

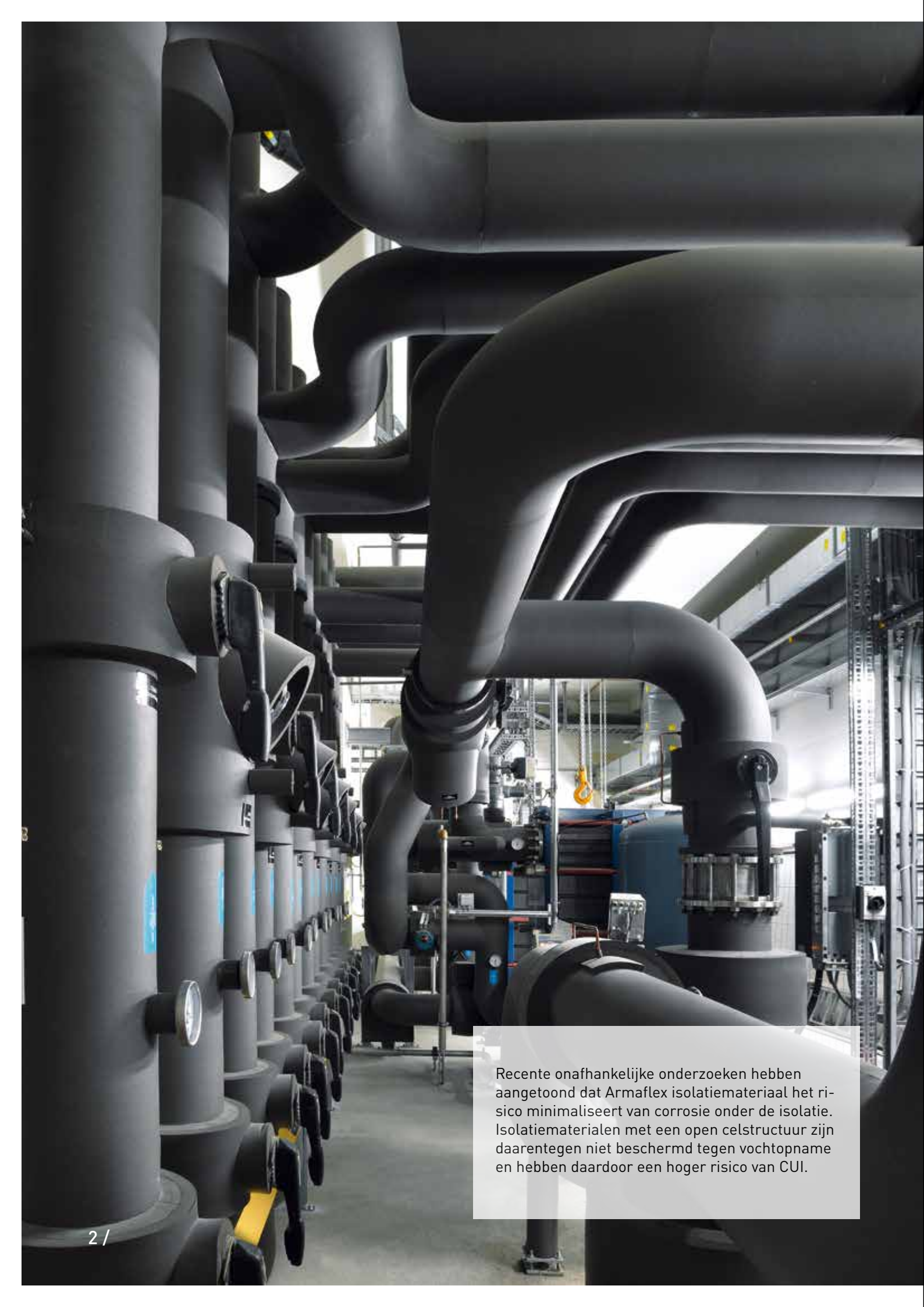
# Risico van corrosie onder de isolatie

Corrosie onder de isolatie (CUI) is vooral zo verraderlijk doordat het vaak pas opvalt als er al ernstige schade is ontstaan. Recente onafhankelijke onderzoeken hebben aangetoond dat Armacflex isolatiemateriaal het risico minimaliseert van corrosie onder de isolatie. Isolatiematerialen met een open celstructuur zijn daarentegen niet beschermd tegen vochtopname en hebben daardoor een hoger risico van CUI.

