

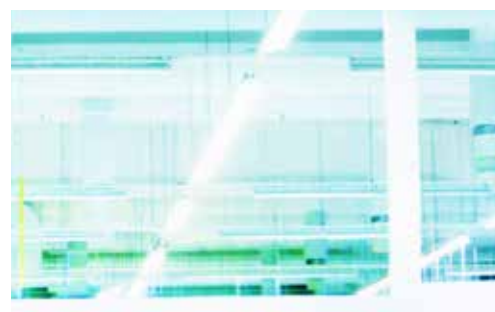
Beskyttelse mot energitap

Bidraget fra teknisk isolasjonsmateriale til pålitelig drift av mekanisk utstyr blir vanligvis ikke lagt merke til. Isolasjonsmaterialet har imidlertid viktige funksjoner: øke energieffektiviteten til utstyret, forebygge kodens, sikre beskyttelse mot korrosjon, redusere støyutslipp og sørge for at utstyret kjører.

www.armacell.no



Isolasjon
øker
effektiviteten
til mekanisk
utstyr



armacell[®]

MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD



HVORFOR MÅ TEKNISK UTSTYR ISOLERES?

Bidraget fra teknisk isolasjonsmateriale til pålitelig drift av mekanisk utstyr blir vanligvis ikke lagt merke til. Isolasjonsmaterialet har imidlertid viktige funksjoner: øke energieffektiviteten til utstyret, forebygge kondens, sikre beskyttelse mot korrosjon, redusere støyutslipp og sørge for at utstyret kjører. Viktigheten av et isolasjonssystem blir først synlig når det svikter: is på rør og fuktighet i senkede himlinger på grunn av kondens som dannes på utstyret, forstyrrelser i

industrielle prosesser fører til kostbart vedlikeholdsarbeid og driftsstans, eller raskt økende energiforbruk, for kun å nevne noen få eksempler. Ifølge en undersøkelse gjennomført av ExxonMobil Chemical er 40 til 60 % av kostnadene til vedlikehold av rørledninger et resultat av korrosjon under isolasjonen (CUI). Hovedårsaken er fuktig isolasjon som ikke blir oppdaget.



Det siste du ønsker: kondens som drypper fra himlingen

I isolasjonsteknologi er det et tydelig skille mellom isolasjon av selve bygninger og isolasjon av teknisk utstyr (f. eks. rør og VVS-/VVA-utstyr). Selve bygningsskallet blir isolert for å hindre at bygninger blir for kalde eller varme, og for å sikre et behagelig innneklima. Utstyr i bygninger blir varmeisolert for å sikre at det fungerer riktig og for å redusere energibehovet. Generelt sett kan man si at beskyttelse mot varme- eller kuldetap ikke bare øker energieffektiviteten, men bidrar også til langsiktig driftsstabilitet på utstyret.

Mens hovedmålet med å isolere oppvarmings- og varmtvannsrør er å spare energi, krever kuldesystemer (som rør med kaldt vann til air-condition-systemer eller avsug til fryseanlegg) også beskyttelse mot kondens, og dermed korrosjon. Samtidig reduserer også isolasjon ytelsestapene i kjøleisolering. Industriutstyr isoleres for å stabilisere produksjonsprosesser (f.eks. for å opprettholde angitt temperatur), for å øke effektiviteten til utstyret og dermed redusere kostnadene. I tillegg beskytter isolasjon utstyret mot mekanisk slitasje, øker påliteligheten og øker levetiden ved å redusere driftssyklusene. Det bidrar til sikkerhet på jobben ved blant annet å senke kontakttemperaturen på overflaten av utstyr med høy temperatur. Videre gir teknisk isolasjon akustisk beskyttelse ved å redusere støy fra installasjoner og forbedrer dermed innneklimaet. Installasjonsmaterialer må overholde relevante brannsikringskrav, være enkelt å installere selv under vanskelige arbeidsforhold og, avhengig av bruksområde, være svært motstandsdyktig mot kjemikalier og fysiologisk sikkert.

I de påfølgende avsnittene blir sentrale krav til teknisk isolasjonsmateriell og viktige fysiske krav bli gjennomgått i detalj.

REDUSERE ENERGITAP

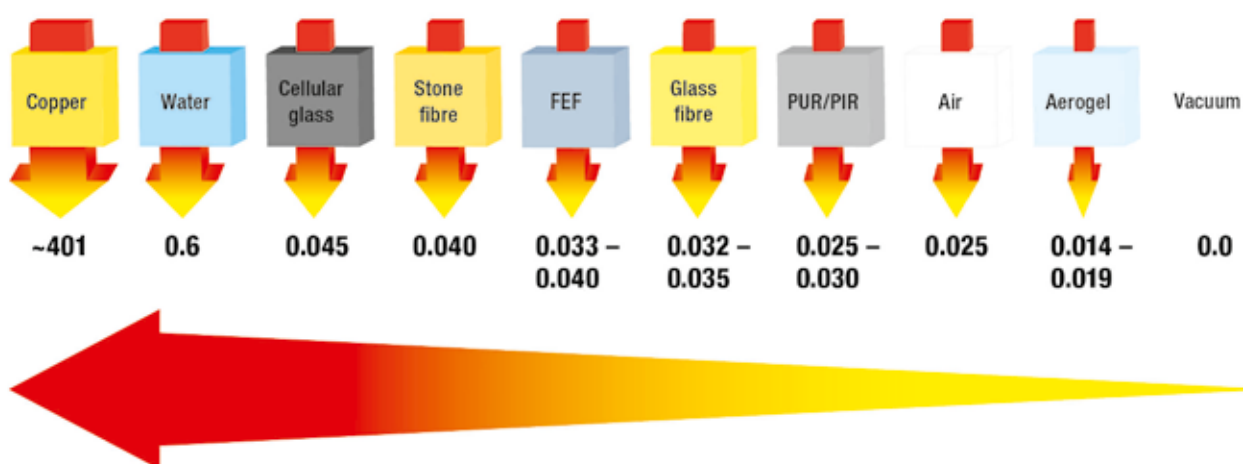
Tekniske isolasjonsmaterialer minimerer energitap, dvs. varme- eller kuldetap. Varme blir overført via konduksjon, konveksjon og stråling. Den viktigste fysiske egenskapen for vurdering av isolasjonsmaterialer er varmeledningsevne.

Varmeledningsevne

Varmeledningsevne er mengde varme som flyter gjennom 1 m² av en 1 m tykt lag av et stoff i ett sekund når temperaturforskjellen mellom de to overflatene er 1 K. Jo lavere varmeledningsevne, jo bedre er de isolerende egenskapene til et materiale og jo mindre energi går tapt. Enheten for varmeledningsevne er watt per meter og per kelvin [W / (m · K)]; og symbolet er den greske bokstaven lambda (λ). Varmeledningsevne er en temperaturavhengig materialkonstant, dvs. den øker (litt) etter hvert som temperaturen øker. På grunn av dette oppgir ansvarlige produsenter av isolasjonsma-

teriell bare varmeledningsevnen til produktene sine i kombinasjon med rørtemperatur. Dette skrives vanligvis som en indeks, f.eks. for AF/Armaflex: $\lambda_{0^{\circ}\text{C}} \leq 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Fleksible cellegummiisolasjonsmaterialer (FEF-materialer) har svært gode isolerende egenskaper. Avhengig av type cellegummi ligger varmeledningsevnen mellom 0,033 og 0,040 W/(m · K) ved en rørtemperatur på 0° C. Hvis en bestemt varmestrøm er nødvendig (dvs. må ikke overskrides) kan man spare plass ved å variere tykkelsen på isolasjonen.



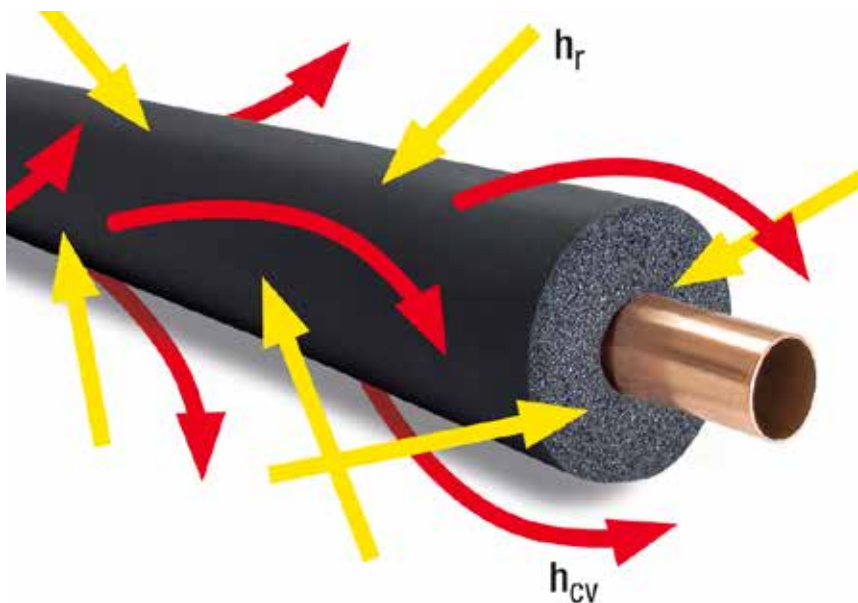
Figur 2: Varmeledningsevnen til ulike materialer: jo lavere λ -verdi, desto høyere isolasjonsevne

