

Yläpohjan sellukuitulämmöneristyksen painumisen vaikutus rakenteen kokonaislämmönläpäisyyteen

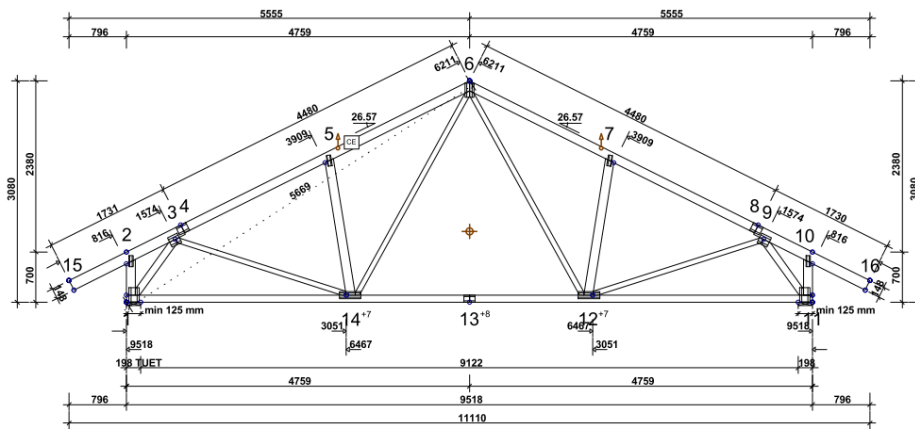
Asiakas: Pahtataide Oy

Työn sisältö

Selvityksessä tarkasteltiin kosteuden tiivistymisen riskiä yläpohjan kattotuolien naulalevyihin ja lämmöneristyksen 20 % painumisen vaikutusta energiatehokkuuteen. Laskenta on suoritettu 3D-mallilla mutta tarkastelualue on määritelty alakaton alapinnan ja eristeen yläpinnan alueella (alla oleva kuva, punainen alue)

Lähtötiedot

Tarkasteltavan yläpohjarakenteen kattotuolin mitat ovat kuvassa 1. Rakennemateriaalien ominaisuudet ovat taulukossa 1. Laskennassa käytetty rakenne on kuvassa 2.



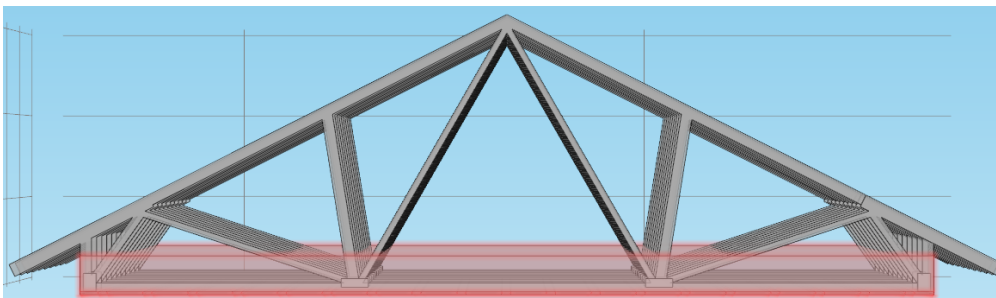
Kuva 1: Kattotuolien suunnitelma

Taulukko 1. Yläpohjarakenteen materiaalien ominaisuudet

Materiaalit	Lämmönjohtavuus [W/mK]	Vesihöyrynläpäisy $W_v [(kg/m \cdot s \cdot Pa) \cdot 10^{-9}]$
Puu	0,14	2
Naulalevyt	1,2	0,02
Eriste	0,039 (Ekovilla)	
Eriste (painunut)	0,039	
Höyrynsulku	[-]	20 (K-EL 60/2200 AI 0,08 TL4)
Ilma	0,13	2

Ilman lämmönjohtavuus lämmöneristyksen painumisesta johtuvissa kattotuolien vinotukien alle muodostuvissa onteloissa on 5-kertaistettu. Ilman lämmönjohtavuudessa on otettu huomioon konvektio ontelossa. Sisä- ja ulkoilman olosuhteet ovat:

- Ulkona (T = - 20 C) Ilman kosteussisältö 0,88 g/m³ ja suhteellinen kosteus 86 %
- Sisällä (T = 21 C) Ilman kosteussisältö 5,88 g/m³ ja suhteellinen kosteus 31 %



Kuva 2: Kattotuolien malli, punainen alue = tarkastelualue

Laskenta

Rakennusfysikaalinen tarkastelu tehtiin Comsol Multiphysics –ohjelmalla.

Laskennassa huomioitiin puhalluseristyksen 20 % painuma. Lämmöneristykseksi määriteltiin Ekovilla Oy:n Ekovilla YP puhallusvilla. Tuotteen valmistaja ei ole suoritusasoilmoituksessaan ilmoittanut lämmöneristyksen painumisen vaikutusta lämmöneristeen lämmönjohtuvuuteen.

Ekovilla YP tuotteelle on myönnetty Eurooppalainen tekninen hyväksyntä VTT:n toimesta (ETA-09/0081). Dokumentissa mainitaan, että puhallusvillakerroksen paksuuden määrittelemisessä tulee huomioida 20 % painuminen.

(http://www.vttexpertservices.fi/files/services/exp/products_certification/ETA_09_0081.pdf)

U-arvo

Laskennoissa on huomioitu alakaton kipsilevyjen vaakakoolauksen 22*100 mm sahatavaralle K600 jaotuksella.

U-arvo ennen eristekerroksen painumista

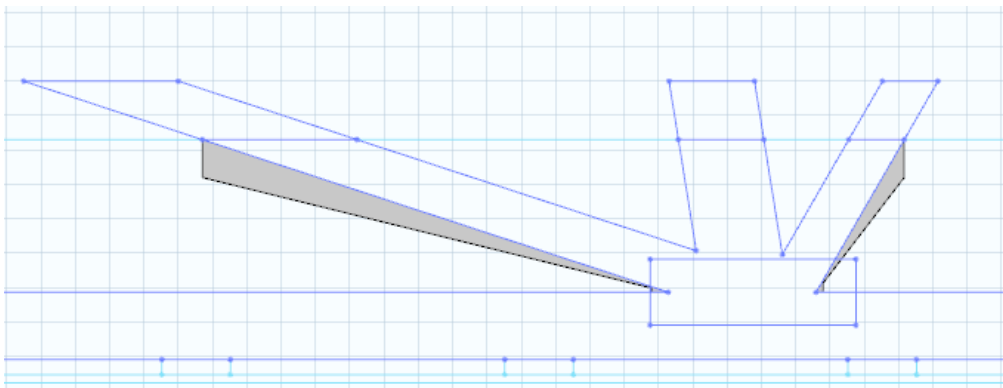
U-arvo kun eristekerros on painunut

Materiaali	d(m)	λ (W/mK)	R_i
R _{si}			0,04
Kipsilevy	0,13	2	0,06500
Vaakakoolaus	0,022	0,131	0,168
Höyrynsulku	0,0022	10	0,000
Ekovilla YP	0,4	0,039	10,25641
R _{se}			0,13
Paksuus	0,55	U-arvo	0,094

Materiaali	d(m)	λ (W/mK)	R_i
R _{si}			0,04
Kipsilevy	0,13	2	0,06500
Vaakakoolaus	0,022	0,131	0,168
Höyrynsulku	0,0022	10	0,000
Ekovilla YP	0,32	0,039	8,20513
R _{se}			0,13
Paksuus	0,47	U-arvo	0,116

Lämmöneristyksen painumisen merkitys

Lämmöneristyskerroksen painumisessa otettiin huomioon painuminen kattotuolien rakenteiden alla. Kuvassa 3 esitetään tarkastelualueen poikkileikkaus kattotuolien detaljien 12 ja 14 kohdalla. Harmaa alue esittää 20 % eristeen painuman puutavaran alla.

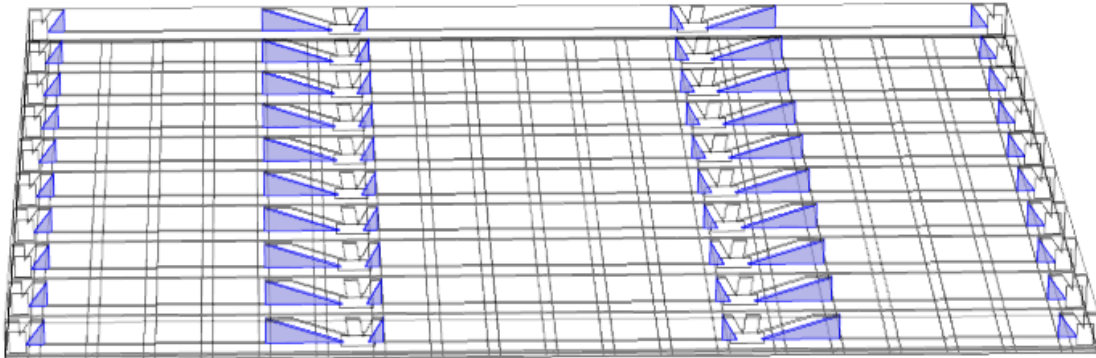


Kuva 3: Kattotuolien detajji 12 ja 14 - eristeen painumakohdat (merkitty harmaalla)

Tietokonesimuloinnin avulla saatiin kokonaisenergiähäviöksi seuraavat arvot:

- | | | |
|--|----------|------------------------|
| • <i>Rakenne ennen painumista:</i> | 284,93 W | 3,65 W/m ² |
| • <i>Rakenne kun eristekerros on painunut 20 %</i> | 362,53 W | 4,61 W/m ² |
| • <i>Puuosien vaikutus lämmöneristävyyteen (ei painunut)</i> | 4,48 W | 0,057 W/m ² |
| • <i>Puuosien vaikutus lämmöneristävyyteen (eriste painunut)</i> | 6,66 W | 0,085 W/m ² |
| • <i>Rakenne, kun eristys painunut, paarteiden alla EPS</i> | 354,97 W | 4,55 W/m ² |

Toinen simulointi suoritettiin. Toinen simulointi sisälsi ensimmäisen simuloinnin vaiheet jonka lisäksi tehtiin simulointi, jossa painuneen eristeen ilmaraoit korvattiin EPS eristeellä (kuva 4).



Kuva 4: Toisen simuloinnin EPS eristykset merkitty sinisellä

Toisen simuloinnin tulokset on esitetty samassa listassa ensimmäisen kuin ensimmäinen simulointi.

Laskennassa otettiin huomioon vain lämmöneristyskerroksesta ullakkotilaan siirtyvä lämpö (z-suuntaan). Ulkoseinien aiheuttamia häviöitä ei huomioitu.

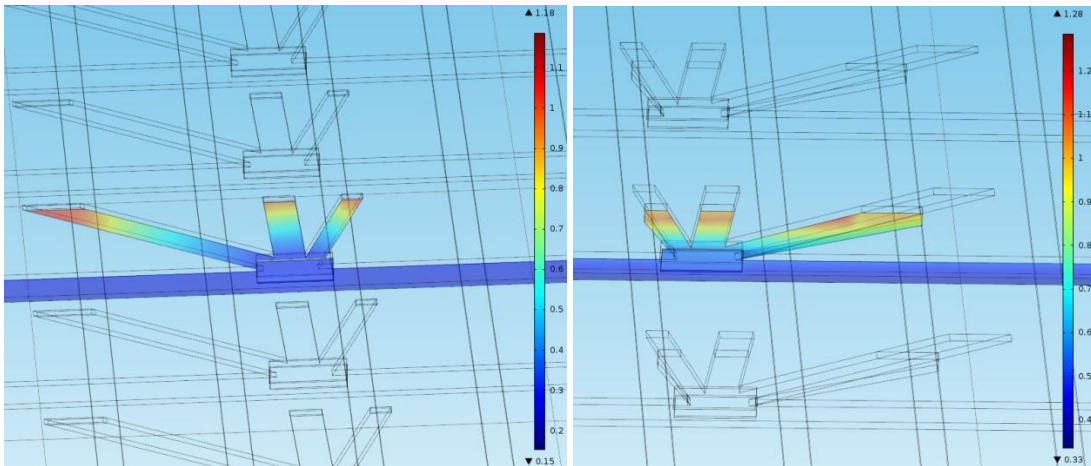
Laskennassa huomioitiin myös naulalevyjen vaikutus lämmöneristävyyteen.

Kosteustekninen tarkastelu

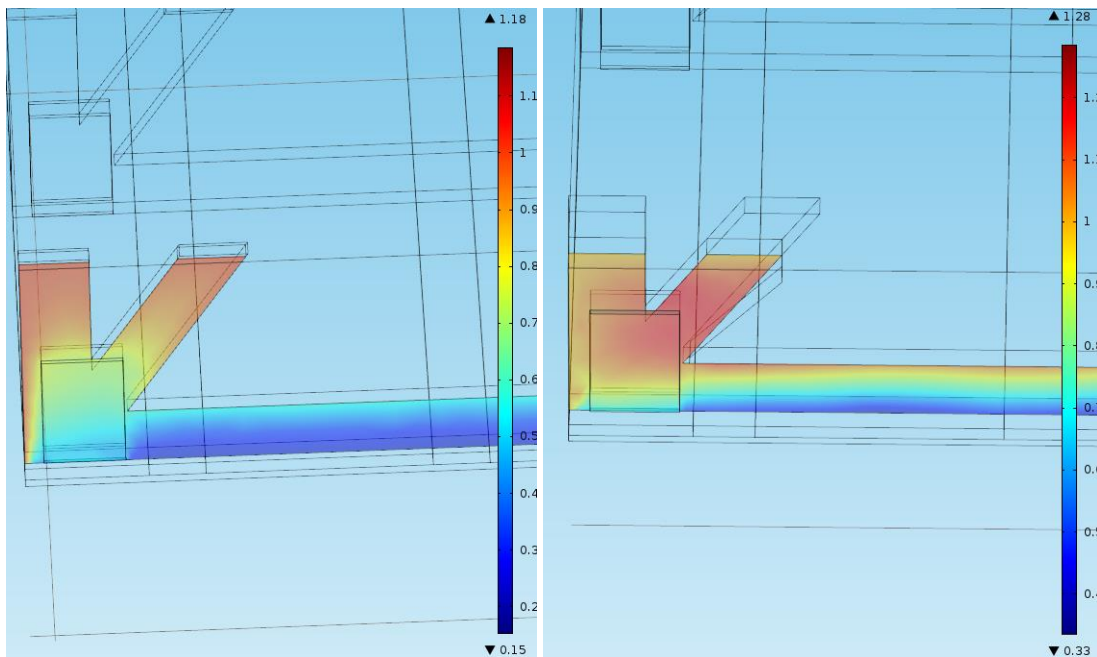
Kosteustekninen tarkastelu suoritettiin tietokonesimuloinnilla. Etenkin kosteuden kondensoituminen naulalevyjen pinnoille ja eristeen painumisen vaikutukset kondensoitumiseen kiinnitettiin huomiota.

Kosteusteknisessä tarkastelussa selvitettiin tilanteet, joissa lämmöneristyksessä olevan ilman kosteus saavuttaa kriittisen kosteuden, eli kosteus voi tiivistyä vedeksi. Tulokset on esitetty alla olevissa kuvissa. Kuvat esittävät suhteellisen kosteusteknisen riskin, jossa tiivistymistilanne saa arvon 1. Jos arvo on suurempi kuin 1, tapahtuu vesihöyryn kondensoitumista rakenteen pinnalle.

Kondensoitumisriski lämmöneristys ei painunut Kondensoitumisriski lämmöneristys painunut



Kondensoitumisriski lämmöneristys ei painunut Kondensoitumisriski lämmöneristys painunut



Yhteenveto

Kosteustekninen tarkastelu:

- Laskennallisen tarkastelun perusteella molemmissa tarkastelutapauksissa (lämmöneristys painunut/ei painunut) on kosteuden tiivistymisen riski naulalevyrakenteen pinnalla.
- Laskennallisen tarkastelun perusteella yläpohjan oikein mitoitettu tuuletus kuivattaa tiivistyneen kosteuden.
- Lämmöneristyksen painuminen ja ilmarakojen muodostuminen lisää kosteuden tiivistymisen riskiä naulalevyrakenteen pinnalla
- Muotoillut EPS-kolmiot estävät ilmarakojen muodostumisen torjuen rakoista johtuvan kosteuden tiivistymisen riskin

Energiatekninen tarkastelu:

- Eristeen painumisesta aiheutuvat ilmarat kattotuolien vinotukien kohdalla aiheuttavat energiahäviöitä.
- Muotoillut EPS-kolmiot kattotuolien vinotukien alla estävät ilmarakojen muodostumisen ja energiahäviöiden lisääntymisen.

Helsinki 4.4.2014

Finnmap Consulting Oy

Lämpöjakauma rakenteissa (K)