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



2,5 biljoen  
US \$ aan  
schade



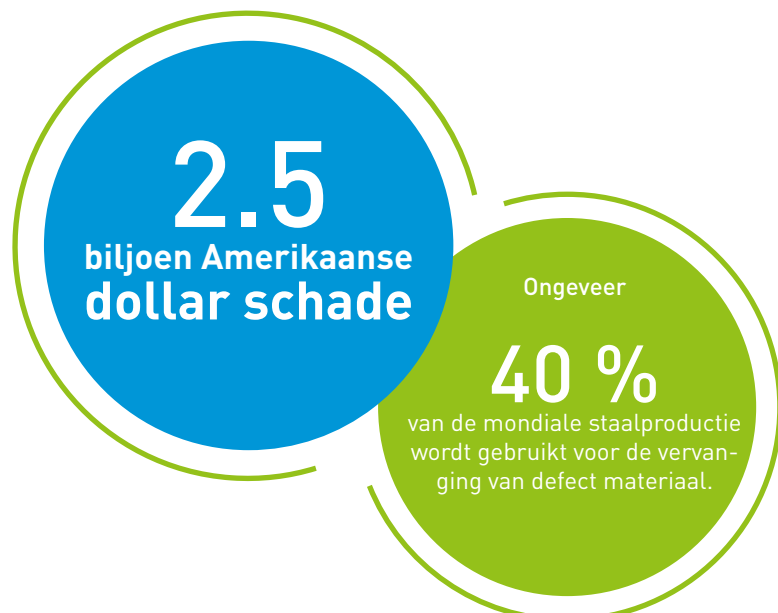
Recente onafhankelijke onderzoeken hebben aangetoond dat Armaflex isolatiemateriaal het risico minimaliseert van corrosie onder de isolatie. Isolatiematerialen met een open celstructuur zijn daarentegen niet beschermd tegen vochtopname en hebben daardoor een hoger risico van CUI.

# ROEST RUST NIET!

Zo'n 40% van de mondiale staalproductie wordt gebruikt voor de vervanging van onderdelen die defect zijn geraakt door corrosie. Elk jaar kost schade door corrosie de wereldeconomie 2,5 biljoen Amerikaanse dollar – dat is 3% van het mondiale bruto binnenlands product. Corrosie onder de isolatie (CUI) is vooral zo verraderlijk doordat het vaak pas opvalt als er al ernstige schade is ontstaan. Bij de keuze van het isolatiemateriaal is de essentiële vraag dus hoe goed dit voorzieningen kan beschermen tegen corrosie.

## Corrosie onder isolatie (CUI) kost de economie wereldwijd jaarlijks miljarden

De strijd tegen roest duurt nu al meer dan 3000 jaar en het einde is nog lang niet in zicht. Toen de mensheid leerde om ijzererts te smelten, werd een veelzijdig materiaal ontdekt dat al snel het duurdere brons kon vervangen. Tot op heden is ijzer nog steeds een van de belangrijkste grondstoffen in de wereldeconomie. Bij blootstelling aan water of vochtige lucht oxideert ijzer met zuurstof. In tegenstelling tot de oxidelaag van chroom, aluminium of zink, is roest als product van corrosie poreus. Naarmate het metaal ontbindt, wordt het steeds brozer en door het grotere volume kan het afbladderen tot het punt van totale vernieling. De verwerking van ijzerhoudende materialen in de vorm van roest veroorzaakt jaarlijks miljarden euro's schade. Corrosie verbruikt jaarlijks ongeveer drie tot vier procent van de economische opbrengst – alleen al in Duitsland een bedrag ter hoogte van ongeveer 70 miljard euro.



Rond 45% van deze kosten – d.w.z. ca. 1 biljoen Amerikaanse dollar – ontstaat in de olie-, gas- en petrochemische industrie. Volgens een onderzoek van de Amerikaanse ExxonMobil Chemical Company is 40 tot 60% van de onderhoudskosten aan pijpleidingen te wijten aan corrosie onder isolatie (CUI). En dan wordt nog geen rekening gehouden met de indirecte kosten als gevolg van uitvaltijden. Experts in de mineraalolieindustrie vermoeden dat CUI de voornaamste reden is voor ongeplande stilstand. Het veroorzaakt meer uitvaltijden dan alle andere oorzaken bij elkaar. In extreme gevallen kunnen lekkages als gevolg van corrosie zelfs leiden tot levensgevaar door brand of explosies.