Varmeoverføring

Varmeoverføringen, dvs. overføring av varme mellom en væske og en solid vegg (f.eks. vegg i et rør eller fartøy), blir i hovedsak påvirket av konveksjon og stråling og beskrives av varmeoverføringskoeffisienten. Det gjøres et skille mellom indre varmeoverføring (dvs. overføring av varme mellom rør og fartøy-medium og vegg på rør eller fartøy) og ytre varmeoverføring (dvs. overføring av varme mellom vegg på rør eller fartøy eller isolasjonsmateriale og omgivelsene).

Varmeoverføringskoeffisienten består vanligvis av varmeoverføring gjennom konveksjon og stråling.

Til forskjell fra varmeledningsevne, er varmeoverføringskoeffisienten ikke en konstant per materiale, men avhenger av type flytende medium, hastighet, overflatestruktur (ru eller glatt, glansfull eller matt) og andre parametere.

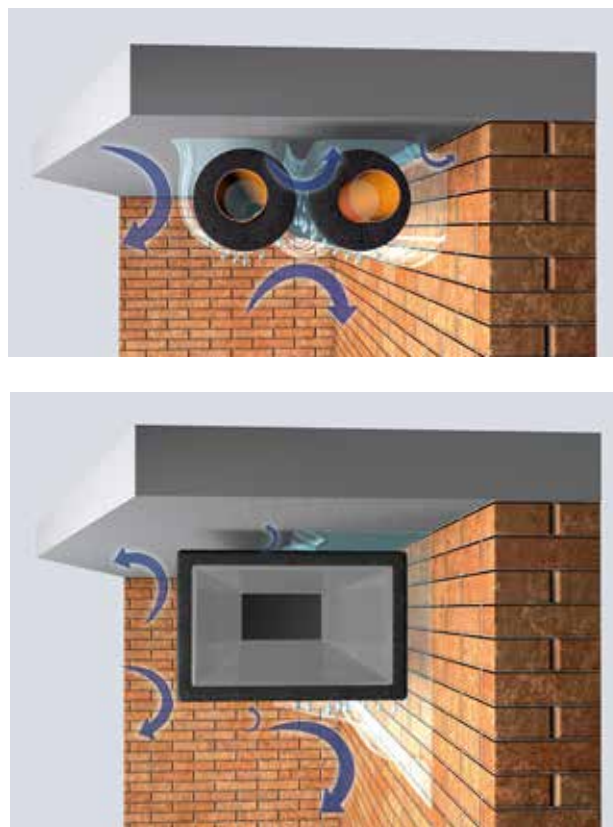


h_{cv} = heat transfer through convection
 h_r = heat transfer through radiation

Figur 3: Varmeoverføringskoeffisient

Konveksjon

Konveksjonsdelen av varmeoverføringskoeffisienten gir et betydelig bidrag til forebygging av kondens på overflaten av isolasjonsmaterialet. Jo raskere luften i omgivelsene strømmer, desto mer varme blir transportert. På grunn av dette er det viktig å sikre at rør og kanaler ikke legger for nær hverandre eller til vegger og andre installasjoner. I tillegg til problemer med å installere isolasjonsmateriale riktig, er det også fare for at det kan bli etablert oppbyggingssoner. I disse områdene blir sirkulasjonen av luft (konveksjon) som er nødvendig for å sikre en tilstrekkelig høy overflatetemperatur stoppet, dvs. i en slik oppbyggingssone er varmeoverføringskoeffisienten lavere fordi bidraget fra konveksjonen blir redusert. Som et resultat blir risikoen for kondens betydelig større.



Figur 4: Konveksjon

„Viktigheten av et isolasjonssystem blir ofte først synlig når det svikter: drypping eller is på rør, fuktighet på senkede himlinger, korrosjon under isolasjonen, raskt stigende energiforbruk og selv forstyrrelser i industrielle prosesser, forhold som kan gi enorme kostander på grunn av vedlikeholdsarbeid og driftsstans.“

Emissivity (ϵ) of various surfaces	
Material and surface condition	$\epsilon = a$
Aluminium foil, shiny	0.05
Aluminium, oxidized	0.13
Steel, galvanized, shiny	0.26
Steel, galvanized, dusty	0.44
Stainless austenitic steel	0.15
Alu-zinc, smoothly polished	0.16
Arma-Chek Silver	0.83
Paint-coated sheet metal	0.90
Plastic covering	0.90
Flexible elastomeric foam	0.93
Arma-Chek R	0.93
Arma-Chek D	0.94

Figur 5: Utslipps- og absorpsjonskoeffisienter på overflaten av ulike materialer

Varmestråling

Varmestråling er en type varmeoverføring hvor varmen blir transportert av elektromagnetiske bølger. Transport av energi gjennom stråling er ikke begrenset til ett overføringsmedium. Til forskjell fra varmeledning eller konveksjon (varmestrøm), kan varmestråling også spres i et vakuum. Ved varmestråling består mekanismen bak varmeoverføringen av to underprosesser:

- Utslipp: varme blir omdannet til strålingsenergi på overflaten av et objekt med høyere temperatur.
- Absorpsjon: strålingen som treffer overflaten til en objekt med lavere temperatur blir omdannet til varme.

Mørke objekter avgir mer strålingsenergi enn lysere objekter. På den andre siden absorberer også mørke objekter mer varmeenergi enn lyse objekter.

Målet for strålingsevnen til et materiale er emisjonskoeffisienten ϵ . Målet for absorpsjonsevnen er absorpsjonskoeffisienten a . Strålingsevnen til et objekt med en bestemt farge er nøyaktig lik absorpsjonskraften. Et helt svart objekt har størst absorpsjonskraft eller strålingsevne. Figur 5 viser strålings- og absorpsjonskoeffisientene for noen overflater i et isolasjonssystem. Som det fremgår av tabellen er det i stor grad type overflate på isolasjonsmaterialet eller kappen, utover virkningen av andre glansfulle objekter, som avgjør bidraget av stråling αS i varmeoverføringskoeffisienten. Et isolasjonsmateriale som består av syntetisk gummi absorberer mye mer varmeenergi enn for eksempel aluminiumsfolie. Dette har svært positiv effekt på hvilken tykkelse som er nødvendig på isolasjonen for å kontrollere kondens, dvs. jo høyere absorberende evne, jo tynnere isolasjon er nødvendig for å forhindre kondens.

BESKYTTELSE MOT INNTRENGING AV FUKTIGHET

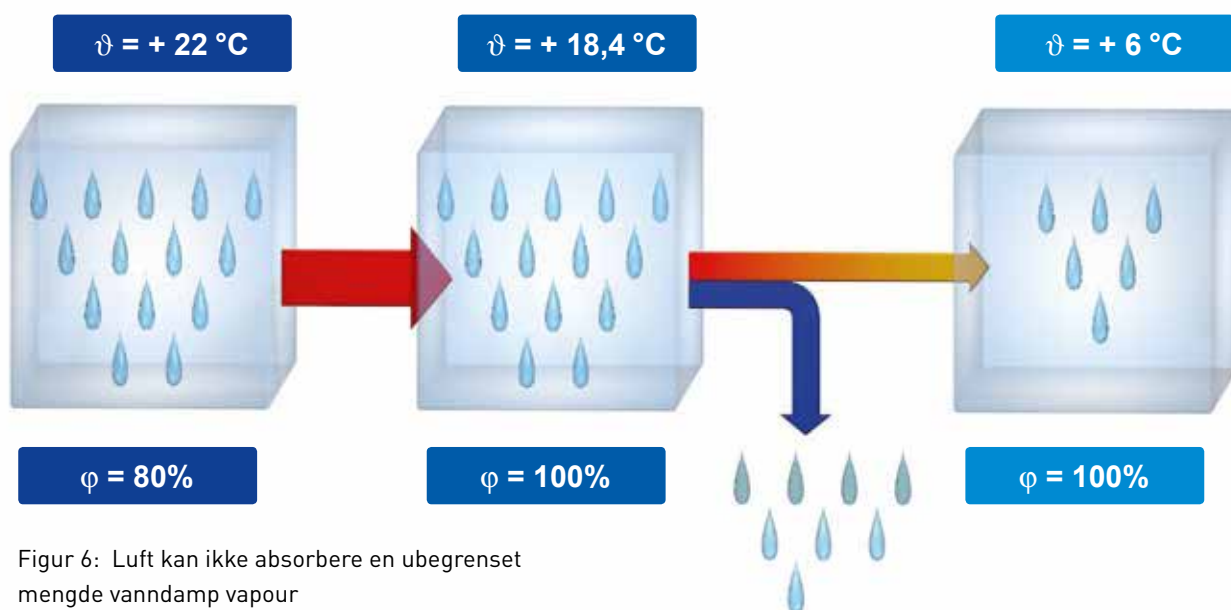
Ved kjøleisolering må isolasjonen beskytte mot inntrengning av fuktighet. På den ene siden oppstår fuktighet på grunn av kondens på overflaten av rørene med rørtemperatur under lufttemperaturen. På den andre siden kan vanndamp diffusere inn i isolasjonsmaterialet som følge av forskjell i damptrykket, noe som raskt fører til fuktig isolasjon.

Forebygge kondens

Luften som omgir oss består av ulike gasser og vanndamp. Innholdet av vanndamp i luften kan variere mye. For eksempel kan innholdet av vanndamp i luften på anlegg hvor det brukes mye vann som f.eks. bryggerier eller slakterier være mye høyere enn i et vanlig kontorbygg. Likevel er luftens evne til å absorbere fuktighet i form av vanndamp begrenset. Generelt kan varm luft absorbere mer vann enn kald luft. I praksis betyr dette at når atmosfærisk luft med en bestemt temperatur og et bestemt innhold av vanndamp kjøles ned

i nærheten av et kaldt rør, reduseres luftens evne til å absorbere vann (se Figur 6).

Den samlede mengden av vanndamp som finnes i luft refereres til som absolutt luftfuktighet og måles i gram per kubikmeter luft (g/m³). Maksimal luftfuktighet på den andre siden, er den maksimale mengden vanndamp som en kubikmeter luft kan inneholde. Dette er avhengig av temperatur, dvs. at mengden er mindre i kjøligere luft enn i varmere luft. For eksempel kan luft ved 30 °C absorbere maksimalt 30,3 g vann, mens luft ved 5 °C kan absorbere maksimalt 6,8 g. Hvis mettet luft kjøles ned fra 30 °C til 5 °C, vil 23,5 g vann bli frigjort. Absolutt luftfuktighet settes vanligvis i relasjon til maksimal luftfuktighet for å nå relativ luftfuktighet. Denne verdien blir multiplisert med 100, og gir en prosentverdi for relativ luftfuktighet. Symbolet som brukes er den greske bokstaven ϕ (phi).



Figur 6: Luft kan ikke absorbere en ubegrenset mengde vanndamp vapour

Duggpunktstemperatur og kondens

Siden mengde vanndamp ikke blir redusert etter hvert som luften kjøles ned, stiger grad av metning av luften når temperaturen går ned. Ved en bestemt temperatur er luften 100 % mettet.

Denne temperaturen er kjent som duggpunktstemperatur. Hvis luften fortsetter å kjøles ned på objektet, vil noe av vannet ikke lenger være absorbert i form av (usynlig) vanndamp, men bli til flytende vann. Kondens blir dannet. For å forhindre kondens er det nødvendig å sikre at overflatetemperaturen på hele isolasjonen alltid er minst like høy, eller aller helst, høyere enn duggpunktstemperaturen i omgivelsesluften.

Vanndampdiffusjon

Vanndampdiffusjon (også kjent som dampdiffusjon) er den naturlige bevegelsen til vanndamp gjennom bygge- og isolasjonsmaterialer. Den drivende kraften er forskjellen i vanndamptrykket på de to sidene av en komponent. Vanndamp beveger seg fra den ene siden med høyere trykk i retning lavere trykk. Vanndamptrykket avhenger av temperaturen og relativ luftfuktighet. Motstandsevnen mot vanndampdiffusjon, også kjent som μ -verdien (uttales my), indikerer hvor mange ganger større diffusjonsmotstanden til et lag med bygningsmateriell er sammenlignet med et statisk luftlag med samme tykkelse. μ er en temperaturavhengig, dimensjonsløs egenskap ved materialet. Jo lavere μ -verdi på et isolasjonsmateriale, jo større økning i fuktinnholdet i isolasjonen på grunn av diffusjonsprosesser, som igjen fører til økt energitap. Avhengig av type elastomer, har Armaflex en motstand mot vanndampdiffusjon med opptil $\mu = 10\,000$. I enkeltstående tilfeller er verdier på opptil $\mu = 20\,000$ blitt nådd.

Vanndampdiffusjon tilsvarende tykkelsen på luftlaget

En annen egenskap for motstandsevne mot vanndampdiffusjon er vanndampdiffusjon tilsvarende tykkelsen på luftlaget (sd-verdi). Til forskjell fra μ -verdien, tar denne verdien også hensyn til tykkelsen på byggematerialet. Den gir en klar beskrivelse på motstandsevnen mot vanndampinntrengning ved å indikere tykkelsen som et statisk lag med luft må ha for at det skal være samme diffusjonsflyt under de samme vilkårene som materialet som blir undersøkt. Sd-verdien beskriver hvor godt eller dårlig et bygningsmateriale fungerer som diffusjonsbrems. Som Figur 4 viser, må det statiske luftlaget være 190 m tykt for å bygge opp den samme motstanden mot dampdiffusjon som 19 mm AF/Armaflex.

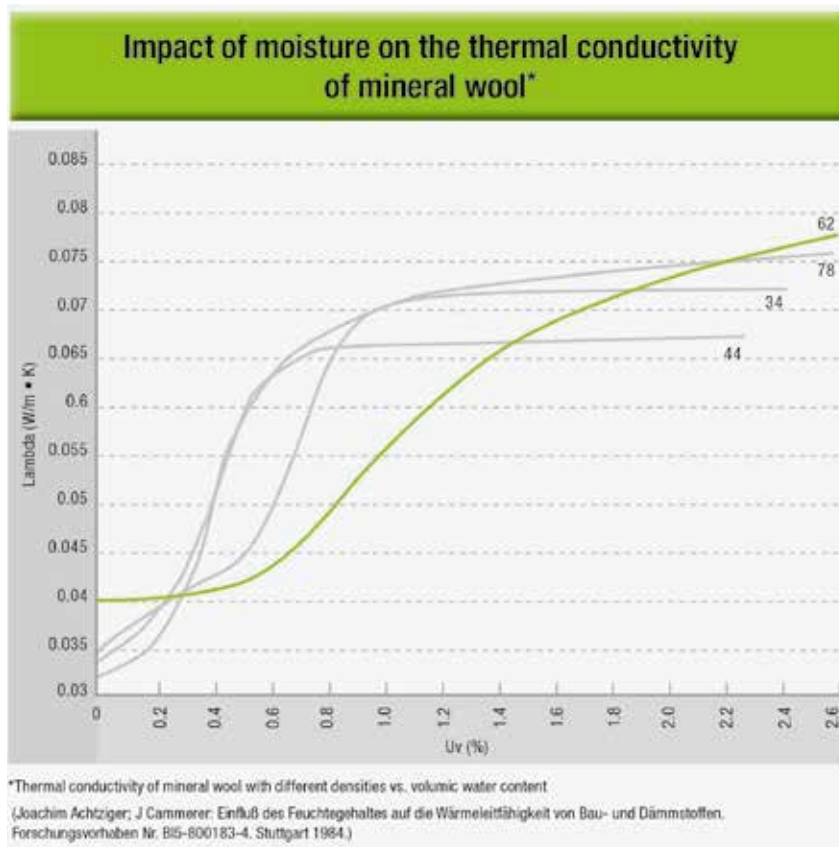
Water vapour diffusion equivalent air layer thickness of various materials	
Insulation	Water vapour diffusion equivalent air layer thickness
Air $\mu \sim 1, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 0.1 \text{ m}$
Mineral wool $\mu \sim 1, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 0.1 \text{ m}$
Polyurethane $\mu \sim 100, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 10 \text{ m}$
FEF $\mu \geq 5\,000, s = 100 \text{ mm}$ $s = 19 \text{ mm}$	$s_d = 500 \text{ m}, s_s = 95 \text{ m}$
AF/Armaflex $\mu \geq 10\,000, s = 100 \text{ mm}$ $s = 19 \text{ mm}$	$s_d = 1\,000 \text{ m}, s_s = 190 \text{ m}$

Figur 7: Vanndampdiffusjon tilsvarende tykkelsen på luftlaget ved ulike materialer

Høye energitap på grunn av fuktabsorpsjon

Ved kjøleisolering er det helt avgjørende at isolasjonsmaterialet er beskyttet mot inntrengning av fuktighet. Den isolerende effekten til et materiale blir kraftig svekket av fuktighet. Ved valg av tykkelsen på isolasjonen til kjøleisoleringer det nødvendig å huske ved bruk av isoleringsmaterialet med lav μ -verdi, kan energitapet øke dramatisk over tid etter hvert som fuktighet trenger inn. Vann har mye høyere varmeledningsevne enn isoleringsmaterialer. Absorpsjon av fuktighet fører alltid til en økning i varmeledningsevnen til isolasjonsmaterialet og reduksjon i materialets isolerende kapasitet. Med hver vol.-% fuktighetsinnhold, øker varmeledningsevnen og den isolerende effekten svekkes. Konsekvensene er ikke bare høyere energitap, men også et fall i overflatetemperaturen. Hvis denne faller under duggpunktstemperaturen, oppstår kondens. Kun hvis varmeledningsevnen til isolasjonsmaterialet ikke øker betydelig som et resultat av gjennomfuktning, kan man være trygg på at overflatetemperaturen vil forbli over duggpunktet selv etter mange års bruk.

Økning i varmeledningsevnen til isolasjonsmaterialer og sammenhengen med fuktighetsinnholdet ble dokumentert av Joachim Achtziger og J. Cammerer allerede på 1980-tallet. De undersøkte hvordan fuktighet påvirket den isolerende evnen til ulike isolasjonsmaterialer av mineralull med rå tetthet mellom 34 og 78 kg/m³.



Figur 8: Effekt av fuktighet på varmeledningsevnen til mineralull



Det skal ikke se slik ut: isolasjon som fungerer godt i starten men som det dannes kondens eller til og med is på etter at utstyret har vært i bruk en tid.

Det skal være slik: egnede, riktig dimensjonerte isolasjonsmaterialer forebygger kondens



Isolasjonsmaterialet ble montert på et kobberrør med diameter 35 mm, rørtemperatur på 60 °C og omgivelsestemperatur på 22 °C. Som vist i Figur 8 er varmeledningsevnen til isolasjonsmateriale av mineralull med en tetthet på 62 kg/m³ (grønn linje) 0,040 W/(m · K) ved 0 % fuktinnhold, og stiger til 0,075 W/(m · K) når fuktinnholdet er 2,5 %. Selv i tilfeller med tilsvarende liten fuktabsorpsjon, må tykkelsen på isolasjonen firedobles (fra 30 mm til 120 mm) for å oppnå samme energibesparelse.

Fleksible cellegummiisolasjonsmaterialer (FEF) har en fullstendig lukket cellstruktur og høy motstandsevne mot vandampdiffusjon. I tilfelle med Armacell isolasjonsmateriale er diffusjonsbremsen ikke konsentrert i en tynn folie eller tilsvarende, men bygd opp gjennom hele isolasjonens tykkelse – celle for celle. En separat diffusjonsbrems er derfor ikke nødvendig.

Høyere energibesparelser takket være optimal isolasjon

Forebygging av kondens på overflaten er et minstekrav som ethvert isolasjonsmateriale må levere på lang sikt, og selv under kritiske forhold. Forutsetningene for dette er at kvaliteten på både materialet og håndverket er høy, og at riktig tykkelse på isolasjonen er installert. Kravstillere og installatører som ofrer kvalitet for å holde kostnadene nede, som ikke bruker egnede materialer eller spesifiserer og installerer isolasjonsma-

teriale med for liten tykkelse, tar en risiko som er vanskelig å beregne. Minimum tykkelse på isolasjonsmaterialet som bare forhindrer kondens, er vanligvis ikke optimalt designet for å redusere energitap. Bruk av større tykkelse på isolasjonsmaterialet gir betydelige energibesparelser og reduksjon i CO₂-utslipp. Høyere grad av isolasjon dvs. tykkelse som gjør mer enn å hindre kondens, krever noe høyere investeringer, men disse betaler seg med årene og betydelige økonomiske besparelser kan oppnås bare etter noen få år.



AUTHOR

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.
00417 | Part-2 Cold applications | KnowHow | 092020 | 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

 **armacell**[®]
MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD