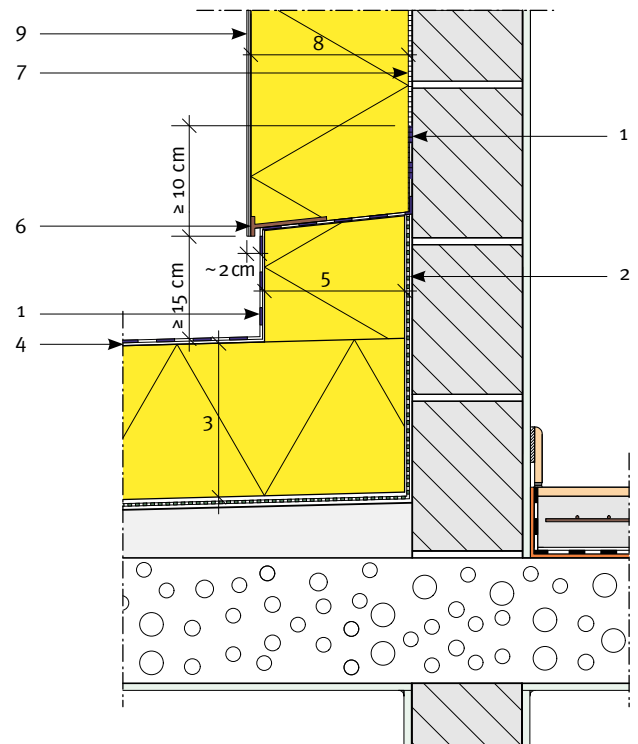
met behulp van een tussengevoegde isolatie (basisregel nr. 2). Deze isolatie moet gelijktijdig voldoen aan drie voorwaarden (zie Bijlage B, p. 123).

De bouwknop is conform wanneer het tussengevoegde isolerende deel:

- een warmtegeleidbaarheid ( $\lambda_{\text{insulating part}}$ ) heeft die vergelijkbaar is met deze van de dakisolatie en van de isolatie van het ETICS ( $\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$  is niet voldoende beperkend). De benodigde dikte ( $d_{\text{insulating part}}$ ) is niet alleen afhankelijk van de warmtegeleidbaarheid, maar ook van de warmteweerstand van de dakisolatie en van de isolatie van het ETICS, behalve bij hogere isolatieniveaus, zijnde warmteweerstand groter dan  $4 \text{ m}^2\text{K/W}$  (bv. isolatie met een  $\lambda$ -waarde van  $0,04 \text{ W/m.K}$  en een minimale dikte van  $16 \text{ cm}$ ). In dit geval moet een isolerend deel met een  $\lambda_{\text{insulating part}}$ -waarde van  $0,05 \text{ W/m.K}$  bijvoorbeeld, dus een  $d_{\text{insulating part}}$ -dikte hebben van minimaal  $10 \text{ cm}$  ( $d_{\text{insulating part}} [\text{m}] \geq 2 \lambda_{\text{insulating part}} [\text{W/m.K}]$ )
- het contact tussen de isolatie van het ETICS en de isolatie van de opstand (zonder rekening te houden met het afdichtingsmembraan en met het startprofiel uit PVC, zie § 3.6, p. 37) verzekerd wordt, en dit over een lengte die groter dan of gelijk is aan de helft van de dikte van de isolatie van de opstand ( $d_{\text{insulating part}}$ ).

We merken op dat de regelgeving het niet uitsluit om de geïsoleerde afdichtingsopstand te beschouwen als een volwaardige wand en zijn warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) te berekenen. Indien dit het geval is, moeten de overgangen tussen deze isolatielaag en de muur- en de dakisolatie geïntegreerd worden als bouwknopen in overeenstemming met de EPB-regelgeving.

Wanneer men een profiel met een thermische onderbreking gebruikt, moet zijn eventuele verlijming op de onderkant van



1. Opstand van de dakafdichting
2. Dampscherm
3. Dakisolatie (dikte:  $d_{\text{isol dak}}$ )
4. Afdichting van het platte dak
5. Isolatie van de opstand (dikte:  $d_{\text{insulating part}}$ )
6. Startprofiel uit PVC
7. Lijm (ETICS)
8. Isolatieplaat (ETICS) (dikte:  $d_{\text{isol ETICS}}$ )
9. Bepleistering (ETICS)

Afb. 65 Aansluiting aan de aanzet van een plat dak.



de isolatie van het ETICS uitgevoerd worden met aangepaste lijmruspen (lijm met een lage warmtegeleidbaarheid, dus geen mortellijm).

### 5.3.2 AANSLUITING MET DE DAKRANDEN VAN PLATTE DAKEN

Men kan de waterdichtheid aan de bovenkant van het ETICS verzekeren door de dakafdichting, die meestal aangebracht wordt op een muurafdekking, te verlengen en deze ofwel te laten aansluiten op een dakrandprofiel (zie afbeelding 71 en 72, p. 65), ofwel deze te bedekken met een muurkap, bij voorkeur uit metaal (zie afbeelding 68, p. 64). Het gebruik van dekstenen uit natuursteen of uit beton (voorzien van een druipeus aan de onderzijde) is mogelijk maar wordt niet aangeraden, vooral omwille van het feit dat deze dekstenen op zichzelf geen verticale bescherming vormen tegen regenwater ter hoogte van hun aansluiting met het ETICS (zie afbeelding 69, p. 64). De aansluitingen moeten ervoor zorgen dat waterinfiltraties vermeden worden. Door het aanbrengen van druiplijsten ter hoogte van de aansluitingen tussen de onderdelen van de muurkap, kunnen de effecten van een eventuele beschadiging van het voegwerk vermeden worden (zie afbeelding 70, p. 64).

Er moet een voldoende grote oversteek voorzien worden om het aflopende water op een efficiënte manier van het gevelvlak weg te leiden en om bepleistering tot tegen de muurafdekking toe te laten. De druiplijst moet minimaal 3 cm uitspringen ten opzichte van het afgewerkte gevelvlak en moet de bepleistering beschermen over een hoogte van minimaal 5 cm. Bij zware blootstelling aan slagregen is het aan te raden om een grotere hoogte te voorzien (zie technische informatie van de fabrikant).

Bij grote isolatiedikten zal het soms nodig zijn om bijzondere maatregelen te nemen, zoals de plaatsing van verstevigings-



Afb. 67 Aansluiting met de dakrand van een plat dak.

haken of van aangepaste profielen om de muurkap en zijn muurafdekking te ondersteunen.

Na de plaatsing van de muurkap of het dakrandprofiel, kan de gevelwerker van start gaan (zie afbeelding 66). Het ETICS wordt aangebracht tot tegen de muurkap. Er moet een zwelband geplaatst worden aan de aansluiting tussen de isolatieplaat en de afdichting van de dakopstand (of zijn steun). Om het risico op horizontale scheuren in het bovenste deel van de bepleistering te beperken, moet de bepleistering ingesneden worden ter hoogte van de aansluiting met het aangrenzende element. Het is aan te raden om deze aansluiting af te werken met een aangepaste soepele voeg.

De overgang tussen de buitenmuur en het platte dak moet geïntegreerd worden als bouwknop in overeenstemming met de EPB-regelgeving. De continuïteit van de isolatielagen zal doorgaans verzekerd worden door middel van tussenge-



Afb. 66 Aansluiting met de dakranden van platte daken (vóór de ETICS-werkzaamheden).



voegde isolerende delen (basisregel nr. 2). Deze elementen moeten bijgevolg gelijktijdig voldoen aan drie voorwaarden (zie Bijlage B, p. 123).

Aan de hand van de volgende twee werkwijzen kan men een EPB-conforme bouwknoop realiseren:

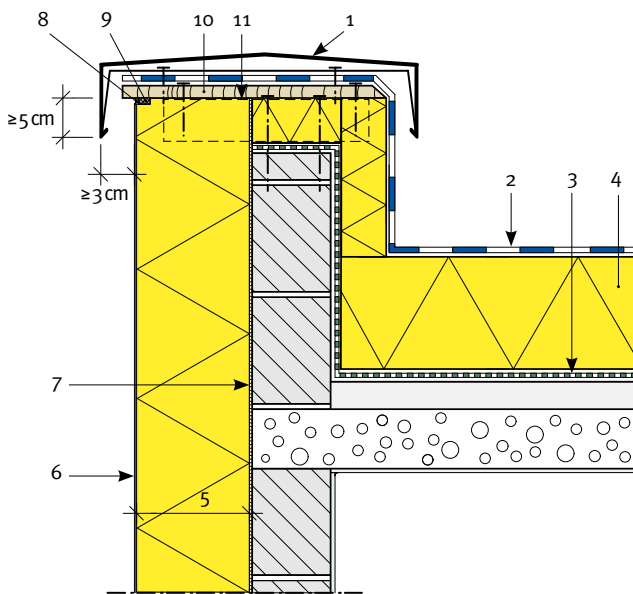
- door het gebruik van een thermisch isolerend bouwblok. Hoewel deze oplossing wijd verspreid is, heeft deze volgens ons als nadeel dat de muur van de dakopstand blootgesteld wordt aan thermische schommelingen van het buitenklimaat en aan eventuele beschadigingen van de afwerking van de muur (vooral van het ETICS) (zie afbeelding 71, p. 65)
- door de muur van de dakopstand te bedekken met thermische isolatie (zie afbeelding 72, p. 65).

### 5.3.2.1 Gebruik van een isolerend bouwblok

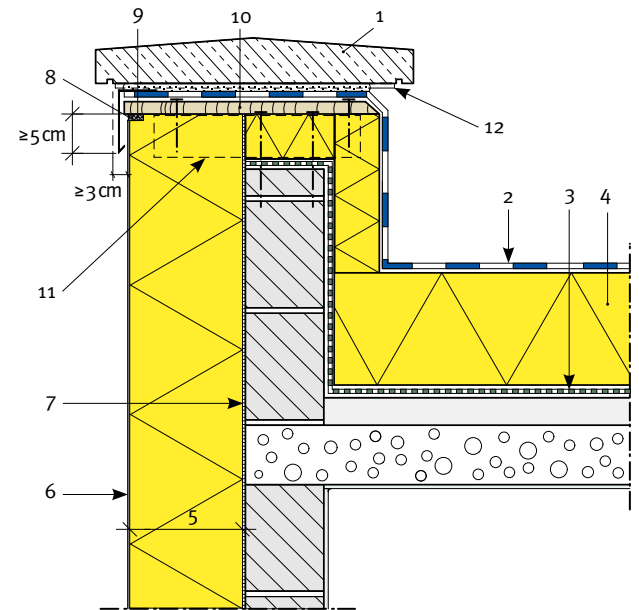
Als men opteert voor de eerste werkwijze (zie afbeelding 71, p. 65), is de bouwknoop conform wanneer het tus-

sengevoegde isolerende deel (bouwblok):

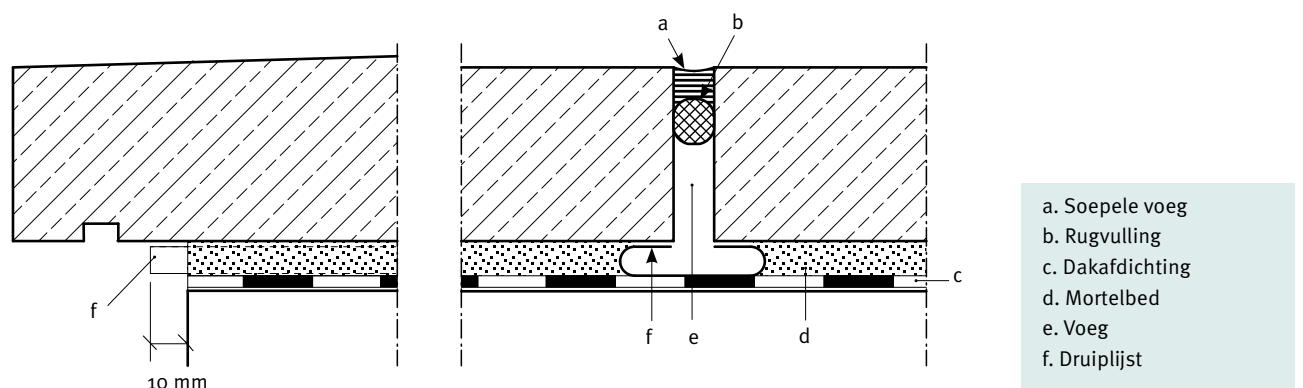
- een warmtegeleidbaarheid ( $\lambda_{\text{insulating part}}$ ) heeft die kleiner dan of gelijk is aan 0,2 W/m.K. De benodigde dikte ( $d_{\text{insulating part}}$ ) is niet alleen afhankelijk van de warmtegeleidbaarheid, maar ook van de warmteweerstand van de dakisolatie en van de isolatie van het ETICS, behalve bij hogere isolatieniveaus, zijnde warmteweerstand groter dan 4 m<sup>2</sup>.K/W (bv. isolatie met een  $\lambda$ -waarde van 0,04 W/m.K en een minimale dikte van 16 cm). In dit geval moet een isolerend deel met een  $\lambda_{\text{insulating part}}$ -waarde van 0,1 W/m.K bijvoorbeeld, een  $d_{\text{insulating part}}$ -dikte hebben van minimaal 20 cm ( $d_{\text{insulating part}} [\text{m}] \geq 2 \lambda_{\text{insulating part}} [\text{W/m.K}]$ )
- het directe contact met de dakisolatie enerzijds en de isolatie van het ETICS anderzijds verzekerd wordt, en dit over minimaal de helft van de dikte van de dunste laag hetzij van de betrokken isolatie, hetzij van het isolerende bouwblok ( $d_{\text{insulating part}}$ ) (de reglementering laat toe om geen rekening te houden met eventuele afdichtingsmembranen doorheen de isolatielagen).



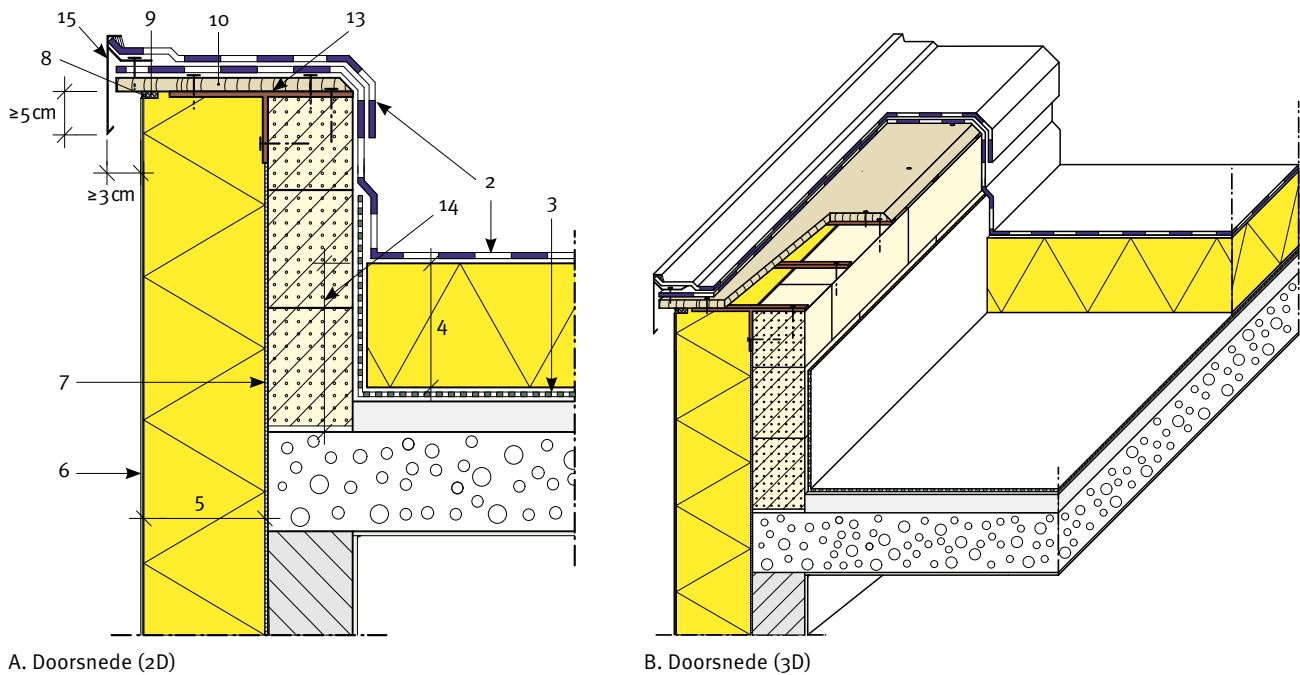
Afb. 68 Metalen muurkap.



Afb. 69 Deksteen uit natuursteen of beton.



Afb. 70 Voegdetailering bij dekstenen uit natuursteen of beton.

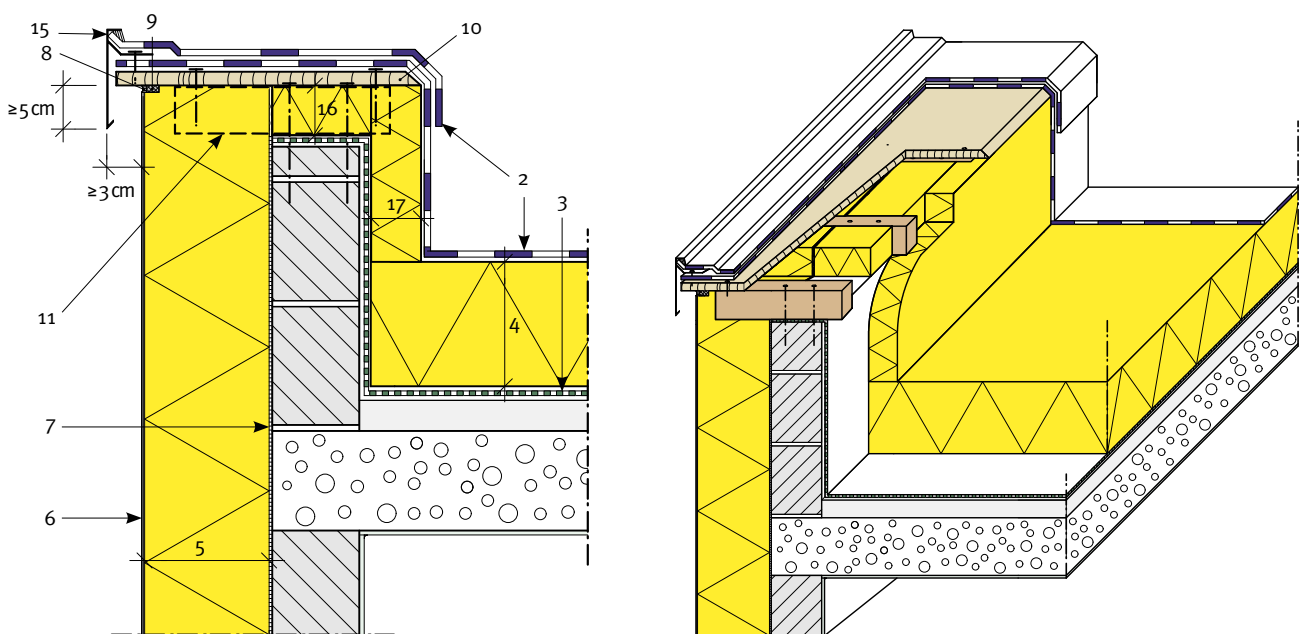


A. Doorsnede (2D)

B. Doorsnede (3D)

Afb. 71 Aansluiting met de dakrand van een plat dak met gebruik van een thermisch isolerend bouwblok.

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1. Muurkap  | 7. Lijm (ETICS)   | 14. Isolerend bouwblok<br>(dikte: $d_{\text{insulating part}}$ )          |
| 2. Dakafdichting  | 8. Soepele voeg   | 15. Randprofiel   |
| 3. Dampscherm   | 9. Zwelband   | 16. Tussengevoegde isolatie A<br>(dikte: $d_{\text{insulating part A}}$ ) |
| 4. Thermische isolatie van het dak<br>(dikte: $d_{\text{isol dak}}$ ) | 10. Muurafdekking   | 17. Tussengevoegde isolatie B<br>(dikte: $d_{\text{insulating part B}}$ ) |
| 5. Isolatieplaat (ETICS)<br>(dikte: $d_{\text{isol ETICS}}$ )         | 11. Houten balken, steun voor de muurafdekking  |   |
| 6. Bepleistering (ETICS)  | 12. Druiplijst onder de aansluiting van de onderdelen van de muurkap (zie afbeelding 70, p. 64) |   |
|   | 13. Haak die de muurafdekking ondersteunt   |   |



A. Doorsnede (2D)

B. Doorsnede (3D)

Afb. 72 Aansluiting met de dakrand een plat dak en bedekking van de dakopstand met thermische isolatielagen.



### 5.4.2 AANSLUITING MET DE DAKZIJRAND (PUNTGEVEL)

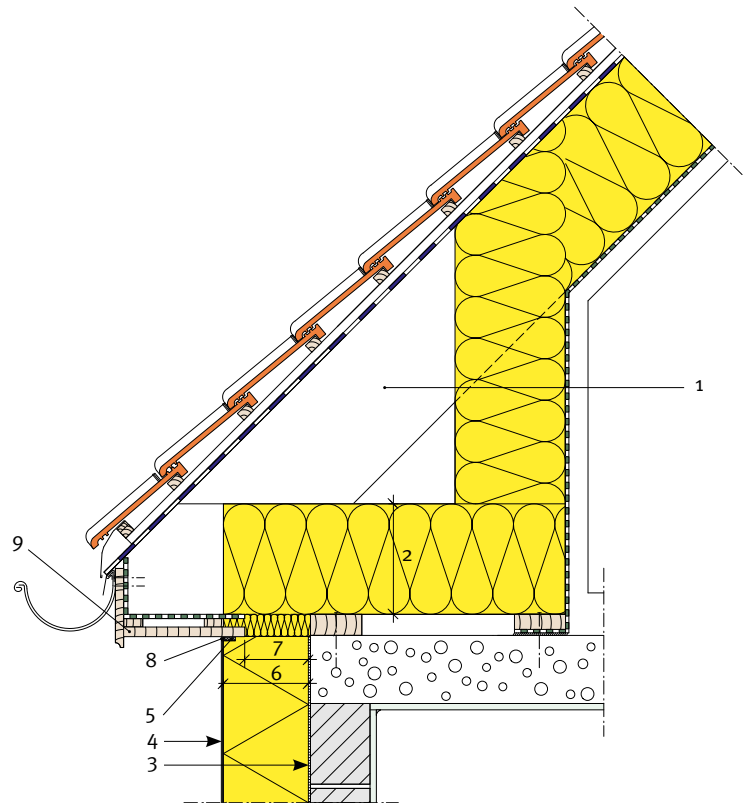
De overgang tussen de buitenmuur (puntgevel) en de dakrand moet geïntegreerd worden als bouwknoop in overeenstemming met de EPB-regelgeving. De continuïteit van de isolatielagen ter hoogte van de bouwknoopen wordt doorgaans verzekerd door middel van tussengevoegde isolerende delen (basisregel 2). Deze isolerende delen moeten bijgevolg gelijktijdig voldoen aan drie voorwaarden (zie Bijlage B, p. 123, en afbeelding 76).

De bouwknoop is conform wanneer de isolatie van de dakrand (tussengevoegde isolatie):

- een warmtegeleidbaarheid ( $\lambda_{\text{insulating part}}$ ) heeft die vergelijkbaar is met deze van de dakisolatie en van de isolatie van het ETICS ( $\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$  is niet voldoende beperkend). De benodigde dikte ( $d_{\text{insulating part}}$ ) is niet alleen afhankelijk van de warmtegeleidbaarheid, maar ook van de warmteweerstand van de dakisolatie en van de isolatie van het ETICS, behalve bij hogere isolatieniveaus, zijnde warmteweerstand groter dan  $4 \text{ m}^2\text{.K/W}$  (bv. isolatie met een  $\lambda$ -waarde van  $0,04 \text{ W/m.K}$  en een minimale dikte van  $16 \text{ cm}$ ). In dit geval moet een isolerend deel met een  $\lambda_{\text{insulating part}}$ -waarde van  $0,05 \text{ W/m.K}$  bijvoorbeeld, een  $d_{\text{insulating part}}$ -dikte hebben van minimaal  $10 \text{ cm}$  ( $d_{\text{insulating part}} [\text{m}] \geq 2 \lambda_{\text{insulating part}} [\text{W/m.K}]$ )

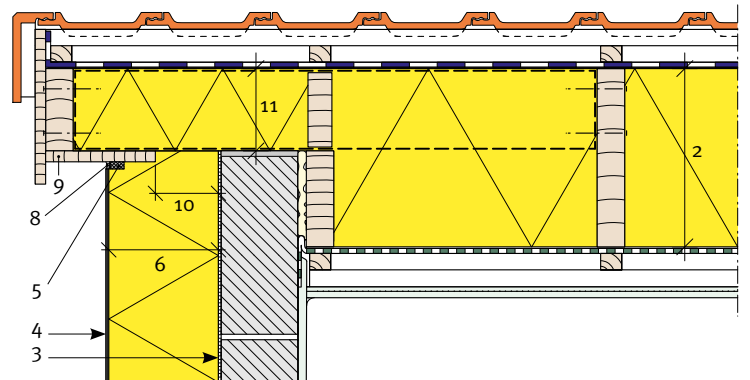


Afb. 74 Aansluiting met de dakzijrand van een hellend dak (zicht op de tussengevoegde isolatie vóór de gevelwerken).



Afb. 75 Aansluiting van een ETICS aan de onderrand van het dakvlak van een hellend dak (geval waarbij het ETICS doorloopt tot tegen bekleding van de dakoversteek).

1. Spantbeen
2. Thermische isolatie van het dak (dikte:  $d_{\text{isol dak}}$ )
3. Lijm (ETICS)
4. Beploistering (ETICS)
5. Zwelband
6. Isolatieplaat (ETICS) (dikte:  $d_{\text{isol ETICS}}$ )
7. Contactlengte tussen de isolatie van het ETICS en de dakisolatie ( $d_{\text{contact}}$ )
8. Soepele voeg
9. Bekleding van de dakoversteek
10. Contactlengte tussen de isolatie van het ETICS en de tussengevoegde isolatie van de dakzijrand ( $d_{\text{contact}}$ )
11. Tussengevoegde isolatie (dikte:  $d_{\text{insulating part B}}$ )



Afb. 76 Aansluiting van een ETICS met de dakzijrand (puntgevel) van een hellend dak.

- het directe contact met de dakisolatie enerzijds en met de isolatie van het ETICS anderzijds verzekerd wordt, en dit over minimaal de helft van de dikte ( $d_{\text{insulating part}}$ ) van de tussengevoegde isolatie (meestal de dikte van de dunste isolatielaag).

Het volume van de secundaire constructie (houten balkjes, materiaal met een  $\lambda_{\text{insulating part}}$ -waarde  $\leq 0,2 \text{ W/m.K}$ ) die de isolatie van de dakrand onderbreekt, mag bovendien niet meer dan 10 % bedragen per strekkende meter lineaire bouwknoop volgens de regelgeving. Dit criterium wordt nageleefd wanneer er bijvoorbeeld twee balken van maximaal 5 cm breed per strekkende meter aanwezig zijn.

We merken op dat de aansluiting tussen de isolatielagen van het dak en van de gevel tevens uitgevoerd kan worden met een isolerend bouwblok (zie afbeelding 2 van de **TV nr. 251** [W17]).

### 5.4.3 AANSLUITING AAN DE AANZET VAN HELLENDE DAKEN

De gevelwerker gaat van start nadat de dakwerken uitgevoerd zijn in overeenstemming met de aanbevelingen uit de **TV's nr. 175** [W6], **nr. 186** [W7], **nr. 202** [W9], **nr. 219** [W11], **nr. 240** [W12] en **nr. 251** [W17]. De aansluitingen moeten op een zodanige manier ontworpen en uitgevoerd worden dat de aanzet van het ETICS zich minstens 15 cm boven het hoogste niveau van de dakbedekking bevindt. Er wordt een vochtbestendige isolatieplaat aangebracht tussen de dakisolatie en de isolatie van het ETICS. Het zichtvlak van de

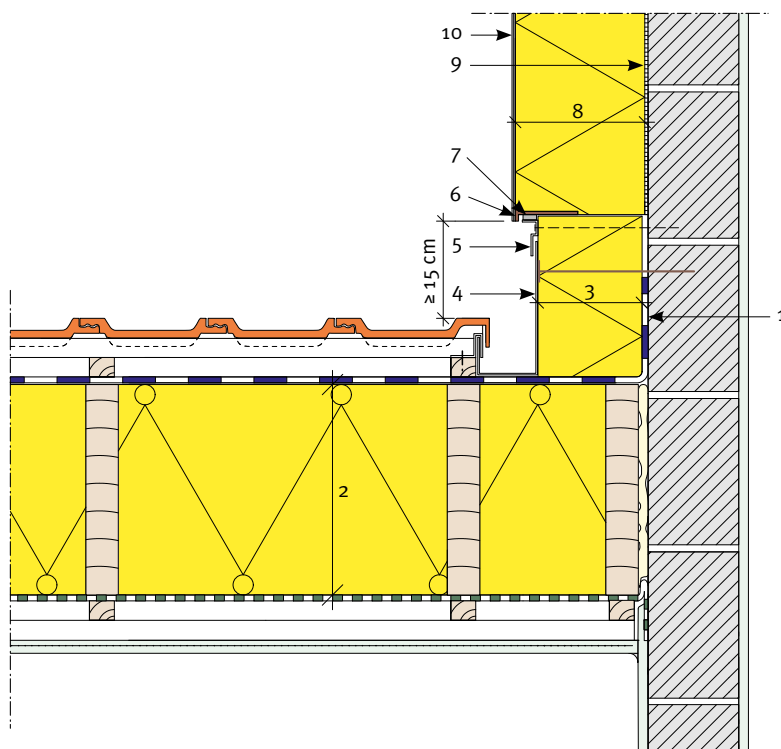


A. Aanzicht vóór de plaatsing van de dakbedekking



B. Aanzicht na de plaatsing van de dakbedekking

**Afb. 78** Aansluiting van een ETICS aan de aanzet van een hellend dak.

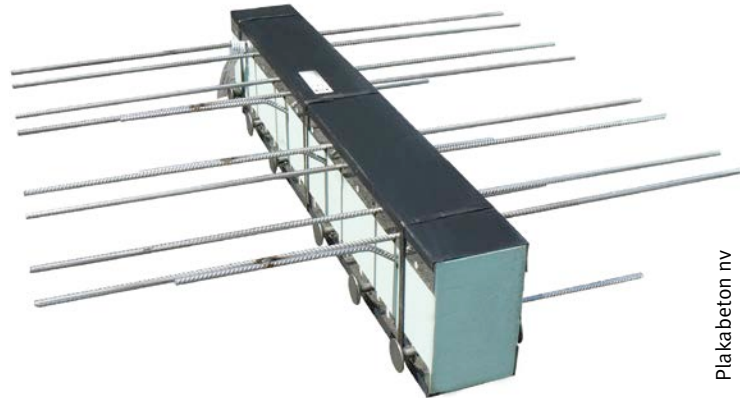


1. Opstand van het onderdak
2. Thermische isolatie van het dak (dikte:  $d_{\text{isol dak}}$ )
3. Vochtbestendige tussengevoegde isolatie (dikte:  $d_{\text{insulating part}}$ )
4. Verholen dakgoot
5. Slab
6. Startprofiel uit PVC
7. Zwelband
8. Isolatieplaat (ETICS) (dikte:  $d_{\text{isol ETICS}}$ )
9. Lijm (ETICS)
10. Bepleistering (ETICS)

**Afb. 77** Aansluiting van een ETICS aan de aanzet van een hellend dak.



Afb. 79 Geprefabriceerde balkons met een geïntegreerde thermische onderbreking.



Afb. 80 Thermische onderbreking voor een balkon in gestort beton.

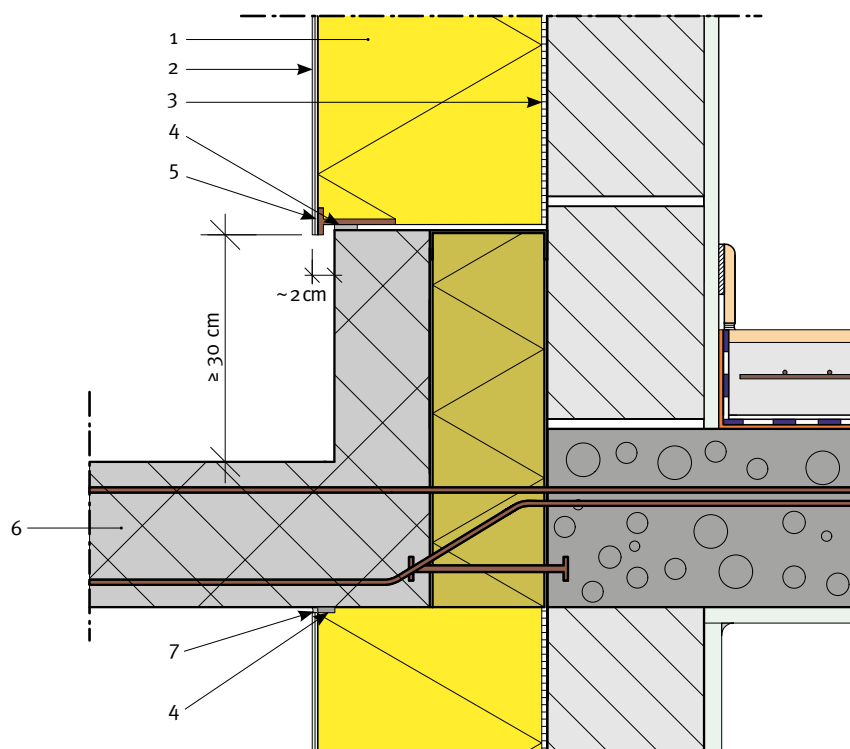
beploistering van het ETICS moet bij voorkeur uitspringen (ongeveer 2 cm) ten opzichte van de slab om regenwater dat van de gevel afloopt, weg te leiden en de aansluiting met een startprofiel uit PVC te vergemakkelijken. Daarnaast wordt er een zwelband aangebracht ter hoogte van de aansluiting tussen de slab en het startprofiel van het ETICS (zie afbeeldingen 77 en 78).

De overgang tussen de dakisolatie en de isolatie van het ETICS van de buitenmuur moet geïntegreerd worden als bouwknop in overeenstemming met de EPB-regelgeving. In het merendeel van de gevallen zal de continuïteit van de isolatielagen verzekerd worden met behulp van een tussengevoegd isolerend deel (basisregel nr. 2), net als bij de aanzet van een plat dak (zie § 5.3.1, p. 61). Deze bouwkundige oplossing vereist een regelmatig onderhoud van de dakrand.

## 5.5 AANSLUITINGEN MET BALKONS

De gevelwerker gaat van start na de ruwbouwwerken en na de eventuele afdichtingswerken aan het balkon. De aansluitingen met balkons moeten ontworpen en uitgevoerd worden in overeenstemming met dezelfde aanbevelingen als diegenen die geformuleerd werden voor platte daken (zie afbeelding 81).

De isolatielaag van het ETICS wordt onderbroken door een lineaire bouwknop, die in aanmerking genomen moet worden bij de berekening van de U-waarde. In dit opzicht is het aan te raden om te kiezen voor oplossingen die gebruikmaken van een thermische onderbreking (isolerend deel dat koudebruggen vermindert), al dan niet in combinatie met een geprefabriceerd balkon. Voor meer informatie, verwijzen



1. Isolatieplaat (ETICS)
2. Beploistering (ETICS)
3. Lijm (ETICS)
4. Zwelband
5. Startprofiel uit PVC
6. Geprefabriceerd balkon met een geïntegreerde thermische onderbreking
7. Soepele voeg

Afb. 81 Aansluiting van een ETICS met een balkon.

we naar de specifieke voorschriften van de fabrikanten van deze elementen. We willen eveneens benadrukken dat de stabiliteit van het balkon een essentiële vereiste is (zie afbeelding 79 en 80, p. 69).

## 5.6 AANSLUITINGEN MET SPOUWMUREN

De gevelwerker start na de ruwbouwwerken en na de plaatsing van de muurkap, die achteraan is uitgerust met een opstand. De aansluitingen moeten ontworpen en uitgevoerd worden in overeenstemming met aanbevelingen die vergelijkbaar zijn met deze voor aansluiting aan de aanzet van de plint aan de muurvoet. Het is dus nodig om een goede aansluiting van de isolatielagen te verzekeren en elke waterinfiltratie of -stagnatie ter hoogte van de aansluiting te vermijden. Men moet er eveneens op toezien dat de zichtzijde van de bepleistering van het ETICS ongeveer 2 cm uitspringt ten opzichte van de opstand van de muurkap, om regenwater dat van de gevel

afloopt, weg te leiden en de aansluiting met behulp van een startprofiel uit PVC en een zwelband te vergemakkelijken. Het startprofiel moet bovendien voorzien zijn van een efficiënte druiplijst (zie afbeeldingen 82 tot 84, p. 70 tot 71).

De overgang tussen de isolatie van het ETICS en de isolatie van de spouwmuur moet geïntegreerd worden als bouwknop in overeenstemming met de EPB-regelgeving. De continuïteit van de isolatielagen wordt verzekerd met behulp van een tussengevoegde isolatie (basisregel nr. 2). Deze isolatie moeten bijgevolg gelijktijdig voldoen aan drie voorwaarden (zie Bijlage B, p. 123).

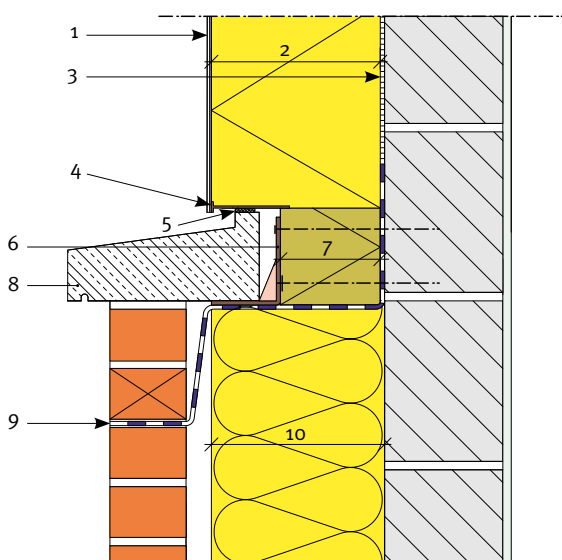
De bouwknop is conform wanneer:

- de warmtegeleidbaarheid van de tussengevoegde isolatie ( $\lambda_{\text{insulating part}}$ ) vergelijkbaar is met deze van de isolatie van de spouwmuur en van de isolatie van het ETICS ( $\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$  is niet voldoende beperkend). De benodigde dikte ( $d_{\text{insulating part}}$ ) is niet alleen afhankelijk van de warmtege-



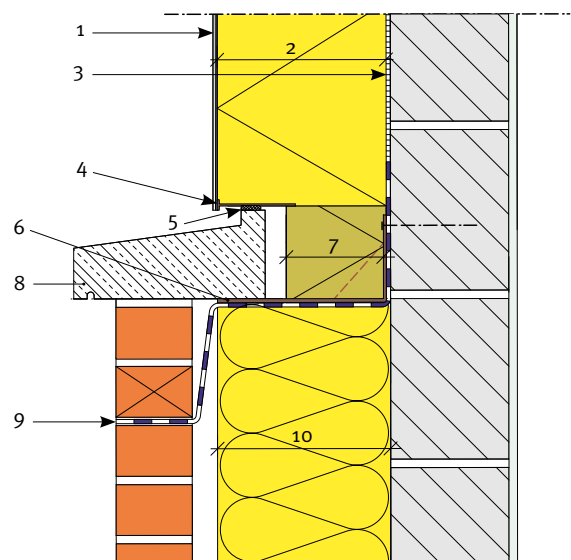
Afb. 82 Aansluiting van een ETICS met een spouwmuur.

1. Bepleistering (ETICS)
2. Isolatieplaat (ETICS)  
(dikte:  $d_{\text{isol ETICS}}$ )
3. Lijm (ETICS)
4. Startprofiel uit PVC
5. Zwelband
6. Console of haak
7. Tussengevoegde isolatie  
(dikte:  $d_{\text{insulating part}}$ )
8. Muurkap met hiel
9. Waterkeringsmembraan
10. Thermische isolatie van de spouwmuur  
(dikte:  $d_{\text{isol spouwmuur}}$ )



A. Ondersteuning van de muurkap door middel van een console die ondersteund wordt door twee bevestigingen

Afb. 83 Aansluiting van het ETICS met een spouwmuur.



B. Ondersteuning van de muurkap door middel van punctuele verfestigingshaken





Afb. 84 Voorbeeld van een aansluiting met een spouwmuur.

leidbaarheid, maar ook van de warmteweerstanden van de isolatie van de spouwmuur en van de isolatie van het ETICS, behalve bij hogere isolatieniveaus, zijnde warmteweerstanden groter dan  $4\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  (bv. isolatie met een  $\lambda$ -waarde van  $0,04\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$  en een minimale dikte van  $16\text{ cm}$ ). In dit geval moet een isolerend deel met een  $\lambda_{\text{insulating part}}$ -waarde van  $0,05\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$  bijvoorbeeld, een  $d_{\text{insulating part}}$ -dikte hebben van minimaal  $10\text{ cm}$  ( $d_{\text{insulating part}} [\text{m}] \geq 2 \lambda_{\text{insulating part}} [\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}]$ )

- de doorsnede van de metalen bevestigingen doorheen de tussengevoegde isolatie niet groter is dan  $1\text{ cm}^2$  per strekkende meter (console of verstevigingshaak die ondersteund wordt door twee bevestigingen met een diameter van  $0,5\text{ cm}$  om de  $50\text{ cm}$  (zie afbeelding 83A, p. 70), of bijvoorbeeld punctuele verstevigingshaken met een doorsnede van  $0,15 \times 3\text{ cm}$  om de  $50\text{ cm}$  (zie afbeelding 83B, p. 70)
- het contact tussen de tussengevoegde isolatie en de isolatie van de spouwmuur enerzijds, en het contact tussen de tussengevoegde isolatie en de isolatie van het ETICS

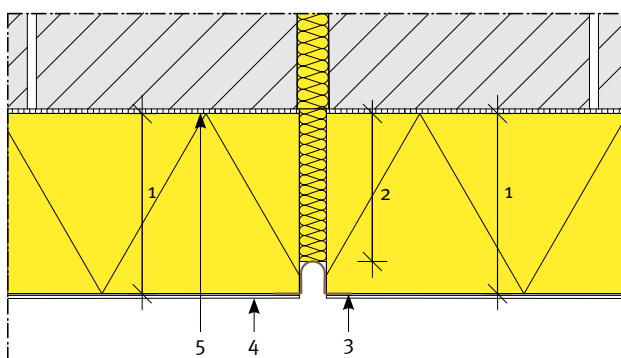
anderzijds, verzekerd worden, en dit over minimaal de helft van de dikte van de tussengevoegde isolatie (er wordt geen rekening gehouden met het startprofiel uit PVC of met het membraan, zie § 3.6, p. 37).

Wanneer men een startprofiel gebruikt dat niet bevestigd is aan de ondergrond, moet de eventuele verlijming van het startprofiel op de onderzijde de isolatie van het ETICS uitgevoerd worden met aangepaste lijmrupsen (lijm met een lage warmtegeleidbaarheid, dus geen mortellijm).

