

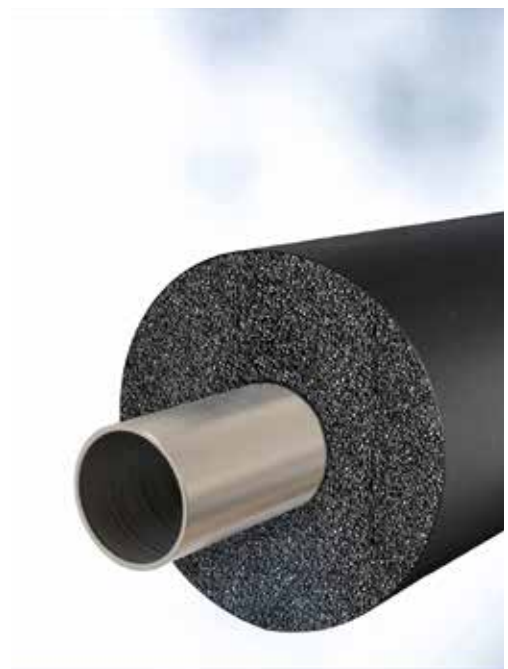
# Vochtinvoer moet worden verhinderd

Het functioneren van isolatiemateriaal kan door vocht ernstig gereduceerd worden. Een vochtige isolatie is net zo zinloos als een natte wollen jas in de winter. De gevolgen van de vochtabsorptie zijn niet alleen een hoger energieverlies, maar ook een hoger risico van corrosie onder de isolatie (CUI) en het gevaar van hogere onderhouds- en reparatiekosten.

[www.armacell.nl](http://www.armacell.nl)



Vochtig  
Isolatiemate-  
riaal isoleert  
niet!



**armacell**<sup>®</sup>

MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD

Elastomeer isolatiemateriaal heeft een gesloten-celstructuur en een hoge weerstand tegen waterdampdiffusie. De dampremmende laag is niet geconcentreerd op een kwetsbare aluminium afwerklaag, maar opgebouwd over de hele dikte van de isolatie.



## VOCHTIG ISOLATIEMATERIAAL ISOLEERT NIET!

**Het functioneren van isolatiemateriaal kan door vocht ernstig gereduceerd worden. Een vochtige isolatie is net zo zinloos als een natte wollen jas in de winter. De gevolgen van de vochtabsorptie zijn niet alleen een hoger energieverlies, maar ook een hoger risico van corrosie onder de isolatie (CUI) en het gevaar van hogere onderhouds- en reparatiekosten. De firma Armacell heeft onderzocht hoe goed verschillende isolatiematerialen zijn beschermd tegen onaanvaardbaar doorweekt raken.**

Hoe weerstaan pinguïns de ijzige temperaturen in Antarctica? Hoe overleven ijsberen temperaturen tot  $-50^{\circ}\text{C}$  in de Noordelijke IJszee? Beide diersoorten profiteren van een fysiek principe dat in de dierenwereld veelvuldig toepassing vindt: hun verendek, resp. vacht zijn dusdanig vormgegeven dat de haren of veren lucht vasthouden. En een groot aantal minieme, afgesloten luchtruimtes is de ideale bescherming tegen warmteverlies. De stilstaande, deels ingesloten lucht zorgt voor de isolerende eigenschappen van de ijsbeervacht. Mensen hebben dit beginsel niet alleen bij hun winterkleding (bijv. in de vorm van het moderne donsjack) toegepast, maar ook de warmte-isolatie in de bouw is gebaseerd op dit principe.

### **Stilstaande lucht remt de warmtestroming**

Bij isolatiematerialen werkt in de regel niet het eigenlijke materiaal isolerend, maar de hierin ingesloten lucht. Dit is echter anders bij vacuüm isolatieplaten waarin – eenvoudig gezegd – een holle ruimte zonder lucht voor de isolatie zorgt. Er bestaan diverse mogelijkheden om het grote aantal verkrijgbare isolatiematerialen te rubriceren. Op basis van hun grondstoffen zijn ze in twee hoofdrubrieken in te delen: organische en anorganische producten. Bovendien kan een onderscheid worden gemaakt tussen natuurlijke en synthetische materialen. Afhankelijk van hun structuur kan verder een verschil gemaakt worden tussen isolatiemateriaal bestaande uit vezels, schuim en granulaat.

# STRUCTUUR VAN DE VERSCHILLENDE TYPES ISOLATIE

**Isolatiematerialen met vezels** bestaan uit kleine, organische (wol, textiel) of anorganische (glas, steen) aan elkaar vast geweven of verlijmde vezels. De gangbaarste producten in deze categorie zijn isolatiematerialen op basis van glasvezels, minerale vezels en polyester.

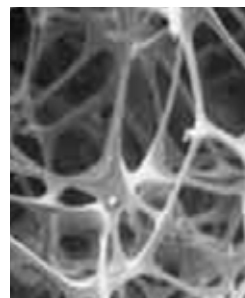
**Isolatiematerialen met schuim** bestaan uit afzonderlijke kleine cellen. Afhankelijk van de vraag of de holle ruimten met elkaar zijn verbonden, dan wel volledig van elkaar gescheiden zijn, wordt onderscheid gemaakt tussen schuimen met een open- of een gesloten-celstructuur. Er bestaan flexibele producten en hardschuimen. De bekendste isolatiematerialen met schuim zijn gebaseerd op elastomeren, polyethyleen, PUR/PIR, polystyreen, fenolhars en schuimglas.

**Granulaten** worden als stortgoed (balletjes, pellets of in de vorm van brokken) en als verlijmde isolatieplaten of -mantels aangeboden. Voorbeelden hiervan zijn calciumsilicaat, perlieten en vermiculiet (geëxpandeerd glasdraad).

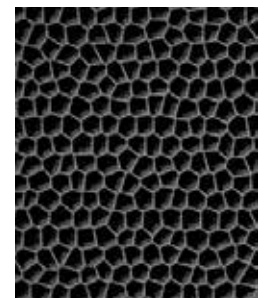
De hier gepresenteerde isolatiematerialen variëren aanzienlijk met het oog op hun fysieke en mechanische eigenschappen. Hun sterke en zwakke punten zijn afhankelijk van de betreffende toepassing. In dit verband kunnen ze pas als geschikt, minder geschikt of zelfs als ongeschikt worden beoordeeld.



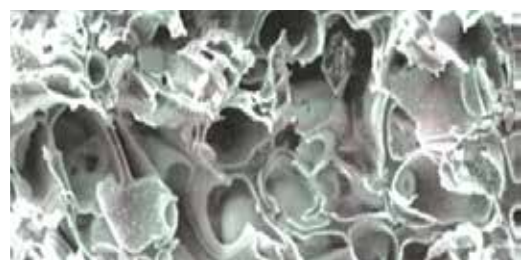
Vezels



Schuim met open-celstructuur

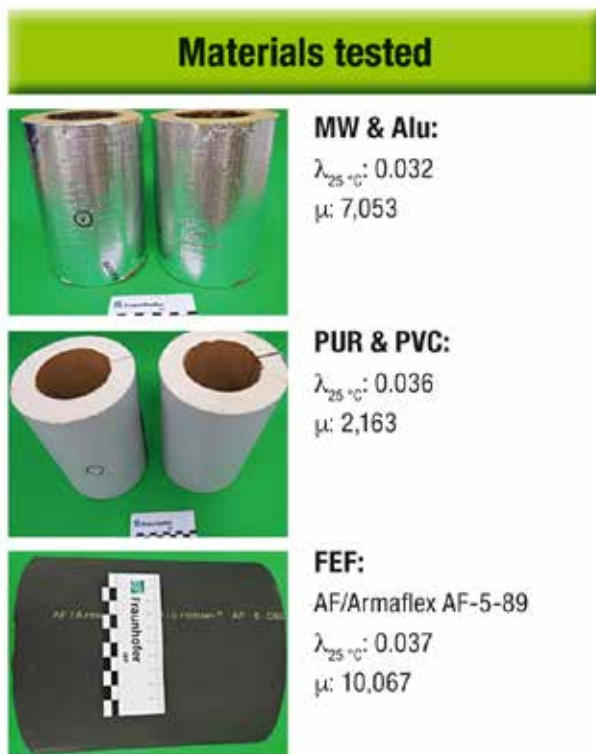


Schuim met gesloten-celstructuur



Granulaat





Afbeelding 2

### Bescherming tegen vochtabsorptie

Om de werking van isolatiemateriaal ook op lange termijn te waarborgen, moet het beslist beschermd worden tegen doorweekt raken. Water bezit een beduidend hoger warmtegeleidend vermogen dan isolatiemateriaal. Daardoor leidt de opname van vocht tot sterkere warmtegeleiding van het isolatiemateriaal en op die manier tot slechtere isolerende eigenschappen.

Wanneer vocht doordringt in de isolatie

- neemt het energieverlies toe,
- kan corrosie onder de isolatie ontstaan,
- krijgt schimmel de ruimte zich te ontwikkelen en
- nemen de onderhouds- en reparatiekosten toe.