### **Geschikte isolatiesystemen verminderen het risico van corrosie**

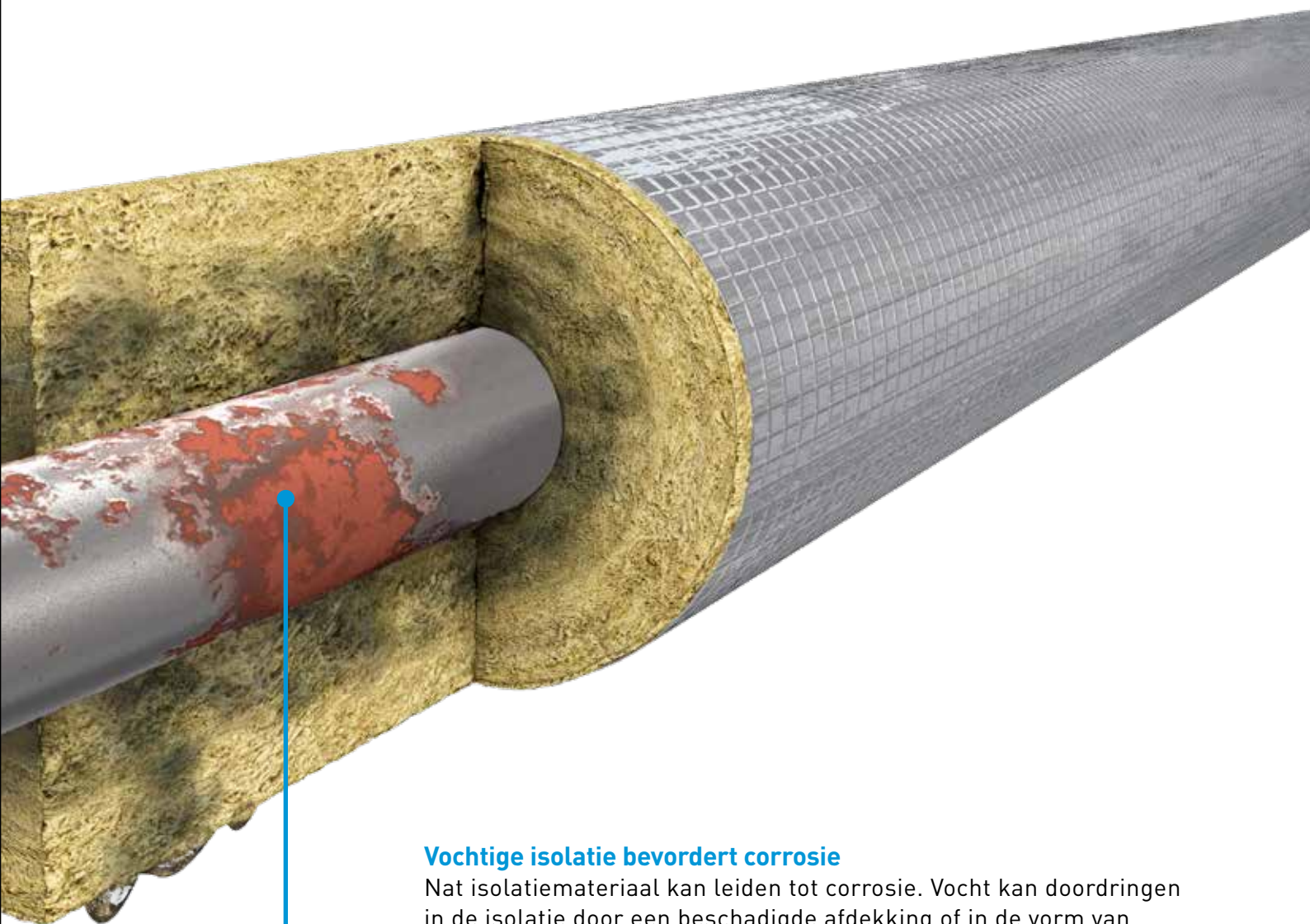
CUI is verraderlijk: de processen vinden verborgen plaats onder de isolatie en worden vaak pas ontdekt wanneer er al grote schade is ontstaan. CUI betreft meestal pijpen met een leidingtemperatuur tussen 0 en 175°C en is vooral boven 50°C kritiek. Het risico neemt toe bij voorzieningen die onregelmatig of met verschillende temperaturen worden geëxploiteerd. Bij schommelende temperaturen kan condensvorming in het isolatiemateriaal ontstaan, zodat water het oppervlak van de pijpleidingen kan bereiken. In de zilte lucht van offshore faciliteiten is het risico veel hoger dat water met chloride of sulfaten in de isolatie binnendringt en de aanstoot geeft voor corrosieve processen.

Isolatie alleen kan componenten van installaties niet beschermen tegen corrosie. Maar geschikte isolatiesystemen kunnen een effectieve ondersteuning zijn van de bescherming tegen corrosie. De keuze van het materiaal bepaalt of de isolatie het risico van corrosie verlaagt of corrosieve processen juist bevordert.

#### **CUI feiten:**

- 40 tot 60% van de onderhoudskosten aan pijpleidingen is te wijten aan CUI.
- CUI is de voornaamste reden voor ongeplande stilstand. Het veroorzaakt meer uitvaltijden dan alle andere oorzaken bij elkaar.





