

*Tekst en beeld:
prof. ir Nico
Hendriks, BDA
Dakadvies BV*

In Dakenraad nr. 94 verscheen deel 1 van dit artikel [1, 2010]. Hierin wordt de invloed van vocht behandeld op de thermische prestatie van dakisolatie. Dit deel 2 gaat over de vochtinvloeden op de druksterkte en beloopbaarheid. Allereerst wordt aangegeven wat de invloed kan zijn op de druksterkte, waarna meer specifiek het effect op de beloopbaarheid wordt besproken. Hierbij wordt in het kort de ontwikkeling beschreven van een proefmethode waarmee al enige jaren ervaring bestaat: de BDA Marathon Test en de mogelijkheid genoemd van een nieuwe eenvoudige test, die geschikt kan zijn voor kwaliteitscontrole in de fabriek.

De invloed van vocht op enkele eigenschappen van dakisolatie



Zacht geworden dakisolatie.

Deel 2: De invloed van vocht op de druksterkte en beloopbaarheid

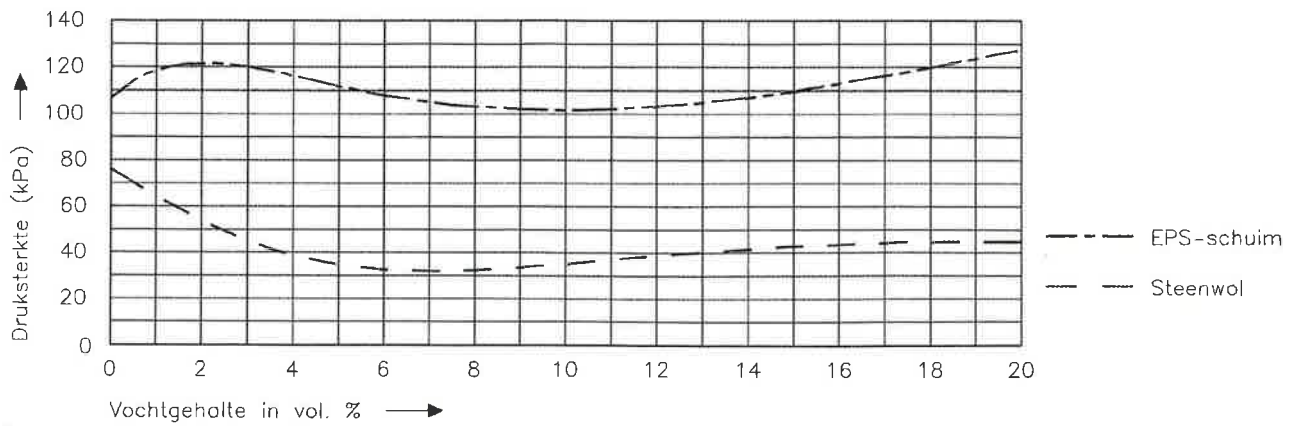
In de open onderzoeksliteratuur is vrijwel geen informatie te vinden inzake een andere belangrijke invloed van vocht op een eigenschap van isolatiemateriaal, de druksterkte. Figuur 1 laat dit effect zien voor minerale wol en EPS, zoals gemeten door BDA [2, 2006]. De betekenis van dit verschijnsel wordt vooral duidelijk wanneer ook de invloed van vocht op de beloopbaarheid van dakisolatieplaten wordt bepaald. Dit is in de praktijk een zeer belangrijke eigenschap.

De bepaling van de beloopbaarheid is een relatief nieuw onderzoeksgebied; één van de eerste publicaties over dit onderwerp werd gepresenteerd door Hendriks [3, 2002]. De principes worden hierna toegelicht.

Nieuwe proefmethode voor het bepalen van de beloopbaarheid

Wanneer dakbedekkingswerkzaamheden worden uitgevoerd, betekent dit onvermijdelijk dat dakbedekkers het dak belopen.

Deze dynamische belasting kan het isolatiemateriaal ernstig beschadigen en uiteindelijk ook de waterdichte laag. Na oplevering kan (zeer) intensief loopverkeer op een dak eveneens schade veroorzaken. Onderzoek heeft laten zien dat een relatief hoog vochtgehalte in de isolatie in sommige gevallen een significant negatief effect kan hebben op de beloopbaarheid van het materiaal. Deze problemen hebben voornamelijk betrekking op daken met steenwolisolatie, maar frequente dynamische belasting kan ook andere isolatiematerialen beschadigen.



Figuur 1: De invloed van vocht op de druksterkte (bij 10% vervorming) van enige isolatiematerialen [2, 2006].

Voorals mechanisch bevestigde dakbedekkingssystemen zijn gevoelig voor dit soort schade. Na enige tijd kan de afname in dikte en druksterkte van de isolatie leiden tot perforatie van de waterdichte laag door de schroeven van het bevestigingssysteem. Een voorbeeld daarvan wordt gegeven in figuur 2.

De Europese norm NEN-EN 12430:1998 'Bepaling van het gedrag onder puntbelasting' [4, 1998] is totaal ontoereikend gebleken om isolatie op beloopbaarheid te beoordelen. Toch is die norm door de betreffende CEN commissie ontwikkeld om te kunnen bepalen wat de weerstand van het product is tegen krachten, die ontstaan door voetgangersverkeer. Het is echter een statische test die min of meer de druksterkte weergeeft van het onderzochte isolatiemateriaal en geen bruikbare informatie biedt over het gedrag onder dynamische belasting. In opdracht van BING, de Europese organisatie van PUR-schuimfabrikanten, is het BDA Keuringsinstituut in 2002 begonnen met de verdere ontwikkeling van een bestaande BDA proefmethode, die de dynamische belasting door voetgangersverkeer nabootst. Deze methode, inmiddels bekend onder de naam BDA Marathon Man Test, is daarna op basis van uitgebreid vervolgonderzoek sterk verbeterd. Met de proef is het mogelijk de beloopbaarheid van isolatiemateriaal te classificeren.

Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoeksprogramma was te komen tot een reproduceerbare



Figuur 2: Beschadiging van dakbedekkingsmateriaal als gevolg van het bezwijken van de isolatie door frequent belopen: de schroefkoppen van de mechanische bevestiging hebben de PVC-bedekking geperforeerd.

proefmethode voor de classificatie van de beloopbaarheid van isolatiemateriaal. Met de methode moet betrouwbaar kunnen worden voorspeld of en in welke mate een isolatieproduct geschikt is om weerstand te bieden tegen herhaald belopen, zowel tijdens de uitvoering als bij operationeel gebruik van het dak. Het bijbehorende classificatiesysteem moet zo worden opgezet dat isolatieproducten kunnen worden ingedeeld naar geschiktheid voor een bepaald gebruik van het dak.

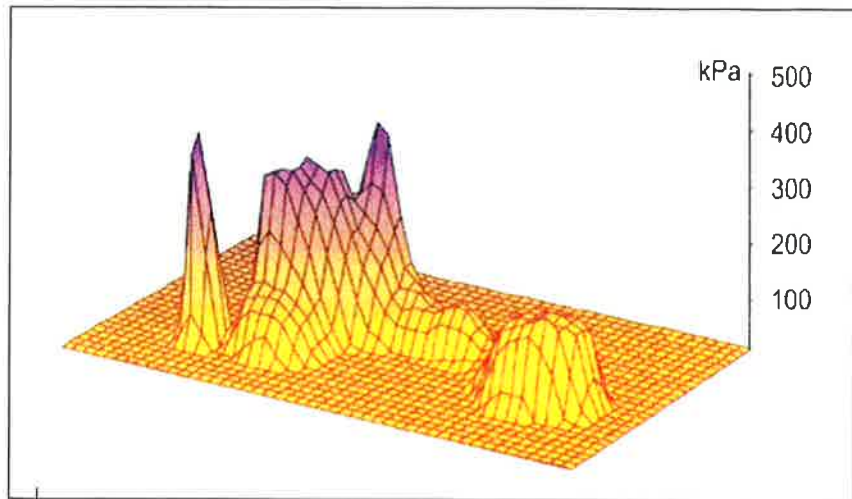
Bepaling 'loopbelasting'

In de eerste fase van de ontwikkeling van de BDA Marathon Man Test leken de resultaten weinig relatie te hebben met de praktijk. Niet alleen bleek de toegepaste belasting van 980 N (100 kg) te hoog, ook het overbrengen van de belasting op het isolatiemateriaal moest worden aangepast en het isolatiemateriaal moest op zijn plaats worden gehouden door een houten frame, om de zijdelingse vervorming te voorkomen, zoals dat in feite in de praktijk ook gebeurt door de omliggende isolatieplaten.

De definitieve belasting werd ontleend aan onderzoek door Hennig [5, 2002]. Figuur 3 toont de gedetailleerde drukverdeling onder de blote voet in de schoen van een lopend persoon. De hoogste druk van 416 kPa werd gemeten onder de grote teen. Nemen we voor de grote teen afmetingen aan van ongeveer 50 mm x 25 mm, dan correspondeert dit met een belasting van niet meer dan ongeveer 400 N. De druk onder de hiel bedroeg 312 kPa. Bij een oppervlakte van circa 1.500 mm² van het belaste deel tijdens het neerkomen van de hak, komt dit overeen met een last van 470 N. Dit is circa 60% van het gewicht van de gemiddelde wandelaar. In het geval van een dakbedekker met een dakrol op zijn nek zou dit neerkomen op 600 N (60 kg). Om tot redelijk veilige uitspraken te komen is na verder vergelijkend onderzoek uiteindelijk besloten om een belasting van 750 N (75 kg) aan te houden.

Het testapparaat

De machine waarmee de dynamische 'loopbelasting' op het isolatiemateriaal wordt uitgeoefend heeft een batterij van 16 cilinders met polyurethaan 'kunsthakken' van rond 80 mm. Iedere belastingscyclus bestaat uit 4 subcycli. Gedurende een subcyclus wordt het proefstuk achtereenvolgend door iedere stempel belast met de aangegeven 750 N, gecombineerd met een radiale (draaiende) kracht van 250 N. Hiermee wordt de wrijving gesimuleerd tussen de schoenzool en de ondergrond tijdens het lopen.



Figuur 3 - Dynamische voetafdrukken gedurende het lopen, zoals gemeten door Hennig [5, 2002].

Om het product zo gelijkmatig mogelijk te belasten wordt het proefstuk na iedere subcyclus over de helft van de hart-op-hart afstand tussen de cilinders verplaatst; telkens in een richting die haaks staat op de vorige. Over het proefstuk (van 600 mm x 600 mm) wordt een laag ongewapende EPDM-folie van 1,2 mm geplaatst, ingeklemd in een houten kader dat precies om het proefstuk past. De keuze voor EPDM komt voort uit de behoefte aan een zo groot mogelijke reproduceerbaarheid. Figuur 4 toont het testapparaat, dat kort na de bouw van het eerst prototype in 2001 de naam BDA Marathon Man Test kreeg. Tabel 1 toont het classificatiesysteem, zoals dat nu al vele jaren wordt gehanteerd. Het aantal cycli per klasse is bepaald door een (veilige) inschatting van het aantal keren dat het dak wordt belopen in de betreffende gebruikscategorie.



Figuur 4. De BDA Marathon Man Test voor het bepalen van de beloopbaarheid van dakisolatiematerialen.

Bovendien zijn de visuele resultaten van de proeven beoordeeld door adviseurs en inspecteurs met grote onderzoekservaring aan daken met 'loopschade'. Op die manier is een zo goed mogelijke correlatie gevonden met de praktijk. Ook het criterium waaraan wordt getoetst (teruggang in druksterkte < 15%) is gebaseerd op praktijkervaring.

Resultaten

In verschillende testprogramma's [8, 9 en 10] zijn diverse isolatiematerialen getest. De belangrijkste algemene resultaten zijn samengevat in tabel 2. Alle testen worden steeds in 3-voud uitgevoerd. De initiële druksterkte wordt bepaald op een apart proefstuk uit dezelfde bemonsterde partij. De gevonden verschillen in druksterkte waarop de classificatie is gebaseerd komen voort uit de normale spreiding in de druksterkte van isolatiemateriaal.

Klasse	Aantal cycli	Voldoet aan criterium ¹⁾	Omschrijving beloopbaarheid	Gebruik dak
0	5	Nee	Niet	Niet geschikt
1	5	Ja	Beperkt	Incidenteel belopen i.v.m. onderhoud dakbedekking
2	10	Ja	Goed	Frequent belopen i.v.m. onderhoud installaties
3	30	Ja	Intensief	Dagelijks belopen (galerijen, terrasdaken)

Tabel 1. Classificatie beloopbaarheid van isolatiematerialen.

¹⁾Criterium: druksterkte na beproeving maximaal 15% lager dan initieel.

Isolatie-materiaal	Dakbedekkings-systeem	Classificatie ¹⁾	Beloopbaarheid	Geschiktheid voor voetgangersverkeer
Steenwol standaard	EPDM	0	Geen	Niet geschikt
Steenwol standaard	PVC	1	Beperkt	Incidenteel belopen gedurende inspectie en onderhoud aan de dakbedekking
Steenwol in 2 dichtheden	EPDM	1	Beperkt	Incidenteel belopen gedurende inspectie en onderhoud aan de dakbedekking
Steenwol in 2 dichtheden	2-lagen gemodificeerd bitumen	2-3	Goed tot intensief	Frequent tot dagelijks voetgangersverkeer
EPS met lichte cachering en lage dichtheid	EPDM	1	Beperkt	Incidenteel belopen gedurende inspectie en onderhoud aan de dakbedekking
EPS met lichte cachering en lage dichtheid	PVC of 2-lagen gemodificeerd bitumen	2-3	Goed tot intensief	Frequent tot dagelijks voetgangersverkeer
EPS met standaard cachering en dichtheid	EPDM	2	Goed	Frequent voetgangersverkeer gedurende inspectie en onderhoud aan installaties
Gecacheerd PUR en EPS met zware cachering en hoge dichtheid	EPDM	3	Intensief	Dagelijks voetgangersverkeer (galerijen en terrassen)

Tabel 2. Belangrijkste algemene resultaten van de beloopbaarheidstesten op verschillende combinaties van isolatiematerialen en dakbedekkingssystemen en de bijbehorende classificatie.

¹⁾ Indicatieve waarden

Op basis van de resultaten wordt aanbevolen om de beloopbaarheids-classificatie van een isolatiemateriaal altijd vast te leggen in combinatie met het dakbedekkingssysteem.

Een algemene classificatie kan alleen worden gerelateerd aan een combinatie met een 1,2 mm laag van ongewapend EPDM.

Behoeftte aan Europese norm

Resultaten die zijn verkregen met de BDA Marathon Man Test komen goed overeen met praktijkervaringen. Dit maakt de proefmethode tot een belangrijk hulpmiddel om de geschiktheid van een isolatiemateriaal voor een bepaalde toepassing te voorspellen. Daarom is al enige tijd geleden in internationaal verband voorgesteld dat de huidige Europese norm EN 12430: 1998 [4, 1998] waarvan de voorspellende waarde is te verwaarlozen, wordt vervangen door (een gemodificeerde versie van) de BDA methode. Het probleem dat zich hierbij voordoet is echter dat een dergelijke methode niet specifiek bruikbaar is om een zogenoemde Manufacturer's Declared Value (MDV) vast te stellen. Daarom is inmiddels aanbevolen om een betrekkelijk eenvoudige dynamische proefmethode te ontwikkelen, die kan zijn gebaseerd op een bestaande norm EN 13793 [11, 2003].



Figuur 5. Proefstuk van steenwol in 2 dichtheden, na 10 belastingscycli: weinig uiterlijke beschadiging, maar de druksterkte is met ruim 80% teruggelopen. Dit soort resultaten wordt ook in de praktijk (bij schadegevallen) vastgesteld.

Deze Europese norm omschrijft apparatuur en procedures voor het bepalen van het gedrag van proefstukken onder cyclische belastingcondities en is van toepassing voor thermische isolatieproducten. De keuze voor de condities van de test moeten gebaseerd zijn op de specifieke eisen van de bedoelde toepassing.

De BDA methode kan worden gebruikt om een gemodificeerde versie van EN 13793 te valideren. In dat opzicht zijn de beschikbare talrijke resultaten met de BDA methode bijzonder bruikbaar.

Invloed vocht op beloopbaarheid

Zoals hiervoor al aangegeven heeft vocht vooral bij steenwol een relatief grote invloed op de druksterkte. Het ligt dus voor de hand dat vocht ook een invloed zal hebben op de beloopbaarheid. Hoewel dit verschijnsel in de praktijk ook diverse keren is vastgesteld is dit nog maar weinig onderzocht in het laboratorium. Dit onderzoek zal worden uitgevoerd in een latere fase van een researchprogramma in opdracht van Plastics Europe. Tabel 3 geeft de resultaten van verkennende proeven op steenwol met dubbele dichtheid. De vochtbelasting is aangebracht door het proefstuk (600 mm x 600 mm), afgedekt door een laag dakbedekking te plaatsen boven een bak met daarin water van 70 °C in een laboratoriumruimte met een normklimaat van 23 °C en 50% relatieve vochtigheid. De vochttoename wordt veroorzaakt door condensatie onder de dakbedekking. Deze verkennende test laat een dramatische invloed zien van de combinatie van vocht en voetgangerverkeer op de druksterkte van steenwolisolatie.

Het volledige research programma zal meer informatie leveren inzake andere combinaties van vochttopname en loopbelasting voor verschillende dakisolatiematerialen. Het is echter duidelijk dat dit aspect bijzondere aandacht verdient.

Conclusies

1. De nieuwe proefmethode (BDA Marathon Man Test) om de weerstand van isolatiemateriaal tegen voetgangerverkeer te bepalen geeft realistische resultaten en maakt het mogelijk om isolatiemateriaal te classificeren naar de geschiktheid in relatie tot het gebruik van het dak.
2. Het verdient aanbeveling om de beloopbaarheidsclassificatie van een isolatiemateriaal altijd te declareren in combinatie met een specifiek dakbedekkingssysteem. Een algemene opgave van de beloopbaarheidsclassificatie kan worden gerelateerd aan een combinatie met een 1,2 mm dikke laag EPDM.
3. Het verdient aanbeveling om de bestaande Europese norm EN 13793 te gebruiken als basis om te komen tot een Fabrikant Eigen Verklaring (Manufacturer's Declared Value) inzake de beloopbaarheid; de BDA proefmethode kan worden gebruikt om deze nieuwe versie van de norm te valideren.
4. De invloed van vocht op de combinatie van druksterkte en beloopbaarheidseigenschappen van verschillende isolatiematerialen kan aanzienlijk zijn en verdient nader onderzoek.



Bronnen

- [1] Hendriks, N.A.: 'De invloed van vocht op enkele eigenschappen van dakisolatie - Deel 1: De invloed van vocht op de thermische prestaties', Dakenraad nr. 94, februari 2010.
- [2] Hendriks, N.A. 2006: 'Probleemloos isoleren - Schadevoorbeelden en oplossingen', BDA publicatie.
- [3] Hendriks, N.A. 2002: 'New test method to assess the walkability of roof insulation boards', paper presented at the 12th International Roofing and Waterproofing Conference, Lake Buena Vista, Florida, USA.
- [4] EN 12430: 1998 'Thermal insulating products for building applications - Determination of behaviour under point load', CEN, Brussels.
- [5] Hennig, E.M. 2002: 'The human foot during locomotion - applied research for footwear', lecture given at the University of Hong Kong.
- [6] 2004-05: 'Thermal insulation products for roofs - Determination of the resistance to repetitive loading', test method, BDA Keuringsinstituut BV.
- [7] Roberts, K. 2003: 'Dynamic load testing of insulation boards to assess risk of traffic damage', RCI Technical Note: No 114, RCI.
- [8] Hendriks, N.A. en K. van Zee 2002: 'Ontwikkeling van beloopbaarheidstest voor dakisolatie' NVPU rapport door BDA Keuringsinstituut BV: nr. 0294-L-99/1.
- [9] Hendriks, N.A. en A.R. Hameete 2003: 'Ontwikkeling van beloopbaarheidstest voor dakisolatie', NVPU rapport door BDA Keuringsinstituut BV: nr. 0294-L-99/2.
- [10] Hameete, A.R. en N.A. Hendriks 2004: 'Bepaling van de beloopbaarheidsklasse voor Unidek Walker®, Unidek Runner® en Unidek Marathon® dakisolatie', BDA rapport nr. 0122-L-04/2.
- [11] EN 13793: 2003 'Thermal insulating products for building applications. Determination of behaviour under cyclic loading', CEN, Brussels.
- [12] Hameete, A.R. 2004: 'Bepaling van beloopbaarheidseigenschappen van steenwolisolatie in dubbele dichtheid na vochtbelasting', BDA rapport nr. 0300-B-04.

Meer over dit onderwerp in Dakenraad:

- 'Beloopbaarheid of begaanbaarheid?', nr. 36, juni 2000.
- 'De beloopbaarheid van daken opnieuw bekeken', nr. 62, oktober 2004.

Proefstuk	Druksterkte (kPa)		
	Initieel	Na vochtbelasting (48h 70 °C, 95% RV)	Na vochtbelasting en 30 cycli loopbelasting (zie ook tabel 1)
1	54,9	33,8	2,0
2	51,9	33,9	*)
3	52,8	32,7	*)
Gemiddeld	53	33	2,0

Tabel 3. Invloed van vocht op de beloopbaarheid van steenwol in dubbele dichtheid in het kader van een verkennend onderzoek [12, 2006].

*)Niet meetbaar vanwege verlies van samenhang.