De isolerende werking neemt snel af en op de lange termijn verliest het isolatiemateriaal zijn werking. De kernvraag bij de keuze van isolatiemateriaal is dus hoe goed de verschillende materialen beschermd zijn tegen absorptie van vocht.

### Isolatiemateriaal in de test

Nadat we de afhankelijkheid van het warmtegeleidend vermogen ten aanzien van de vochtabsorptie in het voorgaande gedeelte al theoretisch hebben behandeld, willen we nu een praktijkgerichte test presenteren die het Fraunhofer Instituut in opdracht van Armacell heeft gedaan.

Onderwerp van het onderzoek waren drie verschillende isolatiematerialen:

- minerale vezels,
- PUR en
- een elastomeer isolatiemateriaal.

Als isolatiemateriaal met een gesloten-celstructuur en een hoge weerstand tegen waterdampdiffusie heeft AF/Armaflex geen extra dampremmende laag nodig. Bij het product met minerale vezels en een open-celstructuur verzorgt daarentegen een aluminium afdeklag de functie als dampremmende laag. De PUR-buiskoker heeft tevens een open-celstructuur en een ommanteling van pvc-folie.

### Testomstandigheden in de klimaatruimte

Terwijl het isolatiemateriaal met gesloten-celstructuur beschikt over een 'geïntegreerde' dampremmende laag en de weerstand tegen waterdampdiffusie zich – cel voor cel – opbouwt over de volledige dikte van de isolatielaag, is deze bij de producten met minerale vezels en PUR beperkt tot een relatief dunne laag aluminium- of pvc-folie. Onder praktijkomstandigheden in de bouw is het echter moeilijk deze afdekking dusdanig uit te voeren dat de stroming van waterdamp in de isolatielaag voldoende wordt beperkt. Daar komt nog het risico bij dat de werking van de kwetsbare dampremmende laag door beschadiging van de folie tijdens het installeren of het latere gebruik nadelig wordt beïnvloed. In het bijzonder bij complexe bouwwerken en bevestigingspunten, bogen, T-stukken, kleppen, inbouw-elementen, enz. is het zelfs bij optimale zorgvuldigheid tijdens het installeren amper mogelijk een conventionele dampremmende laag zo uit te voeren dat de afdichting tegen waterdamp naar behoren functioneert.

Om beschadigingen van de isolatie te simuleren – die in de praktijk eerder regel dan uitzondering zijn – werden in het tweede deel van het onderzoek twee gaatjes ( $\varnothing 5\text{ mm}$ ) tegenover elkaar 5 mm diep in het oppervlak van de slang of de ommanteling van de pijpleiding geboord. Als testruimte fungeerde een klimaatruimte waarin de gedefinieerde temperatuur en luchtvochtigheid voor de tijdsduur van de meting constant werden gehouden.

De testomstandigheden werden opzettelijk gemiddeld gehouden: de leidingen werkten op een mediumtemperatuur van 20°C; als omgevingstemperatuur werden 35°C en een relatieve luchtvochtigheid van 55% bepaald. Onder deze omstandigheden verliep de test gedurende 33 dagen.

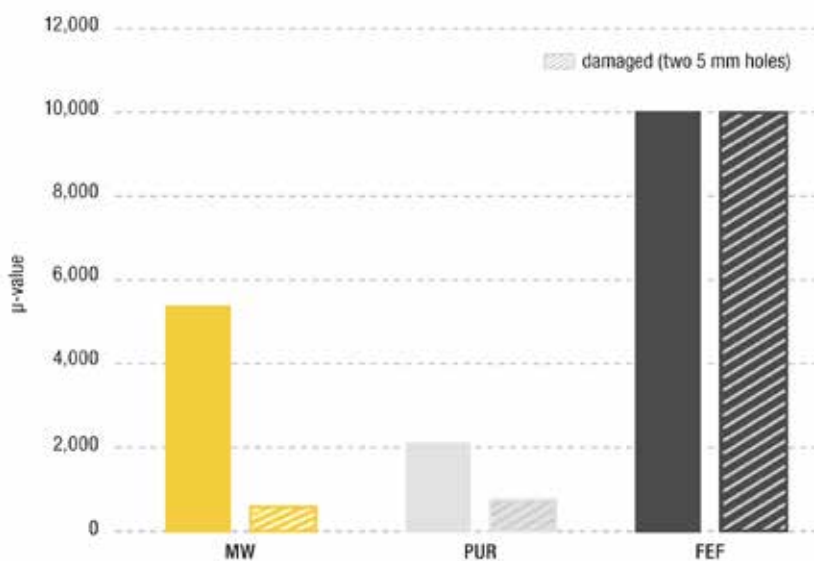
## Testresultaten

### Dampdiffusieweerstand van de isolatiematerialen

Na afloop van de test en het deïnstalleren van de testelementen, werd de weerstand tegen waterdampdiffusie van de verschillende isolatiematerialen gemeten. Terwijl de  $\mu$ -waarde van het elastomere isolatiemateriaal ondanks de beschadiging onveranderd is en nog steeds boven 10.000 ligt, is de  $\mu$ -waarde van de PUR-ommanteling vermindert van 2.163 naar 672 en de minerale wol heeft nog slechts een  $\mu$ -waarde van 467 (ten opzichte van aanvankelijk 7.053).



Afbeelding 3: testsituatie: de testelementen in de klimaatruimte

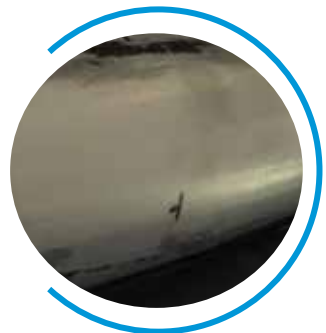
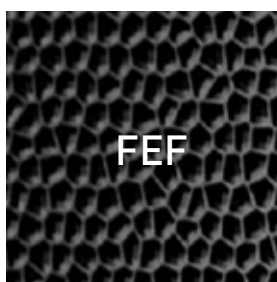
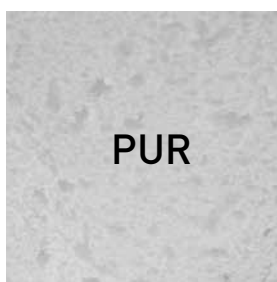


Afbeelding 4: weerstand tegen waterdampdiffusie van het isolatiemateriaal na de test

### Condensvorming op de pijpleidingen

Met het oog op de korte duur van de test en de gemiddelde omstandigheden, tonen de isolatiematerialen over hun volledige dikte nog maar een lage vochtabSORPTIE. Er doen zich echter aanzienlijke verschillen voor wanneer we de binnenste isolatielaag (5 mm) bekijken. In deze zone heeft zich zowel bij de twee testelementen van minerale vezels, alsook in nog sterkere mate bij de PUR-ommantelingen al in deze korte periode een beduidende hoeveelheid vocht verzameld. Bij de FEF-isolatiematerialen is in deze kritieke zone daarentegen geen opname van vocht waarneembaar.

Zowel voor de PUR-isolatie alsook voor die met minerale wol geldt waarschijnlijk dat de diffusiestroming van de vochtige omgevingslucht van buiten naar binnen gericht was en zich waterdamp in de vorm van vocht (condens) heeft afgezet. In het FEF-isolatiemateriaal is daarentegen geen vocht binnengedrongen. De foto's van de betreffende buisoppervlakken na het deïnstalleren van de isolatiematerialen tonen dit aan. Terwijl zich zowel onder de isolatie van PUR, alsook onder die van minerale wol een aanzienlijke hoeveelheid vocht heeft verzameld, is op



Afbeelding 5: de oppervlakken van de pijpleidingen na het verwijderen van de isolatie (condens)





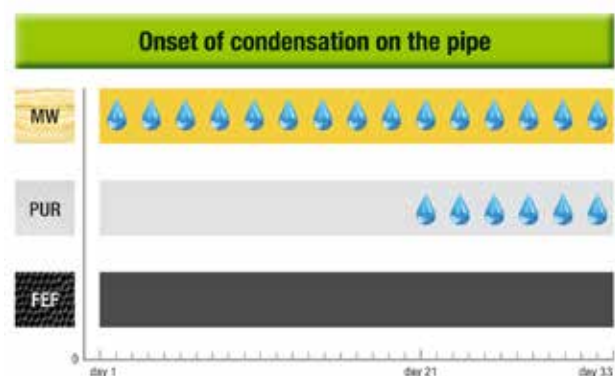
Afbeelding 6: terwijl bij de isolatie met minerale vezels juist in de buurt van armaturen vochtige lucht is binnengedrongen, zijn onder de FEF-isolatie ook deze punten droog gebleven

het buisoppervlak onder de FEF-isolatie geen condens te zien (zie afbeelding 5). De fotodocumentatie toont aan dat de dampremmende laag het vooral in de buurt van armaturen laat afweten. Hier is vochtige lucht in de isolatie doorgedrongen (zie afbeelding 6).

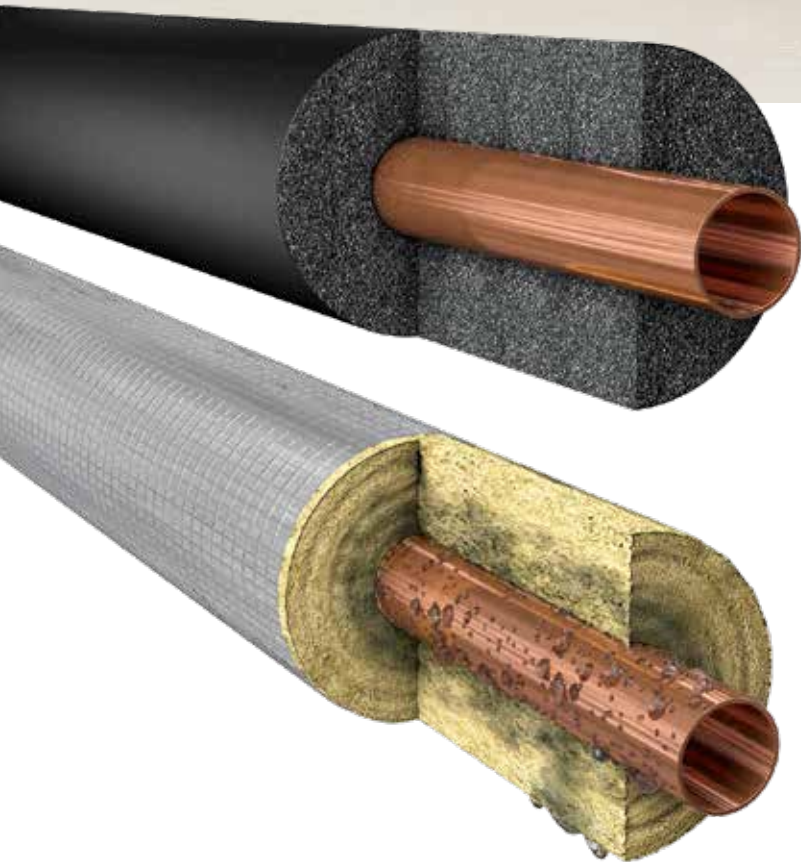
Ook onder deze gemiddelde testomstandigheden konden de isolaties van minerale wol net zo min als die van PUR verhinderen dat zich vocht in de isolatielaag verspreidt en condenseert op het oppervlak van de buis. De dampremmende laag kon de opname van waterdamp niet effectief verhinderen. Alleen de FEF-isolatie heeft de vochtabsorptie effectief voorkomen. Ook interessant is een blik op de ontwikkeling in het verloop van de tijd. Waar de buis met FEF-isolatie ook na 33 dagen nog geen enkel teken van condens vertoont, schiet de isolatie met minerale wol al direct aan het begin van de test tekort, zowel met als zonder beschadiging. Op de pijpleidingen met de PUR-isolatielaag ontstaat na 21 (beschadigde ommanteling), resp. na 23 dagen condens.

### Gevolgen van doorweken op lange termijn

Om de gevolgen op lange termijn van de vochtabsorptie te onderzoeken, heeft het Fraunhofer Instituut op basis van de resultaten calculaties gemaakt en gesimuleerd hoe de isolatiematerialen zich gedurende een aangenomen periode van 10 jaar zouden gedragen. Voor de calculaties werd uitgegaan van de volgende veronderstellingen: de pijpleiding werkt op een mediumtemperatuur



Afbeelding 7



Afbeelding 8: FEF-isolatiemateriaal beschermt pijpleidingen tegen condensatie

van 5°C; als omgevingsvoorwaarden wordt uitgegaan van een temperatuur van 35°C en een relatieve luchtvochtigheid van 80%.

Afbeelding 9 laat zien hoeveel vocht de isolatiematerialen bij een gebruiksduur van tien jaar zouden opnemen. Terwijl het vochtgehalte bij de FEF-isolatie ook na een periode van tien jaar onder 5% blijft, is het waterniveau in de isolatielaag van minerale wol gestegen tot bijna 20% en bij het PUR-materiaal zelfs naar 25%.

#### Toename van het warmtegeleidend vermogen

In de korte testperiode is het warmtegeleidend vermogen van de isolatiematerialen niet wezenlijk hoger geworden. Dat was met het oog op de gemiddelde testomstandigheden en de korte tijdsduur ook niet te verwachten. Wie deze testresultaten echter doorberekent naar een gebruiksduur van tien jaar, ziet aanzienlijke verschillen tussen de afzonderlijke isolatiematerialen.

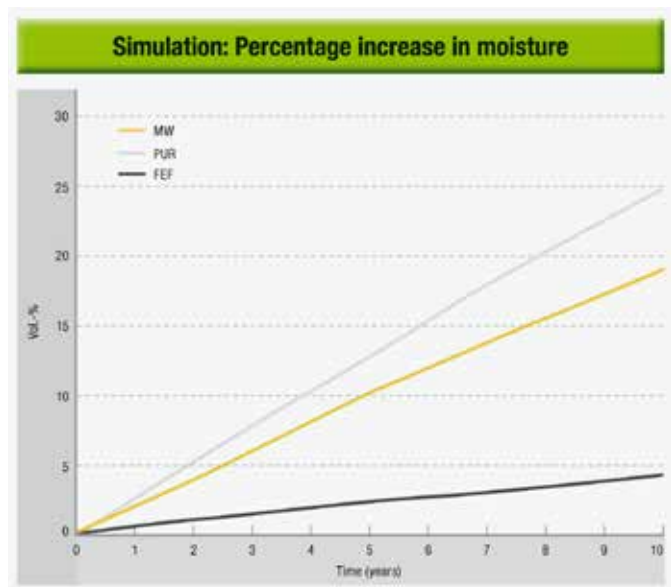
Terwijl de  $\lambda$ -waarde van de FEF-isolatie na tien jaar maar met circa 15% is



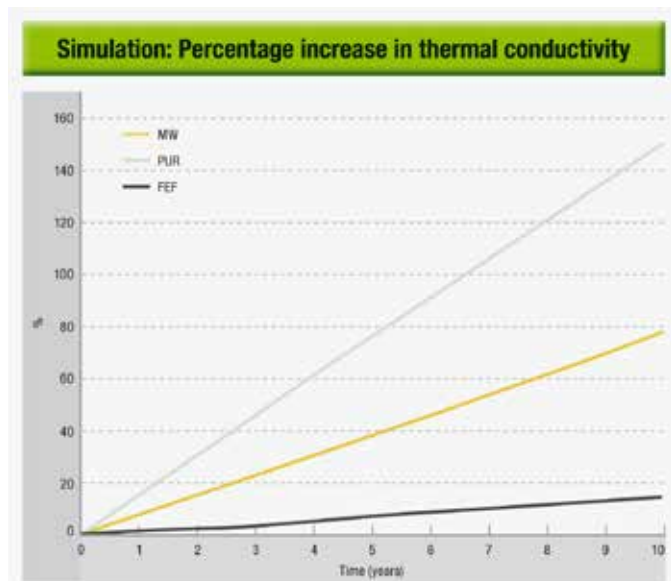


gestegen, is het warmtegeleidend vermogen van de minerale wol 77% slechter geworden en dat van de PUR-isolatie zelfs 150% (zie afbeelding 10).

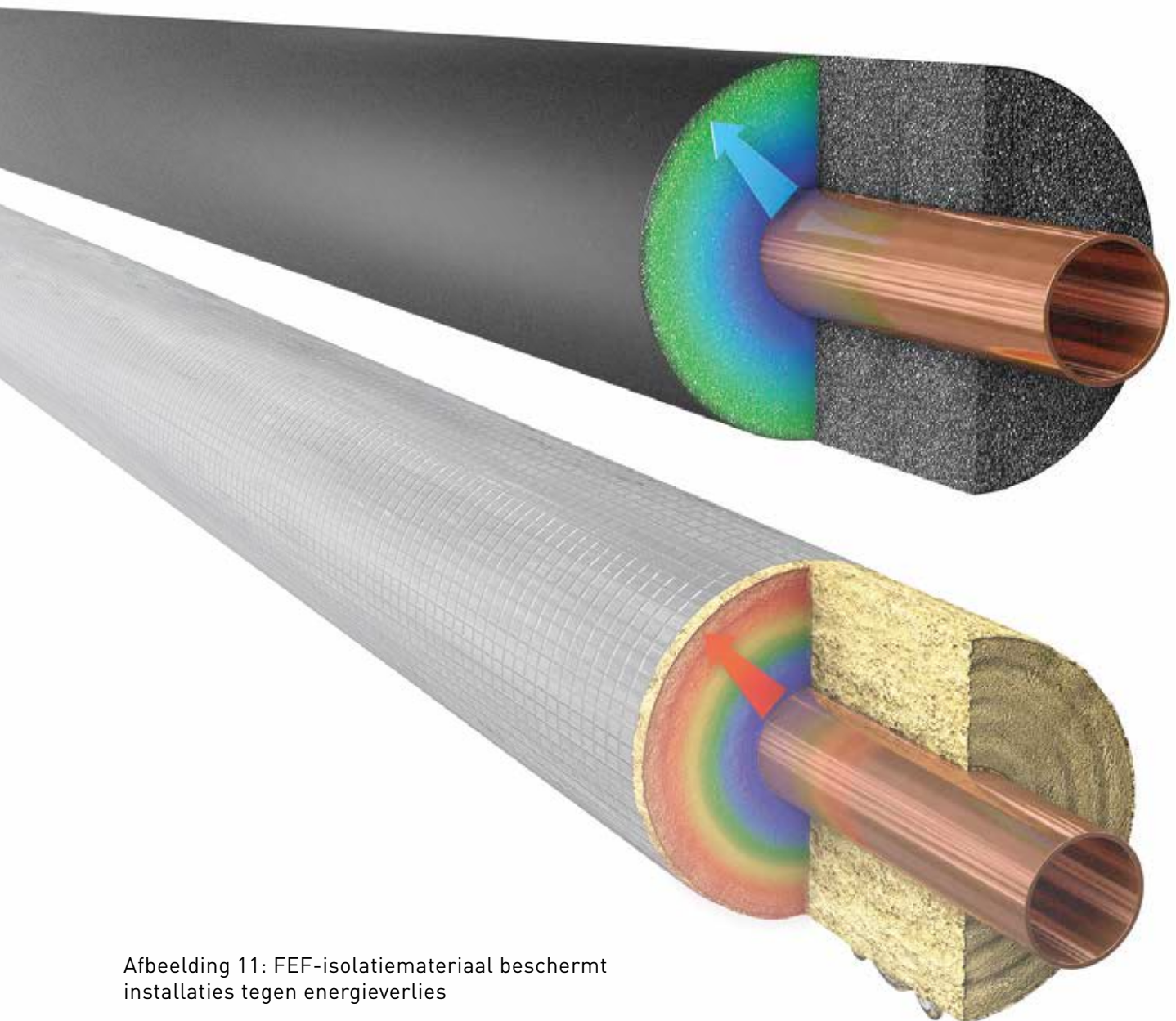
Het warmtegeleidend vermogen verhoogt zich per % toename van het vochtgehalte en de isolerende werking wordt snel minder. De gevolgen zijn niet alleen een continu stijgend energieverlies tijdens het gebruik, maar ook een dalende oppervlaktetemperatuur. Als deze onder het dauwpunt komt, ontstaat er condens. Alleen wanneer het warmtegeleidend vermogen van het isolatiemateriaal mettertijd niet wezenlijk door vochtabsorptie stijgt, kan worden gewaarborgd dat de oppervlaktetemperatuur ook na vele jaren gebruik nog boven het dauwpunt ligt.



Afbeelding 9



Afbeelding 10



Afbeelding 11: FEF-isolatiemateriaal beschermt installaties tegen energieverlies

### Conclusie

Zoals het onderzoek heeft aangetoond, mag het warmtegeleidend vermogen van een materiaal niet het enige bepalende criterium zijn bij de keuze van isolatiemateriaal. Alleen wanneer het isolatiemateriaal ook beschermd is tegen vochtabsorptie, wordt het ontstaan van condens op het oppervlak van de buis en een toename van het warmtegeleidend vermogen tijdens de gebruiksduur verhinderd. Daarom moeten deskundige planners en bouwers van koelinstallaties het vermelde warmtegeleidende vermogen beschouwen als de oorspronkelijke, of "droge  $\lambda$ -waarde" en de dampdiffusieweerstand van de materialen bij hun keuze vergelijken.

Terwijl de weerstand tegen waterdampdiffusie bij FEF zich opbouwt over de gehele dikte van de isolatielaag en 7.000 of bij AF/Armaflex zelfs

10.000 bedraagt, is deze bij minerale vezels en PUR geconcentreerd in een dunne, dampremmende laag, die het isolatiemateriaal niet effectief kan beschermen tegen de opname van vocht. Al de kleinste beschadiging beïnvloedt de effectiviteit van de dampremmende laag. Juist in de buurt van bevestigingspunten, bogen, T-stukken en armaturen ontstaan hierdoor automatisch condensatieprocessen.

