

Risiko for korrosjon under insolasjon

Korrosjon under isolasjon (CUI) er særlig snikende, fordi det ofte først blir lagt merke til når det allerede er oppstått omfattende skader. En nyere uavhengig studie viser at Armacell isolasjonsmateriale minimerer risikoen for korrosjon under isolasjonen. Isolasjonsmateriale med åpen cellestruktur er på den andre siden ikke beskyttet mot fuktabsorpsjon og har dermed høyere CUI-risiko.

www.armacell.no

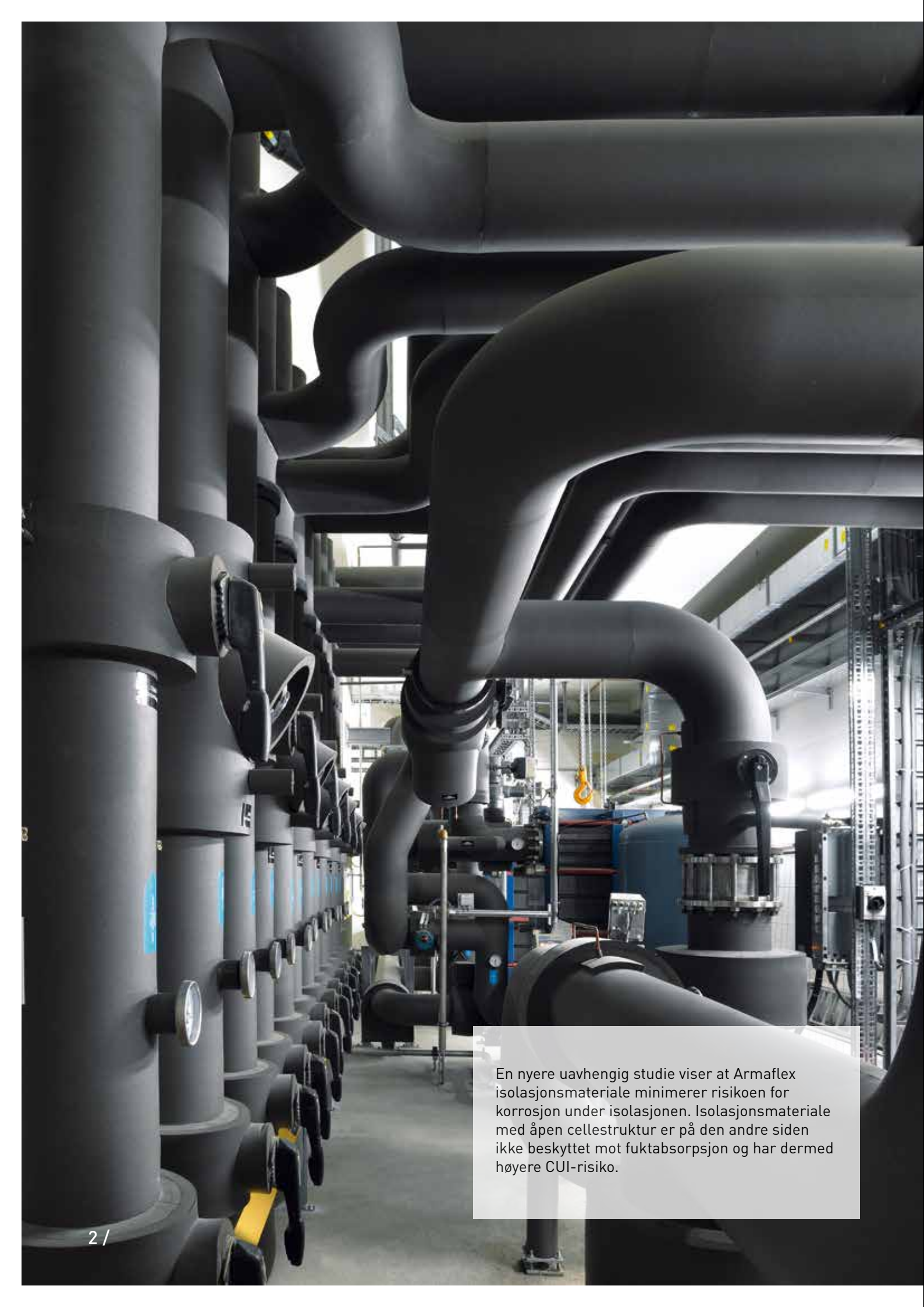


2.5 trillioner
USD
i skader



armacell[®]

MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD



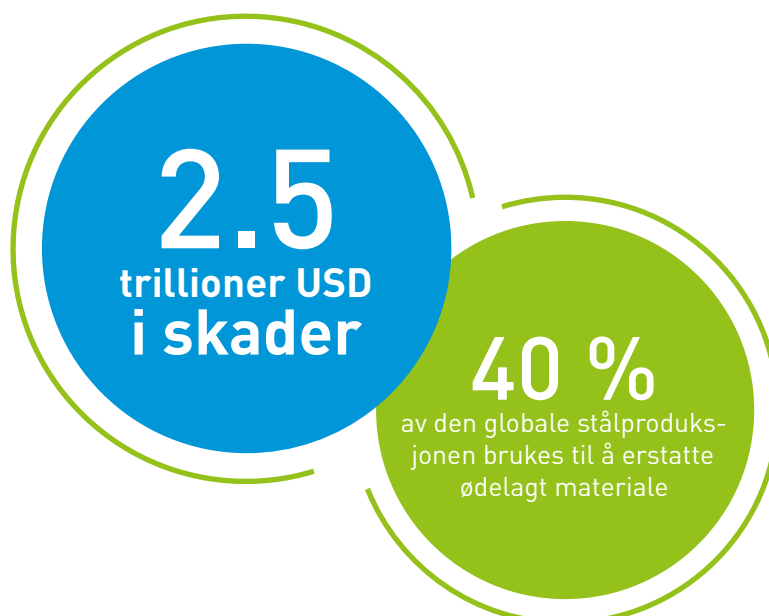
En nyere uavhengig studie viser at Armaflex isolasjonsmateriale minimerer risikoen for korrosjon under isolasjonen. Isolasjonsmateriale med åpen cellestruktur er på den andre siden ikke beskyttet mot fuktabsorpsjon og har dermed høyere CUI-risiko.

RUST SOVER ALDRI!

Rundt 40 % av stålproduksjonen i verden brukes til å erstatte deler som er ødelagt av korrosjon. Hvert år koster korrosjonsskader verdensøkonomien 2,5 trillioner amerikanske dollar, dvs. 3 % av verdens brutto nasjonalprodukt. Korrosjon under isolasjon (CUI) er særlig snikende, fordi det ofte først blir lagt merke til når det allerede er oppstått omfattende skader. Så når du skal velge et isolasjonsmateriale, er et sentralt spørsmål hvor godt det beskytter utstyret mot korrosjon.

Korrosjon under isolasjon koster verdensøkonomien milliarder

Kampen mot rust har pågått i over 300 år og enden er fortsatt ikke i sikte. Da mennesket lærte hvordan jernårer kunne smeltes, oppdaget vi samtidig et enkelt tilgjengelig materiale som snart ville erstatte mer kostbar bronse. I dag er jern fortsatt et av de viktigste råmaterialene i verdensøkonomien. Når jern blir eksponert for vann eller fuktig luft, oksiderer det med oksygen. Til forskjell fra det oksiderte laget på krom, aluminium eller sink, produserer korrosjonsprosessen rust, som er porøst. Etter hvert som metallet brytes ned blir det stadig skjørere og på grunn av det store volumet kan det flasse av helt til det er helt ødelagt. Forvitringen av jernholdige materialer til rust forårsaker skader som beløper seg til flere milliarder euro per år. Korrosjon koster rundt tre til fire prosent brutto nasjonalproduktet hver år, og i Tyskland alene er kostnaden rundt 70 milliarder euro.



Rundt 45 % av kostnadene, dvs. rundt 1 trillion USD, kommer fra olje- og gassindustrien og petrokjemisk industri. Ifølge en studie gjennomført av US American ExxonMobil Chemical Company, kommer 40 til 60 % av vedlikeholdsutgiftene på rør kommer av korrosjon under isolasjon (CUI). Og dette er uten indirekte kostnader som følge av driftsstans. Ekspertene innenfor mineraloljeindustrien anser CUI som hovedgrunnen bak ikke-planlagte stopp og ansvarlig for mer nedetid enn alle andre årsaker til sammen. I ekstreme tilfeller kan lekkasjer som følge av korrosjon føre til brann eller eksplosjon, og dermed sette menneskeliv i fare.