### **Vochtige isolatie bevordert corrosie**

Nat isolatiemateriaal kan leiden tot corrosie. Vocht kan doordringen in de isolatie door een beschadigde afdekking of in de vorm van waterdampdiffusie. Op koude leidingen kan het temperatuurverschil tussen het koude medium en de warme omgevingslucht zorgen voor een verschil in de dampdruk die van buiten op de isolatie inwerkt. Dan bestaat het risico dat de waterdamp die de lucht bevat in de isolatie kan doordringen en het materiaal doorweekt. De gevolgen gaan verder dan alleen een ernstige afname van de isolerende eigenschappen en een hoog energieverlies. Als het water zich verspreidt over het metalen oppervlak van de pijpleiding en er ook lucht aanwezig is, beginnen corrosieve processen.

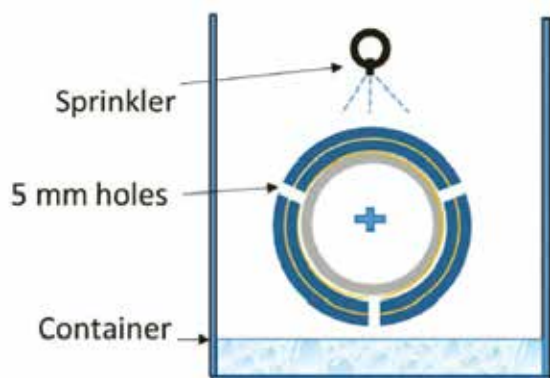
Tegenwoordig is men zich in de olie- en gasindustrie terdege bewust van de relatie tussen isolatiesystemen en het risico van CUI. Hoewel er erkende normen en testmethoden bestaan om de prestaties van corrosiebeschermingssystemen te beoordelen, wordt in internationale normen nauwelijks rekening gehouden met de invloed van isolatiematerialen op het risico van CUI. Er bestaat nog steeds geen gestandaardiseerde test om de prestaties van isolatiesystemen te onderzoeken bij de verlaging van het risico op CUI in een installatie

# ARMAFLEX ISOLATIEMATERIALEN IN DE CUI DUURTEST

Bij gebrek aan een dergelijk norm liet Armacell zijn isolatiematerialen op de proef nemen in een test ontwikkeld door TNO-ENDURES (Den Helder) voor het internationale olie- en gasbedrijf Shell. De test wordt breed erkend in de olie- en gasindustrie.

## Testopzet

In de gestandaardiseerde test werden Armaflex isolatiematerialen onderworpen aan een worst-case-scenario: een geïsoleerde, niet-geleerde stalen pijpleiding met een leidingtemperatuur van 80°C werd continu besproeid met warm zout water. De ene helft van de leiding werd geïsoleerd met twee lagen Armaflex platen van elk 25 mm dik (geval A). De andere helft van de leiding werd op dezelfde manier geprepareerd en vervolgens afgedekt met een glasvezelversterkte kunststof weerbarrière (geval B). Om een defecte situatie te simuleren, werden in geval A meerdere gaten door de

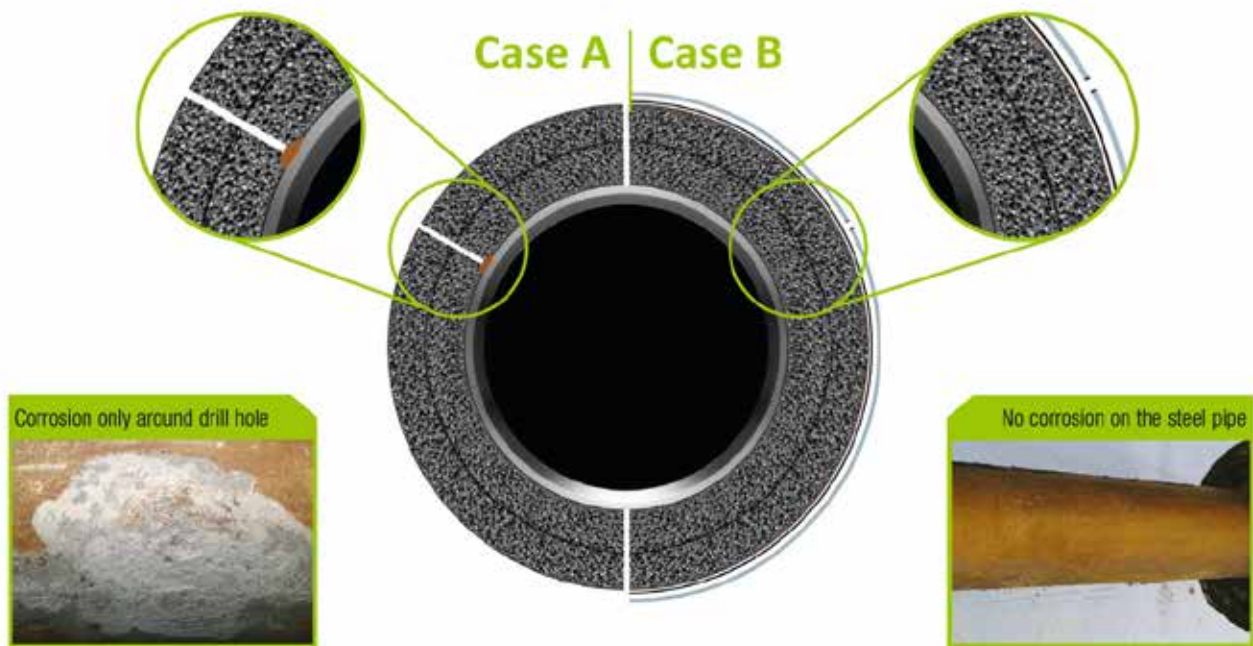


Test set-up of the CUI test carried out by TNO/ENDURES

gehele isolatiedikte geboord. In geval B werden de gaten daarentegen opzettelijk alleen in de afdekking geboord en bleef de isolatie onbeschadigd. In beide gevallen was verzekerd dat het water in de isolatie kon binnendringen. Deze kunstmatige condities – ideaal voor de vorming van corrosie – werden zes maanden gehandhaafd.

## Testresultaten

Aan het einde van de testfase werden de monsters grondig onderzocht. In geval A ontstond condensvorming volgens verwachting – maar de processen bleven beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de booropeningen. In andere zones van de pijpleiding waren geen tekenen van corrosie te vinden, met inbegrip van de gehele onderzijde. Het zoute water was kennelijk niet doorgedrongen tot deze zones. De verwachtingen werden opnieuw overtroffen in het tweede onderzochte geval, waarbij de openingen alleen in de afdekking waren geboord. Hoewel de buitenste isolatielaag aan het eind van de test vochtig aanvoelde, was de binnenste isolatielaag volledig droog. Er werd geen corrosie ontdekt op de stalen pijp. De Armaflex isolatie had voorkomen dat vocht het oppervlak van de pijpleiding kon bereiken. In natuurkundig opzicht kan dit opmerkelijke resultaat worden toegeschreven aan de 'ingebouwde dampremmende laag' van het isolatiemateriaal met gesloten celstructuur. De test toont indrukwekkend aan dat Armaflex CUI-processen zelfs onder de meest extreme omstandigheden beperkt. We moeten benadrukken dat de corrosieprocessen in deze test doelbewust zijn veroorzaakt. De omgevingsomstandigheden, noch de veroorzaakte schade aan het Armaflex materiaal zijn een afspiegeling van reële omstandigheden.



Ondanks zware beschadiging van de ommanteling toonde de pijpleiding in geval B geen tekenen van corrosie. In geval A trad corrosie op als verwacht. Maar de processen bleven beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de booropeningen.



De opzettelijk veroorzaakte corrosie in geval A is enkel waarneembaar in de buurt van de booropeningen (zie ook de close-up). In andere zones zijn geen tekenen van corrosie zichtbaar, zoals de gehele onderzijde van de pijpleiding (foto 3). Hier heeft de Armaflex isolatie het verspreiden van de corrosie effectief voorkomen.

# VERGELIJKTEST VAN VERSCHILLENDE ISOLATIESYSTEMEN

Welke isolatiematerialen kunnen het risico van CUI in welke mate beperken? Om de weerstand te beoordelen van vaak gebruikte isolatiesystemen tegen het binnendringen van waterdamp en het in gang brengen en verspreiden van corrosie in een extreem vochtige omgeving, heeft Armacell het gerenommeerde, in corrosie gespecialiseerde instituut InnCoa (Neustadt/Donau, Duitsland) opdracht gegeven om een vervolgstap uit te voeren.

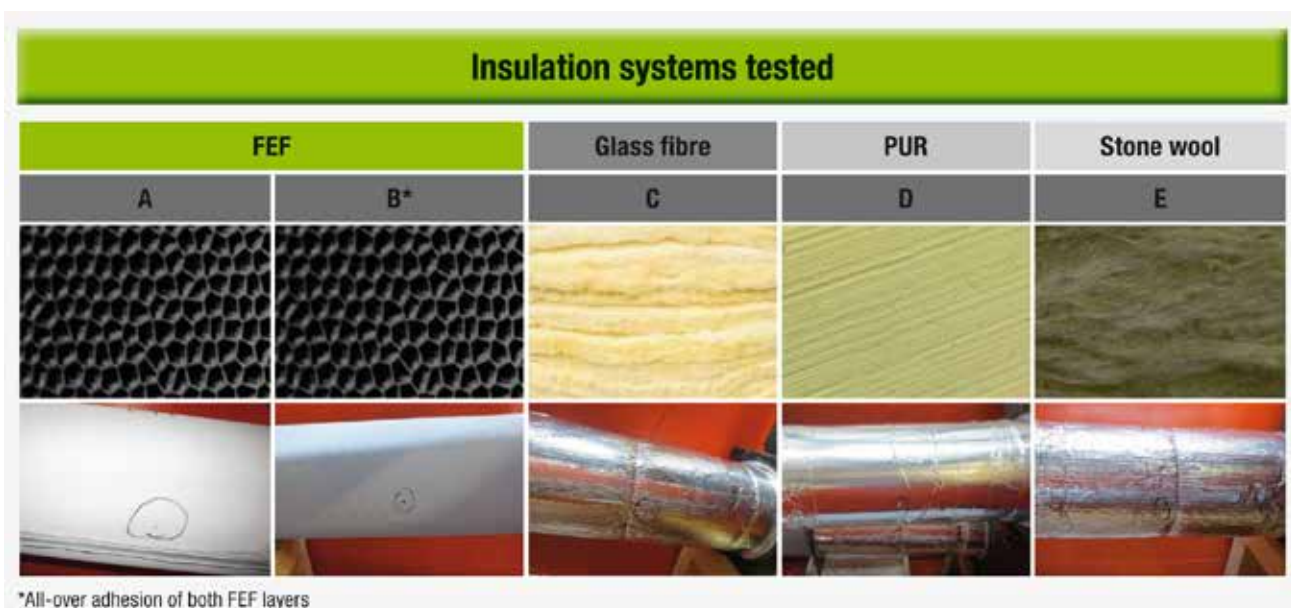
Er werden vijf verschillende isolatiesystemen onderzocht:

- Systeem A: twee lagen flexibel elastomeer schuim (FEF) met een flexibele polymeer afdekking (HT/Armaflex Industrial en Arma-Chek R).
- Systeem B: net als A, maar met totale hechting van beide FEF-lagen (HT/Armaflex Industrial en Arma-Chek R).
- Systeem C: glasvezel met een aluminium afdekking.
- Systeem D: PUR met een aluminium afdekking.
- En systeem E: steenwol met een aluminium afdekking.

## Testopzet

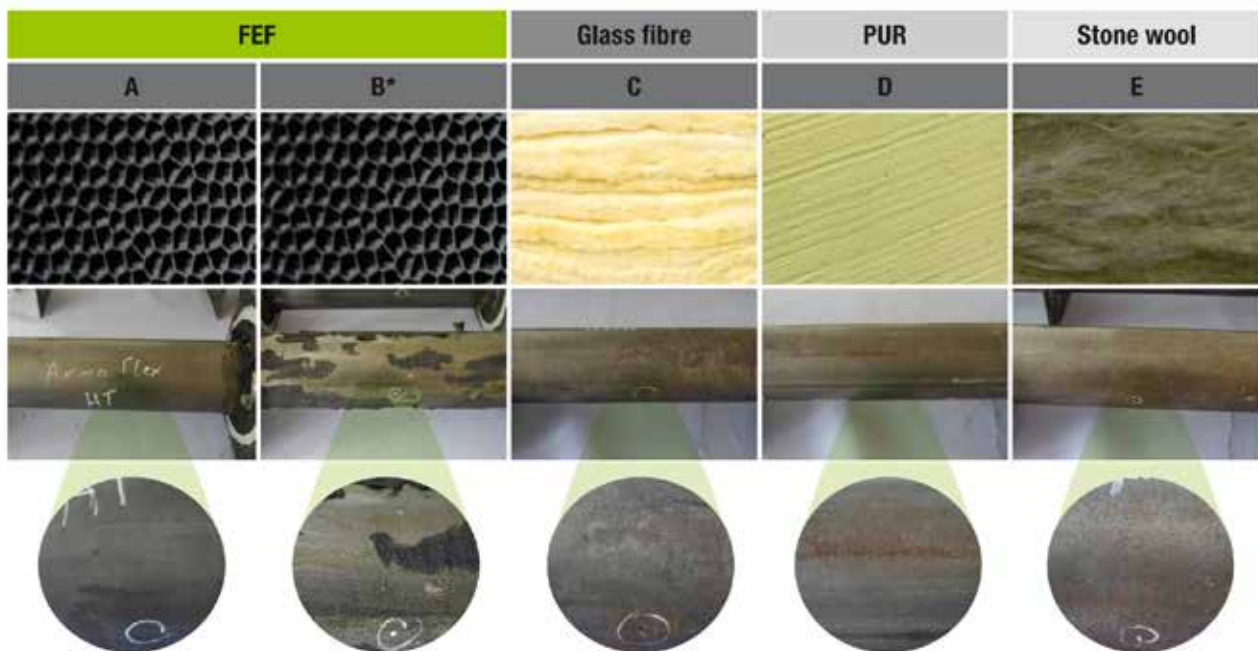
De isolatiesystemen werden correct aangebracht op stalen pijpleidingen en blootgesteld aan de bijzonder vochtige omgeving van een klimaatruimte. Om beschadiging van het oppervlak van de isolatiesystemen te simuleren is op elk van de vijf testobjecten een opening gemaakt met een diameter van 5 mm en een diepte van ongeveer 10 mm door de afdekking in de buitenste isolatielaag. Dit zorgde ervoor dat het vocht tijdens de test in de isolatie kon doordringen.

De pijpleidingen werden in serie aangebracht met luchtcirculatie. Als omgevingscondities werden een temperatuur van  $35^{\circ}\text{C} \pm 5\%$  en een relatieve luchtvochtigheid van  $80\% \pm 10\%$  gedefinieerd. De luchtvochtigheid werd geregeld door twee open potten met een verzadigde zoutoplossing van ammoniumsulfaat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) en vier ventilatoren met een debiet van ongeveer  $2,5 \text{ m}^3/\text{min}$ . Dit zorgde voor een goede luchtcirculatie in de ruimte. Door de leidingen stroomde ongeveer 27 liter water per minuut





## The pipe surfaces after the test



\*All-over adhesion of both FEF layers

voor zowel de koelings- als de verwarmingscycli. De temperatuur van het circulerende water werd in een cyclus van 24 uur aangepast tussen 5°C en 80°C. De cycli verliepen continu in een eindeloze lus voor de gehele duur van de test. De testomstandigheden werden 65 dagen lang gehandhaafd. In deze periode werden de omstandigheden en de monsters minstens één keer per dag visueel geïnspecteerd door de transparante kap van de klimaatkamer, zonder deze te openen.

Aan het einde van de test werden de isolatiesystemen ontmanteld om het oppervlak van de pijpleidingen te fotograferen. De pijpen werden onderzocht om de corrosie te analyseren.

Daarna werden de oppervlakken geïnspecteerd in overeenstemming met ISO 10289. De norm beschrijft de methoden om de corrosie te testen van metalen en andere anorganische coatings op metalen substraten en de classificatie van testmonsters en geproduceerde artikelen die aan corrosietesten worden onderworpen. Deze definieert de beschermingsgraad  $R_p$  en de gebreken van de bescherming. Daarnaast wordt het uiterlijk in de categorie  $R_A$  beoordeeld. De beschermingsgraad  $R_p$  wordt geïnspecteerd op een eenvoudige schaal van 0 tot 10. Een  $R_p$  van 10 betekent dat op 0% van het

oppervlak corrosie of andere gebreken zichtbaar zijn (beste score). Een  $R_p$  van 0 betekent dat 50% of meer van het oppervlak corrosie vertoont (slechtste score).

### Corrosion protection rating ( $R_p$ ) and assessment of the appearance ( $R_A$ ) acc. to ISO 10289

Area of defects A (%)	Rating $R_p$ or $R_A$
no defects	10
$0 < A \leq 0.1$	9
$0.1 < A \leq 0.25$	8
$0.25 < A \leq 0.5$	7
$0.5 < A \leq 1.0$	6
$1.0 < A \leq 2.5$	5
$2.5 < A \leq 5.0$	4
$5.0 < A \leq 10$	3
$10 < A \leq 25$	2
$25 < A \leq 50$	1
$50 < A$	0

## Testresultaten

De vijf monsters werden geanalyseerd volgens ISO 10289 en het vermogen om tegen corrosie te beschermen werd gemeten. Corrosieproducten werden geanalyseerd met behulp van scannende elektronen-microscopie (SEM) en de chemische samenstelling werd onderzocht met energie dispersieve röntgenspectroscopie (EDX).

