



KOSTEUSRISKEJÄ MATALAENERGIARAKENTAMISESSA – ONKO NIITÄ/ MITEN HALLITAAN?

29.4.2010

Dos. Juha Vinha

TTY, Rakennustekniikan laitos

Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen – miten hoidetaan?, RIL:n seminaari, Helsinki 29.4.2010

YLEISTÄ

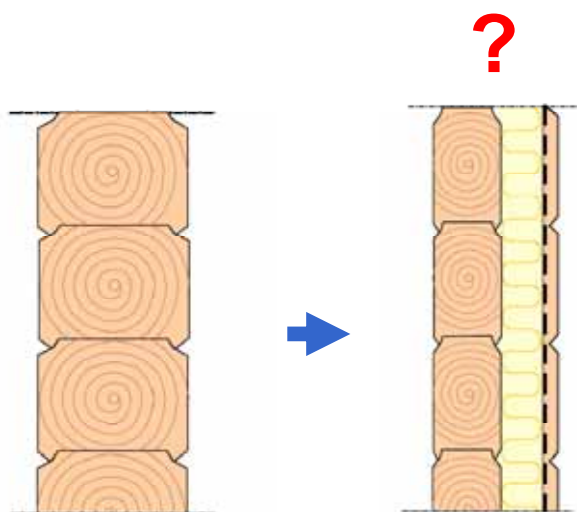
- Lämmöneristyksen lisääminen heikentää vaipparakenteiden kosteusteknistä toimintaa:
 - Ulkopinta viilenee, jolloin kosteuden kondensoituminen ja homeen kasvulle suotuisat olosuhteet lisääntyvät.
 - Rakenteiden vikasietoisuus heikkenee samasta syystä.
 - Lämmöneristekerroksen vesihöyrynvastuksen kasvaessa rakenteen kuivuminen hidastuu.
- Odotettavissa oleva ilmastonmuutos heikentää rakenteiden kosteusteknistä toimintaa entisestään. Viistosateet ja homeen kasvulle otolliset olosuhteet lisääntyvät ja kuivumisajat pitenevät.
- Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa voidaan parantaa rakenteita muuttamalla ja liitoksien ja detaljien erilaisella toteutuksella.
- Joissakin rakenteissa kosteustekninen toiminta heikkenee kuitenkin merkittävästi, vaikka rakenteita parannetaan.
- Kriittisen eristepaksuuden löytäminen on yleensä vaikeaa. Lämmöneristyksen kasvaessa tilanne muuttuu vain pikku hiljaa huonommaksi.
- Eristepaksuuksien lisääminen voi myös lisätä rakennuksen energiankulutusta jäähdytystarpeen lisääntyessä.

RAKENNETYYPPIEN JA TUOTANTOTEKNIKOIDEN MUUTTUMINEN

- Lämmöneristepaksuuksien lisääminen muuttaa vaipparakenteita monessa tapauksessa niin paljon, että rakenteiden toteutustavat ja tuotantotekniikat muuttuvat.
 - Kokemusperäinen tieto uusista rakenteista puuttuu
 - Suunnittelu- ja asennusvirheet kasvavat
 - Uusi rakenne voi olla toiminnaltaan aiempaa huonompi
- Rakenteiden rakennusfysikaalisen toiminnan kokonaisvaltainen suunnittelu on haastava tehtävä, joka vaatii kokemusta ja laajaa asiantuntemusta.
- Suuret muutokset ja nopea aikataulu
 - puutteellinen suunnittelu
 - virheet lisääntyvät
 - kosteusongelmat lisääntyvät

Kaikessa rakentamisessa rakennusaikaisen kosteudenhallinnan merkitys korostuu!

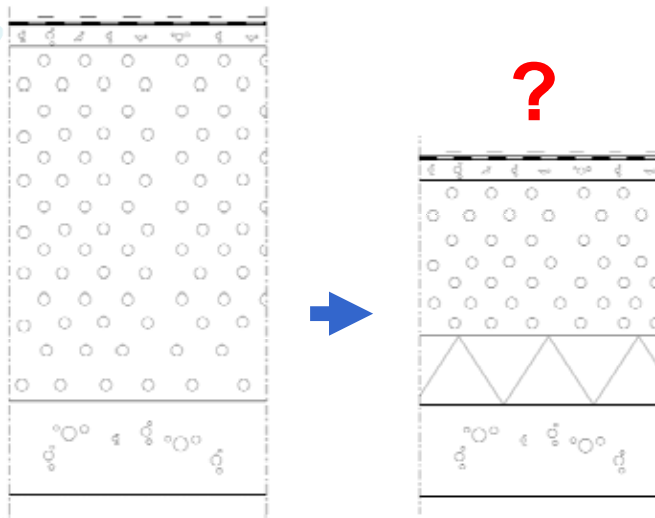
ESIMERKKI 1, LISÄERISTETTY HIRSISEINÄ



- Hirsiseinän kuivuminen hidastuu.
- Eristeen ulkopinnassa kosteuden tiivistymisriski ja homeen kasvulle otollisia olosuhteita.
- Ilmavuodot sisältä eristeen taakse estettävä!
- Sisäpuolinen lämmönvarauskyky menetetään.
- Rakenteessa on oltava aina myös riittävä höyrynsulku lämpimällä puolella.

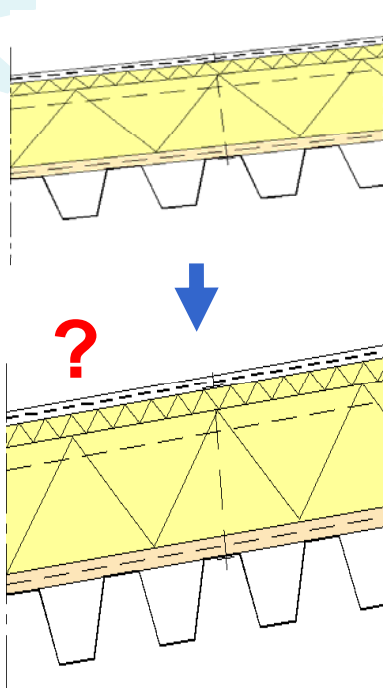
Massiivirakenne on suositeltavampaa lisäeristää ulkopuolelta hyvin vesihöyryä läpäisevällä eristeellä.

ESIMERKKI 2, KEVYTSORAKATTO



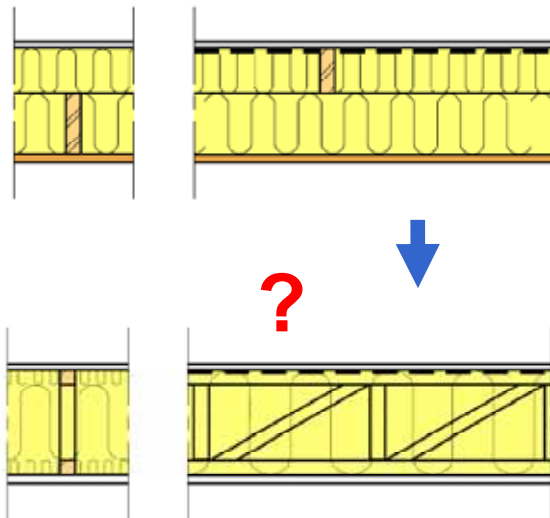
- Kevytsoran kuivuminen hidastuu.
- Eristeen ulkopinnassa kosteuden tiivistymisriski ja homeen kasvulle otollisia olosuhteita.
- Kevytsoraa ei saa päästää kastumaan!

ESIMERKKI 3, PROFILIPELTIKATTO



- Paksumpien lämmöneristeiden kiinnitys profiilipeltiin aiheuttaa lisää ohjorauksia.
- Höyrynsulun ilmavuodot lisäävät riskiä kosteusvaurioille rakenteessa.
- Vuotokohtien sijainti vaikea havaita, ei voi tarkistaa
- Urien kautta tapahtuva tuuletus voi jopa pahentaa kosteusongelmia tässä tilanteessa.
- Katteen asentaminen kuivien eristeiden päälle ensiarvoisen tärkeää.

ESIMERKKI 4, PUURAKENTEINEN RYÖMINTÄTILAINEN ALAPOHJA

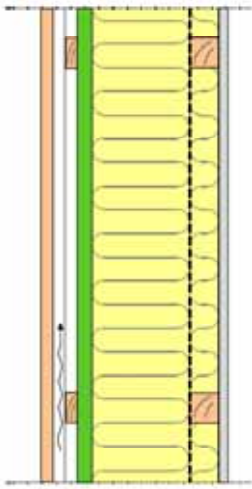


- Kosteusmuodonmuutokset lisääntyvät.
- Hoikan alapaarteen lahoriskin aiheuttamia kantavuusriskejä.
- Lisääntyviä värähtelyongelmia.
- Ylimääräinen varmuus poistuu tarkemman mitoituksen seurauksena.

ERISTYSKYVYN LISÄÄMISEN ONGELMALLISUUS ERI RAKENNUSOSISSA

Onnistuu helpokosti	Joitakin vaikeuksia	Enemmän vaikeuksia
<ul style="list-style-type: none"> • Kuorimuuriseinät • Eristerapatut seinät, etenkin ohuteristerappaukset • Peltisandwichit ja peltirankaelementit • KevytSORAKATOT (myös EPS + kevytsora) • Puuristikkokatot • Ontelolaatta-alapohjat 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonisandwich-seinät • Puurankaseinät • Mineraalivilla- ja EPS-eristetyt umpikatot • Puukorotetut katot • Kevytbetonikatot • Maanvastaiset alapohjat 	<ul style="list-style-type: none"> • Kevytbetoniseinät ja -alapohjat • Hirsiseinät • Harkkoseinät • Puurakenteiset vasakatot • Puurakenteiset ryömintätillaiset alapohjat

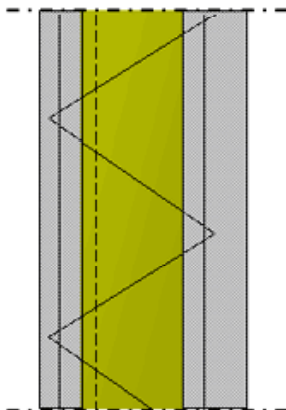
PUURUNKOINEN ULKOSEINÄ



- Höyrynsulku on suositeltavaa asettaa n. 50 mm syvyydelle seinän sisäpinnasta, jotta sitä ei tarvitse rikkoa sähköasennuksien takia.
- Vähintään 75 % lämmöneristeestä tulee olla kuitenkin höyrynsulun ulkopuolella.
- Pehmeät lämmöneristeet on asennettava erityisen huolellisesti, jotta kulmiin ja liitoksiin ei synny ilman virtausreittejä.
- Puurungon ulkopuolelle on suositeltavaa laittaa hyvin lämpöä eristävä tuulensuoja tai vaakakoolaus.
- Tuulensuojan on oltava hyvin vesihöyryä läpäisevä.
- Ulkoverhouksen takana on oltava aina tuuletusväli.

Seinärakenteiden toteutuksessa siirryttäneen tulevaisuudessa esim. levyuuma- tai ristikkoratkaisuiden käyttöön tai kaksoisrunkorakenteeseen.

BETONI-SANDWICH ULKOSEINÄ



Kuva: Parma Oy

- Ulkokuoren käyristyminen lisääntyy.
- Nurkkadetaljien toteutus vaikeutuu.
- Ulkokuoren kannatus voi vaatia järeämmän tuennan esim. teräskonsolin.
- Eristemäärä kasvaa, jolloin on entistä tärkeämpää, että mineraalivillaeristeisiin ei pääse rakennusprosessin aikana merkittävästi ylimääräistä vettä.
- Betonin alkalisuus suojaa rakennetta rakennusaikaisen kosteuden vaikutuksilta.

EERISTEIDEN LÄMMÖNJOHTAVUUTTA PYRITÄÄN PARANTAMAAN

Polyuretaani



Kuva: Arto Suikka, Rakennusteollisuus RT

$$\lambda = 0,024 \text{ W/mK}$$

Grafiitti-EPS



Kuva: Arto Suikka, Rakennusteollisuus RT

$$\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$$

YHDISTELMÄERISTEET



Kuva: Arto Suikka, Rakennusteollisuus RT

- Eri eristeitä myös yhdistetään kustannusten ja paksuuden optimoimiseksi sekä paloteknisistä syistä.

ESIMERKKI TYHJÖERISTEESTÄ



Kuva: VIP/ vip-bau.ch

Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen – miten hoidetaan?, RIL:n seminaari, Helsinki 29.4.2010

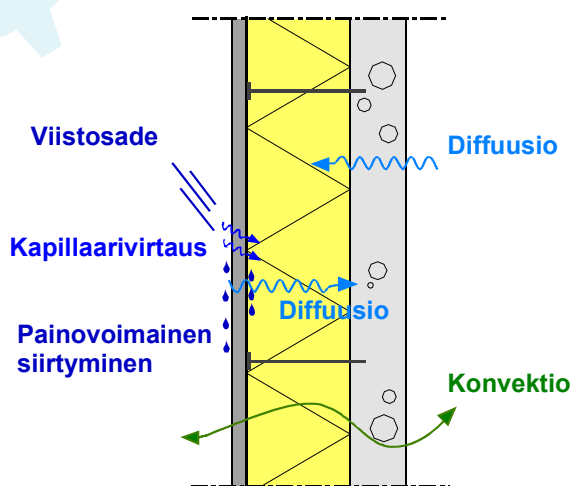


$\lambda = 0,008 \text{ W/mK}$

Juha Vinha

13

KIVIRAKENTEEN PÄÄLLE TEHTY ERISTERAPPAUS



- Sisäpinnan vesihöyrynvastus yleensä riittävä, jos rappaus pinnoitetaan hyvin vesihöyryä läpäisevällä maalilla.
- Ongelmana ovat ennen kaikkea rappaukseen syntyvät kosteusvuotokohtat työvirheiden, lämpöliikkeiden tms. seurauksena.
- Viistosade kastelee myös sementti- ja kalkkisementtipohjaisia rappauksia.
 - Diffuusio sisäänpäin, auringonsäteily voimistaa.
- Sisäpintaan voi syntyä ajoittain homeen kasvun kannalta suotuisat olosuhteet.
 - Sisäpuolella tulee olla kivirakenne.
 - Toisaalta myös kivirakenne voi homehtua.
 - Rakenteen hyvä ilmanpitävyys on erittäin tärkeä.

Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen – miten hoidetaan?, RIL:n seminaari, Helsinki 29.4.2010

Juha Vinha

14

PUURAKENTEEN PÄÄLLE TEHTY ERISTERAPPAUS

Ulkopuoli

Sisäpuoli



Kuva: Ingemar Samuelson SP, Ruotsi

- Puurakenne ei toimi tuulettumattoman verhouksen takana.
- Sekä sisältä että ulkoa tuleva kosteus kerääntyy tuulensuojalevyyn eikä rakenne pääse kuivumaan nopeasti.
- Paljon kosteusvaurioita Ruotsissa sekä mineraalivilla- että EPS- lisäeristetyissä seinissä (myös muualla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa).



Kuva: Ingemar Samuelson SP, Ruotsi



Kuva: Ingemar Samuelson SP, Ruotsi

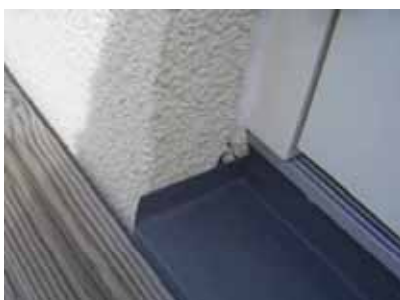
Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen – miten hoidetaan?, RIL:n seminaari, Helsinki 29.4.2010

Juha Vinha

15

LIITOSTEN VUOTOKOHTIA ERISTERAPPAUSSEINISSÄ

Ikkuna- ja oviliitokset



Kiinnikkeet



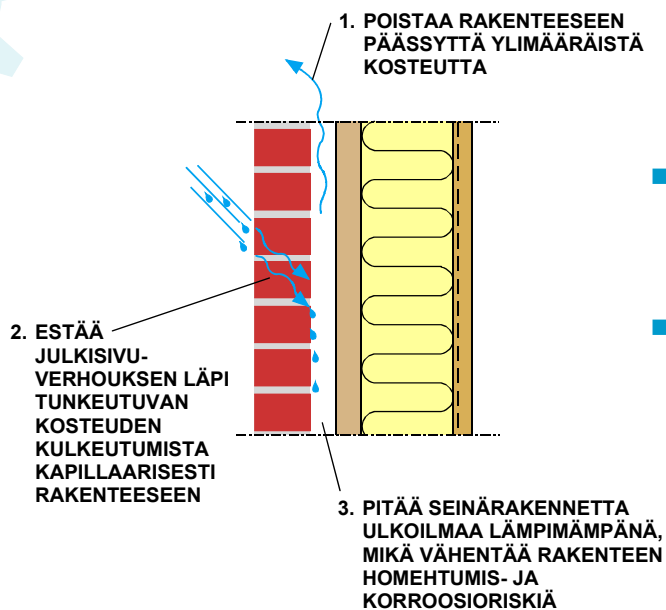
Kuvat: Ingemar Samuelson SP, Ruotsi

Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen – miten hoidetaan?, RIL:n seminaari, Helsinki 29.4.2010

Juha Vinha

16

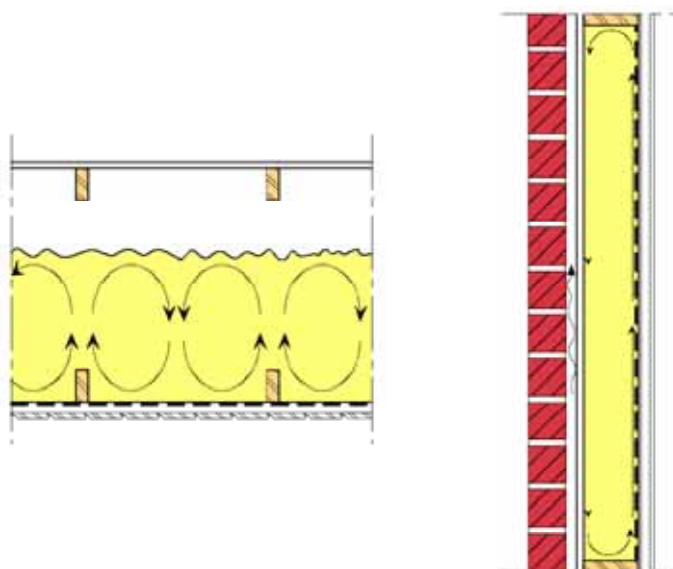
TUULETUSVÄLIN TEHTÄVÄT



- Pienikin tuuletusväli poistaa kosteutta tehokkaasti rakenteesta.
- Puurakenteisiin seiniin on aina jätettävä tuuletusväli ulkoverhouksen taakse!

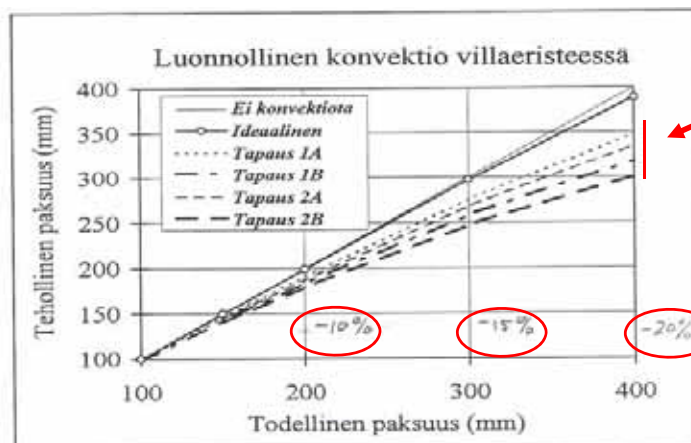
RAKENTEIDEN SISÄINEN KONVEKTIO

Sisäinen konvektio heikentää avohuokoisilla lämmöneristeillä eristettyjen vaipparakenteiden U-arvoa ja kosteusteknistä toimintaa



RAKENTEIDEN SISÄINEN KONVEKTIO

Sisäisen konvektion vaikutus lämmöneristeen teholliseen paksuuteen 2,5 m korkeassa ulkoseinärakenteessa



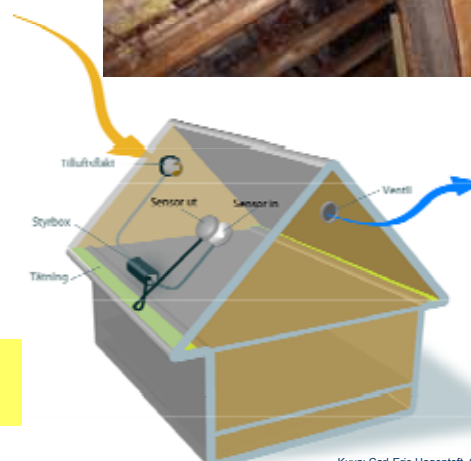
Lämmöneristeen asennus epäideaalinen

Lähde: Kokko E., Ojanen T. & Salonvaara M. 1997. Uudet vaipparakenteet. Energian säästö ja kosteustekniikka. VTT tiedotteita 1869. Espoo.

Varsinkin ulkoseinissä sisäisen konvektion vaikutus on otettava jatkossa paremmin huomioon avohuokoisilla lämmöneristeillä (esim. pystysuuntaiset konvektiokatkot).

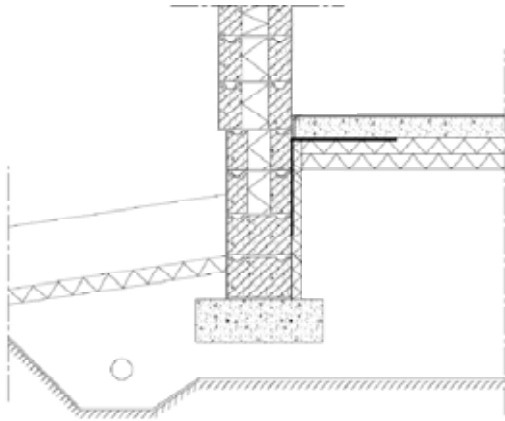
TUULETETTU YLÄPOHJA

- Lämmöneristykseen parantamisen alentaa tuuletustilan lämpötilaa.
 - kosteuden tiivistyminen ja homeen kasvu yläpohjassa lisääntyy
 - yläpohjien vikasietoisuus heikkenee
- Yläpohja on saatava ilmatiiviiksi.
- Tuuletustilan toimintaa voidaan parantaa lämmityksellä tai säädettävän koneellisen ilmanvaihdon avulla.
 - ilmanvaihdon synnyttämät yli- ja alipaineet haitallisia, jos yläpohja ei ole ilmatiivis.



Kosteusvaurioita on havaittu paljon Etelä-Ruotsissa, mutta myös Suomessa.

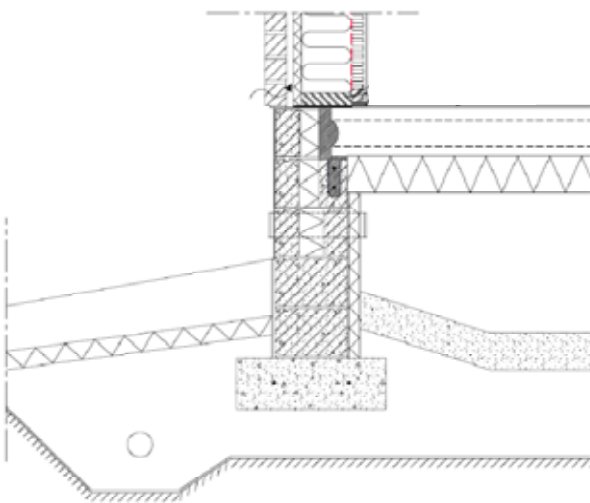
MAANVASTAINEN ALAPOHJA



- Lämmöneristeen lisäys maanvastaiseen alapohjaan ei ole kovin tehokasta. Reuna-alueen eristys on tärkeintä.
- Perusmuurin hyvä lämmöneristyskyky on tärkeä, vaikka sille ei olekaan annettu erillistä U-arvovaatimusta.
- Routaeristystä tulee lisätä, jos alapohjan lämmöneristystä lisätään.
- Liitosalueiden ja läpivientien ilmatiiviys tärkeä, koska maassa aina homeita ja pesty sora/ sepelikerros mahdollistaa ilmavirtaukset rakennukseen.

Eri mitoitusmenetelmät antavat tällä hetkellä erilaisia tuloksia maanvastaisen laatan kautta siirtyvälle lämpöenergialle.

RYÖMINTÄTILAINEN ALAPOHJA

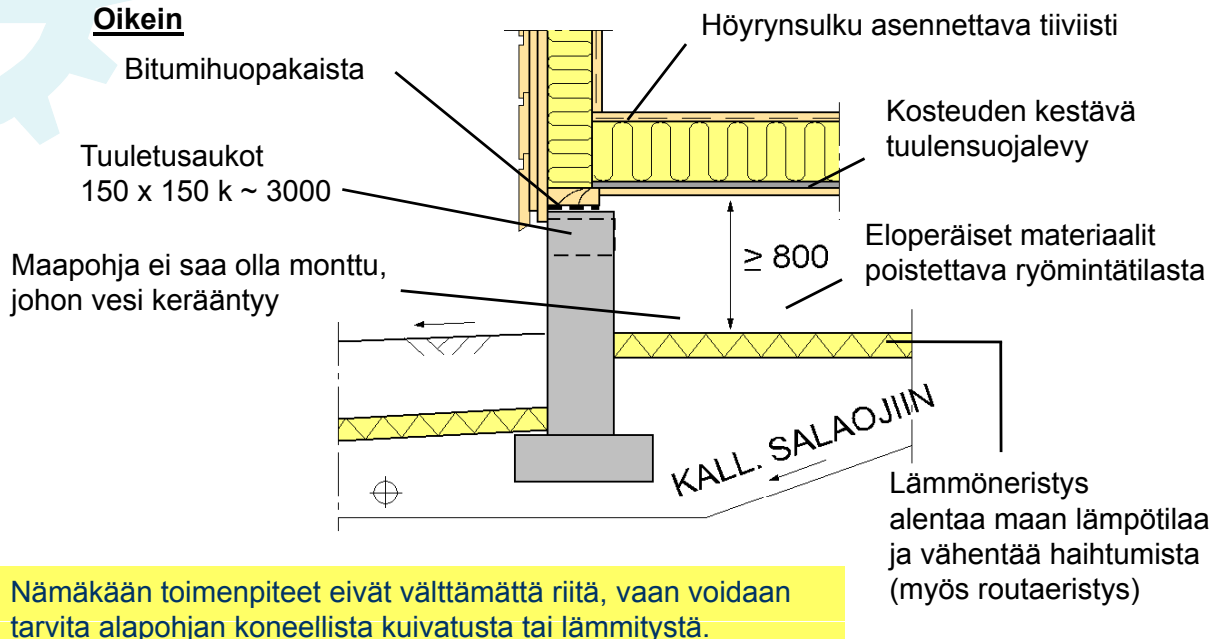


- Maa jäädyttää ryömintätilaa kesällä
→ alapohjan lämmöneristykseen parantaminen alentaa lämpötilaa entisestään
→ homeen kasvulle ja ajoittain myös laholle otolliset olosuhteet
→ alapohjan vikasietoisuus heikkenee
- Ratkaisuna koneellinen kuivatus tai lämmitys
- Alapohjan ilmatiiviys, ryömintätilan tuuletus kesällä sekä maapohjan lämmöneristys tärkeitä.

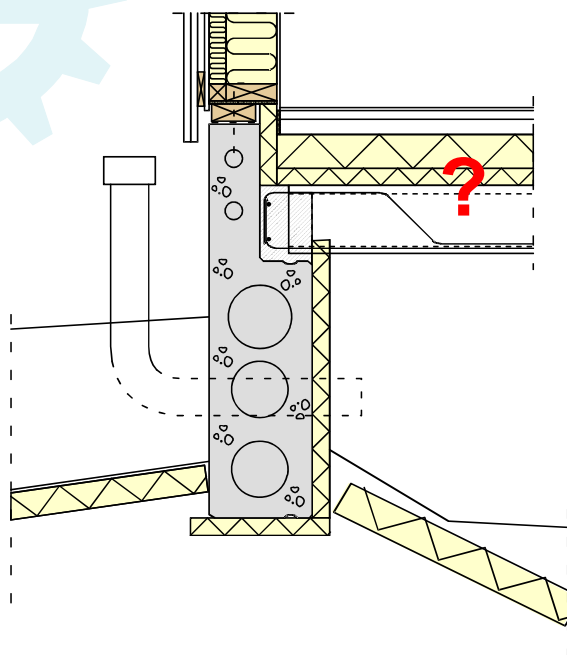
Hyvin eristetty puurakenteinen ryömintätilainen alapohja on kaikkein riskialtein rakenne kosteusvaurioille!

RYÖMINTÄTILAISEN ALAPOHJAN TOTEUTUS

Oikein



BETONIELEMENTEILLÄ TEHTY RYÖMINTÄTILAINEN ALAPOHJA



- Alapohjan ja ulkoseinän liitos helpompi toteuttaa ilman kylmäsiltoja, kun lämmöneriste laitetaan betonielementtien päälle.
- Kosteusteknisen toiminnan kannalta lämmöneristeen tulisi kuitenkin olla betonielementtien alapuolella.
- Eristeen alapinnassa esiintyy homeen kasvu otollisia olosuhteita.
- Kaksoislaattarakente riskialtis kosteusvaurioille.
- Rakenteen ilmanpitävyys on erittäin tärkeä.

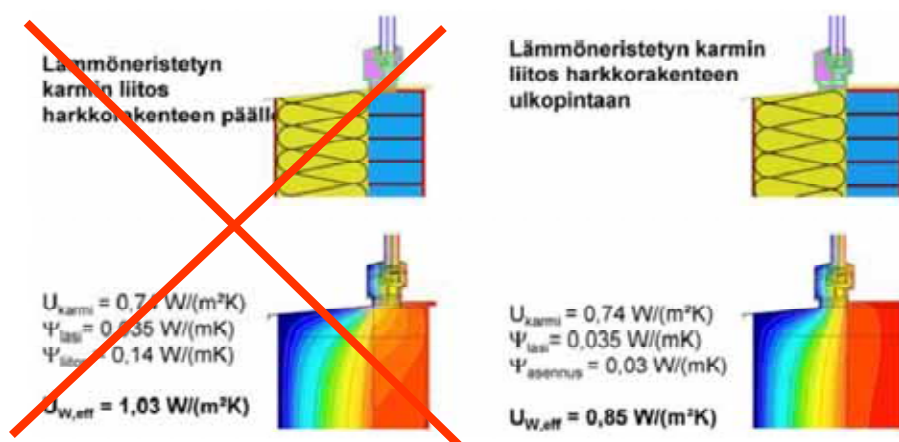
KYLMÄSILLAT

Lämmöneristyspaksuuden kasvattaminen voi sekä lisätä että vähentää kylmäsiltojen vaikutusta rakenteissa

- Pystyrakenteissa lämmöneristykseen läpi tehtävien ripustusten ja kannatusten dimensiot kasvavat.
- Rankarakenteet voidaan toteuttaa levyuuma- tai ristikkorakenteina tai kaksoisrunkorakenteina, jolloin tukirungon kylmäsilta-vaikutus vähenee (vähennystä tapahtuu myös nurkissa).
- Tehollinen lämmöneristepaksuus vähenee ohuiden ja paksujen rakennusosien liitosalueilla.



IKKUNOIDEN AIHEUTTAMAT KYLMÄSILLAT

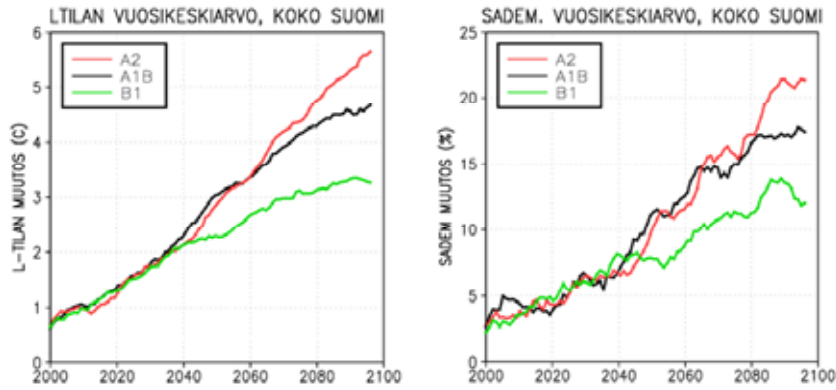


RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen. Asuinrakennukset.

- Arkkitehtonisista syistä tai kiinnittämisen helpottamiseksi ikkuna voidaan haluta asentaa rakenteen sisä- tai ulkopintaan.
- Ikkunat tulee kuitenkin asentaa lämmöneristeen kohdalle!

ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUS

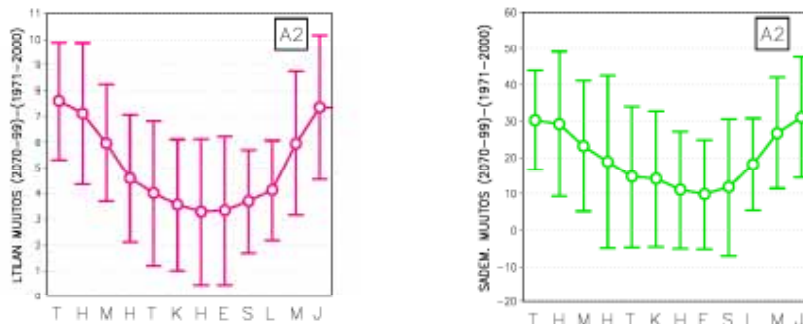
Lämpötilan ja sademäärän muutos Suomessa tulevina vuosikymmeninä



- Viistosaderasitus julkisivupinnoille kasvaa.
- Homeen kasvulle otolliset olosuhteet lisääntyvät.
- Kosteuden siirtyminen ulkoa sisälle päin lisääntyy.

ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUS

Lämpötilan ja sademäärän muutos Suomessa eri kuukausina vuosina 2070 - 2099 verrattuna vuosiin 1971 - 2000



- Homeen kasvulle otolliset olosuhteet lisääntyvät varsinkin syksyllä ja talvella.
- Rakenteiden kuivuminen hidastuu syksyllä ja talvella.
- Myös pilvisuus lisääntyy syksyllä ja talvella, jolloin kuivuminen hidastuu entisestään.
- Sulamis-jäätymissyklit lisääntyvät talvella, jolloin kivirakenteiden pakkasrapautuminen lisääntyy.