

A photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant, featuring a complex network of large, polished metal pipes and storage tanks. The scene is illuminated with a warm, reddish-orange light, creating a dramatic atmosphere. In the foreground, a large horizontal pipe runs across the frame, with various valves and smaller pipes branching off. To the right, a vertical pipe is wrapped in yellow and black hazard stripes. In the background, more pipes and tanks are visible, along with a red handwheel on a valve. The overall composition emphasizes the scale and complexity of industrial engineering.

— Teollisuuden tekniinen eristys & energiatehokkuus

Sisältö

1. ERISTÄ ENERGIATEHOKKAAKSI	3
2. ERISTYKSEN SUUNNITTELU – AJOISSA JA AJATUKSELLA	6
Lisää elinkaariajattelua	6
Laske, miten eristys vähentää lämpöhäviöitä	7
3. KUNNOSSAPITO KUNNIAAN	9
Selvitä säästöpotentiaali	9
4. TEKNISET LÄMPÖERISTEET	12
5. TEKNISET KYLMÄERISTYKSET	13
6. ERISTEMATERIAALILLA ON VÄLIÄ	14
Kuitupitoiset eristemateriaalit	16
Solumaiset eristemateriaalit	18
Eristemaalit ja -pinnoitteet	20
Muut eristeet	21
7. SAATTOLÄMMITYS	22
Sähköinen saattolämmitys	22
Höyry	24
LÄHTEET	25

1

Eristä energiatehokkaaksi

Hyvä tekninen eristys tuo säästöjä tehtaan tai tuotantolaitoksen energiakuluihin, lisäten toiminnan taloudellisuutta ja tehokkuutta. Nykyistä paremmalla ja tehokkaammalla eristyksellä voi pienentää eristettävien laitteiden ja putkistojen lämpöhäviöitä, vähentää prosessien lämmitystarvetta ja parantaa työskentelyolosuhteita sisätiloissa.

Eristys vähentää kohteesta ympäristöön siirtyvää lämpöhäviötä, jolloin tarvittavan lämpötilan ylläpitämiseen kuluu vähemmän energiaa. Vastaavasti kylmien kohteiden eristämisessä tavoite on estää lämmön siirtymisen ympäristöstä eristettävään kohteeseen. Energiakustannusten lisäksi huono eristys lisää kohteiden termisiä jännityksiä, kulumista ja korroosiota aiheuttaen laitteiden ja putkistojen nopeampaa kulumista. Puutteellisesti eristetyt ja täysin eristämättömät kuumat pinnat, kuten putket ja venttiilit, ovat myös tarpeeton työturvallisuusriski.

Kun eristämme kuumat putkistot ja venttiilit kunnolla, vähennämme palovammojen ja työtapaturmien määrää.

– Mikael Sillfors, Stora Enso Heinola Fluting

KUNNOSSAPITO KUNNIAAN

Rikkoutuneiden eristeiden ja eristämättömien kohteiden energiahäviöt ovat noin kaksi kolmososaa teknisten eristeiden energiansäästöpotentiaalista ¹. Selkein kehittämisaskel tehtaiden eristyksen energiatehokkuuteen parantamiseen on tehtaan huolto- ja kunnossa pitohenkilöstön kouluttaminen ja ohjeistaminen. Vastuuta eristeiden kuntotarkastus jollekin henkilölle tai tiimille, joka käy säännöllisesti läpi eristetyt kohteet tehtaassa. Tarkastuslistalla kannattaa olla ainakin eristeen kunnan ja toimivuuden tutkinta silmämääräisesti sekä lämpövuotojen tarkempi etsintä esim. pintalämpötilan mittauksen tai lämpökameran avulla.

KATSE ELINKAARIKUSTANNUKSIIN

Elinkaarikustannukset huomioivan suunnittelu- ja hankintaprosessien avulla on mahdollista saavuttaa viimeinen kolmannes energiatehokkuuspotentiaalista. Eristehankinnat, jotka täyttävät vain minimivaatimukset kuten vaaditut pintalämpötilat, eivät pidemmän päälle ole kustannustehokas ratkaisu. Elinkaariajattelun perusteella suunnitellut ja asennetut eristeet ovat taloudellisempia kuin minimivaatimusten mukaan hankitut eristeet.

Eristämisen elinkaaritietoisuutta lisäämällä on mahdollista saavuttaa merkittäviä energia- ja kustannussäästöjä ja CO₂-päästövähennyksiä.

– Erja Saarivirta, Motiva Oy

Teknisen eristyksen energiatehokkuus- potentiaali



■ Rikkoontuneiden ja puuttuvien
teknisten eristeiden korjaaminen

■ Energiatehokkuuden huomioivat
suunnitteluhankintaratkaisut

SUUNNITTELU AJOISSA MUKAAN

Kun rakennetaan uutta, eristysuunnittelu kannattaa ottaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mukaan muun suunnittelun rinnalle. Näin kohteen erityisvaatimukset sekä eristeiden tilantarve on mahdollista ottaa parhaalla tavalla huomioon. Myös eristeiden päällystys sekä eristettävän kohteen pintakäsittely kuuluvat oleellisesti eristysuunnitteluun. Kaikkiin kohteisiin sopivaa yleiseristystä ei ole olemassa, vaan eristeratkaisussa tulee ottaa huomioon kohteen eristykselle asettamat vaatimukset. Haastavimpia eristyskohteita ovat erilaiset liitokset sekä erikoiskohdat, kuten venttiilit ja laipat.

Kun asennamme uusia putkistoja tai otamme käyttöön uutta tekniikkaa, tekninen eristäminen on mukana suunnittelun alusta lähtien. Samalla puramme korjausvelkaa vähitellen ja suunnitelmallisesti.

– Mikael Sillfors, Stora Enso Heinola Fluting

LÖYDÄ SÄÄSTÖKOHTEET

Huonokuntoiset eristeet ja eristämättömät kohdat aiheuttavat laitteisiin ja putkistoihin lämpösilloja, jotka kasvattavat lämpöhäviöitä. Kaksi kolmasosaa hukkalämmöstä on mahdollista välttää eristämällä ne osat, joista eristys puuttuu ja korjaamalla kohdat, joista eristys on mennyt rikki.

Eiif:n kehittämä TIPCHECK-auditointi mahdollistaa energiansäästöpotentiaalin tunnistamisen sekä auttaa löytämään olemassa olevan laitoksen huonot eristyskohdat.

Kustannustehokkailla eristeinvestoinneilla Suomessa, Ruotsissa ja Tanskassa voitaisiin saavuttaa yhteensä noin 12,5 TWh (45 PJ) vuotuiset energiasäästöt.

– Ecofys



Eristämisen kolme energiatehokkuusaskelta

1. Älä salli lämpöhäviöitä - eristä eristämättömät kohteet, korjaa vaurioituneet eristeet ja pidä huolta tehtaan teknisen eristyksen kunnossapidosta.
2. Arvioi eristämisen kustannustehokkuus elinkaarinäkökulmasta
3. Kun suunnittelet uutta, ota eristeasiantuntija mukaan jo varhaisessa vaiheessa. Se mahdollistaa energia- ja kustannustehokkaimmat ratkaisut.

2

Eristyksen suunnittelu – ajoissa ja ajatuksella

Lisää elinkaariajattelua

Eristyssuunnittelussa käytetään SFS-standardeja tai näihin pohjautuvia isojen yritysten omia ohjeistuksia.

Suunnittelu on tärkeä vaihe eristyksen energiatehokkuuden lisäämisessä. Osa suunnitteluongelmista liittyy vanhanaikaisiin suunnittelukriteereihin ja ohjeistuksiin, joissa merkittävimpinä pidetään edelleenkin eristepaksuutta ja eristekiloja eikä lämpöhäviötä. Standardi SFS-3976 (Putki, säiliö ja laite-eristykset. Eristeet ja eristyslementit.)¹⁵ on vuonna 2016 ilmestynyt päivitetty versio, joka on yhteneväisempi EN-standardien kanssa. Päivitettyssä standardissa eristeiden luokitus eroaa aiemmasta. Eristepaksuuden sijaan suunnittelijan ja tilaajan kannattaa kiinnittää huomiota lämmöneristävyYTEEN.

Kiinnitä suunnittelussa huomiota eristepaksuuden sijaan lämpöhäviön vähenemiseen.

LISÄÄ ELINKAARIAJATTELUA

Eristysratkaisun valintaa vaivaa usein elinkaariajattelun puute. Suunnittelussa ei välttämättä oteta huomioon valitun eristeratkaisun toimivuutta määrätyissä olosuhteissa, ja ennen kaikkea huomiotta jätetään eristyksen toimivuus koko laitoksen elinkaaren aikana.

Ecofys:n¹¹ raportin mukaan yksi suunnittelun ongelma on, että eristys otetaan huomioon vasta aivan suunnittelun loppupuolella. Pahimmassa tapauksessa eristettävä laitos tai laitteet saattavat olla jo asennettu, ennen kuin eristystä mietitään. Esimerkiksi laipat saatetaan laittaa suoraan käyriin kiinni, jolloin rakenteita on vaikea tai lähes mahdoton eristää kunnolla. Toimiva ja energiatehokas eristys edellyttää mahdollisimman varhaista suunnittelua. Erityisesti uusissa kohteissa eristesuunnittelija on parasta ottaa mukaan jo heti suunnittelun alkuvaiheessa. Näin eristeiden vaatimukset, kuten tilantarve, asennettavuus sekä huollettavuus otetaan huomioon ja kohteisiin saadaan parhaat mahdolliset ratkaisut.

Tieto eristemateriaalien kehittymisestä sekä uuden aikaisen eristesysteemin suunnittelusta saattaa puuttua suunnittelijoilta. Suunnitteluun vaikuttaa edelleen pitkälti vanhat tavat ja tottumukset sekä asenteet.

Toimiva ja energiatehokas eristys edellyttää mahdollisimman varhaista suunnittelua. Tilanpuute on yksi suurimmista esteistä hyvälle ja energiatehokalle eristykselle.

Myös kustannustehokkuusajattelu kaipaisi uuden arviointia. Eristys on edelleen suhteellisen pieni kulu laitoksen tai laitteen kokonaisinvestoinnista. Eristevalmistajien mukaan pelkkä eristemateriaalin osuus on eristämisen kokonaiskustannuksista noin 10 %. Silti paremman eristyksen mahdollistamia säästöjä energiakuluissa ei pidetä merkittävinä.

Puutteellinen suunnittelu vaikuttaa ratkaisevasti hankintaan. Vaikka energiataloudellinen eristys olisikin tavoitteena, voi eristeurakojen olla vaikeaa vastata tarpeeseen, jos tarjouspyynnöstä puuttuvat riittävät ohjeet.

Pelkkä eristemateriaali ei kerro eristyksen toimivuutta, vaan kustannuksiin vaikuttaa myös asennus ja eristeratkaisu. Esimerkiksi näennäisen halpa verkkomatto ja etäisyysvanne -yhdistelmä on loppujen lopuksi yhtä kallis kuin kouru, sillä kouru on helpompi asentaa ja se on ratkaisuna kestävämpi ja eristeominaisuuksiltaan verkkomattoja parempi.

Eristyksiä ei tehdä pelkästään lämpöhäviöiden minimoimiseksi. Tekninen eristys varmistaa prosessin toimivuuden, sillä se mahdollistaa prosessin lämpötilan ylläpitämisen halutulla tasolla.

Lisäksi eristys on välttämätöntä työturvallisuuden kannalta, sillä eristyksen avulla laitteiden ja putkistojen pintalämpötilaa on mahdollista laskea halutulle tasolle. Tarvittaessa eristys estää ulkona olevien putkistojen jäätymistä tai ilmassa olevan kosteuden siirtymisen eristettävään kohteeseen. Muita teknisen eristyksen tehtäviä voivat olla muun muassa äänieristys sekä paloturvallisuus.

Thermal Calculation example:

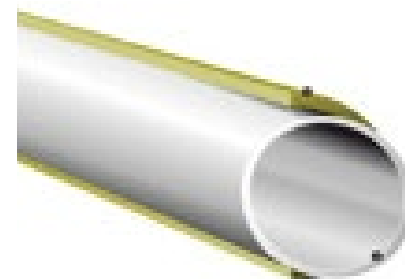
Process steam pipe DN 500, 100m lenght
Media temperature: 500 °C, Ambient temperature: 25 °C

Design criteria **personel protection: 60 °C**
Insulation: **2 layers, 70 mm**
Mineral wool WM according VDI 1.2 2b

Optimised insulation thickness
Insulation: **2 layers, 100 mm**
Mineral wool WM according VDI 1.2 2b



Heat loss: 619.41 W/m
Energy costs: 30 K€ p.a.



Heat loss: 486.33 W/m
Energy costs: 23.8 K€ p.a.