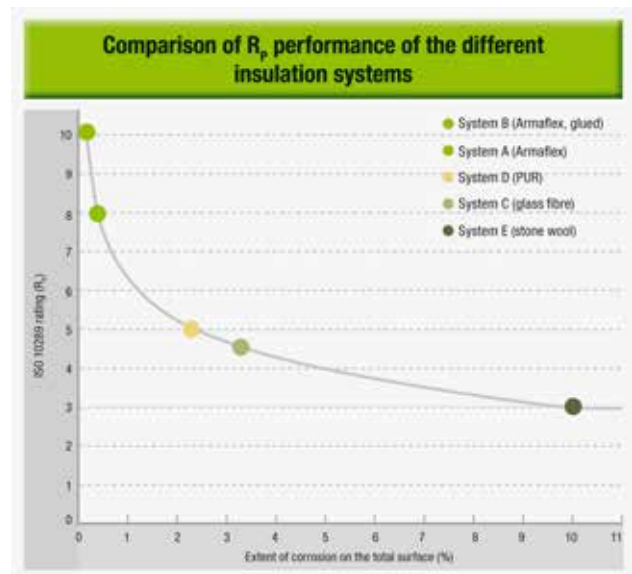
## Beschermingsgraad tegen corrosie van de isolatiesystemen

De twee FEF-isolatiesystemen presteerden het best in de test. Terwijl systeem A een beschermingsgraad RP 8 bereikte, behaalde het elastomeer schuim met de volledige hechting (systeem B) zelfs de hoogste score: RP 10. Nergens op het oppervlak van de pijpleiding werd corrosie gevonden na de 65 testdagen. De volledige hechting van het isolatiemateriaal verhoogt de op zich al hoge corrosiebescherming van FEF.

Het isolatiesysteem met glasvezel (systeem C) behaalde daarentegen slechts een RP van 4 tot 5. Er had zich corrosie gevormd op de pijp in de zone onder de aangebrachte beschadiging. De analyse toonde ijzeroxiden met wat silicium, mogelijk uit de glasvezels. Bij de polyurethaan isolatie (systeem D) was versterkte corrosie zichtbaar op de pijpleidingen in het bereik onder de naad van de isolatiehulzen. Dit wijst erop dat de naad een potentieel zwak punt is van dit isolatiesysteem. Systeem D behaalde een RP van 5. De grootste schade door corrosie was

zichtbaar op het monster met steenwol. De schade was groter aan het uiteinde van de pijp. Het aangetaste oppervlak bedroeg tussen 5 en 10% van het totale oppervlak van de pijpleiding, wat een RP van 3 opleverde.

De test toonde op indrukwekkende manier aan dat flexibele elastomeer schuimen met een gesloten celstructuur, die beschikken over een 'geïntegreerde dampremmende laag', toleranter reageren op kleine defecten in de ommanteling en de isolatie dan andere isolatiesystemen. Als er vocht binnendringt in deze andere isolatiesystemen en het oppervlak van de pijpleiding bereikt, dan veroorzaakt dit meestal CUI.



Corrosion protection ratings of the various insulation systems*				
FEF		Glass fibre	PUR	Stone wool
A	B**	C	D	E
8	10	5 - 4	5	3

\*Corrosion protection classes (Rp) acc. to ISO 10289 (10 = no corrosion)      \*\*All-over adhesion of both FEF layers



Armaflex isolatiematerialen verminderen het risico van corrosie. De met Armaflex geïsoleerde en met Arma-Chek afgedekte decompressiekamer werd tijdens het gebruik regelmatig blootgesteld aan een spoeling met groen water. Nadat de kamer ontmanteld was, werd de Armaflex isolatie opengesneden. Zoals te zien op de rechterfoto is het metalen oppervlak van de kamer volledig vrij van corrosie.

### Lange gebruiksduur van elastomeer isolatiesystemen

De CUI-testen die werden uitgevoerd door onafhankelijke externe instituten bevestigen de voortreffelijke resultaten die al tientallen jaren worden bereikt met Armaflex isolatiematerialen. Het materiaal met gesloten celstructuur heeft een lage warmtegeleidingscoëfficiënt en een hoge weerstand tegen waterdampdiffusie. Het biedt installaties componenten met duurzame bescherming tegen condensvorming en energieverlies. Het uiterst flexibele materiaal past prima rond de meest complexe componenten en kan gemakkelijk worden geïnstalleerd onder zeer moeilijke omstandigheden op de bouwplaats. Zoals vaak geobserveerd wordt tijdens onderhoudswerkzaamheden, vertonen voorzieningen die zijn geïsoleerd met Armaflex tientallen jaren na installatie nog steeds geen sporen van corrosie. Interne en externe testen hebben aangetoond dat Armaflex zelfs ruim 25 jaar na installatie nog steeds beschikt over de gegarandeerde waarden op het moment van productie. Om te verzekeren dat het isolatiesysteem vele jaren betrouwbaar werkt, is een correcte berekening van de isolatiedikte cruciaal. Er moeten systeem-compatibele accessoires worden gebruikt en de materialen moeten vakkundig worden geïnstalleerd volgens de aanwijzingen van de fabrikant.



### AUTHOR

**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. 00427 | Part-4 Risk of CUI | 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 dekens.

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

  
MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD