

Suojaus energiahäviöiltä

Teknisten eristemateriaalien positiivinen vaikutus mekaanisten laitteistojen luotettavuuteen jää yleensä näkymättömiin. Silti toimivat eristemateriaalit ovat erittäin tärkeitä: ne parantavat laitteiston energiatehokkuutta, estävät kondenssia, varmistavat suojauksen korroosiolta, vähentävät melupäästöjä ja pitävät teollisuuden laitteet käynnissä.

www.armacell.fi



Eristys lisää
mekaanisten
laitteiden
tehokkuutta





MIKSI TEKNISET LAITTEET ON ERISTETTÄVÄ?

Teknisten eristemateriaalien positiivinen vaikutus mekaanisten laitteistojen luotettavuuteen jää yleensä näkymättömiin. Silti toimivat eristemateriaalit ovat erittäin tärkeitä: ne parantavat laitteiston energiatehokkuutta, estävät kondenssia, varmistavat suojauksen korroosiolta, vähentävät melupäästöjä ja pitävät teollisuuden laitteet käynnissä. Eristysjärjestelmän merkitys ilmenee usein vasta sitten, kun järjestelmä vikaantuu: jäätä putkilla ja laitteille

muodostuvan kondenssin aiheuttamaa kosteutta ripustetuissa katoissa, teollisten prosessien häiriöitä, jotka vaativat kalliita huoltotöitä ja käyttökatkoksia tai nopeasti nouseva energiankulutus, muutamia esimerkkejä mainitaksemme. ExxonMobil Chemicalin tekemän tutkimuksen mukaan 40–60 % putkien huoltotöiden kustannuksista on eristeen alla esiintyvän korroosion (CUI) aiheuttamaa. Yleisin syy on kostea eriste, jota ei havaita.



Katosta tippuva kondenssivesi on viimeinen asia, jonka toivot näkeväsi

Eristystekniikassa rakennuksen vaipan eristuksen ja teknisten laitteiden (esimerkiksi putkisto ja LVI-laitteet) eristys erotetaan toisistaan. Rakennuksen vaipassa on lämpöeristys lämmitettyjen rakennusten jäähtymisen tai jäähdytettujen rakennusten lämpenemisen minimoimiseksi ja mukavan sisäilmaston tuottamiseksi. Talotekniikan laitteet on eristetty niiden oikean toiminnan varmistamiseksi ja energiankulutuksen pienentämiseksi. Yleisesti ottaen lämpö- tai kylmähäviöiltä suojautuminen ei siis pelkästään paranna energiatehokkuutta vaan se myös varmistaa laitteiden pitkäaikaisen käyttövarmuuden.

Lämmitys- ja kuumavesiputkien eristämisen päätarkoitus on energian säästäminen, mutta kylmäjärjestelmissä (kuten ilmastointijärjestelmien jäähdytettä vettä siirtävissä putkissa tai kaupallisten pakastinten imuputkissa) vaaditaan suojaus myös kondenssilta ja siten korroosiolta. Samalla eristys pienentää myös kylmäeristysten tehohäviöitä. Teollisuuden laitteet eristetään tuotantoprosessien vakauttamiseksi (esimerkiksi määritettyjen toimintalämpötilojen ylläpitämiseksi), laitteiston hyötysuhteen parantamiseksi ja siten kustannusten alentamiseksi. Lisäksi eristys suojaa laitteistoa mekaanisilta vaikutuksilta, parantaa pitkäaikaista luotettavuutta ja pidentää käyttöikää vähentämällä käyttöjaksoja. Se parantaa työturvallisuutta esimerkiksi alentamalla kuumien laitteiden pintojen kosketuslämpötilaa. Lisäksi tekninen eristys parantaa akustista suojausta pienentämällä asennusten tuottamaa melua, ja se parantaa sisäilmaa. Eristämateriaalien on täytettävä voimassa olevat palontorjuntamääräykset, niiden asennusten on oltava helppoa myös vaikeissa työskentelyolosuhteissa ja – käyttökohteesta riippuen – niiden on kestävä kemikaaleja erittäin hyvin ja oltava fysiologisesti turvallisia.

Seuraavassa kuvataan teknisten eristämateriaalien keskeisiä vaatimuksia ja tärkeimpiä fysikaalisia ominaisuuksia yksityiskohtaisesti.

ENERGIAHÄVIÖIDEN PIENENTÄMINEN

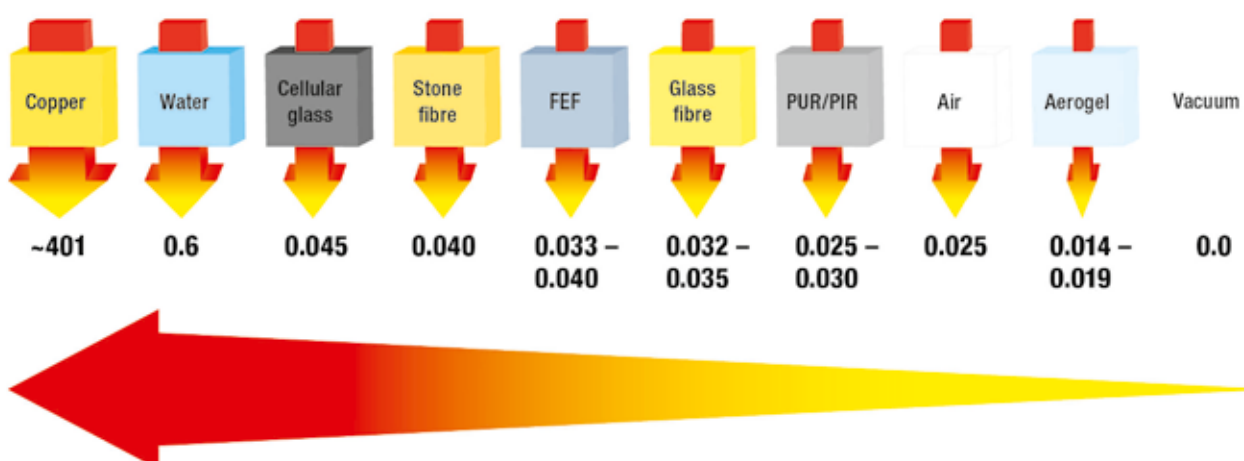
Tekniset eristemateriaalit minimoivat energiahäviöt, siis lämpö- tai kylmähäviöt. Lämpö siirtyy johtumalla, konvektiona tai säteilemällä. Eristemateriaalien arvioinnin tärkein fysikaalinen ominaisuus on lämmönjohtavuus.

Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus on pinta-alaltaan 1 m² ja paksuudeltaan 1 m olevan materiaalikerroksen läpi virtaavan lämmön määrä, kun kahden pinnan välinen lämpötilaero on 1 K. Mitä pienempi lämmönjohtavuus on, sitä paremmin materiaali eristää ja sitä pienemmät energiahäviöt ovat. Lämmönjohtavuuden yksikkö on watti metriä ja kelviniä kohti [W / (m · K)] ja sen symboli on kreikkalainen kirjain lambda (λ). Lämmönjohtavuus on lämpötilariippuvainen materiaalivakio, se siis kasvaa (hieman) lämpötilan noustessa. Tämän vuoksi luotettavat eristeiden valmistajat ilmoit-

tavat tuotteidensa lämmönjohtavuuden ainoastaan yhdessä linjan lämpötilan kanssa. Yleensä arvo kirjoitetaan indeksinä, esimerkiksi AF/Armaflexille: $\lambda_{0^{\circ}\text{C}} \leq 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Joustavien elastomeerieristemateriaalien (FEF) eristysominaisuudet ovat erittäin hyvät. Elastomeerin tyypistä riippuen lämmönjohtavuus on 0,033–0,040 W/(m · K), kun linjan lämpötila on 0 °C. Jos vaaditaan tietty lämpötilavirta (jota ei esimerkiksi saa ylittää), voidaan tilaa säästää vaihtelemalla eristyksen paksuutta.



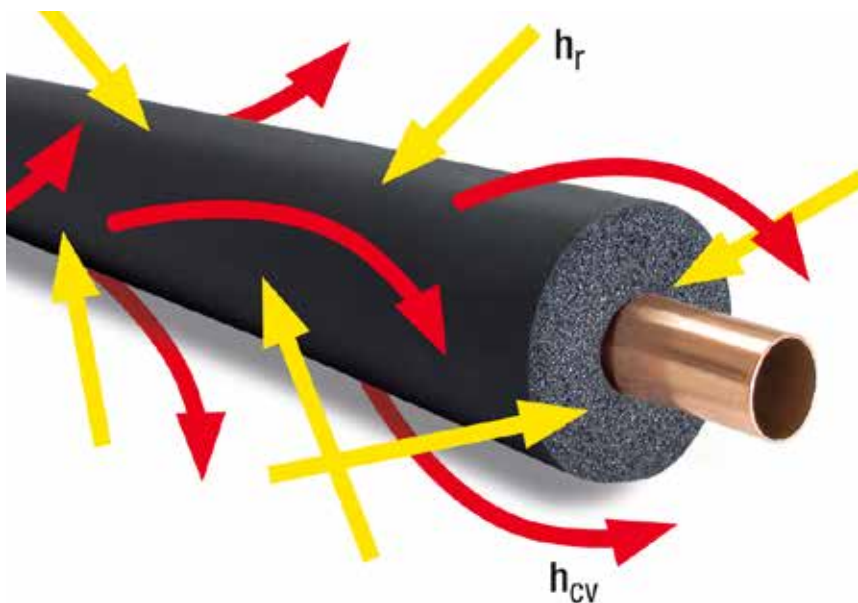
Kuva 2: Eri materiaalien lämmönjohtavuus: mitä pienempi λ -arvo on, sitä parempi eristyskapasiteetti on

Lämmön siirtyminen

Lämmön siirtymiseen, siis lämmön kulkeutumiseen nesteen ja kiinteän seinän välillä (esimerkiksi putken tai astian seinämä) vaikuttaa lähinnä konvektio ja säteily, ja sitä kuvaa lämmönsiirtymiskerroin. Lämmön siirtymisessä erotetaan toisistaan sisäinen lämmön siirtyminen (lämmön siirtyminen putken tai astian väliaineen ja putken tai astian seinämän välillä) ja ulkoinen lämmön siirtyminen (lämmön siirtyminen putken tai astian seinämän tai sen eristysmateriaalin ja ympäröivän väliaineen välillä).

Yleensä lämmönsiirtymiskerroin muodostuu lämmön siirtymisestä konvektion avulla sekä lämmön siirtymisestä säteilyn avulla.

Toisin kuin lämmönjohtavuus, lämmönsiirtymiskerroin ei ole materiaalivakio, vaan se riippuu virtaavan väliaineen tyypistä, virtausnopeudesta, pinnan rakenteesta (karkea vai tasainen, kiiltävä vai matta) ja muista parametreista.



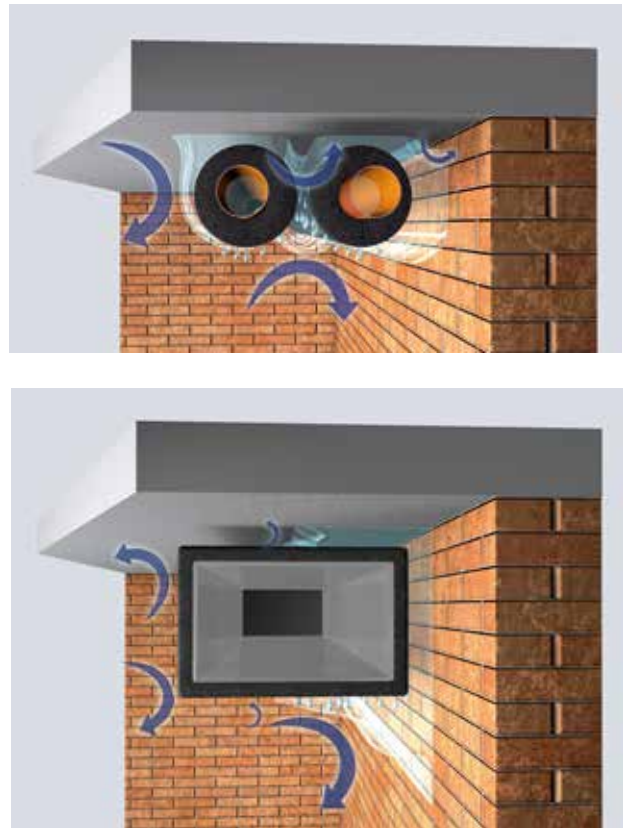
h_{cv} = heat transfer through convection

h_r = heat transfer through radiation

Kuva 3: Lämmönsiirtymiskerroin

Konvektio

Lämmönsiirtymiskertoinen konvektiivinen osa estää huomattavasti kondenssin muodostumista eristemateriaalin pinnalle. Mitä nopeammin ympäristön ilma virtaa, sitä enemmän lämpöä kulkeutuu ilman mukana. Tämän vuoksi on käytännössä erittäin tärkeää varmistaa, että putket ja kanavat eivät ole liian lähellä toisiaan, seiniä tai muita asennuksia. Eristemateriaalin oikean asennuksen vaikeuksien lisäksi, jos tästä on kyse, on myös riski pysähtymisvyöhykkeen muodostumisesta. Näillä alueilla riittävän korkeaa pintalämpötilaa varten tarvittava ilman kierto (konvektio) on pysähtynyt, jolloin tällaisten pysähtymisvyöhykkeiden lämmönsiirtymiskerroin on matalampi, sillä konvektion tuottama osuus pienenee. Tämän vuoksi kondenssin riski kasvaa huomattavasti.



Kuva 4: Konvektio

„Eristysjärjestelmän merkitys käy usein ilmeiseksi vasta, kun järjestelmä vikaantuu: tippuvat tai jäiset putket, kosteat ripustetut katot, eristeiden alla esiintyvä korroosio, nopeasti nouseva energiankulutus ja jopa teollisten prosessien keskeytyminen, joka voi aiheuttaa valtavia kustannuksia käyttökatkosten ja kunnossapitotöiden vuoksi.“

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

Kuva 5: Eri materiaalien pintojen emissio- ja absorptio-kertoimet

Lämpösäteily

Lämpösäteily on lämmönsiirtotyyppi, jossa lämpö kulkeutuu sähkömagneettisten aaltojen välityksellä. Energian kulkeutuminen säteilyn välityksellä ei kuitenkaan rajoitu yhteen siirtoväliaineeseen. Toisin kuin lämmön johtuminen tai konvektio (lämpövirtaus), lämpösäteily voi edetä myös tyhjiössä. Lämpösäteilyn tapauksessa lämmönsiirtymismekanismi muodostuu kahdesta aliprosessista.

- Emissio: lämpö muuttuu säteilyenergiaksi korkeammassa lämpötilassa olevan kappaleen pinnalla.
- Absorptio: alemmassa lämpötilassa olevan kappaleen pintaan osuva säteily muuttuu lämmöksi.

Tummat kappaleet emittoivat enemmän energiaa kuin väriltään vaaleat kappaleet. Toisaalta tummat kappaleet myös absorboivat enemmän lämpöenergiaa kuin väriltään vaaleat kappaleet.

Materiaalin emissiokapasiteetin yksikkö on emissiokerroin ϵ . Absorptiotehon mittayksikkö on absorptiokerroin a . Tietyn värisen kappaleen emissiokapasiteetti on yhtä suuri kuin sen absorptioteho. Täysin mustan kappaleen absorptio- ja emissioteho on suurin. Kuvassa 5 esitetään eristysjärjestelmien joidenkin pintojen emissio- ja absorptiokertoimet. Kuten taulukosta käy ilmi, nimenomaan eristemateriaalin tai sen vaipan pinta määrittää – muiden kiiltävien kappaleiden vaikutuksen lisäksi – säteilyn αS vaikutuksen lämmönsiirtymiskertoimeen. Synteettiseen kumiin perustuva eristemateriaali absorboi paljon enemmän lämpöenergiaa kuin esimerkiksi alumiinikalvo. Tällä on äärimmäisen positiivinen vaikutus kondenssin ehkäisyyn vaadittavan eristyksen paksuuteen, sillä mitä suurempi absorptioteho on, sitä ohuempi paksuus tarvitaan kondenssin ehkäisyyn.

KOSTEUDEN IMEYTYMISELTÄ SUOJAUTUMINEN

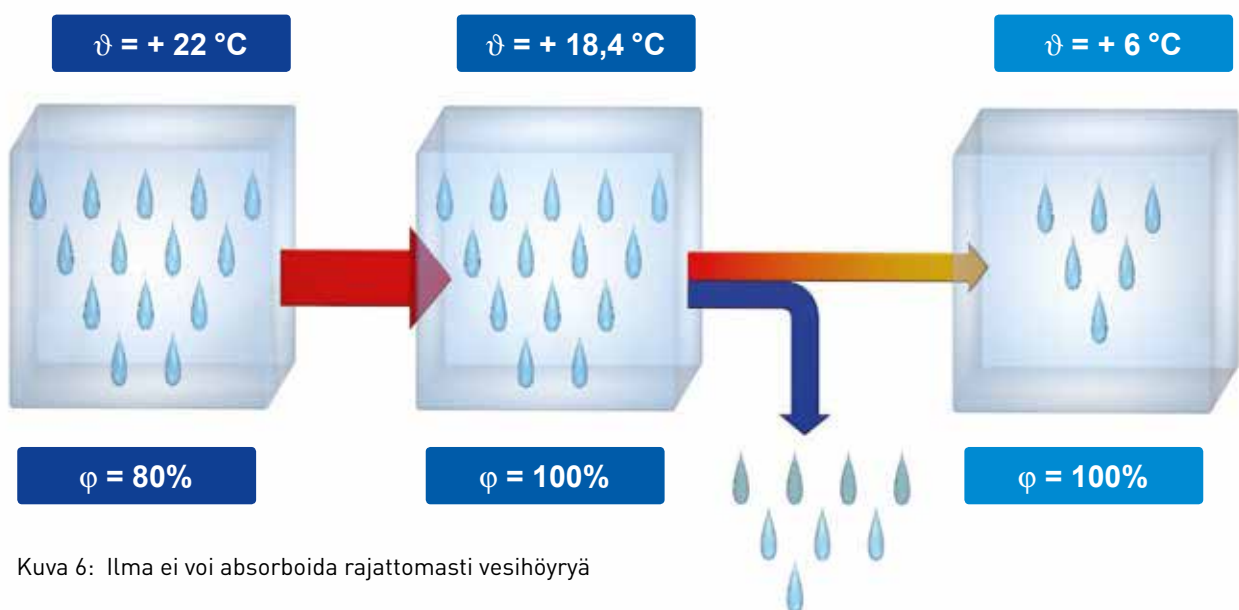
Kylmäeristyksissä eriste on suojattava kosteuden imeytymiseltä. Toisaalta kosteutta esiintyy kondensaation vuoksi putkien pinnalla, kun linjan lämpötila on ympäristön lämpötilaa alempi. Toisaalta taas vesihöyry voi tunkeutua eristemateriaaliin höyrynpaineen eron vuoksi, jolloin eriste kastuu varsin pian.

Kondensaation estäminen

Meitä ympäröivä ilma muodostuu erilaisista kaasuista sekä vesihöyrystä. Ilman vesihöyrypitoisuus voi vaihdella suuresti. Esimerkiksi paljon vettä käyttävissä laitoksissa, kuten panimoissa ja teurastamoissa, ilman vesihöyrypitoisuus on paljon suurempi kuin tavallisessa toimistorakennuksessa. Toisaalta ilman kyky absorboida kosteutta vesihöyryn muodossa on rajallinen. Yleisesti ottaen voi sanoa, että lämmin ilma voi absorboida enemmän vettä kuin kylmä ilma. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kun tietyssä lämpötilassa oleva ja tietyn määrän vesihöyryä sisältävä

ilmakehän ilma jäähtyy kylmän putken lähellä, sen kyky absorboida vettä alenee (katso kuva 6).

Ilmassa olevan vesihöyryn todellista määrää kutsutaan absoluuttiseksi kosteudeksi ja se mitataan grammoina kuutiometriä kohti (g/m³). Suurin kosteus taas ilmaisee suurimman määrän vesihöyryä, jonka yksi kuutiometri ilmaa voi sisältää. Se riippuu lämpötilasta, ja alemmassa lämpötilassa määrä on pienempi kuin korkeammassa lämpötilassa. Esimerkiksi lämpötilaltaan 30 °C oleva ilma voi absorboida enintään 30,3 g vettä, kun taas 5 °C:n lämpötilassa ilma voi absorboida enintään 6,8 g. Jos kylläinen ilma jäähtyy 30 °C:n lämpötilasta 5 °C:n lämpötilaan, vapautuu 23,5 g vettä. Yleensä absoluuttinen kosteus ilmaistaan suhteessa suurimpaan kosteuteen, jolloin saadaan suhteellinen kosteus. Tämä arvo kerrotaan arvolla 100, jolloin saadaan suhteellisen kosteuden prosentuaalinen arvo. Tämän symboli on kreikkalainen kirjain ϕ (phi).



Kuva 6: Ilma ei voi absorboida rajattomasti vesihöyryä

Kastepiste ja kondensaatio

Koska vesihöyryn määrä ei vähene ilman jäähtyessä, ilman kylläisyysaste suurenee lämpötilan laskiessa. Tietyissä lämpötilassa ilma on 100-prosenttisesti kylläistä. Tätä lämpötilaa kutsutaan kastepisteeksi. Jos ilma jäähtyy esineen pinnalla lisää, osa vedestä ei enää absorboitu (näkyvämmänä) vesihöyrynä, vaan siitä tulee nestemäistä vettä. Tällöin muodostuu kondenssia, jota kutsutaan myös hikoiluksi. Kondenssin estämiseksi on varmistettava, että koko eristeessä eristeen pintalämpötila on aina vähintään yhtä korkea – tai mieluummin korkeampi – kuin ympäröivän ilman kastepiste.

Vesihöyryn diffuusio

Vesihöyryn diffuusio tarkoittaa vesihöyryn luonnollista liikettä rakenteen ja eristämateriaalien läpi. Diffuusio aiheutuu vesihöyryn paineen erosta komponentin eri puolilla. Vesihöyry liikkuu korkeamman paineen puolelta pienemmän paineen suuntaan. Vesihöyryn paine riippuu lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Vesihöyryn diffuusiovastus, jota kutsutaan myös μ -arvoksi (lausutaan myy), ilmaisee, miten monta kertaa suurempi rakennusmateriaalin kerroksen diffuusiovastus on kuin saman paksuinen staattisen ilman kerros. μ riippuu lämpötilasta, ja se on dimensioton materiaalin ominaisuus. Mitä alhaisempi rakennusmateriaalin μ -arvo on, sitä suurempi diffuusio-olosuhteiden eristeessä aiheuttama kosteussisällön suureneminen on, mikä puolestaan aiheuttaa energiahäviöiden kasvamista.

Elastomeerin tyypistä riippuen Armaflexin vesihöyryn diffuusiovastus on jopa $\mu = 10\,000$. Yksittäisissä tapauksissa saavutetaan jopa arvoja $\mu = 20\,000$.

Vesihöyryn diffuusion ekvivalentti ilmakerroksen paksuus

Toinen vesihöyryn diffuusiovastukseen liittyvä ominaisuus on vesihöyryn diffuusion ekvivalentti ilmakerroksen paksuus (s_d -arvo). Toisin kuin μ -arvo, tämä arvo ottaa huomioon myös rakennusmateriaalin paksuuden. Se tuottaa selkeän kuvauksen vesihöyryn diffuusiovastukselle ilmaisemalla, miten paksu staattisen ilmakerroksen olisi oltava, jotta sen diffuusiovirtaus olisi samoissa olosuhteissa sama kuin tutkittavan materiaalin. s_d -arvo kuvaa, miten hyvin tai huonosti rakennusmateriaali toimii höyrysulkuna. Kuten kuvassa 4 esitetään, staattisen ilmakerroksen olisi oltava 190 m paksu tuottaakseen saman vesihöyryn diffuusiovastuksen kuin 19 mm AF/Armaflexiä.

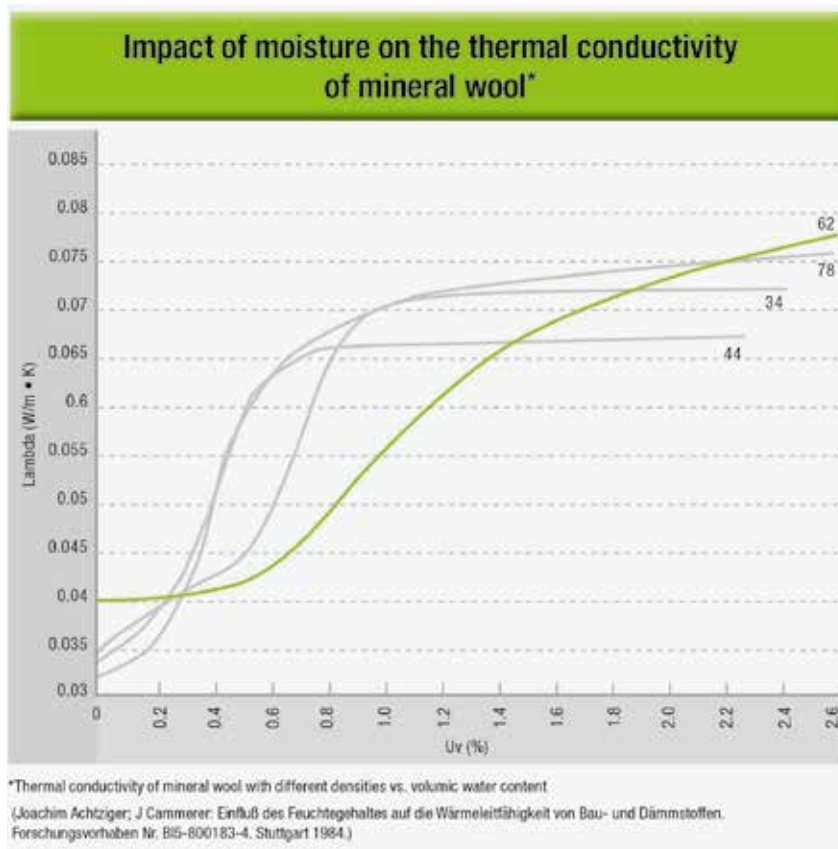
Water vapour diffusion equivalent air layer thickness of various materials	
Insulation	Water vapour diffusion equivalent air layer thickness
Air $\mu \sim 1, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 0.1 \text{ m}$
Mineral wool $\mu \sim 1, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 0.1 \text{ m}$
Polyurethane $\mu \sim 100, s = 100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

Kuva 7: Vesihöyryn diffuusion ekvivalentti ilmakerroksen paksuus

Kosteuden imeytymisen aiheuttamat suuret energiahäviöt

Kylmäeristyksissä on tärkeää, että eristemateriaali on suojattu kosteudelta. Kosteus heikentää materiaalin eristystehoa huomattavasti. Tämän vuoksi eristeen paksuutta tällaisissa käyttökohteissa valittaessa ja määrittäessä on muistettava, että μ -arvoltaan alhaisten eristemateriaalien energiahäviöt voivat suurentua käyttöiän aikana kosteuden imeytymisen vuoksi dramaattisesti. Vesi johtaa lämpöä paljon paremmin kuin eristemateriaalit. Kosteuden imeytyminen aiheuttaa aina eristemateriaalin lämmönjohtavuuden kasvua ja eristyskapasiteetin heikkenemistä. Lämmönjohtavuus kasvaa kunkin kosteuspitoisuuden tilavuusprosentin myötä ja eristeen teho heikkenee. Tämä aiheuttaa suurempien energiahäviöiden lisäksi myös pintalämpötilan alenemisen. Jos pintalämpötila laskee kastepisteen alapuolelle, esiintyy kondenssia. Pintalämpötilan pysyminen kastepisteen yläpuolella vielä vuosien käytön jälkeenkin on mahdollista taata ainostaan, jos eristemateriaalin lämmönjohtavuus ei nouse huomattavasti kosteuden imeytymisen vuoksi.

Joachim Achtziger ja J. Cammerer dokumentoivat eristemateriaalien lämmönjohtavuuden suurenemisen kosteussisällöstä riippuen jo 1980-luvulla. He tutkivat kosteuden vaikutusta erilaisten raakatiheydeltään $34\text{--}78\text{ kg/m}^3$ olevien mineraalivillojen eristyskapasiteetteihin.



Kuva 8: Kosteuden vaikutus mineraalivillan lämmönjohtavuuteen



Sen ei pitäisi mennä näin: eriste, joka toimii aluksi hyvin, mutta jolle muodostuu kondenssia tai – kuten tässä – jopa jäätä, kun laitteisto on ollut jonkin aikaa käytössä.

Näin sen pitäisi olla: sopivat, oikein mitoitettut eristemateriaalit estävät kondenssin.



Eristemateriaalit asennettiin kupariputkelle, jonka halkaisija oli 35 mm, linjalämpötila 60 °C ja ympäristön lämpötila 22 °C. Kuten kuvassa 8 kuvataan, tiheydeltään 62 kg/m³ olevan mineraalivillan (vihreä linja) lämmönjohtavuus on 0,040 W/(m · K), kun kosteus on 0 %, mutta kun kosteus on 2,5 %, arvo nousee 0,075 W/(m · K) tasolle. Tällaisen vähäisenkin kosteuden imeytymisen yhteydessä eristeen paksuus olisi kasvatettava nelinkertaiseksi (30 mm:stä 120 mm:iin) saman energiansäästön saavuttamiseksi.

Joustavien elastomeerieristeiden (FEF) rakenne on täysin umpisoluinen ja niiden vesihöyryn diffuusiovastus on suuri. Armacellin eristemateriaaleissa höyrösulku ei rajoitu ohueen kalvoon tai vastaavaan, vaan se muodostuu koko eristeen paksuudelle – solu solulta. Tämän vuoksi ei tarvita erillistä höyrösulkuja.

Suuremmat energiansäästöt ihanteellisen eristyksen avulla

Kondenssin pinnalla esiintymisen ehkäiseminen on vähimmäisvaatimus, joka jokaisen eristeen on täytettävä pitkäaikaisesti, myös kriittisissä olosuhteissa. Tämä edellyttää, että sekä materiaali että asentajien työ ovat laadukkaita ja että asennettava eristepaksuus on oikea. Määrittäjät ja asentajat, jotka tinkivät laadusta pitääkseen kustannukset alhaalla, jotka eivät käytä sopivia materiaaleja määritykseen ja asentavat liian pieniä eristepaksuuksia, ottavat valtavan riskin.

Pienin eristepaksuus, joka ainoastaan estää kondenssin, ei yleensä ole optimaalisesti suunniteltu pienentämään energiahäviöitä. Suurempien eristepaksuuksien asentaminen tuottaa huomattavasti suuremmat energia- ja CO₂-säästöt.

Suuremmat eristetasot – eristepaksuudet, jotka riittävät muuhunkin kuin kondenssin ehkäisyyn – vaativat hieman suuremman investoinnin, mutta ne maksavat itsensä takaisin käyttöiän aikana ja jo muutaman vuoden käytön jälkeen saavutetaan huomattavia taloudellisia säästöjä.



KIRJOITTAJA

Georgios Eleftheriadis

Armacell Manager Technical
Marketing EMEA

Kaikki tiedot ja tekniset erittelyt perustuvat tuloksiin, jotka on saatu testausstandardeissa määritellyissä olosuhteissa. Tuotteen sopiminen kulloiseenkin käyttökohteeseen on asiakkaan vastuulla. Asiakas on vastuussa myös ammattimaisesta ja oikeasta asennuksesta ja rakennusmääräysten noudattamisesta. Armacell on tehnyt parhaansa varmistaakseen, että tämän asiakirjan tiedot ovat paikkansapitäviä, ja kaikkien tässä asiakirjassa olevien lausuntojen, teknisten tietojen ja suositusten uskotaan olevan oikeita julkaisuhetkellä. Tilaamalla/vastaanottamalla tuotteita hyväksyt **Armacellin yleiset myyntiehdot**, jotka ovat voimassa alueellasi. Pyydä kopio myyntiehdosta, mikäli et ole vielä saanut niitä.

© Armacell, 2020. © ja TM ovat Armacell Groupin tavaramerkkejä ja ne on rekisteröity Euroopan unionissa, Amerikan yhdysvalloissa ja muissa maissa. 00420 | Part-2 Cold applications | KnowHow | 102020 | EMEA | FI

TIETOA ARMACELLISTA

Armacell, laitteiden eristykseen tarkoitettun joustavan vaahton keksijä ja teknisten vaahtojen johtava toimittaja, kehittää innovatiivisia ja turvallisia termisiä, akustisia ja mekaanisia ratkaisuja, jotka luovat lisäarvoa Armacellin asiakkaille. Armacellin tuotteet edistävät globaalia energiatehokkuutta ja tuottavat käyttäjilleen kestävää arvoa joka päivä. Yrityksellä on 3 100 työntekijää 24 tuotantolaitoksessa 16 eri maassa. Yrityksellä on kaksi päätoimialaa: kehittynyt eristys ja tekniset vaahtot. Armacell keskittyy teknisten laitteiden eristemateriaaleihin, tehokkaisiin vaahtoihin, joita käytetään high tech-sovelluksissa ja kevyissä sovelluksissa ja uuden sukupolven aerogeeli eristehuopateknologiaan. Lisätietoja: www.armacell.com.

Saat lisätietoja vieraillemalla osoitteessa:
www.armacell.fi