Egnede isolasjonssystemer reduserer risikoen for korrosjon

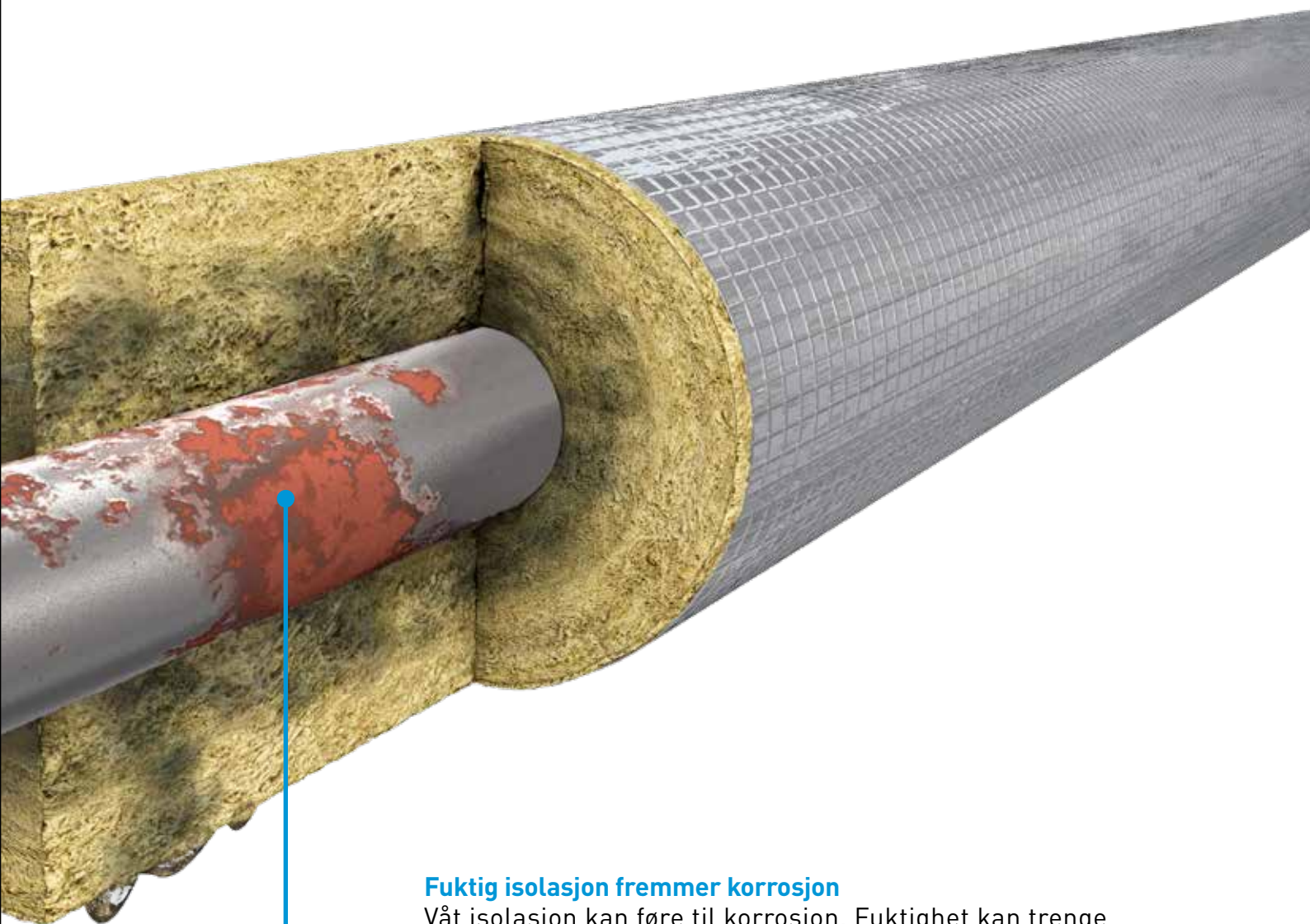
CUI er snikende: prosessen finner sted i det skjulte under isolasjonen og blir ofte ikke oppdaget før det er oppstått omfattende skader. CUI oppstår vanligvis på rør med en rørtemperatur mellom 0 °C og 175 °C, og er særlig kritisk over 50 °C. Risikoen øker på utstyr som ikke er i kontinuerlig bruk eller som brukes ved ulike temperaturer. Hvis temperaturen svinger kan korrosjon dannes i isolasjonsmaterialet, og vann kan nå frem til overflaten på rørene. I den salte luften som omslutter offshore-installasjoner ute på havet er det en betydelig høyere risiko for at vann som inneholder klorider eller sulfater trenger gjennom isolasjonen og starter korrosjonsprosesser.

Isolasjon alene kan ikke sikre komponentene mot korrosjon, men hensiktsmessige isolasjonssystemer kan effektivt støtte beskyttelsen mot korrosjon. Valg av materiale avgjør om isolasjon reduserer risikoen for korrosjon eller bidrar til korrosjonsprosessen.

Fakta om CUI:

- 40 til 60 % av vedlikeholdskostnadene på rør er knyttet til CUI.
- CUI er hovedgrunnen til ikke-planlagte stopp og ansvarlig for mer nedetid enn alle andre årsaker til sammen.





Fuktig isolasjon fremmer korrosjon

Våt isolasjon kan føre til korrosjon. Fuktighet kan trenge gjennom isolasjonen gjennom en skadet mantel eller i form av dampdiffusjon. På kalde rør forårsaker temperaturforskjellen mellom det kalde mediet og den varme omgivelsesluften en differanse i damptrykk som påvirker isolasjonen fra utsiden. Det er også risiko for at vanddampen som befinner seg i luften trenger gjennom isolasjonslaget, kondenserer og fukter materialet. Konsekvensene er ikke bare en alvorlig svekking av egenskapene til isolasjonen og store energitap, men hvis vann blir spredt over metalloverflaten på røret og dette kommer i kontakt med luft, starter korrosjonsprosessen.

