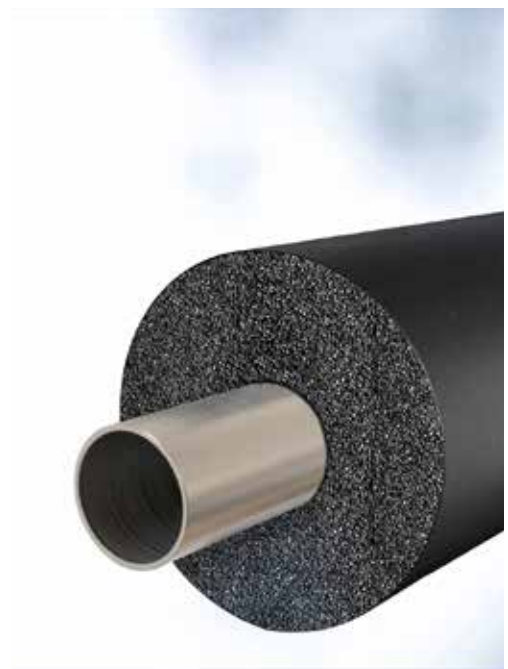


Kosteuden imeytyminen on estettävä

Kosteus voi haitata eristemateriaalin toimintaa huomattavasti. Kosteaa eriste on yhtä hyödytön kuin märkä villatakki talvella. Kosteuden absorboituminen ei ainoastaan aiheuta suurempia energiahäviöitä, vaan se myös suurentaa eristemateriaalin alla olevan korroosion todennäköisyyttä ja suurten ylläpito- ja korjauskustannusten riskiä.

www.armacell.fi



Kosteaa eriste ei eristä!

Elastomeerieristeet ovat umpisoluisia, ja ne estävät vesihöyryn läpäisyn tehokkaasti. Höyrysulku ei rajoitu pelkkään helposti vahingoittuvaan alumiinikalvoon, vaan koko eristemateriaalin paksuus toimii höyrysulkuna.



KOSTEA ERISTE EI ERISTÄ!

Kosteus voi haitata eristemateriaalin toimintaa huomattavasti. Kosteaa eriste on yhtä hyödytön kuin märkä villatakki talvella. Kosteuden absorboituminen ei ainoastaan aiheuta suurempia energiahäviöitä, vaan se myös suurentaa eristemateriaalin alla olevan korroosion todennäköisyyttä ja suurten ylläpito- ja korjauskustannusten riskiä. Armacell on tutkinut, miten hyvin eri eristemateriaalit on suojattu ei-toivotulta kosteuden imeytymiseltä.

Miten pingviinit kestävät Antarktiksensa jäisen sään? Miten jääkarhut kestävät Pohjoisen jäämeren jopa $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$:n pakkasen? Kumpikin laji käyttää eläinmaailmassa usein käytettyä fysikaalista periaatetta: niiden höyhenet tai turkki on järjestetty siten, että höyhenten tai karvojen välin jää ilmaa. Suuri määrä pieniä, itsenäisiä ilmataskuja tuottaa ihanteellisen suojauksen lämpöhäviöiltä. Staatinen, osittain karvoihin kiinni jäänyt ilma huolehtii jääkarhun turkin eristysominaisuuksista. Myös ihmiset käyttävät tätä periaatetta eikä ainoastaan talvivaatetuksessa (esimerkiksi nykyaikaisissa untuvatakeissa), vaan myös rakennusten eristämisessä.

Paikallaan pysyvä ilma pysäyttää lämmön virtauksen.

Yleensä varsinainen eristemateriaali ei tuota lämmöneristystä, vaan sen tekee materiaalissa oleva ilma. Alipaine-eristepaneeleissa taas ilman ontelo tuottaa eristyksen. Markkinoilla saatavilla olevat monet eri eristemateriaalit voi luokitella monella eri tavalla. Eristemateriaalit voi luokitella raaka-aineidensa perusteella kahteen pääryhmään: orgaaniset ja epäorgaaniset tuotteet. Lisäksi luonnolliset materiaalit erotetaan synteettisistä materiaaleista. Rakenteesta riippuen on mahdollista luokitella eristeet kuitueristeiksi, vaahdoiksi ja rakeiksi.

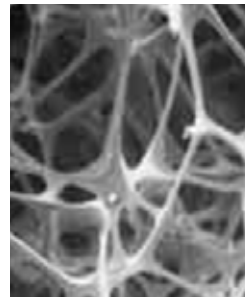
ERITYYPPISTEN ERISTEMATERIAALIEN RAKENNE

Kuitumaiset eristemateriaalit muodostuvat pienihalkaisijaisista orgaanisista (villa, tekstiilit) tai epäorgaanisista (lasi, kivi) kuiduista, jotka on kudottu tai liimattu yhteen. Tämän ryhmän yleisimmät tuotteet ovat lasikuidut, mineraalikulidut ja polyesteri.

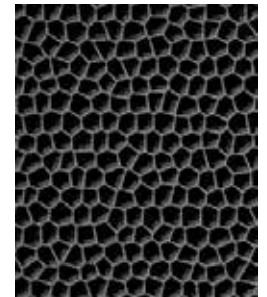


Kuitu

Vaahtoon perustuvat eristemateriaalit muodostuvat pienistä yksittäisistä soluista. Vaahtomateriaalit jaetaan avosoluisiin ja umpisoluisiin vaahtoihin sen mukaan, ovatko solut yhteydessä toisiinsa vai erottavatko solun seinämät ne täysin toisistaan. Vaahdotuotteet voivat olla joustavia tai jäykkiä. Tunnetuimmat vaahtoeristemateriaalit valmistetaan elastomeeri-, polyetylenei-, PUR/PIR-, polystyreeni-, fenolihartsii- ja vaahtolasipohjaisina.

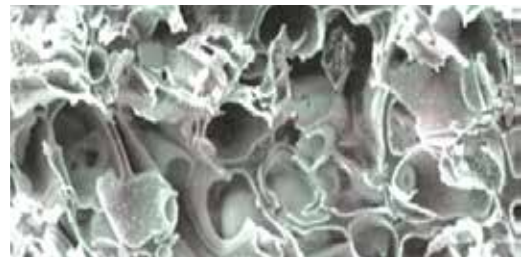


Avosoluvaahto



Umpisoluvaahto

Rakeet toimitetaan joko irtomateriaalina (pienet rakeet, pelletit tai suuremmat kappaleet) tai ne on liitetty yhteen muodostamaan eristelevyjä tai -kappaleita. Tämän esimerkkejä ovat kalsiumsilikaatti, perliitti, vermikuliitti.



Rae

Tässä kuvattujen eristemateriaalien fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet ovat hyvin erilaisia. Niillä kaikilla on heikkoutensa ja vahvuutensa, ja käyttökohteen mukaan ne voidaan luokitella sopiviksi, vähemmän sopiviksi tai jopa sopimattomiksi.

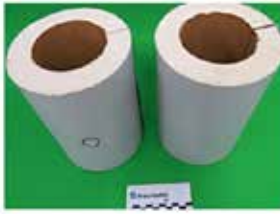
Materials tested



MW & Alu:

$\lambda_{25\text{ °C}}$: 0.032

μ : 7,053



PUR & PVC:

$\lambda_{25\text{ °C}}$: 0.036

μ : 2,163



FEF:

AF/Armaflex AF-5-89

$\lambda_{25\text{ °C}}$: 0.037

μ : 10,067

Kuva 2

Kosteuden imeytymiseltä suojautuminen

Kylmäeristykseen asennettujen eristämateriaalien pitkäaikaisen toiminnan takaamiseksi on olennaisen tärkeää, että ne suojataan kosteuden imeytymiseltä. Vesi johtaa lämpöä paljon paremmin kuin eristämateriaalit. Tämän vuoksi kosteuden imeytyminen aiheuttaa lämmönjohtavuuden suurenemisen ja eristeominaisuuksien heikkenemisen.

Jos kosteutta pääsee tunkeutumaan eristämateriaaliin

- energiahäviöt kasvavat,
- eristeen alle saattaa muodostua kosteutta,
- hometta saattaa kasvaa ja
- huolto- ja korjauskustannukset suurenevat.

Eristeen teho heikkenee nopeasti ja pidemmällä aikavälillä materiaali ei enää toimi oikealla tavalla. Joten kun valitset eristämateriaalin, tärkein kysymys on sen suojaus kosteuden imeytymiseltä.

Eristämateriaalit testissä

Edellä olevan lämmön johtumisenvaikutusten kuvauksen jälkeen haluamme esittää sinulle Fraunhofer Instituten Armacellin puolesta tekemän testin tulokset.

Testissä tutkittiin kolme eri eristämateriaalia:

- mineraalikuitu,
- PUR ja
- elastomeerimateriaali.

AF/Armaflex ei tarvitse erillistä höyrysulkua. Umpisoluisessa eristämateriaalissa on "integroitu" höyrysulku, ja vesihöyryn läpäisyn vastustus muodostuu – solu solulta – koko eristämateriaalin paksuudella. Avosoluiset mineraalikuitu- ja PUR-tuotteet taas on varustettu höyrysulkuna toimivalla alumiini- tai PVC-kalvolla. Käytännössä tämä kalvo on vaikea asentaa siten, että eristämateriaaliin suuntautuva vesihöyryn virtaus estetään riittävästi. Lisäksi tällöin on riski herkän höyrysulun vahingoittumisesta, jos kalvo vahingoittuu asennuksen tai käytön aikana. Vaikka työ tehtäisiin erittäin huolellisesti, on lähes mahdotonta saavuttaa riittävä vesihöyryn tiiviys tavanomaisten höyrysulkujen avulla, erityisesti kiinnityskohtissa ja monimutkaisissa esineissä, kulmissa, T-kappaleissa, venttiileissä, kiinnikkeissä jne.

Sääkammion testiolosuhteet

Koska käytännössä eristysjärjestelmän vahingoittuminen on pikemminkin sääntö kuin poikkeus, testin toisessa osassa simuloimme järjestelmän vaurioitumista poraamalla vastakkaisille puolille kaksi pientä 5 mm syvää reikää (Ø 5 mm) putken tai putkiosuuden pintaan. Testi tehtiin sääkammiossa, jossa lämpötila ja kosteus pidettiin tietyllä tasolla mittausten ajan.

Testiin valittiin tarkoituksella kohtuulliset olosuhteet: putkia käytettiin 20 °C:n

linjalämpötilassa. Ympäristön lämpötilaksi määritettiin 35 °C ja suhteellinen kosteus oli 55 %. Testiä jatkettiin näissä olosuhteissa 33 päivän ajan.

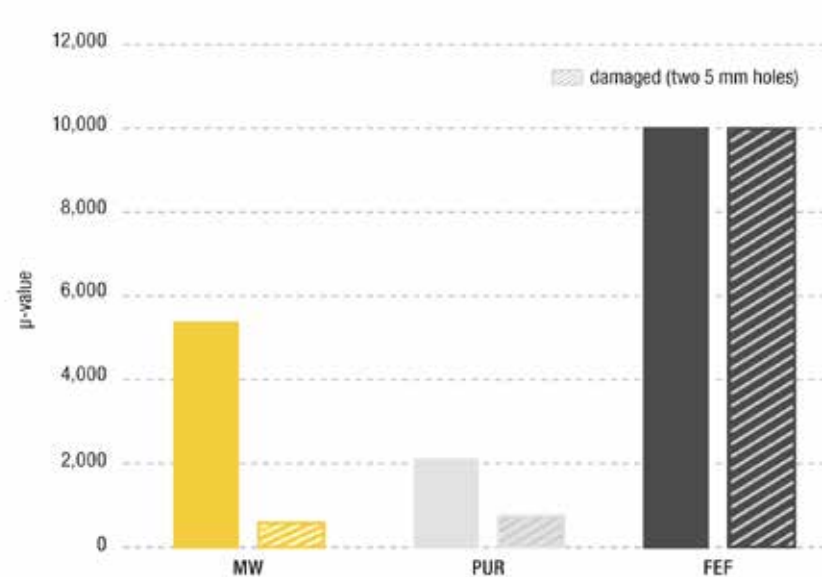
Testin tulokset

Vesihöyryn diffuusiovastus

Kun testi oli tehty ja näytteet poistettu, mitattiin eri eristemateriaalien vesihöyryn diffuusiovastus (μ). Elastomeerimateriaalin μ -arvo ei ollut muuttunut vauriosta huolimatta ja se oli edelleen yli 10 000, PUR-putkisuuden vesihöyryn diffuusiovastus oli pudonnut arvosta 2 163 arvoon 672, ja alumiinipäällysteisen mineraalivillan μ -arvo oli ainoastaan 467 (testin alussa arvo oli 7 053).



Kuva 3: Testijärjestely: Testinäytteet sääkammiossa

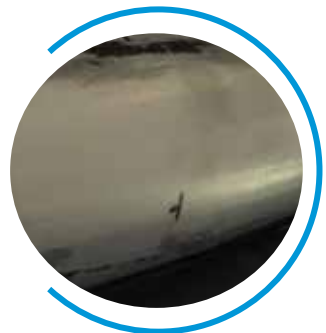
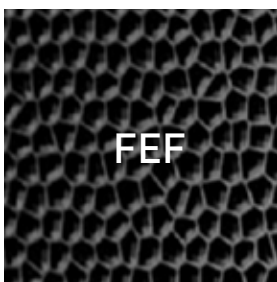
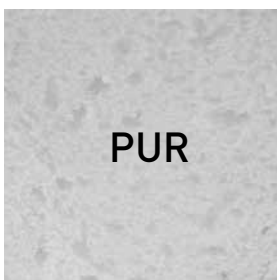


Kuva 4: Eristemateriaalien vesihöyryn diffuusiovastus testin jälkeen

Kondenssia putkilla

Koska testi oli lyhyt ja olosuhteet kohtuullisen suotuisat, eristemateriaalit olivat absorboineet ainoastaan vähäisen määrän kosteutta koko paksuudelleen. Erot ovat kuitenkin merkittäviä, jos tarkastellaan sisempää eristemateriaalin kerrosta (5 mm). Jo tänä lyhyenä aikana mineraalivillaeristeen tälle alueelle on kertynyt huomattava määrä kosteutta, ja PUR-putkiosuuksille kosteutta on kertynyt vielä enemmän. FEF-eristemateriaaleissa taas ei ollut havaittavissa kosteuden absorptiota tällä kriittisellä alueella.

Sekä PUR- että mineraalivillaeristeen tapauksessa vaikuttaa siltä, että kostean ympäristön ilman diffuusiovirta suuntautui ulkopuolelta sisäpuolelle ja vesihöyry tiivistyi sinne kondenssiksi. FEF-materiaali taas ei läpäissyt kosteutta. Vastaavien putkien pintojen valokuvat eristemateriaalin



Kuva 5: Putkien pinnat eristeen irrottamisen jälkeen



Kuva 6: Mineraalikuitueristyksen tapauksessa kostea ilma on tunkeutunut erityisesti varusteiden ympärille, mutta jopa nämä alueet ovat pysyneet kuivina FEF-eristeen alla..

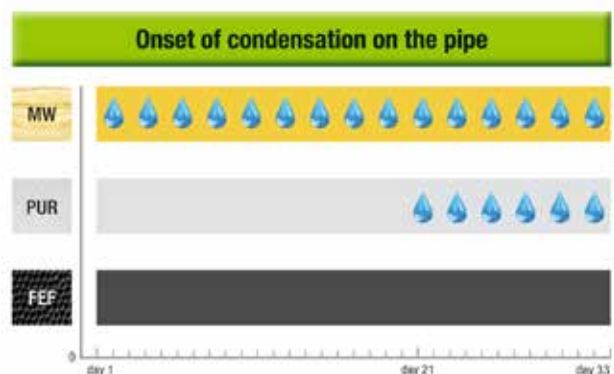
irrottamisen jälkeen vahvistavat tämän. Vaikka sekä PUR- että mineraalivillaeristeen alle on kertynyt huomattavia määriä kosteutta, FEF-eristeen alla ei putken pinnalla ole kondenssia (katso kuva 5).

Kuten valokuvista ilmenee, höyrysulku on pettänyt erityisesti kiinnikkeiden kohdalla ja eristeeseen on päässyt kostea ilma (katso kuva 6).

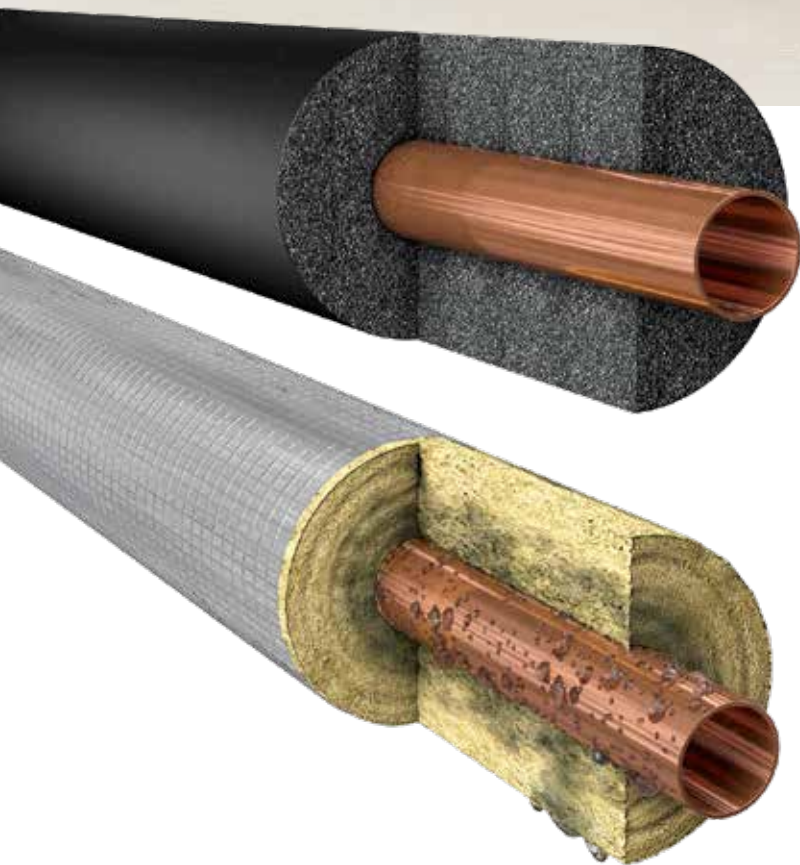
Jopa näissä kohtuullisen helppoissa testiosuhteissa mineraalikuitu- ja PUR-materiaalit eivät voineet pysäyttää kosteuden etenemistä eristeeseen ja kondensoitumista putken pinnalle. Höyrysulku ei pystynyt tehokkaasti estämään vesihöyryn imeytymistä. Ainoastaan FEF-eristemateriaali pystyi estämään kosteuden imeytymisen.

Tilanteen seuraaminen ajan mittaan on

myös mielenkiintoista. FEF-materiaalilla eristetyssä putkessa ei ollut merkkejä kondenssista vielä 33 päivän jälkeenkään, kun taas mineraalikuitueriste vikaantui heti testin alussa, sekä ilman aiheutettuja vaurioita että vaurioiden kanssa. PUR-eristeen alla kondenssia oli 21 päivän (vahingoittunut päällyste) tai 23 päivän jälkeen.



Kuva 7



Kuva 8: FEF-eriste materiaalit suojaavat putkia kondenssilta.

Kosteuden imeytymisen pitkäaikaiset vaikutukset

Kosteuden imeytymisen pitkäaikaiset vaikutukset
 Kosteuden imeytymisen pitkäaikaisten vaikutusten tutkimiseksi Fraunhofer Institute teki laskutoimituksia, jotka perustuivat näihin tuloksiin ja simuloivat eristemateriaalien käyttäytymistä kymmenen vuoden aikana. Laskutoimituksia varten tehtiin seuraavat oletukset: putkea käytetään 5 °C:n linjalämpötilassa. Ympäristön olosuhteiksi määritettiin 35 °C ja suhteelliseksi kosteudeksi 80 %.

Kuva 9 näyttää, miten paljon eristemateriaaleihin imeytyisi kosteutta kymmenen vuoden käyttöjakson aikana. Näissä olosuhteissa FEF-eristemateriaalin kosteuspitoisuus olisi kymmenen vuoden jälkeen vielä alle 5 %, mutta mineraali-



PUR-eristeen jopa 150 % (katso kuva 10).

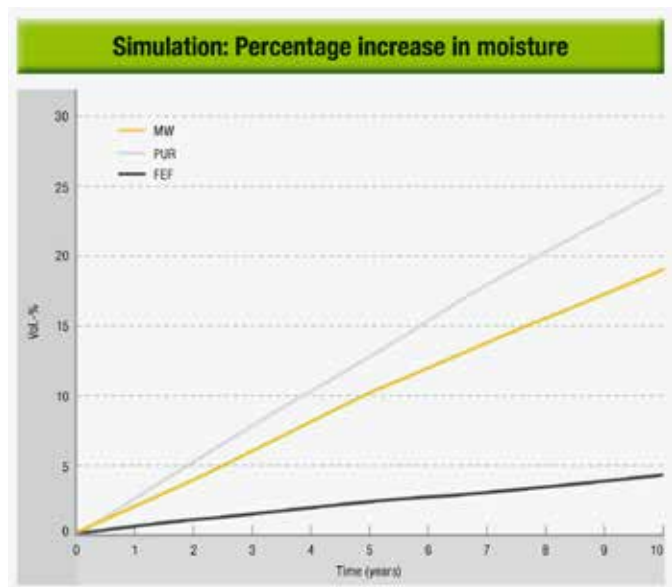
Lämmönjohtavuus kasvaa jokaisen kosteussisällön tilavuusprosentin myötä ja eristeen teho heikkenee nopeasti. Tämän seuraukset eivät rajoitu pelkästään energiahäviöihin käyttöajan aikana, vaan myös pintalämpötila laskee. Kondensaatiota esiintyy, jos pintalämpötila laskee alle kastepisteen. Pintalämpötilan pysyminen kastepisteen yläpuolella voidaan varmistaa ainoastaan sillä, että kosteuden imeytyminen ei suurena eristemateriaalin lämmönjohtavuutta huomattavasti käyttövuosien aikana.

kuitueristeessä kosteus olisi lähes 20 % ja PUR-materiaalissa jopa 25 %.

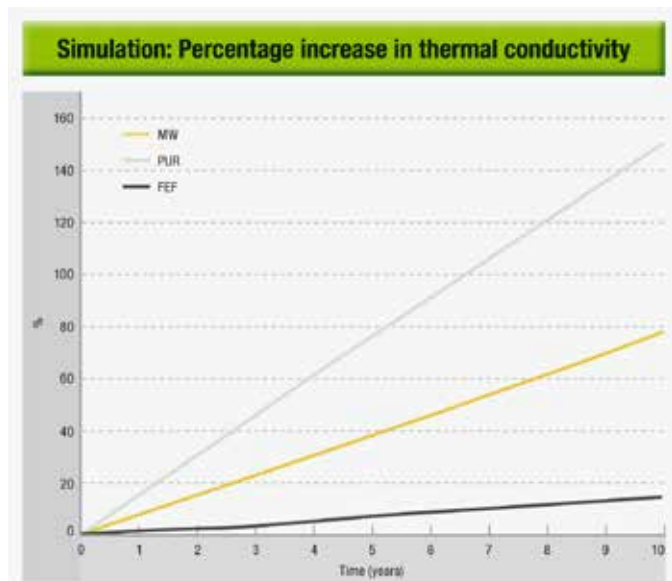
Suurempi lämmönjohtavuus

Eristemateriaalien lämmönjohtavuus ei ollut lyhyen testijakson aikana suurentunut merkittävästi. Tämä ei ollut odotettavissakaan helppojen olosuhteiden ja lyhyen ajan vuoksi. Mutta jos testitulokset ekstrapoloidaan kymmenen vuoden kaudelle, materiaalien väliset huomattavat erot tulevat ilmeisiksi.

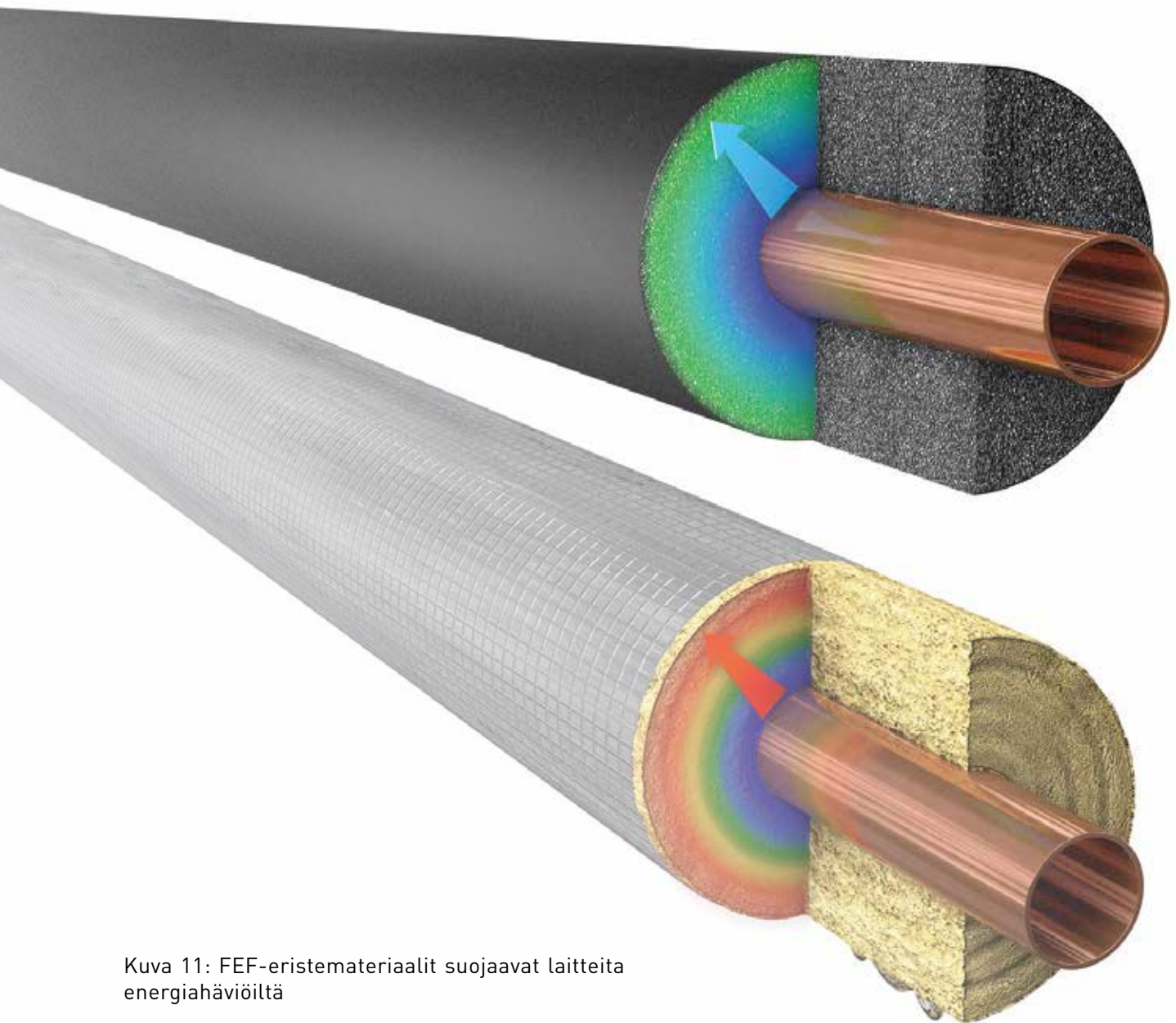
FEF-eristeen λ -arvo on noussut kymmenen vuoden jälkeen ainoastaan 15 %, kun taas mineraalivillan lämmönjohtavuus oli noussut 77 % ja



Kuva 9



Kuva 10



Kuva 11: FEF-eristemateriaalit suojaavat laitteita energiahäviöiltä

Johtopäätös

Kuten tutkimuksessa on havaittu, materiaalin lämmönjohtavuus ei saa olla ainoa peruste eristemateriaalia valittaessa. Jotta kondenssia ei pääse syntymään putken pinnalle ja suurentamaan lämmönjohtavuutta käyttöiän aikana, eristemateriaali on suojattava kosteuden imeytymiseltä. Tämän vuoksi määrittäjien ja kylmälaitosten suunnittelijoiden on ymmärrettävä valmistajien antaman lämmönjohtavuuden olevan lämmönjohtavuus alussa tai "kuiva λ -arvo", ja verrattava materiaalien vesihöyryn diffuusiovastusta tuotteen valinnan aikana.

FEF-eristeissä vesihöyryn diffuusiovastus

syntyy eristeen koko paksuudella, ja se on 7 000, tai AF/Armaflexin tapauksessa jopa 10 000. Mineraalikuitu- ja PUR-tuotteissa se rajoittuu ohueen höyrysulkuun, joka ei voi tehokkaasti suojata eristemateriaalia kosteuden imeytymiseltä. Jo hyvinkin pieni vaurio heikentää höyrysulun tehoa, ja kondenssi on väistämätöntä erityisesti kiinnityspisteissä, kulmissa, T-kappaleissa ja kiinnikkeissä.

Jos eristemateriaali on läpi asti märkä, energiankulutuksen suureneminen on yleensä ongelmista pienin. Home, rakenteelliset vauriot esimerkiksi ripustettuihin kattoihin tai teollisuuden prosessien kes-



keytyminen esimerkiksi huoltotöiden ja käyttökatkosten vuoksi voi aiheuttaa valtavia kustannuksia.

Käyttämällä avosoluisia eristemateriaaleja kylmäeristyksissä määrittäjät ja asentajat ottavat erittäin suuren riskin, joka voi käydä kalliiksi. Mineraalikuitutuotteiden valmistajat mainostavat nykyisin erityisesti kylmäeristykseen kehitettyjä eristemateriaaleja. Vaikka näitä järjestelmiä mainostetaan erityisesti kylmäeristemateriaaleina, ne ovat avosoluisia mineraalikuitutuotteita, joissa on alumiinikalvo. Valmistajan 15 vuoden takuu ei muuta sitä, että reklamaatiotapauksessa käyttäjä joutuu todistamaan, että tuote on asennettu oikein.

Saksassa mineraalivillan käyttäminen kylmäeristykseen ei ole standardin DIN 4140 (Teollisuuden asennusten ja rakennusten laitteistojen eristystyöt – Lämpö- ja kylmäeristysten tekeminen) vaatimusten mukaista. Käytännössä se sallitaan ainoastaan, jos asennetaan kaksoisvaippa (ilma- ja diffuusiotiivis, hitsattu tai juotettu metallipäällyste). Koska tämä on kuitenkin

sekä aikaa vievää että kallista, on epätodennäköistä, että se tehdään.

Jäähdytysvesiputkiin on erittäin suositeltavaa asentaa umpisoluihin eristemateriaali, jonka vesihöyryn läpäisyvastus on erittäin suuri ja lämmönjohtavuus vähäinen. Tämä varmistaa, että mahdolliset diffuusioprosessit jäävät mahdollisimman pieniksi myös pidemmän ajan kuluessa.



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. 00426 | Part-3 Moisture penetration | KnowHow | 102020 | EMEA | FI

TIETOA ARMACELLISTA

Armacell, laitteiden eristykseen tarkoitetun joustavan vaahdon 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 kestäväää 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, tehokkaiisiin vaahtoihin, joita käytetään high tech-sovelluksissa ja kevyissä sovelluksissa ja uuden sukupolven aergeeli eristehuopateknologiaan. Lisätietoja: www.armacell.com.

Saat lisätietoja vierailemalla osoitteessa:
www.armacell.fi