## 5.7 BEWEGINGSVOEGEN

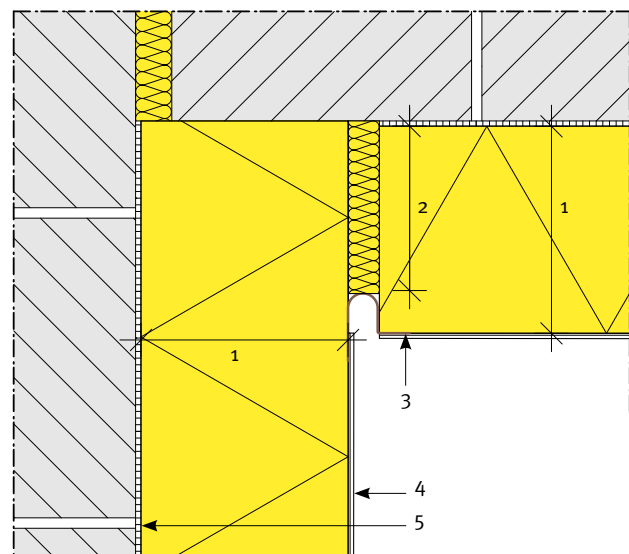
Het is belangrijk om bewegingsvoegen te voorzien binnenin het systeem op de volgende plaatsen:

- ter hoogte van bewegingsvoegen in de draagstructuur; deze moeten overgenomen moeten in het ETICS



Afb. 85 Bewegingsvoeg aan het oppervlak.

1. Isolatieplaat (ETICS) (dikte:  $d_{\text{isol ETICS}}$ )
2. Contactlengte
3. Profiel voor bewegingsvoeg
4. Bepleistering (ETICS)
5. Lijm (ETICS)



Afb. 86 Bewegingsvoeg in een hoek.



Afb. 87 Bewegingsvoegen aan het oppervlak van een ETICS.

- daar waar men aanzienlijke differentiële bewegingen van het gebouw kan verwachten (bv. hoogteverschil)
- daar waar het type van de draagstructuur verandert (bv. overgang van een houtstructuur naar metselwerk).

De bewegingsvoegen moeten waterdicht zijn en uitgevoerd worden met behulp van profielen die specifiek hiervoor ontworpen zijn (zie afbeeldingen 85 tot 87, p. 71 tot 72, en § 2.5.3, p. 27).

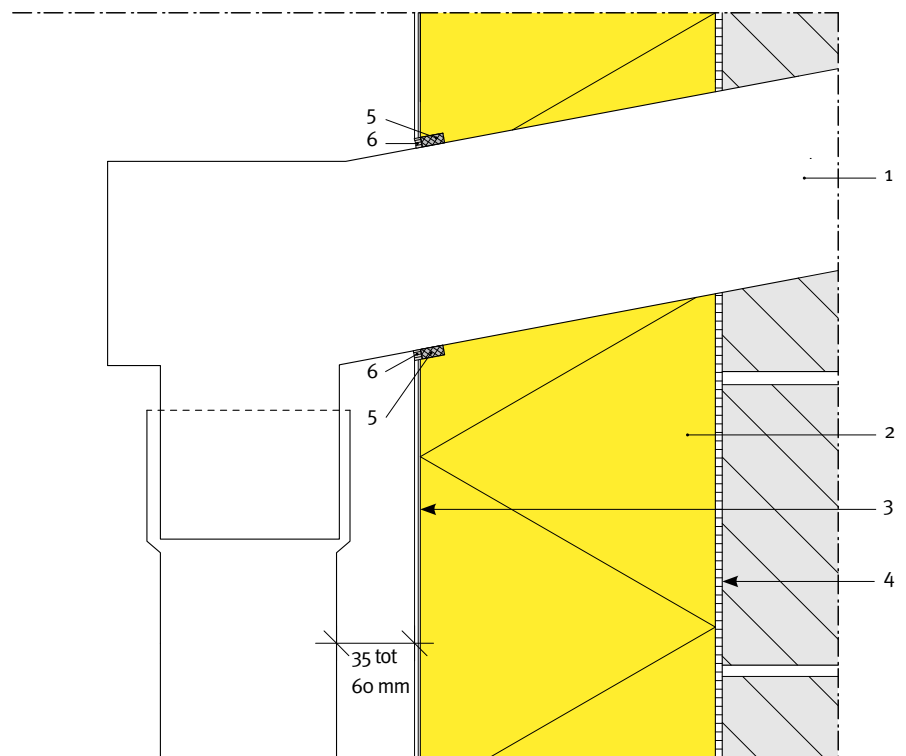
## 5.8 BEVESTIGING OF DOORVOERINGEN VAN VOORWERPEN

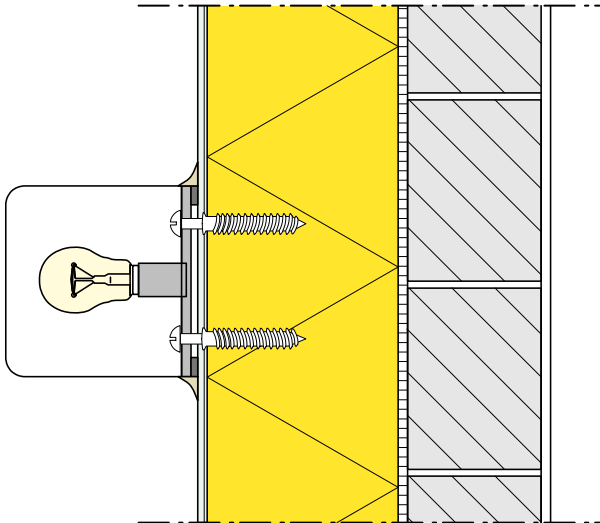
De elementen die aanzienlijke belastingen opnemen of die instaan voor de veiligheid tegen vallen (bv. balkleuningen) moeten voldoende diep in de ondergrond bevestigd worden. De elementen die slechts een beperkte belasting overbrengen (bv. belknop, waterkraan ...), kunnen eventueel bevestigd worden in de pleisterlaag en/of de isolatie. Men kan voor deze bevestigingen ook montage-elementen gebruiken die aangepast zijn aan de inwerkende krachten (zie afbeelding 89, p. 73).

Alle doorboringen van de bepleistering moeten voorzien zijn

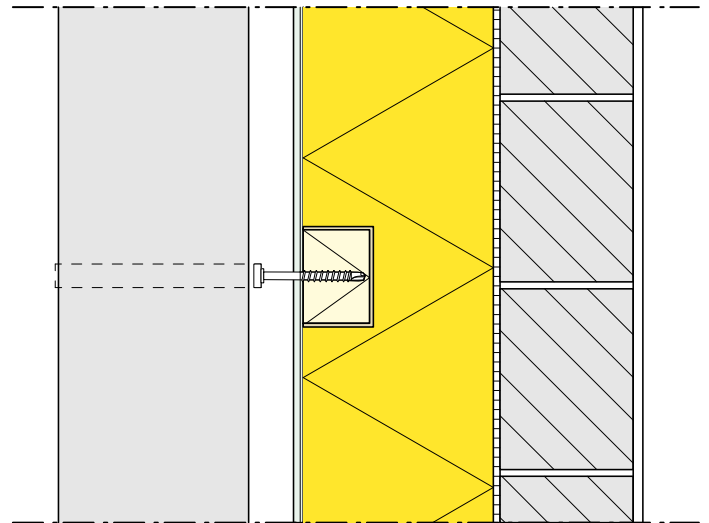
1. Regenwaterafvoerleiding
2. Isolatieplaat (ETICS)
3. Bepleistering (ETICS)
4. Lijm (ETICS)
5. Zwelband
6. Soepele voeg

Afb. 88 Doorboring door een regenwaterafvoer.

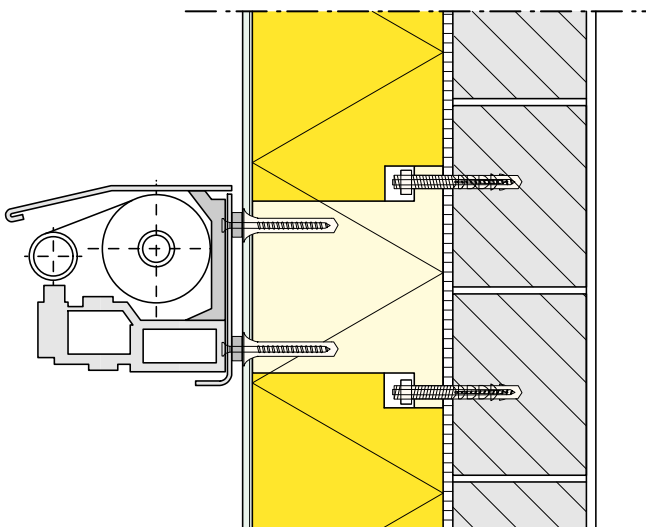




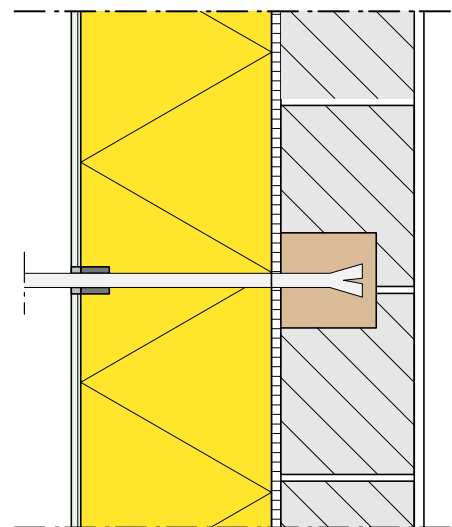
A. Bevestiging van lichte voorwerpen aan de isolatie door middel van spiraalvormige schroeven



B. Bevestiging van lichte voorwerpen door middel van een montage-element dat in de isolatie verlijmd wordt



C. Bevestiging van zware voorwerpen door middel van een aan de ondergrond bevestigd montage-element



D. Bevestiging van zware voorwerpen door verankering in de ondergrond

Afb. 89 Bevestiging van voorwerpen.

van een soepele voeg (zie afbeelding 88). Ten slotte moeten de tegen de gevel bevestigde voorwerpen op een zodanige manier ontworpen worden dat regenwater dat afloopt over de gevel en over de voorwerpen, weggeleid wordt van het gevelvlak.

## 5.9 ROOKGASAFVOERKANALEN

De aanwezigheid van rookgasafvoerkanalen vormt een kritiek punt waarmee de ontwerper en de gevelwerker absoluut rekening moeten houden. De rookgasafvoerkanalen voeren immers rookgassen af waarvan de temperatuur kan variëren tussen 80 en 600 °C, naargelang van het aangesloten toesteltype (zie tabel 16, p. 75).

Het ETICS mag niet aangebracht worden op een ondergrond waarvan de oppervlaktetemperatuur kan oplopen tot meer dan 70 °C (bv. muur met daarin een rookgasafvoerkanaal bestaande uit schouwpijpen).

Wanneer er een rookgasafvoerkanaal doorheen de gevel gaat moet er bovendien een forfaitaire veiligheidsafstand in acht genomen worden tussen de buitenwand van dit afvoer kanaal en zogenaamde uitgebreide of substantiële brandbare <sup>(§)</sup> materialen (die een aanzienlijke bijdrage leveren aan brand), d.w.z. de brandbare isolatiematerialen in het geval van ETICS. Deze veiligheidsafstand heeft tot doel het brandrisico te beperken en de schade aan de functionele eigenschappen van het ETICS te vermijden, wanneer het rookgasafvoer kanaal in gebruik is.

Bij de CE-markering geeft de fabrikant een verklaring over het kanaal op basis van een bepaald aantal genormaliseerde gegevens, meer bepaald: de temperatuurklasse (maximaal aanvaardbare temperatuur van de rookgassen), de weerstandsklasse tegen schoorsteenbrand ('O' voor niet-bestand, 'G' voor bestand; vereist als het kanaal een verbrandingstoestel voor vaste brandstoffen bedient) en de

afstand die nageleefd moet worden ten opzichte van brandbare materialen (zie afbeelding 90).

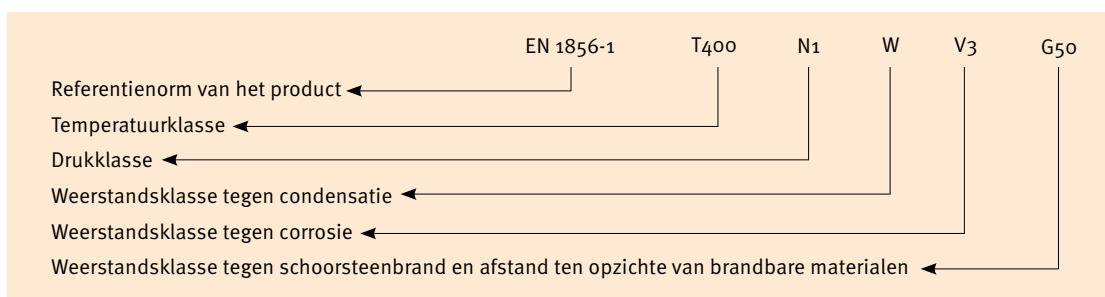
De functionele prestaties van het ETICS zijn evenwel maar beproefd tot 70 °C. Aangezien de genormaliseerde veiligheidsafstand rekening houdt met temperaturen ter hoogte van het brandbaar materiaal die oplopen tot 85 °C voor een kanaal van klasse O en tot 100 °C voor een kanaal van klasse G, moet deze veiligheidsafstand vergroot worden.

Aan de hand van tabel 16 (p. 75) kan men de verhoogde veiligheidsafstand bepalen. De brandbare isolatie van een ETICS mag zich nooit dicht bij de leiding bevinden. Het is aan te raden om kanalen van het type Goo of Ooo (veiligheidsafstand nul) te gebruiken om eveneens de temperatuur ter hoogte van de aansluiting van de bepleistering met het kanaal te beperken.

Als er geen gegevens bekend zijn over het kanaal, moet er een forfaitaire veiligheidsafstand toegepast worden, die voornamelijk afhankelijk is van de diameter van het kanaal en die opgegeven wordt door de opdrachtgever. Voor een warmtegenerator die aangesloten is op een kanaal met een maximale diameter van 150 mm bijvoorbeeld, is een veiligheidsafstand van 300 mm voldoende.

In het merendeel van de gevallen moeten de bestaande kanalen door een bevoegd persoon aan de nieuwe situatie aangepast worden (vooral het vergroten van de dikte van de wand).

Om de aansluiting met het ETICS te verzekeren, moet er een onbrandbare isolatie (brandreactieklasse A1 of A2-s1,do), aangepast aan het gebruik (voldoende hoge smeltemperatuur), geplaatst worden rondom het kanaal (zie afbeelding 91, p. 75). Bij kanalen van het type Goo of Ooo moet het ETICS aangesloten worden op het kanaal met behulp van een zwelband en een soepele voeg, die geschikt zijn voor dit gebruik. Andere oplossingen worden niet uitgesloten.



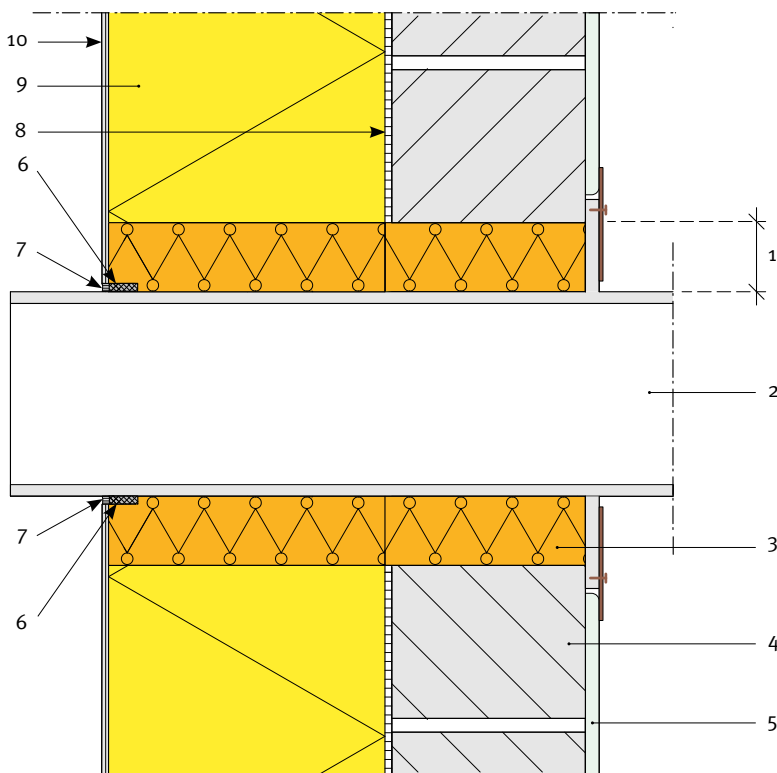
Afb. 90 Voorbeeld van de aanduiding van een metalen rookgasafvoer kanaal.

(§) Een materiaal is onbrandbaar wanneer het tot de brandreactieklasse A1 of A2-s1,do behoort volgens de norm NBN EN 13501-1 [B27].

Tabel 16 Rookgasafvoerkanalen: eisen en verhoogde veiligheidsafstand ten opzichte van de brandbare isolatie van het ETICS.

Temperatuur van de rookgassen	Type warmtegenerator aangesloten op het kanaal	Brandstof	Eisen die van toepassing zijn op het kanaal (1) (2)	Na te leven veiligheidsafstand ten opzichte van de brandbare isolatie (3) van een ETICS	Voorbeeld
≤ 600 °C	Open haard of gewone kachel	Vast	T600 G	Veiligheidsafstand = genormaliseerde veiligheidsafstand $\underline{xx}$ (4) + 75 mm (5)	Voor een kanaal van het type Goo, bedraagt de veiligheidsafstand o + 75, hetzij 75 mm.
≤ 400 °C	Ketel	Vast	T400 G		
	Niet-condenserend aangeblazen open toestel (types B <sub>22</sub> of B <sub>23</sub> )	Gasvormig	T400 O	Veiligheidsafstand = genormaliseerde veiligheidsafstand $\underline{xx}$ (4) + 50 mm (5)	Voor een kanaal van het type Ooo, bedraagt de veiligheidsafstand o + 50, hetzij 50 mm.
	Niet-condenserend toestel	Vloeibaar	T400 O		
≤ 300 °C	Niet-condenserend open toestel zonder aangeblazen brander (type B met uitzondering van de types B <sub>22</sub> en B <sub>23</sub> )	Gasvormig	T300 O		
≤ 250 °C	Niet-condenserend toestel (type C)	Gasvormig	T250 O		
≤ 120 °C	Condenserend toestel	Gasvormig/vloeibaar	T120 O		

- (1) Temperatuurklasse en weerstandsklasse tegen schoorsteenbrand; zie CE-markering van het kanaal.
- (2) Voor een concentrisch kanaal moet er nagegaan worden of het aangesloten kan worden op de warmtegenerator.
- (3) Een materiaal is onbrandbaar wanneer het tot de brandreactieklasse A1 of A2-s1,do behoort volgens de norm NBN EN 13501-1 [B27].
- (4)  $\underline{xx}$ : met betrekking tot G $\underline{xx}$  of O $\underline{xx}$ ; zie CE-markering van het kanaal.
- (5) Deze verhoging is bedoeld om rekening te houden met het feit dat de proefmethode voor kanalen van het type G en O een temperatuur ter hoogte van het brandbare materiaal voor ogen hebben van respectievelijk 100 °C en 85 °C, terwijl de functionele prestaties van het ETICS enkel beproefd zijn tot 70 °C.



1. Verhoogde veiligheidsafstand
2. Kanaal
3. Aangepaste onbrandbare isolatie (A1 of A2-s1,do)
4. Muur
5. Binnenbepleistering
6. Aangepaste zwelband
7. Aangepaste soepele voeg
8. Lijm (ETICS)
9. Brandbare isolatieplaat (ETICS)
10. Bepleistering (ETICS)

Afb. 91 Aansluiting tussen een ETICS en een rookgasafvoerkanal (van het type Goo of Ooo).



# 6

## UITVOERING

### 6.1 COÖRDINATIE MET ANDERE BOUWBEROEPEN

De omvang van de werken die ten laste vallen van de gevelwerker wordt beschreven in § 1.6 (p. 9). Vóór de aanvang van de isolatiewerken, is het aangewezen dat:

- alle binnenwerkzaamheden uitgevoerd worden die vocht met zich meebrengen en die betrekking hebben op de vloeren en de muren, onder voorbehoud van andersluidende bepalingen en van een gunstig advies van de fabrikant. Er kan van deze regel afgeweken worden op voorwaarde dat de verschillende partijen hiermee akkoord zijn en er rekening gehouden wordt met de binnen- en buitenklimaten, de samenstelling van het systeem, de dampdoorlatendheid, evenals met andere relevante eigenschappen van de materialen
- het buitenschrijnwerk geplaatst en bevestigd wordt met behulp van duurzame en stabiele materialen waarbij rekening gehouden wordt met de water- en winddichtheid. Het schrijnwerk moet reeds voldoende behandeld en/of beschermd zijn (bv. op het hout moeten alle beschermlagen aangebracht zijn, behalve de afwerklaag)
- de doorboringen in de gevel uitgevoerd worden
- alle hinderlijke elementen geplaatst en beschermd worden zoals roosters, regenwaterafvoerleidingen, kabels, dakranden, muurkappen, vensterdorpels ..., in overeenstemming met de plannen van de architect en met de uitvoeringsbepalingen uit hoofdstuk 5 (p. 49)
- de kabels gelokaliseerd worden en deze verticaal en/of horizontaal geplaatst worden om de versnijding en de plaatsing van de isolatieplaten te vergemakkelijken
- de nodige maatregelen genomen worden om capillaire opstijgingen te verhinderen
- regenwaterinfiltraties in de muren vermeden worden tij-

dens de ruwbouwwerken. Vandaar dat de regenwaterafvoerleidingen zo snel mogelijk geplaatst moeten worden

- de aansluitingen tussen het ETICS en de ramen, deuromlijstingen ... binnen de normale diktegrenzen uitgevoerd kunnen worden
- men er zich van vergewist dat de detailleringen van de plinten, de omtrek van de ramen en de dakranden in overeenstemming zijn met de richtlijnen en rekening houden met de dikte van de isolatie en van de bepleistering.

### 6.2 VEILIGHEID TIJDENS DE WERKEN

Volgens de richtlijnen van het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB) [F9] en de Codex over het welzijn op het werk [F8], moeten er doeltreffende collectieve veiligheidsmaatregelen genomen worden om te voorkomen dat de arbeiders, het materiaal of het gebruikte gereedschap zouden kunnen vallen.

Wanneer het vanwege de aard van de werkzaamheden niet mogelijk is om nodige voorzieningen te treffen, moet de veiligheid van de arbeiders op individuele wijze verzekerd worden.

### 6.3 BESCHERMING VAN DE UITGEVOERDE WERKEN

Het is aangewezen om het geheel van de niet-betrokken bouwonderdelen (bv. ramen en deuren) te beschermen om allerlei beschadigingen, zoals vlekken, te vermijden en om de reiniging na de pleisterwerken te vergemakkelijken. Als men kleefband gebruikt, moet men erop letten dat het bouwwerk niet beschadigd wordt (zie afbeeldingen 92 en 93).



Afb. 92 Bescherming van een plint.



Afb. 93 Bescherming van een raam en een deur.

## 6.4 KLIMATOLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS DE UITVOERING

De klimatologische omstandigheden tijdens de uitvoering beïnvloeden de binding en/of de uitharding van de lijmen en de bepleisteringen, evenals hun droging. Ze kunnen dus een invloed hebben op de prestaties van het systeem: kwaliteit van de verlijming, eigenschappen en uitzicht van de bepleistering (risico op loskomen, scheurvorming, niet-uniforme kleur ...).

De verlijming en de bepleistering zullen bijgevolg niet uitgevoerd worden bij ongunstige weersomstandigheden, zoals:

- omgevingstemperaturen en/of temperaturen van de ondergrond hoger dan 30 °C of lager dan 5 °C tijdens het aanbrengen of het uitharden (24 tot 48 uur na het aanbrengen). Er kunnen nog strengere voorwaarden opgelegd worden in functie van de aard van de producten (zie tabel 2, p. 13). Bovendien moet de temperatuur van de ondergrond ten minste 3 °C hoger zijn dan die van het dauwpunt van de omgevingslucht om het risico op condensatie te vermijden
- blootstelling aan volle zon
- winderige omstandigheden
- slagregen
- vochtige of bevroren ondergrond.

In sommige omstandigheden moeten de werkzaamheden dus stopgezet worden. Het plaatsen van dekzeilen kan bescherming bieden tegen de zon of de wind (zie afbeelding 94).

## 6.5 VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

De gevelwerker controleert of de ondergrond, in functie van zijn aard, voldoet aan de eisen voor de plaatsing van de bepleistering op buitenisolatie. Indien één of meerdere criteria niet nageleefd worden, is het raadzaam om de fabrikant te raadplegen en bijkomende maatregelen te nemen. Deze bijkomende werkzaamheden zijn niet inbegrepen in de normale werkzaamheden en brengen een meerkost met zich mee, tenzij anders bepaald in de contractuele documenten. Men dient eveneens het advies van de fabrikant van het systeem in te winnen als er twijfel bestaat of de ondergrond verenigbaar is met het verlijmingsproduct of met de mechanische bevestiging (bv. in geval van sterk of zeer weinig absorberende of verpoederende ondergronden).

### 6.5.1 VOORAFGAANDE CONTROLES EN VOORBEREIDING VAN DE ONDERGROND

#### 6.5.1.1 Metselwerk uit beton en betonwanden

De ondergrond moet beantwoorden aan volgende eisen (zie § 4.2, p. 43):

- geen abnormale vochtigheid vertonen (zie § 4.2.5, p. 45) (capillaire opstijgingen, gebrekkige waterafvoer ...)
- stabiel zijn. De ondergrond moet voldoende oud zijn en er moet rekening gehouden worden met eventuele krimp en



Afb. 94 Dekzeilen voor bescherming tegen de zon en de wind.

kruip. Het is aan te raden om een minimale termijn van drie maanden in acht te nemen na de afwerking van de ruwbouw (zie ook § 4.2.4, p. 44)

- zuiver en cohesief zijn, vooral voor de verlijmde plaatsing. De ondergrond moet vrij zijn van mos, stof, verfresen, niet-hechtende delen, stoffen die kunnen opzwellen, uitbloeiingen en andere stoffen die de hechting verminderen (zie § 4.2.7, p. 45, § 4.2.8, p. 46 en § 4.2.9, p. 46)
- voldoen aan de toelaatbare afwijkingen (toleranties op de vlakheid en de verticaliteit ...). De vastgestelde afwijkingen kunnen een invloed hebben op de bevestigingswijze (zie § 4.2.3, p. 44, en § 4.4, p. 48)
- compatibel zijn met het systeem (zie § 4.2.6, p. 45 in het bijzonder).

Tabel 17 (p. 79) geeft een overzicht van de punten waaraan men bijzondere aandacht moet besteden tijdens de controle en de voorbereiding van de ondergrond.

#### 6.5.1.2 Houtbouw

De ondergrond moet beantwoorden aan de volgende vereisten (zie ook § 4.3, p. 46):

- stabiel en compatibel zijn met het systeem (type houtconstructie, aard en dikte van de platen ...) (zie § 4.3.1, p. 47, en § 4.3.4, p. 47)
- droog zijn. Het vochtgehalte van het constructiehout en van de draagplaten moet gemeten worden (zie § 4.3.1, p. 47)
- zuiver en cohesief zijn, vooral voor de verlijmde plaatsing. De ondergrond moet vrij zijn van mossen, stof, niet-hechtende delen en andere stoffen die de hechting verminderen
- voldoen aan de toelaatbare afwijkingen (toleranties op de vlakheid en de verticaliteit ...). De vastgestelde afwijkingen kunnen een invloed hebben op de bevestigingswijze (zie § 4.3.5, p. 48, en § 4.4, p. 48).



Tabel 17 Voorafgaande controles en voorbereiding van een ondergrond uit metselwerk of van een betonwand.

Te controleren parameters	Methode	Vaststellingen	Te nemen maatregelen in functie van de plaatsingstechniek (¹)
<b>Termijn na de afwerking van de ruwbouw</b>	Informatie overgemaakt door de opdrachtgever	Meestal volstaat een termijn van minstens drie maanden	Wachten als de termijn kleiner is dan drie maanden
<b>Cohesie en toestand van het oppervlak (geschiktheid voor verlijming)</b>	Afwrijven met de hand	Aanwezigheid van beperkte (normale) hoeveelheid stof	Borstelen van het oppervlak
		Aanzienlijke hoeveelheid stof en niet-hechtende deeltjes	Borstelen van het oppervlak en het aanbrengen van een fixeermiddel (²)
	Afscraperen van het oppervlak met een hard en scherp voorwerp. Eveneens uit te voeren na bevochtiging.	Onder een gemiddelde druk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschadiging van het oppervlak</li> <li>• de bestaande bekleding brokkelt af of is verzakt; de randen van de versnijding zijn vervormd of komen los</li> </ul>	Manueel of machinaal verwijderen van instabiele of broze deeltjes en van de oude bekleding (²)
	Zelfklevende strip	Het loskomen van een laag van de oude bekleding, grote hoeveelheden deeltjes blijven aan de strip kleven	Het verwijderen van de oude bekleding (²)
	In geval van twijfel, bepaling van de hechting van de lijm van het ETICS aan de ondergrond	Onvoldoende hechting (cohesieve breuk in de ondergrond, bv. met een waarde $< 0,25 \text{ N/mm}^2$ )	Kiezen voor een mechanische bevestiging (+ bijkomende verlijming)
<b>Vocht</b>	Visuele controle	Vochtige zones, kringen, zichtbare verkleuringen aan het oppervlak	De oorzaak wegnemen (²) en wachten tot het oppervlak van de ondergrond voldoende droog is
<b>Uitbloeiingen (³)</b>	Visuele controle	Aanwezigheid van zouten	Wachten tot het oppervlak van de ondergrond voldoende droog is en het verwijderen van resterende zouten (²)
<b>Mos, algen en schimmels</b>	Visuele controle	Groene of donkere afzettingen	Mechanisch verwijderen of verwijderen met behulp van een algicide en reinigen onder hoge druk (²).
<b>Resten van ontkistingsproducten of verfresten</b>	Visuele controle	Sporen	Verwijderen/afbijten (²); eventueel opteren voor een plaatsing met mechanische bevestiging
<b>Absorptievermogen</b>	Bevochtiging	Onregelmatige of sterke absorptie	De ondergrond behandelen met een impregneringslaag
		Geen of weinig absorptie van oude ondergronden uit metselwerk (+ aflopen van druppels) die wijst op de aanwezigheid van een waterwerende oppervlakbehandeling	Nakijken van de voorschriften van de fabrikant; in geval van twijfel, opteren voor mechanische bevestigingen
<b>Vlakheid</b>	Zie hoofdstuk 7 (p. 103)	Vastgestelde afwijkingen	Te nemen maatregelen (²) en/of keuze van de bevestigingstechniek in functie van de vastgestelde afwijkingen (⁴)
<b>Loodrechtheid/verticaliteit</b>	Zie hoofdstuk 7 (p. 103)	Vastgestelde afwijkingen	Te verduidelijken door de opdrachtgever; geen maatregelen of correctie (²)(⁴)
<b>Compatibiliteit van de aansluitingen</b>	Visuele controle	Afwijkingen met betrekking tot de voorgestelde oplossingen (zie hoofdstuk 5, p. 49)	De uitvoeringsbepalingen aanpassen (²)
<b>Vochtscherm</b>	Visuele controle	Afwezigheid	Het risico melden aan de opdrachtgever
<b>Bewegingsvoegen</b>	Visuele controle en nazicht van de conformiteit met de plannen	Aanwezigheid	Over te nemen in het ETICS

(¹) Eveneens de voorschriften van de fabrikant raadplegen.

(²) Deze maatregelen behoren niet tot de normale werkzaamheden en brengen een meerkost met zich mee, behalve bij andersluidende bepalingen in de contractuele documenten.

(³) Te onderscheiden van kalkuitzettingen die snel carbonateren en die een hechtende en stabiele laag vormen en niet verwijderd dienen te worden.

(⁴) De afwijkingen van het ETICS zijn toegelaten in zoverre dat de vorm en het uitzicht niet gewijzigd worden en dat de (overeengekomen) technische functies behouden blijven.

Tabel 18 geeft een overzicht van de punten waaraan men bijzondere aandacht moet besteden tijdens de controle en de voorbereiding van de ondergrond.

### 6.5.2 INRICHTING VAN DE BOUWPLAATS

De materialen en de apparatuur moeten droog en vorstvrij worden opgeslagen. De steigers dienen over een voldoende groot

en stabiel steunoppervlak te beschikken en moeten ervoor zorgen dat het systeem aangebracht kan worden in overeenstemming met de veiligheidsvoorschriften, tijdens iedere fase van de uitvoering. Het is bovendien aan te raden om het aantal bevestigingspunten in de muur te beperken, in overeenstemming met de montagevoorschriften, om de impact van plaatselijke herstellingen van de bepleistering op het uitzicht van de gevel te beperken. Ten slotte moet er een systeem voorzien worden om het afval af te voeren en te sorteren.

Tabel 18 Voorafgaande controles en voorbereiding van een houten ondergrond.

Te controleren parameters	Methode	Vaststellingen	Te nemen maatregelen (1)
Soort constructie	Door de opdrachtgever opgegeven informatie	Type constructie	Plaatsing op houtstapelbouw wordt sterk afgeraden
Aard en zuiverheid van de draagplaten (geschiktheid voor verlijming)	Visuele controle en afwrijven met de hand. In geval van twijfel, bepaling van de hechting van de lijm van het ETICS aan de ondergrond	Aanwezigheid van stof Onvoldoende hechting (cohesieve breuk in de ondergrond, bv. met een waarde $< 0,25 \text{ N/mm}^2$ )	Borstelen van het oppervlak De toepassing valideren/ uitsluiten of kiezen voor een mechanische bevestiging (+ bijkomende verlijming)
Aard en dikte van de draagplaten (geschiktheid voor mechanische bevestiging)	Door de opdrachtgever opgegeven informatie. In geval van twijfel, de treksterkte meten van de bevestiging uit de ondergrond	Het naleven van het toepassingsgebied van de bevestiging	De toepassing valideren/ uitsluiten
Tussenafstand en breedte van de houten stijlen (geschiktheid voor mechanische bevestiging rechtstreeks op het houtskelet)	Door de opdrachtgever opgegeven informatie, visuele controle	Het naleven van het toepassingsgebied van de bevestiging	De toepassing valideren/ uitsluiten
Vochtgehalte van het constructiehout en van de draagplaten	Visuele controle en controle met behulp van een vochtmeter	Vochtige zones, kringen, zichtbare verkleuringen aan het oppervlak; vochtgehalte $\leq 18$ massaprocent	De toepassing valideren/ uitsluiten
Vlakheid	Zie hoofdstuk 7 (p. 103)	Vastgestelde afwijkingen	Te nemen maatregelen (2) en/ of keuze van de bevestigingstechniek in functie van de vastgestelde afwijkingen (3)
Loodrechtheid/verticaliteit	Zie hoofdstuk 7 (p. 103)	Vastgestelde afwijkingen	Te verduidelijken door de opdrachtgever, geen maatregelen (2) of correctie (3)
Compatibiliteit van de aansluitingen	Visuele controle	Afwijkingen ten opzichte van de voorgestelde oplossingen (zie hoofdstuk 5, p. 49)	De uitvoeringsbepalingen aanpassen (2)
Vochtscherm	Visuele controle	Afwezigheid	Het risico melden aan de opdrachtgever
Bewegingsvoegen	Visuele controle en nazicht van de conformiteit met de plannen	Aanwezigheid	Moeten overgenomen worden in het ETICS

(1) Eveneens de voorschriften van de fabrikant raadplegen.

(2) Deze maatregelen behoren niet tot de normale werkzaamheden en brengen een meerkost met zich mee, behalve bij andersluidende bepalingen in de contractuele documenten.

(3) Afwijkingen van het ETICS zijn toegelaten in zoverre dat de vorm en het uitzicht niet gewijzigd worden en dat de (overeengekomen) technische functies behouden blijven.

## 6.6 UITVOERING VAN DE ISOLATIE

Na de keuring van de ondergrond en de inrichting van de bouwplaats, kan men starten met de uitvoering van het ETICS door de plaatsing van de isolatie. Het aanbrengen van de isolatie bestaat uit de versnijding en de plaatsing van de isolatieplaten in het vlak en ter hoogte van de detailleringen (inclusief de plaatsing van de voegvullingen in de vorm van zwelbanden), en de plaatsing van de sokkelprofielen (of startprofielen). De isolatieplaten van het ETICS moeten beschermd worden tegen bevochtiging tijdens alle fasen voorafgaand aan het aanbrengen van het grondpleister (transport, opslag ...).

### 6.6.1 PLAATSING VAN HET SOKKELPROFIEL

Het sokkelprofiel kan ofwel mechanisch bevestigd worden aan de ondergrond, ofwel tussen de sokkelisolatie en de eerste isolatielaag van het ETICS geplaatst worden. Na het beschermen van de plint wordt er een afdichtingsstrip (zwellband) aangebracht tussen de plint en het sokkelprofiel (zie afbeelding 95).

Wanneer het sokkelprofiel mechanisch in de ondergrond bevestigd wordt met behulp van schroeven of nagels en pluggen, is het belangrijk om het door de fabrikant voorgeschreven aantal verankeringen na te leven.

Tussen de profielen moet er een afstand van ongeveer 3 mm gelaten worden om hun thermische uitzetting toe te laten. Daarnaast moet men een aantal verbindingstukken aanbrengen ter hoogte van hun aansluitingen om de profielen in hetzelfde vlak te houden. Ten slotte wordt er een zwelband aangebracht om de afdichting tussen de verschillende onderdelen van het sokkelprofiel te verzekeren.

Meestal worden de sokkelprofielen horizontaal geplaatst, net zoals de plinten. Wanneer het afgewerkte grondpeil of de buitenvloerbedekking in een helling langsheen de gevel loopt, is er volgens ons geen enkel bezwaar om de profielen met een helling te plaatsen (evenwijdig met het grondpeil) of om het gebruik van horizontale en verticale profielen te combineren. Het risico op scheurvorming kan in dit geval beperkt worden door een wapeningsweefsel (zie § 6.7.3.3, p. 97) te voorzien en de nodige maatregelen te nemen voor de plaatsing van de isolatie (zie § 6.6.2, p. 82).



Afb. 95 Plaatsing van een zwelband op de plint.



Afb. 96 Horizontale en hellende muurvoet.



Afb. 97 Hellende muurvoet.



Afb. 98 Trapvormige muurvoet.



Afb. 99 Plaatsing die afgestemd is op de verspringende verticale voegen van platen met aangepaste dimensionale toleranties.

## 6.6.2 BEVESTIGING VAN DE ISOLATIEPLATEN

De isolatieplaten worden aan de ondergrond bevestigd en/of verlijmd in overeenstemming met de hierna beschreven principes. De versnijding van de isolatieplaten gebeurt met een zaag of door gebruik te maken van een verwarmde draad in het geval van platen uit geëxpandeerd polystyreen (EPS). Het versnijden van dikke isolatieplaten kan zeer arbeidsintensief zijn als men niet beschikt over een toestel met een verwarmde draad.

### 6.6.2.1 Basisprincipes voor de plaatsing

De isolatieplaten moeten een vlakke ondergrond vormen zodat men de bepleistering in de voorgeschreven dikte kan uitvoeren en op een egale manier kan aanbrengen, teneinde de geometrische toleranties en de algemeen aanvaarde uitzichtscriteria na te leven.

Men moet eveneens rekening houden met een aantal aandachtspunten om het risico op scheurvorming in de bepleistering en waterinfiltraties ter hoogte van de detailleringen te vermijden.

Zo moeten **niveaoverschillen en open voegen tussen de isolatieplaten zoveel mogelijk vermeden worden** (zie tabel 21, p. 99, en afbeelding 99). Indien deze toch zouden voorkomen (bv. vanwege minder strenge dimensionale toleranties op de lengte en de breedte van de isolatie), moeten deze bij voorkeur opgevuld worden met isolatiemateriaal of met PU-schuim (voegopening kleiner dan 5 mm), in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant.

De isolatieplaten moeten op de ondergrond geplaatst worden met verspringende verticale voegen (zie afbeelding 101, p. 83). Als de ondergrond heterogeniteiten ver-

toont (bv. betonnen latei in baksteenmetselwerk), mogen de voegen tussen de isolatieplaten niet samenvallen met de overgangsvoegen tussen de verschillende materialen. Verder dient men ter hoogte van de gebouwhoeken een **vertanding (plaatsing met verspringende voegen)** te voorzien (zie afbeeldingen 102 en 103, p. 83).

Bovendien mogen de voegen tussen de platen zich niet in zones met een spanningsconcentratie bevinden, om het risico op scheurvorming te verminderen. In deze zones moet de isolatie uit één stuk bestaan dat eventueel vooraf op maat versneden werd. Het naast elkaar plaatsen van isolatieplaten kan beter vermeden worden op de volgende plaatsen:

- ter hoogte van de hoeken zowel boven- als onderaan van de dagopening (hiervoor moet men een aangepaste versnijding voorzien; zie afbeelding 104, p. 84, evenals de afbeeldingen 107 en 109, p. 85)
- aan de aansluiting tussen twee profielen (bv. startprofiel) (hiervoor moet men een isolatieplaat uit één stuk voorzien, zie afbeelding 105, p. 84)
- aan de 'treden' van een trapvormige muurvoet (hiervoor moet men een aangepaste versnijding voorzien, zie afbeelding 106, p. 84).

Men dient een **afdichtingsstrip** (zwellband of voegvulling) aan te brengen ter hoogte van alle aansluitingen tussen de isolatieplaten en de verschillende materialen, vooral:

- aan de aansluiting tussen de isolatie en de raam- en deurkozijnen (zie afbeeldingen 110, p. 85, en 112, p. 86)
- rondom de vensterbanken (zie afbeelding 108, p. 85)
- rondom doorboringen in de isolatie (bevestiging en doorboring door een regenwaterafvoer ...) (zie afbeelding 111, p. 86).

Bij de plaatsing van de isolatie dient men erop toe te zien dat de zwelband correct samengedrukt wordt (zie afbeeldingen 108, p. 85, en 112, p. 86).



Afb. 100 Plaatsing van de eerste isolatieplaat in het sokkelprofiel.



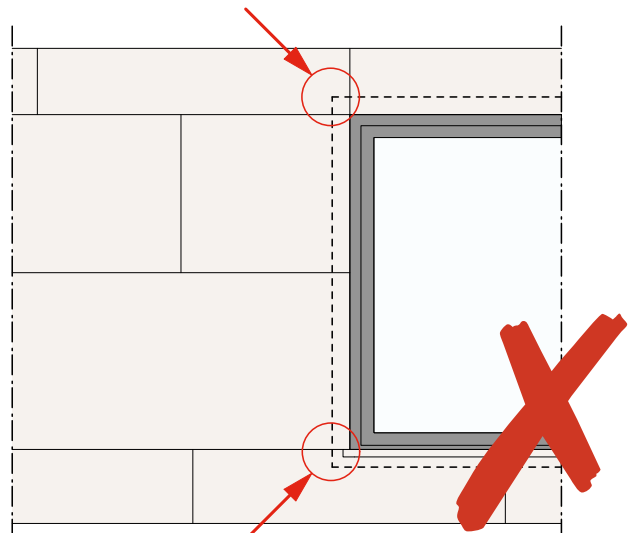
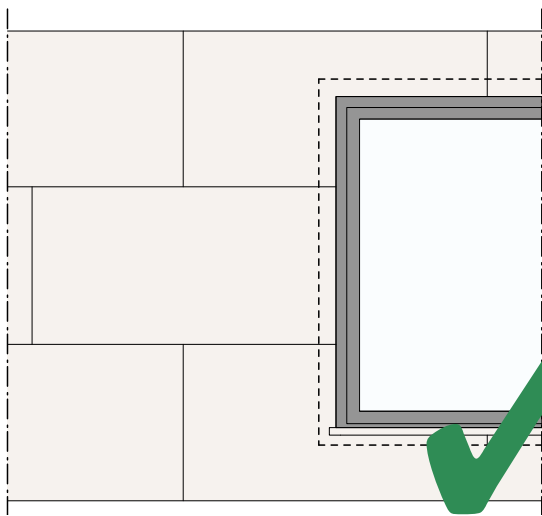
Afb. 101 Plaatsing van isolatieplaten met verspringende verticale voegen.



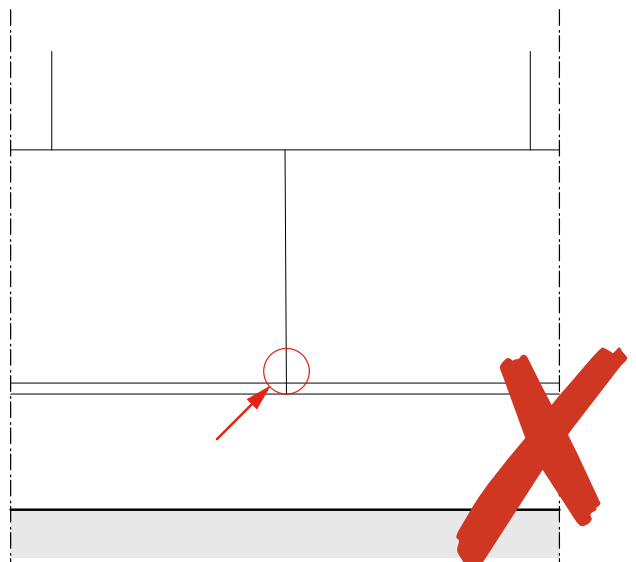
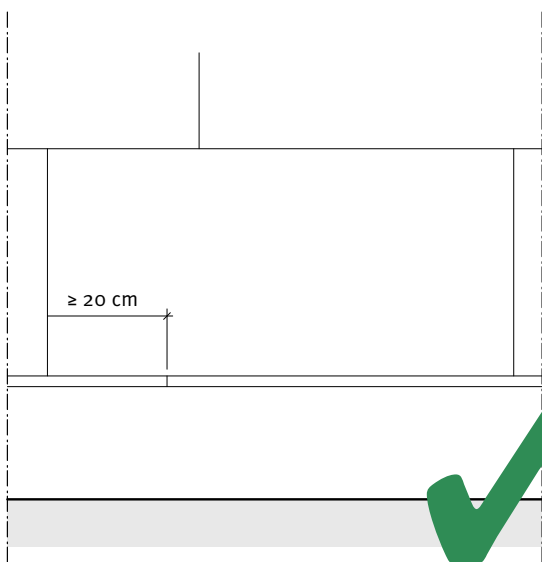
Afb. 102 Vertanding ter hoogte van de dagkant van het raam.



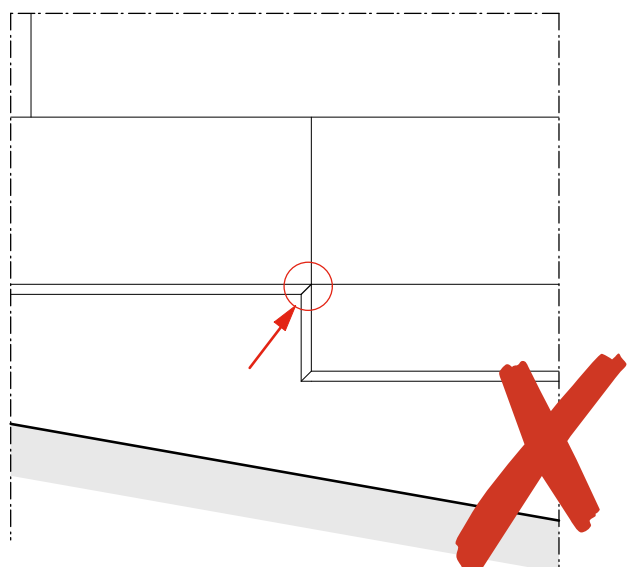
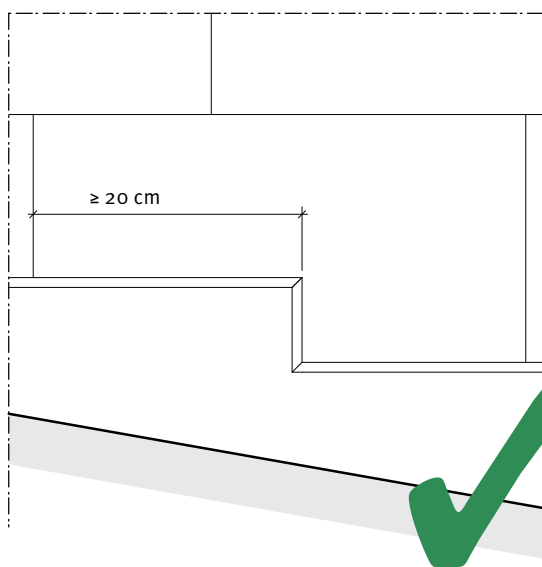
Afb. 103 Vertanding ter hoogte van de gebouwhoeken.



Afb. 104 Plaatsing van een isolatieplaat uit één stuk in de hoeken van de dagopening om het risico op scheurvorming te beperken.



Afb. 105 Afwezigheid van een voeg tussen de isolatieplaten aan de aansluiting met de sokkelprofielen.



Afb. 106 Plaatsing van een isolatieplaat uit één stuk aan de aansluiting van de profielen ter hoogte van een 'trede' van een trapvormige muurvoet.



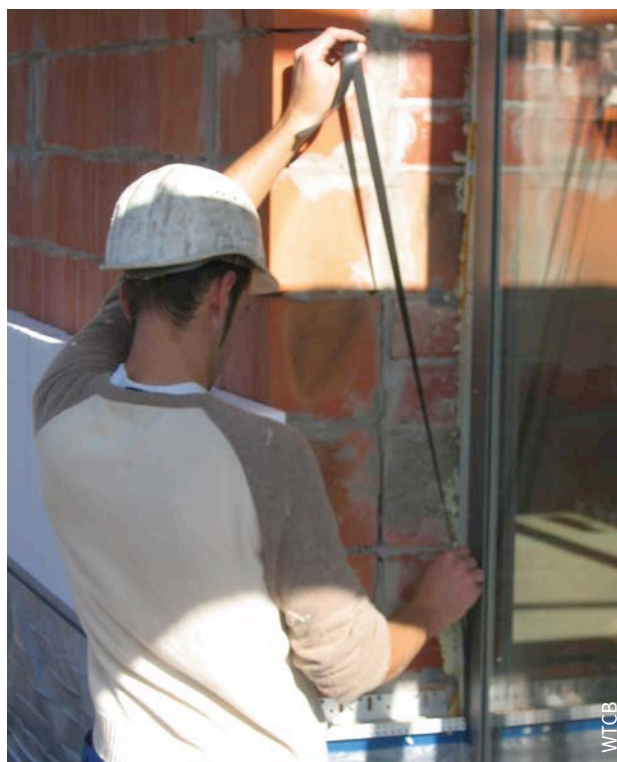
Afb. 107 Aangepast versnijding vóór de plaatsing van de plaat in de hoek van een dagopening.



Afb. 108 Plaatsing van een zwelband rondom een vensterbank (demonstratie-opstelling, het kader en de druiplijst zijn niet afgebeeld).



Afb. 109 Plaatsing van een vooraf versneden plaat uit één stuk in de hoek van een dagopening.



Afb. 110 Plaatsing van een zwelband (rugvulling) aan de aansluiting tussen de isolatieplaat en het raamkozijn.



Afb. 111 Plaatsing van een zwelband (rugvulling) aan de aansluiting tussen de isolatieplaat en de doorboring van het ETICS.



Afb. 112 Plaatsing van de isolatie tegen de zwelband met het oog op de samendrukking ervan.

### 6.6.2.2 Plaatsing door verlijming

#### 6.6.2.2.1 Algemene aanbevelingen

Het is belangrijk om de gebruiksvorschriften van de lijm na te leven, vooral op het gebied van:

- de eigenschappen en de voorbereiding van de ondergrond (eventuele voorbehandeling) (zie hoofdstuk 4, p. 43, § 6.5.1, p. 78, en § 6.6.2.5, p. 92)
- de vervaldatum
- de opslag van het product op een droge en vorstvrije plaats
- de klimatologische omstandigheden tijdens de uitvoering van de werken
- de homogenisering van de gebruiksklare producten
- het naleven van de mengverhoudingen
- het respecteren van de meng- en uithardingstijd (rusttijd) en de praktische gebruiksduur
- het aanbrengen van de lijm over minstens 40 % van het oppervlak, met een lijnstrook langsheen de omtrek van het plaatsingsoppervlak van het isolatiemateriaal
- de open tijd.

Wanneer de lijm op het plaatoppervlak is aangebracht, moet men de plaat onmiddellijk tegen de ondergrond aandrukken om een goede lijmoverdracht naar de ondergrond te verzekeren. Men moet erover waken dat de lijmrillen, -noppen en -stroken bij de plaatsing op de ondergrond correct aangedrukt worden en dat het effectieve verlijmingsoppervlak gecontroleerd wordt.

Zodra er een aantal aangrenzende isolatieplaten geplaatst zijn, moeten deze aangedrukt worden met een lange rei vóór de uitharding van de lijm. Op deze manier kan men niveauverschillen tussen de platen vermijden (zie afbeelding 2, p. 7) en kan men ervoor zorgen dat de isolatieplaten in hetzelfde vlak komen te liggen. Verder dient men erop toe te zien dat er geen kleefmortel terecht komt in de voegen tussen de isolatieplaten en in zones met vertandingen.

Indien nodig, kunnen er bijkomende mechanische verankeringen voorzien worden om de definitieve bevestiging van de platen te verzekeren.

#### 6.6.2.2.2 Aanbevelingen in functie van de lijmsort

De specifieke aanbevelingen voor iedere lijmsort worden hieronder toegelicht.

#### ■ Mortellijmen

Het poeder wordt in de juiste verhouding toegevoegd aan de vloeistof en het geheel wordt vervolgens gemengd met een aangepaste mixer. De eventuele rijpingstijd die de fabrikant opgeeft, moet nageleefd worden voordat het geheel opnieuw gemengd wordt met een truweel en de mortellijm aangebracht wordt op de rugzijde van de plaat.



De dosering is zeer belangrijk (bv. de hoeveelheid aanmaakwater), aangezien deze een invloed heeft op de eigenschappen van het plaatsingsproduct. Het is dus van cruciaal belang om de instructies van de fabrikant omtrent de aanmaak van het mengsel en het gebruik ervan (doseringen, mengtijd, rusttijd, open tijd, praktische gebruiksduur ...) nauwgezet op te volgen.

Er zijn twee uitvoeringstechnieken mogelijk in functie van de geometrische afwijkingen van de ondergrond: de volledige verlijming en de gedeeltelijke verlijming in stroken of noppen (met een doorlopende lijmstrook op de omtrek van de platen). Bij de eerste techniek (volledige verlijming) wordt de lijm eerst in een ononderbroken laag aangebracht en aangedrukt op de isolatieplaat met behulp van een gladde lijmspatel. De lijm wordt vervolgens onmiddellijk gekamd met een getande lijmspatel (meestal met een vertanding van  $15 \times 15$  mm; volgens de aanbevelingen van de fabrikant) onder een hoek van  $45$  tot  $60^\circ$ , en met een truweel wordt er mortellijm toegevoegd, zodat men lijmrillen bekomt met een regelmatige en een aangepaste dikte. Bij de tweede techniek (gedeeltelijke verlijming) wordt er met een truweel een doorlopende strook mortellijm aangebracht op de omtrek van de isolatieplaat, en de lijm moet, in de zo gevormde rechthoek, verdeeld worden in stroken (ten minste twee lijmstroken, hetzij op één derde van de lengte van de plaat, hetzij in een W-vorm) of in noppen (minimaal drie).

Na het aanbrengen van de mortellijm en vóór het verstrijken van de open tijd, moet de isolatieplaat stevig tegen de ondergrond aangedrukt worden en kan men zijn positionering aanpassen om een vlak oppervlak te verkrijgen en niveauverschillen tussen de platen te beperken. De uitharding en droging nemen 2 tot 5 dagen in beslag, in functie van de verlijmde materialen (ondergrond en isolatieplaten), de dikte van de aangebrachte lijmlaag en de klimatologische omstandigheden.

#### ■ PU-lijmschuimen

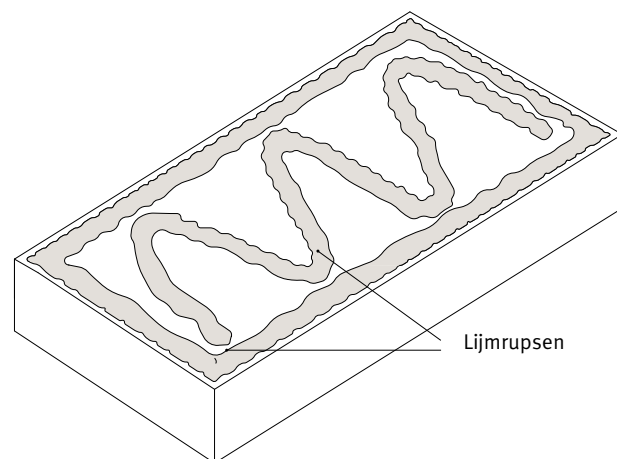
Door een pistool te gebruiken voor het aanbrengen van de PU-lijmschuimen, kan men het debiet regelen. Hierdoor bekomt men een lijmrups met een welbepaalde diameter (bv. 30 mm). Deze techniek maakt gebruik van strookverlijming: de lijmrups wordt ononderbroken aangebracht op de omtrek van de isolatieplaat (op ongeveer 30 mm van de randen) en de rechthoek die zo gevormd wordt, vult men op met zigzaggende lijmrupsen zodat men een verlijmingsoppervlak van ten minste 40% verkrijgt (zie afbeeldingen 113 en 114). Wanneer de lijmrupsen aangebracht zijn op de rugzijde van de plaat, moet er een korte wachttijd in acht genomen worden (ongeveer een minuut). De open tijd van de lijm (maximaal 7 tot 8 minuten om te vermijden dat er een huid op de lijm ontstaat) moet hierbij steeds nageleefd worden.

De plaat moet vervolgens stevig aangedrukt worden tegen de ondergrond gedurende 30 tot 60 seconden, zodat het lijmschuim platgedrukt en verspreid wordt over minstens 40 %

van het oppervlak. De lijmlaag mag niet dikker zijn dan 10 mm. Men moet rekening houden met een minimale wachttijd van ongeveer 1 tot 2 uur voordat de isolatieplaat bewerkt mag worden (bv. schuren). Deze wachttijden kunnen variëren naargelang van de klimatologische omstandigheden (korter bij warm en/of vochtig weer en langer bij koud en/of droog weer).

#### ■ Dispersielijmen

Dispersielijmen zijn gebruiksklaar maar vereisen een homogenisering vóór gebruik. Ze worden aangebracht met behulp van een getande of gekartelde lijmspatel (meestal met een vertanding van  $4 \times 4$  mm of  $8 \times 8$  mm, in functie van de ruwheid van het oppervlak) over het volledige oppervlak van de isolatieplaat (techniek van volledige verlijming). Aangezien de open tijd relatief beperkt is, moet de isolatieplaat meteen op de ondergrond verlijmd worden na het aanbrengen van de lijm. De droogtijd bedraagt 2 tot 3 dagen in functie van de verlijmde materialen (ondergrond en isolatieplaten), de dikte van de lijmlaag en de klimatologische omstandigheden.



Afb. 113 PU-lijmschuim dat aangebracht wordt op een isolatieplaat.



Afb. 114 PU-lijmschuim dat met een pistool wordt aangebracht op een isolatieplaat.

### 6.6.2.2.3 *Minimaal verlijmingsoppervlak*

Het effectieve verlijmingsoppervlak moet minimaal 40 % bedragen. Onder 'effectief' verstaan we het verlijmd oppervlak na het aandrukken van de plaat tegen de ondergrond en de verspreiding van de lijm over de twee verlijmden zijden. In de praktijk kan men het effectieve verlijmingsoppervlak controleren door een plaat die net geplaatst werd terug los te trekken en de twee verlijmden zijden aan een visueel onderzoek te onderwerpen.

Daarnaast moet men erover waken dat de randen van het plaatsingsoppervlak van de platen volledig met lijm ingestreken zijn, om mogelijke vervormingen te vermijden. De zijranden van de isolatieplaten mogen niet verlijmd worden als de lijm niet geschikt is voor deze toepassing. Dit zou namelijk kunnen leiden tot de vorming van koudebruggen. Daarom moet men de kleefmortel steeds op een bepaalde afstand van de plaatrand aanbrengen (meestal 20 mm).

Isolatiematerialen met een trekweerstand kleiner dan  $0,08 \text{ N/mm}^2$  ( $< 80 \text{ kPa}$ , zoals bv. platen uit minerale wol) zijn niet geschikt om uitsluitend door verlijming bevestigd te worden. In dit geval is het noodzakelijk om over te gaan tot een mechanische bevestiging met hechtpluggen.

### 6.6.2.2.4 *Samenvatting van de verlijmingstechnieken*

Tabel 19 (p. 89) geeft een samenvatting van de verschillende verlijmingstechnieken. Voor meer informatie over de toepasbaarheid van deze technieken in functie van de maatafwijkingen van de ondergrond, verwijzen we naar § 4.4 (p. 48).

## 6.6.2.3 'Vastgezet/geplugd' bevestigingssysteem

De plaatsing van de bevestigingen moet gebeuren in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant.

### 6.6.2.3.1 *Keuze van de bevestigingen*

Het type (slagplug of schroefplug) en de eigenschappen van de schotelbevestigingen (lengte van de plug, diameter van de schotel ...), evenals de plaatsingswijze (gelijkliggende of verzonken plaatsing of plaatsing bovenop de wapening) worden gekozen in functie van de voorschriften van de fabrikant, de bouwplaatsgegevens en de dimensionering onder windbelasting (uitgevoerd door de ontwerper). De keuzecriteria (zie § 2.4.2, p. 20) zijn gebaseerd op de aard en de morfologie van de ondergrond, de dikte en de aard van het isolatiemateriaal, de positionering van de bevestigingen ten opzichte van de plaat, de windbelastingen en het type afwerking. Als er twijfel bestaat over de weerstand van de ondergrond, vooral bij bepaalde renovatiewerken of als ondergrond niet gekend is of afwijkt van de in het laboratorium gebruikte ondergrond voor de beoordeling van de bevestiging (aard en/of geometrie), moet men zich informeren bij

de fabrikant. Het kan noodzakelijk blijken om de trekweerstand van de bevestigingen ter plaatste te controleren (zie bijlage D van de ETAG 014 [E4]). We willen erop wijzen dat de tussenlagen (bepleistering of egalisatielagen) niet beschouwd worden als een deel van de ondergrond.

### 6.6.2.3.2 *Het beperken van koudebruggen*

Het is belangrijk om de koudebruggen te vermijden, niet alleen om de thermische verliezen te beperken maar ook om het risico te verkleinen dat de bevestigingselementen zich aftekenen doorheen de bepleistering (uitzichtsverschil ter hoogte van de bevestigingen door afwijkingen in het bevochtigings- en drogingsproces op bepaalde plaatsen in het systeem). De methode van de verzonken plaatsing waarbij de schotel volledig ingewerkt wordt in de isolatielaag (die minimaal 80 mm dik is), kan een oplossing bieden voor dit probleem (zie § 2.4.2.3, p. 22). In dit geval moet men isolerende sluitringen (bv. EPS of MW) gebruiken met dezelfde diameter als de schotel om de bevestiging te isoleren.

### 6.6.2.3.3 *Aantal bevestigingen*

Het aantal bevestigingen is afhankelijk van de windbelasting, de windweerstand van het systeem (isolatiemateriaal, ondergrond, bevestigingen) en hun positionering (aan het oppervlak of in de voegen tussen de isolatieplaten). We verwijzen naar § 3.4 (p. 36), voor meer informatie over het dimensioneringsprincipe.

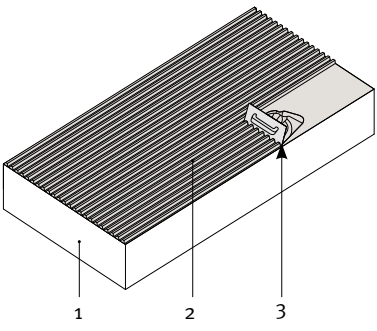
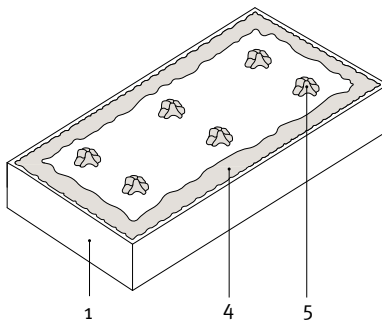
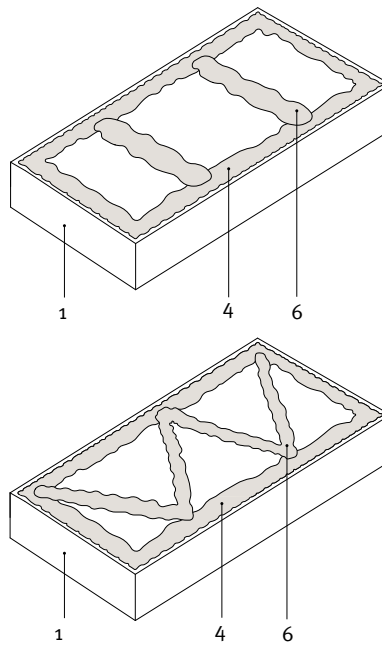
De schotelbevestigingen die geplaatst worden ter hoogte van de aansluiting tussen de platen, vertonen een lagere doortreksterkte in vergelijking met deze die geplaatst worden aan het plaatoppervlak. Voor rechthoekige platen (meestal met een oppervlakte van  $0,5 \text{ m}^2$ ) moeten er minimaal twee bevestigingen per plaat gebruikt worden, zijnde minimaal vier bevestigingen per vierkante meter (platen van  $50 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$  of  $62,5 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$ ), zodat de bevestigingen verdeeld worden over het oppervlak.

Indien de bevestigingen uitsluitend dienen om de isolatie op zijn plaats te houden tijdens het uitharden van de lijm, is het aan te raden om minimaal één bevestiging per plaat te voorzien. Deze bijkomende bevestigingen worden niet in aanmerking genomen bij de beoordeling van de weerstand tegen windbelasting.

### 6.6.2.3.4 *Plaatsingsplan*

Wanneer men opteert voor de plaatsing met behulp van mechanische schotelbevestigingen, dient er vóór de aanvang van de werken een plaatsingsplan opgesteld te worden dat rekening houdt met de windbelasting. De bevestigingen moeten op een uniforme manier verdeeld worden over het oppervlak. In Bijlage D (p. 141) kan u een overzicht terugvinden van de diverse mogelijke plaatsingsplannen.

Tabel 19 Samenvatting van de verlijmingstechnieken.

Techniek	Volledige verlijming	Partiële verlijming	
		Lijmnoppen	Lijmstroken
Omschrijving	Het verlijmingsproduct wordt aangebracht op het volledige oppervlak van de isolatieplaat met behulp van een aangepaste getande lijmspatel (meestal met een vertanding van 15 × 15 mm voor mortellijmen en van 4 × 4 tot 8 × 8 mm voor dispersielijmen).	De kleefmortel wordt aangebracht op de omtrek van de isolatieplaat en er worden een aantal lijmnoppen verdeeld over het plaatoppervlak.	Het verlijmingsproduct wordt aangebracht in doorlopende stroken op de omtrek van de isolatieplaat en in stroken verdeeld over het binnenoppervlak (bv. twee stroken die elk op één derde van de lengte van de isolatieplaat aangebracht worden of in een W-vorm).
Voorstelling	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Isolatieplaat</li> <li>2. Lijm</li> <li>3. Getande lijmspatel</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Isolatieplaat</li> <li>4. Lijmstrook op de omtrek</li> <li>5. Lijmnoppen</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Isolatieplaat</li> <li>4. Lijmstrook op de omtrek</li> <li>6. Lijmstroken</li> </ol>

1. Isolatieplaat
2. Lijm
3. Getande lijmspatel
4. Lijmstrook op de omtrek
5. Lijmnoppen
6. Lijmstroken

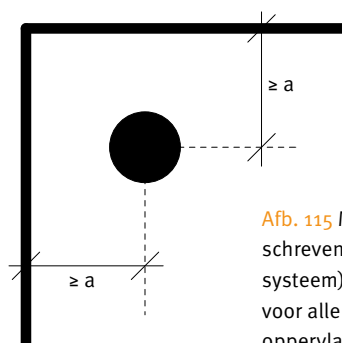
Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen de bevestigingen die geplaatst worden in de voegen tussen de isolatieplaten en diegenen die geplaatst worden aan het plaatoppervlak. In het laatste geval moeten de bevestigingen ter hoogte van de plaatomtrek zich op een minimale afstand 'a' (zie afbeelding 115) van de plaatrand bevinden, die voorgeschreven wordt door de fabrikant van het systeem (meestal 100 mm).

Het plaatsingsplan dat aangepast is aan het soort bevestiging wordt opgesteld op basis van de bovengenoemde gegevens en moet nageleefd worden (zie § 2.4.2.4, p. 22). De positionering van de schotelpluggen moet samenvallen met deze van de lijmnoppen of -stroken. De minimale afstanden tussen de bevestigingen, maar ook tussen de bevestigingen en de plaatrand moeten gerespecteerd worden.

6.6.2.3.5 Plaatsing van de bevestigingen

De plaatsing van de bevestigingen gebeurt na het uitharden van de lijm (tenzij de bevestiging alleen dient om de isolatie-

plaat op zijn plaats te houden tijdens de uitharding van de lijm, zie § 6.6.2.2, p. 86). De diameter en boordiepte moeten overeenstemmen met de aanbevelingen van de fabrikant. Klopboren is in principe niet toegestaan in metselwerk en cellenbeton tenzij dit expliciet vermeld wordt, aangezien dit de ondergrond kan verzwakken en bijgevolg ook de treksterkte van de bevestiging. Wanneer men opteert voor deze techniek, zal men een aangepaste bevestigingsplug moeten gebruiken die aangebracht wordt in de opening.



Afb. 115 Minimale afstand 'a' (voorgeschreven door de fabrikant van het systeem) die nageleefd moet worden voor alle bevestigingen aan het oppervlak.

Ongeacht of het gaat om een slag- of schroefplug, mag de bevestiging bij een plaatsing van de isolatie gelijkliggend met de muur, niet te diep ingewerkt worden in het oppervlak. De bevestiging moet zich evenwel voldoende diep in het oppervlak bevinden zodat het buitenvlak van de schotel samenvalt met het buitenvlak van de isolatie. Als men deze aanbeveling opvolgt, zullen de schotels in staat zijn om hun mechanische functie te vervullen en kan men ervoor zorgen dat het grondpleister niet dikker of dunner is op sommige plaatsen. Door de afwezigheid van variabele dikten worden de plaatselijke vlakheidsverschillen kleiner, alsook het risico op scheurvorming of de aftekening van de bevestigingen. Het geheel kan afgewerkt worden met de plaatsing van een isolatiedop (zie afbeelding 117 en afbeelding 119, p. 91).

Bij een plaatsing verzonken in de isolatie, wordt de schroefmachine uitgerust met een speciaal hulpstuk dat voorzien is

van een aanslagplaat en een boorijzer. Door het gebruik van dergelijk gereedschap kan men ervoor zorgen dat de schotel op de juiste diepte in de isolatie komt te zitten. Tijdens de montage wordt een cilindervormig stukje isolatie onder de schotel losgemaakt. Dit stukje wordt nadien samengedrukt tijdens het aanschroeven van de bevestiging (en dus niet verwijderd). Ten slotte wordt er een isolerende sluitring aangebracht in de gemaakte uitsparing om de schotel af te dekken (zie afbeelding 116 en afbeelding 118, p. 91).

De afbeeldingen 116 tot 119 (p. 90 tot p. 91) tonen de plaatsingsmethoden voor schotelpluggen die gelijkliggend met of verzonken in de isolatie aangebracht worden.

Deze aanbevelingen zijn eveneens toepasbaar voor de plaatsing van bevestigingen bovenop de wapening. Het enige verschil is dat de bevestigingen aangebracht moeten worden



EJOT



EJOT

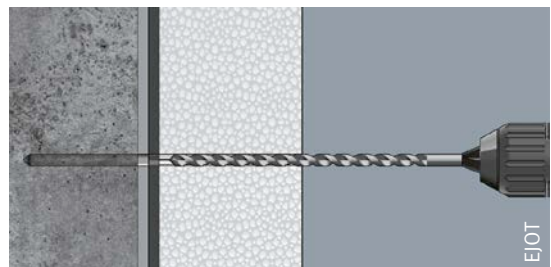


EJOT

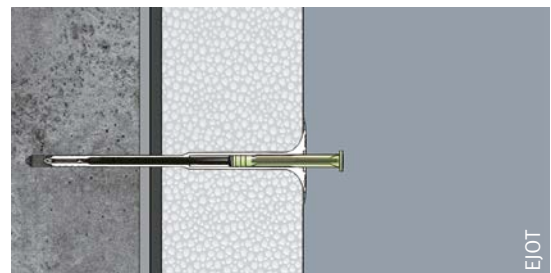


EJOT

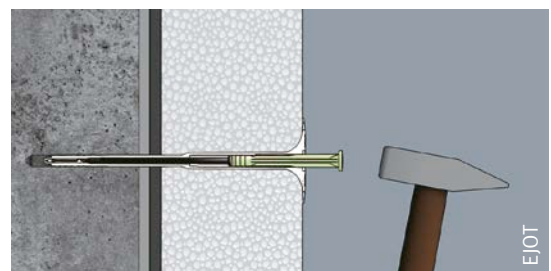
Afb. 116 Plaatsing van een bevestiging verzonken in de isolatie.



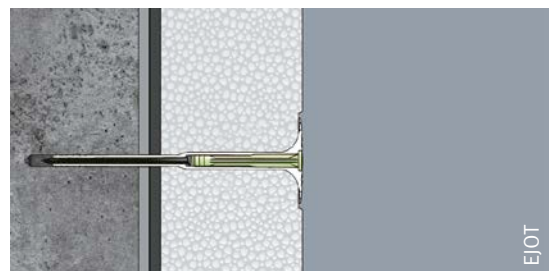
EJOT



EJOT

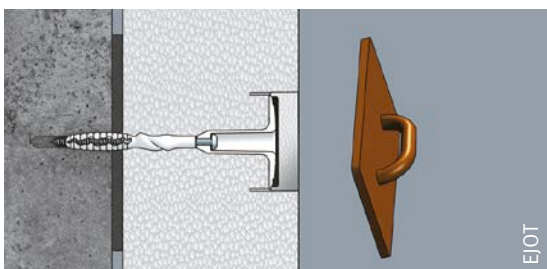
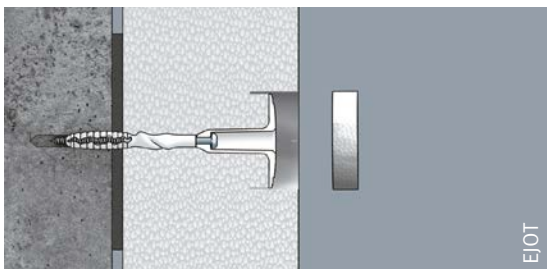
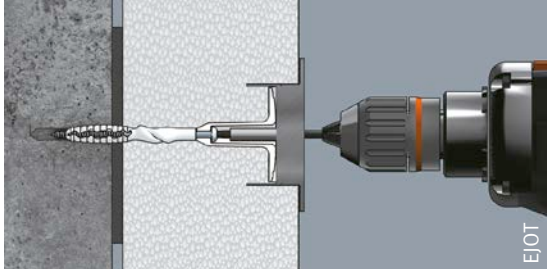
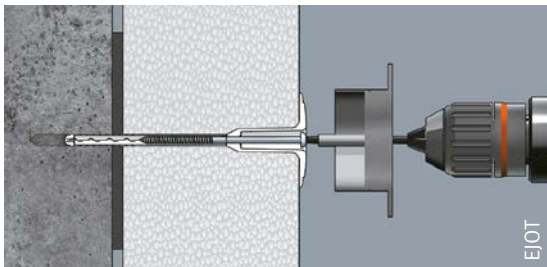
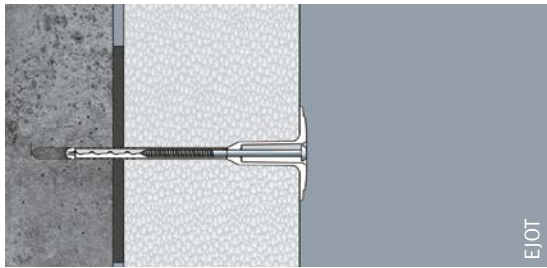
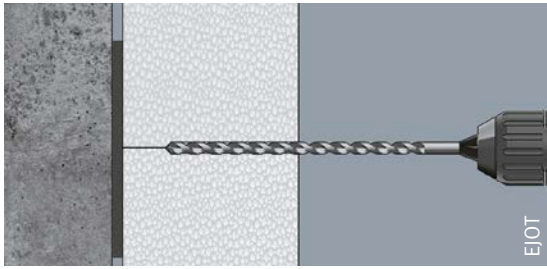


EJOT

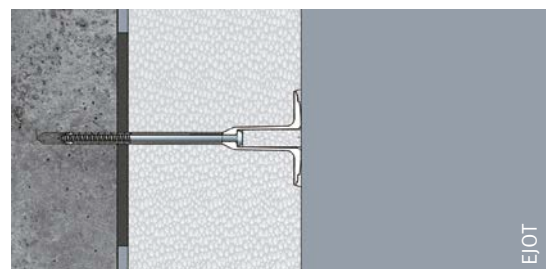
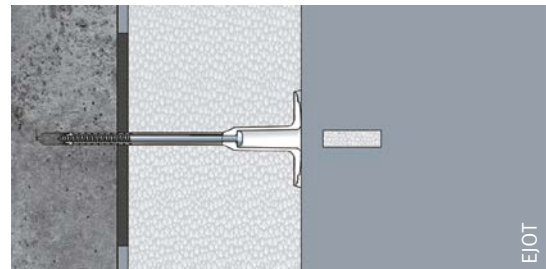
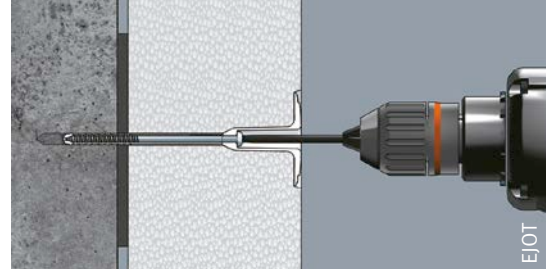
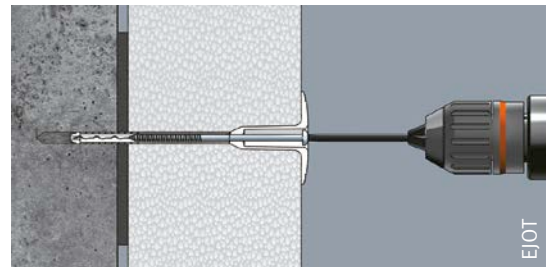
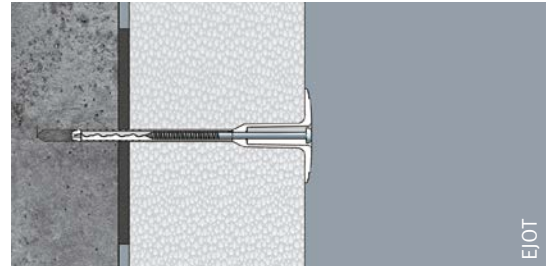
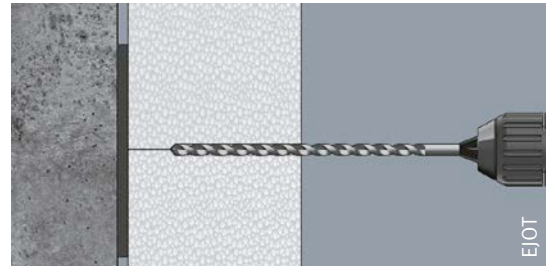


EJOT

Afb. 117 Plaatsing van een slagschotelplug (stalen nagel met een kunststof slagpin) gelijkliggend met de isolatie.



Afb. 118 Verzonken plaatsing van een schroefschotelplug (stalen schroef).



Afb. 119 Plaatsing van een schroefschotelplug gelijkliggend met de isolatie (stalen schroef).

wanneer de wapening ingebed wordt in de eerste laag van het nog verse grondpleister.

#### 6.6.2.4 Plaatsing met rails

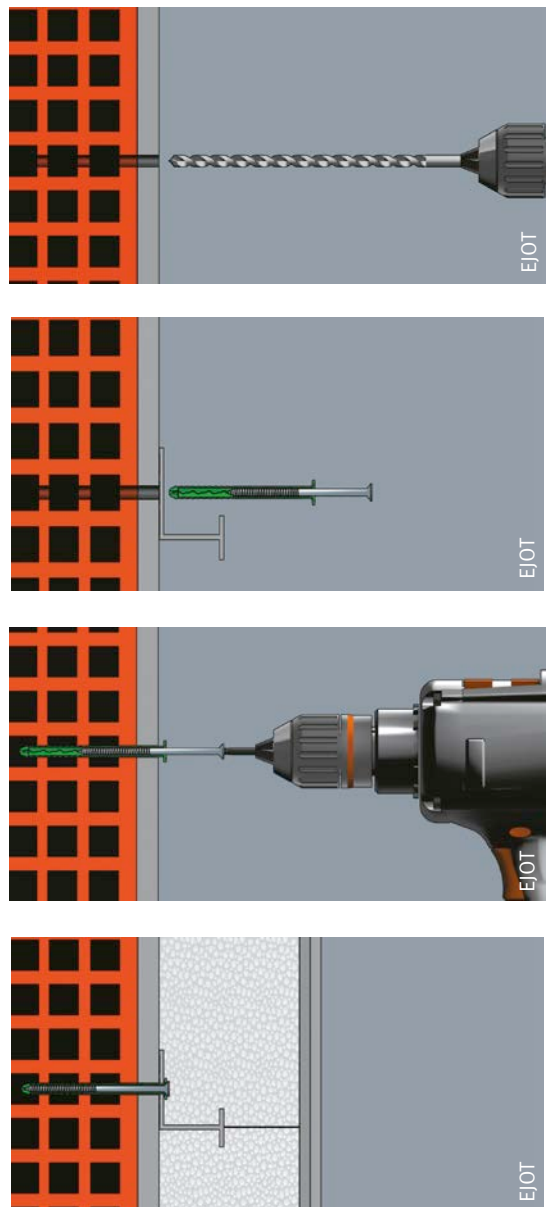
De plaatsing moet uitgevoerd worden volgens de voorschriften van de fabrikant en met behulp van de volgende onderdelen: startprofielen en tussenprofielen (horizontale rails), verstevigings- of houderprofielen, geschikte bevestigingspluggen en gegroefde isolatieplaten die bestemd zijn voor dit gebruik.

Het type (slag- of schroefplug) en de eigenschappen van de bevestigingspluggen (o.a. lengte) worden gekozen in functie van de voorschriften van de fabrikant, de bouwplaatsgegevens en de dimensionering onder windbelasting (uitgevoerd door de ontwerper). De keuzecriteria (zie § 2.4.2, p. 20) zijn gebaseerd op de aard en de morfologie van de ondergrond en op de windbelasting. Als er twijfel bestaat over de weerstand van de ondergrond, vooral bij bepaalde renovatiewerken of wanneer ondergrond niet gekend is, moet men informatie inwinnen bij de fabrikant. Daarnaast kunnen er trekproeven uitgevoerd worden (zie bijlage D van de ETAG 014 [E4]). Op basis van deze gegevens wordt er een plaatsingsplan opgesteld dat gevolgd zal moeten worden.

De horizontale rails (inclusief het startprofiel) worden aan de ondergrond bevestigd met de voorgeschreven (slag- of schroef-) pluggen, die doorgaans om de 30 cm aangebracht worden. De boordiameter en boordiepte moeten overeenstemmen met de aanbevelingen van de fabrikant. De tussenlagen (bepleistering of egalisatielagen) worden niet beschouwd als een deel van de ondergrond. Klopboeren is in principe niet toegestaan in metselwerk en cellenbeton, tenzij dit expliciet vermeld wordt, aangezien dit de ondergrond kan verzwakken en bijgevolg ook de treksterkte van de bevestiging. Wanneer men opteert voor deze techniek, moet men een aangepaste bevestigingsplug aanbrengen in de opening doorheen het lijf van het profiel.

De gegroefde isolatieplaten worden met verspringende voegen op de onderste rail geplaatst, die vooraf vastgeplugd werd. De groeven aan de achterzijde van plaat die de dikte van het profiel moeten opvangen, moeten hierbij naar de kant van de ondergrond geplaatst worden. Daarna worden er verstevigings- of houderprofielen aangebracht in de groeven aan de zijkanten (verticaal) van de isolatieplaat. Men gaat op dezelfde manier verder voor de plaatsing van de rest van de isolatieplaten in horizontale richting. Na de plaatsing van een horizontale rij isolatieplaten, wordt de bovenste rail aangebracht in de groeven aan de bovenzijde van de isolatieplaat en wordt deze vastgeplugd.

De plaatsing kan aangevuld worden met schotelbevestigingen (bv. in het midden van de isolatieplaat om de windweerstand verbeteren) en met een verlijming (afdichten van de ruimte tussen het ETICS en de ondergrond op de omtrek van het systeem om luchtinfiltraties die nadelig zijn voor het



Afb. 120 Plaatsing van een rail of een profiel met behulp van een schroefplug (voorgemonteerde schroef).

thermische gedrag en het gedrag onder windbelasting, om de vlakheid van de ondergrond bij te regelen als men schotelbevestigingen gebruikt, om het systeem uit te lijnen).

Afbeelding 120 toont de stappen voor de plaatsing van een rail of een profiel door middel van een schroefplug (voorgemonteerde schroef).

#### 6.6.2.5 Samenvatting van de bevestigingswijzen van de isolatie op de ondergrond

Tabel 20 (p. 93) geeft een overzicht van de belangrijkste aandachtspunten die uiteengezet werden in de voorgaande paragrafen met betrekking tot de keuze van een bevestigings-

Tabel 20 Samenvatting van de belangrijkste aandachtspunten met betrekking tot de keuze van het bevestigingssysteem.

Bevestigingswijze	WIJZE 1 Verlijming $\geq 40\%$ van het oppervlak (+ eventuele mechanische bevestigingen)	WIJZE 2 Mechanisch door middel van schotelbevestigingen + verlijming ( $\geq 40\%$ van het oppervlak) (ook wel 'vastgezet-geplugd' genoemd)	WIJZE 3 Mechanisch door middel van rails uit PVC (vastgeplugd in de ondergrond) en zijdelingse verstevingen	WIJZE 4 Mechanisch bevestiging rechtstreeks aan het skelet
Isolatiemateriaal	EPS, MW van het <i>lamella</i> -type, CG, XPS, PU, ICB (als deze de nodige mechanische eigenschappen bezitten)	Alle soorten	Gegroefde EPS, gegroefde MW	Isolatieplaten die een aangepast buigingsgedrag vertonen (buigweerstand en -stijfheid)
Windweerstand	Geen theoretische beperkingen (als de ondergrond geschikt is)	Dimensionering tegen windbelasting afhankelijk van de bevestigingen, de ondergrond, het isolatiemateriaal, de gebouwhoogte ...		
Bijkomende bevestiging	Schotelbevestigingen: <ul style="list-style-type: none"> <li>eventuele steun tijdens het uitharden van de lijm <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup></li> <li>gekromde oppervlakken (afhankelijk van de kromming) <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup></li> </ul>	Systematische bijkomende verlijming: <ul style="list-style-type: none"> <li>lijmstroken op de omtrek van de plaat om verplaatsingen van het systeem in het vlak en hygrothermische vervormingen te beperken</li> <li>lijmnoppen of lijmstroken om de vlakheid van de ondergrond en de opname van het eigengewicht bij te regelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inserts om de vlakheid van de ondergrond bij te regelen</li> <li>Pluggen (+ lijmnoppen) om de windweerstand te verhogen</li> <li>Verlijming aan de omtrek van het gevelvlak</li> </ul>	–
Vlakheid van de ondergrond	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispersielijm: vlakke ondergrond</li> <li>PU-lijmschuim of volledige verlijming met mortellijm: <math>\leq 8</math> mm/2 m en niveauverschil <math>\leq 5</math> mm</li> <li>Gedeeltelijke verlijming met mortellijm: <math>\leq 15</math> mm/2 m en niveauverschil <math>\leq 10</math> mm</li> </ul>	$\leq 15$ mm/2 m en niveauverschil $\leq 10$ mm	$\leq 8$ mm/2 m en niveauverschil $\leq 5$ mm	–
Vorbereiding van de ondergrond	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afbijten van de bestaande verflagen <sup>(3)</sup></li> <li>Verwijderen van de resten van ontkistingsproducten voor ter plaatse gestort beton <sup>(3)</sup></li> <li>Droog afborstelen van uitbloeiingen <sup>(3)</sup></li> <li>Voorafgaandelijke impregneringslaag, afhankelijk van de ondergrond <sup>(3)</sup></li> </ul>	Er is geen specifieke voorbereiding nodig (laat de plaatsing op een minder gunstige ondergrond toe). Er dient nagegaan te worden of de ondergrond (aard en morfologie) geschikt is voor het toepassingsgebied van de bevestiging <sup>(2)</sup> <sup>(4)</sup> .		
Klimatologische omstandigheden tijdens de uitvoering	Beperkingen in functie van de lijm en zijn toepassingsgebied	Geen beperkingen		

<sup>(1)</sup> Bij een twijfelachtige of ongeschikte ondergrond, is een bevestiging door verlijming uitgesloten en moet men zich baseren op de eisen voor mechanische bevestiging (wijze 2 of 3).

<sup>(2)</sup> Zie ook de aanbevelingen van de fabrikant.

<sup>(3)</sup> Bij twijfel moet men de cohesie van de ondergrond en/of de hechting van de lijm aan de ondergrond controleren.

<sup>(4)</sup> Bij twijfel moet men de treksterkte van de bevestiging uit de ondergrond controleren.

systeem. Meer informatie over dit onderwerp kan men terugvinden in de goedkeuring van het systeem (ATG of ETA) en in de voorschriften van de fabrikant.

### 6.6.2.6 Afwerking van de isolatie vóór het aanbrengen van de bepleistering

Zoals reeds eerder vermeld, moeten de isolatieplaten zo dicht mogelijk tegen elkaar geplaatst worden. Wanneer het niet mogelijk is om ze goed aaneensluitend te plaatsen, moeten de eventuele open voegen tussen de platen opgevuld worden volgens de voorschriften van de fabrikant, teneinde koudebruggen en scheurvorming te vermijden. Hiervoor moet men bij voorkeur hetzelfde materiaal gebruiken als dat van de isolatieplaten of het PU-schuim (zie afbeelding 121).

Om de vlakheid van de ondergrond te verzekeren vóór het aanbrengen van de bepleistering, moeten eventuele oneffenheden op de isolatie verwijderd worden, als het isolatiemateriaal dit toelaat, door deze af te schuren (zie afbeelding 122). Niveauverschillen tussen de platen moeten vermeden worden en mogen nooit groter zijn dan de in § 7.1 (p. 103) vermelde afwijkingen (zijnde  $\frac{1}{5}$  van de dikte van het grondpleister). Bij bepaalde soorten isolatieplaten (bv. in een mal vervaardigde EPS) kan het nodig zijn om het volledige oppervlak systematisch af te schuren, teneinde de oppervlakte-huid te verwijderen die nadelig kan zijn voor de hechting van het grondpleister (zie aanbevelingen van de fabrikant).

## 6.7 UITVOERING VAN DE BEPLEISTERING

### 6.7.1 INLEIDING

Wanneer de ondergrond (isolatie) voorbereid is en als de klimatologische omstandigheden het toelaten, kan men van start gaan met de uitvoering van de bepleistering. Na de plaatsing van de isolatie, moet er een minimale wachttijd van respectievelijk 48 uur voor mortellijmen en dispersielijmen en enkele uren voor PU-lijschuimen in acht worden genomen. De wachttijd mag evenwel niet te lang zijn om het risico op bevochtiging van de isolatie en de ondergrond te beperken.

Het is essentieel dat de uitvoeringsinstructies voor de bepleistering opgevolgd worden, zijnde:

- het respecteren van de vervaldatum
- het bewaren van de producten op droge en vorstvrije plaats
- het in acht nemen van de klimatologische omstandigheden (zie § 6.4, p. 78), afhankelijk van de aard van de bepleistering (zie tabel 2, p. 13)
- het naleven van de voorgeschreven doseringen
- het homogeen mengen van de gebruiksklare producten
- het respecteren van de mengtijd, de rusttijd en de gebruiksduur
- het uitvoeren van een eventuele voorbehandeling (zie ATG of raadpleeg de fabrikant)
- het kiezen van de juiste profielen (zie § 2.5, p. 26).



Afb. 121 Opvulling van de voegen tussen de isolatieplaten met een aangepast opzwellbaar PU-schuim.



Afb. 122 Afschuren van het oppervlak van de isolatie (platen uit EPS).

Wanneer het ETICS rechtstreeks bevestigd wordt op een houtskelet (zonder draagplaten), waarvan de isolatie bestaat uit een onder druk ingeblazen materiaal tussen de isolatie van het ETICS en de binnenafwerkingsplaat, mag men, indien de isolatie van het ETICS een zwakke mechanische weerstand en een grote luchtdoorlatendheid vertoont (bv. isolatie op basis van houtvezels), de bepleistering pas aanbrengen na het inblazen van de isolatie. De isolatie van het ETICS wordt dus blootgesteld aan een verhoogd risico op bevochtiging bij slechte weersomstandigheden. Dit kan leiden tot een vermindering van de mechanische eigenschappen en een risico op biologische aantasting. Men moet dan ook een aantal beschermingsmaatregelen nemen.

### 6.7.2 OVERZICHT VAN DE UITVOERINGSFASEN

De uitvoering van de bepleistering gebeurt in verschillende fasen, die gepreciseerd worden in de volgende paragrafen en als volgt samengevat kunnen worden:

- de plaatsing van profielen en wapeningsweefsels. Deze



stap bestaat uit het op maat snijden van de profielen en de wapeningsweefsels en hun plaatsing op de isolatie, inclusief de aanmaak van het hechtings- of plaatsingsproduct (grondpleister)

- **het aanbrengen van het gewapende grondpleister.** Deze fase bestaat uit de aanmaak en de uitvoering van het grondpleister, waarin het algemene wapeningsweefsel ingebed wordt
- **het aanbrengen van de afwerking.** Deze stap bestaat uit het schuren en/of bevochtigen van het verharde grondpleister (indien nodig), het aanbrengen van een voorstrijklaag (in bepaalde gevallen), de aanmaak en de uitvoering van het afwerkpleister (en van alle toebehoren als het systeem bv. hoekprofielen voorziet die ingewerkt moeten worden in de afwerking) en de eventuele nabehandelingen (bv. verflaag).

Het is belangrijk om de door de fabrikant voorgeschreven wachttijden na te leven tijdens alle uitvoeringsfasen.

Het gebruik van een aangepaste soepele voeg wordt in sommige gevallen aangeraden, maar valt buiten de normale werkzaamheden van de gevelwerker, tenzij anders vermeld in de contractuele documenten (er moet dan een specifieke post en bijkomende kosten voorzien worden).

### 6.7.3 AANBRENGEN VAN PROFIELEN EN WAPENINGSWEEFSELS

#### 6.7.3.1 Algemene principes

Deze fase bestaat uit het op maat snijden van de profielen en wapeningsweefsels en hun plaatsing op de isolatie, inclusief de aanmaak van het plaatsingsproduct (grondpleister). Een goede voorbereiding zorgt ervoor dat de uitvoeringstijd zoveel mogelijk beperkt wordt en dat de gebruiksduur van het mengsel niet overschreden wordt.

Wanneer de toebehoren op maat gesneden zijn, kan men overgaan tot de aanmaak van het hechtingsproduct (grondpleister) en tot de plaatsing. Meestal start men met de plaatsing van de profielen, waarna men overgaat tot de plaatsing van de wapeningsweefsels. Algemeen kan gesteld worden dat de plaatsingsprincipes die uiteengezet worden in de volgende paragrafen, vergelijkbaar zijn voor alle toebehoren.

Men start met het uitstrijken van het pleister rechtstreeks op de isolatie. De hoeveelheid pleister is afhankelijk van de uiteindelijke voorgeschreven dikte voor het grondpleister. Het toebehoren wordt vervolgens stevig aangedrukt in het grondpleister. Nadien wordt het grondpleister opgeschuurd om het overtollige pleister te verwijderen en een uniforme hechtingslaag te bekomen die het toebehoren bedekt.

De plaatsing van toebehoren ter hoogte van openingen en de behandeling van hun aansluiting worden geïllustreerd in de afbeeldingen 123 tot 131 (p. 95 tot 98).

#### 6.7.3.1.1 Profielen

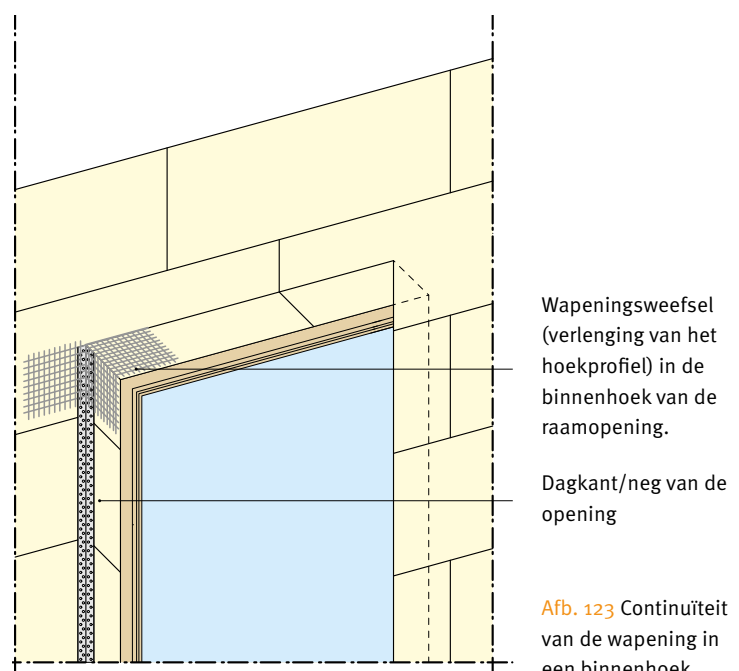
Onder toebehoren vallen de startprofielen, de hoekprofielen (bv. dagkanten en hoeken van een gebouw), de stopprofielen, de aansluitprofielen ter hoogte van de aansluiting met de andere materialen van het bouwwerk (bv. aansluiting met het schrijnwerk) en de profielen voor bewegingsvoegen (zie ook § 2.5, p. 26). Wanneer men twee profielen naast elkaar plaatst, moet men er op letten dat ze niet tegen elkaar geplaatst worden, maar dat er een afstand van ongeveer 2 tot 3 mm tussen gelaten wordt om beweging aan hun uiteinden toe te laten. Het gebruik van kleine stukken profiel moet vermeden worden. De profielen moeten over hun volledige lengte verlijmd worden met een voldoende hoeveelheid plaatsingsproduct dat gladgestreken wordt.

Wanneer men de profielen voor bewegingsvoegen aanbrengt, moet de voeg tussen de isolatieplaten vooraf opgevuld worden met een geschikt materiaal. De algemene plaatsingsprincipes zijn eveneens van toepassing voor het aanbrengen van het afwerkpleister in een aantal specifieke gevallen, waarbij de hoekprofielen niet ingewerkt worden in het grondpleister maar wel in het afwerkpleister, in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant (dikke minerale afwerkpleisters).

De stopprofielen of aansluitprofielen die de bouwonderdelen moeten beschermen, kunnen op het raamkader geplaatst worden tijdens de plaatsing van de isolatie. Ze worden ingewerkt in een hechtingslaag volgens de hiervoor vermelde principes.

#### 6.7.3.1.2 Wapeningsweefsel

Voor een betere mechanische weerstand tegen de hygrothermische belastingen, volstaat het om een bijkomende wapeningsstrook te voorzien op de plaatsen die het meest



gevoelig zijn voor scheurvorming. Deze wapeningsweefsels worden aangebracht in de zones met spanningsconcentraties zoals de hoeken van gevelopeningen, de aansluiting tussen profielen en/of doorboringen van het ETICS (bv. regenwaterafvoerleidingen).

### 6.7.3.2 Gevelopeningen

De buitenhoeken van de openingen worden voorzien van een hoekprofiel. In een aantal zeldzame gevallen wordt er een druiplijst aangebracht op het profiel dat de bovenliggende horizontale rand beschermt, om ervoor te zorgen dat de bepleistering (rand en nis) en de elementen loodrecht op de bepleistering beschermd worden tegen een mogelijke stagnatie van waterdruppels. De keuze voor deze alternatieve oplossing wordt overgelaten aan de opdrachtgever (te preciseren in de contractuele documenten).

Stop- of aansluitprofielen worden meestal aangebracht ter hoogte van de aansluiting met het schrijnwerk.

Door het gebruik van een profiel met een gelast wapeningsweefsel, wordt de continuïteit van de wapening ter hoogte van de buitenhoek automatisch verzekerd (zie afbeelding 124). Om de continuïteit ter hoogte van de binnenhoeken te verzekeren, kan men opteren voor een het aanbrengen van een bijkomend wapeningsweefsel of voor een aangepaste versnijding van het uiteinde van het profiel (zie afbeelding 123, p. 95, en de afbeeldingen 125 en 126).



Afb. 124 Plaatsing van een hoekprofiel.



Afb. 125 Plaatsing van een profiel met een versnijding van het profiel en van het gelaste wapeningsweefsel, waardoor men de continuïteit van de wapening kan verzekeren ter hoogte van de binnenhoek.

In de hoeken van de opening en loodrecht op de diagonaal van deze opening, worden er bovendien wapeningsweefsels in de vorm van stroken van ongeveer 300 × 300 mm aangebracht onder een hoek van 45° (zie afbeeldingen 127 en 128, p. 97).

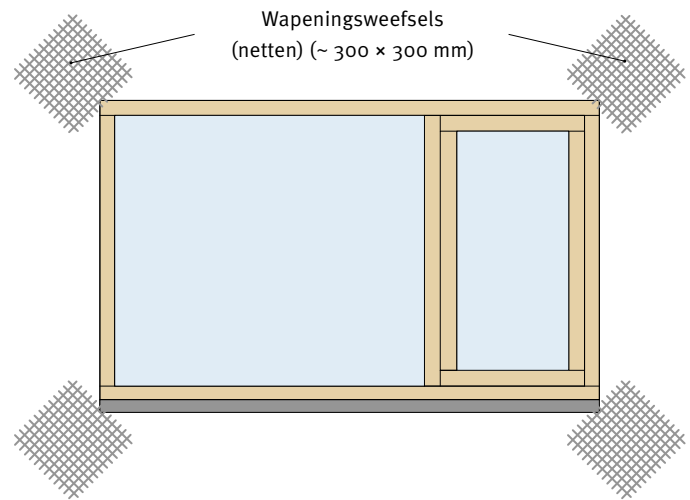
Voor deze ingrepen kan men ook een beroep doen op voorgestelde wapeningsweefsels (zie afbeelding 6, p. 12).



Afb. 126 Plaatsing van een wapeningsweefsel om de continuïteit van de wapening in de binnenhoek te verzekeren.



Afb. 127 Plaatsing van een strook wapeningsweefsel in de hoek van een opening.



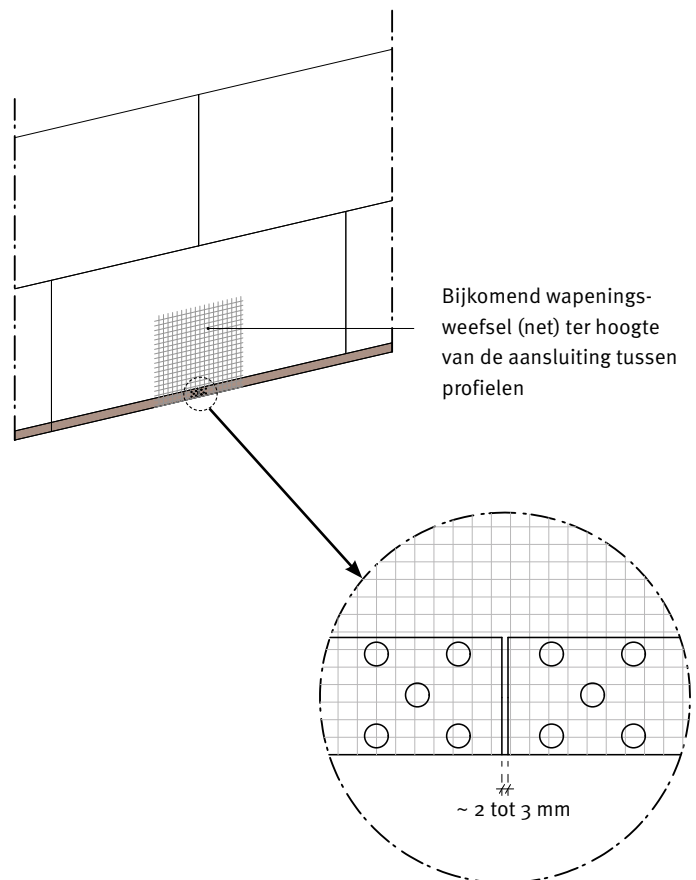
Afb. 128 Plaatsing van bijkomende wapeningsweefsels in de hoeken van raamopeningen.

### 6.7.3.3 Aansluiting tussen profielen

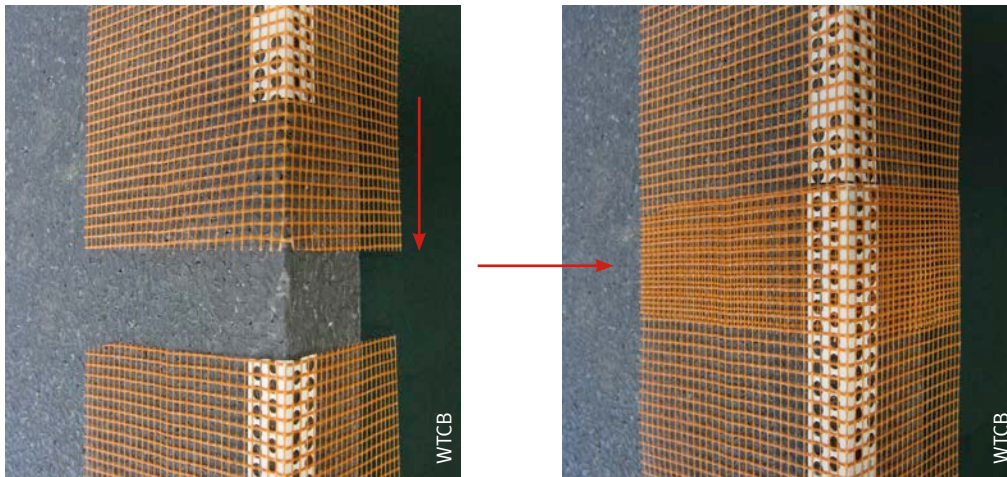
Ter hoogte van de onderbrekingen van profielen (startprofielen, hoekprofielen ...) kunnen er spanningsconcentraties ontstaan door de relatieve beweging van de naast elkaar geplaatste profielen en de bepleistering. De maatregelen die in deze paragraaf beschreven worden, zijn gericht op het beperken van het risico op scheurvorming en vooral het verderzetten van de scheuren en zijn afhankelijk van het soort profielen dat voorgeschreven wordt door de fabrikant (zie § 2.5, p. 26).

Als dit mogelijk is, moet men bij voorkeur één enkel profiel (bv. openingen waarvan de afmetingen kleiner zijn dan de lengte van een profiel) gebruiken, in plaats van reststukken naast elkaar te plaatsen. Wanneer men twee profielen wil laten aansluiten, moet men ervoor zorgen dat ze niet tegen elkaar geplaatst worden maar dat er een tussenafstand van ongeveer 2 tot 3 mm gelaten wordt, om beweging aan hun uiteinden toe te laten. Men moet 'plaatselijke' wapeningsweefsels gebruiken, meestal 300 mm x 300 mm, die op een dusdanige manier aangebracht worden dat ze de vleugels van de naast elkaar geplaatste profielen bedekken (zie afbeelding 129). Deze maatregel past men vooral toe bij start- en hoekprofielen die niet uitgerust zijn met vastgeklikte of gelaste wapeningsweefsels.

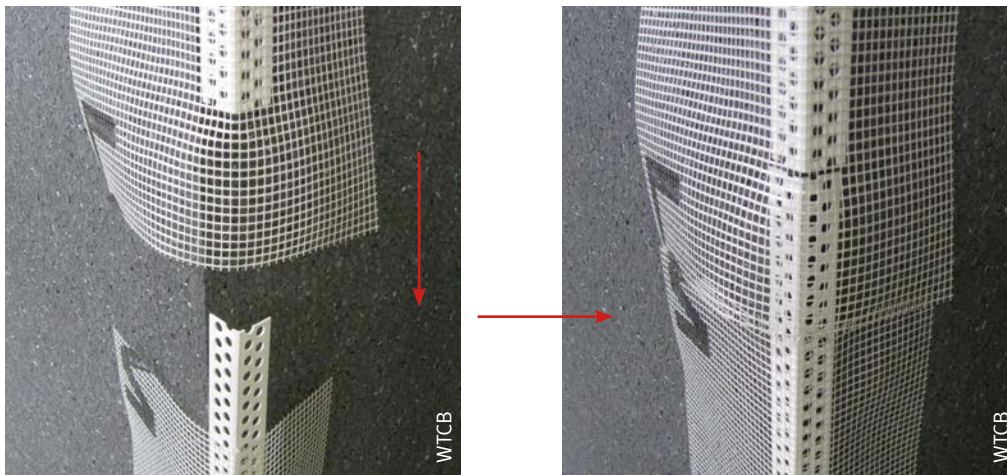
Bij hoekprofielen is het net van het wapeningsweefsel langer aan één uiteinde, zodat er een overlap ontstaat in de zone waar de profielen op elkaar aansluiten (zie afbeelding 130, p. 98). Wanneer het grondpleister in een zeer dunne laag (ongeveer 3 mm) aangebracht wordt, moet men een aangepaste versnijding van het tweede profiel voorzien, zodat er een overlap ontstaat zonder overdikte (zie afbeelding 131, p. 98).



Afb. 129 Wapeningsweefsels van ongeveer 300 x 300 mm die geplaatst worden op de aansluiting tussen profielen zonder gelast wapeningsweefsel.



Afb. 130 Versnijding voor de aansluiting tussen hoekprofielen, waarvan de vleugels uitgerust zijn met een gelast wapeningsweefsel.



Afb. 131 Alternatieve oplossing voor de aansluiting van profielen in een zeer dun grondpleister.

## 6.7.4 AANBRENGEN VAN HET GEWAPENDE GRONDPLEISTER

### 6.7.4.1 Algemene uitvoeringsprincipes

Eenmaal alle toebehoren geplaatst zijn, kan men starten met de aanmaak en de uitvoering van het gewapende grondpleister, ook wel 'grondlaag' of 'basislaag' genoemd. Na de plaatsing van de isolatie moet men een minimale wachttijd van respectievelijk 48 uur voor mortellijmen en dispersielijmen en enkele uren voor PU-lijmschuimen in acht nemen, vooraleer het basispleister en het wapeningsweefsel te plaatsen (afhankelijk van de hygrothermische omgevingsomstandigheden). Het pleister kan ofwel manueel aangebracht worden met behulp van pleisterspanen of spatels uit roestvrij staal, ofwel gespoten worden.

Deze uitvoeringsfase bestaat uit het op maat versnijden van het wapeningsweefsel, de aanmaak van het grondpleister (volgens de aanbevelingen die uiteengezet werden in § 6.7.1, p. 94) en het aanbrengen van een eerste laag grondpleister op de isolatie, die meestal gekamd wordt, waarin het wapeningsweefsel aangedrukt wordt (tweede gang).

Om de duurzaamheid van de bepleistering te verbeteren en het risico op scheurvorming te verminderen, is het aan te raden om het wapeningsweefsel zo goed mogelijk in te bedden in de buitenste helft van de dikte van de grondlaag. Meer concreet betekent dit ongeveer in het midden voor zeer dunne bepleisteringen en op twee derde voor de dikkere bepleisteringen (zie tabel 21, p. 99).

Het is van cruciaal belang om de juiste hoeveelheid product te gebruiken, ongeacht de uitvoeringsmethode (gekamd, gespoten ...), zodat er voldoende afstand bestaat tussen de isolatie en de wapening en zodat de grondlaag binnen de voorgeschreven dikte blijft.

Bij een manuele uitvoering met een kam, de meeste courante methode, hangt de aangebrachte hoeveelheid af van de afmetingen van de tanden van de gebruikte spatel en zijn hellingshoek ten opzichte van het oppervlak. Vandaar dat het aan te raden is om een kam te gebruiken die voorgeschreven wordt door de fabrikant van het systeem en het product aan te brengen met een spatel onder een hoek van 45 tot 60° ten opzichte van het oppervlak van de isolatie. Eerst wordt het product over het volledige oppervlak van de

Tabel 21 Positie van de wapening en andere aanbevelingen.

Voorstelling				
Aanbevelingen	<p>De wapening moet volledig ingebed worden in de mortel en aangebracht worden in de buitenste helft van de laagdikte van het grondpleister.</p>		<p>Niveaunderschillen tussen isolatieplaten moeten vermeden worden.</p>	
	<p>In geval van open voegen (te vermijden) tussen de isolatieplaten, moeten deze bij voorkeur opgevuld worden met stukken isolatie (&gt; 5 mm) of met PU-schuim (&lt; 5 mm), (nooit met grondpleister).</p>			

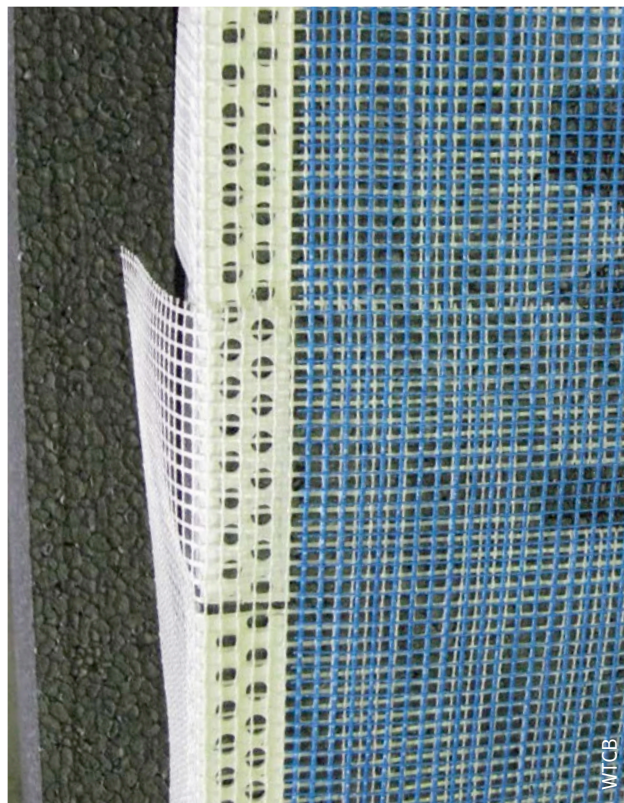
isolatie uitgesmeerd (met behulp van een spatel met rechte randen) (bij vezelachtig isolatiemateriaal moet het grondpleister in de vezels geduwd worden) en vervolgens gekamd. Daarna wordt de wapening stevig aangedrukt en wordt het pleister gladgestreken om een vlak oppervlak te verkrijgen.

Indien nodig, kan er een tweede laag pleister aangebracht worden (overschot van het uitgesmeerd pleister, nat-in-nat gekamd pleister) om een homogene dikte te verkrijgen, oneffenheden te verminderen (uitvlakken of egaliseren) en het wapeningsweefsel volledig te bedekken. Men moet erop letten dat het wapeningsweefsel correct gepositioneerd wordt binnenin de pleisterlaag.

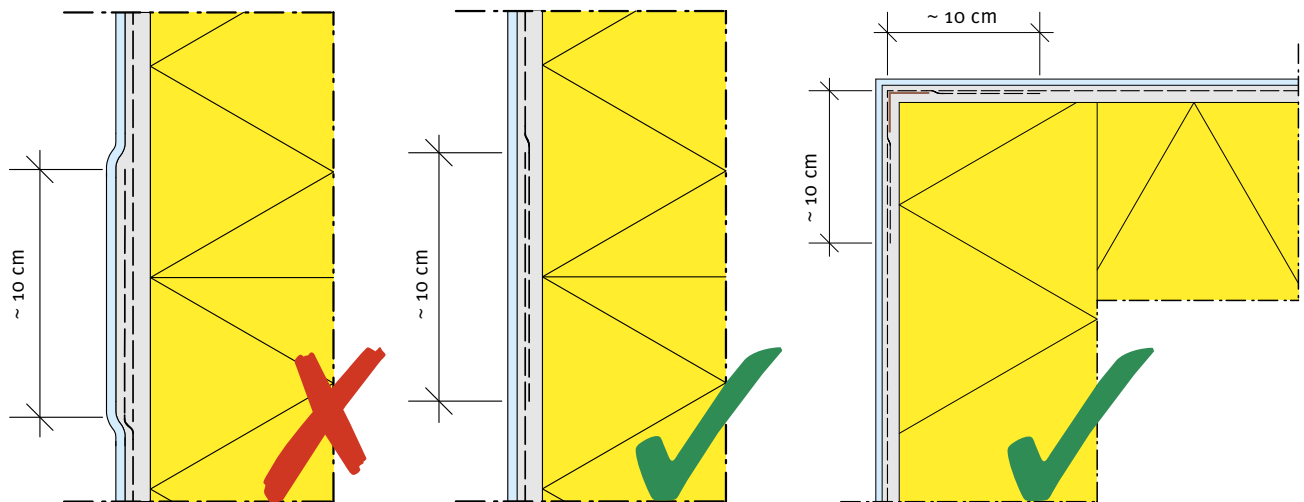
De wapeningsweefsels kunnen ofwel horizontaal ofwel verticaal geplaatst worden en moeten volledig ingebed worden in de bepleistering. In bepaalde specifieke gevallen, zoals een krabpleister met een dikte van 10 tot 15 mm, kan het nodig zijn om de laag te kammen met een aangepaste getande spatel.

#### 6.7.4.2 Overlapping van wapeningsweefsels

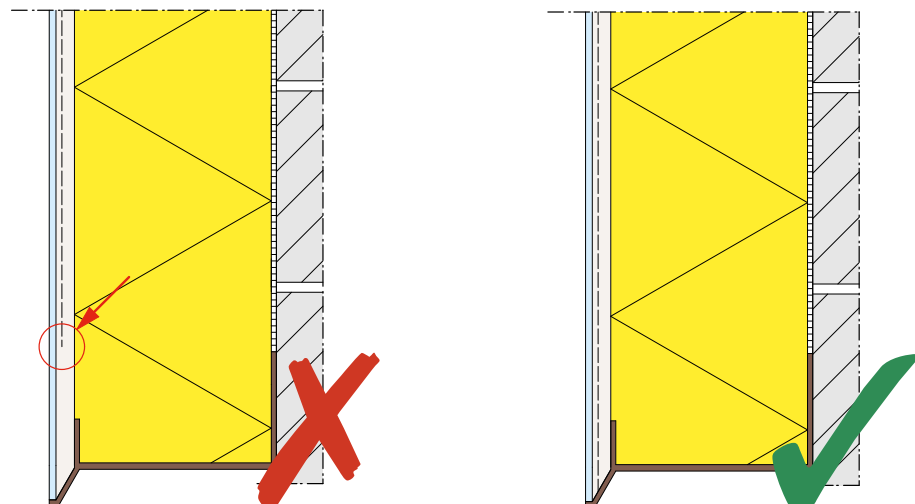
De wapeningsweefsels moeten elkaar overlappen over een lengte van ongeveer 100 mm in de lopende gevelvlakken en ter hoogte van de hoeken van het gebouw. De overlapping mag nooit kleiner zijn dan 80 mm. Om uitzichtverschillen te vermijden, moet de onderliggende wapening dieper aangedrukt worden ter hoogte van de overlapping door een grotere druk uit te oefenen bij de plaatsing (zie afbeelding 133, p. 100).



Afb. 132 Positie van de oppervlaktewapening (blauw) ten opzichte van de hoekprofielen met een gelast wapeningsweefsel (om dit principe duidelijk te illustreren werden het toebehoren met opzet niet ingewerkt in het grondpleister).



Afb. 133 Overlapping van de wapeningsweefsels (X: buiten de toleranties).



Afb. 134 Verbinding tussen het wapeningsweefsel en het startprofiel.

Het is noodzakelijk dat de algemene wapening één geheel vormt met de vleugels van de profielen (eventueel door middel van weefsels die vastgelast zijn aan de vleugels) (zie afbeeldingen 132, p. 99 en 134). We wijzen erop dat er oplossingen bestaan zoals profielen met een wapeningsweefsel of wapeningsweefsels die met klemmen op het startprofiel vastgeklemd kunnen worden.

Bij het gebruik van profielen zonder gelast wapeningsweefsel die volledig ingebed zijn in de grondlaag, kan de algemene oppervlaktewapening op een dussdanige manier aangebracht worden dat wapeningsweefsel doorloopt voorbij de hoek en dat er een overlap voorzien wordt van ongeveer 100 mm. Voor deze werkwijze heeft men een zeer licht wapeningsweefsel nodig dat gebogen kan worden in een hoek van 90°.

### 6.7.4.3 Hernemingen

Wanneer er hernemingen voorzien worden, moeten deze bij voorkeur uitgevoerd worden ter hoogte van de hoeken en/of bewegingsvoegen van het gebouw. Als deze oplossing niet mogelijk is, mag een deel van het wapeningsweefsel niet ingewerkt worden in het grondpleister (ongeveer over een lengte van 100 mm die overeenkomt met de overlap). Dit zal nadien bedekt worden met het algemene wapeningsweefsel in de aangrenzende zone en ingewerkt worden in de grondlaag in de volgende uitvoeringsfase. Om uitzichtverschillen ter hoogte van de hernemingen te vermijden, kan het nuttig zijn om de voeg te markeren door de bovenliggende afwerking bijvoorbeeld anders te structureren (architecturale voegen).

Bij dunne bepleisteringen is het niet ongewoon dat de wapeningen op elkaar komen te liggen, vooral ter hoogte van de profielen, waardoor er een lichte overdikte van de bepleistering kan ontstaan. Dit fenomeen is volgens ons inherent aan deze techniek, maar is doorgaans amper zichtbaar bij een normale lichtinval en zou geen aanleiding mogen geven tot klachten.

### 6.7.5 AANBRENGEN VAN DE AFWERKING

Voordat het afwerkpleister aangebracht wordt, moet de grondlaag voldoende uitgehard en droog (zowel visueel als bij het aanraken) zijn. De termijn is afhankelijk van de klimatologische omstandigheden en van de dikte van de bepleistering (ten minste één dag per millimeter dikte). We kunnen drie fase onderscheiden waartussen men een bepaalde wachttijd moet laten in functie van de aanbevelingen van de fabrikant: de voorbehandelingen, de uitvoering van het afwerkpleister en de nabehandelingen.

#### 6.7.5.1 Voorbehandelingen

Soms kan het noodzakelijk zijn om over te gaan tot voorbehandelingen zoals het schuren en stofvrij maken of het bevochtigen van het uitgeharde grondpleister, of het aanbrengen (met de rol of met de kwast) van een voorstrijklaag die aangepast is aan de aard van het pleister.

#### 6.7.5.2 Afwerkpleister

Het afwerkpleister wordt aangemaakt en manueel aangebracht of gespoten, in overeenstemming met de in § 6.7.1 (p. 94) geformuleerde aanbevelingen, na het opdrogen van de eventuele voorstrijklaag (minimaal zes uur, afhankelijk van de klimatologische omstandigheden). Het is aan te raden om geen overgangen uit te voeren binnenin eenzelfde gevel, aangezien deze zichtbaar kunnen zijn. Het aanbrengen van het afwerkpleister op grote oppervlakken vereist dus een efficiënte organisatie en voldoende mankracht. Indien er in de aanbevelingen van de fabrikant voorzien wordt dat er aangepaste toebehoren (bv. hoekprofielen) ingewerkt moeten worden in de afwerklaag, moeten deze geplaatst worden in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant.

De keuze van het soort afwerkpleister moet gemaakt worden vóór de uitvoering en zal een invloed hebben op de uitvoeringstechniek en het uitzicht van de gevel (zie afbeeldingen 135 en 136). Voor dit onderwerp, verwijzen de lezer naar § 2.2.3.1 (p. 13).

De droogtijd van het afwerkpleister is afhankelijk van de klimatologische omstandigheden en van de aard en de dikte van het afwerkpleister.



Afb. 135 Aanbrengen van een afwerkpleister (uitsmeren).



Afb. 136 Gladmaken van een dun afwerkpleister.

#### 6.7.5.3 Nabehandelingen

Voor sommige systemen moet men omwille van hun aard of hun blootstelling (zeer groene omgeving, ongunstige oriëntatie ...) een specifieke en aangepaste verf (bv. vochtwerend, vuilafstotend of algendodend) gebruiken.

Na de droging en/of de uitharding van de afwerklaag, kan het noodzakelijk zijn om soepele voegen aan te brengen ter hoogte van de aansluitingen (zie hoofdstuk 5, p. 49). Het aanbrengen van de soepele voegen behoort niet tot het normale takenpakket van de gevelwerker, tenzij anders vermeld in de contractuele documenten.





# 7

## TOLERANTIES EN UITZICHT

Bij klachten na de uitvoering van de werken, moeten de opdrachtgever en de gevelwerker de kwaliteit van het gerealiseerde bouwwerk controleren aan de hand van de beschrijving van de werken die vermeld werden in het bestek of op de bestelbon.

Tijdens deze controle beoordelen de partijen de uitgevoerde werkzaamheden op basis van objectieve criteria (uitvoeringstoleranties, kleurverschillen) of esthetische overwegingen (oppervlaktetextuur), als er geen kwantitatieve criteria beschikbaar zijn. Wanneer het gewenste uitzicht (aanvaardbare verschillen in textuur en kleur, zie § 7.3, p. 108) niet beschreven wordt in de contractuele documenten, kan men hierover geen bezwaar maken. De controle van de bepleistering moet gebeuren in droge toestand, bij natuurlijk licht en nooit bij tegenlicht of scherende lichtinval.

In geval van klachten en bij het ontbreken van specificaties in de contractuele documenten, moet de betrokken gevel onderworpen worden aan een passende controle op de plaats waar het probleem zich voordoet. Indien er onvolkomenheden vastgesteld worden tijdens deze controle, moeten de eventueel te nemen maatregelen evenredig zijn met de hinder die ze teweegbrengen; de maatregelen zijn afhankelijk van het onderscheid tussen esthetische en technische (functionele) gevolgen.

### 7.1 UITVOERINGSTOLERANTIES

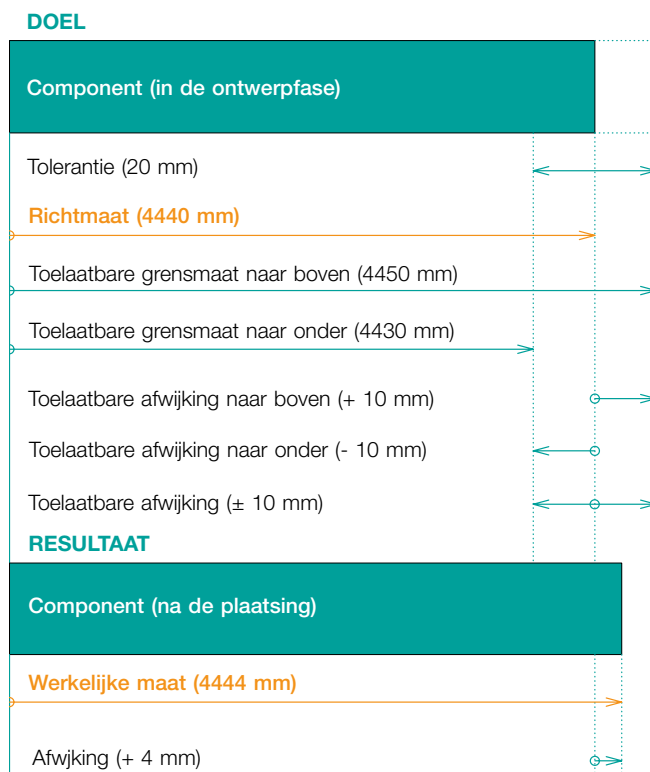
Een tolerantie wordt gedefinieerd als het verschil tussen de toelaatbare grensmaat naar boven en de toelaatbare grensmaat naar onder (zie afbeelding 137). De tolerantie is bijgevolg een absolute waarde (zonder teken). In de bouwsector wordt een tolerantie ook vaak uitgedrukt door de toelaatbare afwijking (in  $\pm$ ), waarin de waarde van de tolerantie impliciet vervat zit; deze is gelijk aan het dubbele van de toelaatbare afwijking. De toelaatbare afwijking (naar onder of naar boven) is het verschil tussen de toelaatbare grensmaat (naar onder of naar boven) en de overeenkomstige richtmaat.

De uitvoeringstoleranties hebben betrekking op de geometrische eigenschappen van de bepleistering: vlakheid van de ondergrond, loodrechtheid of verticaliteit, rechtheid van de randen, hoekafwijkingen (haaksheid), horizontaliteit en afmetingen. Deze toleranties worden gecontroleerd met behulp van geschikte apparatuur en volgens een specifieke

procedure (zie § 7.2, p. 104). De controlemethodologie is zowel van toepassing op de bepleistering als op de isolatieplaten en hun ondergrond (draagstructuur).

Er moeten strenge toleranties voor de ondergrond nageleefd worden om de plaatsing toe te laten van het ETICS en in het bijzonder van de isolatieplaten. Deze strikte toleranties zijn immers noodzakelijk om te voldoen aan vereisten inzake de continuïteit van de isolatie en de maximaal toelaatbare afwijkingen voor de pleisterwerken zonder dat er bijkomende corrigerende maatregelen getroffen moeten worden. Deze maatregelen behoren niet tot de normale werkzaamheden, tenzij anders vermeld in de contractuele documenten.

De plaatsingstechniek van de isolatie kan in zekere mate gekozen worden in functie van de vastgestelde afwijkingen op de ruwbouw (zie ook § 4.4, p. 48), als deze afwijkingen beantwoorden aan de normatieve criteria die samengevat worden in tabel 22 (p. 105). Bij grotere afwijkingen (bv. bij



Afb. 137 Verband tussen tolerantie en toelaatbare afwijking.

bepaalde renovaties) behoren de eventuele corrigerende maatregelen die bestemd zijn om de ondergrond dimensionaal aanvaardbaar te maken, niet tot het normale takenpakket en zullen ze dus resulteren in bijkomende kosten. Wanneer de ondergrond voldoet aan deze criteria, zijn de toelaatbare afwijkingen van de bepleistering voornamelijk afhankelijk van de dimensionale toleranties op de isolatieplaten en van hun plaatsing en hun schuurbaarheid. De plaatsing van de isolatie is een cruciale uitvoeringsfase met het oog op het naleven van de toelaatbare afwijkingen van de bepleistering.

De uitvoeringstoleranties zijn eveneens afhankelijk van de aard en de afwerking van de bepleistering. We kunnen een onderscheid maken tussen de volgende **soorten afwerkpleister**:

- type 1: dun, mineraal of organisch pleister met een fijne structuur
- type 2: glad pleister, fijn geschuurd, eventueel bestemd om geveerd te worden
- type 3: dik mineraal pleister, zoals een mineraal krabpleister of een grof sierpleister.

Bij pleisters van het type 1 of 2 zijn de toegelaten toleranties voor de geplaatste isolatielaag en het afwerkpleister even streng. Men dient er rekening mee te houden dat niet alle pleistertypes combineerbaar zijn met elke afwerkings-techniek (zie § 2.2.3.1, p. 13).

Afhankelijk van de gewenste graad van nauwkeurigheid voor de uitvoering van de bepleistering, onderscheiden we twee tolerantieclassen: de **normale afwerking** en de **speciale afwerking**. De na te leven tolerantieklasse maakt het voorwerp uit van een overeenkomst tussen de partijen. Indien er niets vermeld wordt in de contractuele documenten, gaat men ervan uit dat dat de normale afwerking van toepassing is. De speciale afwerking wordt in principe alleen maar gebruikt als deze uitdrukkelijk vermeld wordt in de contractuele documenten. In dit geval is ze bij een eventuele controle aan het einde van de werken enkel van toepassing, indien de gevelwerker vooraf een rapport heeft ontvangen dat aangeeft dat de ondergrond uitgevoerd werd binnen de toelaatbare afwijkingen (zie hoofdstuk 4, p. 43) en dat de uitvoeringsbepalingen afgestemd werden op de techniek van ETICS (zie hoofdstuk 5, p. 49).

Onvolkomenheden met betrekking tot de vlakheid die zich uitstrekken over langere afstanden (5 m of meer) zijn doorgaans minder hinderlijk en minder zichtbaar dan plaatselijke oneffenheden. De rechtheid van de zichtbare aansluitingen, de afwerking van de hoeken en de uitlijning ten opzichte van de bestaande lijnen (plinten, schrijnwerk ...) zijn evenzeer essentiële aspecten waarmee men rekening dient te houden. De dikte van de bepleistering moet bovendien aangepast worden aan de toegelaten uitvoeringstoleranties voor het product. Ten slotte dient men erop letten dat de pleisterlagen in een constante dikte aangebracht worden, om het verwachte mechanische gedrag en een homogeen uitzicht te bekomen.

Tabel 22 (p. 105) geeft een overzicht van de toelaatbare afwijkingen per type afwerkpleister, evenals deze die van toepassing zijn op de geplaatste isolatie en op de ondergrond. We willen benadrukken dat het naleven van de normatieve criteria uit de referentiedocumenten van cruciaal belang is voor de oplevering van de ondergrond.

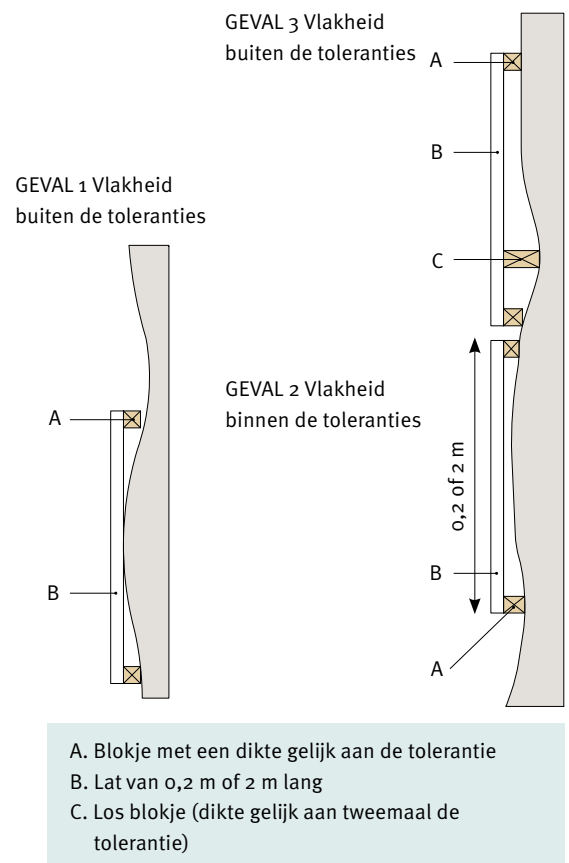
## 7.2 CONTROLE VAN DE TOLERANTIES

### 7.2.1 VLAKHEID VAN HET OPPERVLAK

De controle van de vlakheid gebeurt met een rechte en stijve lat die 0,2 of 2 meter lang is, en die aan zijn uiteinden voorzien is van slijtvaste, vierkante of cilindrische blokjes (20 tot 40 mm zijde of diameter) met een dikte gelijk aan de toegelaten afwijking (zie afbeelding 138). Daarnaast beschikt men over een derde los blokje met dezelfde afmetingen en met een dikte gelijk aan tweemaal de toegelaten afwijking.

De lat met de blokjes wordt op het te controleren oppervlak geplaatst:

- geval 1: een blokje en een punt van de lat raken het oppervlak, terwijl het tweede blokje het oppervlak niet raakt. De vlakheid valt buiten de toleranties
- geval 2: de twee blokjes raken het oppervlak, terwijl de lat het oppervlak niet raakt; het losse blokje gaat niet



Afb. 138 Principe van de controle van de vlakheid.

Tabel 22 Uitvoeringstoleranties van ETICS: toelaatbare afwijkingen.

Maximaal toegelaten afwijking op ...	Ondergrond			ETICS			
	Metselwerk <sup>(1)</sup>	Betonstructuur <sup>(2)</sup>	Houtskelet + draagplaten <sup>(3)</sup>	Uitvoeringstolerantie <sup>(4)</sup> van het pleister	Geplaatste isolatielaag	Afwerkpleister <sup>(5)</sup>	
						Types 1 en 2	Type 3
de globale vlakheid onder de lat van 2 m	± 8 mm <sup>(6)</sup>	± 8 mm <sup>(6)</sup>	± 5 mm (± 2 mm <sup>(7)</sup> )	Normaal	± 5 mm	± 5 mm	± 8 mm
				Speciaal		± 3 mm	± 5 mm
de lokale vlakheid/oneffenheid onder de lat van 0,2 m	-	± 5 mm <sup>(8)</sup>	± 3 mm (± 1 mm <sup>(7)</sup> )	Normaal	± 2 mm	± 2 mm	± 4 mm
				Speciaal		± 1,5 mm	± 2 mm
de verticaliteit/loodrecht ~ 1 verdieping (2,5 tot 3 m) gebouwhoogte	± 8 mm	± 8 mm <sup>(9)</sup>	± 5 mm	Normaal en speciaal		± 8 mm <sup>(10)</sup>	
	± 50 mm	± 16 tot 50 mm <sup>(11)</sup>	± 5 mm + 2 mm/m (≤ 20 mm)			± 50 mm	
de horizontaliteit afwijking t (in cm) voor de afstand d tussen twee punten van een lijn	t = ± 1/8 √[3]{d} <sup>(12)</sup>	-	-	Normaal		t = ± 1/8 √[3]{d} <sup>(12)</sup>	
				Speciaal		t = ± 1/12 √[3]{d} <sup>(12)</sup>	
de rechtheid van lijnen/rand (voor een lengte van 2 m)	- <sup>(13)</sup>	± 8 mm	- <sup>(13)</sup>	Normaal	± 5 mm	± 5 mm	± 8 mm
				Speciaal		± 3 mm	± 5 mm
de haaksheid (vensteraansluiting ...)	-	-	-	Normaal		± 5 mm/0,25 m	
				Speciaal		± 3 mm/0,25 m	
het niveauverschil in het buitenoppervlak	- <sup>(13)</sup>	± 5 mm <sup>(8)</sup>	± 3 mm (± 1 mm <sup>(7)</sup> )	Normaal en speciaal	± 1/5 e <sup>(14)</sup>	-	-
een lineaire afmeting d in cm	± 1/4 √[3]{d} (≤ 4 cm) <sup>(12)</sup>	-	± 10 mm/10 m	Normaal en speciaal		± 1/4 √[3]{d} (≤ 4 cm) <sup>(12)</sup>	

<sup>(1)</sup> Zie de norm NBN EN 1996-2 ANB [B15] en het ontwerp van de STS 22 [F2] (gereviseerde versie te verschijnen).

<sup>(2)</sup> Zie de norm NBN EN 13670 [B29] en haar nationale bijlage NBN B 15-400 [B3]. De opgegeven afwijkingen gelden voor tolerantieklasse 2 (streng) (te vermelden in het bijzondere bestek).

<sup>(3)</sup> Zie de STS 23 [F3], tenzij anders vermeld.

<sup>(4)</sup> De na te leven tolerantieklasse maakt het voorwerp uit van een overeenkomst tussen de partijen. Indien er niets vermeld wordt in de contractuele documenten, gaat men ervan uit dat dat de normale afwerking van toepassing is. De speciale afwerking wordt in principe alleen maar gebruikt als deze uitdrukkelijk vermeld wordt in de contractuele documenten. In dit geval is ze bij een eventuele controle aan het einde van de werken enkel van toepassing indien de gevelwerker vooraf een rapport heeft ontvangen, waarin de toelaatbare afwijkingen op de ondergrond (zie hoofdstuk 4, p. 43) beschreven worden evenals de verenigbaarheid van de uitvoeringsbepalingen (zie hoofdstuk 5, p. 49) met de techniek van ETICS.

<sup>(5)</sup> Type 1: dun, fijn gestructureerd pleister.

Type 2: glad pleister, fijn geschuurd, eventueel bestemd om geleverd te worden

Type 3: dik mineraal pleister (mineraal krabpleister, grof sierpleister ...).

<sup>(6)</sup> Een ondergrond met een afwijking tot 8 mm/2 m laat de plaatsing toe met mortellijm of met PU-lijmschuim. Een afwijking van 15 mm/2 m laat een plaatsing toe met mortellijmnoppen of -stroken (+ strook op de omtrek van de isolatieplaat).

<sup>(7)</sup> Criteria die strenger zijn dan deze van de STS 23 [F3]. Deze zijn vereist bij een verlijming met behulp van een dispersielijm.

<sup>(8)</sup> Een ondergrond met een afwijking tot 5 mm (vlakheid onder de lat van 0,2 m of niveauverschil) laat een plaatsing toe met mortellijm of met PU-lijmschuim. Een afwijking tot 10 mm laat een plaatsing toe met mortellijmnoppen of -stroken (+ strook op de omtrek van de isolatieplaat).

<sup>(9)</sup> Berekend met de geschikte formule uit de normen NBN EN 13670 [B29] en NBN B15-400 [B3] voor een vrije verdiepingshoogte 'h' van 3 m.

<sup>(10)</sup> De toegelaten afwijking bedraagt ± 1/8 × √[3]{h} (of 8 mm), waarbij 'h' de hoogte is van de muur uitgedrukt in cm (gelijk aan 300 cm).

<sup>(11)</sup> Berekend met de geschikte formule uit de normen NBN EN 13670 [B29] en NBN B15-400 [B3], afhankelijk van de hoogte en van het aantal verdiepingen.

<sup>(12)</sup>

Lineaire afmeting d	in m	1	1,5	2	3	4	5	6	10	12	15
	in cm	100	150	200	300	400	500	600	1.000	1.200	1.500
Afwijking t in cm	= 1/4 √[3]{d} (d in cm)	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,5	2,7	2,9
	= 1/8 √[3]{d} (d in cm)	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,3	1,4
	= 1/12 √[3]{d} (d in cm)	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0

<sup>(13)</sup> Bij gebrek aan normatieve criteria, is het aan te raden om de toegelaten afwijking voor betonstructuren te hanteren.

<sup>(14)</sup> Niveauverschillen tussen de platen moeten absoluut vermeden worden om het risico op scheurvorming te beperken. Indien nodig, kan men de isolatieplaten schuren als dit toegelaten wordt door de fabrikant (zie technische fiche). Het niveauverschil mag in geen geval groter zijn dan de opgegeven afwijking ('e' stelt de dikte van de grondlaag voor).

- onder de lat door. De vlakheid ligt binnen de toleranties
- geval 3: de twee blokjes raken het oppervlak, terwijl de lat het oppervlak niet raakt, het losse blokje gaat onder de lat door. De vlakheid valt buiten de toleranties.

### 7.2.2 LOODRECHTHEID OF VERTICALITEIT

De metingen van de verticaliteit worden uitgevoerd met behulp van een hellingsmeter (zie afbeelding 139) of een schietlood (volgens de norm NBN ISO 7976-1 [B37]). De hellingsmeter die hier afgebeeld wordt, is een rechte lat met een lengte kleiner dan of gelijk aan 2 m, die voorzien is van een regelbare luchtbelwaterpas en twee steunblokjes. Het aflezen gebeurt rechtstreeks op de luchtbel of onrechtstreeks door de lat verticaal te plaatsen en de dikteplaatjes onder één van de steunblokjes te schuiven.

### 7.2.3 HORIZONTALE LIJNEN

Het is belangrijk dat de bepleistering overeenkomt met de horizontale lijnen (startprofielen, lateien van openingen). Een lijn wordt als horizontaal aanzien als de toleranties in elk punt overeenkomen met de toleranties uit tabel 22 (p. 105). Een horizontale lijn moet ook voldoen aan de eisen van rechtlijnigheid.

### 7.2.4 RECHTHEID VAN RANDEN EN LIJNEN

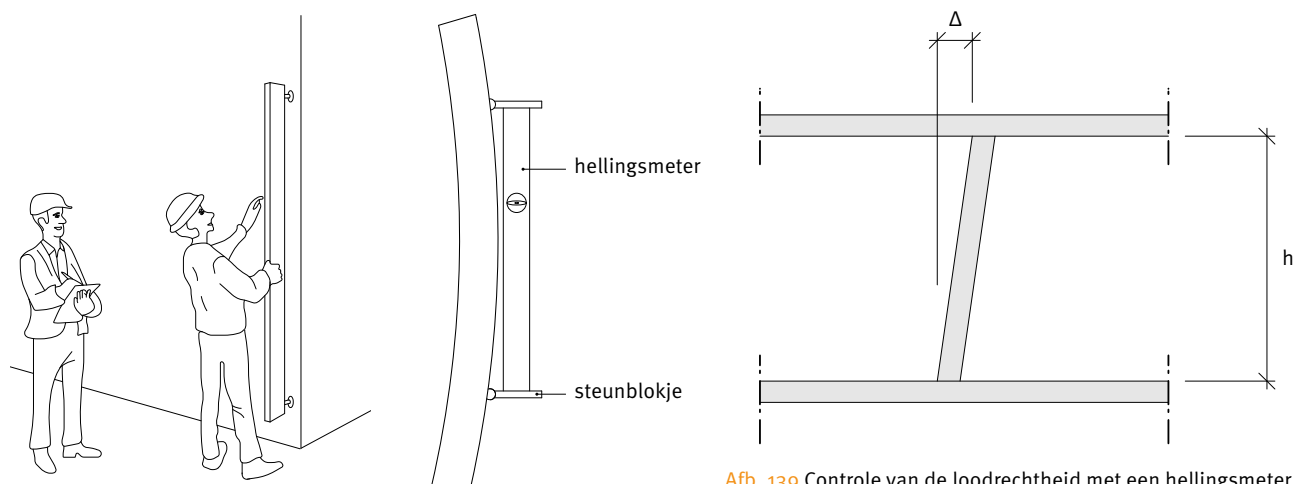
De rechtheid van randen en lijnen wordt gecontroleerd volgens de norm ISO 7976-1 [B37] en kan op dezelfde manier gemeten worden als de vlakheid, door de lat met de blokjes op de te controleren rand of lijn te plaatsen (zie afbeelding 142, p. 107).

### 7.2.5 HOEKAFWIJKING

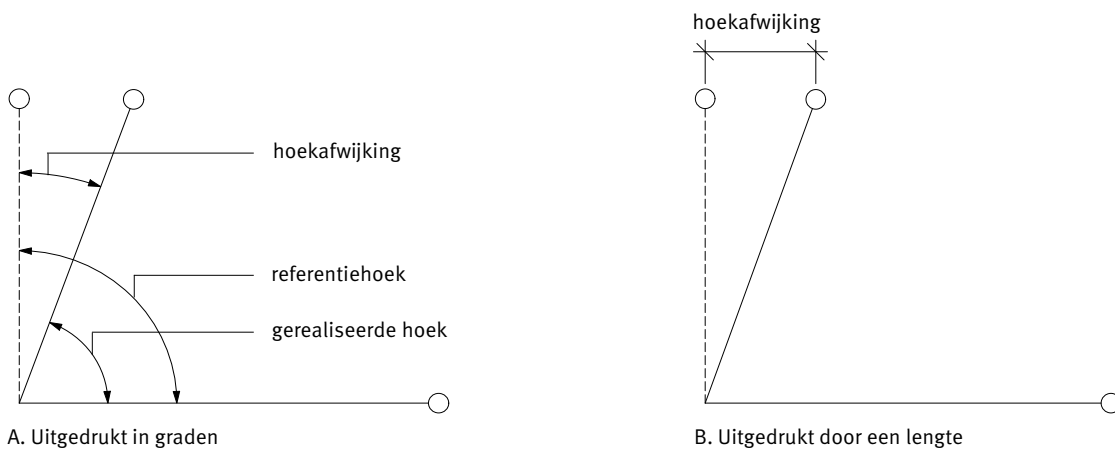
Het gaat hier om afwijkingen ten opzichte van de voorgeschreven hoeken (bv. dagkanten). De hoekafwijking wordt gemeten met een winkelhaak met benen met een lengte van maximaal 0,3 m (zie afbeelding 141, p. 107). De hoekafwijking wordt gedefinieerd als het verschil tussen een reële hoek en de overeenkomstige referentiehoek. Afbeelding 140 (p. 107) toont de hoekafwijkingen uitgedrukt in graden (A) of door een lengte (B).

### 7.2.6 NIVEAUVERSCHILLEN

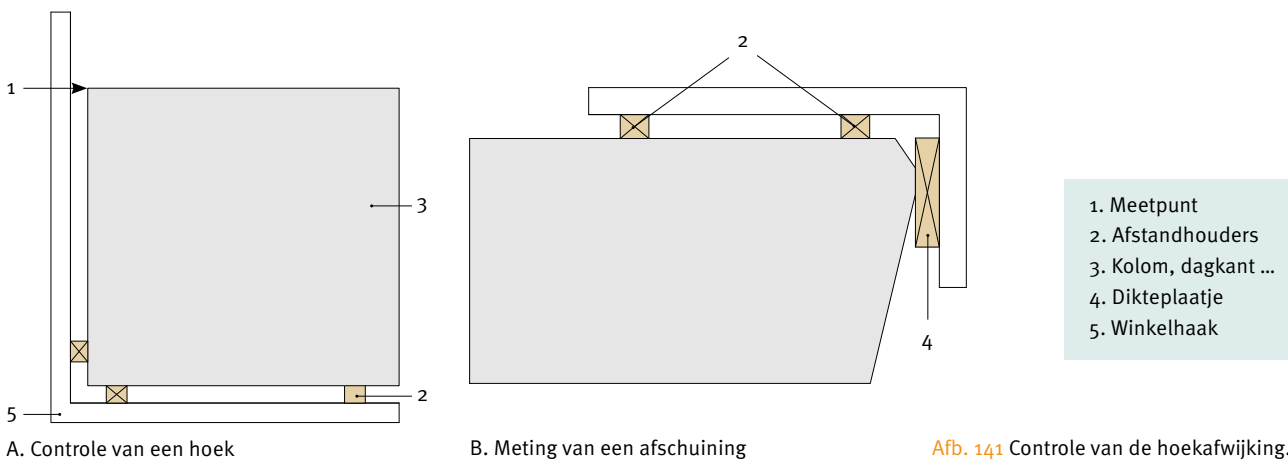
De toelaatbare afwijking op het niveauverschil heeft zowel betrekking op het buitenoppervlak van de ondergrond, dat de plaatsing van de isolatie zonder corrigerende maatregelen toe moet laten, als op het buitenoppervlak van de



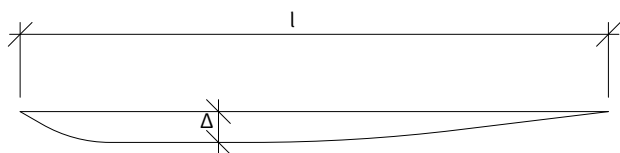
Afb. 139 Controle van de loodrechttheid met een hellingsmeter.



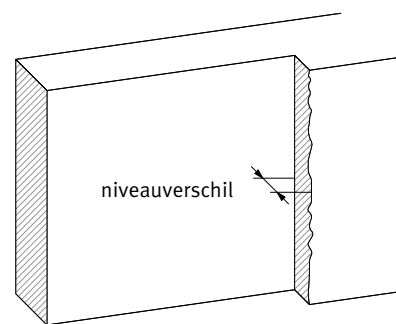
Afb. 140 Hoekafwijkingen.



Afb. 141 Controle van de hoekafwijking.



Afb. 142 Meten van de rechteid van randen en lijnen.



Afb. 143 Niveaoverschil aan de buitenzijde van de ondergrond en tussen isolatieplaten.

geplaatste isolatieplaten, dat het toe moet laten om de bepleistering uit te voeren zonder dikteverschillen (zie afbeelding 143, p. 107).

### 7.3 UITZICHT

Voor de buitenbepleistering is de uniformiteit van het uitzicht van een oppervlak in eenzelfde vlak belangrijk. Het uitzicht wordt bepaald door de oppervlaktetextuur, de kleur, de homogeniteit van de vochtopname en het vochtverlies (verschil in kleur in droge en natte toestand), evenals de vervuilingsgraad in de tijd. Hierna worden een aantal eigenschappen zoals de oppervlaktetextuur en de kleur behandeld; de andere eigenschappen zijn in praktijk moeilijk meetbaar (bv. ruwheid, verdeling van de korrels ...).

Het is af te raden om zich te baseren op referentiestalen om een idee te hebben van het uitzicht van de afgewerkte gevel, en dit zowel wat de kleur als de textuur betreft, tenzij de afmetingen van de stalen voldoende groot zijn (bv. referentieggebouw). Kleine referentiestalen laten immers geen getrouwe weergave van het uitzicht van de gevel toe, maar geven slechts een benadering van het afgewerkte resultaat.

Wanneer er in de contractuele documenten toch eisen op het vlak van uitzicht (bv. aanvaardbare kleurverschillen) vastgelegd worden, wordt er in praktijk doorgaans een referentiestaal gebruikt van minstens 15 cm × 15 cm. De controle na een klacht zal uitgevoerd worden op het moment van de voorlopige oplevering van de werken. In alle andere gevallen kan het uitzicht geen aanleiding geven tot klachten.

Het behoud van het uitzicht van de bepleistering in de tijd is in sterke mate afhankelijk van het soort systeem, de omgeving, de blootstelling (vooral aan vocht) en het onderhoud, evenals van een weldoordacht ontwerp en een correcte uitvoering van de detailleringen.

#### 7.3.1 OPPERVLAKTETEXTUUR

De oppervlaktestructuur wordt beïnvloed door verschillende factoren zoals de dikte van de afwerklaag, de samenstelling van de bepleistering en vooral de korrelgrootte van de toeslagstoffen en het type afwerking (zie § 2.2.3.1, p. 13).

Zo houdt de keuze voor een effen afwerking een aantal risico's in voor buitenbepleisteringen met een decoratieve functie, aangezien de eventuele vorming van haarscheuren en een onregelmatige verkleuring in zones zeer goed zichtbaar zijn op dit type afwerking. Voor andere afwerkingssoorten maakt men enerzijds een onderscheid tussen de gelijkenis van het bestelde en het uitgevoerde aspect, en anderzijds de gelijkmatigheid ervan. Fijne scheurtjes ( $\leq 0,2$  mm) zijn aanvaardbaar en vereisen dus geen specifieke maatregelen.

Men kan opteren voor een visuele beoordeling, waarbij de gevel loodrecht bekeken wordt vanop een afstand van 3 m, of door een vergelijking van foto's die op dergelijke manier genomen zijn. Om het gewenste uitzicht te bepalen, moet men zich baseren op voldoende grote stalen, zoals referentieggebouwen. Wat de uniformiteit van het uitzicht betreft, mag een oppervlak in hetzelfde gevelvlak of tussen de aflijningen, geen uitgesproken zichtbaar verschil in ruwheid vertonen op 3 m afstand. De controle wordt uitgevoerd op een bepleistering in droge toestand en bij niet-scherend licht (natuurlijke lichtinval).

#### 7.3.2 KLEUR

Voor de beoordeling van de kleur kan men zich baseren op voldoende grote stalen zoals bv. referentieggebouwen. Kleurverschillen kunnen echter ook te wijten zijn aan een verschil in vochtgehalte (onvolledige droging, vochtopname door volledige of gedeeltelijke bevochtiging, gedeeltelijke bezonning ...) of aan de aanwezigheid van een kalkwasem (zeer

zichtbaar bij donkere pleisters). Kleurverschillen kunnen eveneens beïnvloed worden door de klimatologische omstandigheden bij de afwerking en de droging, door vervuiling ...

Het is raadzaam om een voldoende lange wachttijd in acht nemen voordat men overgaat tot de beoordeling van de kleur. De afwerkingslaag moet met andere woorden voldoende uitgehard en/of gecarbonateerd zijn en mag niet recent bevochtigd zijn. Het is aan te raden om de conformiteit van de kleur van het geleverde product te vergelijken met de gewenste kleur (bv. vergelijking met een contractueel referentiestaal), voordat het pleister op de gevel aangebracht wordt.

De beoordeling omvat een visuele controle of een kleurmeting en moet steeds gebeuren op een droog oppervlak. De visuele controle bestaat uit het beoordelen van een oppervlak in droge en niet-bezonde toestand op een afstand van minimaal 3 m, eventueel met behulp van kleurstalen die gebruikt werden voor het kiezen van de kleur. Bij een oplevering in de hiervoor beschreven omstandigheden, mogen er geen scherpe aflijningen of gebreken zichtbaar zijn en mag de kleur niet al te fel afwijken van de gewenste kleur.

In sommige gevallen kan het nuttig zijn om een aantal kleurmetingen uit te voeren met behulp van een colorimeter om de visuele hinder op een meer objectieve wijze te kunnen beoordelen. Hiervoor moet de afwijking ( $\Delta E^*_{ab}$ -waarde) berekend worden tussen de te vergelijken zones. De  $\Delta E^*_{ab}$ -waarde is de globale afwijking (totaal kleurverschil) die berekend wordt op basis van vijf metingen verdeeld over het te controleren oppervlak:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

waarbij:

- $L^*$  = lichtsterkteveranderlijke
- $a^*$  en  $b^*$  = chromatografische coördinaten.

Voor de beschrijving van de apparatuur en de identificatie van de kleuren met het  $L^*.a^*.b^*$ -systeem, verwijzen we naar **Infofiche nr. 25** [M1]. Deze meting is niet geschikt voor ruwe pleisters (krabpleisters en pleisters met een korrelgrootte groter dan 2 mm).

Op basis van de huidige ervaring (zie ook § 2.2.3.2, p. 14) kunnen de afwijkingen uit tabel 23 aanvaard worden.

Tabel 23 Aanvaardbare kleurverschillen ( $\Delta E^*_{ab}$ , colorimeter).

Conformiteit (°)		Conformiteit van het aan de gevelwerker geleverde product met het bestelde product	Conformiteit van de kleur van de afgewerkte gevel met de keuze van de opdrachtgever (referentiestaal)	
Toegelaten afwijkingen		Toegelaten afwijkingen tussen de kleur van het geleverde pleister (referentiestaal voorbereid voorafgaand aan de werken) en de gewenste kleur (referentiestaal van de fabrikant)	Toegelaten afwijkingen tussen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de afgewerkte gevel en het referentiestaal</li> <li>• twee zones binnen eenzelfde gevel</li> </ul>	
			HI (°) ≥ 45	HI (°) ≤ 55
Afwerkpleister	Organisch	3	5	6
	Mineraal	5	7	8

(°) Indien meetbaar.  
(°) Helderheidsindex van het afwerkpleister.





# 8

## NAZORG

Goed ontworpen en correct uitgevoerde ETICS vereisen weinig onderhoud op lange termijn. Een periodieke inspectie is evenwel noodzakelijk om eventuele schade tijdig vast te stellen en te herstellen. Deze wordt bij voorkeur uitgevoerd door een bevoegd persoon. De onderhoudsfrequentie is in grote mate afhankelijk van de zorg die besteed wordt aan het ontwerp en de uitvoering van de detailleringen, van de omgeving van het gebouw en van de blootstelling van het gebouw aan vocht.

Bij de nazorg dient men enerzijds een onderscheid te maken tussen een normaal onderhoud, waarbij men overgaat tot de reiniging en verwijdering van de atmosferische vervuiling en de eventuele mos- en algengroei, en anderzijds de herstelling van eventuele beschadigingen (scheurtjes, blazen, mechanische schade, ...).

Het uitvoeren van herstellingen vereist het correct vaststellen en oplossen van de schadeoorzaken. Er wordt pas ingegrepen indien er niet meer aan de prestatiecriteria voldaan wordt, tenzij het bijvoorbeeld gaat om een globale oprisingsaanpak (zoals het schilderen van de gevel).

Hierna volgt een beknopte beschrijving van enkele tussenkomsten die uitgevoerd moeten worden in functie van de vastgestelde schade.

### 8.1 ONDERHOUD

Na de uitvoering van het ETICS, moet de bouwheer ervoor zorgen dat het ETICS goed onderhouden wordt. Na verloop van tijd zal het systeem immers onvermijdelijk een zekere atmosferische vervuiling vertonen en kan er mos- en algengroei ontstaan. Het uitzicht kan ook op lokale of globale wijze beïnvloed worden door vochtinfiltraties die kunnen resulteren in kleurwijzigingen, bijkomende vervuiling, schade ... Deze vochtinfiltraties kunnen onder andere te wijten zijn aan een ongepast ontwerp of de aanwezigheid van scheuren. Voordat er een oppervlaktebehandeling uitgevoerd wordt, moet men niet alleen de oorzaken van de vastgestelde problemen bepalen en oplossen, maar dient men eveneens de beschadigingen (scheuren, loslatende delen ...) te herstellen.

De wijziging van het uitzicht door vervuiling (stedelijke vervuiling, mos, algen, schimmels) en de onderhoudsfrequentie zijn afhankelijk van verschillende factoren, zoals de omgeving van het bouwwerk en zijn blootstelling (bv. aan

vocht), de geveloriëntatie, de zorg die besteed wordt aan het ontwerp en de uitvoering van detailleringen, het toegepaste systeem (vochtgedrag), maar ook van de capillariteit, de poreusheid, de zuurtegraad (pH) en de ruwheid van de bepleistering. Een weldoordachte keuze van het te gebruiken pleistertype is daarom van cruciaal belang. Bij gebrek aan een erkende beoordelingsmethode [D2], is het aan te raden om zich te informeren bij de fabrikant.

De gevel kan gereinigd worden door deze droog te borstelen en/of nat af te spuiten, na een behandeling van de mos- en algengroei met een biocide, en na het afborstelen van de dode stoffen (te herhalen indien nodig).

Op de bepleistering kan vervolgens een aangepast waterwerend of een mos- en/of algenwerend product aangebracht worden of een verfsysteem (zie § 2.2.2.4, p. 13). De gekozen behandeling moet uiteraard verenigbaar zijn met het pleistertype en uitgevoerd worden volgens de voorschriften van de fabrikant. Een bijkomende pleisterlaag kan alleen aangebracht worden als de onderliggende laag de nodige mechanische eigenschappen bezit en voldoende hechting toelaat. Bovendien moet men er zich van vergewissen dat vervuiling of eventuele vroegere behandelingen met vochtwerende producten niet nadelig zijn voor de hechting.

Soms kan een kleurloze vochtwerende impregnatie aangewezen zijn. Deze behandelingen kunnen evenwel een weerslag hebben op het vochtgedrag van de gevel en kunnen (als hun waterdampdoorlaatbaarheid niet voldoende is) condensatievorming en vochtschade veroorzaken binnenin het ETICS.

Het is aan te raden om het uitzicht van het systeem jaarlijks te controleren. Het is doorgaans niet nodig om kunsthar-gebonden sierpleisters te overschilderen tijdens de eerste zes jaar na de uitvoering. Aan de hand van regelmatige controles kan men beoordelen of het noodzakelijk is om een nieuwe verflaag aan te brengen. Indien nodig, kan men opteren voor een tienjaarlijkse opfrisbeurt.

Daarnaast dienen ook de aansluitingsdetails goed onderhouden te worden. Defecte of loszittende delen (kitvoegen, vensterdorpels, regenwaterafvoeren ...) moeten zo snel mogelijk hersteld, herbevestigd of vervangen worden om de waterdichtheid te garanderen.

Voor de aansluitingen tussen de bepleistering en het schrijnwerk gebruikt men vaak soepele voegen. Volgens de STS 56.1

'Dichtingskitten voor gevels' [F4] moeten deze soepele voegen minstens eenmaal om de drie jaar onderhouden worden. Indien ze de waterdichtheid verzekeren, is zelfs een jaarlijks onderhoud vereist. Tijdens dit onderhoud moet er niet alleen overgaan worden tot een visueel onderzoek van de kitvoeg, maar moet men tevens een controle van de hechting en een vervanging van de beschadigde delen uitvoeren.

## 8.2 HERSTELLINGEN

Voordat er herstellingen uitgevoerd worden, moet men eerst de schadeoorzaken correct vaststellen en oplossen. Eventuele beschadigingen aan de bepleistering dienen, indien mogelijk, meteen hersteld te worden. Het is mogelijk om alleen bepaalde delen van het ETICS te herstellen, maar de te behandelen zone moet bij voorkeur begrensd worden door architecturale lijnen. De aflijning van de te herstellen zone wordt bepaald door:

- de omvang van de beschadigde zone
- de homogeniteit van de bepleistering (dikte, vlakheid ...)
- de afstand tussen bewegingsvoegen.

Men dient op voorhand vast te stellen welke delen van het systeem (afwerkpleister, gewapend grondpleister, isolatie) al dan niet beschadigd zijn.

Wanneer alleen het afwerkpleister beschadigd is, kan het soms volstaan om enkel deze laag te herstellen. Voor fijne scheurtjes ( $\leq 0,2$  mm) moeten er geen specifieke maatregelen genomen worden. Bij bredere scheuren moet men nagaan of de bepleistering loskomt. Als dit het geval is,

moet de bepleistering verwijderd en hersteld worden in de betrokken zones. Als de bepleistering niet loskomt, kan men de scheurtjes opvullen of afdichten met een aangepaste verf of door het aanbrengen van een dunne pleisterlaag.

Als het gewapende grondpleister of de isolatie eveneens beschadigd zijn, moeten de aangetaste delen verwijderd en vervangen worden. Verweerde zones met een beperkte omvang (tot ongeveer  $400 \text{ cm}^2$ ) kan men verwijderen en vervangen door een blok met dezelfde samenstelling en afmetingen als deze van de verwijderde zone. De randen moeten nadien afgedicht worden. Bij meer omvangrijke zones dient er een rechthoekige zone verwijderd te worden, die ongeveer 10 cm groter is dan de beschadigde zone. Het wapeningsweefsel dat zich aan de randen van deze zone bevindt, moet in de mate van het mogelijke intact blijven en zo goed mogelijk vrijgemaakt worden. Het ETICS in deze zone moet vervolgens hersteld worden in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant. Bovendien moeten de randen van het nieuwe wapeningsweefsel en het oude wapeningsweefsel elkaar overlappen.

Na de herstelling wordt er meestal een (decoratieve) afwerklaag aangebracht. Bij gedeeltelijke herstellingen is er steeds een risico op het ontstaan van kleur- en textuurverschillen in de afwerklaag. Kleurverschillen kunnen bijgewerkt worden door het volledige oppervlak te overschilderen met een aangepaste verf. Om de textuurverschillen weg te werken moet er ofwel een nieuw afwerkpleister, ofwel een nieuw gewapend grondpleister en afwerkpleister aangebracht worden op het volledige oppervlak. De keuze van een product(en) moet conform zijn met de voorschriften van de fabrikant.

# 9

## PATHOLOGIEËN

Dit hoofdstuk wil voorkomen dat er schadegevallen ontstaan vanaf de ontwerp- en de uitvoeringsfase, door de potentiële risico's uiteen te zetten bij het niet-naleven van de aanbevelingen.

Het gebruik van een niet-beproefd systeem (zie hoofdstuk 3, p. 33), kan eveneens leiden tot dergelijke pathologieën.

### 9.1 MEEST VOORKOMENDE SCHADEGEVALLLEN

De meest voorkomende schadebeelden die men in de praktijk aantreft, kunnen opgedeeld worden in vijf categorieën, waarvan de mogelijke oorzaken hierna uiteengezet worden:

- scheurvorming
- onthechting en blaasvorming
- vlakheidsgebreken
- uitzichtsgebreken en vervuiling
- mechanische beschadigingen.

#### 9.1.1 SCHEURVORMING

Potentiële oorzaken voor scheurvorming in het ETICS zijn:

- beweging van de isolatieplaten
- plaatsing van de isolatieplaten
- plastische krimp van hydraulische pleisters
- hygrothermische vervormingen ter hoogte van de detailleringen
- corrosie van de profielen
- differentiële bewegingen tussen de profielen en/of vervorming van de profielen
- onverzorgde uitvoering.

#### 9.1.2 ONTHECHTING EN BLAASVORMING

Deze verschijnselen zijn doorgaans het gevolg van waterinsijpeling achter de bepleistering. Met name bij vorst kan het grondpleister zijn cohesie verliezen of het afwerkpleister wegduwen tijdens het drogingsproces. De initiële hechting en de waterdampdoorlaatbaarheid van het bepleisterings-systeem kunnen eveneens bijdragen tot dit schadebeeld. De bevochtiging kan veroorzaakt worden door de detailleringen (open aansluitingen, onregelmatigheden in de soepele voegen ...), scheuren, waterabsorptie door de bepleistering zelf of slechte weersomstandigheden van buitengewoon lange duur en intensiteit.

#### 9.1.3 VLAKHEIDSGEBREKEN

Vlakheidsgebreken kunnen veroorzaakt worden door de volgende problemen:

- onaangepaste vlakheid en verticaliteit van de ondergrond (daarom is de keuze van de bevestigingswijze van de isolatieplaten zo belangrijk)
- er werd onvoldoende zorg besteed aan de plaatsing van de profielen (in het bijzonder de hoekprofielen)
- overlapping van de wapeningsweefsels
- er werd onvoldoende zorg besteed aan de uitvoering van het grond- en afwerkpleister.

#### 9.1.4 UITZICHTSGEBREKEN EN VERVUILING

De hieronder vermelde factoren kunnen aan de basis liggen van uitzichtsgebreken of vervuilingen:

- gevoeligheid van het pleister
- hygrothermisch gedrag (capillaire absorptie ...)
- ruwheid van het pleister
- onaangepast ontwerp van dorpels en muurkappen
- onvoldoende uitkragende dakoverstekten
- blootstelling aan factoren die aanleiding geven tot mos-, algen- en schimmelvorming (aanwezigheid van plantengroei in de nabije omgeving)
- blootstelling aan luchtverontreiniging
- gebrek aan een aangepast onderhoud.

#### 9.1.5 MECHANISCHE BESCHADIGINGEN

Mechanische beschadigingen kunnen het gevolg zijn van:

- een onaangepaste keuze van het soort systeem in functie van de blootstelling aan schokken
- onvoorzien en ongebruikelijke schokken
- het niet meteen herstellen van kleine plaatselijke beschadigingen (wat tevens een invloed kan hebben op het verschijnen van andere soorten beschadigingen).

### 9.2 OVERZICHT VAN DE GEÏNVENTARISEERDE SCHADEGEVALLLEN EN MOGELIJKE RISICO'S

Deze paragraaf geeft een overzicht van de geïnventariseerde schadegevallen en de mogelijke risico's, aan de hand van een tabel met concrete voorbeelden voor iedere fase van de werkzaamheden (zie tabel 24, p. 114 tot 120).

Tabel 24 Geïntervieweerde schadegevallen en mogelijke risico's.

Vorbereidende werkzaamheden	
Voorafgaande controles van de ondergrond (zie § 6.5.1, p. 78, hoofdstuk 4, p. 43, en hoofdstuk 5, p. 49)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het niet-naleven van de toleranties op de ondergrond kan leiden tot het niet-naleven van de toleranties op de bepleistering en/of tot moeilijkheden bij de uitvoering.</li> <li>• De keuze van de plaatsingstechniek is van cruciaal belang.</li> <li>• Vlakheidsgebreken kunnen een gebrekkige verlijming veroorzaken (bv. onvoldoende aangedrukte lijm) en de hechting van de platen aan de ondergrond verminderen.</li> <li>• De verlijming op een onaangepaste ondergrond (bv. geveerde ondergrond of ondergrond met een abnormale vochtigheid of met uitbloeiingen), kan de duurzaamheid van het systeem aantasten (onthechting).</li> <li>• Houten constructies moeten dimensionaal gezien stabiel zijn.</li> </ul>	
	
<p>Onvoldoende stabiele ondergrond die ongeschikt is voor het aanbrengen van een ETICS, waardoor het ETICS ook onstabiel zou zijn.</p>	<p>Aanzienlijk niveauverschil in de ondergrond dat een invloed zal hebben op de plaatsingstechniek.</p>
	
<p>Ondergrond die een abnormale bevochtiging vertoont (risico op onthechting ...).</p>	<p>Ondergrond die niet geschikt is voor verlijming vanwege de aanwezigheid van uitbloeiingen (risico op onthechting).</p>
	
<p>Niet-conforme bouwknop (koudebrug tussen de aluminium dorpel en het metselwerk, waardoor het niet mogelijk is om of de minimale contactlengte na te leven) en de afwezigheid van de U-vormige opstand aan de zijkant van de dorpel.</p>	<p>Niet-conforme bouwknop (koudebrug tussen de aluminium dorpel en de opvulling onder het raam).</p>

(vervolg van de tabel op pagina 115)

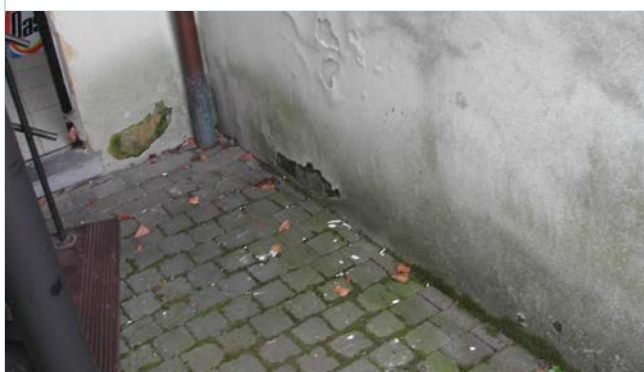


ETICS op hout skelet (gelamelleerd-genageld): scheurvorming die voornamelijk horizontaal optreedt ter hoogte van de zijanten van de vloer maar ook aan de hoeken van openingen, en die te wijten is aan vervormingen van de houten structuur (zettingen) en aan de aanwezigheid van elementen in de constructie die het akoestische gedrag willen verbeteren.

#### Plaatsing van de isolatie

##### Muurvoeten (zie § 6.6, p. 81, en hoofdstuk 5, p. 49)

Snelle aantasting van het ETICS als de referentiedetails aan de muurvoet (ondermuur) en de algemene aanbevelingen niet nageleefd worden (schokken, regenwaterafvoeren ...).



Vochtgevoelig ETICS dat doorloopt tot onder het niveau van de afgewerkte buitenvloer.



Vochtgevoelig ETICS en een onangepaste keuze van het startprofiel, waarvan de druiplijst niet doeltreffend is.

##### Sokkelprofiel (zie § 6.6, p. 81, en hoofdstuk 5, p. 49)

- De voegen tussen de isolatieplaten en de voegen tussen de profielen mogen niet samenvallen.
- Het vlak van het ETICS moet 2 cm uitspringen ten opzichte van de plint.
- De druiplijst van het startprofiel moet doeltreffend zijn.



Verticale scheur die vertrekt vanuit de aansluiting tussen de profielen en ondoeltreffende druiplijst (de ontwikkeling van de scheur zal afhangen van de eigenschappen van de bepleistering en de isolatie)



ETICS dat geen 2 cm uitspringt ten opzichte van de plint en een ondoeltreffende druiplijst, wat leidt tot waterstagnatie en bevochtiging van de plint (risico op vroegtijdige vergroening).

(vervolg van de tabel op pagina 116)

### Plaatsing van de isolatie (zie § 6.6, p. 81, hoofdstuk 5, p. 49, en § 2.3, p. 15)

Rechtlijnige scheurvorming (horizontaal en verticaal) langsheen de voegen tussen de platen kan veroorzaakt worden door de volgende problemen:

- dimensionale onstabiliteit van de isolatie
- niet-aansluitende platen en voeg die op een ongeschikte wijze opgevuld werd
- niveauverschillen tussen de platen
- omtrek van de isolatieplaten is onvoldoende verlijmd
- isolatieplaat in de hoek van de dagopening is niet uit één stuk.



Het rotten van de houtvezelisolatie vastgesteld tijdens een sondering ter hoogte van een scheur.



Niet-aaneensluitende isolatieplaten waardoor er een scheur ontstaat in de bepleistering.



Scheurvorming in de bepleistering in de hoeken van de dagopening doordat de isolatieplaten niet uit één stuk bestaan en/of er geen bijkomend wapeningsweefsel aanwezig is.



Aftekening van de voegen tussen de isolatieplaten aan het oppervlak van het ETICS, wat wijst op de dimensionale onstabiliteit van de isolatie.



ETICS (houtvezelisolatie) op houtskelet met draagplaten voor het ETICS. Gevel die zeer sterk blootgesteld wordt aan slechte weersomstandigheden zonder specifieke beschermingsmaatregelen (bv. afwezigheid van de dakoversteek) en het verschijnen van vervuilingen.



Niveaueverschil tussen de isolatieplaten en beperkte weerstand van de bepleistering waardoor er scheuren in ontstaan in de bepleistering ter hoogte van de naden tussen de platen.

(vervolg van de tabel op pagina 117)

### Aanbrengen van het bepleisteringssysteem

#### Ongunstige klimatologische omstandigheden tijdens de uitvoering (zie § 6.4, p. 78, § 6.7, p. 94, hoofdstuk 5, p. 49, en § 2.2, p. 11)

- Ongeschikte omstandigheden voor de droging van organische pleisters (bv. vanwege vochtig weer).
- Plastische krimp van minerale (hydraulische) pleisters (vroegtijdige verdamping van het water nodig voor de hydratatie tijdens felle wind of sterke bezonning ...), die zich voordoet in de eerste uren na de uitvoering en die resulteert in het verschijnen van een patroon van scheuren met grote mazen, met een scheurbreedte van meerdere tienden van een millimeter.
- Onaangepast mechanisch gedrag van de bepleistering.



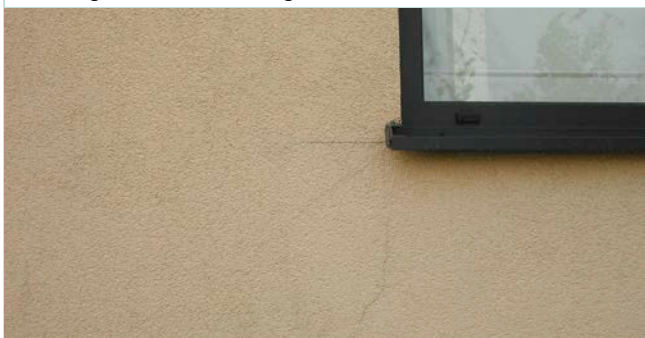
Onvoldoende droging van het organische pleister en onthechting.



Scheurvorming in het minerale pleister (krimp) door de bindings- en de verhardingsvoorwaarden en de eigenschappen van het pleister.

#### Plaatsing van toebehoren (zie § 6.7, p. 94, en hoofdstuk 5, p. 49)

Wanneer er geen of gebrekkige versterkingen aanwezig zijn ter hoogte van zones met spanningsconcentraties, leiden de hygrothermische belastingen tot scheurvorming.



Scheurvorming in de bepleistering aan de aansluiting tussen de bepleistering en de dorpel (de ontwikkeling is afhankelijk van de eigenschappen van de bepleistering en van de isolatie).



Scheurvorming in de bepleistering ter hoogte van de aansluiting tussen de profielen (de ontwikkeling is afhankelijk van de eigenschappen van de bepleistering en van de isolatie).

#### Keuze van het soort profielen (zie § 2.5, p. 26)

Rechtlijnige scheuren kunnen verschijnen ter hoogte van de profielen. Ze kunnen veroorzaakt worden door de corrosie van de profielen, door een bevochtiging of door de gevoeligheid van de profielen. Scheurvorming kan vermeden worden door:

- het gebruik van aangepaste (metalen of kunststof) profielen in functie van de bepleistering en de omgeving
- het vermijden van bevochtiging door een zorgvuldige uitvoering van de detailleringen
- geen gegalvaniseerde profielen te gebruiken.



Corrosie van een startprofiel (ongeschikt vanwege de afwezigheid van een druiplijst) in gegalvaniseerd staal.



Corrosie van een hoekprofiel in gegalvaniseerd staal.

(vervolg van de tabel op pagina 118)

### Aanbrengen van het gewapende grondpleister (zie § 6.7, p. 94)

Het niet-naleven van de aanbevelingen kan leiden tot scheurvorming in de bepleistering ten gevolge van:

- een onjuiste positie van de wapening
- het niet overlappen van de wapeningsweefsels
- ongelijke dikten in de bepleistering vanwege minder zorgvuldig uitgevoerde overlappings van de wapeningsweefsels
- onzorgvuldige plaatsing van de isolatieplaten (aanzienlijke niveauverschillen, 'open' voegen ...).



Het aftekenen van de overlappings van het wapeningsweefsel.



Scheurvorming en onthechting die te wijten zijn aan het te korte wapeningsweefsel dat niet verbonden is aan het startprofiel.

### Specifieke technische detailleringen

#### Aansluitingen aan ramen en deuren (zie hoofdstuk 5, p. 49)

Risico op infiltratie bij het niet-naleven van de aanbevelingen, met blaasvorming en onthechting tot gevolg en zelfs infiltraties binnenin het gebouw.



Waterinfiltratie binnenin het gebouw ten gevolge van een niet-waterdichte aansluiting tussen het ETICS en het schrijnwerk.



Het falen van de detaillering ter hoogte van de dorpel wat leidt tot waterinfiltraties in de bepleistering, blaasvorming en onthechtingen.

#### Aansluitingen met de dakranden van platte daken (zie hoofdstuk 5, p. 49)

Om infiltraties, vervuilingen of druipsporen door aflopend regenwater via een preferentiële weg te vermijden, moet men de waterdichtheid van het bovenste deel van het isolatiesysteem verzekeren en een voldoende grote en doeltreffende oversteek voorzien om het aflopende water uit het gevelvlak af te voeren. De druiplijst moet minstens 30 mm uitspringen ten opzichte van het afgewerkte gevelvlak en de bepleistering beschermen over een minimale hoogte van 50 mm.



Ondoeltreffende druiplijst van de muurkap.



Druipsporen en vervuiling vanwege de aantasting van de voegmortel.

(vervolg van de tabel op pagina 119)

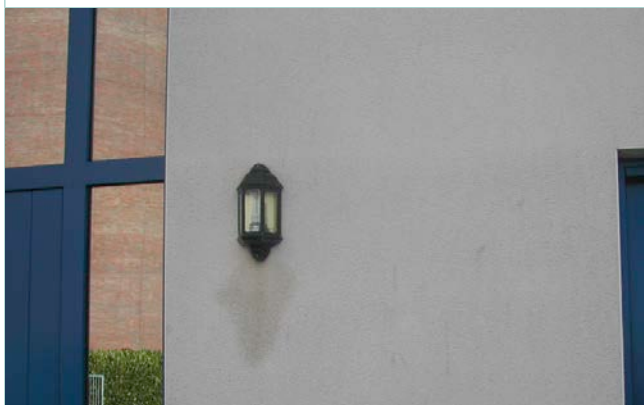




Druipsporen van tanninehoudend water ten gevolge van een onaangepaste keuze van de muurafdekking en de bevochtiging ervan.

#### Andere detailleringen (zie hoofdstuk 5, p. 49)

Alle doorboringen van de bepleistering moeten afgewerkt worden met een soepele voeg. Voorwerpen die bevestigd worden tegen de bepleistering moeten een waterafvoer buiten het gevelvlak toelaten.



Plaatselijke druipsporen van regenwater dat afloopt van de gevel (ontbreken van een druiplijst).



Druipsporen van condensatiewater aan een ventilatieopening van sanitaire leidingen aan het oppervlak van de bepleistering (ontbreken van een druiplijst).

#### Bouwknoepen

#### Invloed van bouwknoepen (zie hoofdstuk 5, p. 49)

De voornaamste doelstelling van het ontwerp en de uitvoering van bouwknoepen die EPB-conform zijn en/of die koudebruggen beperken, is het verminderen van energieverliezen. Daarnaast kunnen ze ook de invloed afzwakken van het bevochtiging- en drogingsproces van de bepleistering, die verschillend kunnen zijn op bepaalde plaatsen in het systeem (afhankelijk van de blootstelling en de eigenschappen), vooral

- ter hoogte van mechanische bevestigingen (het verschijnen van de aftekeningen van de bevestigingen)
- ter hoogte van de aansluitingen met bijvoorbeeld het buitenschrijnwerk.



Het verschijnen van de aftekeningen van de bevestigingen aan het pleisteroppervlak, ten gevolge van koudebruggen en van de hydrische eigenschappen van het pleister.



Verscheidend bevochtiging- en drogingsproces van het pleister op bepaalde plaatsen, door het niet-naleven van de minimale contactlengte aan de aansluiting tussen het ETICS en het schrijnwerk.

(vervolg van de tabel op pagina 120)

## Keuze van de techniek en van het systeem

## Schokweerstand (zie § 3.3, p. 33)

Keuze van een ETICS onaangepast aan zijn bestemming.



Ongeschikte keuze van een ETICS in een publieke zone onderhevig aan vandalisme



Mechanische beschadiging van een ETICS in een toegangszone voor vrachtwagens.

## Omgeving met veel plantengroei of zeer vervuilde stedelijke omgeving, gebrek aan onderhoud (zie hoofdstuk 8, p. 111)

Veroudering van het ETICS die afhankelijk is van haar gevoeligheid (ruwheid ...), van de omgeving, van de blootstelling aan vocht, van de aanwezigheid van voorzieningen die deze blootstelling beperken (dakoversteken) en van een goed onderhoud.



Vroegtijdige veroudering van de bepleistering.



Veroudering van de bepleistering in een stedelijke omgeving.

## BIJLAGE A

# Berekening van de warmtedoorgangscoefficiënt

De gedetailleerde berekening van de warmteweerstand (R-waarde) en de warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) van bouwelementen wordt beschreven in de norm NBN B 62-002 [B5]. De berekeningen uitgevoerd in het kader van de gewestelijke energieprestatieregelingen (EPB) moeten in overeenstemming zijn met de Transmissiereferentiedocumenten (TRD) [M2, W1, V1] die opgenomen werden in de EPB-besluiten van de Gewesten.

Deze documenten zijn terug te vinden op hun respectievelijke websites:

- Brussels Hoofdstedelijk Gewest: [www.leefmilieubrussels.be](http://www.leefmilieubrussels.be)
- Waals Gewest: [energie.wallonie.be](http://energie.wallonie.be)
- Vlaams Gewest: [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be)

Volgens de EPB-regelgeving mag de globale warmtedoorgangscoefficiënt U van de met het ETICS bedekte wand niet hoger zijn dan een limietwaarde ( $U_{max}$ -waarde) die vastgelegd wordt door ieder Gewest (zie hiervoor vermelde websites).

Deze coëfficiënt wordt als volgt berekend:

$$U = U_{lopend} + \Delta U_f + \Delta U_{cor} \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

waarbij:

- U = de globale warmtedoorgangscoefficiënt van de wand die bedekt is met het ETICS, in W/(m<sup>2</sup>.K)
- $U_{lopend}$  = de warmtedoorgangscoefficiënt in het lopende deel van de wand die bedekt is met het ETICS (zonder bouwknoepen), uitgedrukt in W/(m<sup>2</sup>.K) en die bepaald wordt aan de hand van de volgende formule:

$$U_{lopend} = \frac{1}{R_{tot}}$$

met:

$$R_{tot} = \Sigma R_i + R_{isol\ ETICS} + R_{se} + R_{si}$$

waarbij:

- $R_{tot}$  = de totale warmteweerstand van de wand, in (m<sup>2</sup>.k)/W
- $R_{isol\ ETICS}$  = de warmteweerstand van de isolatie van het ETICS, in (m<sup>2</sup>.K)/W

- $\Sigma R_i$  = de som van de warmteweerstanden van de andere lagen (\*), in (m<sup>2</sup>.k)/W
- $R_{se}$  = de warmteovergangswaarde aan het buitenoppervlak (0,04 (m<sup>2</sup>.K)/W)
- $R_{si}$  = de warmteovergangswaarde aan het binnenoppervlak (0,13 (m<sup>2</sup>.K)/W)
- $\Delta U_f$  = de toeslagfactor voor mechanische puntvormige bevestigingen die homogeen over de wand verdeeld zijn, berekend met behulp van de vergelijking:

$$\Delta U_f = n_f \times X_p \text{ (voor de bevestigingspluggen)}$$

waarbij:

- $n_f$  = het aantal bevestigingen per vierkante meter
- $X_p$  = de puntwarmtedoorgangscoefficiënt van de bevestigingsplug, in W/K
- $\Delta U_{cor}$  = de correctiefactor voor de meet- en plaatsingstoleranties tijdens de uitvoering van het bouwelement, uitgedrukt in W/(m<sup>2</sup>.K), die nul is volgens de gewestelijke Transmissiereferentiedocumenten [M2, W1, V1] en als volgt berekend wordt volgens de norm NBN B 62-002 [B5]:

$$\Delta U_{cor} = \frac{1}{(R_{tot} - R_{cor})} - \frac{1}{R_{tot}}$$

waarbij  $R_{cor}$  = 0,1 (m<sup>2</sup>.K)/W (vermindering van de totale weerstand van het bouwelement ten gevolge van meet- en plaatsingstoleranties).

Wanneer men profielen of rails gebruikt die op een homogene manier over de wand verdeeld zijn, moeten de U- en de  $R_{tot}$ -waarden bovendien rekening houden met de verliezen door de lineaire warmtedoorgang van deze profielen (eventueel door middel van numerieke berekeningen) aan de hand van de volgende formule:

$$\Delta U = \Sigma \Psi_i l_i \text{ (voor de profielen of de rails)}$$

waarbij:

- $\Psi_i$  = de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van het profiel, in W/(m.K)
- $l_i$  = de lengte van het profiel per vierkante meter, in meter.

(\*) De warmteweerstand van de bepleistering ( $R_{bepleistering}$ ) bedraagt ongeveer 0,02 (m<sup>2</sup>.K)/W.



# BIJLAGE B

## Bouwknopen in overeenstemming met de EPB

### B1 Voorwerp

De energieprestatieregelgeving voor gebouwen (EPB) maakt een onderscheid tussen:

- de lineaire en puntvormige onderbrekingen eigen aan een wand, die in aanmerking moeten worden genomen in de berekening van de warmtedoorgangscoefficiënt of de U-waarde (bv. mechanische bevestigingen van de isolatie)
- de bouwknopen, zijnde de plaatsen in de gebouwschil waar er warmteverliezen kunnen optreden die niet noodzakelijk extreem zijn of aanleiding geven tot condensatie- of schimmelvorming.

Verder dient men eveneens een onderscheid te maken tussen de lineaire en punctuele bouwknopen.

De lineaire bouwknopen kunnen zich voordoen in de volgende drie situaties:

- op plaatsen waar twee scheidingsconstructies van het verliesoppervlak samenkomen
- op plaatsen waar een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak samenkomt met een scheidingsconstructie op de grens met een aangrenzend perceel
- daar waar de isolatielaag in een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak lijnvormig (al dan niet over de volledige dikte) onderbroken wordt door een materiaal met een hogere warmtegeleidbaarheid dan de isolatielaag (met een maximale breedte van 400 mm).

Een punctuele bouwknop is elke plaats in de gebouwschil waar de isolatielaag van een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak puntvormig (al dan niet over de volledige

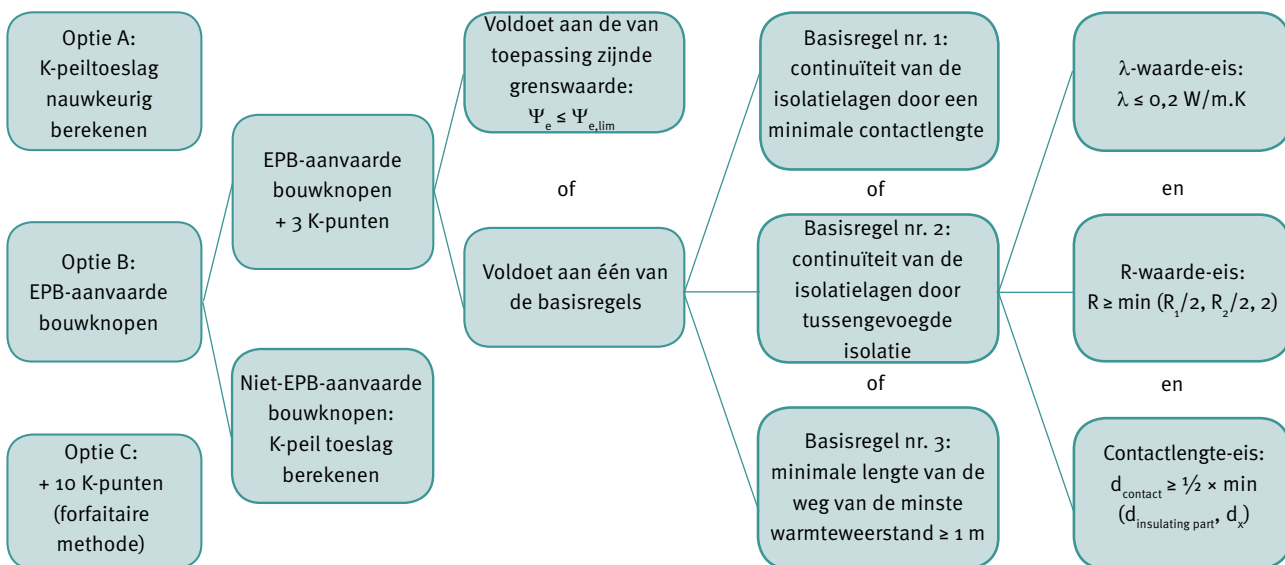
dikte) onderbroken wordt door een materiaal met een hogere warmtegeleidbaarheid dan de isolatielaag. De punt- en lijnvormige onderbrekingen van de isolatielaag die eigen zijn aan de constructie en die reeds verrekend werden in de U-waarde dienen hierbij dus niet extra in rekening gebracht te worden (zie hiervoor).

Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de volgende websites: [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be), [www.leefmilieubrussels.be](http://www.leefmilieubrussels.be) en [energie.wallonie.be](http://energie.wallonie.be).

In bijlage VIII van de EPB-regelgeving is vastgelegd hoe men de invloed van bouwknopen op de warmtedoorgangscoefficiënt door transmissie dient te bepalen. Hierbij heeft men de keuze tussen drie methoden: een gedetailleerde berekening, de methode van de EPB-aanvaarde bouwknopen en een methode waarbij men opteert voor een forfaitaire, ongunstige toeslag op het K-peil (zie afbeelding B1).

De gedetailleerde methode (optie A) laat toe om de invloed van de bouwknopen op de totale warmtestroom op uiterst nauwkeurige wijze te bepalen. Alle lineaire en puntvormige bouwknopen moeten hierbij individueel ingerekend worden.

De methode van de EPB-aanvaarde bouwknopen (optie B) voorziet in een kleine forfaitaire toeslag op het K-peil voor de koudebrugarme (EPB-aanvaarde) bouwknopen. Voor dergelijke bouwknopen hoeven geen lengtes en/of aantallen bepaald te worden, waardoor het rekenwerk beperkt blijft. De niet-EPB-aanvaarde bouwknopen moeten daarentegen individueel ingerekend worden of ingegeven worden met een bijkomende forfaitaire  $\Psi$ -waarde.



Afb. B1 Opties waarmee men de impact van de bouwknopen kan bepalen.

De optie C wordt gehanteerd wanneer men geen aandacht wenst te schenken aan de invloed van de bouwknopen. In dit geval wordt er een forfaitaire (ongunstige) toeslag voorzien.

## B2 EPB-aanvaarde bouwknopen – optie B

Een bouwknop is EPB-aanvaard wanneer hij aan minstens één van de volgende voorwaarden voldoet (zie afbeelding B1, p. 123):

- ofwel dient hij te beantwoorden aan de van toepassing zijnde grenswaarde:  $\Psi_e \leq \Psi_{e,lim}$
- ofwel dient hij te beantwoorden aan één van de basisregels voor een koudebrugarm detail.

### B.2.1 Manieren om te voldoen aan de grenswaarde $\Psi_{e,lim}$

Men dient erop toe te zien dat de  $\Psi_e$ -waarden kleiner zijn dan de  $\Psi_{e,lim}$ -waarden. De  $\Psi_e$ -waarden kunnen ofwel berekend worden, ofwel ontleend worden aan een databank (voor zover de geometrie van de bouwknop en de  $\Psi$ -waarden van de beschouwde materialen identiek zijn aan deze uit de databank).

### B.2.2 Manieren om te voldoen aan de basisregels

Om beschouwd te mogen worden als een koudebrugarm detail, moet de bouwknop aan één van de volgende drie basisregels voldoen:

- ofwel wordt de continuïteit van de isolatielagen verzekerd door een minimale contactlengte (zie § B.2.2.1)
- ofwel wordt de continuïteit van de isolatielagen verzekerd door de tussenvoeging van bijkomende isolerende delen (zie § B.2.2.2)
- ofwel zorgt men ervoor dat de weg van de minste warmteweerstand zo groot mogelijk is (zie § B.2.2.3, p. 125).

#### B.2.2.1 Basisregel nr. 1

De contactlengte  $d_{contact}$  (gemeten tussen het koude en het warme vlak) van de isolatielagen (met een dikte  $d_1$  en  $d_2$ ) van twee wanden van het verliesoppervlak ter hoogte van een aansluiting, moet groter dan of gelijk zijn aan de helft van de kleinste van de waarden tussen  $d_1$  en  $d_2$  (helft van de dikte van de dunste laag), wat uitgedrukt kan worden aan de hand van de volgende voorwaarde:  $d_{contact} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_1, d_2)$ .

#### Opmerking

Bij de raamkaders zonder thermische onderbreking gaat men uit van de dikte van het vaste kader ('kozijn') gemeten loodrecht op de beglaasde oppervlakte. Bij raamkaders met thermische onderbreking moet de isolatielaag in direct contact staan met de thermische onderbreking, en dit, over de volledige dikte van de thermische onderbreking.

#### B.2.2.2 Basisregel nr. 2

Om te voldoen aan basisregel nr. 2, moeten de tussen-gevoegde isolerende delen tegelijkertijd beantwoorden aan de  $\lambda$ -waarde-eis, de R-waarde-eis en de contactlengte-eis.

##### B.2.2.2.1 Eis voor de $\lambda$ -waarde

De lambda-waarde van het tussengevoegde isolerende deel moet kleiner dan of gelijk zijn aan 0,2 W/m.K, zijnde  $\lambda_{insulating\ part} \leq 0,2\ W/m.K$ .

#### Opmerkingen

- Mechanische bevestigingen met een warmtegeleidbaarheid van meer dan 0,2 W/m.K die de koude zijde van een isolerend deel rechtstreeks verbinden met de warme zijde ervan, zijn enkel toegestaan indien de som van de secties van deze bevestigingen niet groter is dan 1 cm<sup>2</sup> per strekkende meter lineaire bouwknop.
- Plaatselijke onderbrekingen van het isolerende deel door een ander materiaal met een warmtegeleidbaarheid van maximaal 0,2 W/m.K zijn alleen toegestaan indien het volume-aandeel van het andere materiaal ten opzichte van het totale volume van het isolerende deel niet meer dan 10 % bedraagt.

##### B.2.2.2.2 Eis voor de R-waarde

De warmteweerstand van het isolerende deel  $R_{insulating\ part}$  moet voldoende groot zijn in vergelijking met de warmteweerstand  $R_1$  en  $R_2$  van de isolatielagen, ofwel  $R_{insulating\ part}$  moet groter dan of gelijk zijn aan de kleinste van de waarden tussen  $R_1/2$ ,  $R_2/2$  en 2. Deze eis kan uitgedrukt worden aan de hand van de volgende vergelijking:  $R_{insulating\ part} \geq \min(R_1/2, R_2/2, 2)$

waarbij  $R_{insulating\ part} = \frac{d_{insulating\ part}}{\lambda_{insulating\ part}}$ .

#### Opmerkingen

- De dikte van het isolerende deel moet loodrecht op de thermische-snedelijn gemeten worden. Indien de thermische-snedelijn het isolerende deel in twee richtingen doorkruist, dan zijn er twee  $R_{insulating\ part}$ -waarden voor hetzelfde isolerende deel van toepassing, die allebei aan de voorwaarden moeten voldoen.
- Bij de toevoeging van een isolerend deel tussen een thermische-isolatielaag (met warmteweerstand  $R_1$ ) en het schrijnwerk, wordt de R-waarde van het aangrenzende schrijnwerk niet in rekening gebracht. In deze uitzonderlijke situatie bekomt men dan dat  $R_{insulating\ part}$  groter dan of gelijk is aan de kleinste van de waarden tussen  $R_1/2$  en 1,5, ofwel:  $R_{insulating\ part} \geq \min(R_1/2, 1,5)$ .

### B2.2.2.3 Eis voor de contactlengte

Een isolerend deel moet minstens de helft van de dikte van de aangrenzende isolatielaag ( $d_{\chi}$ ) of van zijn eigen dikte ( $d_{\text{insulating part}}$ ) overlappen:  $d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_{\chi})$ .

### B2.2.3 Basisregel nr. 3

Het kortste traject tussen de binnen- en de buitenomgeving (of tussen de binnenomgeving en een aangrenzende onverwarmde ruimte) dat nergens een isolatielaag of een isolerend deel snijdt, moet groter dan of gelijk zijn aan één meter.

## B3 Voornaamste bouwknopen

### B3.1 Aansluitingen met de muurvoet

#### B3.1.1 Niet-ingegraven beschermd volume – aansluiting met isolerend bouwblok

Zie tabel B1, p. 126, § 5.1.4.1, p. 51, en afbeelding 48, p. 52.

#### B3.1.2 Niet-ingegraven beschermd volume – aansluiting zonder isolerend bouwblok

Zie tabellen B2 en B3, p. 126, maar ook § 5.1.4.2, p. 51, en afbeelding 49, p. 52.

#### B3.1.3 Beschermd volume deels onder het maaiveld

Zie tabel B4, p. 126, § 5.1.5, p. 53 en afbeelding 50, p. 53

### B.3.2 Aansluitingen met ramen en deuren

#### B3.2.1 Raam- of deuren geplaatst in het vlak van de isolatielaag van de gevel (excentrische plaatsing)

Zie tabel B5, p. 127, § 5.2.3.1, p. 58, en afbeelding 59, p. 58.

#### B3.2.2 Raam- of deuren geplaatst in het vlak van de dragende muur zonder isolerend bouwblok

Zie tabel B6, p. 127, § 5.2.3.2, p. 59, en afbeelding 61, p. 59.

#### B3.2.3 Raam- of deuren geplaatst in het vlak van de dragende muur met isolerend bouwblok

Zie tabel B7, p. 128, evenals § 5.2.3.2, p. 59, en afbeelding 60, p. 59.

#### B3.2.4 Eisen met betrekking tot de uitlijning van het ETICS ter hoogte van een ondermuur

Zie tabel B8, p. 129, § 5.2.4.2, p. 60, en afbeelding 63, p. 61.

### B3.3 Aansluitingen met de dakranden van platte daken

#### B3.3.1 Aanzet op platte daken

Zie tabel B9, p. 129, maar ook § 5.3.1, p. 61, en afbeelding 65, p. 62.

#### B3.3.2 Randen van platte daken – gebruik van een thermisch isolerend bouwblok

Zie tabel B10, p. 130, § 5.3.2.1, p. 64 en afbeelding 71, p. 65.

#### B3.3.3 Randen van platte daken – bedekking van de dakopstand met thermische isolatielagen

Zie tabel B11, p. 131, § 5.3.2.2, p. 66, en afbeelding 72, p. 65.

### B3.4 Aansluitingen met de dakranden van hellende daken

#### B3.4.1 Onderaan het dakvlak

Zie tabellen B12, p. 131 en B13, p. 132, evenals § 5.4.1, p. 66 en afbeelding 75, p. 67.

#### B3.4.2 Dakzijrand (puntgevel)

Zie tabel B15, p. 133, § 5.4.2, p. 66, en afbeelding 76, p. 67.

### B3.5 Aansluiting met spouwmuren

Zie tabel B14, p. 132, § 5.6, p. 70, en afbeelding 83, p. 70.

**Tabel B1** Overgang tussen de buitenmuur (sokkel) en de vloer geïsoleerd met tussengevoegde isolatie: optie B, basisregel nr. 2 (zie afbeelding 48, p. 52).

Voorwaarde 1: $\lambda$ -waarde		voldaan
$\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$	Isolerend bouwblok	
Voorwaarde 2: R-waarde		voldaan
$R_{\text{insulating part}} \geq \min(R_{\text{isol sokkel}}/2, R_{\text{isol vloer}}/2, 2)$	Waarbij $R_{\text{insulating part}} = \frac{d_{\text{insulating part}}}{\lambda_{\text{insulating part}}}$	
<p><b>Voorbeeld 1</b></p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol sokkel}} = 0,05 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol sokkel}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol vloer}} = 0,1 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol vloer}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol sokkel}} = 0,83</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol vloer}} = 1,67</math></li> <li>Min = 0,83 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 0,83</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,04 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,10 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,08 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,15 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,13 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,20 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,17 \text{ m}</math></li> </ul>	<p><b>Voorbeeld 2</b></p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol sokkel}} = 0,15 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol sokkel}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol vloer}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol vloer}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol sokkel}} = 2,50</math> et <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol vloer}} = 3,33</math></li> <li>Min = 2 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 2</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,10 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,10 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,20 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,15 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,30 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,20 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,40 \text{ m}</math></li> </ul>	
Voorwaarde 3: contactlengte		voldaan
$d_{\text{contact},x} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$		
<p><b>Voorbeeld 1</b></p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol sokkel}} = 0,05 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{isol vloer}} = 0,1 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Als:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{insulating part}} = 0,04 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact},i} \geq 0,02 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{insulating part}} = 0,17 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact},\text{sokkel}} \geq 0,03 \text{ m}</math> <math>\rightarrow d_{\text{contact},\text{vloer}} \geq 0,05 \text{ m}</math></li> </ul>	<p><b>Voorbeeld 2</b></p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol sokkel}} = 0,15 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{isol vloer}} = 0,2 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Als:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{insulating part}} = 0,10 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact},i} \geq 0,05 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{insulating part}} = 0,40 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact},\text{sokkel}} \geq 0,08 \text{ m}</math> <math>\rightarrow d_{\text{contact},\text{vloer}} \geq 0,10 \text{ m}</math></li> </ul>	
Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)		conform

**Tabel B2** Overgang tussen de buitenmuur en de geïsoleerde vloer zonder isolerend bouwblok: optie B, basisregel nr. 3 (minimale lengte van de weg met de minste warmteweerstand) – geval 1: vloer op volle grond (zie afbeelding 49A, p. 52).

Voorwaarde: $L \geq 1 \text{ m}$		voldaan
Buitenomgeving en beschermd volume	$L1 + L2 + L3 \geq 1 \text{ m}$	
Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 3 van de optie B		conform

**Tabel B3** Overgang tussen de buitenmuur en de geïsoleerde vloer zonder isolerend bouwblok: optie B, basisregel nr. 3 (minimale lengte van de weg met de minste warmteweerstand) – geval 2: vloer op aangrenzende niet-verwarmde ruimte (kelder, kruipruimte) (zie afbeelding 49B, p. 52).

Voorwaarde: $L \geq 1 \text{ m}$		voldaan
Buitenomgeving en beschermd volume	$L1 + L2 + L3 \geq 1 \text{ m}$	
Beschermd volume en aangrenzende niet-verwarmde ruimte	$L'1 + L'2 \geq 1 \text{ m}$ $L''1 + L''2 \geq 1 \text{ m}$	
Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 3 van de optie B		conform

**Tabel B4** Overgang tussen de isolatie van de buitenmuur (sokkel) en deze van de ingegraven muur: optie B, basisregel nr. 1 (continuïteit van de isolatie verzekerd dankzij een minimale contactlengte) (zie afbeelding 50, p. 53).

Voorwaarde: contactlengte		voldaan
$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{isol sokkel}}, d_{\text{isol ingegraven muur}})$	Aan deze voorwaarde wordt meestal voldaan.	
Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 1 van de optie B		conform



Tabel B5 Overgang tussen de isolatie van de buitenmuur (ETICS) en het raam- of deurkader (excentrische plaatsing): optie B, basisregel nr. 1 (de continuïteit van de isolatie wordt verzekerd dankzij een minimale contactlengte; zie afbeelding 59, p. 58) (\*).

Voorwaarde: contactlengte		voldaan
$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{dikte vaste kader}}, d_{\text{isol ETICS}})$		Meestal $d_{\text{dikte vaste kader}} < d_{\text{isol ETICS}}$ . De strengste voorwaarde is dus: $d_{\text{contact}} \geq d_{\text{dikte vaste kader}}/2$ .
<b>Voorbeeld 1</b> Zijnde de dikte van het vaste kader $d_{\text{dikte vaste kader}} = 8$ cm Aan voorwaarde voldaan als $d_{\text{contact}} \geq 4$ cm	<b>Voorbeeld 2</b> Zijnde de dikte van het vaste kader $d_{\text{dikte vaste kader}} = 12$ cm Aan voorwaarde voldaan als $d_{\text{contact}} \geq 6$ cm	
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 1 van de optie B</b>		<b>conform</b>
(*) Voor raam- of deurkaders met een thermische onderbreking, moet de isolatielaag in direct contact staan met de thermische onderbreking, en dit, over de volledige dikte van de thermische onderbreking.		

Tabel B6 Overgang tussen de isolatie van de buitenmuur (ETICS) en het raam- of deurkader (in het vlak van de muur): optie B, basisregel nr. 1 (voor de raam- of deurkaders zonder thermische onderbreking wordt de continuïteit van de isolatie verzekerd door een minimale contactlengte; zie afbeelding 61, p. 59).

Voorwaarde: contactlengte		voldaan/ niet-voldaan (*)
$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{dikte vaste kader}}, d_{\text{isol ETICS}})$		Meestal $d_{\text{dikte vaste kader}} < d_{\text{isol ETICS}}$ . De strengste voorwaarde is dus: $d_{\text{contact}} \geq d_{\text{dikte vaste kader}}/2$ .
<b>Voorbeeld 1</b> Zijnde de dikte van het vaste kader $d_{\text{dikte vaste kader}} = 8$ cm Aan voorwaarde voldaan als de neg = $d_{\text{contact}} \geq 4$ cm	<b>Voorbeeld 2</b> Zijnde de dikte van het vaste kader $d_{\text{dikte vaste kader}} = 10$ cm Aan de voorwaarde voldaan als de neg = $d_{\text{contact}} \geq 5$ cm Als de breedte van het vaste kader $< 5$ cm, voorwaarde niet-voldaan	
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 1 van de optie B</b>		<b>conform/ niet-conform (*)</b>
(*) Er moet bijzondere aandacht besteed worden aan de lengte en de positie van de dorpel evenals aan de aansluiting van de geïsoleerde plint op het raam- of deurkader.		

**Tabel B7** Overgang tussen de isolatie van de buitenmuur (ETICS) en het raam- of deurkader (in het vlak van de muur met isolerend bouwblok): optie B, basisregel nr. 2 (zie afbeelding 60, p. 59).

Voorwaarde 1: $\lambda$ -waarde		voldaan
$\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$		Isolerend bouwblok
Voorwaarde 2: R-waarde		voldaan/ niet-voldaan (!)
$R_{\text{insulating part}} \geq \min(R_{\text{isol ETICS}}/2, 1,5) \text{ (!) (!)}$		Waarbij $R_{\text{insulating part}} = \frac{d_{\text{insulating part}}}{\lambda_{\text{insulating part}}}$
<p style="color: #008080; font-weight: bold;">Voorbeeld 1</p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 1,25</math></li> <li>Min = 1,25 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 1,25</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,06 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,10 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,13 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,15 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,19 \text{ m} \text{ (!)}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,20 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,25 \text{ m} \text{ (!)}</math></li> </ul>	<p style="color: #008080; font-weight: bold;">Voorbeeld 2</p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 2,50</math></li> <li>Min = 1,5 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 1,5</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,08 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,10 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,15 \text{ m} \text{ (!)}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,15 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,23 \text{ m} \text{ (!)}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,20 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,30 \text{ m} \text{ (!)}</math></li> </ul>	
Voorwaarde 3: contactlengte		voldaan
$d_{\text{contact},x} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$		
<p style="color: #008080; font-weight: bold;">Voorbeeld 1</p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{dikte vaste kader}} = 0,08 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Als:</p> <p><math>d_{\text{insulating part}} = 0,14 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} \geq 0,05 \text{ m}</math>, voorwaarde voldaan  <math>\rightarrow d_{\text{contact,vaste kader}} \geq 0,04 \text{ m}</math>, voorwaarde voldaan</p>	<p style="color: #008080; font-weight: bold;">Voorbeeld 2</p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{dikte vaste kader}} = 0,08 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Als:</p> <p><math>d_{\text{insulating part}} = 0,14 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} \geq 0,07 \text{ m}</math>, voorwaarde voldaan  <math>\rightarrow d_{\text{contact,vaste kader}} \geq 0,04 \text{ m}</math>, voorwaarde voldaan</p>	
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)</b>		<b>conform/ niet-conform (!)</b>
<p>(!) Voorwaarde vervuld of niet vervuld in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math> en de dikte van de muur.</p> <p>(?) In het geval van een muur van 14 cm (of 19 cm) dik die zodanig geïsoleerd is dat <math>\frac{1}{2} \times R_{\text{isol ETICS}} \geq 1,5</math> (bv. 12 cm isolatie met een <math>\lambda</math>-waarde van 0,04), moet de <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>-waarde verkregen door het gebruik van een tussengevoegde isolatie van 14 cm (of 19 cm) kleiner dan of gelijk zijn aan 0,09 (of 0,13).</p> <p>(?) Na te leven in de richting loodrecht op de thermische-snelrijn van de thermische onderbreking, dus in beide richtingen.</p> <p>(!) Voorwaarde niet vervuld als de muur 14 cm dik is.</p>		

**Tabel B8** Overgang tussen de isolatie van de buitenmuur (ETICS) en het deurkader met een plint in de neg: optie B, basisregel nr. 1 (voor kaders zonder thermische onderbreking geplaatst gelijkliggend met de muur, wordt de continuïteit van de isolatie verzekerd door een minimale contactlengte; zie afbeelding 63, p. 61).

Voorwaarde: contactlengte		voldaan/ niet-voldaan
$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{dikte vaste kader}}, d_{\text{isol ETICS}})$	Meestal $d_{\text{dikte vaste kader}} < d_{\text{isol ETICS}}$ . De strengste voorwaarde is dus: $d_{\text{contact}} \geq \frac{d_{\text{dikte vaste kader}}}{2}$ (*).	
<b>Voorbeeld</b>		
Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li>dikte van de bepleistering = 0,5 tot 2 cm</li> <li>breedte van het vaste kader <math>\geq d_{\text{contact},1}</math> + dikte van de bepleistering + ongeveer 1 cm</li> <li><math>d_{\text{contact},2} = d_{\text{contact},1} - 5</math> cm (ongeveer)</li> <li><math>d_{\text{contact},2} \geq</math> dikte vaste kader/2</li> </ul> Als: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{dikte vaste kader}} = 6</math> cm <math>\rightarrow</math> breedte vaste kader <math>\geq 9,5 - 11,0</math> cm</li> <li><math>d_{\text{dikte vaste kader}} = 8</math> cm <math>\rightarrow</math> breedte vaste kader <math>\geq 10,5 - 12,0</math> cm</li> <li><math>d_{\text{dikte vaste kader}} = 10</math> cm <math>\rightarrow</math> breedte vaste kader <math>\geq 11,5 - 13,0</math> cm</li> </ul>		
Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 1 van de optie B		conform/ niet-conform
(*) Is soms problematisch ter hoogte van de sokkel vanwege de inspringende positie en de dikte van de geïsoleerde plint.		

**Tabel B9** Overgang tussen de isolatie van het platte dak en de isolatie van het ETICS (aanzet) met tussengevoegde isolatie: optie B, basisregel nr. 2 (zie afbeelding 65, p. 62).

Voorwaarde 1: $\lambda$ -waarde		voldaan
$\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2$ W/m.K	Isolatiemateriaal	
Voorwaarde 2: R-waarde		voldaan (?)
$R_{\text{insulating part}} \geq \min(R_{\text{isol dak}}/2, R_{\text{isol ETICS}}/2, 2)$	Waarbij $R_{\text{insulating part}} = \frac{d_{\text{insulating part}}}{\lambda_{\text{insulating part}}}$	
<b>Voorbeeld 1</b>	<b>Voorbeeld 2</b>	
Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1</math> m, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04</math> W/m.K</li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,1</math> m, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,03</math> W/m.K</li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 1,25</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 1,67</math></li> <li>Min = 1,25 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 1,25</math></li> </ul> Minimale $d_{\text{insulating part}}$ in functie van $\lambda_{\text{insulating part}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05</math> W/m.K <math>\rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,06</math> m, voorwaarde voldaan</li> <li>(als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,2</math> W/m.K <math>\rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,25</math> m, voorwaarde niet-voldaan)</li> </ul>	Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2</math> m, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04</math> W/m.K</li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,2</math> m, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,03</math> W/m.K</li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 2,50</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol toiture}} = 3,33</math></li> <li>Min = 2 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 2</math></li> </ul> Minimale $d_{\text{insulating part}}$ in functie van $\lambda_{\text{insulating part}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05</math> W/m.K <math>\rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,10</math> m, voorwaarde voldaan</li> <li>(als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,2</math> W/m.K <math>\rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,4</math> m, voorwaarde niet-voldaan)</li> </ul>	
Voorwaarde 3: contactlengte		voldaan (?)
$d_{\text{contact},x} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$	$d_{\text{insulating part}} < d_{\text{isol ETICS}}$ $d_{\text{contact},1} = d_{\text{insulating part}} \geq \frac{d_{\text{insulating part}}}{2}$ : voorwaarde voldaan $d_{\text{contact},2} = d_{\text{insulating part}}$	
<b>Voorbeeld 1</b>	<b>Voorbeeld 2</b>	
Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1</math> m</li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,1</math> m</li> </ul> Als: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{insulating part}} = 0,06</math> m <math>\rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} = 0,06</math> m <math>\geq 0,03</math> m</li> <li><math>\rightarrow d_{\text{contact,dak}} = 0,06</math> m <math>\geq 0,03</math> m</li> </ul>	Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,20</math> m</li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,20</math> m</li> </ul> Als: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{insulating part}} = 0,10</math> m <math>\rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} = 0,10</math> m <math>\geq 0,05</math> m</li> <li><math>\rightarrow d_{\text{contact,dak}} = 0,10</math> m <math>\geq 0,05</math> m</li> </ul>	
Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)		conform (?)
(?) Op voorwaarde dat de $\lambda_{\text{insulating part}}$ -waarde vergelijkbaar is met de $\lambda_{\text{isol ETICS}}$ - en $\lambda_{\text{isol dak}}$ -waarden. (?) Er wordt geen rekening gehouden met het profiel uit PVC en met het membraan (zie § 3.6, p. 37).		

**Tabel B10** Overgang tussen de dakranden van platte daken en het ETICS met een thermisch isolerend bouwblok: optie B, basisregels nr. 2 (zie afbeelding 71, p. 65).

Voorwaarde 1: $\lambda$ -waarde		voldaan
$\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$		Isolerend bouwblok
Voorwaarde 2: R-waarde		voldaan
$R_{\text{insulating part}} \geq \min(R_{\text{isol ETICS}}/2, R_{\text{isol dak}}/2, 2)$		Waarbij $R_{\text{insulating part}} = \frac{d_{\text{insulating part}}}{\lambda_{\text{insulating part}}}$
<b>Voorbeeld 1</b>	<b>Voorbeeld 2</b>	
<p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,1 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 1,25</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 1,67</math></li> <li>Min = 1,25 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 1,25</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,06 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,10 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,13 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,15 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,19 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,20 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,25 \text{ m}</math></li> </ul>	<p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 2,50</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 3,33</math></li> <li>Min = 2 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 2</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,10 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,10 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,20 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,15 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,30 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,20 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,40 \text{ m}</math></li> </ul>	
Voorwaarde 3: contactlengte		voldaan
$d_{\text{contact},x} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$		$d_{\text{contact},1} = d_{\text{insulating part}}$ $d_{\text{contact},2} = d_{\text{isol dak}}$ of $d_{\text{insulating part}}$
<b>Voorbeeld 1</b>	<b>Voorbeeld 2</b>	
<p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,1 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Als:</p> $d_{\text{insulating part}} = 0,06 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} = 0,06 \text{ m} \geq 0,03 \text{ m}$ $\rightarrow d_{\text{contact,dak}} = 0,06 \text{ m} \geq 0,03 \text{ m}$	<p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2 \text{ m}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,2 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Als:</p> $d_{\text{insulating part}} = 0,2 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} = 0,1 \text{ m}$ $\rightarrow d_{\text{contact,dak}} = 0,1 \text{ m}$	
Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)		conform

Tabel B11 Dakrand van een plat dak – thermische isolatie van de dakopstand: option B, basisregel nr. 2 (zie afbeelding 72, p. 65).

Voorwaarde 1: λ-waarde		voldaan
$\lambda_{\text{insulating part A}}$ en $\lambda_{\text{insulating part B}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$	Aangepaste isolatie	
Voorwaarde 2: R-waarde		voldaan
$R_{\text{insulating part A}}$ en $R_{\text{insulating part B}} \geq \min(R_{\text{isol ETICS}}/2, R_{\text{isol dak}}/2, 2)$	Waarbij $R_{\text{insulating part A}} = \frac{d_{\text{insulating part A}}}{\lambda_{\text{insulating part A}}}$ $R_{\text{insulating part B}} = \frac{d_{\text{insulating part B}}}{\lambda_{\text{insulating part B}}}$	
<b>Voorbeeld 1</b> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,10 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,10 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 1,25</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 1,67</math></li> <li>Min = 1,25 → <math>R_{\text{insulating part A}}</math> en <math>R_{\text{insulating part B}} \geq 1,25</math></li> </ul> Minimale $d_{\text{insulating part A}}$ en $d_{\text{insulating part B}}$ in functie van $\lambda_{\text{insulating part A}}$ en $\lambda_{\text{insulating part B}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part A}} = 0,05 \text{ W/m.K}</math> → <math>d_{\text{insulating part A}} \geq 0,06 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math> → <math>d_{\text{insulating part B}} \geq 0,05 \text{ m}</math></li> </ul>	<b>Voorbeeld 2</b> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,20 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,20 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,03 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 2,50</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 3,33</math></li> <li>Min = 2 → <math>R_{\text{insulating part A}}</math> en <math>R_{\text{insulating part B}} \geq 2</math></li> </ul> Minimale $d_{\text{insulating part A}}$ en $d_{\text{insulating part B}}$ in functie van $\lambda_{\text{insulating part A}}$ en $\lambda_{\text{insulating part B}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part A}} = 0,05 \text{ W/m.K}</math> → <math>d_{\text{insulating part A}} \geq 0,10 \text{ m}</math></li> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math> → <math>d_{\text{insulating part B}} \geq 0,08 \text{ m}</math></li> </ul>	
Voorwaarde 3: contactengte		voldaan
$d_{\text{contact},x} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$ 3 contacten te controleren	Aan deze voorwaarde wordt meestal voldaan.	
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)</b>		<b>conform (*)</b>
(*) Op voorwaarde dat: <ul style="list-style-type: none"> <li>de plaatselijke onderbrekingen van het tussengevoegde isolerende deel (bovenzijde van de dakopstand) door houten balken (warmtegeleidbaarheid kleiner 0,2 W/m.K) zodanig zijn dat het volume van de balken kleiner dan of gelijk is aan 10 % per strekkende meter lineaire bouwknoop (bv. balken van 5 cm breed om de 50 cm)</li> <li>de metalen mechanische bevestigingen (<math>\lambda &gt; 0,2 \text{ W/m.K}</math>) zodanig zijn dat de totale doorsnede per strekkende meter bouwknoop niet groter is dan 1 cm<sup>2</sup> (bv. 2 bevestigingen met een diameter van 5 mm om de 50 cm).</li> </ul>		

Tabel B12 Overgang tussen de isolatie van het hellende dak (onderaan het dakvlak) en van de isolatie van het ETICS – geval 1: ETICS tot tegen de bekleding van de dakoversteek (zie afbeelding 75, p. 67): optie B, basisregel nr. 2 (†).

Voorwaarde 1: λ-waarde		voldaan
$\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$	Contact tussen isolatie	
Voorwaarde 2: R-waarde		voldaan
$R_{\text{insulating part}} \geq \min(R_{\text{isol ETICS}}/2, R_{\text{isol dak}}/2, 2)$ Insulating part = contact (‡) $\lambda_{\text{insulating part}} = \lambda_{\text{contact}} = \max(\lambda_{\text{isol ETICS}}, \lambda_{\text{isol dak}})$	Waarbij $R_{\text{insulating part}} = \frac{d_{\text{insulating part}}}{\lambda_{\text{insulating part}}}$ zijnde $R_{\text{contact}} = \frac{d_{\text{contact}}}{\lambda_{\text{contact}}}$	
<b>Voorbeeld 1</b> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,08 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,05 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 1,0</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 2,5</math></li> <li>Min = 1,0 → <math>R_{\text{contact}} \geq 1,0</math></li> </ul> $d_{\text{contact}}$ in functie van $\lambda_{\text{isol ETICS}}$ en $\lambda_{\text{isol dak}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{contact}} \geq 0,05 \times 1,0 = 0,05</math>, voorwaarde voldaan (‡)</li> </ul>	<b>Voorbeeld 2</b> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,20 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,30 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 2,5</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 3,75</math></li> <li>Min = 2 → <math>R_{\text{contact}} \geq 2</math></li> </ul> $d_{\text{contact}}$ in functie van $\lambda_{\text{isol ETICS}}$ en $\lambda_{\text{isol dak}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{contact}} \geq 0,04 \times 2 = 0,08</math>, voorwaarde voldaan</li> </ul>	
Voorwaarde 3: contactlengte		voldaan
$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$	$d_{\text{contact}} = d_{\text{insulating part}} \text{ (} \alpha d_x \text{) } > \frac{1}{2} \times d_{\text{insulating part}}$	
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)</b>		<b>conform</b>
(†) Omwille van de bekleding van de dakoversteek die de isolatielagen deels doorbreekt, wordt het contact tussen de isolatie van het ETICS en de dakisolatie gecontroleerd als een tussengevoegd isolerend deel.		
(‡) We stellen vast dat $d_{\text{contact}} \geq d_{\text{isol ETICS}}/2$ niet streng genoeg is in bepaalde gevallen.		

**Tabel B13** Overgang tussen de isolatie van het hellende dak (onderaan het dakvlak) en de isolatie van het ETICS – geval 2: bekleding van de dakoversteek tot tegen het ETICS: optie B, basisregel nr. 1.

Voorwaarde: contactlengte	voldaan
$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{isol ETICS}}, d_{\text{isol dak}})$	Meestal $d_{\text{isol ETICS}} < d_{\text{isol dak}}$ De strengste voorwaarde is dus $d_{\text{contact}} \geq d_{\text{isol ETICS}}/2$ .
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 1 van de optie B</b>	
<b>conform</b>	

**Tabel B14** Overgang tussen de isolatie van de spouwmuur en de isolatie van het ETICS met tussengevoegde isolatie: optie B, basisregel nr. 2 (zie afbeelding 83, p. 70).

Voorwaarde 1: $\lambda$ -waarde	voldaan
$\lambda_{\text{insulating part}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$	Isolatiemateriaal
Voorwaarde 2: R-waarde	voldaan <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
$R_{\text{insulating part}} \geq \min(R_{\text{isol ETICS}}/2, R_{\text{isol spouwmuur}}/2, 2)$	Waarbij $R_{\text{insulating part}} = \frac{d_{\text{insulating part}}}{\lambda_{\text{insulating part}}}$
<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 1</b></p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol spouwmuur}} = 0,1 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol spouwmuur}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol spouwmuur}} = 1,25</math></li> <li>Min = 1,25 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 1,25</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,06 \text{ m}</math>, voorwaarde voldaan</li> <li>(als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,2 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,25 \text{ m}</math>, voorwaarde niet-voldaan)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 2</b></p> <p>Zijnde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol spouwmuur}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol spouwmuur}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> <p>Men heeft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol spouwmuur}} = 2,50</math></li> <li>Min = 2 <math>\rightarrow R_{\text{insulating part}} \geq 2</math></li> </ul> <p>Minimale <math>d_{\text{insulating part}}</math> in functie van <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,10 \text{ m}</math>, voorwaarde voldaan</li> <li>(als <math>\lambda_{\text{insulating part}} = 0,2 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part}} \geq 0,4 \text{ m}</math>, voorwaarde niet-voldaan)</li> </ul>
Voorwaarde 3: contactlengte	voldaan <sup>(3)</sup>
$d_{\text{contact,x}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$	$d_{\text{insulating part}} < d_x$ $d_{\text{contact,ETICS}} = d_{\text{insulating part}} \geq d_{\text{insulating part}}/2$ , voorwaarde voldaan $d_{\text{contact,spouwmuur}} = d_{\text{insulating part}} \geq d_{\text{insulating part}}/2$ , voorwaarde voldaan
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)</b>	
<b>conform <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup></b>	
<p><sup>(1)</sup> Op voorwaarde dat de doorsnede van de mechanische bevestigingen van de console of de punctuele verstevigingshaken die de tussengevoegde isolatie doorboren niet groter zijn dan 1 cm<sup>2</sup> lopende meter (bv. 2 bevestigingen met een diameter van 5 mm om de 50 cm, verstevigingshaak met een doorsnede van 1,5 x 30 mm om de 50 cm).</p> <p><sup>(2)</sup> Er wordt geen rekening gehouden met het profiel uit PVC of met het membraan (zie § 3.6, p. 37).</p> <p><sup>(3)</sup> Op voorwaarde dat de <math>\lambda_{\text{insulating part}}</math>-waarde vergelijkbaar is met de <math>\lambda_{\text{isol ETICS}}</math>- en de <math>\lambda_{\text{isol dak}}</math>-waarde.</p>	

Tabel B15 Overgang tussen de isolatie van het hellende dak (dakzijrand) en de isolatie van het ETICS: optie B, basisregel nr. 2 (zie afbeelding 76, p. 67) (1).

Insulating part A: contact tussen de isolatie van het ETICS en de tussengevoegde isolatie	
<b>Voorwaarde 1: λ-waarde</b>	
$\lambda_{\text{insulating part A}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$	Contact tussen isolatie
<b>Voorwaarde 2: R-waarde</b>	
$R_{\text{insulating part A}} \geq \min(R_{\text{isol ETICS}}/2, R_{\text{isol dak}}/2, 2)$ Insulating part = contact $\lambda_{\text{insulating part A}} = \lambda_{\text{contact}} = \max(\lambda_{\text{isol ETICS}}, \lambda_{\text{insulating part B}})$	Waarbij $R_{\text{insulating part A}} = \frac{d_{\text{insulating part A}}}{\lambda_{\text{insulating part A}}}$ Zijnde $R_{\text{contact}} = \frac{d_{\text{contact}}}{\lambda_{\text{contact}}}$
<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 1</b></p> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,08 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,05 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,05 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 1,0</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 2,5</math></li> <li>Min = 1,0 → <math>R_{\text{contact}} \geq 1,0</math></li> </ul> $d_{\text{contact}}$ in functie van $\lambda_{\text{isol ETICS}}$ , $\lambda_{\text{insulating part B}}$ en $\lambda_{\text{isol dak}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{contact}} \geq 0,05 \times 1,0 = 0,05</math>, voorwaarde voldaan (2)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 2</b></p> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,05 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,3 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 2,5</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 3,75</math></li> <li>Min = 2 → <math>R_{\text{contact}} \geq 2</math></li> </ul> $d_{\text{contact}}$ in functie van $\lambda_{\text{isol ETICS}}$ , $\lambda_{\text{insulating part B}}$ en $\lambda_{\text{isol dak}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{contact}} \geq 0,05 \times 2 = 0,10</math>, voorwaarde voldaan</li> </ul>
<b>Voorwaarde 3: contactlengte</b>	
$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$	$d_{\text{contact,1}} = d_{\text{contact,2}} = d_{\text{insulating part A}} (\ll d_{\text{isol ETICS}}) > \frac{1}{2} \times d_{\text{insulating part A}}$ (voorwaarde altijd voldaan)
Insulating part B: tussengevoegde isolatie van de dakzijrand	
<b>Voorwaarde 1: λ-waarde</b>	
$\lambda_{\text{insulating part B}} \leq 0,2 \text{ W/m.K}$	Isolatiemateriaal
<b>Voorwaarde 2: R-waarde (3)</b>	
$R_{\text{insulating part B}} \geq \min(R_{\text{isol ETICS}}/2, R_{\text{isol dak}}/2, 2)$	Waarbij $R_{\text{insulating part B}} = \frac{d_{\text{insulating part B}}}{\lambda_{\text{insulating part B}}}$
<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 1</b></p> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,1 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,15 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 1,25</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 1,88</math></li> <li>Min = 1,25 → <math>R_{\text{insulating part B}} \geq 1,25</math></li> </ul> Minimale $d_{\text{insulating part B}}$ in functie van $\lambda_{\text{insulating part B}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part B}} \geq 0,06 \text{ m}</math></li> <li>(als <math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,2 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part B}} \geq 0,25 \text{ m}</math>, voorwaarde niet-voldaan)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 2</b></p> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,2 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol ETICS}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,3 \text{ m}</math>, <math>\lambda_{\text{isol dak}} = 0,04 \text{ W/m.K}</math></li> </ul> Men heeft: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{2} R_{\text{isol ETICS}} = 2,50</math> en <math>\frac{1}{2} R_{\text{isol dak}} = 3,75</math></li> <li>Min = 2 → <math>R_{\text{insulating part B}} \geq 2</math></li> </ul> Minimale $d_{\text{insulating part B}}$ in functie van $\lambda_{\text{insulating part B}}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>als <math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,05 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part B}} \geq 0,10 \text{ m}</math></li> <li>(als <math>\lambda_{\text{insulating part B}} = 0,2 \text{ W/m.K} \rightarrow d_{\text{insulating part B}} \geq 0,40 \text{ m}</math>, voorwaarde niet-voldaan)</li> </ul>
<b>Voorwaarde 3: contactlengte</b>	
$d_{\text{contact,x}} \geq \frac{1}{2} \times \min(d_{\text{insulating part}}, d_x)$	$d_{\text{insulating part B}} < d_{\text{isol dak}}$ $d_{\text{contact,3}} = d_{\text{insulating part B}} \geq d_{\text{insulating part B}}/2$ , voorwaarde voldaan
<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 1</b></p> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol contact}} = 0,06 \text{ m}</math> (<math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,10 \text{ m}</math>)</li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,15 \text{ m}</math></li> </ul> Als: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{insulating part B}} = 0,06 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} = 0,06 \text{ m} \geq 0,03 \text{ m}</math></li> <li><math>\rightarrow d_{\text{contact,dak}} = 0,06 \text{ m} \geq 0,03 \text{ m}</math></li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld 2</b></p> Zijnde: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{isol contact}} = 0,12 \text{ m}</math> (<math>d_{\text{isol ETICS}} = 0,20 \text{ m}</math>)</li> <li><math>d_{\text{isol dak}} = 0,30 \text{ m}</math></li> </ul> Als: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_{\text{insulating part B}} = 0,10 \text{ m} \rightarrow d_{\text{contact,ETICS}} = 0,12 \text{ m} \geq 0,05 \text{ m}</math></li> <li><math>\rightarrow d_{\text{contact,dak}} = 0,10 \text{ m} \geq 0,05 \text{ m}</math></li> </ul>
<b>Conformiteit van de knoop, basisregel nr. 2 van de optie B (drie voorwaarden moeten gelijktijdig vervuld worden)</b>	
<b>conform (4) (5)</b>	
(1) Het gebruik van een opeenvolging van tussengevoegde isolerende delen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Insulating part A: omwille van de aanwezigheid van de bekleding van de dakoversteek die de isolatielagen gedeeltelijk onderbreekt, wordt het contact tussen de isolatie van het ETICS en de tussengevoegde isolatie van de dakzijrand gecontroleerd als een tussengevoegd isolerend deel.</li> <li>– Insulating part B: tussengevoegde isolatie van de dakzijrand.</li> </ul> (2) Men stelt vast dat $d_{\text{contact}} \geq d_{\text{isol ETICS}}/2$ niet altijd voldoende streng is.                     (3) Voorwaarde die gecontroleerd moet worden in twee richtingen, aangezien de lijn van de thermische onderbreking door de tussengevoegde isolatie loopt in twee richtingen.                     (4) Op voorwaarde dat de $\lambda_{\text{insulating part B}}$ -waarde vergelijkbaar is met de waarden $\lambda_{\text{isol ETICS}}$ en $\lambda_{\text{isol dak}}$ .                     (5) Op voorwaarde dat het volume van de houten structuur (ladder) kleiner dan of gelijk is aan 10 % per strekkende meter lineaire bouwknop (bv. maximaal 2 balken van 50 mm breed per lopende meter).	





## BIJLAGE C

# Checklist: bepleisteringen op buitenisolatie (ETICS)

Deze bijlage geeft een overzicht van de aandachtspunten bij iedere uitvoeringsfase van bepleisteringen op buitenisolatie, en dit zowel vóór, tijdens en na de werkzaamheden als gedurende de onderhoudsfase.

Algemene bouwplaatsinformatie		
Onderneming belast met de werken (gevelwerker): ..... .....		
Plaats waar de werken uitgevoerd zullen worden: ..... ..... .....	Uitvoeringsperiode: ..... ..... .....	ETA- en ATG-nummer van het ETICS: ..... ..... Type/naam van de onderdelen: ..... .....
Opdrachtgever: ..... .....	Algemene aannemer: ..... .....	Architect: ..... .....

Lijst van de bijlagen		
Fasen van de werkzaamheden	Gevelwerker	Opdrachtgever
Vóór de werken (zie kader A, p. 136): • ..... • ..... • .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....
Tijdens de werken (zie kader B, p. 138): • ..... • ..... • .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....
Na de werken (zie kader C, p. 139) : • ..... • ..... • .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....
Gedurende de onderhoudsfase (zie kader D, p. 139) : • ..... • ..... • .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....	Gelezen en goedgekeurd  Datum: .....

A. Vóór de werken	
Voorwerp	Te controleren elementen
<b>A1. Algemene gebouwkenmerken</b>	
Aard van de constructie	Nieuwbouw, verbouwing, restauratie of uitbreiding
Bestemming van het gebouw	Woongebouw, kantoorgebouw, bedrijfsgebouw, andere bestemming: .....
Ligging van het gebouw	Woonzone, bedrijfszone, stadszone of landelijke zone
Hoogte van het gebouw	Men dient na te gaan of het bepleisteringssysteem moet voldoen aan bepaalde eisen naargelang van de gebouwhoogte en de ligging van het gebouw.
<b>A2. Ondergrond</b>	
Aard van de ondergrond	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metselwerk (baksteen, beton, cellenbeton...)</li> <li>• (Al dan niet ter plaatse gestort) beton</li> <li>• Pleister</li> <li>• Houtskelet (+ draagplaten)</li> <li>• Andere: .....</li> </ul> Einddatum (ruwbouw): .....
Cohesie van de ondergrond/hechting van de bestaande afwerking	In geval van bijvoorbeeld oudere gebouwen, dient men de hechting/cohesie van de bestaande afwerking te controleren.
Compatibiliteit/hechting van de lijm aan de ondergrond	In geval van twijfel dient men een hechtproef uit te voeren en/of het advies van de fabrikant in te winnen.
Homogeniteit	Werden er heterogeniteiten vastgesteld op de plannen? Hoe ziet de werkelijke situatie ter plaatse eruit?
Oriëntatie/blootstelling	Bosrijke omgeving, risico op vergroening, andere: .....
Vervuiling/bestaande schade	Vervuiling, vuilafzetting, uitbloeiingen, mos, afschilfering, scheuren, andere: .....
Vocht	Is er vocht/een vochtscherm aanwezig? In geval van twijfel dient men over te gaan tot vochtmetingen (verplicht voor houten ondergrond).
Temperatuur	Is de temperatuur in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant?
Toleranties op de ondergrond	Controleren van de vlakheid, de verticale stand, de horizontale stand (plafond), de haaksheid, de rechtlijnigheid en de breedte van de aansluitingen met het buitenschrijnwerk. Nagaan of er nood is aan een raaplaag.
Voegen	Zijn de op de plannen vastgelegde bewegingsvoegen wel degelijk aanwezig in de praktijk?
<b>A3. Thermische berekeningen door de architect</b>	
Nieuwbouw/bestaand gebouw	Zijn de resultaten van de berekeningen in overeenstemming met de energieprestatieregelgeving?
<b>A4. Realisatie van de voorzienige uitvoeringsdetails</b>	
Uitvoeringsbepalingen	Conformiteit voor het aanbrengen van een ETICS?

(vervolg van de tabel op pagina 137)

Afwerking ter hoogte van de muurvoet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werd de plintafwerking terugspringend ten opzichte van de isolatie uitgevoerd en vertoont deze een toereikende schokweerstand?</li> <li>• Werd er een vochtbestendig isolatiemateriaal gebruikt?</li> <li>• Beschikt men over een performant afdichtingssysteem?</li> <li>• Bevindt het sokkel- of startprofiel zich op minstens 30 cm boven het maaiveld?</li> <li>• Werden er maatregelen getroffen om eventuele koudebruggen te beperken?</li> </ul>
Aansluiting met de raam- en deurenaders	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werd het schrijnwerk stabiel in de ruwbouw vastgezet?</li> <li>• Zijn de aansluitingen wind- en regendicht?</li> <li>• Liggen de aansluitingen parallel met het buitenvlak van de ruwbouw?</li> <li>• Zijn er stopprofielen en soepele voegen aanwezig?</li> <li>• Beantwoordt de dorpel aan de gestelde waterdichtheidseisen (U-profiel aan de zijkanten) en steekt deze voldoende uit?</li> <li>• Is de afdichting aangepast aan de aard van het gebouw en de risico's die ermee verbonden zijn?</li> </ul>
Aansluiting met de dakranden van platte daken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Is er een dakrandprofiel aanwezig?</li> <li>• Werd er een muurkap voorzien?</li> <li>• Is de beschermingshoogte groot genoeg?</li> </ul>
Aansluiting met de dakranden van hellende daken	De isolatie mag geen onderbrekingen vertonen.
Aansluiting met een balkon	Koudebruggen zijn te vermijden. De afdichting van de aansluiting moet verzekerd zijn.
Bewegingsvoegen	Men dient de nodige stopprofielen en soepele voegen in de ondergrond te voorzien.
Doorboringen	Elke doorboring dient voorzien te worden van een zwelband en een soepele voeg.
Andere details: ..... .....	..... ..... .....
<b>A5. Bescherming tegen brand</b>	
Reglementering	Men dient na te gaan of de reglementering al dan niet van toepassing is (*).
<b>A6. Bescherming tegen wind</b>	
Windbelasting	Men dient na te gaan of de desbetreffende voorschriften van de fabrikant gerespecteerd werden.
<b>A7. Bouwplaatsinstallatie</b>	
Werfcabines en diensten	..... .....
Materialen en apparatuur	De materialen en de apparatuur moeten droog en vorstvrij opgeslagen worden.
Steigers	Men dient erop toe te zien dat de steigers beschikken over een voldoende groot en stabiel steunoppervlak.
Afval	Is er een mogelijkheid om het afval te af te voeren en/of te sorteren?
(*) Voor meer informatie hieromtrent kan men terecht in de normenreeks NBN EN 13501 'Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen' en in het KB tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan de nieuwe gebouwen moeten voldoen.	

B. Tijdens de werken		
Voorwerp van de beoordeling	Te controleren elementen	Frequentie of ogenblik van de controle
<b>B1. Planning</b>		
Beschikbare documenten op de bouwplaats	Stedenbouwkundige vergunning, algemene en bijzondere bestekken, plannen, voorschriften van de fabrikant, ETA's, ATG's, andere: .....	Vóór en tijdens de uitvoering
<b>B2. Bouwmaterialen</b>		
Lijm	Voor al deze elementen dient de aannemer bij de levering de volgende aspecten na te kijken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de leveringsbon</li> <li>• de etikettering</li> <li>• het productienummer</li> <li>• de bewaringstijd en de bewaringsvoorwaarden</li> <li>• het uitzicht (vervorming, consistentie ...)</li> <li>• de overeenkomstigheid met de ETA- en/of ATG-goedkeuring.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij elke levering</li> <li>• Vóór de plaatsing</li> </ul>
Mechanische bevestigingen		
Isolatieplaten		
Grondpleister		
Wapeningsweefsel		
Voorstrijklaag		
Afwerklaag		
Verf		
Toebehoren (profielen, zwelbanden ...)		
<b>B3. Uitrustingen</b>		
Doseringstoestel	Men dient over te gaan tot een controle van de functies en de beoogde hoeveelheden.	Vóór het eerste gebruik
Menginstallatie	Men dient over te gaan tot een controle van de functies, de perfecte werking en de afwezigheid van roest.	Vóór het begin van de werken
Werktuigen voor het aanbrengen	Men dient over te gaan tot een controle van de functies, de perfecte werking en de afwezigheid van roest.	Vóór het begin van de werken
Controle- en meetinstrumenten	Men dient over te gaan tot een controle van de functies en de precisie van de metingen.	Vóór de uitvoering van de metingen
<b>B4. Plaatsing (zie ook punt A4, p. 136 en 137)</b>		
Weersomstandigheden	Men dient na te gaan of de klimatologische omstandigheden in overeenstemming zijn met de voorschriften van de fabrikant.	Minstens twee maal per dag (tot enkele dagen na de werken)
Bevestiging van de isolatieplaten	De bevestiging dient te gebeuren volgens de plaatsingsrichtlijnen.	Vóór de bevestiging
Afdichting van de voegen tussen de isolatieplaten en van de overige ongewenste openingen	De voegen moeten gesloten zijn en uitgevoerd worden met een geschikt materiaal.	Tijdens de werken en vóór het aanbrengen van het grondpleister
Vlakheid van de isolatieplaten en niveauverschillen	De platen moeten een vlak oppervlak vertonen. Niveauverschillen kunnen, indien mogelijk, weggewerkt worden door deze af te schuren.	Tijdens de werken en vóór het aanbrengen van het grondpleister
Plaatsing van profielen en eventuele versterkingen	..... .....	..... .....
Vermenging van de materialen	De menginstructies moeten nauwgezet nageleefd worden.	Tijdens elke vermenging
Materiaalhoeveelheden/laagdikte	Men dient het verbruik te controleren voor ieder oppervlak en de benodigde materiaalhoeveelheden na te kijken.	Na de bevestiging
Uitvoering van de aansluitingen en de voegen	De voegen dienen waterdicht te zijn.	Bij de uitvoering van elke voeg
<b>B5. Opruimen van de bouwplaats</b>		
Resten van isolatiemateriaal, bouwafval, metaal, verpakkingen, ander specifiek afval: .....	Het afval moet in de vereiste vorm afgevoerd en/of gesorteerd worden.	Tijdens en na de plaatsing

C. Na de werken	
Voorwerp	Te controleren elementen
<b>C1. Geometrische eigenschappen</b>	
Vlakheid	Men dient voor al deze aspecten na te gaan of er voldaan werd aan de opgelegde tolerantieklasse (bij klachten).
Loodrechtheid/verticaliteit	
Horizontaliteit	
Rechtheid	
Haaksheid	
<b>C2. Uitzicht</b>	
Oppervlaktetextuur	De beoordeling van de uniformiteit van de ruwheid dient te gebeuren vanop een afstand van 3 m en onder natuurlijk licht (niet onder schierend licht). Hiervoor zijn er evenwel geen objectieve criteria beschikbaar.
Kleur	De beoordeling van de kleur moet gebeuren na een voldoende lange wachttijd (uitharding, droging, ...). De visuele controle dient uitgevoerd te worden vanop een afstand van 3 m (onder natuurlijk licht en niet onder schierend licht) of met behulp van een kleurmeting.
<b>C3. Aansluitingsdetails</b>	
Afwerking aan de muurvoet	Men dient de conformiteit van al deze aspecten na te gaan (zie ook punt A4, p. 136 en 137).
Aansluiting met ramen en deuren	
Aansluiting met de dakranden van platte daken	
Aansluiting met de dakranden van hellende daken	
Aansluiting met een balkon	
Bewegingsvoegen	

D. Onderhoud			
<p>Om het uitzicht en de duurzaamheid van de gevel te vrijwaren, moet de bouwheer voldoende aandacht besteden aan het onderhoud ervan. De bepleistering moet bijgevolg regelmatig (minstens één keer per jaar) nagekeken worden en, indien nodig, behandeld worden in overleg met een gespecialiseerde firma. De onderhoudsfrequentie van de bepleistering is sterk afhankelijk van het toegepaste systeem, van de omgeving en de blootstelling (bv. vocht) van het bouwwerk, alsook van het doordachte ontwerp en de zorgvuldige uitvoering van de detailleringen. In voorkomend geval is het aan te raden om elke 10 jaar over te gaan tot een grondige opfrisbeurt.</p>			
Voorwerp	Te controleren elementen	Te nemen maatregelen (in overleg met een gespecialiseerde firma)	Frequentie van de interventies
Mos- en algengroei	Werd er mos- en/of algengroei vastgesteld?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indien nodig, kan men overgaan tot: <ul style="list-style-type: none"> <li>• een droge afborsteling</li> <li>• een reiniging met water, detergent of bleekwater</li> <li>• de uitvoering van een waterwerende en/of mos- en algengerende behandeling</li> <li>• het aanbrengen van een verflaag (eventueel een nieuwe geschikte afwerklaag).</li> </ul> </li> </ul>	Indien nodig
Atmosferische vervuiling	Zijn er vuilafzettingen aanwezig?		Indien nodig
Kleurvariaties	Werden er zichtbare kleurverschillen vastgesteld?		Om de 10 jaar (een langere termijn is mogelijk naargelang van het type pleister en van de omgeving)
Beschadigingen	Werden er scheurtjes (> 0,2 mm), blazen of mechanische beschadigingen vastgesteld?	De gebeurlijke schade wordt best zo snel mogelijk hersteld door een vakman.	Indien nodig
Aansluitingsdetails (kitvoegen, aansluitingen, regenwaterafvoeren ...)	Werden er loskomende en/of beschadigde voegen of aansluitingen aangetroffen?	De defecte delen moeten zo snel mogelijk vervangen moeten worden.	Indien nodig (gewoonlijk om de 1 tot 3 jaar)



# BIJLAGE D

## Principe van dimensionering bij windbelasting (eenvoudige gevallen)

Deze bijlage is louter en alleen ter illustratie. We herinneren eraan dat de dimensionering bij windbelasting tot de bevoegdheid van de ontwerper behoort (eventueel via een studie bureau), en niet tot deze van de aannemer.

De windstabiliteit van een ETICS wordt verzekerd als de rekenweerstand ( $R_d$ , rekening houdend met de veiligheidscoëfficiënten op nationaal niveau) groter dan of gelijk is aan de rekenwaarde van de windbelasting ( $F_d$ ) volgens de algemene uitdrukking:

$$R_d \geq F_d.$$

### D1 Partiële veiligheidscoëfficiënten

In tabel D1 kan men een overzicht vinden van de partiële veiligheidscoëfficiënten  $\gamma_Q$  voor de windbelastingen en de partiële veiligheidscoëfficiënten  $\gamma_M$  die van toepassing zijn op de mechanische weerstanden van de materialen.

### D2 Windbelasting

#### D2.1 Parameters

De windbelasting wordt bepaald volgens de NBN EN 1991-1-4 [B10] en haar nationale bijlage [B11] waarin de windzones in België (zie afbeelding D1, p. 143) en de ruw-

heidscategorieën van het terrein vastgelegd worden. Deze worden kort beschreven in tabel D2 (p. 142).

De eenvoudige gevallen die hier beschreven worden (zie afbeeldingen D2 en D3, p. 144), hebben betrekking op gebouwen met een rechthoekig oppervlak waarvan de verhouding tussen de referentiehoogte en de lengte van de beschouwde gevel kleiner is dan 5 (zijnde  $h/d < 5$ , bv. als  $d = 10$  m, dan  $h < 50$  m).

De windbelasting in een bepaalde richting (op een gevel met een lengte  $b$ ) veroorzaakt een zuigkracht op de drie andere gevels. Het belang van de zuigkracht varieert in functie van de gevel en van de zone waarop ze uitgeoefend wordt. Bij de dimensionering van de gevel met lengte  $d$ , definieert men de grootte  $e$  als het minimum tussen  $b$  en  $2h$  om de lengte ( $e/5$ ) van de randzone te bepalen:

- als  $e/5 \geq d$ , strekt de randzone zich uit over de volledige gevel met lengte  $d$
- als  $e/5 < d$ , kunnen we een randzone en een (minder belaste) centrale zone onderscheiden.

Als we er, ter vereenvoudiging, van uitgaan dat de winden uit tegengestelde richtingen zich met dezelfde intensiteit aandienen, kunnen we stellen dat:

- als  $e/5 \geq d/2$ , de randzone zich uitstrekt over de volledige gevel met lengte  $d$
- als  $e/5 < d/2$ , kunnen we een randzone en een (minder belaste) centrale zone onderscheiden.

Tabel D1 Overzicht van de partiële veiligheidscoëfficiënten.

Eigenschappen		Windbelasting (°)	Weerstand
		Partiële veiligheidscoëfficiënt voor de windbelastingen ( $\gamma_Q$ )	Partiële veiligheidscoëfficiënt die van toepassing is op de mechanische weerstanden van de materialen ( $\gamma_M$ )
Bevestiging in de ondergrond en doortrekking van bevestigingen buiten de rails		1,25 (°)	2,0
Verbindingen met de isolatie (doortrekking, hechting van het grondpleister, hechting van de lijm ...)	EPS, XPS, PF, PU, CG, ICB, MF		2,0
	MW, WF		2,5

(°) Toegepast volgens de norm NBN EN 1991-1-4 ANB [B11] voor de variabele en permanente belastingen die uitgeoefend worden op secundaire constructies.

(°) Wat betreft de verbindingen met de isolatie, wordt een  $\gamma_Q$ -coëfficiënt van 1,1 niet uitgesloten (geldig voor variabele en permanente belastingen die uitgeoefend worden op vulelementen en op hun bevestigingen).

Tabel D2 Ruwheidscategorieën van het terrein.

Ruwheidscategorie van het terrein	Voorbeeld
<p><b>0</b></p> <p>Zee of kuststreek die blootstaat aan zeewinden</p>	
<p><b>I</b></p> <p>Meer of zone met uiterst weinig vegetatie die vrij is van obstakels</p>	
<p><b>II</b></p> <p>Zone met lage vegetatie (zoals gras), met of zonder alleenstaande obstakels (bomen, gebouwen) op een onderlinge afstand van minstens 20 keer hun hoogte</p>	
<p><b>III</b></p> <p>Zones met een regelmatige begroeiing, met alleenstaande gebouwen of obstakels op een onderlinge afstand van maximum 20 keer hun hoogte (bv. dorpen, voorsteden, permanente bossen)</p>	
<p><b>IV</b></p> <p>Stedelijke zones waar minstens 15 % van het oppervlak ingenomen wordt door gebouwen met een gemiddelde hoogte van meer dan 15 m</p>	





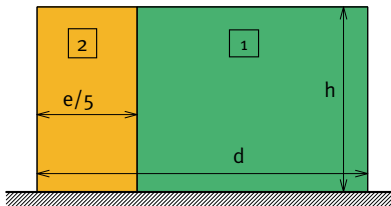
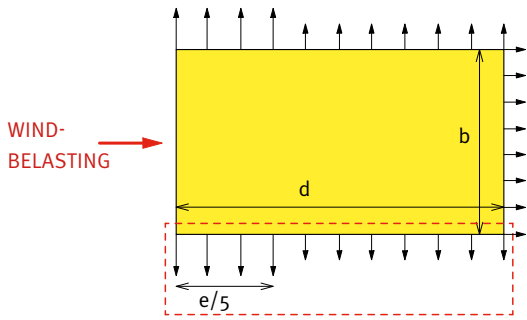
Afb. D1 Kaart van de windzones in België.

Bron: NGI  
Brussel, 2001

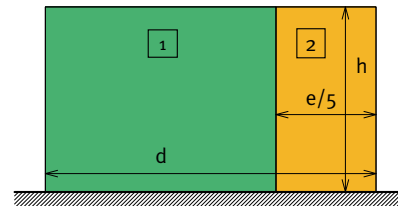
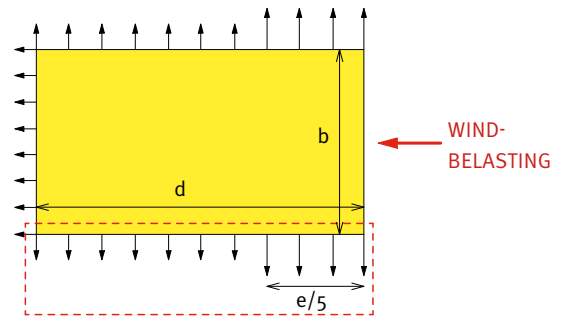
Tabel D3 Voorbeelden van de bepaling van de randzone en de centrale zone van een gevel.

Voorbeeld nr.	Lengte van de aan de wind blootgestelde gevel b [m]	Referentiehoogte van het gebouw $h = z_e$ [m]	Lengte van de bestudeerde gevel d ( $> h/5$ ) [m]	e (min tussen b en 2h) [m]	Lengte van de randzone $e/5$ [m]	Lengte van de eventuele centrale zone [m] (*)
1	50	25	10 ( $> 5$ )	50	10	0
2	30	20	10 ( $> 4$ )	30	6	0
3	20	12	12 ( $> 2,4$ )	20	4	4
4	15	10	10 ( $> 2$ )	15	3	4
5	10	12	16 ( $> 2,4$ )	10	2	12

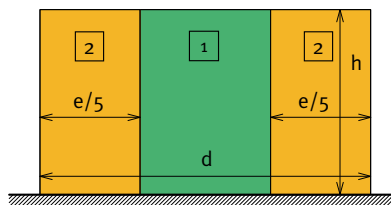
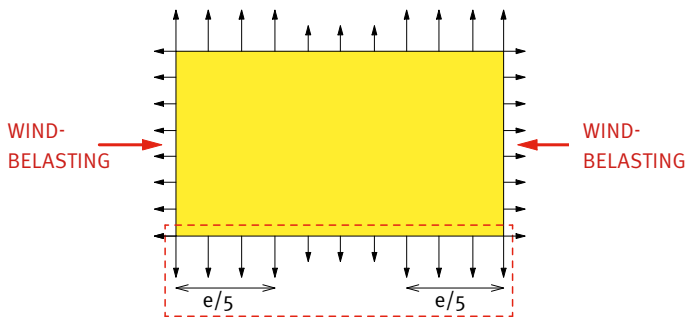
(\*) Men gaat ervan uit dat de winden uit tegengestelde richtingen zich met dezelfde intensiteit aandienen (vereenvoudiging).



A. Windbelasting van links naar rechts



B. Windbelasting van rechts naar links



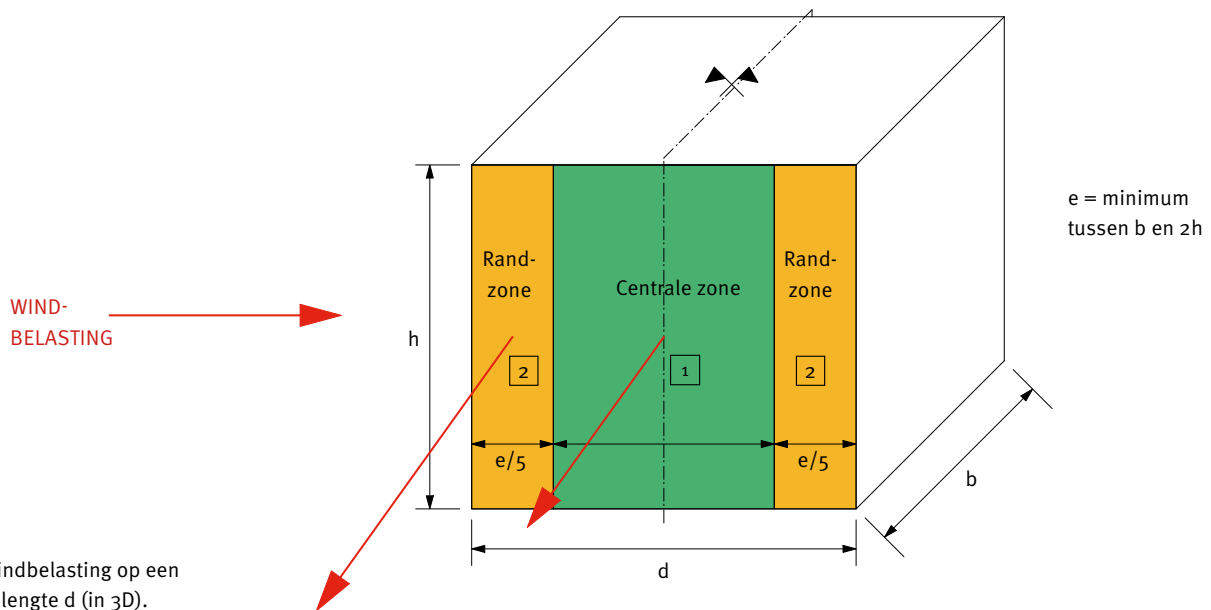
C. Rekening houdend met de voornaamste windbelasting uit de ene of de andere richting om de dimensionering te vereenvoudigen

Afb. D2 Windbelasting op een gevel (in onderdruk) met een lengte d (in 2D: in boven- en vooraanzicht).

Tabel D4 Binnen- en buitendrukcoëfficiënten voor  $h/d < 5$ .

Drukcoëfficiënten	Vergelijking tussen $e/5$ en $d$	Zone van de gevel	
		Randzone	Centrale zone
$c_{pe,1}$	$e/5 < d$ (*)	-1,40	-1,10
	$e/5 \geq d$ (*)	-1,40	-1,40
$c_{pi}$	de meest ongunstige tussen +0,2 en -0,3, zijnde +0,2		
$c_p = c_{pe,1} - c_{pi}$	$e/5 < d$ (*)	-1,60	-1,30
	$e/5 \geq d$ (*)	-1,60	-1,60

(\*) In het geval van symmetrie van de windbelasting,  $e/5 < \text{of} \geq d/2$  in plaats van  $e/5 < \text{of} \geq d$ .



Afb. D3 Windbelasting op een gevel met lengte d (in 3D).

## D2.2 Rekenwaarde

De rekenwaarde  $F_d$  van de windbelasting in iedere gevelzone (randzone en centrale zone) wordt gegeven door de volgende formule:

$$F_d = \gamma_Q \times q_p(z_e) \times c_{prob}^{-2} \times c_p \text{ [N/m}^2 \text{ of Pa]}$$

waarbij:

- $\gamma_Q$  = de partiële veiligheidscoëfficiënt voor windbelasting (zie tabel D1, p. 141)
- $q_p(z_e)$  = de dynamische piekdruk
- $z_e$  = de referentiehoogte van de wind (= hoogte 'h' van het gebouw, behalve in bepaalde gevallen, zie **WTCB-Rapport nr. 11** [W4])
- $c_{prob}$  = de waarschijnlijkheidscoëfficiënt (voor een terugkeerperiode van 25 jaar,  $c_{prob} = 0,9597$ )
- $c_p$  = de drukcoëfficiënt.

De drukcoëfficiënt wordt als volgt berekend (zie tabel D4, p. 144):

$$c_p = c_{p,e} - c_{p,i}$$

waarbij:

- $c_{p,e}$  = de buitendrukcoëfficiënt ( $c_{p,e,1}$  voor een belastingsoppervlak  $\leq 1 \text{ m}^2$ )
- $c_{p,i}$  = de binnendrukcoëfficiënt.

Op basis van deze hypothesen, geeft tabel D5 (p. 146) de rekenwaarden van de windbelasting  $F_d$  in functie van de verschillende parameters.

## D3 Dimensionering bij windbelasting in functie van de bevestigingswijze

### D3.1 Bevestiging door verlijming

De windstabiliteit wordt beoordeeld op basis van tabel D6 (p. 147). Bij een sterke blootstelling aan de wind (rekenwaarde van de windbelasting  $F_d > 2.000 \text{ Pa}$ ), kan de opdrachtgever bovendien een grondig onderzoek eisen over het windgedrag, met onder andere een proef van uitrukweerstand onder dynamische windbelasting.

Tabel D5 Rekenwaarden van de windbelasting ( $F_w$  in N/m<sup>2</sup> of in Pa) voor een rechthoekig gebouw met  $h/d \leq 5$ .

Referentie-snelheid van de wind [m/s] (°)	Ruwheid van het terrein (°)	Referentiehoogte van de wind $z_e$ [m]											
		$\leq 5$		$\leq 10$		$\leq 15$		$\leq 20$		$\leq 25$		$\leq 30$	
		Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone
		Windbelasting $F_w$ [N/m <sup>2</sup> of Pa]											
26	o	2026	1646	2323	1887	2505	2035	2636	2142	2741	2227	2829	2299
	I	1842	1497	2155	1751	2347	1907	2489	2022	2601	2113	2695	2190
	II	1501	1220	1831	1488	2035	1654	2187	1777	2308	1875	2408	1956
	III	962	781	1286	1045	1492	1212	1645	1337	1768	1437	1872	1521
	IV	812	660	812	660	1002	814	1146	931	1262	1025	1359	1105
25	I	1702	1383	1991	1618	2170	1763	2301	1869	2406	1955	2490	2023
	II	1389	1128	1693	1375	1883	1530	2023	1643	2133	1733	2225	1808
	III	888	721	1188	965	1380	1121	1522	1236	1636	1329	1730	1405
	IV	752	611	752	611	927	753	1059	861	1166	947	1256	1021
24	I	1569	1275	1837	1492	2000	1625	2120	1723	2216	1800	2295	1865
	II	1280	1040	1560	1268	1735	1410	1864	1515	1965	1597	2052	1667
	III	820	666	1096	891	1271	1033	1402	1139	1507	1224	1595	1296
	IV	693	563	693	563	853	693	976	793	1074	873	1159	941
23	I	1440	1170	1685	1369	1837	1492	1947	1582	2035	1654	2109	1714
	II	1175	955	1433	1164	1593	1295	1711	1390	1805	1467	1884	1531
	III	752	611	1006	817	1168	949	1288	1046	1383	1124	1464	1190
	IV	636	516	636	516	785	638	897	729	987	802	1063	864

(°) Zie tabel D1 (p. 143).

(°) Zie tabel D2 (p. 142).

Tabel D6 Hechting van de lijm aan de isolatie: beoordelingsprincipe voor de windstabiliteit.

Hechting van de lijm aan de isolatie (B) en loodrechte trekkracht (TR) van de isolatie	Minimaal verlijmingsoppervlak (S) (1)	Gemiddelde hechting	Karakteristieke waarde $N_{Rk}$ (zijnde $0,6 \times$ gemiddelde waarde)	Partiële veiligheidscoëfficiënt van de materialen ( $\gamma_M$ )	Grens van de rekenwaarde van de windbelasting ( $F_d$ ) volgens de rekenwaarde van de weerstand ( $N_{Rk}/\gamma_M$ )	Opmerkingen (2)
$\geq 80$ kPa	$\geq 40$ %	$\geq 30$ kPa	$\geq 18$ kPa	2,5	$\leq 7.200$ Pa	Voldoende veiligheid
$80$ kPa > ... $\geq 30$ kPa	van 40 % tot 100 %	Weerstand is onvoldoende om uitsluitend door verlijming bevestigd te worden (3)				Plaatsing door verlijming is uit te sluiten (3) (4)
$< 30$ kPa	> 100 % Onmogelijk					

(1) Zie ETAG 004 [E3].  
 (2) Zie ook tabel D5 (p. 146).  
 (3) Deze vereiste is strenger dan deze van de ETAG 004 [E3].  
 (4) De plaatsingstechniek met schotelbevestigingen vereist een bijkomende verlijming van minimaal 40 % die niet in aanmerking wordt genomen in de berekening van de windweerstand.

### D3.2 Mechanische bevestiging door middel van schotelbevestigingen

Deze paragraaf heeft betrekking op de systemen die mechanisch bevestigd zijn door middel van schotelbevestigingen met een bijkomende verlijming van minimum 40 %. We willen erop wijzen dat de verlijming niet in aanmerking wordt genomen in de berekening van de windweerstand.

#### D3.2.1 Principe van de dimensionering

De dimensionering laat toe om het minimale aantal bevestigingen per vierkante meter te berekenen (zie tabel 7, p. 148):

$$n = n_a + n_b$$

waarbij:

- $n_a$  het aantal bevestigingen is per vierkante meter geplaatst aan het oppervlak van de isolatieplaten
- $n_b$  het aantal bevestigingen is per vierkante meter geplaatst aan de aansluiting tussen de isolatieplaten

De rekenwaarden van de windbelasting ( $F_d$ ) en van de weerstand van de bevestiging ( $N_{Rd}$ ) moeten de algemene vergelijking bevestigen:

$$n \times N_{Rd} \geq F_d$$

De rekenwaarden van de windbelasting  $F_d$  worden bepaald volgens de methode die beschreven wordt in § D2.2 (p. 145, voor de eenvoudige gevallen).

De rekenwaarden van de weerstand van de bevestiging ( $N_{Rd}$ ) worden berekend volgens de methode die hierna beschreven wordt. De relevante eigenschappen op basis van de

mogelijk breukmechanismen zijn:

- mechanisme nr. 1: de trekweerstand van de bevestiging uit de ondergrond (rekenwaarde  $N_{Rd1}$ )
- mechanisme nr. 2 – bevestigingen die alleen de isolatie doorboren: de doortreksterkte (rekenwaarden  $N_{Rd2a}$  en  $N_{Rd2b}$  volgens de positie van de bevestigingen ten opzichte van de isolatieplaten)
- mechanisme nr. 2 – bevestigingen geplaatst bovenop de wapening: de weerstand tegen statische afrukking (rekenwaarde  $N_{Rd2}$ ).

De kleinste van de rekenwaarden van deze weerstanden is de strengste en zal gebruikt worden voor de berekening.

De gemiddelde waarde en de karakteristieke waarde van de weerstand ( $N_{Rk}$ ) worden bepaald op basis van laboratoriumproeven. Als men de karakteristieke waarde van de weerstand deelt door een partiële veiligheidscoëfficiënt ( $\gamma_M$ ), geeft deze de rekenwaarde van de weerstand ( $N_{Rd}$ ) volgens de formule:

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M}$$

Het minimale aantal bevestigingen per vierkante meter ( $n$ ) wordt dus gegeven door de vergelijkingen:

$$n \geq \frac{F_d}{N_{Rd1}}$$

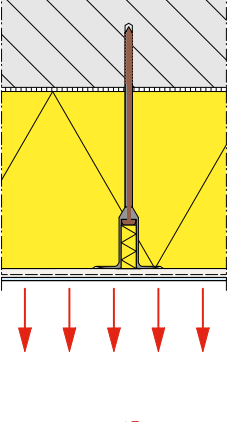
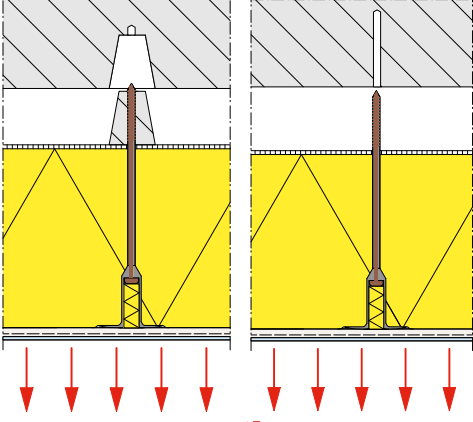
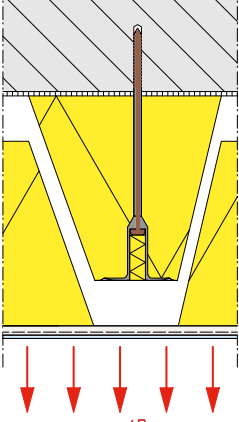
naar boven afgerond (zie mechanisme nr. 1, treksterkte uit de ondergrond)

$$\text{en} \quad n_a N_{Rd2a} + n_b N_{Rd2b} \geq F_d \quad (1)$$

waarbij  $n = n_a + n_b$ , naar boven afgerond (zie mechanisme nr. 2, doortreksterkte voor bevestigingen die enkel doorheen de isolatie aangebracht worden).

(1) of  $n \geq \frac{F_d}{N_{Rd2}}$ , naar boven afgerond (zie mechanisme nr. 2, weerstand tegen statische afrukking voor bevestigingen aangebracht doorheen de wapening).

Tabel D7 Dimensioneringsprincipe van systemen die geplaatst worden met behulp van schotelbevestigingen.

Mechanismen	Voorstelling	Karakteristieke waarden $X_k$	Partiële veiligheidscoëfficiënt $(\gamma)$	Rekenwaarden $X_d$
Invoerd	 <p>WIND-BELASTING</p>	$F_k$ [N/m <sup>2</sup> of Pa] <sup>(2)</sup>	$\gamma_Q = 1,25$	$F_d = \gamma_Q \times F_k$ [N/m <sup>2</sup> of Pa]
Weerstand	 <p>WIND-BELASTING</p>	$N_{Rkt}$ [N] <sup>(2)</sup>	$\gamma_M = 2$	$N_{Rkt,d} = \frac{N_{Rkt}}{\gamma_M}$ [N]
	<p>Breukmechanisme nr. 1: treksterkte van de bevestigingen uit de ondergrond</p>			
Weerstand	 <p>WIND-BELASTING</p>	Plaatsing aan het oppervlak van de plaat: $N_{Rk2a}$ [N] <sup>(4)</sup>	$\gamma_M = 2$ of $2,5$	$N_{Rk2a} = \frac{N_{Rk2a}}{\gamma_M}$ [N]
	<p>Breukmechanisme nr. 2: doortreksterkte van de bevestigingen (bevestigingen die alleen doorheen de isolatie aangebracht worden)</p>	Plaatsing in de voegen tussen de platen: $N_{Rk2b}$ [N] <sup>(4)</sup>		$N_{Rk2b} = \frac{N_{Rk2b}}{\gamma_M}$ [N]
	<p>Breukmechanisme nr. 2: weerstand tegen statische afrukking (bevestigingen die aangebracht worden doorheen de wapening)</p>	$N_{Rk2}$ [N] <sup>(4)</sup>		$N_{Rk2} = \frac{N_{Rk2}}{\gamma_M}$ [N]

<sup>(1)</sup> Op nationaal niveau vastgelegd, zie tabel D1 (p. 141).

<sup>(2)</sup> Functie van de windzone, de ruwheid van het terrein, de hoogte en de afmetingen van het gebouw, de gevelzone ...

<sup>(3)</sup> Zie verklaring van de fabrikant volgens de ETAG 014 [E4] (bijlage D). Voor de proeven die ter plaatse uitgevoerd worden,  $N_{Rkt} = 0,6 N_i$  ( $N_i$  is de gemiddelde waarde van de reeks proeven).

<sup>(4)</sup> Zie verklaring van de fabrikant volgens de ETAG 004 [E3], waarin de gemiddelde waarde en de minimale individuele waarde vermeld worden.

### D3.2.2 Voorbeelden van de grenswaarden voor de windbelasting in functie van het plaatsingsplan

In de tabellen D8 en D9 (p. 150) kan men de grenswaarden terugvinden voor de rekenwaarden van de windbelasting  $F_d$  in functie van het plaatsingsplan (platen van  $0,5 \text{ m}^2$ ) en deze van de weerstand van de bevestigingen  $N_{Rd}$ . Er wordt verondersteld dat de doortreksterkte het strengste is. Voor een zelfde aantal bevestigingen  $n$ , zijn de resultaten verschillend voor de bevestigingswijze aan het oppervlak van de isolatie (zie tabel D8) en de bevestigingswijze aan het oppervlak van de isolatie in combinatie met deze in de voegen tussen de platen.

### D3.2.3 Voorbeelden van het aantal bevestigingen in functie van de windbelasting

Wanneer de rekenwaarde van de weerstand van de bevestiging (zijnde de meest ongunstige waarde tussen de doortreksterkte en de treksterkte uit de ondergrond) gekend is, wordt het aantal bevestigingen berekend in functie van de rekenwaarde van de windbelasting.

In tabel D10 (p. 151) kan met het aantal bevestigingen terugvinden die geplaatst moeten worden aan het oppervlak van de isolatie volgens de blootstelling aan de wind voor een rekenwaarde van de weerstand gelijk aan  $150 \text{ N}$ .

Tabel D8 Voorbeelden van bevestigingen die uitsluitend geplaatst zijn aan het oppervlak van de isolatie (oppervlak van  $0,5 \text{ m}^2$ ).

Aantal bevestigingen $n$ (*)	$n_b = 0$ $n = n_a$	Plaatsing van de bevestigingen aan het oppervlak van de isolatie	Weerstand van de bevestigingen $N_{Rd}$ [N]	Windbelasting $F_d$ [N/m <sup>2</sup> ]
4/m <sup>2</sup>	$n_a = 4$		$\geq 100$ $\geq 150$ $\geq 200$	$\leq 400$ $\leq 600$ $\leq 800$
6/m <sup>2</sup>	$n_a = 6$		$\geq 100$ $\geq 150$ $\geq 200$	$\leq 600$ $\leq 900$ $\leq 1.200$
8/m <sup>2</sup>	$n_a = 8$		$\geq 100$ $\geq 150$ $\geq 200$	$\leq 800$ $\leq 1.200$ $\leq 1.600$
10/m <sup>2</sup>	$n_a = 10$		$\geq 100$ $\geq 150$ $\geq 200$	$\leq 1.000$ $\leq 1.500$ $\leq 2.000$
12/m <sup>2</sup>	$n_a = 12$		$\geq 100$ $\geq 150$ $\geq 200$	$\leq 1.200$ $\leq 1.800$ $\leq 2.400$

(\*) Het aantal bevestigingen per vierkante meter wordt berekend volgens de formule  $n = n_a + n_b$ , waarbij:

- $n_a$  het aantal bevestigingen is per vierkante meter die geplaatst worden aan het oppervlak van de isolatieplaten
- $n_b$  het aantal bevestigingen is per vierkante meter die geplaatst worden in de voegen tussen de isolatieplaten ( $n_b = 0$  in de voorbeelden uit deze tabel).

Tabel D9 Voorbeelden van bevestigingen die geplaatst zijn aan het oppervlak van de isolatieplaten en in de voegen tussen de platen (oppervlak van 0,5 m<sup>2</sup>).

Aantal bevestigingen n (*)	$n_b \geq 4$ $n = n_a + n_b$	Bevestigingen aan het oppervlak in de voegen tussen de isolatieplaten	Weerstand van de bevestigingen [N]		Windbelasting $F_d$ [N/m <sup>2</sup> ]
			$N_{Rd2a}$	$N_{Rd2b}$	
4/m <sup>2</sup>	$n_a = 0$ $n_b = 4$		-	$\geq 50$	$\leq 200$
				$\geq 80$	$\leq 320$
6/m <sup>2</sup>	$n_a = 2$ $n_b = 4$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 400$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 520$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 600$
8/m <sup>2</sup>	$n_a = 4$ $n_b = 4$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 600$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 720$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 900$
10/m <sup>2</sup>	$n_a = 4$ $n_b = 4$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 600$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 720$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 900$
10/m <sup>2</sup>	$n_a = 6$ $n_b = 4$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 800$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 920$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.200$
10/m <sup>2</sup>	$n_a = 4$ $n_b = 6$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 700$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 880$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.050$
12/m <sup>2</sup>	$n_a = 4$ $n_b = 6$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 1.000$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 1.120$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.500$
12/m <sup>2</sup>	$n_a = 8$ $n_b = 4$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 1.000$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 1.120$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.500$
12/m <sup>2</sup>	$n_a = 6$ $n_b = 6$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 900$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 1.080$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.350$
12/m <sup>2</sup>	$n_a = 6$ $n_b = 6$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 900$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 1.080$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.350$
12/m <sup>2</sup>	$n_a = 6$ $n_b = 6$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 900$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 1.080$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.350$
12/m <sup>2</sup>	$n_a = 6$ $n_b = 6$		$\geq 100$	$\geq 50$	$\leq 900$
			$\geq 150$	$\geq 80$	$\leq 1.080$
			$\geq 200$	$\geq 75$	$\leq 1.350$

(\*) Het aantal bevestigingen per vierkante meter wordt berekend volgens de formule  $n = n_a + n_b$ , waarbij:  
 -  $n_a$  het aantal bevestigingen is per vierkante meter geplaatst aan het oppervlak van de isolatieplaten  
 -  $n_b$  het aantal bevestigingen is per vierkante meter geplaatst in de voegen tussen de isolatieplaten.



Tabel D10 Voorbeeld van het aantal bevestigingen die nodig zijn per vierkante meter (geplaatst aan het oppervlak van de isolatieplaten) in functie van de windbelasting voor rekenwaarde van de weerstand van de bevestiging ( $N_{Rd}$ ) van 150 N.

Referentie-snelheid van de wind [m/s] (*)	Ruwheid van het terrein (**)	Referentiehoogte van de wind $z_e$ [m]											
		≤ 5		≤ 10		≤ 15		≤ 20		≤ 25		≤ 30	
		Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone	Rand-zone	Centrale zone
		Benodigde aantal bevestigingen per m <sup>2</sup>											
26	0	14	11	16	13	17	14	18	15	19	15	19	16
	I	13	10	15	12	16	13	17	14	18	15	18	15
	II	11	9	13	10	14	12	15	12	16	13	17	14
	III	7	6	9	7	10	9	11	9	12	10	13	11
	IV	6	5	6	5	7	6	8	7	9	7	10	8
25	I	12	10	14	11	15	12	16	13	17	14	17	14
	II	10	8	12	10	13	11	14	11	15	12	15	13
	III	6	5	8	7	10	8	11	9	11	9	12	10
	IV	6	5	6	5	7	6	8	6	8	7	9	7
24	I	11	9	13	10	14	11	15	12	15	13	16	13
	II	9	7	11	9	12	10	13	11	14	11	14	12
	III	6	5	8	6	9	7	10	8	11	9	11	9
	IV	5	4	5	4	6	5	7	6	8	6	8	7
23	I	10	8	12	10	13	10	13	11	14	12	15	12
	II	8	7	10	8	11	9	12	10	13	10	13	11
	III	6	5	7	6	8	7	9	7	10	8	10	8
	IV	5	4	5	4	6	5	6	5	7	6	8	6

(\*) Zie afbeelding D1 (p. 143).

(\*\*) Zie tabel D2 (p. 142).

### D3.3 Mechanische bevestiging door middel van rails

#### D3.3.1 Principe van de dimensionering

Aan de hand van de dimensionering kan men berekenen of een bepaalde configuratie in staat is om de windbelasting op te vangen (zie tabel D11, p. 153). De rekenwaarden van de windbelasting ( $F_d$ ) en van de weerstand van het systeem ( $N_{Rd}$ ) moeten beantwoorden aan de algemene vergelijking:

$$N_{Rd} \geq F_d.$$

De rekenwaarden van de windbelasting ( $F_d$ ) worden bepaald volgens de methode die beschreven wordt in § D2.2 (p. 145, voor eenvoudige gevallen).

De rekenwaarden van de weerstand van de bevestiging ( $N_{Rd}$ ) worden berekend volgens de methode die hierna beschreven wordt. De relevante eigenschappen op basis van de mogelijk breukmechanismen zijn:

- mechanisme nr. 1: de treksterkte van de bevestiging uit de ondergrond (rekenwaarde  $N_{Rd1}$ )
- mechanisme nr. 1B: de doortreksterkte van de bevestiging uit het profiel (rekenwaarde  $N_{Rd1B}$ )
- mechanisme nr. 2: de weerstand tegen statische afrukking (rekenwaarde  $N_{Rd2}$ ).

Aan de hand van de twee eerste weerstanden ( $N_{Rd1}$  en  $N_{Rd1B}$ ) kan men controleren of het aantal bevestigingen voldoende is. De kleinste van deze drie weerstanden  $N_{Rd}$  is het strengste en zal bepalend zijn voor de berekening.

De gemiddelde waarde en de karakteristieke waarde van de weerstand ( $N_{Rk}$ ) worden bepaald op basis van laboratoriumproeven. Als de karakteristieke waarde van de weerstand gedeeld wordt door een partiële veiligheidscoëfficiënt ( $\gamma_M$ ), geeft deze de rekenwaarde van de weerstand ( $N_{Rd}$ ) volgens de formule:

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M}.$$

De dimensionering wordt bijgevolg bepaald door de volgende vergelijkingen, waarbij  $n$  staat voor het aantal bevestigingen per vierkante meter (<sup>2</sup>):

$$n \geq \frac{F_d}{N_{Rd1}}$$

afgerond naar boven (zie mechanisme nr. 1, treksterkte uit de ondergrond)

en 
$$n \geq \frac{F_d}{N_{Rd1B}}$$

afgerond naar boven (zie mechanisme nr. 1B, doortreksterkte van de plug uit het profiel)

en 
$$N_{Rd2} \geq F_d$$

(zie mechanisme nr. 2, weerstand tegen statische afrukking).

#### D3.3.2 Voorbeelden van de grenswaarden voor de windbelasting in functie van de configuratie

Tabel D12 (p. 154) geeft een voorbeeld van de controle van een configuratie.

#### D4 Dimensionering in functie van de hechting van de bepleistering aan de isolatie

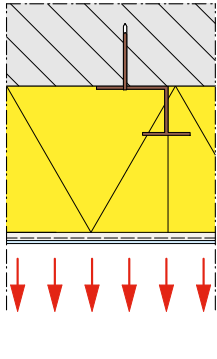
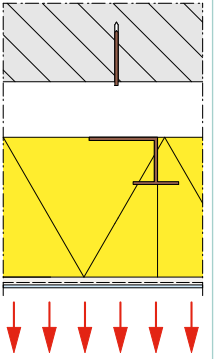
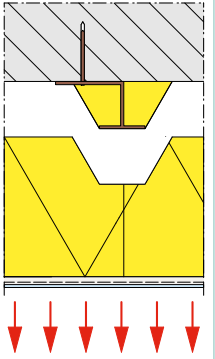
De windstabiliteit wordt geëvalueerd volgens tabel 13 (p. 154). In geval van een sterke blootstelling aan wind (rekenwaarde van de windbelasting  $F_d > 2.000$  Pa), kan de opdrachtgever bovendien een diepgaande studie eisen over het windgedrag, met onder andere een proef van de weerstand tegen afrukking onder dynamische windbelasting.

Wanneer de hechting van de bepleistering aan de isolatie kleiner is dan  $0,08$  N/mm<sup>2</sup> (80 kPa), moet de windweerstand gecontroleerd worden zoals in het voorbeeld uit tabel D13 (p. 154).

Zo moet, in het voorbeeld waar de gemeten hechting groter dan of gelijk is aan 5 kPa, de blootstelling beperkt worden tot een maximale windbelasting van 1.200 Pa (rekenwaarde). Deze beperking sluit het gebruik van het systeem uit voor waarden groter dan 1.200 Pa (zie tabel D5, p. 146).

(<sup>2</sup>) Het aantal bevestigingen per lopende meter wordt meestal opgegeven (bv. om de 30 cm).

Tabel D11: Principe van de dimensionering van systemen die geplaatst worden met behulp van rails.

Mechanismen	Voorstelling	Karakteristieke waarden $X_k$	Partiële veiligheidscoëfficiënt ( $\gamma$ )	Rekenwaarden $X_d$
<b>Inloed</b> Onderdruk te wijten aan de wind		$F_k$ [N/m <sup>2</sup> of Pa] <sup>(1)</sup>	$\gamma_Q = 1,25$	$F_d = \gamma_Q \times F_k$ [N/m <sup>2</sup> of Pa]
<b>Weerstand</b> Breukmechanisme nr. 1: treksterkte van de bevestigingen uit de ondergrond		$N_{Rkt}$ [N] <sup>(2)</sup>	$\gamma_M = 2$	$N_{Rkd1} = \frac{N_{Rkt}}{\gamma_M}$ [N]
Breukmechanisme nr. 1B: doortreksterkte van de bevestigingen uit de profielen		$N_{RktB}$ [N] <sup>(4)</sup>	$\gamma_M = 2$ of 2,5	$N_{Rkd1B} = \frac{N_{RktB}}{\gamma_M}$ [N]
Breukmechanisme nr. 2: weerstand tegen statische afruiking		$N_{Rktz}$ [N] <sup>(5)</sup>		$N_{Rkd2} = \frac{N_{Rktz}}{\gamma_M}$ [N]

(1) Op nationaal niveau vastgelegd; zie tabel D1 (p. 141).

(2) Functie van de windzone, de ruwheid van het terrein, de hoogte en de afmetingen van het gebouw, de gevelzone ...

(3) Zie verklaring van de fabrikant volgens de ETAG 014 [E4]. Voor de proeven die ter plaatse uitgevoerd worden,  $N_{Rkt} = 0,6 N_1$  ( $N_1$  is de gemiddelde waarde van de proevenreeks).

(4) De fabrikant geeft een minimumwaarde op die groter dan of gelijk moet zijn aan 500 N.

(5) Zie verklaring van de fabrikant volgens de ETAG 004 [E3], waarin de gemiddelde waarde en de minimale individuele waarde vermeld worden.

Tabel D12 Voorbeeld van de controle van een configuratie.

Voorbeeld van configuratie	Karakteristieke waarde van de weerstand	Partiële veiligheidscoëfficiënt ( $\gamma_M$ )	Grenswaarde van de rekenwaarde van de windbelasting $F_d$ [Pa]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horizontale profielen om de 30 cm vastgezet + aansluitprofiel</li> <li>• Oppervlak van de isolatieplaten: 50 × 50 cm</li> <li>• n = 6 bevestigingen/m<sup>2</sup></li> <li>• Gegevens geldig voor een isolatieplaat met een:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– dikte van de isolatie ≥ 60 mm</li> <li>– loodrechte treksterkte TR ≥ 150 kPa</li> </ul> </li> </ul>	Uitrukking van de bevestiging uit de ondergrond: 1.000 N (per bevestiging)	2	≤ 3.000
	Doortreksterkte van de bevestiging uit het profiel: ≥ 500 N (per bevestiging)		≤ 1.500
	Statische afrukking van het systeem: 4.800 N/m <sup>2</sup> (1.200 N/0,5 m × 0,5 m)	2 (EPS)	≤ 2.400
<b>Rekening houdend met de strengste weerstand:</b>			<b>≤ 1.500</b>

Tabel D13 Voorbeeld van de grenswaarde van de rekenwaarde van de windbelasting in functie van de gemeten hechting.

Hechting van de bepleistering aan de isolatie		Karakteristieke waarde $N_{RK}$ (zijnde 0,6 × gemiddelde waarde)	Partiële veiligheidscoëfficiënt van de materialen ( $\gamma_M$ )	Grenswaarde van de rekenwaarde van de windbelasting ( $F_d$ ) volgens de rekenwaarde van de weerstand ( $N_{RK}/\gamma_M$ )	Opmerkingen (vergelijking met de rekenwaarden van de windbelasting) (†)
≥ 80 kPa		≥ 48 kPa	2,5 (‡)	≤ 19.200 Pa	Voldoende veilig (geen nazicht nodig)
Cohesiebreuk	≥ 10 kPa	≥ 6 kPa		≤ 2.400 Pa	Beperking van het toepassingsgebied in functie van de blootstelling aan de wind
	≥ 5 kPa	≥ 3 kPa		≤ 1.200 Pa	Sterke beperking van het toepassingsgebied in functie van de blootstelling aan de wind

(†) Zie tabel D5 (p. 146).  
 (‡) Waarde die als voorbeeld gegeven wordt, zie tabel D1 (p. 141).

# LITERATUURLIJST

## B

Belgische Unie voor technische goedkeuring in de bouw (Brussel, BUTgb, ([www.butgb.be](http://www.butgb.be)))

B1 Proefmethode van de BUTgb BA-521-1 voor buitengevelisolatiesystemen.

Bureau voor Normalisatie (Brussel, NBN, [www.nbn.be](http://www.nbn.be))

B2 NBN B 14-210:1969 Proeven op mortel. Kleefsterkte door afrukking.

B3 NBN B 15-400:2012 Uitvoering van betonconstructies. Nationale aanvulling bij de NBN EN 13670:2010.

B4 NBN B 21-600:2009 Algemene bepaling voor geprefabriceerde betonproducten. Nationale aanvulling bij de NBN EN 13369:2004 (+A1:2006+AC:2006).

B5 NBN B 62-002:2008 Thermische prestaties van gebouwen. Berekening van de warmtedoorgangscoefficienten (U-waarden) van gebouwcomponenten en gebouwelementen. Berekening van de warmteoverdrachtscoefficienten door transmissie ( $H_T$ -waarde) en ventilatie ( $H_V$ -waarde).

B6 NBN B 62-400:2016 Hygrothermische eigenschappen van gebouwen. Bepaling van de weerstand tegen hygrothermische belasting van op buitenisolatie gekleefde harde bekledingen. Beproevingmethode.

B7 NBN D 50-001:1991 Ventilatievoorzieningen in woongebouwen.

B8 NBN EN 206:2014 Beton. Deel 1: specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.

B9 NBN EN 998-1:2010 Definities en specificaties voor mortels voor metselwerk. Deel 1: pleistermortel voor binnen- en buitentoepassingen.

B10 NBN EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1: belastingen op constructies. Deel 1-4: Algemene belastingen. Windbelasting (+AC:2010).

B11 NBN EN 1991-1-4 ANB:2010 Eurocode 1: belastingen op constructies. Deel 1-4: Algemene belastingen. Windbelasting. Nationale bijlage.

B12 NBN EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2. Ontwerp en berekening van betonconstructies. Deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen (+AC:2010).

B13 NBN EN 1992-1-1 ANB:2010 Eurocode 2. Ontwerp en berekening van betonconstructies. Deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen. Nationale bijlage.

B14 NBN EN 1996-2:2006 Eurocode 6. Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk. Deel 2: ontwerp, materiaalkeuze en uitvoering van constructies van metselwerk (+AC:2009).

B15 NBN EN 1996-2 ANB:2010 Eurocode 6. Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk. Deel 2: ontwerp, materiaalkeuze en uitvoering van constructies van metselwerk. Nationale bijlage.

B16 NBN EN 12865:2001 Thermisch gedrag en vochtwering van gebouwen en bouwelementen. Bepaling van de weerstand van buitengevelsystemen tegen slagregen onder pulserende luchtdruk.

B17 NBN EN 13162:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van minerale wol (MW). Specificatie.

B18 NBN EN 13163:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van geëxpandeerd polystyreen (EPS). Specificatie.

B19 NBN EN 13164:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van geëxtrudeerd polystyreenschuim (XPS). Specificatie.

B20 NBN EN 13165:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van polyurethaanschuim (PUR). Specificatie.

B21 NBN EN 13166:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van fenolschuim (PF). Specificatie. (+A1:2015)

B22 NBN EN 13167:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van cellulair glas (CG). Specificatie. (+A1: 2015).

B23 NBN EN 13170:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van geëxpandeerde kurk (ICB). Specificatie. (+A1:2015)

B24 NBN EN 13171:2013 Producten voor thermische isolatie van gebouwen. Fabrieksmatig vervaardigde producten van houtvezel (WF). Specificatie. (+A1: 2015)

B25 NBN EN 13225:2013 Geprefabriceerde betonproducten. Lijnvormige dragende elementen.

- B26 NBN EN 13369:2013 Algemene bepalingen voor vooraf vervaardigde betonproducten.
- B27 NBN EN 13501-1+A1:2010 Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen. Deel 1: classificatie op grond van resultaten van beproeving van het brandgedrag.
- B28 NBN EN 13658-2:2005 Metalen regelwerk en hoekprofielen. Definities, eisen en beproevingsmethoden. Deel 2: buitenpleisterwerk.
- B29 NBN EN 13670:2010 Uitvoering van betonconstructies.
- B30 NBN EN 13914-1:2005 Ontwerp, voorbereiding en uitvoering van stucadoorwerk. Deel 1: buitenpleisterwerk.
- B31 NBN EN 14992:2007 Geprefabriceerde betonproducten. Wandelementen. (+A1: 2012)
- B32 NBN EN 15651-1:2012 Afdichtingsproducten voor niet dragende toepassingen in voegen van gebouwen en voetpaden. Deel 1: afdichtingsproducten voor gevelelementen.
- B33 NBN EN 15804+A1:2014 Duurzaamheid van bouwwerken. Milieuverklaringen van producten. Basisregels voor de productgroep bouwproducten.
- B34 NBN EN 15824:2009 Specificaties voor mortels voor binnen- en buitentoepassingen op basis van organische bindmiddelen.
- B35 NBN EN 15978:2012 Duurzaamheid van constructies. Beoordeling van milieuprestaties van gebouwen. Rekenmethode.
- B36 NBN ISO 7892:1992 Verticale bouwdelen. Inslagbestandheidproeven. Inslaglichamen en algemene proefvoorwaarden.
- B37 NBN ISO 7976-1:1992 Maatafwijkingen voor gebouwen. Meetwijzen voor gebouwen en bouwwaren. Deel 1: werkwijze en instrumenten.

## C

Charron S., Martin Y. en Lassoie L.

- C1 Plaatmaterialen en hun toepassingen. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 2, Katern 20, 2015 (dit artikel vervangt het WTCB-Dossier nr. 2009/3.8).

## D

Dirkx I. en Grégoire Y.

- D1 Evaluation of the durability of ETICS: additional requirements in Belgium. Brussel, WTCB, 4de congres van de AFPAC (Coimbra), 2012.
- D2 Evaluation of the resistance to algae growth of ETICS. Brussel, WTCB, 4de congres van de AFPAC (Coimbra), 2012.

## E

European Association for External Thermal Insulation Composite Systems (EAE, [www.ea-etics.eu](http://www.ea-etics.eu))

- E1 European Guideline for the Application of ETICS (maart 2011).

European Organisation for Technical Assessment (Brussel, EOTA, [www.eota.eu](http://www.eota.eu))

- E2 European Assessment Document (EAD) for ETICS on timber frame substrates (te verschijnen).
- E3 ETAG 004 Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering (2013).
- E4 ETAG 014 Guideline for European Technical Approval of Plastic Anchors for ETICS (2011).
- E5 TR001 Technical Report: Determination of impact resistance of panels and panels assemblies (februari 2003).
- E6 TR025 Technical Report: Determination of point thermal transmittance of plastic anchors for the anchorage of external thermal insulation composite systems (ETICS) (juni 2007).
- E7 TR026 Technical Report: Evaluation of plate stiffness from plastic anchors for fixing of external thermal insulation composite systems with rendering (ETICS) (juni 2007).

Europese Unie ([www.europa.eu](http://www.europa.eu))

- E8 Richtlijn 89/106/EEG van de Raad van 21 december 1988 betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen der Lidstaten inzake voor de bouw bestemde producten.
- E9 Verordening 305/2011 van het Europees Parlement en de Raad van 9 maart 2011 tot vaststelling van de geharmoniseerde voorwaarden voor het verhandelen van bouwproducten en tot intrekking van Richtlijn 89/106/EEG van de Raad.

Europrofiles – Europese beroepsvereniging voor profielabrikanten ([www.europrofiles.com](http://www.europrofiles.com))

E10 Aanbevelingen voor het gebruik van metalen hoekprofielen bij binnen- en buitenbepleisteringen. Frankrijk, Europrofiles, mei 2014.

## F

FOD Binnenlandse Zaken ([www.ibz.fgov.be](http://www.ibz.fgov.be))

F1 Koninklijk besluit van 12 juli 2012 tot wijziging van het koninklijk besluit van 7 juli 1994 tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan nieuwe gebouwen moeten voldoen. Brussel, Belgisch Staatsblad, 21 september 2012.

FOD Economie, K.M.O, Middenstand en Energie ([www.economie.fgov.be](http://www.economie.fgov.be))

F2 STS 22 Metselwerk voor laagbouw. Eengemaakte technische specificaties, 1989 (in herziening).

F3 STS 23.1 Houtskeletconstructies. Eengemaakte technische specificaties, 2015.

F4 STS 56.1 Dichtingskiten voor gevels. Eengemaakte technische specificaties, 1999.

F5 STS 71.1 Deel 1: Na-isolatie van spouwmuren door het *in situ* vullen van de luchtspouw met een nominale breedte van 50 mm. Eengemaakte technische specificaties, 2012.

F6 STS 71.2 Systemen voor de buitenisolatie van gevels. Eengemaakte technische specificaties (te verschijnen).

FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de voedselketen en Leefmilieu ([www.health.belgium.be](http://www.health.belgium.be))

F7 Koninklijk besluit van 22 mei 2014 tot vaststelling van de minimumeisen voor het aanbrengen van milieuboodschappen op bouwproducten en voor het registreren van milieuproductverklaringen in de federale databank. Brussel, Belgisch Staatsblad, 14 juli 2014.

FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg ([www.werk.belgie.be](http://www.werk.belgie.be))

F8 Codex over het welzijn op het werk (1993 en wijzigingen).

F9 Algemeen regelement voor de arbeidsbescherming (1947 en wijzigingen).

## G

Godderis E. en Grégoire Y.

G1 De CE-markering van buitengevelisolatiesystemen en de Belgische Annex. Brussel, SECO/BCCA/WTCB, uiteenzetting gegeven in het kader van de studiedag van de KVIV, 17 februari 2004.

Grégoire Y.

G2 Harde op isolatie verlijmde bekledingen. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 4, Katern 11, 2011.

Grégoire Y., Dirx I. en Mertens S.

G3 ETICS met harde bekledingen. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 4, Katern 9, 2015.

## I

IVP ETICS (Brussel, [www.ivp-coatings.be](http://www.ivp-coatings.be))

I1 Handboek ETICS. Thermisch buitengevelisolatiesysteem. Technische informatie voor nieuwbouw en na-isolatie (februari 2012).

## J

Janssen A., Wastiels L. en Delem L.

J1 Levenscyclusanalyse of LCA. Brussel, WTCB, Infofiche, nr. 64, 2013.

# M

## Mahieu E.

M1 Objectieve beoordeling van kleurverschillen. Brussel, WTCB, Infofiche, nr. 25, 2007.

## Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ([www.be.brussels](http://www.be.brussels))

M2 Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 31 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van energieprestatie en binnenklimaat van gebouwen. Brussel, Belgisch Staatsblad, 5 februari 2008.

M3 Ministerieel besluit tot wijziging van het ministerieel besluit van 24 juli 2008 tot vastlegging van de regels voor de berekening van de transmissieverliezen. Brussel, Belgisch Staatsblad, 28 december 2012.

# P

## Pollet V.

P1 Toleranties op ter plaatste gestort beton: evolutie van de specificaties. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 4, Katern 4, 2004.

# V

## Vlaamse overheid ([www.vlaanderen.be](http://www.vlaanderen.be))

V1 Transmissiereferentiedocument. Bijlage 3 bij besluit van 1 december 2010 houdende aanpassing van de regelgeving inzake het energiebeleid. Brussel, Belgisch Staatsblad, 8 december 2010.

# W

## Waalse Overheid ([www.wallonie.be](http://www.wallonie.be))

W1 Referentiedocument voor transmissieverliezen. Bijlage VII van het Besluit van de Waalse Regering van 10 mei 2012 tot wijziging, wat betreft de energieprestaties van de gebouwen, van het Waalse Wetboek van Ruimtelijke Ordening, Stedenbouw, Patrimonium en Energie. Brussel, Belgisch Staatsblad, 22 juni 2012.

## Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (Brussel, WTCB, [www.wtcb.be](http://www.wtcb.be))

W2 EPB – Gebouwschil: thermische isolatie, oververhitting, luchtdichtheid – Thermische isolatie van gevels en andere muren die het beschermde volume begrenzen. Brussel, WTCB, Infofiche, nr. 69.01, 2014.

W3 Speciale uitgave: houtbouw. Brussel, WTCB, WTCB-Contact nr. 1, 2013.

W4 Toepassing van de Eurocodes op het ontwerp van buitenschrijnwerk (enkel online beschikbaar). Brussel, WTCB, WTCB-Rapport, nr. 11, 2009.

W5 TV 146 Verticale buitenbekledingen van dunne natuursteenplaten (gedeeltelijk vervangen door de TV 228 voor wat de proefmethoden en vorstbestendigheidscriteria aangaat) (1983).

W6 TV 175 Daken met pannen in gebakken aarde. Opbouw. Uitvoering (vervangen door de TV 240, behalve wat betreft de aansluitingsdetails) (1989).

W7 TV 186 Daken met tegelpannen: opbouw en uitvoering (+ Addendum 1997) (vervangen door de TV 240, behalve wat betreft de aansluitingsdetails) (1992).

W8 TV 188 Plaatsen van buitenschrijnwerk (1993).

W9 TV 202 Daken met betonpannen. Opbouw en uitvoering (gedeeltelijk vervangen door de TV 240, behalve wat betreft de aansluitingsdetails) (1996).

W10 TV 215 Het platte dak: opbouw – materialen – uitvoering, onderhoud (vervangt de TV's 151 en 183) (2000).

W11 TV 219 Dakbedekking met leien: dakdetails, opbouw en uitvoering (2001).



- W12 TV 240 Pannendaken (vervangt de TV's 175, 186 en 202, behalve wat betreft de aansluitingsdetails) (2011).
- W13 TV 244 Aansluitingsdetails bij platte daken: algemene principes (vervangt de TV 191) (+ correcties van februari 2015) (2012).
- W14 TV 246 Na-isolatie van spouwmuren door het opvullen van de luchtsponw (2012).
- W15 TV 249 Leidraad voor de goede uitvoering van schilderwerken (herziening van de TV 159) (2013).
- W16 TV 250 Referentiedetails voor ingegraven constructies (2014).
- W17 TV 251 Thermische isolatie van hellende daken (2014).



Verantwoordelijke uitgever: Jan Venstermans  
WTCB, Lombardstraat 42  
1000 Brussel

## 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 kwaliteitsen 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 Comit es 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) normalisatieinstituten, 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 informatie. Onze website is zo opgesteld dat elke bouwprofessioneel met slechts enkele muisklikken de gewenste WTCB-publicatierreeksen 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 dienst 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.wtcbe

### 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. 011/79 95 11  
Fax 02/725 32 12

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

### BRUSSELS MEETING CENTRE

Poincarélaan 79, B-1060 Brussel  
Tel. 02/529 81 29