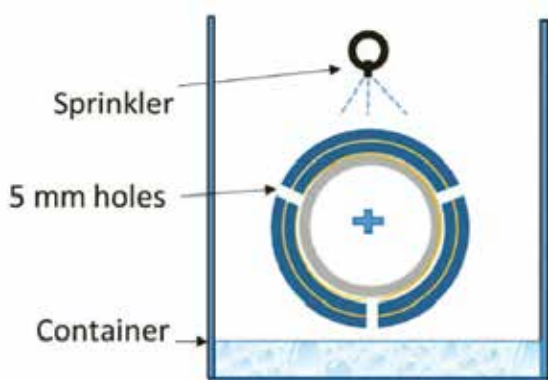
I dag er olje- og gassindustrien oppmerksom på sammenhengen mellom isolasjonssystem og risiko for CUI. Selv om det er anerkjente standarder og testmetoder for vurdering av ytelsen til korrosjonsbeskyttende systemer, blir effekten av isolasjonsmateriale på CUI-risikoen i liten grad inkludert i internasjonale standarder. Per dags dato finnes det ingen standardiserte tester for å undersøke hvor gode isolasjonssystemer er til å redusere risikoen for CUI i en installasjon.

ISOLASJONSMATERIALE FRA ARMAFLEX I CUI UTHOLDENHETSTEST

I fravær av en slik standard har Armacell fått selskapets eget isolasjonsmateriale undersøkt i en test utviklet av TNO-ENDURES (Der Helder, Nederland) for det internasjonale olje- og gasselskapet Shell. Denne testen er anerkjent i olje- og gassindustrien.

Testoppsett

I den standardiserte testen gjennomgikk Armaflex isolasjonsmateriale et worst case-scenario: et isolert rør i ulegert stål med en rørtemperatur på 80 °C ble kontinuerlig sprayet med varmt saltvann. Halve røret ble isolert med to lag Armaflex-plater, hver på 25 mm i tykkelse (case A). Den andre halvparten av røret ble behandlet på samme måte og deretter kledd med en glassforsterket plastbarriere (case B). For å simulere svikt ble det i case A boret flere hull gjennom hele tykkelsen på isolasjonen.



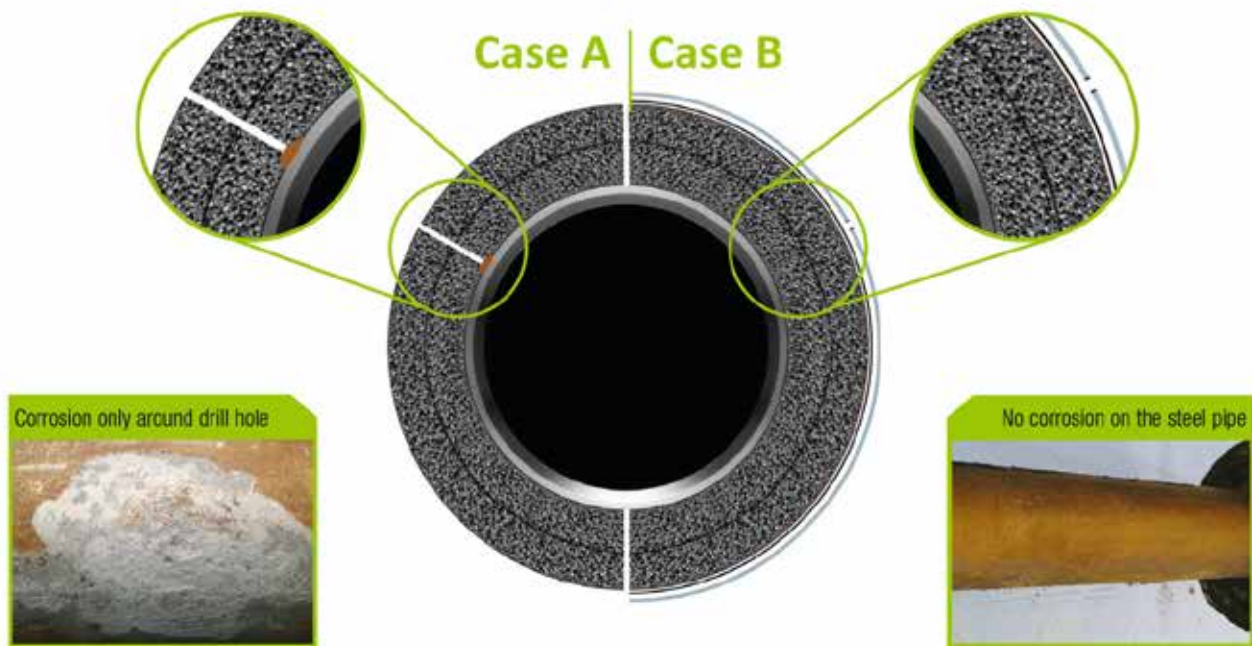
Testoppsett for CUI-testen gjennomført av TNO/ENDURES

I case B ble hullene med hensikt bare boret inn i mantlingen, og isolasjonen forble intakt. I begge tilfeller kunne vann trenge inn i isolasjonen. Disse kunstige forholdene, ideelle for dannelse av korrosjon, ble holdt ved like i seks måneder.

Testresultater

Når testfasen var over ble prøven grundig undersøkt. I case A hadde kondens blitt dannet som forventet, men prosessene var begrenset til helt ved hullene. Det var ingen tegn på korrosjon i noen andre områder av røret, inkludert hele undersiden. Saltvannet hadde åpenbart ikke nådd frem til disse områdene. Forventningene ble igjen overgått i det andre caset, hvor hullene bare ble boret inn i mantlingen. Mens det ytre isolasjonslaget føltet fuktig da testen var over, var det indre isolasjonslaget fullstendig tørt. Ingen korrosjon ble funnet på stålrøret. Armaflex-isolasjonen hadde hindret fukt fra å nå overflaten av røret.

Dette bemerkelsesverdige resultatet kan bare knyttet til den innebygde diffusjonsbremsen til cellegummiisolasjonen med lukket cellestruktur. Testen demonstrerer på en overbevisende måte at Armaflex demper CUI-prosesser selv under de mest ekstreme forholdene. Det må understrekes at korrosjonsprosesser i denne testen ble med fremkalt med overlegg. Verken betingelsene i omgivelsene eller skadene påført Armaflex-materialet reflekterer faktiske forhold.



Til tross for omfattende skader på mantlingen, viste røret i case B ingen tegn på korrosjon. I case A oppsto korrosjon som forventet. Prosessene var imidlertid begrenset til i umiddelbar nærhet av hullene som ble boret.



Den bevisst påførte korrosjonen i case A observeres utelukkende i umiddelbar nærhet av hullene som ble boret (se også nærbilde). Ingen spor av korrosjon ble observert i andre områder, som hele undersiden av røret (bilde 3). Her har Armaflex-isolasjonen effektivt forhindret spredning av korrosjon.

KOMPARATIVE TESTER AV ULIKE ISOLASJONSSYSTEMER

Hvilke isolasjonsmaterialer kan redusere risikoen for CUI og i hvilken grad? For å vurdere styrken til ofte brukte isolasjonssystemer overfor inntrenging av vanndamp og etablering og spredning av korrosjon i omgivelser med høy luftfuktighet, leide Armacell det anerkjente korrosjonsspesialistinstituttet InnCoa (Neustadt/Donau, Tyskland) til å gjennomføre enda en test.

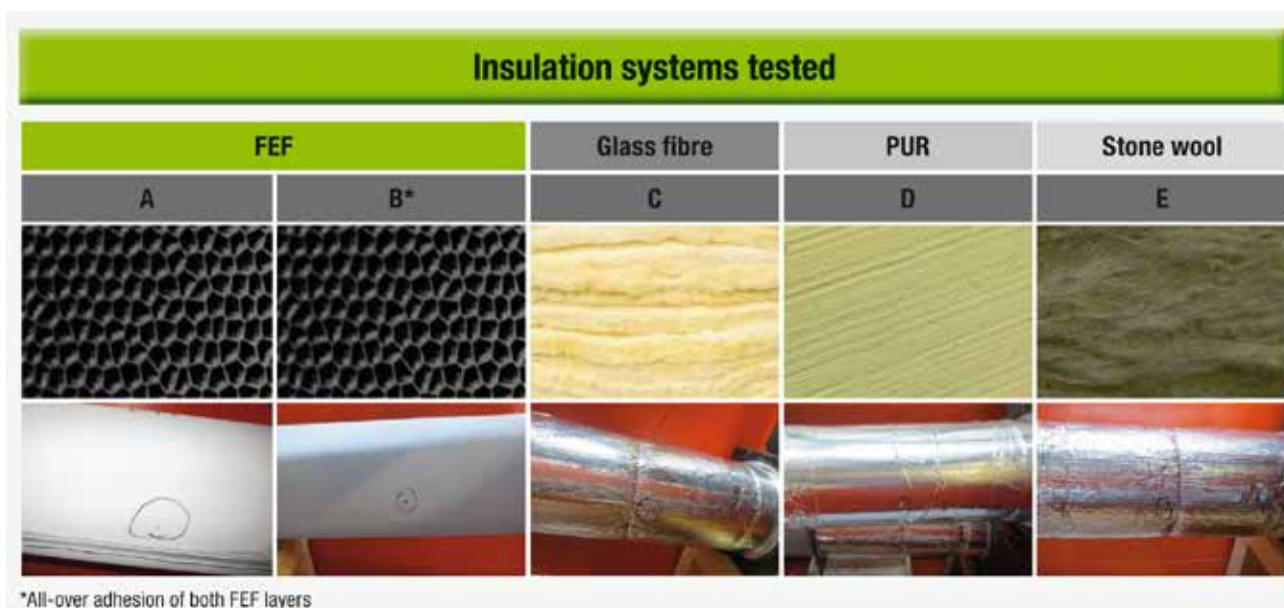
Fem forskjellige isolasjonssystemer ble undersøkt:

- System A: to lag med fleksibelt cellegummi (FEF) med en fleksibelt mantel av polymerer (HT/Armaflex Industrial og Arma-Chek R).
- System B: som A, men dekket av lim på begge FEF-lagene (HT/Armaflex Industrial og Arma-Chek R)
- System C: glassfiber med aluminium-mantling.
- System D: PUR med aluminium-mantling, og
- System E: Steinull med aluminium-mantling.

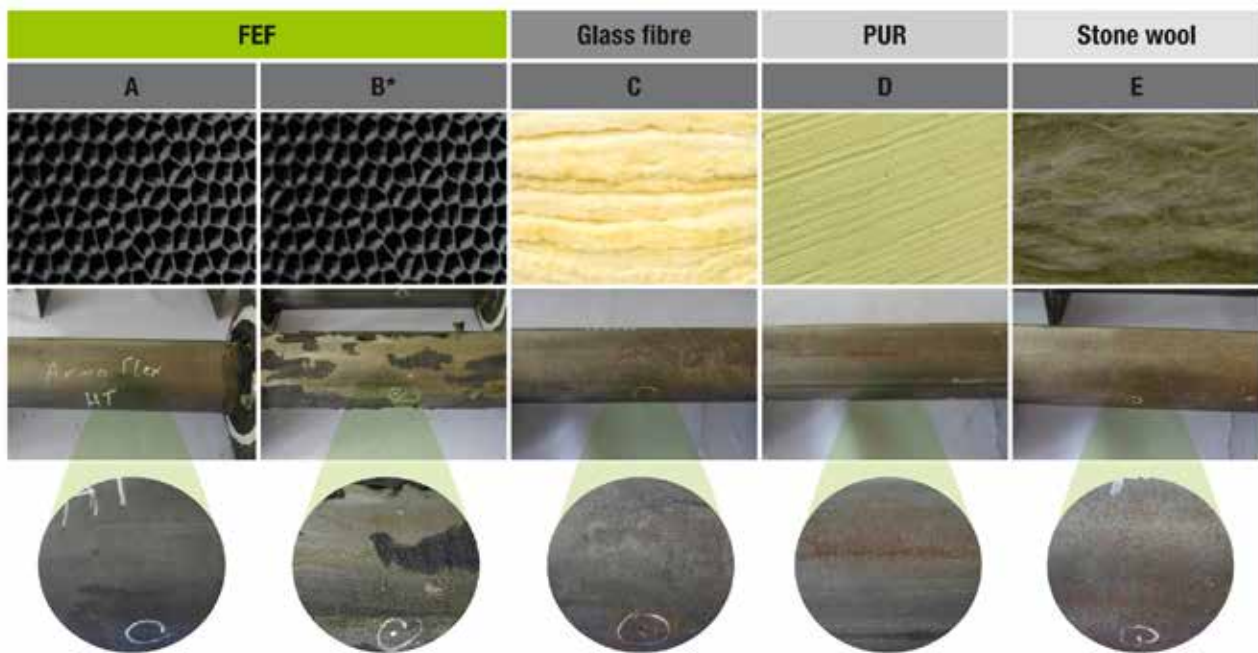
Testoppsett

Isolasjonssystemene ble riktig montert på stålrør og eksponert for omgivelser med høy luftfuktighet i et klimakammer. For å simulere overflateskade på isolasjonssystemet ble det boret et hull med diameter 5 mm og dybde 10 mm gjennom mantlingen på den ytre isolasjonen på hvert av de fem testobjektene. Dette sikret at fukt kunne trenge inn i isolasjonen under testen.

Rørene ble installert i en seriekonfigurasjon med luftsirkulasjon. En temperatur på $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\%$ og relativ fuktighet på $80\% \pm 10\%$ ble definert som omgivelsesbetingelser. Luftfuktigheten ble regulert av to åpne beholdere med mettet saltløsning med ammoniumsulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ og fire vifter med gjennomstrømning på ca. $2,5\text{ m}^2/\text{min}$. Dette sikret at luften i kammeret ble godt sirkulert. Vann rant i rørene med et volum på rundt 27 liter/minutt i både kjøle- og varmerør. Temperaturen på den sirkulerende vannstrømmen ble justert i en 24-timer syklus mellom $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, og



The pipe surfaces after the test



*All-over adhesion of both FEF layers

syklusene løs kontinuerlig i en uendelig serie gjennom hele testens varighet. Testbetingelsene ble opprettholdt i en periode på 65 dager. I denne perioden ble tilstand og prøver sjekket visuelt minst én gang daglig gjennom det gjennomsiktige trekket på klimakammeret, uten at kammeret ble åpnet.

På slutten av testen ble isolasjonssystemene demontert og overflaten av rørene ble fotografert. Rørene ble undersøkt og korrosjonen vurdert. Deretter ble overflatene klassifisert etter ISO 10289. Standarden beskriver metoder for korrosjonstesting av metaller og andre uorganiske belegg på metallunderlag, samt evaluering av prøver og produserte objekter underlagt korrosjonstester. Den definerer beskyttelsesklasse R_p og feil i beskyttelsen og vurderer utseende i kategorien R_A .

Grad av beskyttelse, R_p , klassifiserer ved hjelp av en enkel skala fra 0 til 10. En R_p -vurdering på 10 betyr at 0 % av overflaten viser korrosjon eller andre feil (beste vurdering). En R_p -vurdering på 0

betyr at 50 % eller mer av overflaten har korrosjon (dårligste vurdering).

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

Testresultater

De fem prøvene ble vurdert etter ISO 10289 og evnen til å beskytte mot korrosjon ble målt. Korrosjonsprodukter ble analysert ved hjelp av scanning Electron microscopy (SEM) og den kjemiske sammensetningen ble undersøkt med energy dispersive x-ray (EDX) spectroscopy.

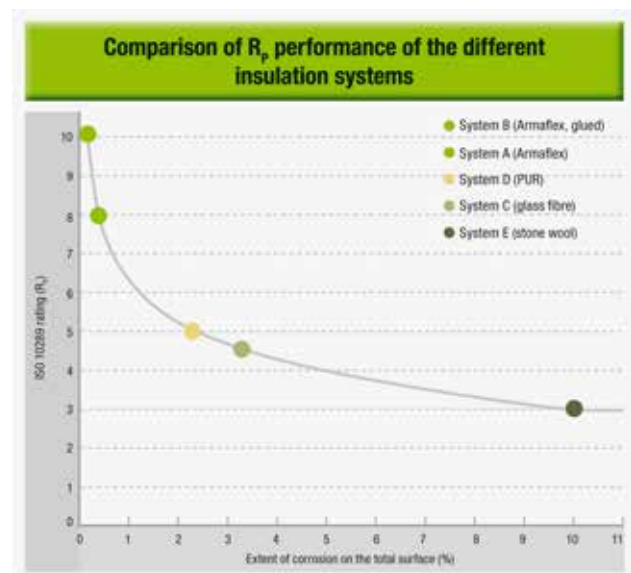
Vurdering av beskyttelse mot korrosjon for isolasjonssystemer

De to FEF isolasjonssystemene presterte best i testen. Mens system A fikk vurderingsgrad R_p 8 på beskyttelse, fikk cellegummi med lim over det hele (system B) høyeste vurdering, R_p 10. Ingen tegn på korrosjon ble funnet noe sted på overflaten på røret etter 65 dager testing. Limet på isolasjonsmaterialet øker den allerede høye beskyttelsen til FEF-systemer.

Glassfiber-isolasjonssystemet (system C) fikk på den andre siden bare R_p på 4 til 5. Korrosjon hadde dannet seg på røret i området under det skadede hullet. Analysen viste jernoksid med noe silikon, muligens fra glassfiber. I tilfellet med polyuretan-isolasjon (system D) ble økt korrosjon observert på røret i området under sømme på isolasjonsskallene. Dette indikerer at sømme er et potensielt svakt punkt i isolasjonssystemet. System D fikk en R_p på 5. Den største korrosjonsskaden ble observert på steinullprøven, en skade som ble mindre mot

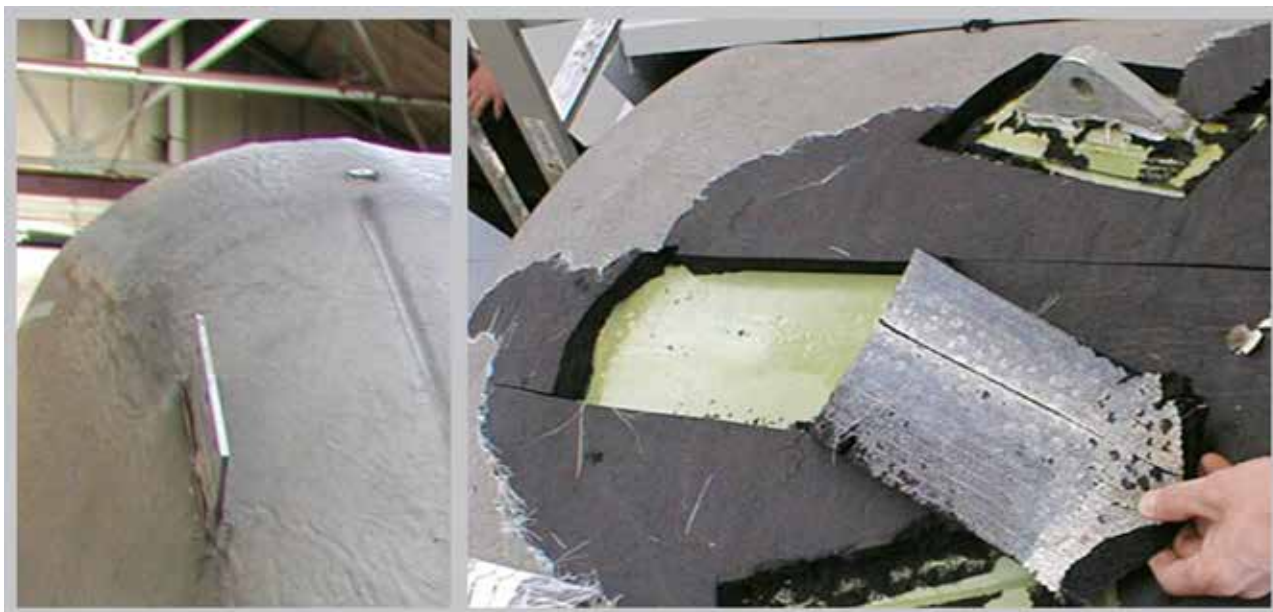
enden av røret. Overflaten med feil utgjorde mellom 5 og 10 % av den samlede overflaten på røret, et forhold som ga en R_p på 3.

Testen demonstrerte med overbevisning av fleksibel cellegummi med lukkede celler med en integrert diffusjonsbrems er mer tolerante overfor mindre feil i overflaten og isolasjonen enn andre isolasjonssystemer. Hvis fukt trenger gjennom disse andre isolasjonssystemene og når overflaten på røret, fører dette vanligvis til 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 (R_p) acc. to ISO 10289 (10 = no corrosion) **All-over adhesion of both FEF layers



Armaflex isolasjonsmateriale reduserer risikoen for korrosjon: under bruke isolerte dekompresjonskammeret isolert med Armaflex og mantlet med Arma-Check har regelmessig blitt eksponert for grønnvannspuss. Etter at kammeret ble demontert ble Armaflex-isolasjonen skåret opp. Dette kan ses på bildet til høyre, hvor metalloverflaten på kammeret er helt fritt for korrosjon.

Lang levetid på elastomeriske isolasjonssystemer

CUI-testene gjennomført av uavhengige eksterne institutter bekrefter deg gode resultatene som er oppnådd med Armaflex isolasjonsmateriale gjennom flere tiår. Isolasjonsmaterialet med lukket cellestruktur med lav termisk konduktivitet og høy motstand mot overføring av vanndamp, gir komponentene langvarig beskyttelse mot kondens og energitap. Det svært fleksible materialet sitter tett rundt de mest komplekse komponentene og kan enkelt installeres under svært vanskelige forhold på anleggsplassen. Som ofte registrert under vedlikeholdsarbeid, viser utstyrt isolert med Armaflex ingen tegn på korrosjon, selv flere tiår etter installasjon. Indre og ytre tester har vist at selv etter at Armaflex har vært installert i godt over 25 år, leverer Armaflex fortsatt verdiene garantert ved produksjonstidspunktet. For å sikre at isolasjonssystemet er pålitelig i mange år, er det helt avgjørende at tykkelsen på isolasjonen blir riktig beregnet, tilbehør som er kompatibelt med systemet blir benyttet og at materialet blir profesjonelt installert etter produsentens instruksjoner



AUTOR

Georgios Eleftheriadis
Armacell Manager Technical
Marketing EMEA

Alle spesifikasjoner og tekniske opplysninger er basert på resultater som er oppnådd under spesifikke forhold i henhold til den angitte teststandarden. Armacell gjør sitt ytterste for å holde nevnte data og tekniske informasjon oppdatert, men gir ingen garanti – verken uttrykkelig eller underforstått – med hensyn til nøyaktighet, innhold eller fullstendighet når det gjelder nevnte data og tekniske informasjon. Armacell kan heller ikke holdes ansvarlig for hvordan eller med hvilket resultat nevnte data eller tekniske informasjon brukes. Armacell forbeholder seg retten til når som helst å tilbakekalle, endre eller komme med tilføyelser til dette dokumentet. Det er kundens ansvar å kontrollere om produktet er egnet for det ønskede bruksområdet. Ansvar for fagmessig og riktig installasjon og samsvar med aktuelle byggeforskrifter ligger hos kunden. Dette dokumentet verken utgjør eller inngår i et juridisk tilbud eller en juridisk kontrakt. Ved å bestille/motta et produkt godtar du Armacells generelle salgsvilkår som gjelder i den aktuelle regionen. Bestill en kopi hvis du ikke har mottatt disse.

© Armacell, 2020. ArmaGel™ er et varemerke som tilhører Armacell Group.
00431 | Part-4 Risk of CUI | KnowHow | 102020 | EMEA | NO

OM ARMACELL

Som ledende leverandør av skummateriale og oppfinner av fleksibelt skum for utstyrsisolering, utvikler Armacell innovative og sikre termiske, akustiske og mekaniske løsninger som skaper bærekraftig verdi for kundene. Armacells produkter er betydelige bidrag til global energieffektivisering, og utgjør en forskjell over hele verden hver dag. Selskapet, som har 3 135 ansatte og 24 fabrikker i 16 land, har avansert isolasjon og byggeskum som sine to hovedvirksomheter. Armacell fokuserer på isolasjonsmateriale for teknisk utstyr, høytytende skum for høyteknologiske og lette applikasjoner samt neste generasjons aerogelteppeteknologi.

Les mer på:
www.armacell.no