Lähde: Isover

Laske, miten eristys vähentää lämpöhäviöitä

Eristevalmistajilla on laskentaohjelmia, joilla voi laskea eristeen vaikutuksen lämpöhäviöihin. Suomessa eristeitä valmistavista yrityksistä Parocin, Rockwoolin ja Isoverin laskurit on suunniteltu tekniselle eristämiseksi. Logstorin laskuri on suunniteltu putkistoille, jotka ovat maan alla. Parocin ja Logstorin laskurit toimivat selaimessa, kun taas muut laskurit on asennettava tietokoneelle.

> [Paroc](#)

> [Isover](#)

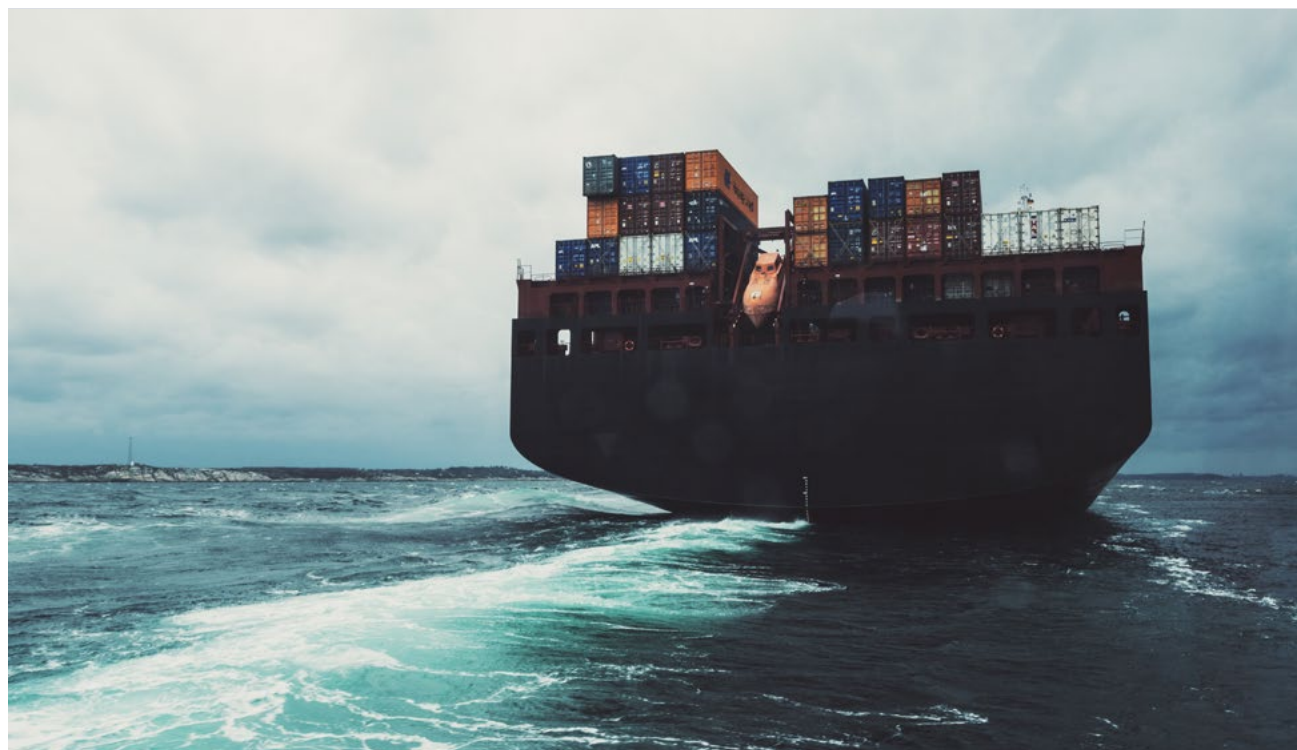
> [Rockwool](#)

> [Logstor](#)

Esimerkki

AIEMPAA KEVYEMMÄT ERISTEET TUOVAT SÄÄSTÖJÄ LAIVOILLE

Laivoissa eristeen paino on merkittävässä roolissa. Jos laivojen eristeenä tavallisesti käytetystä vuorivillasta siirrytään lasivillaan, vähenee eristeen massa jopa puolella. Tällä painonvähennyksellä on mahdollista vähentää aluksen polttoainekuluja, lisätä nopeutta tai hyttien määrää. Normaalissa Itämerellä liikkuvassa autolautassa (pituus 195 m, leveys 29 m, korkeus 36 m), eristyksen paino putoaa 200 tonnilla vaihdettaessa lasivillaan. Tämä tarkoittaa 400 tonnin vuotuisia säästöjä polttoaineissa tai 0,05 solmun nopeuden lisäystä. Vaihtoehtoisesti hyttien määrää on mahdollista nostaa 25:llä. ¹⁴



3

Kunnossapito kunniaan

Vaurioituneet ja eristyskykynsä menettäneet eristeet vähentävät merkittävästi prosessin energiatehokkuutta ja saattavat lyhentää mahdollisesti myös laitteiden elinikää. Silti vaurioituneet tai puuttuvat eristeet ovat monen tehtaan arkipäivää. Rikkoutuneiden eristeiden korjausta ei kannata turhaan pitkittää, sillä takaisinmaksuaika (TMA) on usein vain pari kuukautta. ¹

Silmä kertoo paljon eristeen kunnosta.

Villaeristeet ja niiden pellitykset eivät juuri kestä ylimääräistä kuormitusta. Erilaisten huoltojen yhteydessä eristeet saattavat vaurioitua niihin kohdistuvista kolhuista tai turhasta painosta. Ei ole tavatonta, että eristeiden päällä esimerkiksi kävellään tai niitä vahingossa kolhaistaan trukilla ohi ajettaessa. Myös lumikuorma ulkona olevien putkistojen päällä saattaa ajan myötä vaurioittaa eristettä. Lommolla oleva pelti on lähes varma merkki vaurioituneesta eristeestä, sillä kokoonpuristuminen heikentää merkittävästi villan eristyskykyä. Lisäksi vaurioitunut pellitys eristeen päällä päästää kosteutta eristeeseen. Mineraalivilla ja muut niin kutsutut

avosoluiset eristemateriaalit läpäisevät kosteutta, joka altistaa eristeen alla olevan putken korroosiolle.

Tarkista huoltoseisokkien jälkeen, että kaikki eristeet ovat kunnossa ja paikoillaan.

Huoltoseisokkien aikana eristeet saattavat vaurioitua erilaisten korjaustoimenpiteiden lomassa. Lisäksi eristeitä saatetaan irrottaa paikaltaan, jotta esimerkiksi venttiileihin, päästään paremmin käsiksi. Eristeiden asentaminen takaisin paikalleen usein unohtuu tai se voi olla hankalaa. Joskus venttiilien ja laippojen eristeet jätetään tarkoituksella laittamatta takaisin, jotta mahdolliset vuodot olisi helpompi havaita. Tämä ei kuitenkaan ole energiatehokkuusmielessä suositeltavaa. Parempi ratkaisu on hankkia näihin kohteisiin sopivampi eristeratkaisu esimerkiksi eristekotelo, joka helpottaa huoltotoimenpiteitä.

Eristeiden kunto on hyvä tarkastaa säännöllisesti erityisesti sellaisissa kohteissa, jotka eivät ole jatkuvasti

käytössä. Esimerkiksi höyryputken vaurioitunutta eristettä ei välttämättä havaita heti, sillä kuuma putki haihduttaa pinnalla olevan kosteuden pois. Kuitenkin putken ollessa kylmänä korroosio pääsee etenemään eristeen alla, sillä kosteus pääsee tiivistymään kylmän putken pintaan.

Selvitä säästöpotentiaali

Eiif on kehittänyt TIPCHECK (technical insulation performance check) nimisen menettelyn, jolla olemassa olevan tai tulevan laitoksen eristys tarkistetaan ja kohteelle lasketaan paremman eristyksen mahdollistama energiansäästöpotentiaali. TIPCHECK-insinööreinä voivat toimia Eiif:n sertifioimat insinöörit.

Esimerkki

KATTILAHUONEEN PUTKISTON ERISTÄMINEN

Teollisuuden energia-analysissä havaittiin, että tehdasta palvelevasta kattilahuoneesta puuttui osa putkiston eristeistä sekä venttiilien eristykset. Eristyksistä tehtiin takaisinmaksuaikalaskelma (TMA) (taulukko 1), jonka mukaan eristämällä oli mahdollista saavuttaa vuosittain 20 000 € kokonaissäästöt.

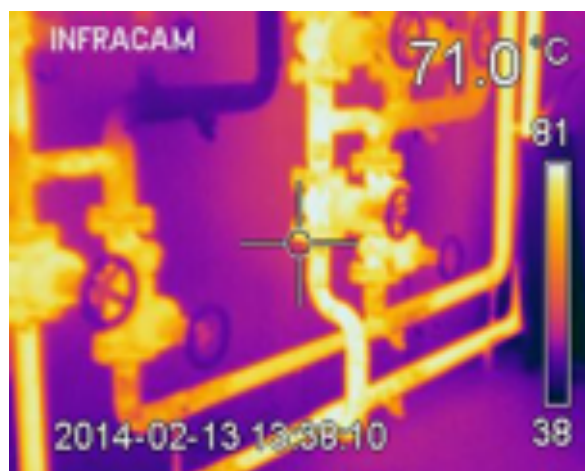
Energiansäästö

Putken lämpöhäviö (DN XX)	1,8 kW/m
Venttiilin lämpöhäviö (DN XX)	3,3 kW/kpl
Putkimetrit	5 m
Venttiilien määrä	5 kpl
Lämpöhäviöt yhteensä	25,3 kW
Käyttötunnit vuodessa	8 000 h/a
Säästetty energia vuodessa	202 000 kWh
Nestekaasun hinta	66 €/MWh
Säästö vuodessa	13 383 €/a

Investointi

1. Putkistoeristys	Metrihinta 400 €/m	2 000 €
2. Venttiilieristys	Kappalehintaa 1 000 €/kpl	5 000 €
YHT:		7 000 €
Takaisinmaksuaika	TMA	0,5 vuotta

Taulukko 1
TMA-laskelma kattilahuoneen puuttuville eristeille



Kuva 1 Lämmönjakuhuoneen eristämättömät venttiilit ja eristetyt putket

4

Tekniset lämpöeristeet

Lämpöeristykseen voi jakaa karkeasti neljään luokkaan:

- 1) taloudelliseen lämpöeristykseen,
- 2) suojaeristykseen,
- 3) jäätymissuojaeristykseen sekä
- 4) prosessitekniiseen eristykseen.

Taloudellisessa lämpöeristyksessä eristys mitoitetaan lämpöhäviöiden aiheuttamien energiakustannusten ja eristyskustannusten optimoinnin perusteella.

Suojaeristyksessä eristys mitoitetaan työturvallisuusvaatimusten mukaan. Korkeimmaksi mahdolliseksi pintalämpötilaksi normaaleissa käyttöolosuhteissa hyväksytään +70 °C ^[5].

Jäätymissuojaeristys on tarkoitettu ulkona sijaitseville putkistoille, ja mitoituksen tavoitteena on estää putkessa pysähtyneen virtauksen jäätyminen.

Prosessitekniinen eristys mitoitetaan siten, että eristettävän kohteen sisältö pysyy prosessin vaatimissa lämpötiloissa. Mitoitusperiaatteena käytetään tällöin esimerkiksi sallittua lämpöhäviötä tai lämpötilan minimialenemista.

TALOUDELLINEN LÄMPÖERISTYS

Eristyksen mitoitus lämpöhäviöiden aiheuttamien energiakustannusten ja eristyskustannusten optimoinnin perusteella.

SUOJAERISTYS

Eristyksen mitoitus työturvallisuusvaatimusten mukaan. Korkein mahdollinen pintalämpötila normaaleissa käyttöolosuhteissa yleensä +70 °C ^[5].

JÄÄTYMISSUOJA- ERISTYS

Jäätymissuojaeristys on tarkoitettu ulkona sijaitseville putkistoille, ja mitoituksen tavoitteena on estää putkessa pysähtyneen virtauksen jäätyminen.

PROSESSITEKNINEN ERISTYS

Eristyksen tehtävä on pitää eristettävän kohteen sisältö prosessin vaatimissa lämpötiloissa. Mitoitusperiaatteena käytetään tällöin esimerkiksi sallittua lämpöhäviötä tai lämpötilan minimialenemista.

5

Tekniset kylmäeristykset

Kylmäeristys pitää eristettävän kohteen väliaineen ympäristön lämpötilaa alhaisemmassa lämpötilassa. Kylmäeristämässä tavoite on hidastaa ympäristöstä eristettävään kohteeseen tapahtuvaa lämpövirtaa.

Kylmäeristuksen tavoitteet voi jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) **taloudelliseen kylmäeristykseen, jossa erityismitoitetaan kylmähäviöiden aiheuttamien energiakustannusten ja eristyskustannusten optimoinnin perusteella.**
- 2) **kaste- eli hikoilueristykseen, jossa mitoitusperusteena on eristuksen pintalämpötilan säilyttäminen ympäristön kastepistettä korkeampana.**
- 3) **prosessiteknisessä kylmäeristykseen, jossa mitoitusperusteena on eristämiskohteen sisällön lämpötilan säilyttäminen prosessin vaatimissa rajoissa.**

Lämpöhäviöiden minimoimiseksi kylmäeristuksen täytyy estää kosteuden pääseminen eristettävään kohteeseen. Kosteus syntyy ympäröivän ilman vesihöyrystä, joka kondensoituu pinnalle, jonka lämpötila on alhaisempi kuin ympäristön kastepiste. Kosteus eristeessä

lisää lämpöhäviöitä, sillä veden lämmönjohtavuus on 20-kertainen ilmaan verrattuna ($\lambda_{\text{ilma}}=0,03 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, $\lambda_{\text{vesi}}=0,6 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Kosteudesta mahdollisesti muodostuva jää taas on lämmönjohtavuudeltaan satakertainen ilmaan verrattuna ($\lambda_{\text{jää}}=3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Energiahäviöiden lisäksi vesi ja jää aiheuttavat myös rakenteellisia ongelmia: vesi voi aiheuttaa eristettävän kohteen korroosiota, mikä voi johtaa materiaalin vaurioitumiseen ja rakenteen murtumiseen. Lisäksi vesi ja jää lisäävät eristettävän systeemin painoa, jolloin rakenne voi murtua lisäkuormituksen takia. ⁶

Kosteus eristeessä lisää lämpöhäviöitä. Ilmaan verrattuna vesi johtaa lämpöä 20-kertaisesti, jää 100-kertaisesti.

Kylmäeristuksen kestoikä on keskimäärin alhaisempi kuin lämpöeristuksen ja vaatii säännöllistä tarkastusta ja huoltoa. Seuraukset vaurioituneesta kylmäeristyksestä ovat usein vakavampia kuin vaurioituneen lämpöeristuksen aiheuttamat seuraukset: kosteuden edesauttama korrosio voi johtaa eristetyt rakenteen yhtäkkiseen murtumiseen. Eristettävästä kohteesta tiheä vesi

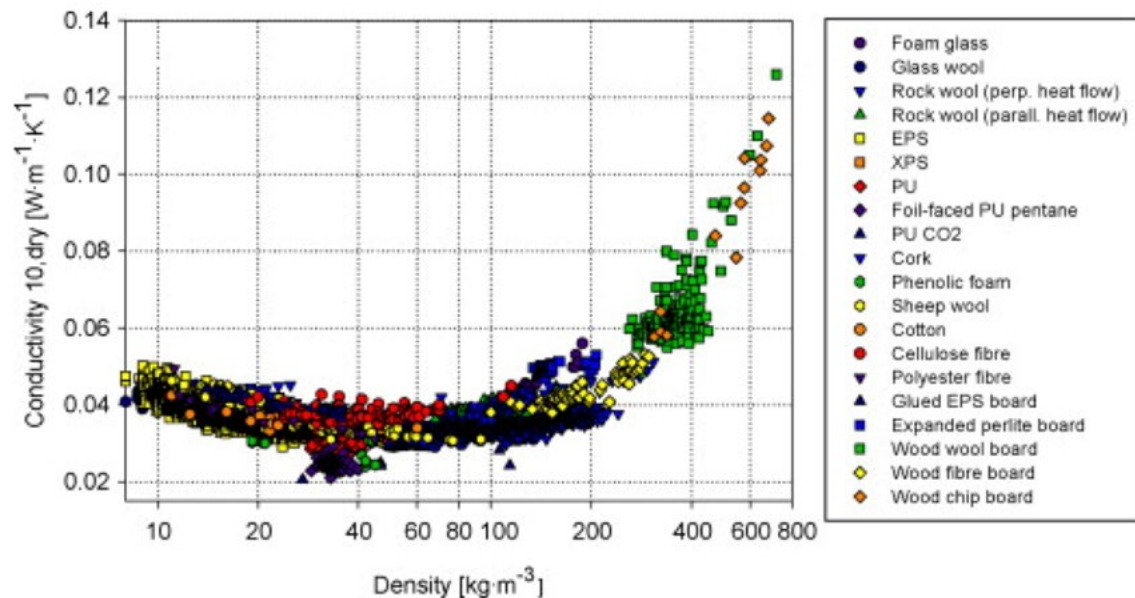
voi myös aiheuttaa muita ongelmia esimerkiksi laitosympäristöön tai muihin laitteisiin. Hyväkuntoiset eristykset pidentävät eristettävän kohteen kestoikää, joten hyvin suunnitellut ja asennetut eristykset sekä eristeiden pitäminen kunnossa on erittäin taloudellista. Taloudellisuutta lisää myös se, että kylmän tekeminen on kalliimpaa kuin lämmön. Eristeurakojien mukaan kylmäeristyksistä pidetäänkin pääsääntöisesti parempaa huolta kuin lämpöeristyksistä.

Kosteus voi myös vaurioittaa eristemateriaalia, erityisesti mikrohuukaisia materiaaleja, kalsiumsilikaattia tai kalsium-magnesium-silikaattia. Avosoluisia ja huukaisia eristemateriaaleja pitäisi myös välttää kylmäeristeissä, sillä ne eivät estä ilman liikkumista eivätkä vesihöyryn diffuusiota eristeessä. Jos kuitenkin tällaisia eristeitä, kuten mineraalivillaa, käytetään, täytyy eristeissä olla niin kutsuttu höyrysulku, joka estää vesihöyryn diffuusion. Höyrysulkuna voi toimia pinnoitus tai ohutmetalli, jolla on riittävän pieni vesihöyryn läpäisevyys. Höyrysulku asetetaan eristeen lämpimämmälle puolelle heti eristeen asentamisen jälkeen. Höyrysululla on usein heikko mekaaninen kestävyys, joten höyrysulku vaatii suojakseen vielä mekaanisesti kestävä pinnoitteen. Kylmäeristemateriaaleiksi parhaiten sopivatkin umpisoluiset materiaalit kuten polyuretaanit, vaahtolasit tai fenolivaahdot, jotka itsessään toimivat höyrysulkuna. ⁶

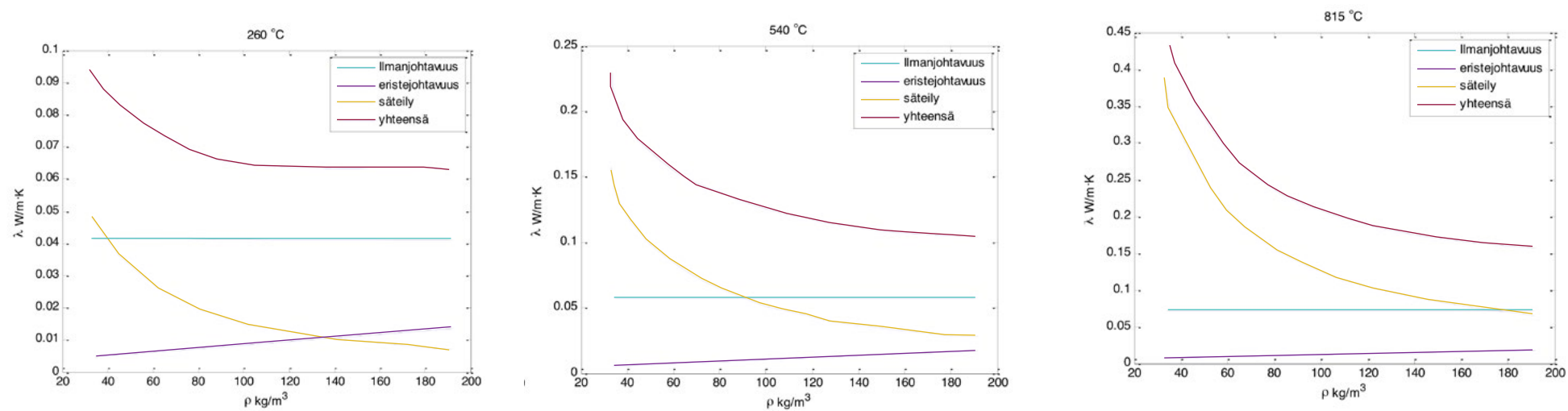
6

Eristemateriaalilla on väliä

Matalissa lämpötiloissa eristeen tiheys vaikuttaa materiaalintaa enemmän eristeiden lämmönjohtavuuteen (kuva 2). Syy tähän on, että eristemateriaalit ovat yleisesti hyvin huokoisia materiaaleja, jonka perustana on kiinteä matriisi sisältäen tavallisesti noin 90 % ilmaa. Lämmön siirtyminen eristeiden läpi tapahtuu pääasiassa lämpöjohtumisena ilman ja kiinteän matriisin kautta sekä lämpösäteilyn avulla. Kuvassa 3 esitetään eri lämmönsiirtotapojen vaikutus eristeen kokonaislämmönjohtavuuteen. Eristeen lämmönjohtavuuteen vaikuttavat tiheyden lisäksi kosteus, lämpötila, eristeen ikä ja eristemateriaali.¹⁷



Kuva 2 Lämmönjohtavuus eri eristemateriaaleille 10 °C lämpötilassa¹⁷



Kuva 3 Lämmönjohtavuuteen vaikuttavat eri lämmönsiirtotavat vaihtelevissa määrin eri lämpötiloissa (λ = lämmönjohtavuus [W/m·K], ρ = tiheys [kg/m³]).¹⁸

Kuitupitoiset eristemateriaalit

Eriste koostuu halkaisijaltaan pienistä kuiduista, jotka jakavat ilmatilan pieniin osiin. Kuidut ovat joko orgaanisia tai epäorgaanisia aineita. Kuitupitoisissa eristeissä käyteen melkein aina sideainetta, jotka tavallisesti haihtuvat noin 250 °C lämpötilassa. Tästä syystä korkeisiin lämpötiloihin valittavien eristeiden tulee olla riittävän tiheitä, jotta ne eivät painu kasaan sideaineen haihtuessa.

Eristemateriaalien tuotekehityksessä ei ole tapahtunut suuria mullistuksia viimeisten kolmenkymmenen vuoden aikana. Kuitumaisissa eristeissä kuitujen pituutta ja orientointia on muutettu vastaamaan paremmin kulloistakin käyttökohdetta. Kuitujen määrää eli eristeen tiheyttä on myös lisätty, jotta kuidut eivät painuisi kasaan korkeammissa lämpötiloissa. Kuitumaisissa eristeiden suurimmat muutokset ovat tapahtuneet terveysvaatimuksissa. Eristeiltä edellytetään biohajoavuutta, jotta ne eivät aiheuttaisi elimistöönsä joutuessaan terveyshaittoja.

Valitse riittävän tiheä eriste korkeisiin lämpötiloihin.

MINERAALIVILLA

Mineraalivillat ovat edelleen käytetyimpiä lämpö- ja äänieristeitä niin rakennuksissa kuin teollisuudessa. Mineraalivillalla tarkoitetaan yleensä joko kivi- eli vuorivil- laa tai lasivillaa.

Mineraalivilla on lahoamatonta, epäorgaanista ja kuitumaista materiaalia. Mineraalivillan sisältämä sideaine, fenoliformaldehydihartsit eli bakeliittiliima, on palavaa, mutta riittävän painava kivivilla hyväksytään

Suomessa palamattomaksi rakennustarvikkeeksi. Fenoliformaldehydihartsit aiheuttaa lasivillan keltaisen värin. Kivivillassa bakeliittiliiman väri peittyy kiviaineksen värillä.⁽⁹⁾

Mineraalivilloista valmistetaan paljon eri tuotetyyppejä kuten pehmeitä mineraalivillamattoja, kovahkoja eristelevyjä, purumaista puhalluseristettä, akustointia varten kankaalla tai kalvopinnoitteella päällystettyjä mineraalivillalevyjä ja muotopuristettuja kovahkoja villaeristeitä esimerkiksi johtovetojen ympärille.

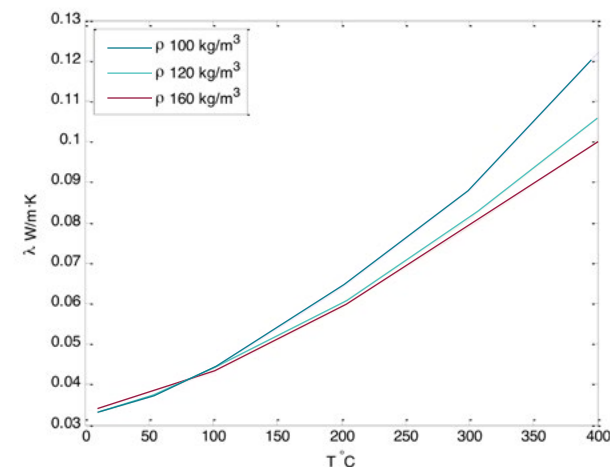
Mineraalivillaeristeet päällystetään useimmiten metallilevyllä tai foliolla suojaamaan eristettä kosteudesta sekä mekaanisilta vaurioilta. Yleisimpiä metallipäällysteitä ovat sinkitty tai maalattu teräs, ruostumaton teräs, alumiini tai jokin muu kohteeseen erityisesti suunniteltu ratkaisu. Pellityksen täytyy antaa periksi lämpölaajeneminen ja supistuminen. Metallipäällysteen paksuus vaihtelee yleensä 0,5 mm ja 1,2 mm välillä riippuen eristettävään kohteeseen kohdistuvasta mekaanisesta kuormasta. Mekaanisen rasituksen ollessa suurempi voi metallipäällyste olla paksumpikin. Pellityksen lommoutuminen on usein merkki eristeen vaurioitumisesta, sillä kasaan painunut eriste on menettänyt eristyskykyään.⁽¹⁰⁾

Mineraalivillat eivät varsinaisesti vaurioidu kosteudessa, mutta ne eivät myöskään estä kosteuden läpäisemistä. Jos eristeeseen pääsee kosteutta, eristetyn kohteen korroosioriski kasvaa. Kylmäeristeiksi mineraalivillat eivät näin ollen olekaan kovin suositeltuja, ainakaan ilman eristettävän kohteen huolellista pintakäsittelyä sekä höyrynsulkua ja metallipinnoitetta.

Mineraalivillaeristeissä ei ole tapahtunut suuria muutoksia viime vuosikymmenien aikana; suurimmat muutokset liittyvät ennemminkin eristysratkaisuihin, asennettavuuteen ja käytettävyyteen. Nykyisin on saatavilla uusi kuitu, joka yhdistää lasivillan keveyden kivivillan lämpötilankestoon. Uuden kuidun ansiosta eristeet ovat ohuempia ja kevyempiä.

KIVIVILLA

Kivivilla on yleisimmin käytetty eristemateriaali, sillä se on edullista ja monikäyttöistä. Se valmistetaan emäksisistä kivilajeista. Kivivilla luokitellaan paloluokkaan A1 tai A2 eli se on palamatonta⁽¹¹⁾. Kivivilla kestää jopa 700 °C lämpötilaa. Tietyt kivivillatuotteet saattavat kestää tätäkin korkeampia, 1000 °C lämpötiloja, ilman sulamista. Kivivillan sidosaine kuitenkin haihtuu jo 250 °C lämpötilassa. Sidosaineen haihtumisen jälkeen kivivillakuidut painuvat kasaan, joten kuitutiheyden on oltava sitä suurempi, mitä korkeammassa lämpötilassa eristettä käytetään. Kivivillan tiheys vaikuttaa näin myös lämmönjohtavuuteen (kuva 4). Kivivillan alin käyttölämpötila on noin -200 °C. Lähtökohtaisesti alhaisempiin lämpötiloihin suositellaan kuitenkin lasivillaa kivivillan sijaan. Kivivillalla on myös hyvä puristuslujuus ja mekaanisen kuormituksen kesto, erityisesti tiheämmillä villalaaduilla.⁽¹⁰⁾

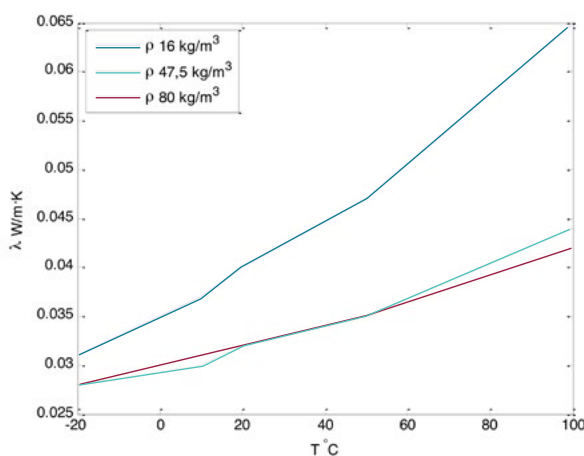


Kuva 4
Kivivillan lämmönjohtavuus eri lämpötiloissa kolmella eri tiheydellä.⁽¹⁰⁾

Kivivillan huonoina puolina on sen suuri paino, erityisesti silloin, kun eristepaksuuden on oltava suuri. Eristeet myös vaativat varsin suuren tilan, mikä tulee ottaa suunnittelussa huomioon. Kivivilla päästää se kosteutta läpi, joten päällä olevien pellitysten täytyy olla kunnossa.

LASIVILLA

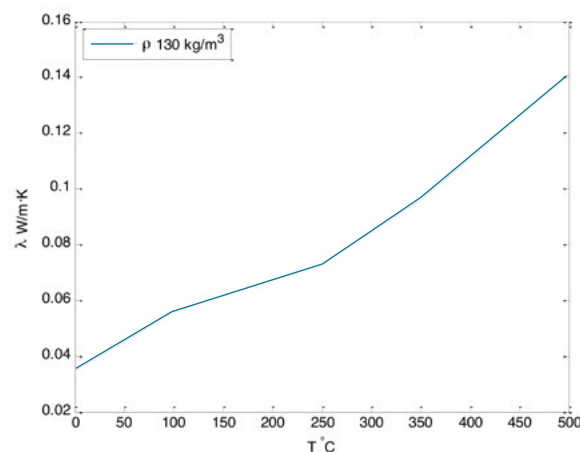
Lasivillaa voi valmistaa jätelasista tai suoraan lasin raaka-aineista: kvartsihiekkasta, soodasta ja kalkkikivistä. Lasivillaa suositellaan käytettäväksi alhaisemmissa lämpötiloissa kuin kivivillaa - erityisesti kohteissa, joiden käyttölämpötila on 250–400 °C välillä. Lasivilla on tällä lämpötila-alueella kivivillaa kevyempi ja joustavampi eriste. Lasivillan alin käyttölämpötila on -200 °C. Lämmönjohtavuus kolmella eri tiheydellä eri lämpötiloissa on esitelty kuvassa 5.



Kuva 5
Lasivillan lämmönjohtavuus eri lämpötiloissa kolmella eri tiheydellä.¹⁰

LASIKUITU

Lasikuitua käytetään niin ikään eristeenä. Lasikuidusta voi valmistaa muun muassa eristemattoja. Lasikuitu kestää jopa 750 °C lämpötilaa ja sillä on erityisen hyvä värähtelykestävyys. Kuvassa 6 näkyy tyypin E lasikuitumattoeristeen ($\rho = 130 \text{ kg/m}^3$) lämmönjohtavuus eri lämpötiloissa.¹⁰

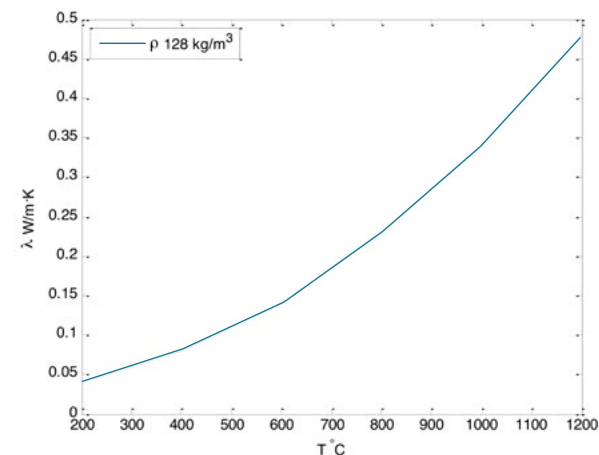


Kuva 6
Lasikuitueristeen ($\rho=130 \text{ kg/m}^3$) lämmönjohtavuus eri lämpötiloissa.¹⁰

KALSIUM-MAGNESIUM-SILIKAATTI

Kalsium-magnesium-silikaatti (calcium-magnesium-silicate, CMS) on piidioksidista sekä kalsium- ja magnesiummoksidaista koostuva epäorgaaninen, lämmönkestävä kuitumateriaali, josta voidaan valmistaa levyjä, mattoja, huopia ja irtovillaa. Valmistusmuodosta riippuen ne kuuluvat paloluokkaan A1 tai A2 (palamaton). CMS-kuituja käytetään erityisesti korkean lämpötilan kohteissa ensimmäisenä eristekerroksena ennen mineraalikuitueristettä. CMS-eristeen tehtävä on laskea

pintalämpötilaa sellaiselle tasolle, jonka perinteisempi mineraalikuitueriste kestää. CMS-kuitujen maksimikäyttölämpötila on noin 850 °C.¹¹

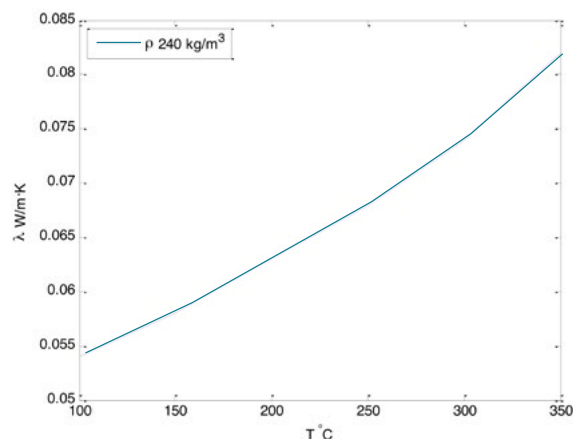


Kuva 7
Kalsium-magnesium-silikaattieristeen ($\rho=128 \text{ kg/m}^3$) lämmönjohtavuus.¹⁰

KALSIUMSILIKAATTI

Kalsiumsilikaattieriste valmistetaan sekoittamalla kalsiumia, silikaattia ja vahvistekuitua veteen, jonka jälkeen seos kuivataan muotoon. Kalsiumsilikaatin mekaanisen kestävyuden johdosta materiaalin käyttö on yleistä. Kalsiumsilikaattia on käytetty paljon sellaisissa kohteissa, jossa ennen käytettiin asbestia. Kalsiumsilikaatin ylin käyttölämpötila on 1000 °C.

Kalsiumsilikaatti on emäksistä, jonka vuoksi sitä ei voi käyttää kohteissa, jotka on tehty alumiinista tai ruostumattomasta teräksestä. Lämpötilan ollessa 250 °C kalsiumsilikaattieriste pysyy kutistumattomana, mutta lämpötilan kasvaessa aina 500 °C, eriste kutistuu noin 1 % verran.¹¹



Kuva 8
Kalsiumsilikaattieristeen ($\rho=240 \text{ kg/m}^3$) lämmönjohtavuus eri lämpötiloissa.⁽¹⁰⁾

KERAAMINEN ERISTE

Keraamisilla eristeillä tarkoitetaan tässä tapauksessa kuitumaisia, synteettisesti valmistettuja epäorgaanisia eristemateriaaleja, jotka kestävät jopa 1400 °C lämpötiloja. Niitä käytetäänkin eristeenä esimerkiksi metalliteollisuuden uuneissa tai voimalaitosten höyryturbiineissa. Keraamiset lämmönkestävät tuotteet myydään huopana, levynä nauhana tai irtovillana useilla eri kauppanimillä. Keraamiset kuidut koostuvat yleisimmin lähinnä alumiinisilikaateista.⁽¹⁰⁾

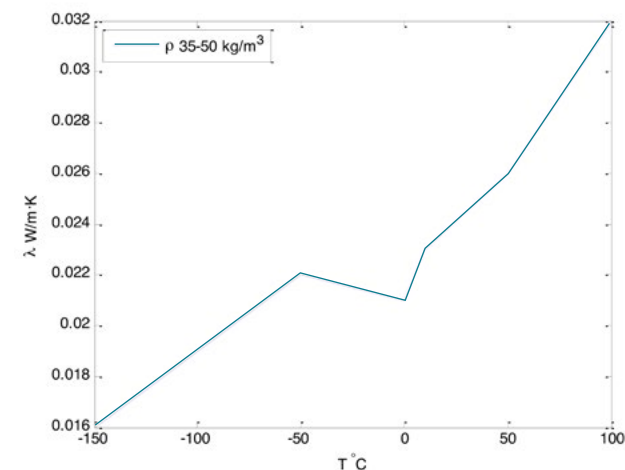
Solumaiset eristemateriaalit

POLYURETAANI- JA POLYISOSYANURAATTI

Polyuretaani- ja polyisosaanuraattieristeet (eli PUR- ja PIR-eristeet) valmistetaan paisuttamalla isosyanaatin ja polyolin seosta siten, että syntyy jäykkä umpisoluinen rakenne. Polyuretaanieristeitä ovat eristelevyt, elementit, ruiskutettavat spray-polyuretaanieristeet ja pulloista pursutettavat saumavaahdot ikkunoiden ja ovien tiivistämiseksi. Tehdasvalmisteisissa elementeissä polyuretaanieriste toimii rakenteen osana jäykistäen kotelorakenteet tukevaksi rakennuselementiksi.

Polyuretaanieristeet (PUR) eivät kestä pääsääntöisesti yli 140 °C lämpötiloja, joten ne eivät sovellu korkeisiin lämpötiloihin. PIR-eristeiden maksimikäyttölämpötila on hieman PUR-eristeitä korkeampi, noin 170 °C. PUR-eristeiden yhdistäminen mineraalivillakerrokseen on mahdollistanut käytön jopa 250 °C lämpötiloissa.

PUR- ja PIR-eristeillä on erittäin pieni lämmönjohtavuus, joten ne ovat tehokkaita ja taloudellisia lämpö- ja kylmäeristeitä. PUR:n lämmönjohtavuus +50 °C lämpötilassa on noin 0,026 W/(m·K), ja vastaavasti -50 °C lämpötilassa noin 0,021 W/(m·K) (kuva 9). Tiheys ei vaikuta polyuretaanieristeen lämmönjohtavuuteen, mutta tiheydellä on merkitystä muun muassa eristeen puristuslujuuteen. Kylmäeristeenä polyuretaania käytetään laajasti, sillä eristeiden alin käyttölämpötila on jopa -160 °C. Lisäksi polyuretaanilla on pieni veden läpäisevyys, joten ympäristön kosteus ei pääse eristeen läpi kondensoitumaan eristettävän kohteen pinnalle. Kylmäeristeiksi kuitenkin suositellaan polyuretaanieristeitä, joiden tiheys on vähintään 50 kg/m³ vesihöyryn diffuusion estämiseksi. Eristeen päällä oleva hyvin kiinnitetty ja saumattu pinnoitus toimii kylmäeristeissä myös höyrysulkuna.⁽¹¹⁾



Kuva 9
Polyuretaanieristeen lämmönjohtavuus lämpötilan muuttuessa. Eristeen lämmönjohtavuus on sama tiheyden vaihdeltaessa 35-50 kg/m³ välillä.⁽¹⁰⁾

Meijeriteollisuudessa käytetään paljon polyuretaania. Pitkissä putkilinjoissa esivalmistellut polyuretaanituotteet ovat kustannustehokkaita, nopeita asentaa ja vähentävät hygieniatilojen likaantumista. Lyhyemmissä putkilinjoissa polyuretaani ruiskutetaan asennuspaikalla putki- ja eristepeltien väliin.

Esivalmistettujen polyuretaaniputkien yhdistäminen toisiinsa on tehtävä huolellisesti. Jos vettä pääsee suojaputken läpi, korrosio voi edetä aggressiivisesti.

Polyuretaanin paloturvallisuusominaisuudet ovat parantuneet eikä materiaali enää edistä palamista. Edelleenkin polyuretaania ei kuitenkaan virallisesti luokitella parhaimpaan paloturvallisuusluokkaan, joten sen käyttöä saatetaan joissain kohteissa vältellä.

Polyuretaani, kuten polymeerit yleisestikin, vanhenevat ajan myötä, jolloin myös lämmönjohtavuus heikkenee hieman. Myös UV-valo haurastuttaa eristettä, joten ulkona oleva eriste vaatii pinnoituksen tai maalipinnan.⁽¹¹⁾

POLYSTYREENI

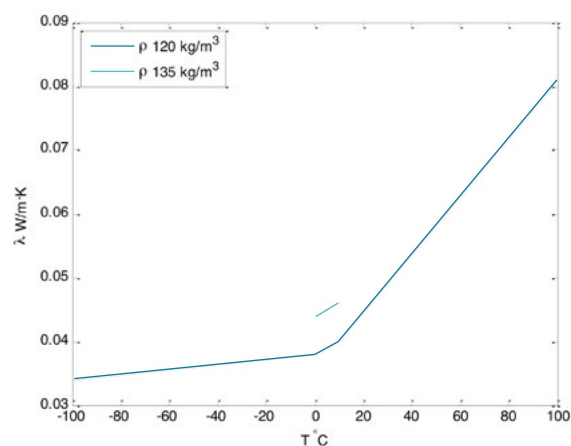
Polystyreenipohjaisiin eristeisiin kuuluvat paisutetut ja puristetut polystyreenieristeet. Paisutettu polystyreeni (EPS) on jäykkä, avosoluinen materiaali, joka valmistetaan useimmiten harkoiksi. Paisutetun polystyreenin käyttölämpötila-alue on välillä $-180\text{ °C} \dots +80\text{ °C}$. Levyt ja muut muotokappaleet leikataan harkoista tai ne vaeleetaan muottiin. Paisutetun polystyreenin etuihin kuuluu muun muassa keveys ($\rho = 20 \dots 25\text{ kg/m}^3$), veden läpäisemättömyys, hyvä puristuslujuus, alhainen lämmönjohtavuus sekä 100 % kierrätettävyyttä. Polystyreenieristeitä käytetään muun muassa rakennuksissa (lattia-, seinä- ja kattoeristeinä) sekä kylmäeristeenä putkistoissa.^{(10) (11)}

Puristetut polystyreenieristeet (XPS) valmistetaan suulahepuristamalla eli puristamalla materiaalia tietyn suuruisten aukkojen lävitse määrättyssä lämpötilassa. Eristeet ovat lujia, umpisoluisia rakenteita. Soveltuva käyttölämpötila-alue on hieman korkeampi kuin EPS-eristeillä, $-50\text{ °C} \dots 150\text{ °C}$ välillä. XPS-eristeitä valmistetaan ainoastaan harkkoina, joista leikataan sopivan kokoisia ja muotoisia eristeitä.^{(10) (11)}

VAAHTOLASI

Vaahtolasi (kutsutaan myös solulasiksi) on kevyttä ja läpinäkyvää, eristävää lasimateriaalia, joka sisältää runsaasti pieniä, tasaisesti jakautuneita suljettuja kaasukuplia. Vaahtolasin rakenne on jäykkä ja umpisoluisen. Vaahtolasin valmistuksessa lasijauheeseen lisätään pieni määrä vaahdotusagenttia, joka kuumennettaessa vaahdottaa seoksen. Tuotantoprosessissa lasijauhe muodostaa $700 \dots 900\text{ °C}$:n lämpötilassa viskoosin nesteen, jossa vaahdotusagentti hajotessaan muodostaa kaasua, joka puolestaan muodostaa kuplia. Vaahtolasieristeet ovat veden, vesihöyryn sekä kaasun läpäisemättömiä, ja niillä on pieni lämmönjohtavuus; $+10\text{ °C}$ lämpötilassa 120 kg/m^3 tiheän eristeiden lämmönjohtavuus on noin $0,037\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Lämmönjohtavuuden muuttuminen lämpötilan

noustaessa näkyy kuvassa 10. Vaahtolasieristeen alin käyttölämpötila on jopa -260 °C ja ylin käyttölämpötila noin $+430\text{ °C}$. Vaahtolasieristeillä on hyvä rakenteellinen lujuus, mutta niiden iskunkestävyys on heikko.^{(10) (11) (12)}



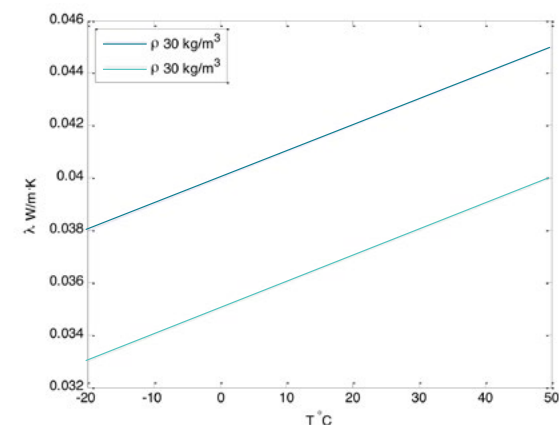
Kuva 10
Vaahtolasieristeen lämmönjohtavuus eri lämpötiloissa.⁽¹⁰⁾

Vaahtolasieristeistä yleisimpiä ovat levytuotteet, erityisesti terassi- ja tasakattoeristeet. Lisäksi vaahtolasista valmistetaan mursketta, blokkeja, muotoeristeitä ja pellettejä. Vaahtolasituotteet soveltuvat eristeiksi muun muassa betonirakenteisiin talonrakentamisessa, kunnallisteknisiin eristettäviin rakenteisiin sekä tunneli- ja väylärakenteisiin.⁽¹²⁾

POLYETEENIERISTE

Polyeteenieristeet ovat pääasiallisesti umpisoluisia, puolijäykkiä vaahtoja, jotka koostuvat pääasiallisesti polyeteenipolymeereistä tai vaihtoehtoisesti polymeeriseoksista, jotka koostuvat suurelta osin eteenistä. Polyeteenieristeiden ominaisuuksia voidaan muokata lisäämällä epäorgaanisia tai orgaanisia aineita.

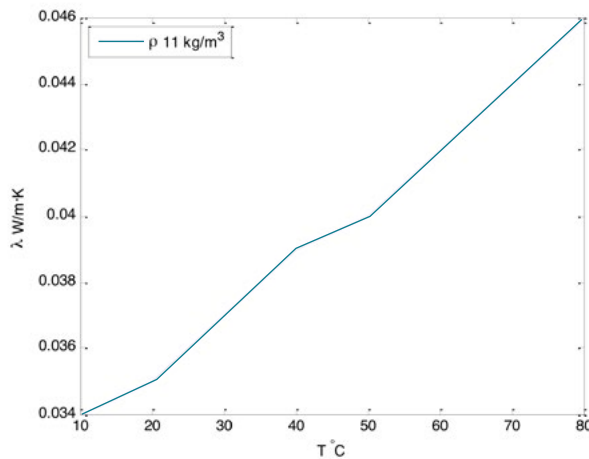
PE-vaahdon tyypillinen tiheys on $20\text{ kg/m}^3 \dots 40\text{ kg/m}^3$. 30 kg/m^3 tiheän eristeiden lämmönjohtavuus 10 °C lämpötilassa on noin $0,040\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Kahden erilaisen mutta yhtä tiheän eristeiden lämmönjohtavuudet eri lämpötiloissa on esitelty kuvassa 11. PE-vaahtoeristettä valmistetaan verkkoina, levyinä ja putkiosina. Alin suositeltava käyttölämpötila on -50 °C ja ylin noin 105 °C . PE-vaahtoeristeitä käytetään erityisesti putkieristeinä estämään putkien jäätymistä.⁽¹⁰⁾



Kuva 11
Kahden eri polyeteenieristeen lämmönjohtavuus.⁽¹⁰⁾

FENOLIVAAPTOERISTE

Fenolivaaptoeriste valmistetaan paisuttamalla fenoli-hartsia siten, että syntyy jäykkä umpisoluinen rakenne. Fenolivaahdon alin käyttölämpötila on $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$, joten sitä käytetään erityisesti kylmäeristeenä kohteissa, joissa tilaa on vähän. Ylin käyttölämpötila on vain $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, joten fenolivaaptoeristeen valinnassa täytyy ottaa huomioon, ettei prosessin höyrytysten, huuhtelujen tai puhdistusten aikana ylitetä korkeinta käyttölämpötilaa⁽¹⁾. Fenolivaaptoeristeen lämmönjohtavuuden muuttuminen lämpötilan kasvaessa näkyy kuvassa 12.



Kuva 12
Fenolivaaptoeristeen lämmönjohtavuus eri lämpötiloissa.⁽¹⁾

MELAMIIMIVAAPTO

Melamiimivaahdot ovat joustavia, avosoluisia eristeitä, joita käytetään lähinnä rakentamisessa levytuotteina, putkiosina sekä muutokappaleina. Melamiimivaaptoeristeillä on matala lämmönjohtavuus, mutta niillä on myös hyvä äänenvaimennuskyky.

Melamiimivaaptoeristeet ovat kevyitä (tiheys noin 11 kg/m^3) ja niillä on pieni lämmönjohtavuus (alle $0,035\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Käyttölämpötila-alue on noin $-200\text{ }^{\circ}\text{C} - 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ välillä. Keveyden ja äänieristyksen ansiosta niitä käytetään eristeinä muun muassa julkisissa kulkuneuvoissa, lentokoneissa, kattorakenteissa sekä LVI-putkistoissa. Lisäksi melamiinivaaptoeristeitä käytetään kylmäeristeenä muun muassa LNG-säiliöissä. Melamiimivaaptoeriste luokitellaan paloluokkaan B1.

Eristemaalit ja -pinnoitteet

Eristemaalien kehitys on alkanut 1980- ja 1990-luvuilla nanoteknologian kehityksen myötä. Eristemaalien eristeominaisuudet perustuvat erittäin pieniin keraamisiin partikkeleihin, jotka muodostavat sisäänsä tyhjiön. Keraamipartikkeleita on yhdistetty polymeerimatriisiin. Mitä kevyempiä eristemaalit ovat, sitä suurempi osuus maalista on keraamipartikkeleita. Eristemaalien lämmönjohtavuus vaihtelee maalivalmistajan ja tuotteen mukaan. Valmistajien ilmoittamat lämmönjohtavuudet vaihtelevat $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa $0,0012\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ja $0,062\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ välillä. Erään valmistajan mukaan 1 mm eristemaalikerros vastaa eristyskyvyltään 50 mm villaeristystä. Eristemaalit sopivat hyvin vaikeasti eristettäviin kohteisiin ja kohteisiin, joissa eristeelle on vain rajallisesti tilaa. Eristeen paksuus riippuu eristettävän aineen lämpötilasta ja vaihtelee $0,5 - 7,0\text{ mm}$ välillä.

Eristemaalit ja -pinnoitteet asennetaan ruiskuttamalla tai pensselillä. Maaleista riippuen asennuksen voi tehdä prosessin ollessa käynnissä, jolloin pinnoite myös kuivuu nopeammin kuin kylmälle pinnalle

asennettaessa. Kylmemmälle pinnalle asennettaessa maaleja levitetään kerralla $0,5\text{ mm}$, ja tämän jälkeen maalikerroksen annetaan kuivua 24 tuntia . Eristemaalien asennus on muihin eristemateriaaleihin verrattuna erittäin helppoa, ja usein asennus- tai pintakäsittelyurakoijan sijaan eristemaalivalmistajat kouluttavat tilaajansa tekemään asennukset itse. Näin ollen säästetään merkittävästi kustannuksissa, kun tulevat eristyskohteet voidaan eristää itse.

Eristepinnoite tehdään prosessin ollessa käynnissä, jolloin kuivuminen on nopeampaa kuin kylmälle pinnalle asennettaessa.

Eristemaaleja voidaan käyttää sekä kylmä- että lämpöeristykseen, mutta enemmän kokemuksia niistä on lämpöeristeenä. Eristemaaleja on eri lämpötila-alueille; maksimilämpötila vaihtelee $177\text{ }^{\circ}\text{C} - 370\text{ }^{\circ}\text{C}$ välillä. Eristeitä voidaan käyttää myös kuumemmissa lämpötiloissa, mutta niiden lämmöneristävyyttä heikkenee, koska eristepinnoitteen polymeerimatriisi rikkoutuu. Itse keraamipartikkelit kestävät kuitenkin yli 370 asteen lämpötiloja. Joillakin eristemaaleilla on kylmän kestävyys $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Normaaleissa olosuhteissa ($-60\text{ }^{\circ}\text{C} - +200\text{ }^{\circ}\text{C}$) lämpöä eristävän eristemaalikerroksen käyttöikä on minimissään 15 vuotta.

Eristemaalien teho perustuu osittain myös lämpösäteilyn heijastamiseen toimien täten päinvastoin kuin esimerkiksi lämpöä absorboivat aurinkokennomateriaalit. Lämpösäteilyä heijastavia pinnoitteita on käytetty muun muassa lämpimissä maissa kylmäeristyskohteissa. Säteilyn heijastamisominaisuuden takia eristemaalit myös kestävät ultraviolettisäteilyä.

Eristemaalien etuja ovat helppo asennettavuus, keveys, pieni tilantarve ja pysyvyys. Ne sopivat hyvin vaikeasti eristettäviin kohteisiin ja kohteisiin, joissa eristeelle on rajallisesti tilaa.

Putkissa eristemaali helpottaa vuotojen havaitsemista koteloituihin eristeisiin verrattuna. Maalieristeen kastuminen ei heikennä sen eristävyttä. Prosessia ei tarvitse pysäyttää eristystä varten. Eristemaalikerros on poistettava venttiiliä avattaessa tai huollettaessa, mutta maalin poistaminen ja uudelleen maalaaminen on helppoa. Eristemaalit ovat olleet toimiva ratkaisu esimerkiksi miesluukkujen eristyksissä, sillä luukun avaamiseksi ei tarvitse ensin irrottaa eristekerrosta. Huollon jälkeen eristettävä kohde pinnoitetaan uudelleen. Pienten alueiden pinnoituksen voi tehdä tehtaan oma henkilökunta.

Eristemaalilla pienten alueiden pinnoitus on niin helppoa, että sen voi tehdä myös tehtaan oma henkilökunta.

Joidenkin valmistajien eristemaalit tulee suojata kosteudelta suojaavalla pinnoitteella, joka on usein polyuretaanipohjainen. Joissakin eristemaaleissa on itsessään hyvä kosteus- ja kaasutiiveys. Ruosteista pintaa eristettäessä voidaan käyttää primeria eli pohjamaalia, joka varmistaa varsinaisen pinnoitteen tarttuvuuden ja

tasaisen pinnan. Markkinoilla on kuitenkin myös tuote, jonka voi valmistajan mukaan laittaa suoraan sellaiseen ruosteisen pinnan päälle.

Korkeammissa lämpötiloissa eristemaaleja on mahdollista käyttää myös yhdessä muiden eristeiden kanssa. Esimerkiksi villaeristeet voi pinnoittaa eristemaalilla molemmin puolin, jolloin pinnoite vähentää konvektiota eristeen läpi ja toisaalta pienentää vaadittua villaeristyspaksuutta.

Eristemaalien asennus on helppoa, eivätkä ne vaadi erityistä esi- tai jälkikäsitelyä. Ohuen eristemaalikerroksen ansiosta eristykseen tilaaja säästää kaatopaikkakustannuksissa, sillä hävitettävän jätteen määrä on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi villaeristyksissä.

Eristemaalit eivät sellaisenaan sovi kohteisiin, jotka ovat jatkuvasti veden tai maan alla. Toimiakseen kunnolla eristemaalilla on oltava ilmaa ympärillään. Eristemaalit eivät myöskään sovi esimerkiksi jatkuvasti avattavien venttiileiden eristämiseen, koska eriste pitää poistaa venttiiliä avattaessa. Eristemaalien heikko kysyntä johtuu toistaiseksi tunnettuuden puutteesta sekä konservatiivisista eristysstandardeista. EU:n alueella eristemaalien heikkous on myös se, ettei niillä ole CE-merkintää harmonisoidun tuotestandardin puutteen takia. Kuitenkin Yhdysvalloissa ja Baltian maissa eristemateriaalit ovat sertifioituja.

Eristemaaleilla on ollut eniten kysyntää energia-sektorilla, erityisesti kaukolämpökohteissa, sekä petrokemian alalla. Lisäksi eristemaalit ovat kiinnostaneet maataloussektoria, jossa maaleilla on eristetty muun muassa kuivureiden ja siilojen putkistoja.

Eniten kehitystä maalieristeissä on tapahtunut maksimilämpötilassa ja palo-ominaisuuksissa ja niitä myös kehitetään edelleen tavoitteena nostaa maksimilämpötila 500 °C.

Muut eristeet

PERLIITTIRAE-ERISTE

Perliitti on luonnossa esiintyvä, piipohjainen mineraali. Perliittiraeetta valmistetaan paisuttamalla luonnon perliittikiveä raemaiseen muotoon. Lämmittämällä 1100 °C lämpötilaan perliitti laajenee 20-kertaiseksi alkuperäisestä koostaan ja siitä muodostuu valkoinen steriili hiukkanen. Perliittirae on kevyt ja se pitää hyvin muotonsa. Perliittirae-eriste puhalletaan eristettävään kohteeseen, jossa se mukautuu myös epäsäännöllisen muotoisiin kohtiin. Perliittiraeella pystytään täyttämään myös pienimmät raot, joihin muut eristeet eivät mahdu. Tyypillinen tiheys on noin 130 kg/m³. Lämmönjohtavuus vaihtelee välillä 0,03 - 0,06 W/(m·K) ja soveltuva käyttölämpötila-alue on -260 °C - 1050 °C. Kylmäeristeissä perliitti pitää kuitenkin päällystää kaksinkertaisesti, sillä perliittirae ei pysty estämään vesihöyryn diffuusiota. ⁽¹⁾

7

Saattolämmitys

Aina kun ympäristön lämpötila on matalampi kuin putkessa tai säiliössä oleva lämpötila, lämpöä virtaa nesteestä ympäristöön. Jäätymistä on mahdollista hidastaa eristämisen avulla ja estää saattolämmityksellä. Saattolämmitystä käytetään pääasiassa prosessilämmön ylläpitämiseen ja putkiston sulana pitämiseen. Saattolämmityksen käyttöä tulisi kuitenkin välttää sen energiantensiivisyyden takia. Erityisesti sulana pitämisessä käytettyä saattolämmitystä on mahdollista välttää suunnittelun avulla:

- **Jäätymistä voidaan estää kaivamalla putket routarajan alapuolelle tai putkivedoilla, jotka kulkevat lämpimien sisätilojen kautta.**
- **Putket voidaan suunnitella joko niin, että niissä on aina virtaus, tai vaihtoehtoisesti siten, että ne ovat helposti tyhjennettävissä.**
- **Turhia vesijärjestelmiä, joilla on jäätymisriski, tulisi välttää. Esimerkiksi jäähdytys voidaan suunnitella siten, että käytetään suoraa ilmajäähdystä vesijäähdtyksen sijaan.**

Saattolämmitysmuodoista sähkösaatto ja höyrysaatto ovat kaikkein yleisimpiä - kelvollisena vaihtoehtoina ovat myös erilaiset nesteet. Jotta saattolämmityksen energiakulut olisivat kustannustehokkaalla tasolla, on eristelaskelmissa otettava huomioon saattolämmityksen tuomat lisäinvestointi- ja käyttökustannukset. Myös saattolämmitettyjen putkien eristekunto on tarkistettava säännöllisesti. Saattolämmityksen ansiosta prosessin lämpötila pysyy halutulla tasolla, joten vaurioituneeseen eristeeseen ei siksi välttämättä kiinnitetä huomiota. Lisäksi saattolämmitystä saatetaan huomaamatta pitää päällä myös tilanteissa, jolloin sitä ei tarvita kuten lämmityskauden ulkopuolella. Vaurioituneen eristeen korjaaminen kuitenkin mahdollistaa merkittävät säästöt energiakustannuksissa.

Sähköinen saattolämmitys

Sähkösaattolämmitystä käytetään yleensä kohteissa, joiden haluttu lämpötila on 0 °C – 120 °C. Sähköllä saattolämmitystä voidaan myös tuottaa kohteisiin, joiden haluttu lämpötila on jopa 600 °C. On huomattava, että korkeissa lämpötiloissa kustannukset nousevat myös merkittäviksi.

Sähkösaaton etuna on sähkösaaton suhteellisen alhainen hinta, verrattuna toisiin saattolämmitysmuotoihin. Toinen vaikuttava asia on sähkösaaton tuotevalikoiman kasvaminen.

Sähkösaattolämmityksen suunniteluussa on panostettava kaapelin sekä ohjaustavan valintaan. Tavallisen kemianteollisuudessa käytetyn sähkösaaton teho, jota käytetään sulana pitämiseen, on noin 15 W/m. Tällöin sähkösaaton tarvitsema energiamäärä on noin 225 MWh/a (olettaen, että ulkolämpötila on 5 °C 3000 tuntia per vuosi ja putken pituus on 10 km).

KAAPELIT

Sähkösaattokaapelin toimintaikä on pitkä, jos kaapeli on valittu ja asennettu oikein. Oikean kaapelin valintaa ohjaa yleensä maksimilämpötila, jolle kaapeli voidaan hetkellisesti altistaa. Kaapelit on usein suunniteltu kestämään 1000 h Tmax-lämpötilaa koko käyttöikänsä aikana. Joidenkin valmistajien lämmityskaapelit kestävät jopa höyrypuhallusta. Esimerkki elintarviketeollisuudesta: Vuonna 1992–93 rakennetussa tehtaassa on suurilta osin alkupe- räiset saattolämmitykset putkistossa. Termostaatteja ja joitakin piirejä on vaihdettu. Pitkä käyttöikä varmistetaan jakorasioiden vesieristyksellä. Mekaaniset vauriot ovat yleisin syy kaapeleiden rikkoutumisille.

Teollisuudessa käytetään sekä vakiovastuskaapeleita että niin kutsuttuja itsesäätyviä kaapeleita. Itsesäätyvien kaapeleiden vastus muuttuu lämpötilan muuttuessa - lämpötilan saavuttaessa tietyn asetusarvon, nousee kaapelin vastus korkeaksi, jolloin lämmitys loppuu. Asetusarvoa alemmissa lämpötiloissa kaapelin vastus taas on pieni, jolloin lämmitystä tapahtuu. Vakiotehokaapeleiden (~30 €/m) käyttö on vähäistä.

Vakiovastuskaapeleiden hinta on alhainen - noin 10 €/m. Tämän kaapelityypin käyttö on ollut teollisuudessa tavallista. Kaapeli soveltuu pitkiin putkilinjoihin ja kuumiin olosuhteisiin. Vakiotehokaapeleiden vaippamateriaalit voivat olla kovia (kuperiseos, ruostumaton teräs), ja tällöin asennustyöstä tulee hankalaa. Asentamista hankaloittaa entisestään se, ettei kaapelia saa asentaa liian lähekkäin eivätkä kaapelit saa mennä toistensa yli. Pienet ja lyhyet putket tuottavat ongelmia, erityisesti EX-tiloissa jossa vaadittava lämpötila ja EX-tilan maksimilämpötila ovat lähellä toisiaan. Tällöin voi ainoaksi mahdollisuudeksi jäädä lisäputken asentaminen, jolloin lämpökuorma saadaan oikein mitoitetuksi. Oikealla prosessisuunnittelulla on mahdollista välttää ongelma. Ruostumaton teräs vaippamateriaalina kestää noin 600 °C lämpötilaa ja kupariseos vastaavasti noin 400 °C.

Itsesäätyvien kaapeleiden hinta on korkea (noin 50€/m), mutta niiden asennus on helppoa johtuen vaippamateriaaleista. Itsesäätyvät kaapelit toimivat aiemmin vain matalissa lämpötiloissa, mutta materiaalikehityksen myötä on niiden käyttö siirtynyt myös korkeampiin lämpötiloihin; korkean lämpötilan itsesäätyvät kaapelit voivat lämmittää prosessia yhtäjaksoisesti korkeintaan 149 °C asti, ja kestävät ajoittain jopa 250 °C lämpötiloja. Asentaminen on helppoa, sillä kaapelit voidaan huoletta asentaa toistensa yli ja lähelle toisiaan.

OHJAUSVALINTA

Ympäristön lämpötilaa valvova termostaatti (PASC)

Sulana pidettävissä kohteissa lämmityksen ohjaukseen kannattaa käyttää hinnaltaan matalaa PASC-ohjausjärjestelmää. Järjestelmässä on vakionmittainen aikasykli, jonka aikana lämmitys on päällä/ pois riippuen ympäristön lämpötilasta. Aikasyklin pituus määräytyy lämmitettävän laitteen lämpöominaisuuksista. Tavanomaisen syklin pituus on noin 20 min. Konsulttitoimiston sähkösuunnitteluhankkeiden perusteella on arvioitu, että noin kolmasosa putkistoverkoston sulana pidettävästä putkistosta lämmitetään turhaan. Tämän välttäminen on usein kallista johtuen putkistoverkoston monimutkaisuudesta.

Putken lämpötilaa valvova termostaatti

Prosessiteknisesti voi olla tärkeää, että lämpötila ylläpidetään tarkasti tietyllä tasolla. Tällöin mittaamalla putken/virtauksen lämpötilaa voidaan lämmitystä ohjata päälle/pois niin, että lämpötila pysyy asetusarvostaan parin asteen tarkkuudella. Samaan termostaattiin yhdistetään usein rinnakkaisia linjoja, jolloin noin 10 % energiasta menee hukkaan. Vaikka menetelmä säästääkin energiaa, ei se usein ole taloudellisesti kannattava järjestelmän hintavuuden takia. Näin ollen järjestelmän käyttö rajoittuu vain sellaisiin kohteisiin, joissa hyvin tarkka lämpötilan säätö on prosessiteknisesti välttämätöntä.

Tehonsäätö

Lämpötilamittausten perusteella säädetään saattolämmityksen tehoa. Tehonsäätö on kaikista ohjausmenetelyistä kallein, mutta savutettu lämpötilavaihtelu on kaikkein pienin ja täten energiatehokkain.

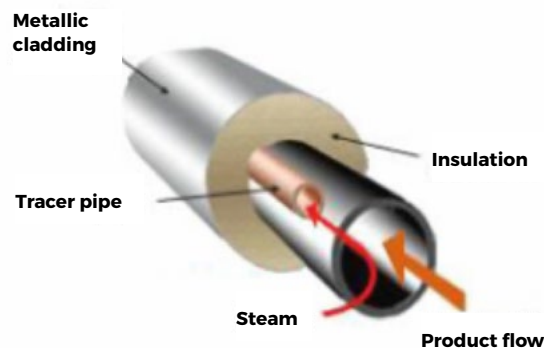
Automaatiojärjestelmään yhdistäminen

Automaatiojärjestelmän tiedonkeruu mahdollistaa lämmityksen toimivuuden seurannan. Prosessilaitoksissa, joissa valmistetaan eri saattolämpötilan vaativia tuotteita, on mahdollista ohjata lämmitystä reseptin mukaan. Automaatiojärjestelmään yhdistämistä ei voida motivoida energiatehokkuudella, mutta hyötyjä sen avulla on mahdollista saada.

Höyry

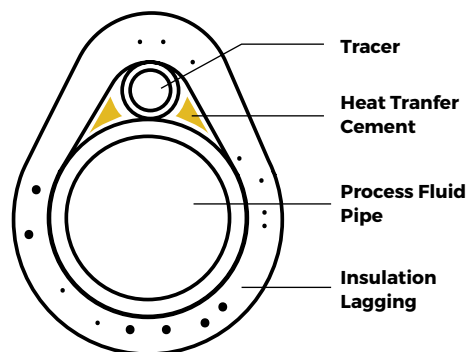
Saattolämmityksenä höyryä käytetään yleisesti sellaisissa laitoksissa, joissa höyryä on helposti saatavilla sivutuotteena (hönkä) tai ylijäämähöyrynä. Höyrysaaton etu on, että se mahdollistaa nopean prosessin lämmityksen alasajon jälkeen. Haittapuolena on jokseenkin hallitsematon/liian tehokas lämmönsiirto, vuotojen tuoma riski, toimintahäiriöt lauhteenpoistimissa. Laitteisto on hinnaltaan matalampi kuin sähkösaatto, mutta asennus- ja huoltokustannukset ovat taas tasoltaan korkeammat. Kustannusanalyysi ratkaisee höyryn ja sähkön hintaeron.

Höyrysaattojärjestelmiä on kolmea eri mallia, joista ulkoinen höyryputki (kuva 13) on kaikkein tavallisin. Näissä saattolämmityksissä käytetään yhtä tai useampaa höyryputkea lämmittämiseen. Jotta lämmönsiirto on suurimmillaan, tulee saattolämmitysputken olla hyvin kosketuksissa prosessiputken kanssa.



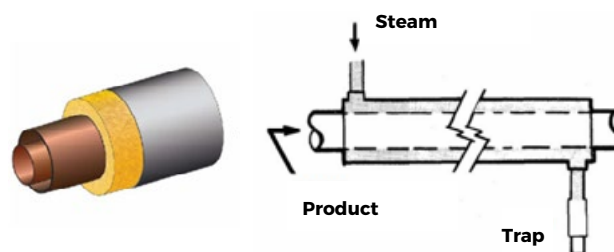
Kuva 13
Höyrysaatto ulkoisella höyryputkella.⁽¹³⁾

Lämmönjohtavuutta voi parantaa lisäämällä lämmönsiirtomassaa putkien ympärille. Tätä kutsutaan sementoiduksi saattolämmitykseksi (kuva 14).



Kuva 14
Höyrysaatto sementoidulla höyryputkella.⁽¹³⁾

Jos käytetyn höyryn ja prosessivirtauksen lämpötilat ovat lähellä toisiaan, voidaan saattolämmitystä tuottaa vaippaputkella (kuva 15).



Kuva 15
Höyrysaatto vaippaputkella.⁽¹³⁾

Lähteet

- ^[1] M. Neelis, P. Blinde, M. Overgaag ja Y. Deng, "Climate protection with rapid payback – Energy and emissions savings potential of industrial insulation in EU27," 2012. [Online]. Available: <http://www.eiif.org>. [30 Joulukuu 2014].
- ^[2] Ecofys Neatherlands BV, "Energy and CO₂ savings potential of industrial insulation in Sweden," 2014. [Online]. Available: www.eiif.org. [30 Joulukuu 2014].
- ^[3] Fesi, "Fesi thermal technical document 2 – Guide to Good Thermal Insulation Practice," 2010. [Online]. Available: <http://www.fesi.eu/>. [30 Joulukuu 2014].
- ^[4] A. Pösö, "Eristeiden vaikutus laivan taloudelliseen suori-tuskykyyn," Turun Ammattikorkeakoulu, Turku, 2011.
- ^[5] SFS 3977, Putki-, säiliö- ja laite-eristykset. Mitoitus., 6 toim., Helsinki, 2008, p. 21.
- ^[6] Fesi, "Fesi thermal technical document 8 – Principles of cold insulation," 1997. [Online]. Available: <http://www.fesi.eu/>. [Haettu 30 Joulukuu 2014].
- ^[7] F. Domínguez-Muñoz, B. Anderson, M. Cejudo-López ja A. Carrillo-Andrés, "Uncertainty in the thermal conduc-tivity of insulation materials," Energy and buildings, pp. 2159-2168 2010, 2010.
- ^[8] E. C. Guyer, Handbook of applied thermal design, CRC press, 1999.
- ^[9] L. Pilato, Phenolic Resins: A Century of Progress, Berlin; Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2010.
- ^[10] Tiasa, "Thermal insulation handbook," 2014. [Online]. Available: www.tiasa.org.za. [30 Joulukuu 2014].
- ^[11] Fesi, "Fesi thermal technical document 3 – Code of Practice for Carrying Out Thermal Insulation Work at Above and Below Ambient Temperature in the Temperature Range -80°C TO + 850°C," [Online]. Available: <http://www.fesi.eu/>. [30 Joulukuu 2014].
- ^[12] J. Ritola ja S. Vares, "Keräyslasin hyötykäyttö vaahtolasi-tuotteina," VTT, 2008.
- ^[13] A. Bhatia, "Heat Tracing Systems," 2014. [Online]. Available: <http://www.cedengineering.com/>. [30 Joulukuu 2014].
- ^[14] Thermon, "The relative merits and limitations of thermal fluid, electric and steam tracing systems," 2008. [Online]. Available: www.thermon.com. [30 Joulukuu 2014].
- ^[15] Fesi, "Fesi thermal technical document 6 – High return on investment with environment protecting insulation layer thicknesses," 2012. [Online]. Available: <http://www.fesi.eu/>. [Haettu 30 Joulukuu 2014].
- ^[16] A. M. Papadopoulos, "State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments," Energy and Buildings, pp. 77-86, 2005.
- ^[17] H. H. Gordon ja D. W. Yarbrough, "Industrial insulation systems: material selection factors," Chemical enginee-ring, pp. 34-40, 2010.
- ^[18] T. Piirainen, "Viisi periaatetta kustannussäästöihin teol-lisuuden sähkölämmityksissä," 2013. [Online]. Available: www.promaintlehti.fi. [30 Joulukuu 2014].
- ^[19] P. Enkvist, T. Naucclér ja J. Rosander, "A cost curve for greenhouse gas reduction," McKinsey Quarterly 1, p. 34, 2007.
- ^[20] J. Luostarainen, "Vaahtolaselementtien tuotekehitys," Hämeen ammattikorkeakoulu, 2014.
- ^[21] J. Vapaavuori ja I. Kokkila, "Aiesopimus Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen jatkami-sesta vuosina 2017–2020 ja kumulatiivisen energiasääs-tön tavoitteista 2014–2020," 2013. [Online]. Available: ek.fi. [31 Joulukuu 2014].
- ^[22] SFS-3976, Putki-, säiliö- ja laite-eristykset. Eristeet ja eristyslementit., 5 toim., Helsinki, 2007, p. 12.

Hyvä tekninen eristys teollisuudessa

- 1 pienentää energiakustannuksia
- 2 ylläpitää prosessin optimilämpötilaa
- 3 estää osaltaan kulumista ja korroosiota laitteissa ja putkistoissa
- 4 vähentää kohteiden termisiä jännityksiä
- 5 lisää työturvallisuutta
- 6 parantaa työviihtyvyyttä

Eristä tehtaan kuumat putket

Vähennä hukkalämpöä

ERISTÄMÄTÖNTÄ putkea ϕ 10 cm

100 m



Hukkalämpöä

0,6 GWh/a

= 18 000 €/a



ERISTÄMÄTÖNTÄ putkea ϕ 20 cm

100 m



Hukkalämpöä

1 GWh/a

= 32 000 €/a

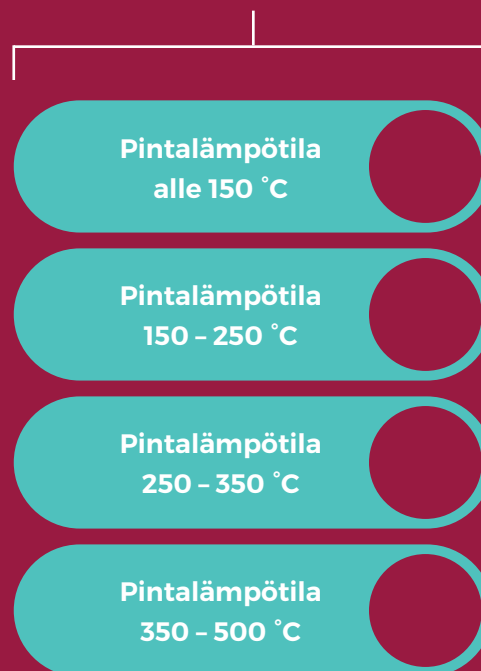
Eristämätön putki



syö energiaa
ja rahaa

ERISTÄMÄTÖN putki ϕ 10 cm

1 METRI



HUKKALÄMPÖ/ VUOSI

MWh

€

6,1

180

15

450

28

850

60

1800

Käyttötunnit 8 000 h/a | Energian hinta 30 €/MWh

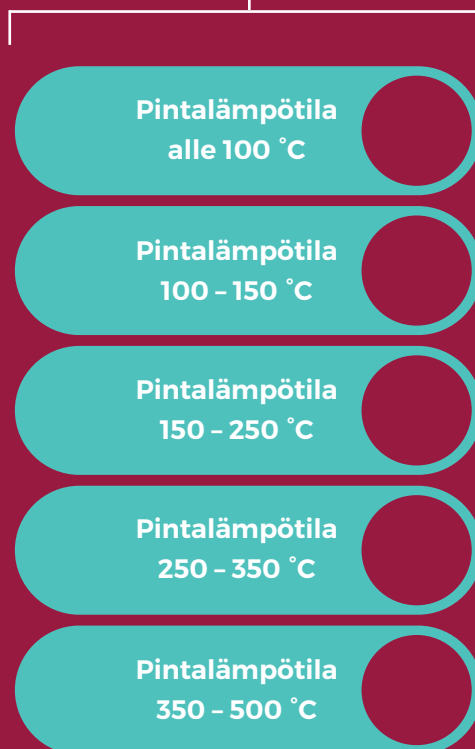
Eristämätön putki



syö energiaa
ja rahaa

ERISTÄMÄTÖN putki ϕ 20 cm

1 METRI



HUKKALÄMPÖ / VUOSI

MWh	€
6	170
11	320
26	800
51	1 500
110	3 300

Käyttötunnit 8 000 h/a | Energian hinta 30 €/MWh

Tiesitkö, että

eristeetkin vanhenevat, jolloin ehjältä vaikuttava eriste ei enää eristä riittävän hyvin.
Ajan saatossa eristeen koostumus saattaa muuttaa muotoaan esimerkiksi lämpörasituksen vuoksi.

kastunut eriste ei juuri eristä lämpöä.
Ilmaan verrattuna vesi johtaa lämpöä 20-kertaisesti, jää 100-kertaisesti.

Eristäminen kannattaa



Esimerkkilaskelma
kattilahuoneen eristyksen
kannattavuudesta

Energiansäästö

Putken lämpöhäviö (DN XX)	1,8 kW/m
Venttiilin lämpöhäviö (DN XX)	3,3 kW/kpl
Putkimetrit	5 m
Venttiilien määrä	5 kpl
Lämpöhäviöt yhteensä	25,3 kW
Käyttötunnit vuodessa	8 000 h/a
Säästetty energia vuodessa	202 000 kWh
Nestekaasun hinta	66 €/MWh
Säästö vuodessa	13 383 €/a

Investointi

1. Putkistoeristys	Metrihinta 400 €/m	2 000 €
2. Venttiilieristys	Kappalehintaa 1 000 €/kpl	5 000 €

Yhteensä:		7 000 €
------------------	--	----------------

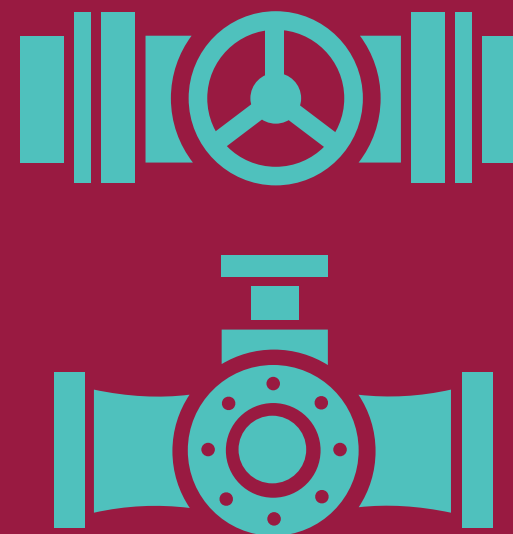
Takaisinmaksuaika	TMA	0,5 vuotta
-------------------	-----	------------

Eristä kuumat venttiilit ja laipat



LISÄÄT

työturvallisuutta &
energian tehokasta käyttöä



Eistäminen vähentää myös turhaa lämpöä tehtaassa työtiloissa, mikä parantaa työskentelyolosuhteita ja edesauttaa työssä jaksamista.

Asiantuntijan vinkit parempaan tekniseen eristykseen

Satsaa tekniseen eristykseen



Lähes jokaisesta tehtaasta löytyy eristämättömiä tai korjausta vaativia kohteita. Tuotantolinjojen ja -laitteiden tarkoituksenmukainen eristys lisää energiatehokkuutta, työturvallisuutta ja tuotantoprosessin toimintavarmuutta.

Parempi tekninen eristys voi vähentää energiakuluja useista kymmenistä tuhansista euroista yli sataan tuhanteen euroon vuosittain.

Selvitä, kuinka paljon voit säästää



Puuttuva tai huono eristys lisää energiakustannuksia. Monessa tehtaassa löytyy useita huonosti eristettyjä tai täysin eristämättömiä putkia, venttiilejä ja laippoja, joista jokainen nakertaa tehtaan energiatehokkuutta. Vaurioituneet ja eristyskynsä menettäneet eristeet saattavat myös lyhentää laitteiden elinikää. Kun kohteet lasketaan yhteen, loppulasku yllättää.

Huolla ja vastuuta



Käy eristetyt kohteet säännöllisesti läpi. Ajan saatossa eristeiden toimivuus voi heiketä esimerkiksi painumisen, kostumisen tai mekaanisen kulumisen johdosta. Ulkoinen tarkastelu kertoo paljon eristeen kunnosta. Tarkista huoltoseisokkien jälkeen, että kaikki eristeet ovat ehjiä ja paikoillaan. Lämpökamera on oiva apu lämpövuotojen ja vaurioituneiden eristeiden etsintään.

Tarkastele huoltokustannusten sijaan huollon aikaansaamia säästöjä. Pidä huolta, että tehtaalla ei ole epäselvyyttä kenelle eristeiden huoltovastuu ja huoltotyöpäätökset kuuluu.

Lisää eristysosaamista

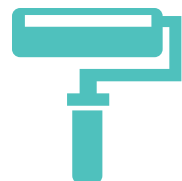


Eristämisen energiatehokkuus harvoin kuuluu henkilöstön ydinosamiseen. Jos talon sisältä ei löydy riittävästi aiheeseen liittyvää osaamista, pyydä asiantuntemusta talon ulkopuolelta. Kysy ajantasaista tietoa eristemateriaalien kehittymisestä suunnittelijoilta tai eristevalmistajilta.

Uudet eristemateriaalit

Eristeiden tekniset ominaisuudet ovat kehittyneet ja materiaalivaihtoehdot ovat monipuolistuneet, mikä mahdollistaa haasteellistenkin kohteiden eristämisen.

Eristemaalit ja -pinnoitteet



Eristemaalien ja -pinnoitteiden etuja ovat helppo asennettavuus, keveys, pieni tilantarve ja pysyvyys. Prosessia ei tarvitse pysäyttää eristystä varten. Eristemaalikerros pitää poistaa venttiiliä avattaessa tai huollettaessa, mutta maalin poistaminen ja uudelleen maalaaminen on helppoa. Maalieristeen kastuminen ei heikennä sen eristävyttä. Putkissa eristemaalilla helpottuu vuotojen havaitsemista koteloituihin eristeisiin verrattuna.

Villaeristeiden uusi aika



Myös villaeristemateriaaleissa on nykyisin käytössä uusi kuitu, joka yhdistää lasivillan keveyden kivivillan lämpötilankestoon. Uuden kuidun ansiosta eristeet ovat ohuempia ja kevyempiä.

Jäätävää menoa?

Paksut jääkerrokset ulkona olevien putkistojen ympärillä aiheuttavat tarpeettoman työturvallisuusriskin.



Painava jääkerros on myös riski prosessin toimivuudelle, sillä ylimääräinen paino voi vaurioittaa putkea tai pahimmassa tapauksessa rikkoa sen.

5 Myyttiä teollisuuden teknisestä eristyksestä

1

**Puutteellisesta eristyksestä johtuvat kulut ja haitat eivät ole merkittäviä.
-VÄÄRIN**

Kehnon eristyksen kokonaiskustannukset saattaisivat yllättää kokeneenkin ammattilaisen. Tuotantolinjojen ja -laitteiden tarkoituksenmukainen eristys lisää energiatehokkuutta, työturvallisuutta ja tuotantoprosessin toimintavarmuutta. Paremmalla teknisellä eristyksellä voi vähentää pelkkiä energiakuluja useista kymmenistä tuhansista euroista yli sataan tuhanteen euroon vuosittain. Työturvallisuus on useimmilla tehtailla tärkeyslistan kärkisijoilla. Silti tehtaista löytyy kuumia pintoja, jotka aiheuttavat työturvallisuusriskin. Puutteellinen eristys lisää myös kohteiden termisiä jännityksiä, kulumista ja korroosiota aiheuttaen laitteiden ja putkistojen nopeampaa kulumista.

2

**Eristeiden asennus pitää aina ajoittaa tuotannon seisokkiin.
-VÄÄRIN**

On totta, että perinteinen villa ja pelti -yhdistelmä asennetaan yleensä vuosihuollon tai tuotantoseisokin aikana. Uudet eristemateriaalit, kuten keraamiset eristepinnoitteet, tehdään puolestaan prosessin ollessa käynnissä. Tällöin pinta kuivuu nopeammin kuin kylmälle pinnalle asennettaessa. Parhaiten eristemaalit soveltuvat kohteisiin, jotka eivät ole liian kuumia. Keraamisten eristeiden maksimilämpötila vaihtelee 177 °C – 370 °C välillä.

3

**Eristys on kallista.
-VÄÄRIN**

Tarkastele takaisinmaksuajan sijaan koko elinkaaren aikaisia kustannuksia. Käytettävän materiaalin osuus on eristämisen kokonaiskustannuksista vain pieni osa. Erityistä huomiota kannattaa kiinnittää materiaalin eristyskykyyn. Kun eristät, eristä kunnolla. Lisäksi täytyy muistaa, että eristyksiä ei tehdä pelkästään lämpöhäviöiden minimoimiseksi. Tekninen eristys varmistaa prosessin toimivuuden, joka on jokaisen tehtaan ykkösprioriteetti.

4

**Venttiilejä ja laippoja on mahdotonta eristää.
-VÄÄRIN**

Erilaiset liitokset sekä erikoiskohdat, kuten venttiilit ja laipat ovat eittämättä haastavia eristyskohteita, sillä niiden pitää avattavissa erilaisia huoltotoimia varten. Ne ovat kuitenkin eristettävissä erilaisilla koteloinneilla tai keraamisilla eristellä. Keraamiset eristeet sopivat pienen tilantarpeensa vuoksi erityisen hyvin jälkikäteen olemassa oleviin kohteisiin asennettaviksi. Uusia tuotantolinjoja rakennettaessa eristysuunnittelu kannattaa ottaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mukaan muun suunnittelun rinnalle. Näin kohteen erityisvaatimukset sekä eristeiden tilantarve on mahdollista ottaa parhaalla tavalla huomioon.

5

**Eristemateriaaleissa ei ole juurikaan tapahtunut kehitystä viimeisten vuosien aikana.
-VÄÄRIN**

Eristeiden tekniset ominaisuudet ovat kehittyneet ja materiaalivehtoehdot ovat monipuolistuneet vuosien varrella. Esimerkiksi mineraalivilloissa on käytössä uudenlaista kuitua, jonka ansiosta eristeet ovat ohuempia ja kevyempiä. Tästä syystä eristepaksuus ei enää ole kelpo lähtökohta suunnittelulle. Perinteisten eristeiden rinnalle on noussut myös uusia materiaaleja, kuten keraaminen eristemaali. Se sopii hyvin vaikeasti eristettäviin kohteisiin ja kohteisiin, joissa eristeelle on vain rajallisesti tilaa.

Motiva on tuottanut tämän aineiston osana Teknisen eristyksen energiatehokkuus -hanketta, jossa etsittiin keinoja tehostaa teollisuuden energiatehokkuutta parantamalla tehtaiden teknistä eristystä.

Vuosina 2015-2016 toteutettuun yhteishankkeeseen osallistuivat Arla Oy, SCA Hygiene Products Oy Ab, Kymppi-Eristys Oy, Paroc Oy, Taminco Oy, Saimaan Eristys Oy, Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, Stora Enso Oyj ja Rodbay Oy. Hanketta rahoittivat Energiavirasto ja hankkeeseen osallistuneet yritykset.