Wanneer het isolatiemateriaal volledig doorweekt raakt, is het stijgende energieverbruik meestal nog het kleinste probleem. Schimmel, beschadiging van de constructie, bijv. aan verlaagde plafonds, of storingen van industriële processen vanwege de bijbehorende onderhouds- en uitvaltijden kunnen enorme kosten veroorzaken.



Bij het gebruik van isolatiematerialen met een open-celstructuur bij koeltoepassingen nemen planners en installateurs derhalve een niet te calculeren risico dat ze hoge onkosten kan opleveren. Fabrikanten van producten met minerale vezels communiceren momenteel dat hun isolatiematerialen ook bij koeltoepassingen bruikbaar zijn. Ook wanneer deze systemen nadrukkelijk op de markt worden gebracht als isolatiemateriaal voor koelinstallaties gaat het om producten van minerale vezels met een open-celstructuur en een aluminium buitenlaag. De fabrieksgarantie van 15 jaar kan niet verhullen dat in geval van een reclamatie van de eindgebruiker de verplichting bestaat eerst te bewijzen dat het product vakkundig werd geïnstalleerd.

Het gebruik van minerale wol bij technische koelinstallaties weerspreekt de eisen van DIN 4140 ("isolatiewerkzaamheden bij bedrijfstechnische installaties in de industrie en in de technische voorziening van gebouwen – uitvoering van warmte- en koude-isolatie"). In de norm staat onder punt 6.1.2: "Het gebruik van minerale wol is vanwege het gevaar van doorweken sterk beperkt. Toepassingsmogelijkheden bestaan praktisch alleen bij gebruik van een dubbele ommanteling." Een dubbele ommanteling is een "lucht- en diffusiedichte, gelaste of gesoldeerde metaalhoudende ommanteling van buizen en houders ter bescherming tegen

doorweken en beschadiging van het isolatiemateriaal." Hiervoor is echter een aanzienlijke investering van tijd en kosten nodig, die in de regel niet wordt gedaan. Voor de isolatie van koelwaterleidingen moeten derhalve overeenkomstig DIN 4140 isolatiematerialen worden gebruikt, die een materiaalstructuur met gesloten cellen hebben met een hoge dampdiffusieweerstand en een laag warmtegeleidingsvermogen, waardoor eventuele diffusieprocessen duurzaam tot een minimum beperkt worden.



## AUTEUR

**Georgios Eleftheriadis**

Armacell Manager Technical  
Marketing EMEA



Alle gegevens en technische informatie zijn gebaseerd op resultaten die zijn behaald onder specifieke condities volgens de betreffende testnormen. De klant is er zelf verantwoordelijk voor dat gecontroleerd wordt of het product geschikt is voor de beoogde toepassing. De verantwoordelijkheid voor professionele en correcte installatie en naleving van de relevante bouwvoorschriften ligt bij de klant. Armacell doet er alles aan om de juistheid van de gegevens in dit document te garanderen en alle verklaringen, technische informatie en aanbevelingen in dit document worden geacht correct te zijn op het moment van publicatie. Door het bestellen/afnemen van de producten aanvaardt u de Algemene Verkoopvoorwaarden van Armacell voor uw betreffende regio. U kunt hiervan een exemplaar aanvragen als u deze nog niet hebt ontvangen.

© Armacell, 2020. © and TM zijn handelsmerken van de Armacell Group en zijn geregistreerd in de Europese Unie, de Verenigde Staten van Amerika, en overige landen.  
00422 | Part-3 Moisture penetration | KnowHow | 102020 | EMEA | NL

## OVER ARMACELL

---

Als uitvinder van flexibel schuim voor de isolatie van apparatuur en als marktleider op het gebied van speciaal ontwikkelde schuimen, ontwikkelt Armacell innovatieve en veilige thermische, akoestische en mechanische oplossingen die een duurzame meerwaarde voor afnemers opleveren. De producten van Armacell leveren een belangrijke bijdrage aan de internationale energie-efficiëntie en zorgen dagelijks overal ter wereld voor een beslissend verschil. Met 3.100 medewerkers en 24 productiefaciliteiten in 16 landen is de onderneming actief in twee hoofdsectoren: Advanced Insulation en Engineered Foams. Armacell concentreert zich op isolatiemateriaal voor technische voorzieningen, high-performance schuimen voor high-tech en lichtgewicht toepassingen en de nieuwste technologische ontwikkeling met aerogel deksen.

Meer informatie vindt u op:  
[www.armacell.nl](http://www.armacell.nl)

  
MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD