



ETICS (bepleistering op buitenisolatie) maken in ons land reeds enkele jaren deel uit van de afwerkingstechnieken voor houtskeletbouw (zie WTCB-Contact 2013/1 [27]). Met behulp van deze systemen kan men immers de warmteweerstand van de gevel verhogen zonder in te boeten aan esthetiek. Toch bestaan er voorsnog geen actuele referentiedocumenten of Belgische Technische Goedkeuringen (ATG) voor deze afwerkingstechniek. De toepassing van een ETICS op houtconstructies is niettemin mogelijk op voorwaarde dat er bepaalde aanbevelingen gerespecteerd worden.

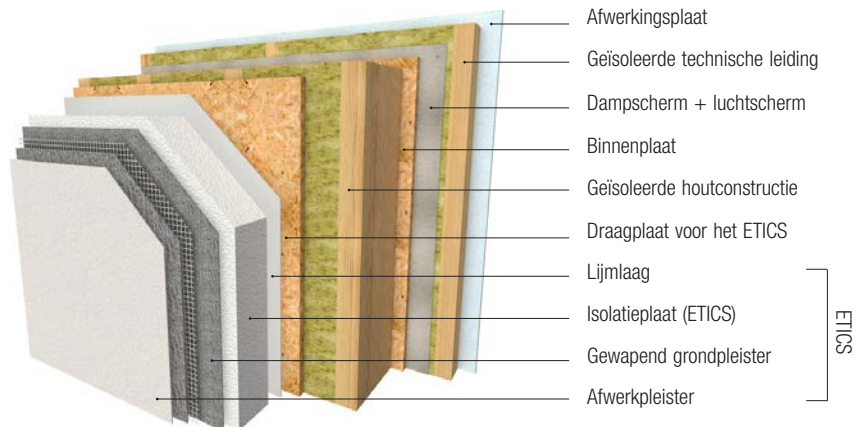
ETICS op houtskeletbouw

1 Inleiding

De toepassing van ETICS op houtskeletbouw breidt zich meer en meer uit in ons land. Deze buitenafwerkingen hebben onder meer tot doel om de constructie te beschermen tegen externe hygrothermische belastingen (bv. regen, vorst en temperatuurschommelingen). Dit wordt bewerkstelligd door de bepleistering die een eentrapsdichting vormt en zo bescherming biedt tegen de weersomstandigheden (zie afbeelding 2, p. 2).

We willen erop wijzen dat er andere technieken bestaan die het mogelijk maken om de gevel een bepleisterd uitzicht te geven en tegelijkertijd een tweetrapsdichting tot stand te brengen. Een van deze technieken bestaat erin om gebruik te maken van bepleisterde gevelbekledingsplaten (eerste dichting) waarachter een spouw voorzien wordt (tweede dichting die enerzijds dienst doet als capillaire onderbreking en anderzijds als decompressiekamer) (zie afbeelding 3, p. 2). Deze techniek sluit evenwel het risico op scheurvorming in de bepleistering niet uit, vooral ter hoogte van de voegen tussen de platen. Bijgevolg moet het systeem in zijn geheel beproefd worden. Aangezien het hier echter niet om een ETICS gaat, wordt deze techniek in dit dossier niet besproken.

Vermits de doeltreffendheid van een eentrapsdichting zowel afhankelijk is van het correcte ontwerp en de goede uitvoering van de details als van het onderhoud ervan (voornamelijk van de soepele voegen) [9, 14 en 15], brengt het gebruik ervan ter bescherming van een houtconstructie – die vochtgevoeliger is dan een traditionele massieve constructie – een aantal bijkomende risico's met zich mee. In dit dossier bespreken we enkele maatregelen waarmee de gevolgen van een gebeurlijke beschadiging beperkt kunnen worden.



1 | ETICS op houtskeletbouw.

Deze techniek wordt meer en meer toegepast, alsook het gebruik van ETICS in de vorm van isolatieplaten op basis van houtvezels of geëxpandeerde kurk [17]. We beschikken momenteel echter over onvoldoende gegevens om te kunnen oordelen over het feit of het gedrag en de vochtgevoeligheid (biologisch gedrag, dimensionale stabiliteit, mechanische prestaties) ervan al dan niet geschikt zijn voor dit welbepaalde gebruik. Voor meer informatie omtrent de milieu-impact van deze systemen, verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2012/3.9](#) [16].

ETICS beperken meestal de drogingsmogelijkheden van de wand in het geval van een toevallige bevochtiging. Dit fenomeen geldt des te meer naarmate de waterdampdiffusieweerstand van het isolatiemateriaal groter is (bv. bij kunststofisolatie).

In België bestaan er voorsnog geen Technische Goedkeuringen (ATG) voor ETICS op houtskeletbouw, noch voor ETICS opgebouwd uit isolatiemateriaal op basis van houtvezels of geëxpandeerde kurk, ongeacht de ondergrond. Op Europees niveau bestaan deze wel, hoewel ondergronden uit houtskeletbouw buiten het toepassingsgebied van de leidraad ETAG 004 [10] vallen.

2 Risico's beperken

2.1 Wat de ervaring ons geleerd heeft

Hoewel de markt van de ETICS op houtskeletbouw in België in volle ontwikkeling is, heeft het WTCB hieromtrent de afgelopen jaren slechts melding gekregen van een klein aantal schadegevallen. Bijlage 2 (p. 10 en 11) geeft een overzicht van de meest kenmerkende ervan. Deze lijst is echter niet exhaustief.

Deze schade kan te wijten zijn aan het ontwerp, de planning of de uitvoering van de werken. In het merendeel van de gevallen moet men echter vaststellen dat de basisprincipes voor de uitvoering van de details niet gerespecteerd werden (bv. ontbreken van zijdelingse opkanten aan de vensterdorpels of ETICS vertrekend vanop een horizontaal oppervlak).

Zowel in Noord-Amerika (†) als in Scandinavië (in het bijzonder in Zweden), waar houtskeletbouw heel courant is, werden er sinds de jaren 1990 tal van ernstige schadegevallen vastgesteld, veroorzaakt door de aanwezigheid van vocht in de wanden van ETICS op houtskeletbouw. Deze schadegevallen

(†) ETICS worden hier EIFS genoemd, wat staat voor *External Insulation Finishing Systems*.

1. Bepleistering
2. Isolatieplaat
3. Lijm laag
4. Draagplaat van het ETICS
5. Geïsoleerde houtconstructie
6. Binnenplaat
7. Dampscherm + luchtscherm
8. Geïsoleerde technische leiding
9. Afwerkingsplaat
10. Bepleisterde gevelbekledingsplaten
11. Spouw

gingen meestal ook gepaard met aanzienlijke kosten [8, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

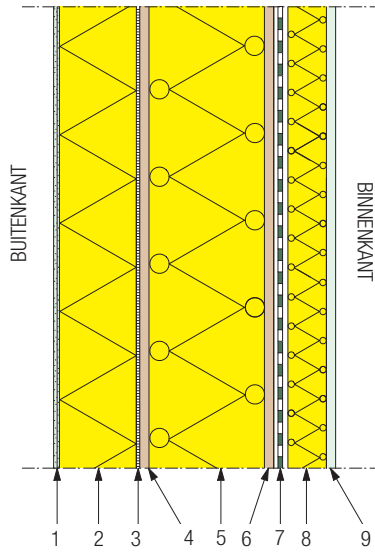
De hieronder besproken aanbevelingen zijn gebaseerd op wat de ervaring ons geleerd heeft.

2.2 Algemene aanbevelingen

In vergelijking met ondergronden uit metselwerk of beton, houdt de toepassing van een ETICS op houtconstructies verhoogde risico's in. Zo kan er enerzijds scheurvorming in het pleistersysteem optreden als gevolg van de mogelijke omvangrijkere bewegingen van de ondergrond en kan er zich anderzijds ernstigere schade voordoen die te wijten is aan de aanwezigheid van vocht in het gevelcomplex (door eventuele infiltraties en/of inwendige condensatie). Deze risico's kunnen echter bedwongen worden door het gebruik van ETICS aan bepaalde voorwaarden te onderwerpen en door te opteren voor geschikte materialen.

Om het risico op schade aan een ETICS (in het bijzonder de scheurvorming in de bepleistering) ten gevolge van dimensionale schommelingen van het hout te verminderen, is het gebruik ervan op houtstapelbouw (opeengestapeld massief hout) ten stelligste afgeraden. Bij voldoende stijve houtskeletconstructies (minder gevoelig op dit vlak) of constructies uit verlijmd en/of vernagelde geprefabriceerde houten platen kan men de toepassing van ETICS wel in overweging nemen, op voorwaarde dat het massivochtgehalte van het constructiehout en de draagplaten kleiner is dan of gelijk is aan 18 % op het moment van de uitvoering van het ETICS. Deze waarde impliceert dat het systeem niet blootgesteld mag worden aan een overmatige en/of langdurige bevochtiging door bijvoorbeeld de slechte weersomstandigheden tijdens de uitvoeringsfasen.

Bij ETICS wordt er een eentrapsdichting tot stand gebracht. Tenzij men over relevante



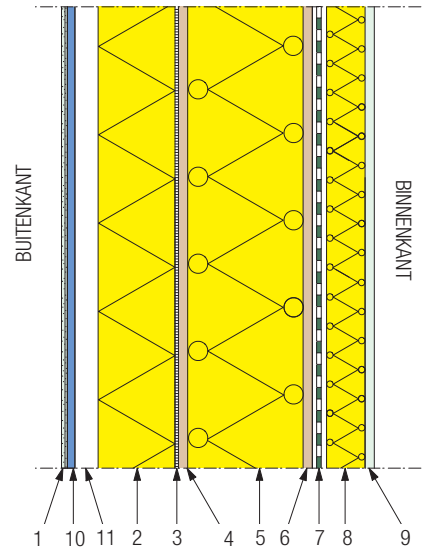
2 | Wand opgebouwd uit een ETICS op houtskeletbouw (eentrapsdichting).

gegevens beschikt met betrekking tot de weerstand tegen slagregen van het ETICS en de aansluitingsdetails ervan (wat tegenwoordig slechts zelden het geval is), moet de blootstelling aan slagregen beperkt worden (zie § 4.2, p. 5).

Om het risico op inwendige condensatie door diffusie te beperken, moet er steeds bijzondere aandacht besteed worden aan het hygrothermische gedrag van de wand (zie afbeelding 2). Ter hoogte van de draagplaten is dit risico immers reëel wanneer deze bestand zijn tegen diffusie enerzijds en wanneer de warmteweerstand van de isolatie van het ETICS kleiner is dan 1,5 keer de warmteweerstand van de isolatie van het skelet anderzijds. Ook aan het raakvlak tussen de isolatie en de bepleistering moet men hiervoor beducht zijn.

Om de hoeveelheid condensaat binnen de perken te houden, moet men (zie tabel A, p. 3):

- de luchtdichtheid van de wand verzekeren
- de waterdampdiffusieweerstand van het pleistersysteem van het ETICS beperken (in functie van de diffusieweerstand van de isolatie van het ETICS)
- de prestaties van het dampscherm (dat altijd noodzakelijk is) aan de werkelijke situatie aanpassen (samenstelling, eigenschappen en vochtgevoeligheid van de materialen). Een dampscherm met een S_d -waarde ≥ 2 m (≥ 5 m wanneer de isolatiematerialen zeer vochtgevoelig zijn) volstaat vaak indien het binnenklimaat tot de klasse 1 of 2 behoort. Dit is meestal het geval wanneer er een ventilatiesysteem gebruikt



3 | Bepleistering op gevelbekledingsplaten met spouw (tweetrapsdichting).

wordt dat conform is aan de norm NBN D 50-001 [1] en wanneer dit correct afgesteld is.

Tabel A (p. 3) beschrijft de verschillende lagen van een wand, opgebouwd uit een ETICS op houtskeletbouw.

3 Beoordeling van de prestaties van ETICS

Zowel de bestaande als de in voorbereiding zijnde referentiedocumenten met betrekking tot ETICS (ETAG 004 [10] en de normen, ontwikkeld binnen de CEN TC 88 WG 18) beperken zich tot ondergronden uit metselwerk en beton en sluiten de toepassing van ETICS op houtskeletbouw uit.

3.1 Hygrothermisch gedrag van ETICS op ondergronden uit metselwerk en beton

In België worden de waterdichtheid en het hygrothermische gedrag van ETICS en van gevels (op ondergronden uit metselwerk en beton) bepaald door middel van capillariteitsproeven (W), waterdampdoorlaatbaarheidsproeven (S_d) en hygrothermische-verouderingsproeven (observatie van de eventuele waterinfiltratie [14]).

Deze prestaties worden beoordeeld op basis van aangepaste criteria uit de Europese Technische Goedkeuringsleidraad ETAG 004 [10], Künzel [21] en Hens [17], in functie van de waterdampdiffusieweerstand



A | Beschrijving van een wand opgebouwd uit een ETICS op houtskeletbouw.

BUITENKANT		Beperkte blootstelling aan slagregen (lage blootstellingsklasse, hetzij $\leq 0,45$ kPa)															
ETICS	Type ETICS	Type 1		Type 2													
	Pleistersysteem	$S_{d\text{-pleistersysteem}} \leq 1$ m ⁽¹⁾		$S_{d\text{-pleistersysteem}} \leq 2$ m ⁽¹⁾													
	Isolatieplaten	Waterdampdoorlaatbare isolatieplaat (bv. minerale wol, MW); $S_{d\text{-isolatie}} < 3$ m		Weinig waterdampdoorlaatbare isolatieplaat (bv. geëxpandeerd polystyreen, EPS); $S_{d\text{-isolatie}} \geq 3$ m													
Bevestigingswijze		Verlijming (dispersielijm, PU-lijmschuim), mechanische bevestigingen (schotelpluggen, rails) ⁽²⁾															
Houtskeletbouw en afwerking	Draagplaten voor het ETICS	Vochtbestendige platen ⁽³⁾															
	Structuur ⁽⁴⁾	Volledig geïsoleerde stijlen en regels															
	Eventuele aangepaste platen	Structurele rol															
	Damp- en luchtscherm ⁽⁵⁾	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Binnenklimaatklasse</th> <th>Luchtdichtheidsniveau⁽⁶⁾</th> <th>Waterdampdiffusieweerstandsniveau S_d van het dampscherm⁽⁷⁾</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KK1</td> <td rowspan="2">L1: basisniveau</td> <td>≥ 2 m</td> </tr> <tr> <td>KK2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>KK3</td> <td rowspan="2">L2: door pressurisatieproeven gevalideerd niveau</td> <td>≥ 5 m</td> </tr> <tr> <td>KK4</td> <td>Studie vereist</td> </tr> </tbody> </table>			Binnenklimaatklasse	Luchtdichtheidsniveau ⁽⁶⁾	Waterdampdiffusieweerstandsniveau S_d van het dampscherm ⁽⁷⁾	KK1	L1: basisniveau	≥ 2 m	KK2		KK3	L2: door pressurisatieproeven gevalideerd niveau	≥ 5 m	KK4	Studie vereist
	Binnenklimaatklasse	Luchtdichtheidsniveau ⁽⁶⁾	Waterdampdiffusieweerstandsniveau S_d van het dampscherm ⁽⁷⁾														
	KK1	L1: basisniveau	≥ 2 m														
KK2																	
KK3	L2: door pressurisatieproeven gevalideerd niveau	≥ 5 m															
KK4		Studie vereist															
Technische leiding	Geïsoleerd																
Afwerking	Afwerkingsplaten (bv. gipskarton)																
BINNENKANT		Binnenklimaatklasse 1, 2, 3 of 4															
<p>(1) Overeenkomstig de ETAG 004 [10] voor ETICS op een ondergrond uit metselwerk en beton.</p> <p>(2) Zie de technische informatie van de systeemleverancier. Een verlijming is enkel toegelaten indien de mechanische prestaties van de isolatie voldoende zijn (treksterkte ≥ 80 kPa).</p> <p>(3) ETICS worden steeds vaker bevestigd door een rechtstreekse mechanische verankering aan het skelet. In voorkomend geval moeten de isolatieplaten van het ETICS een gepast buiggedrag vertonen (buigsterkte en buigstijfheid) om weerstand te kunnen bieden tegen de windbelasting. Deze bevestigingswijze op een onderbroken ondergrond wijkt af van de normale plaatsingsprincipes voor ETICS en ook het werkelijke gedrag onder belasting van deze systemen is weinig gekend (weerstand tegen dynamische windbelasting en opnemen van belastingen in het vlak zoals het eigengewicht en de hygrothermische bewegingen).</p> <p>(4) Deze structuur moet een verduurzamingsbehandeling gekregen hebben (insecten, schimmels).</p> <p>(5) Er moet steeds bijzondere aandacht besteed worden aan het hygrothermische gedrag.</p> <p>(6) Klasse L1: goede luchtdichtheid. Klasse L2: gevalideerde en verbeterde luchtdichtheid (L1 + pressurisatieproef + correctie van lekken).</p> <p>(7) Uitzonderd voor zeer vochtgevoelige isolatiematerialen (S_d-waarde van het dampscherm ≥ 5 m voor een binnenklimaatklasse 1 of 2).</p>																	

van de isolatie ($S_d = \mu \cdot d$). Deze criteria worden samengevat in tabel B (p. 4).

Voor zover de voornoemde criteria en uitvoeringsaanbevelingen gerespecteerd worden (d.w.z. voor zover het ETICS pas aangebracht wordt wanneer de 'vochtige' binnenwerken ten einde zijn en de ondergrond niet onderhevig is aan een abnormale bevochtiging), kan de hygrothermische studie ter beoordeling van het risico op inwendige condensatie tijdens de ontwerpfase achterwege gelaten worden, tenzij het een binnenklimaatklasse 4 betreft. Er bestaat momenteel geen enkele gebruiksbeperking voor gevels die sterk blootgesteld zijn aan slagregen.

3.2 Hygrothermisch gedrag van ETICS op houtskeletbouw

Omwille van de redenen die hiervoor vermeld werden, moeten er specifieke principes en bijkomende eisen opgesteld worden voor dit soort wanden.

Zoals reeds besproken werd in *WTCB-Contact 2013/1* [27], kan het naargelang van de beoogde situatie nodig zijn om over te gaan tot een experimentele beoordeling van de weerstand tegen waterinfiltratie bij slagregen. Hiertoe kan er na de hygrothermische-verouderingsproef (zie § 3.1, p. 2) een regen- en windproef uitgevoerd worden volgens de norm NBN EN 12865 [4]. Deze werkwijze zal verder toegelicht worden in de toekomstige Europese beoordelingsleidraad (EAD) met betrekking tot ETICS op houtskeletbouw. De volgens Procedure A gemeten dichtheid moet verzekerd zijn tot minstens 0,6 kPa, en zelfs meer naargelang van de blootstelling (hoogte van het gebouw, terreinruweidscategorie, windzone).

Hoewel deze aanpak zeker interessant is, staat hij volgens ons niet garant voor de volledige bescherming van de houten wand. Om de dichtheid op lange termijn te waarborgen, is er namelijk ook een regelmatig onderhoud van de soepele voegen vereist.

Ter beperking van het risico op inwendige condensatie door diffusie, moet er bijzondere aandacht besteed worden aan het hygrothermische gedrag van de wand. Om ook het risico op inwendige condensatie aan het raakvlak tussen de isolatie en de bepleistering te beperken, zijn de eisen met betrekking tot de waterdampdiffusieweerstand van het pleistersysteem ($S_{d\text{-pleistersysteem}}$) in functie van de waterdampdoorlaatbaarheid van de isolatie van het ETICS (type 1 of 2, zie tabel B, p. 4) die gelden voor ETICS op ondergronden uit metselwerk en beton, eveneens van toepassing op ETICS op houtskeletbouw.

3.3 Gedrag bij windbelasting

De rekenwaarde van de windbelasting (zuiging/onderdruk) wordt bepaald op basis van de norm NBN EN 1991-1-4 [2] en zijn Nationale Bijlage (ANB). Hierbij wordt er onder meer rekening gehouden met de windzone, de terreinruweidscategorie, de hoogte van



<p>B Criteria met betrekking tot de toelaatbare eigenschappen (capillariteit W, waterdampdiffusieweerstand S_d) van bepleisteringen van ETICS (*).</p>	<p>Type 1</p> <p>$S_{d,isolatie-ETICS} < 3 \text{ m}$ Waterdampdoorlaatbare isolatie van het ETICS (bv. minerale wol, MW)</p>	<p>Type 2</p> <p>$S_{d,isolatie-ETICS} \geq 3 \text{ m}$ Weinig waterdampdoorlaatbare isolatie (bv. geëxpandeerd polystyreen, EPS)</p>
	<p>Beschrijving</p>	<p>Grafiek</p>
<p>Criteria</p>	<p>nr. 1: het risico op inwendige condensatie beperken</p> <p>nr. 2: de bevochtiging van de isolatie beperken</p> <p>nr. 3: de droging van de bepleistering tussen twee regenbuiten mogelijk maken</p>	<p>$S_{d,pleistersysteem} \leq 1 \text{ m}$</p> <p>Als $W_{pleistersysteem} \geq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{1/2}$, dan $W_{grondpleister} \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{1/2}$</p> <p>$W_{pleistersysteem} \leq 0,2 \text{ kg/m}^2\text{h}^{1/2}$</p> <p>$S_{d,pleistersysteem} \leq 2 \text{ m}$</p>
<p>(*) $S_d = \mu \cdot d$: de waterdampdiffusieweerstand (equivalente luchtdaagdikte) stemt overeen met het product van de μ-waarde en de dikte d van de laag en wordt uitgedrukt in meter; W: de capillaire-absorptiesnelheid W is het aantal kg water dat een m^2 van de laag door capillariteit kan opzuigen in functie van de vierkantswortel van de tijd uitgedrukt in uren $[\text{h}^{1/2}]$.</p>		

het gebouw en de gevelzone. Voor de dimensionering tegen wind moet men eveneens de weerstandseigenschappen van het systeem kennen die afhankelijk zijn van de bevestigingswijze.

3.3.1 Gelijmde systemen

De lijm (dispersielijm, PU-lijmschuim) moet verenigbaar zijn met de gebruikte materialen. Zo dient men in het bijzonder de hechtsterkte ten opzichte van de draagplaten van het ETICS te beproeven. Deze moet groter zijn dan of gelijk zijn aan $0,08 \text{ N/mm}^2$ ($\geq 80 \text{ kPa}$). De verlijming moet minstens gerealiseerd worden over 40 % van het oppervlak van elke isolatieplaat. In dit geval moet er geen enkele dimensionering tegen wind uitgevoerd worden.

3.3.2 Mechanisch bevestigde systemen

De weerstandseisen voor het geheel 'bevestiging – isolatie van het ETICS' (bv. doortreksterkte) zijn niet afhankelijk van het type ondergrond en zijn dus van toepassing.

Voor systemen die mechanisch bevestigd zijn in een continue ondergrond, moet de uittrekweerstand van de bevestigingen bepaald worden rekening houdend met het bevestigingstype, de mechanische eigenschappen en de dikte van de draagplaten.

Bij systemen die rechtstreeks in het skelet bevestigd worden, moeten de bevestigingen verenigbaar zijn met de breedte van de stijlen van het skelet. In dit geval dient men bovendien het buiggedrag van de isolatieplaat te bepalen volgens de norm NBN EN 12089 [3]. Dit zal immers bijdragen tot de validatie van de windweerstand van het systeem (in functie van het type isolatiemateriaal, de dikte ervan en de afstand tussen de stijlen van het skelet).

De technische documentatie van de fabrikant van het ETICS zou bij voorkeur melding moeten maken van de rekenwaarde van de windbelasting waartegen een welbepaalde configuratie (bv. aantal bevestigingen) weerstand zou moeten kunnen bieden. De dynamische windbelasting zou volgens ons evenmin aanleiding mogen geven tot een beschadiging of vervorming van het ETICS, noch tot een wijziging van de luchtdichtheid van de wand.



C | Beperking van de referentiehoogte Z_e van gevels die blootgesteld zijn aan slagregen.

Ruwheidscategorieën	Referentiesnelheid van de wind $v_{b,0}$ [m/s]			
	26	25	24	23
o Kuststreek	–	–	–	–
I Platteland	–	–	–	–
II Zone met lage vegetatie	3 m	3 m	4 m	6 m
III Voorstedelijke zone – Bos	9 m	12 m	15 m	19 m
IV Stad	25 m (*)	25 m (*)	25 m (*)	25 m (*)

(*) De grenswaarde tussen middelhoge en hoge gebouwen wordt hier als maximale hoogte beschouwd.

3.3.3 Hechtsterkte van de bepleistering ten opzichte van de isolatie

Wanneer de hechtsterkte van het grondpleister ten opzichte van de isolatie kleiner is dan $0,08 \text{ N/mm}^2$ ($< 80 \text{ kPa}$) en er een hechtingsbreuk optreedt in de isolatie (wat vaak het geval is bij isolatie uit minerale wol en uit houtvezels), mag er enkel gebruikgemaakt worden van een ETICS indien er voldaan is aan bepaalde voorwaarden in verband met de windbelasting (zie bijlage 1, p. 9). Dit geldt voor alle ondergronden (houtskeletbouw, metselwerk en beton). Om deze reden zou de technische documentatie van de fabrikant van het ETICS melding moeten maken van de rekenwaarde van de windbelasting waartegen het systeem weerstand zou moeten kunnen bieden.

3.4 WTCB-onderzoek

Naar aanleiding van de vele vragen die het WTCB ontvangt in verband met de prestaties van ETICS op houtskeletbouw, voert het in samenwerking met de betrokken Technische Comités een aantal bijkomende onderzoeken hieromtrent: INNOV-ETICS, VÊTURES, OPTIDUBO en DO-IT Houtbouw. Voor meer informatie over deze onderzoeksprojecten verwijzen we de lezer naar de [WTCB-projectendatabank](#).

In de volgende paragrafen wordt een eerste reeks aanbevelingen voorgesteld. Deze zijn gebaseerd op de eerste resultaten die deze onderzoeken opgeleverd hebben en zullen uiteraard verfijnd worden naarmate de onderzoeken vorderen.

4 Aanbevelingen in verband met het ontwerp

4.1 Voorafgaande hygrothermische studie

Om het risico op inwendige condensatie in de wand te beperken, dient er bijzondere aandacht besteed te worden aan het hygrothermische gedrag. De uitvoering van een specifieke hygrothermische studie valt echter buiten de verantwoordelijkheid van het bedrijf dat de uitvoering van het ETICS voor zijn rekening neemt.

4.2 Beperking van de blootstelling aan slagregen

Tenzij men beschikt over relevante gegevens met betrekking tot de weerstand tegen slagregen van het ETICS en zijn aansluitingsdetails (zie § 3.2, p. 3), raden wij – uitgaande

van de huidige kennis – aan om de hoogte van de blootgestelde gevels te beperken tot de waarden die vermeld worden in tabel C (grensdruk voor de waterdichtheid (?) van $0,45 \text{ kPa}$ volgens Procedure A van de norm NBN EN 12865 [4]).

Zo is de toepassing van ETICS volledig uitgesloten voor gebouwen die rechtstreeks blootgesteld zijn aan zeewinden. Deze restricties zijn minder streng voor gevels met een beperktere blootstelling (bv. gevels met een noordwestelijke tot noordoostelijke of zelfs zuidoostelijke oriëntering) of voor systemen die goedgekeurd werden voor dit gebruik. Voor meer informatie in verband met de referentiewindsnelheden, de terreinruwheidscategorieën en de bepaling ervan, verwijzen we de lezer naar de norm NBN EN 1991-1-4 [2], naar zijn Nationale Bijlage en naar de online rekenmodulen (?) .

4.3 Luchtdichtheid van de dragende wand

De dragende wand moet tot de luchtdichtheidsklasse L1 of L2 behoren (zie tabel D) in functie van de binnenklimaatklasse (zie tabel A, p. 3).

5 Materiaalkeuze

De gevolgen van een overmatige en/of langdurige bevochtiging kunnen beperkt worden door materialen te kiezen met een verbeterde vochtbestendigheid. Zo dient constructiehout een insecten- en schimmelwerende behandeling te krijgen (zie de te verschijnen STS 23 [11] en [WTCB-Contact 2013/1](#) [27]). De draagplaten moeten op hun beurt vochtbe-

D | Luchtdichtheidsklassen voor bouwelementen (zie TV 251 [28]).

Klasse	Niveau	Beschrijving
L0	Ontoereikende luchtdichtheid	Weinig verzorgde uitvoering of onzorgvuldig ontwerp; de richtlijnen voor een continue luchtdichtheid werden niet gerespecteerd: er is geen luchtscherm aanwezig of het luchtscherm werd niet ononderbroken aangebracht; het luchtscherm werd niet luchtdicht aangesloten op de wanden of de andere bouwelementen (bv. gordingen of tussenspannen) die het begrenzen.
L1	Goede luchtdichtheid	Verzorgde uitvoering en zorgvuldig ontwerp; de richtlijnen voor een continue luchtdichtheid werden gerespecteerd: de aansluitingen vertonen geen zichtbare lekken.
L2	Gevalideerde en verbeterde luchtdichtheid (L1 + pressurisatieproef + correctie van lekken)	Verzorgde uitvoering en zorgvuldig ontwerp; de richtlijnen voor een continue luchtdichtheid werden gerespecteerd; het prestatieniveau wordt gevalideerd door een <i>in-situ</i> meting, waarbij alle detecteerbare luchtlekken in het bouwelement (in dit geval het hellende dak) opgespoord en afgedicht kunnen worden.

(?) Maximaal verschil in pulserende luchtdruk, uitgedrukt in kPa, waarbij er geen waterinfiltratie optreedt tijdens de proef volgens de norm NBN EN 12865 [4].

(?) Deze zijn beschikbaar op de website van de Normen-Antenne Eurocodes: module 'Clnt' voor de terreinruwheidscategorieën en module 'Wint' voor de windbelastingen.



Bron: EJO

4 | Mechanische bevestiging door middel van schotelschroeven.

stendig te zijn. Houten draagplaten dienen minstens tot gebruiksklasse 2 of 3 (aanbevolen) te behoren (zie de [WTCB-Dossiers 2009/3.8](#) [7]).

ETICS zijn 'gesloten' systemen. Dit wil zeggen dat men enkel mag gebruikmaken van de onderdelen die beschreven staan in de ATG of in de technische documentatie van de fabrikant. Materialen van verschillende systemen mogen niet gecombineerd worden. Voor meer informatie over de materiaaleigenschappen, verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2009/4.11](#) [14] en [2011/2.10](#) [15].

Voor de verlijming van een ETICS kan men ofwel een beroep doen op een dispersielijm, dan wel op een PU-lijmschuim. De gebruikte lijmsort moet aangepast zijn aan de isolatieplaten van het ETICS en aan de draagplaten die op het houtskelet bevestigd zijn.

Bij de mechanische bevestiging van ETICS wordt er gebruikgemaakt van schotelpluggen (of schotelschroeven) of wordt het systeem op rails geplaatst (zie de [WTCB-Dossiers 2011/2.10](#) [15]). Bij systemen van het type 1 (ETICS die een zekere waterdampmigratie toelaten) strekt het tot aanbeveling om bevestigingen uit roestvast staal aan te wenden. Mechanisch bevestigde systemen vereisen bovendien een dimensionering onder windbelasting.

Wanneer de bevestigingen in het vlak van de isolatie geplaatst worden, moeten ze voorzien zijn van een isolatiedop die in staat is om eventuele luchtvolumes vast te houden en zodoende koudebruggen te vermijden (zie afbeelding 4). Het risico op koudebruggen kan eveneens beperkt worden door de schotelplug volledig in de isolatielaag te integreren, op voorwaarde dat de dikte ervan dit toelaat (minstens 80 mm). In voorkomend geval moeten er isolerende sluitringen met dezelfde diameter als de schotelplug aangebracht worden die zorgen voor de isolatie van de bevestiging. Als alternatief kan men ook gebruikmaken van schroefvormige schotelpluggen. Koudebruggen moeten niet alleen vermeden worden om de warmteverliezen binnen de perken te houden, maar ook om te vermijden dat de vorm van de bevestigingen zich zou gaan aftekenen aan het oppervlak (uitzichtsverschil ter hoogte van de bevestigingen als gevolg van een verschillend bevochtigings- en drogingsproces in bepaalde delen van het systeem).

Ter hoogte van de aansluitingen is het gebruik van aangepaste soepele voegen (dichtingskit, zie STS 56.1 [12]) nodig. Deze dienen minstens tot de klasse 20 LM te behoren, overeenkomstig de norm NBN EN 15651-1 [5].

6 Eisen met betrekking tot de dragende wand

Het houtskelet moet voldoende stijf zijn en dient te beantwoorden aan de specificaties uit de te verschijnen STS 23 [11]. De isolatie van het ETICS draagt niet bij tot de verstijving van het skelet.

Vóór de realisatie van het ETICS moet er een specifieke controle van het vochtgehalte uitgevoerd worden. Voor het constructiehout en de draagplaten mag het massavochtgehalte niet hoger zijn dan 18 %.

De onderdelen van de dragende wand, die dienen als ondergrond van het ETICS, moeten voldoen aan de toelaatbare maatafwijkingen die in tabel E beschreven zijn.

Om de dragende wand te beschermen tegen eventuele bevochtigingen, kunnen er verschillende maatregelen getroffen worden (bv. een verkorting van de plaatsingstermijn van het ETICS).

7 Uitvoering en onderhoud

De uitvoering van een volledig ETICS moet overgelaten worden aan een onderneming die hierin gespecialiseerd is en over de nodige vakbekwaamheid beschikt. Gelet op voorgaande beschouwingen, dient men hierbij de volgende punten in het achterhoofd te houden.

7.1 Constructieve maatregelen en details

Net zoals bij ondergronden uit metselwerk en beton, dient er bijzondere aandacht be-

E | Toelaatbare maatafwijkingen van de dragende wand (zie ook de [WTCB-Dossiers 2012/4.10](#) [13]).

Maximaal toelaatbare afwijking op ...	Draagplaten van het ETICS	
	Plaatsingstechniek van de isolatie	
	Dispersielijm	PU-lijmschuim
de globale vlakheid onder de lat van 2 m	± 2 mm ⁽¹⁾	± 5 mm ⁽²⁾
de lokale vlakheid/de oneffenheid onder de lat van 0,2 m	± 1 mm ⁽³⁾	± 3 mm ⁽²⁾
de verticaliteit/de loodrechte stand	~ 1 verdiep (2,5 tot 3 m)	± 5 mm ⁽²⁾
	de hoogte van het gebouw	± 5 mm + 2 mm/m (≤ 20 mm) ⁽²⁾
de niveauverschillen in het buitenoppervlak	± 1 mm ⁽³⁾	± 3 mm ⁽²⁾
de lengte van een muur	± 10 mm/10 m ⁽²⁾	

(1) Strenger dan in de te verschijnen STS 23 (5 mm) [11].
 (2) Zie de te verschijnen STS 23 [11].
 (3) Strenger dan in de te verschijnen STS 23 (3 mm) [11].



steed te worden aan het ontwerp en de uitvoering van de details (voornamelijk aan de aansluitingen met het schrijnwerk) en moet hun dichtheid gewaarborgd zijn. De constructieve maatregelen en uitvoeringsdetails voor ETICS op ondergronden uit metselwerk en beton kunnen eveneens toegepast worden voor ETICS op houtskeletbouw [15].

7.2 Bevestiging van het isolatiemateriaal

De isolatieplaten van het ETICS dienen tijdens alle fasen die voorafgaan aan de uitvoering van het grondpleister (bv. transport en opslag) beschermd te worden tegen bevochtiging.

Om de isolatieplaten te bevestigen kan men opteren voor een combinatie van een verlijming (aangepaste dispersielijm of PU-lijm-schuim) en een mechanische verankering (door middel van schotelpluggen of rails). Het minimale verlijmingsoppervlak bedraagt 40 % en moet de omtrek van elke plaat omvatten. Voor meer informatie omtrent de toegelaten combinaties, verwijzen we naar de technische documentatie van de systeemleverancier.

7.3 Uitvoering van de bepleistering

Om de bevochtiging van de wand te vermijden, moet de bepleistering zo snel mogelijk (na de uitharding van de lijm) uitgevoerd worden volgens de aanbevelingen van de produ-

cent. Indien men gebruikmaakt van een isolatiemateriaal op basis van vezels, moet het grondpleister in de vezels 'geduwd' worden.

Nadat het afwerkpleister gedroogd en/of uitgehard is, moeten er aangepaste soepele voegen aangebracht worden ter hoogte van de aansluitingen. Tenzij anders vermeld in de contractuele documenten, valt deze taak buiten de bevoegdheid van de uitvoerder van het systeem.

Voor meer informatie in verband met de bepleistering, kan men terecht in de [WTCB-Dossiers 2009/4.11](#) [14].

7.4 Bewegingsvoegen

In het systeem moeten er bewegingsvoegen voorzien worden:

- ter hoogte van de eventuele bewegingsvoegen die zich in de draagstructuur bevinden: deze moeten overgenomen worden in het ETICS
- op plaatsen waar er aanzienlijke differentie bewegingen te vrezen zijn (bv. verschil in hoogte)
- op plaatsen waar verschillende types draagstructuren met elkaar in contact komen (bv. een houtconstructie en een metselwerkwand).

7.5 Onderhoud

De aanbevelingen met betrekking tot het onderhoud van ETICS, zoals beschreven

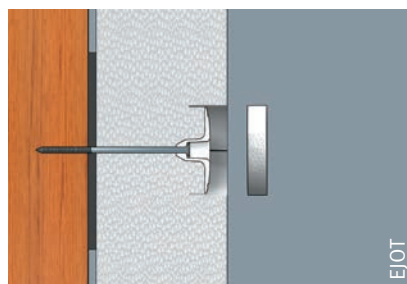
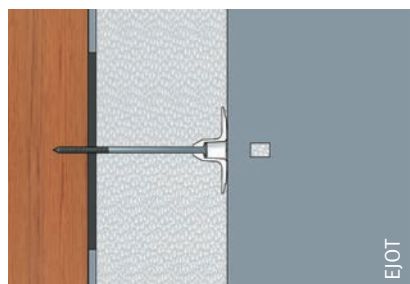
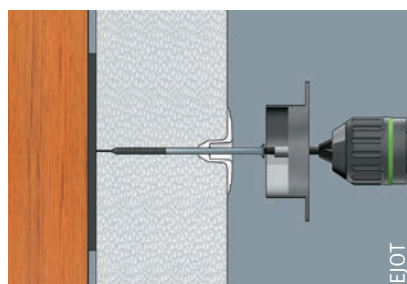
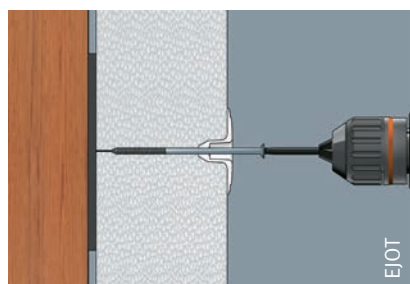


Bron: Soudal

5 | Verlijming van de isolatieplaten met PU-lijmschuim.

in de [WTCB-Dossiers 2009/3.10](#) [9] blijven van toepassing. De regelmatige controle en het onderhoud van de soepele voegen zijn hierbij van cruciaal belang. Bij schilderwerken is de keuze van de verf bepalend voor de duurzaamheid van de wand. Zo moet de gebruikte verf voldoende dampdoorlatend zijn (minstens van klasse V1 volgens de [WTCB-Dossiers 2013/2.9](#) [6]) om aan de hiervoor vermelde criteria met betrekking tot de waterdampdiffusieweerstand van het pleistersysteem te voldoen. Indien de eigenschappen van het pleistersysteem niet gekend zijn, kan een hygrothermische studie noodzakelijk zijn (analyse van het condensatierisico in de wand, bepaling van de S_d -waarde van de bepleistering). ■

Y. Grégoire, ir.-arch., afdelingshoofd,
en S. Mertens, ir., onderzoeker,
afdeling Materialen, WTCB.
B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd,
afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB.



6 | Plaatsing van de mechanische bevestigingen in het vlak van de isolatie (links) of in de isolatie (rechts).

Dit artikel werd opgesteld met de steun van:

- de FOD Economie, in het kader van de Normen-Antenne Afwerkingen
- het Agentschap Ondernemen, in het kader van het NIB/FvT-project Gevisol-ETICS
- InnovIRIS, in het kader van het project INNOV-ETICS
- de DGO6, in het kader van de Technologische Dienstverlening COM-MAT – Matériaux et techniques de construction durables.



LITERATUURLIJST

1. Bureau voor Normalisatie
NBN D 50-001 Ventilatievoorzieningen in woongebouwen. Brussel, NBN, 1991.
2. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 1991-1-4 + ANB (2010) Eurocode 1: belastingen op constructies. Deel 1-4: algemene belastingen. Windbelasting (+ AC:2010). Brussel, NBN, 2005.
3. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 12089 Materialen voor de thermische isolatie van gebouwen. Bepaling van het gedrag bij belasting op buiging. Brussel, NBN, 2013.
4. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 12865 Thermisch gedrag en vochtwerping van gebouwen en bouwelementen. Bepaling van de weerstand van buitengevelsystemen tegen slagregen onder pulserende luchtdruk. Brussel, NBN, 2001.
5. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 15651-1 Afdichtingsproducten voor niet-dragende toepassingen in voegen van gebouwen en voetpaden. Deel 1: afdichtingsproducten voor gevelelementen. Brussel, NBN, 2012.
6. Cailleux E. en Dirx I.
Verven voor ETICS. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 2, Katern 9, 2013.
7. Charron S., Dekens G. en Martin Y.
Plaatmaterialen en hun toepassingen. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 3, Katern 8, 2009.
8. Cheple M. en Huelman P. H.
Literature Review of Exterior Insulation Finish Systems and Stucco Finishes. Verenigde Staten, University of Minnesota, 2000.
9. Dirx I., Eeckhout S. en Grégoire Y.
Onderhoud van ETICS. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 3, Katern 10, 2009.
10. Europese Organisatie voor Technische Goedkeuringen (EOTA)
ETAG 004 Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering. Brussel, EOTA, 2013.
11. FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie
STS 23 Engemaakte Technische Specificaties. Houtbouw. Brussel, FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, 1978 (herziene versie te verschijnen).
12. FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie
STS 56.1 Engemaakte Technische Specificaties. Dichtingskiten voor gevels. Brussel, FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, 1999.
13. Grégoire Y.
Toleranties voor ETICS. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 4, Katern 10, 2012.
14. Grégoire Y. en Godderis E.
ETICS: het pleister. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 4, Katern 11, 2009.
15. Grégoire Y. en Godderis E.
ETICS: de isolatie en haar plaatsing. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 2, Katern 10, 2011.
16. Grégoire Y. en Wastiels L.
Milieu-impact van ETICS. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 3, Katern 9, 2012.
17. Hens H.
Performance Based Building Design 1. From Below Grade Construction to Cavity Walls. Berlin, Ernst & Sohn, 2012.
18. Jansson A.
Putsade regelväggar. Erfarenheter från undersökningar som SP har utfört. SP Rapport. Conference on Durability of Building Materials and Components. Borås, SP Technical Research Institute of Sweden, 2011.
19. Jansson A.
Action against moisture damage in ETIC walls. Lund, Zweden, 10th Nordic Symposium on Building Physics, 2014.
20. Künzle H. M. et al.
Simulating Water Leaks in External Walls to Check the Moisture Tolerance of Building Assemblies in Different Climates. Istanbul, 11 DBMC, 2008.

(Zie vervolg op p. 9)



LITERATUURLIJST (VERVOLG)

21. Künzel H.M., Künzel H. en Holm A.
Rain Protection of Stucco Facades. Thermal Performance of Exterior Envelopes of Whole Buildings IX. Atlanta, Verenigde Staten, Ashrae, 2004.
22. Künzel H.M. en Zirkelbach D.
Feuchteverhalten von Holzständerkonstruktionen mit WDVS. Sind die Erfahrungen aus amerikanischen Schadensfällen auf Europa übertragbar? Neu-Isenburg, WKSZ (Zeitschrift für Wärmeschutz, Kälteschutz, Schallschutz, Brandschutz), vol. 58, 2007.
23. Lstiburek J.
Face sealed vs. drainable EIFS. Research Report. Westford, Verenigde Staten, Building Science Press, 2004.
24. Olsson L.
Results from laboratory tests of wind driven rain tightness in more than 100 facades and weather barriers. Lund, Zweden, 10th Nordic Symposium on Building Physics, 2014.
25. Pyznar W. J.
Exterior Insulation and Finishing Systems (EIFS). What is the problem? Bridgewater, NJ, Verenigde Staten, The Falcon Group, 2007.
26. Samuelson I. en Jansson A.
Putsade regelväggar. SP Rapport. Conference on Durability of Building Materials and Components. Borås, SP Technical Research Institute of Sweden, 2009.
27. Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf
Speciale uitgave: houtbouw. Brussel, WTCB, WTCB-Contact, nr. 1, 2013.
28. Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf
Thermische isolatie van hellende daken. Brussel, WTCB, Technische Voorlichting, nr. 251, 2014.

BIJLAGE 1 HECHTSTERKTE EN WINDWEERSTAND

Indien de hechtsterkte van het grondpleister ten opzichte van de isolatie kleiner is dan $0,08 \text{ N/mm}^2$ ($\approx 80 \text{ kPa}$), dan moet men de windweerstand controleren volgens het onderstaande voorbeeld.

Uit deze tabel blijkt onder meer dat de blootstelling voor een bepleistering met een hechtsterkte van $\geq 5 \text{ kPa}$ beperkt moet worden tot een maximale windbelasting van $1,7 \text{ kPa}$ (rekenwaarde). Door deze beperking is het gebruik van het systeem uitgesloten op gevels van zeer hoge gebouwen of op sterk blootgestelde gevels (rekenwaarde van de windbelasting $F_d > 1,7 \text{ kPa}$).

Grensrekenwaarde van de windbelasting in functie van de gemeten hechtsterkte.

Hechtsterkte ten opzichte van de isolatie		Partiële veiligheidscoëfficiënt voor de materialen γ_M	Grensrekenwaarde van de windbelasting 'F _d ' op basis van de rekenwaarde van de weerstand (hechtsterkte/ γ_M)	Opmerkingen (vergelijking met de rekenwaarden van de windbelasting)
$\geq 80 \text{ kPa}$		3 (ter illustratie)	$\leq 27 \text{ kPa}$	Voldoende veilig (geen controle noodzakelijk)
Cohesieve breuk	$\geq 10 \text{ kPa}$		$\leq 3,3 \text{ kPa}$	Beperking van het toepassingsgebied in functie van de blootstelling aan wind
	$\geq 5 \text{ kPa}$		$\leq 1,7 \text{ kPa}$	Sterke beperking van het toepassingsgebied in functie van de blootstelling aan wind

BIJLAGE 2 VASTGESTELDE SCHADEGEVALLEN IN BELGIË

Samenstelling van het systeem	Schadegeval	
	Beschrijving	Illustratie
ETICS op een (gelamelleerd-ge-nagelde) houtconstructie	Scheurvorming die meestal horizontaal optreedt ter hoogte van de neus van de draagvloer, maar ook in de hoeken van de openingen. Dit is meestal het gevolg van vervormingen van de houtconstructie (zettingen) en van de aanwezigheid van elementen ter verbetering van het akoestische gedrag van de structuur	
ETICS (houtvezelisolatie, WF) op houtskeletbouw met draagplaten voor het ETICS	Vervuiling van een gevel die sterk blootgesteld is aan de weersomstandigheden zonder het voorzien van specifieke beschermingsmaatregelen (bv. ontbreken van dakoversteek)	
	Verrotting van de houtvezelisolatie die opgemerkt wordt bij een sondering ter hoogte van de scheur	
ETICS (geëxpandeerd polystyreen, EPS) op houtskeletbouw met draagplaten voor het ETICS	Ontbreken van zijdelingse opkanten op de dorpels en scheurvorming ter hoogte van de aansluiting met het raam (ontbreken van een soepele voeg), wat het optreden van infiltraties en schade in de hand werkt	
	Scheurvorming in de bepleistering ter hoogte van de voegen tussen de isolatieplaten uit EPS en vaststelling van schimmels aan het oppervlak van de draagplaat bij een sondering ter hoogte van de scheur	

(Zie vervolg op p. 11)



BIJLAGE 2 VASTGESTELDE SCHADEGEVALLEN IN BELGIË (VERVOLG)

Samenstelling van het systeem	Schadegeval	
	Beschrijving	Illustratie
ETICS (houtvezelisolatie, WF) op houtskeletbouw met draagplaten voor het ETICS (nog geen schade zichtbaar)	Plaatsing van een ETICS vertrekend van op een horizontaal oppervlak waardoor er water kan stagneren. Onvoldoende afstand gehouden ter bescherming tegen opspattend regenwater	
	Ontbreken van een dampscherm en in het bijzonder van een ononderbroken luchtscherm (het betreft hier een kamer met open douche)	
ETICS (houtvezelisolatie, WF) dat uitzichtsproblemen vertoont	Het ETICS werd rechtstreeks op het houtskelet aangebracht zonder draagplaat. In bepaalde omstandigheden tekent de vorm van de mechanische bevestigingen zich af aan het oppervlak. De mogelijke oorzaken hiervoor zijn een gebrekkige dimensionale stabiliteit van de isolatie, een te diepe bevestiging of de zuiging van de wind	
	Het ETICS werd aangebracht op een ondergrond uit metselwerk en een houtskeletconstructie zonder draagplaat. In bepaalde omstandigheden kunnen de overlappingen van de wapening van het grondpleister zich aftekenen aan het oppervlak. Het wapeningsnet dat in dit geval gebruikt wordt (met dikkere draden), kan namelijk moeilijker in de grondlaag gedrukt worden	
ETICS (houtvezelisolatie, WF) dat rechtstreeks op het houtskelet bevestigd wordt zonder draagplaten. De cellulosewatten worden tussen de stijlen van het skelet ingeblazen na de uitvoering van de bepleistering	Loskomen van de bepleistering en van een dunne laag van de isolatie ten gevolge van de druk die uitgeoefend wordt tijdens het inblazen van de cellulosewatten (zwakke weerstand van de isolatieplaat)	