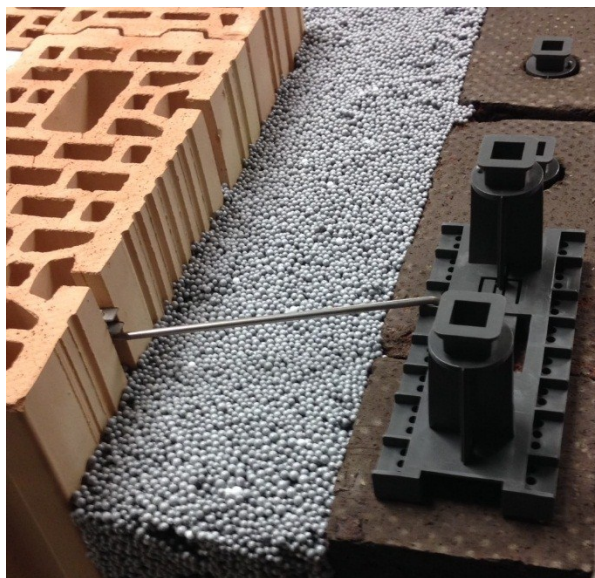


TESTRAPPORT

22 december 2016

Waterdichtheid volgens NEN 2778:2015 SnelBouwSysteem (SBS) geïsoleerd met gebonden EPS- schuimparels van Termokomfort



Opdrachtgever:
Termokomfort Europe BV
Neonweg 151
1361 AG Almere

Insula Certificatie
Lijnnoorden 12
4251 NH Werkendam
www.insula-certificatie.nl

Rapporteur: ir. A. Bektešević

Reviewer: ing. A. Stam



INHOUD

1. INLEIDING	3
2. DOEL VAN DE TEST	3
3. TESTMETHODE	3
4. TESTPROCEDURE	4
5. TESTWAND	5
6. RESULTATEN	6
6.1 Uitvoering met luchtdrukverschil	6
6.2 Uitvoering zonder luchtdrukverschil	6
6.3 Vochtgehalte	7
6.4 Hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte	7
7. BEVINDINGEN	8
BIJLAGE	9

1. INLEIDING

In opdracht van Termokomfort Europe BV heeft het bouwfysische laboratorium van Universiteit Gent het SnelBouwSysteem (SBS) getest op waterdichtheid volgens NEN 2778:2015. Insula Certificatie is door de opdrachtgever gevraagd om dit traject te begeleiden en een testrapport op te stellen.

Het SnelBouwSysteem is een creatie van een vijftal Belgische en Nederlandse bedrijven. Het systeem bestaat uit een gemetselde binnenmuur, een spouw en een gevelstenen buitenmuur. De gevelstenen zijn voorzien van 2 openingen en worden middels een kliksysteem met elkaar verbonden. Daarbij zijn de voegen open. De verbinding tussen de binnen- en de buitenmuur vindt plaats middels spouwankers. Na de constructieve realisatie van de muren wordt van binnenuit de spouw volledig gevuld middels het inblazen van EPS-schuimparels i.c.m. een speciale lijm (isolatiesysteem van Termokomfort).



Fig. 1: SBS-gevelsteen



Fig. 2: SBS-verbindingstuk



Fig. 3: kliksysteem



Fig. 4: SBS-gevel

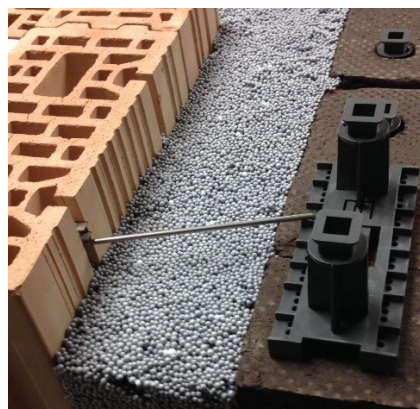


Fig. 5: geïsoleerde spouw

2. DOEL VAN DE TEST

Het doel van de test is het vaststellen of het volledig geïnstalleerde SnelBouwSysteem bij regen en een bepaalde winddruk waterdicht is.

3. TESTMETHODE

De waterdichtheid is bepaald conform NEN 2778:2015 "Vochtwering in gebouwen".

4. TESTPROCEDURE

De waterdichtheid van de wand is getest op een full-scale opstelling in het testcentrum voor gevelelementen van Universiteit Gent. Test is uitgevoerd onder de in §5.2 van NEN 2778 gestelde voorwaarden volgens de testprocedure zoals omschreven in §5.3 van NEN 2778.

In de stalen testkast wordt een sproeibuis geïnstalleerd met 5 sproeikoppen met een waterdebiet van 8,0 l/min. De eerste 15 minuten van de test wordt er water gesproeid zonder drukverschil. Vervolgens wordt het drukverschil elke 5 minuten stapsgewijs verhoogd tot de maximale toetsingsdruk van 450 Pa aan de hand van volgende drukstappen: 0 – 50 – 100 – 150 – 200 – 250 – 300 – 350 – 400 – 450 Pa. Om de verandering in vochtigheid na te gaan wordt vóór en na de test de di-elektrische constante gemeten ter plaatse van 16 meetpunten op de binnenmuur (zie figuur 7).

Daarna wordt het drukverschil weer tot 0 Pa gebracht. Vervolgens wordt cyclisch de waterstroom gedurende (60 ± 1) s doorgelaten en gedurende (540 ± 1) s tegengehouden. De beproeving wordt gestopt na ten minste 96 uur of eerder indien tijdens de beproeving het binnenoppervlakte van de constructie zichtbaar nat wordt.

Binnen 60 s na het beëindigen van de beproeving wordt het binnenoppervlakte visueel geïnspecteerd op lekkage en/of op het nat zijn van het binnenoppervlakte. Indien bij deze visuele waarneming geen lekkage en/of vochtplekken waarneembaar zijn, worden er per soort materiaal, waaruit de grenslaag bestaat, drie monsters van de grenslaag op willekeurige plaatsen tot een diepte van (10 ± 1) mm genomen worden. Vervolgens wordt van elk proefstuk het vochtgehalte bepaald en daarna van hetzelfde proefstuk het hygroscopisch-evenwichtsgehalte bij 95% RV.

Bepaling van het vochtgehalte wordt op de volgende manier bepaald. De proefstukken worden gewogen met een nauwkeurigheid van 0,1 g en worden vervolgens gedroogd in een droogstoof. De proefstukken worden als droog beschouwd, indien de massaverandering per 24 uur kleiner is dan 0,1 %. De droging wordt uitgevoerd bij $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ en relatieve luchtvochtigheid dat kleiner is dan 5%. Het vochtgehalte van elk proefstuk wordt vervolgens berekend aan de hand van formule (2) uit NEN 2778.

Bepaling van het hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte gaat als volgt. Eerst wordt de massa van een droog proefstuk bepaald en vervolgens wordt het geconditioneerd bij een relatieve luchtvochtigheid van $(95 \pm 1)\%$ en een temperatuur van $(20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ tot het hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte bereikt is. Het hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte wordt als bereikt beschouwd zodra de massatoename kleiner is dan 0,1% per 24 uur. Het hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte wordt vervolgens berekend aan de hand van formule (3) uit NEN 2778.

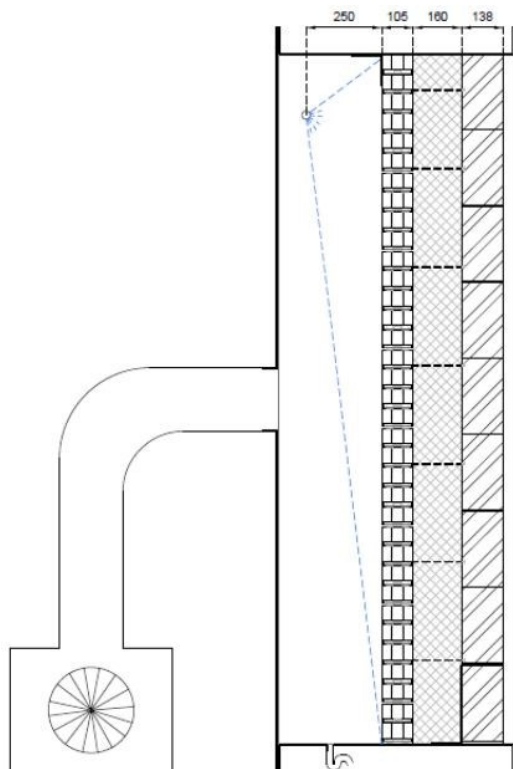


Fig. 6: proefopstelling waterdichtheidstest

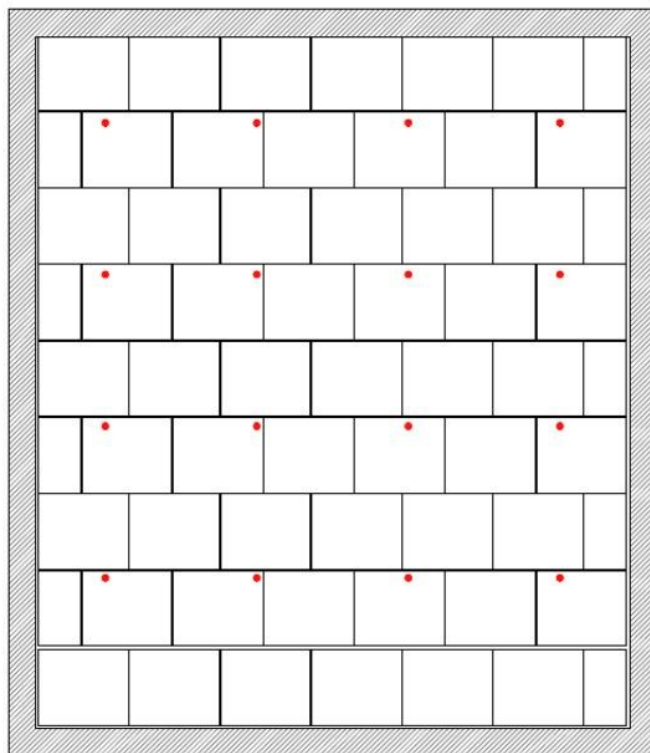


Fig. 7: 16 meetpunten op de binnenmuur

5. TESTWAND

In een stalen testkast van 1960 mm x 2280 mm is een complete gevelconstructie opgebouwd bestaande uit een 138 mm dikke binnenmuur, een 160 mm dikke spouw en een 105 mm dikke buitenmuur.

Bij het maken van de binnenmuur is gebruik gemaakt van tand- en groef-metselwerk, waarbij de eerste twee lagen gemetseld zijn met metselmortel. De daaropvolgende lagen zijn verlijmd. De verticale voegen zijn lokaal opgevuld met silicone of mortel om breder openingen te dichtten. De ruimte tussen de binnenmuur en de testkast is over de volledige omtrek gevuld met PUR-schuim.

Bij het maken van de buitenmuur is de eerste laag van gevelstenen geplaatst in een mortelbed. De daaropvolgende lagen zijn aan elkaar bevestigd aan de hand van het kliksysteem. De voegen zijn open gelaten. Vanwege het feit dat bij het kliksysteem de gevelsteen over twee pinnen van het verbindingselement wordt geschoven, is het niet mogelijk geweest om de gevelstenen te plaatsen tot de bovenrand van de testkast. Daarom is de ruimte tussen de testkast en de bovenste laag gevelstenen afgedicht met butyltape. Om te vermijden dat het stilstaande water onderaan de spouw en opstijgend vocht een invloed zouden hebben op de test, is een butyltape toegepast onderaan de binnenmuur en een waterkerende folie tussen de eerste en tweede laag van de binnenmuur. De ruimte tussen de buitenmuur en de testkast is aan weerszijden opgevuld met kit.

De ontstane ruimte tussen de binnen- en de buitenmuur (spouw) is uiteindelijk volledig opgevuld met EPS-schuimparels i.c.m. lijm, welke d.m.v. 4 openingen door de binnenwand zijn ingeblazen. EPS-schuimparels met een grootte tussen 3 mm en 5 mm zijn toegepast.

De testwand is volledig opgebouwd volgens de richtlijnen van de fabrikant.

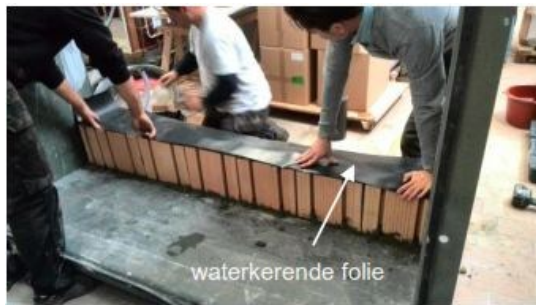


Fig. 8 t/m 12: opbouw van de testwand

6. RESULTATEN

6.1 Uitvoering met luchtdrukverschil

De eerste 15 minuten van de test is er water gesproeid (waterdebiet van 8,0 l/min) zonder drukverschil. Vervolgens is het drukverschil elke 5 minuten stapsgewijs verhoogd zoals beschreven in de testprocedure (zie hoofdstuk 4 van dit rapport). De toetsingsdruk is verhoogd tot en met een maximum van 450 Pa. Gedurende een visuele controle zijn er geen vochtplekken of lekkages vastgesteld op de binnenmuur. Om een eerste indicatie van het vochtgehalte te verkrijgen is zowel voor als na de test de di-elektrische constante gemeten. Daarbij zijn geen significante verschillen vastgesteld. Zie tabel 1.

6.2 Uitvoering zonder luchtdrukverschil

Het drukverschil is tot 0 Pa gebracht en de waterstroom is gedurende (60 ± 1) s cyclisch doorgelaten en gedurende (540 ± 1) s tegengehouden. Ook hier met een waterdebiet van 8 l/min. De test is gestopt na 96 uur. Gedurende een visuele controle zijn er geen vochtplekken of lekkages vastgesteld op de binnenmuur. Om een eerste indicatie van het vochtgehalte te verkrijgen is zowel voor als na de test de di-elektrische constante gemeten. Daarbij zijn geen significante verschillen vastgesteld. Zie tabel 1.

Tabel 1: di-elektrische constante voor en na de test

meetpunt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
meetmoment																
voor de test	34,2	32,7	28,8	32,3	32,2	30,6	40,0	37,1	45,0	35,0	34,1	31,3	32,4	50,9	40,2	42,7
na (450 Pa)	36,7	37,0	31,0	37,3	34,1	35,4	42,0	39,0	43,5	40,5	40,2	34,6	36,1	48,7	38,6	51,5
na (96 uur)	39,3	35,3	32,6	37,4	36,2	35,9	37,4	40,4	48,9	41,0	39,3	34,5	33,5	51,3	39,4	45,9

6.3 Vochtgehalte

Na de test zijn er drie proefstukken (1, 2, 4) genomen van de binnenmuur op een diepte van ongeveer 5 mm. Het vierde proefstuk (3) is genomen op de grenslaag met de isolatie. De massa van de proefstukken is gelijk bepaald met een nauwkeurigheid van 0,01 g, waarna de proefstukken in een droogstoof geplaatst bij een temperatuur van $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$. Daarbij is de massaverandering bepaald tot deze kleiner was dan 0,1 % per 24 uur.



Fig. 13: plekken waar proefstukken zijn genomen

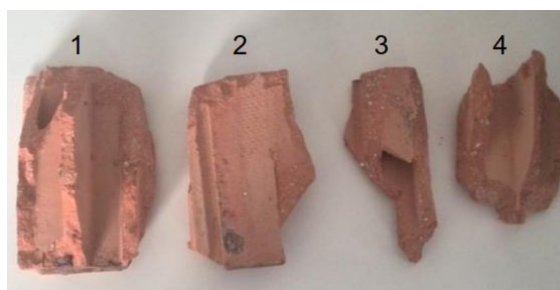


Fig. 14: vier genomen proefstukken

Tabel 2: bepaling van het vochtgehalte

proefstuk	1	2	3	4
meetmoment				
na de test	198,10	113,80	51,00	83,90
na 96 uur in oven [g]	196,80	113,50	50,50	83,60
na 120 uur in oven [g]	196,80	113,45	50,45	83,60
vochtgehalte in g	1,30	0,35	0,55	0,30
vochtgehalte in %	0,66	0,31	1,08	0,36

6.4 Hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte

Het hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte bij 95% RV is bepaald door de proefstukken te conditioneren bij $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ in een glazen stolp met een verzadigde oplossing van kaliumnitraat (KNO_3) in water. Bij een verzadigde oplossing van kaliumnitraat ontstaat er een constante relatieve vochtigheid van $(94,62 \pm 0,66)\%$. De metingen zijn uitgevoerd tot de evolutie van het vochtgehalte minder was dan 0,1 g per 24 uur. Het betrouwbaarheidsinterval van de relatieve vochtigheid bij het kaliumnitraat overschrijdt met 0,04% het toegelaten betrouwbaarheidsinterval volgens NEN 2778 $((95 \pm 1) \%)$. Dit is echter bij de lagere

relatieve vochtigheid, waardoor het hygroscopisch-vochtgehalte zou onderschat worden, wat dus aan de veilige kant is.

Tabel 3: bepaling van het hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte

proefstuk	1	2	3	4
meetmoment				
na 120 uur in oven [g]	196,80	113,45	50,45	83,60
(94,62 ± 0,66)% RV [g]	201,13	117,01	51,80	85,87
vochtgehalte in g	4,33	3,51	1,30	2,27
vochtgehalte in %	2,20	3,09	2,26	2,71

Voor alle proefstukken geldt dat het vochtgehalte na de test lager is dan het hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte bij 95% RV.

7. BEVINDINGEN

Er kan worden gesteld dat tijdens en na de beproeving tot een maximale toetsingsdruk van 450 Pa en na 96 uur cyclisch besproeien geen lekkages of vochtplekken aan het binnenoppervlakte visueel zijn waargenomen. Ook is het bepaalde vochtgehalte van de genomen proefstukken in geen enkel geval groter dan het bepaalde hygroscopisch-evenwichtsvochtgehalte. Daarom kan worden geconcludeerd dat de wand opgebouwd volgens het SnelBouwSysteem, voorzien van een 160 mm dikke isolatielaag bestaande uit gebonden EPS-schuimporels (korrelgrootte: 3-5 mm) en belast met een winddruk tot en met 450 Pa als waterdicht beschouwd kan worden.

Met betrekking tot de maximale toetsingsdruk in relatie tot de hoogte van het gebouw wordt verwezen naar de bijlage van dit rapport. Zo mag men, wat betreft de waterdichtheid, met dit systeem (isolatielaag ≥ 160 mm) in Nederland in windgebied I aan de kust tot een maximale hoogte van 30 meter bouwen. In windgebied II, bijvoorbeeld, binnen de bebouwde omgeving bedraagt de maximale hoogte 110 meter.

BIJLAGE

Tabel 2 uit NEN 2778. Maximale toetsingsdruk in Pa, afhankelijk van de hoogte van de dakrand boven het maaiveld en het windgebied voor kust, onbebouwde en bebouwde omgeving.

Hoogte dakrand boven maaiveld m	Windgebied *							
	I			II			III	
	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Onbebouwd	Bebouwd
8	330	240	100	250	170	80	120	70
10	340	260	120	270	190	90	140	80
15	380	310	180	300	220	140	170	120
20	410	340	230	320	250	180	200	150
25	430	370	270	340	280	210	220	170
30	450	400	300	350	300	240	230	200
35	470	420	330	360	320	260	250	210
40	480	440	360	370	340	280	260	230
45	490	450	380	380	350	300	280	250
50	500	470	400	390	360	320	290	260
55	510	480	420	400	380	330	300	270
60	520	500	440	410	390	350	310	280
65	530	510	460	410	400	360	320	290
70	540	520	470	420	410	370	330	300
75	550	530	490	430	420	380	330	310
80	560	540	500	430	430	400	340	320
85	560	550	520	440	440	410	350	330
90	570	560	530	440	440	420	360	340
95	580	570	540	450	450	430	360	350
100	580	580	550	460	460	430	370	360
110	590	590	570	470	470	450	380	370
120	610	610	600	490	490	470	390	380
130	620	620	610	500	500	480	400	390
140	640	640	630	510	510	500	410	410
150	650	650	650	520	520	510	420	420
160	660	660	660	530	530	520	430	430
170	670	670	670	540	540	540	440	440
180	680	680	680	550	550	550	450	450
190	690	690	690	560	560	560	450	450
200	700	700	700	570	570	570	460	460
225	720	720	720	590	590	590	480	480
250	740	740	740	600	600	600	490	490
275	760	760	760	620	620	620	510	510
300	770	770	770	640	640	640	520	520

* Voor de indeling in windgebieden en de bepaling van het type omgeving, zie NEN-EN 1991-1-4+A1+C2, zoals overgenomen in bijlage A.