

## Maanvastaisen alapohjan lämmöneristys

Kirjoittajat: Jorma Heikkinen, Miimu Airaksinen

Luottamuksellisuus: Luottamuksellinen

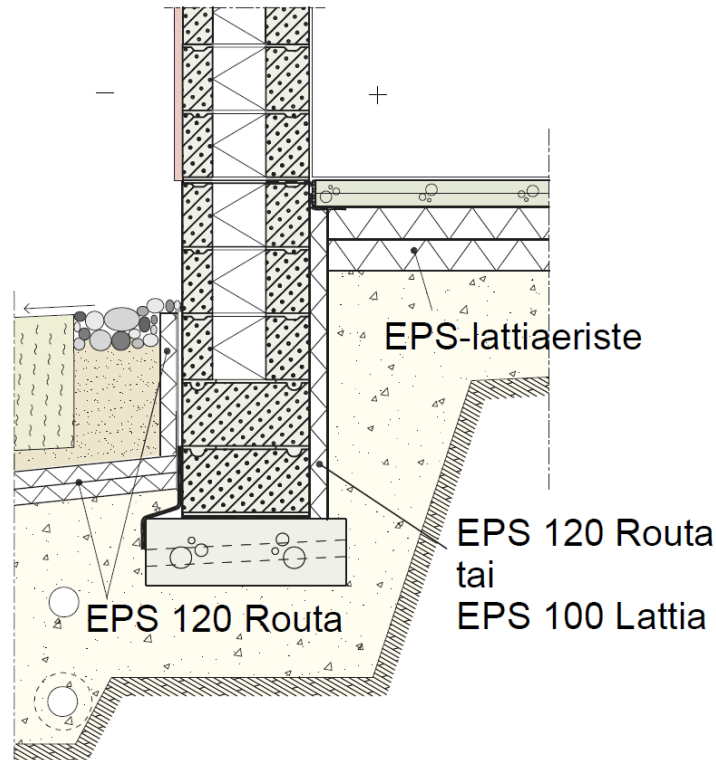


## Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	3
2	Perusmuurin eristyksen vaikutus U-arvoon .....	3
3	Perusmuurin eristyksen numeerinen laskenta.....	7
4	Lattian reuna-alueen eristys.....	8
5	Eristyksen vaikutus lattian kosteuteen.....	10
6	Yhteenveto .....	11

## 1 Johdanto

Energiatehokas rakentaminen kuten matala- ja passiivienergiarakennukset ovat yleistymässä, jolloin tyypillisesti myös maanvastaisen alapohjan lämmöneristävyyks paranee. Lisäksi lämmöneristysvaatimukset ovat viime vuosina kiristyneet, joka aiheuttaa muutoksia maanvastaisen alapohjan (kuva 1) rakenteisiin.



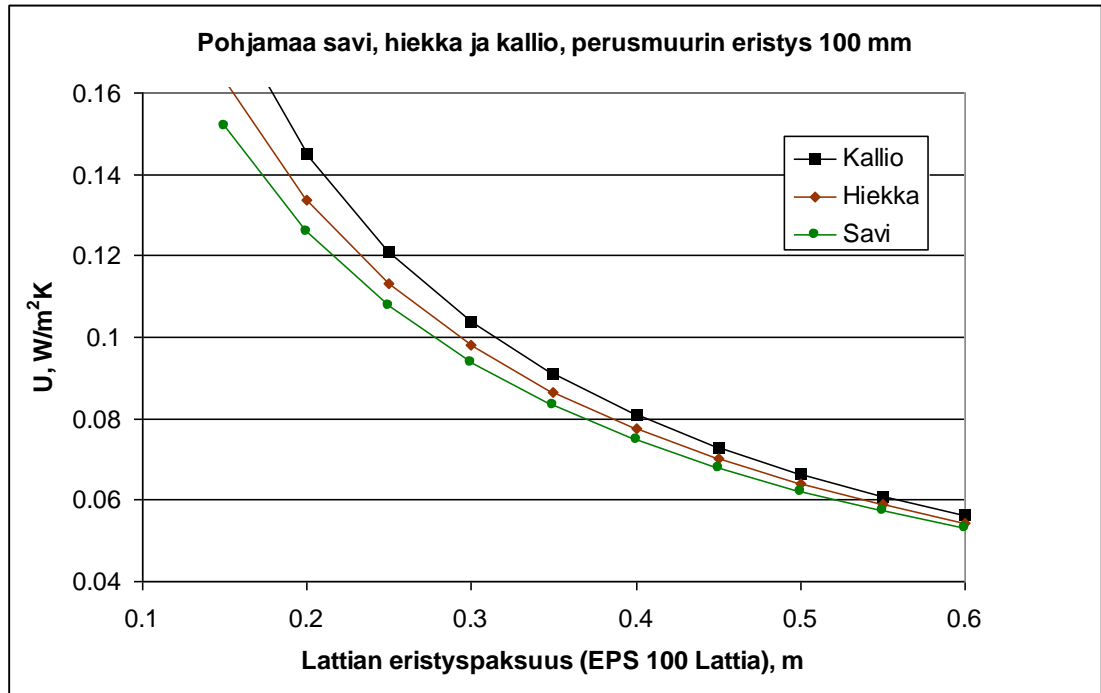
Kuva 1. Tyypillinen maanvastaisen alapohjan rakenne (RT 37790, 2009).

Tässä raportissa tarkastellaan mikä merkitys perusmuurin sisäpuolisella eristämällä on lattiarakenteen lämmönläpäisykertoimeen. Lisäksi tarkastellaan lattian reunaeristystä sekä lattiarakenteen kosteuskäyttäytymistä.

## 2 Perusmuurin eristyksen vaikutus U-arvoon

Perusmuurin lämpöeristys pienentää lattian lämpöhäviöitä. Seuraavassa tarkastellaan miten paljon lattian lämpöeristystä voidaan ohentaa jos vastaavasti perusmuurin maanalaista eristepaksuutta lisätään. Kiinnostavaa on voidaanko eristeen kokonaistilavuutta tällä tavoin pienentää. Ilmeisestikin tämä onnistuu parhaiten silloin kun lattian pinta-ala on suuri verrattuna perusmuurin pituuteen, kuten suuressa neliönmuotoisessa lattiassa. Tässä rajoitutaan kuitenkin pientalolle tyypilliseen lattian leveyteen 8 m. Lattian pituus oli laskelmissa joko 15 tai 30 m ja perusmuurin eristyksen korkeus välillä 0,6 – 1 m.

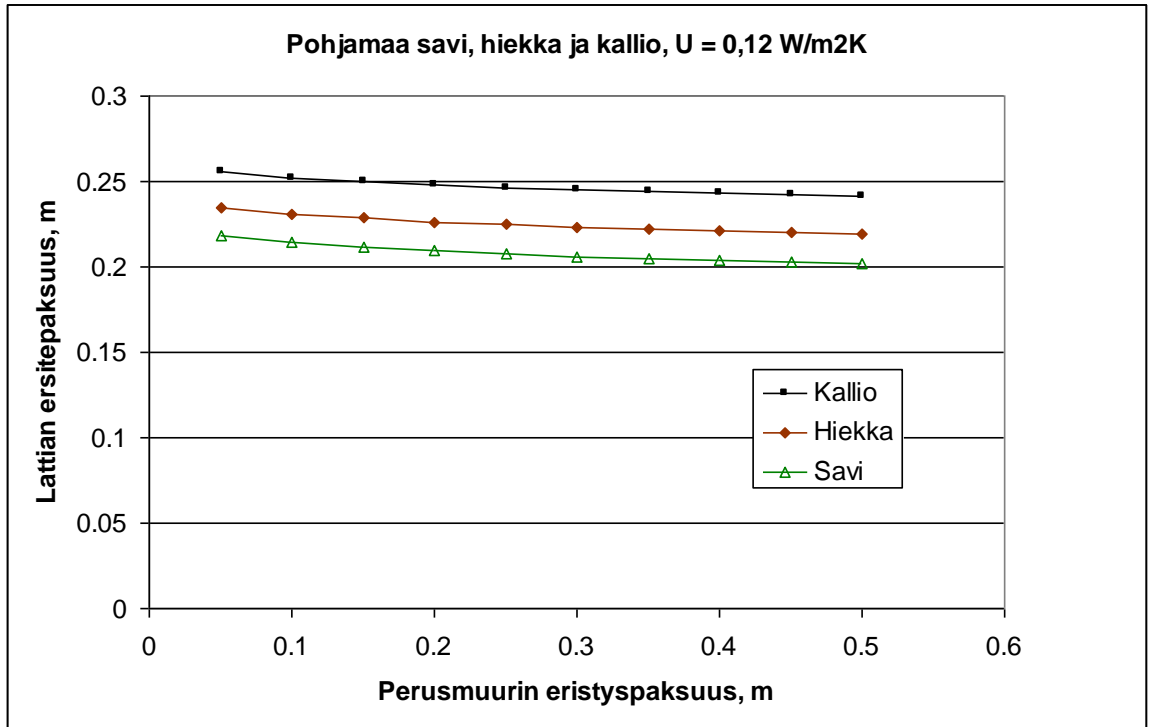
Standardissa SFS-EN ISO 13370 on laskentakaavat maanvastaisen lattian lämmönläpäisykertoimelle, joka ottaa huomioon myös perusmuurin eristyksen maanpinnan alapuolella (standardin kaava B.3). Kuvaan 2 on laskettu standardista lämmönläpäisykertoimet kolmelle eri maalajille. Tässä esimerkissä perusmuurin eristys on 100 mm (EPS Lattia,  $\lambda_D = 0,038 \text{ W/mK}$ ), joka muodostuu perusmuurin kaikista maanalaisista pystysuorista eristeistä.



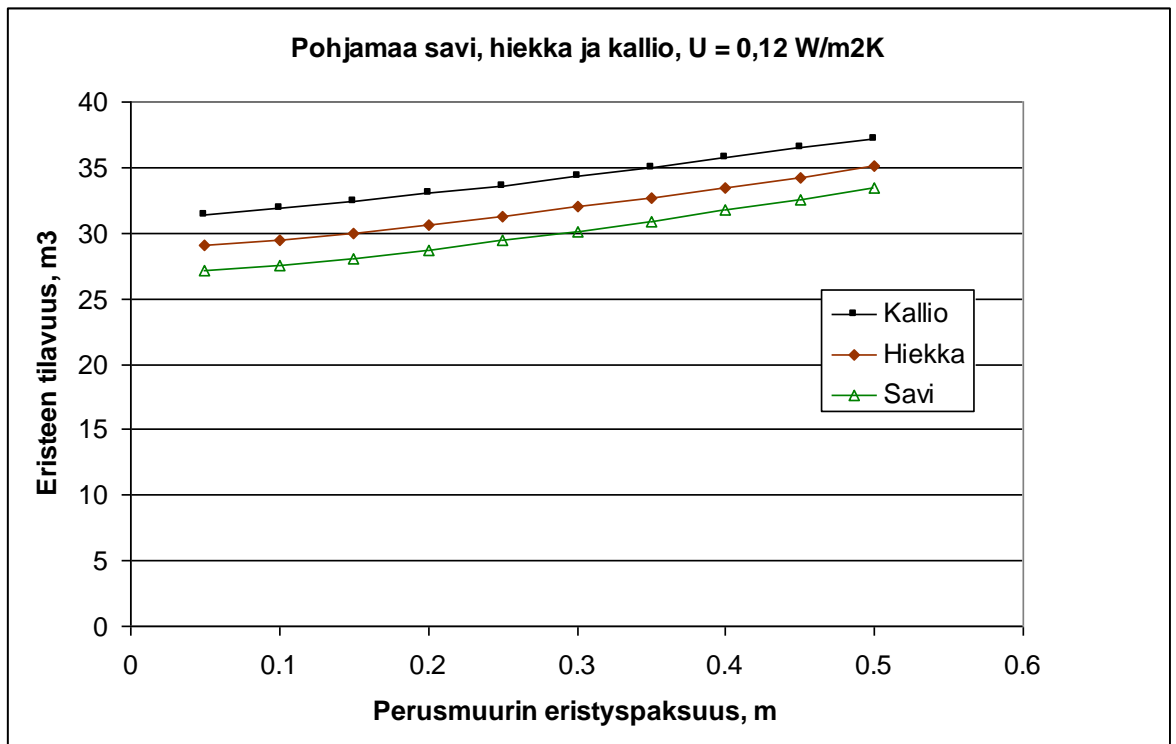
Kuva 2. Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin ( $U$ -arvo) standardin SFS-EN ISO 13370 mukaan laskettuna lattialle, jonka leveys ja pituus ovat 8 m ja 12,5 m. Perusmuurin eristekerroksen korkeus on 0,6 m ja kokonaispaksuus on 100 mm. Maan lämmönjohtavuudet ovat: kallio 3,5 W/mK, hiekka 2,0 W/mK ja savi 1,5 W/mK.

Kuvaan 3 on laskettu tarvittava lattian eristyspaksuus lämmönläpäisykertoimelle  $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  erilaisilla perusmuurin eristyspaksuuksilla. Havaitaan, että tarvittava lattian eristepaksuus pienenee vain vähän perusmuurin eristyksen lisääntyessä. Esimerkiksi perusmuurin eristeen lisäys 150 -> 200 mm vastaa hiekkamaassa lattian eristepaksuuden vähennystä 2,2 mm. Vastaava eristeiden kokonaistilavuus (lattiaeriste + perusmuurin eriste) on kuvassa 4. Nähdään, että tarvittava eristetilavuus kasvaa perusmuurin eristepaksuuden lisääntyessä. Perusmuurin lisäeristäminen ei siis näytä järkevältä vaihtoehdolta lattian eristepaksuuden lisäykselle.

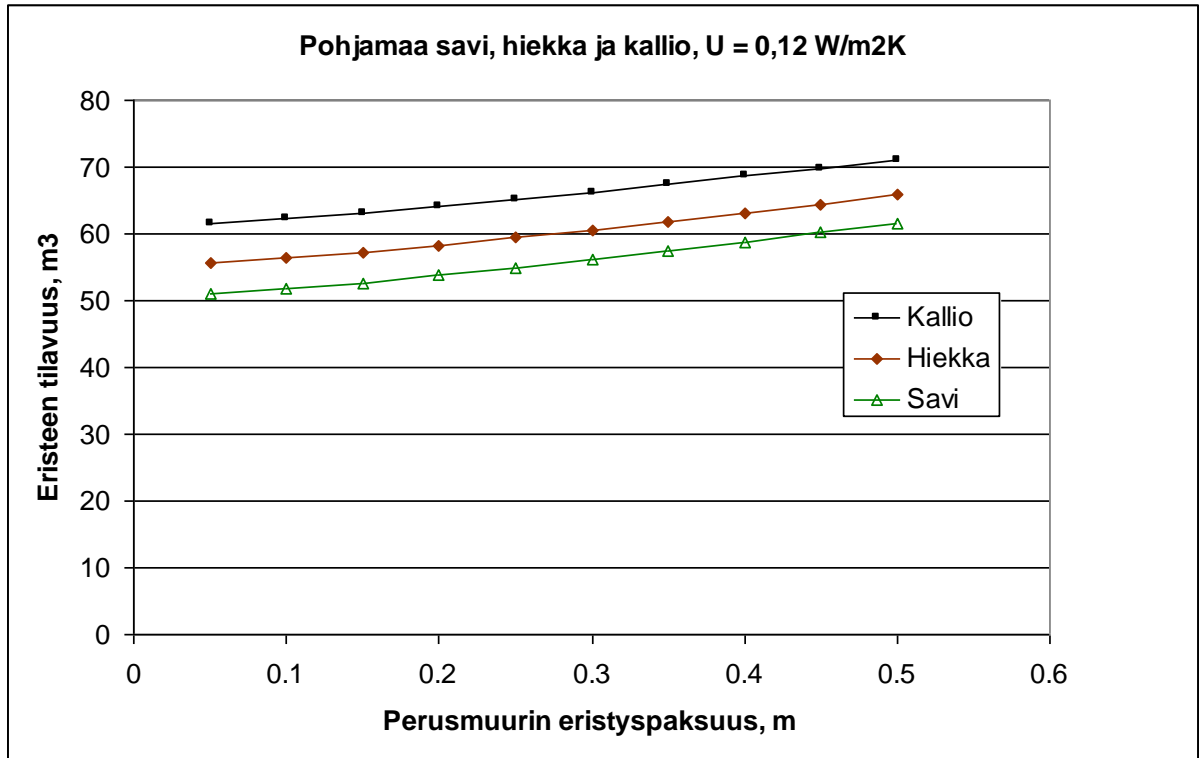
Perusmuurin eristäminen on ilmeisestikin kannattavinta silloin kun tietyn levyinen lattia on pitkä, jolloin perusmuurin pituus on pieni verrattuna lattian alaan. Kuvan 5 mukaan eristeen kokonaistilavuus kasvaa myös tässä tapauksessa perusmuurin eristepaksuuden mukana. Samoin tapahtuu myös perusmuurin eristyksen korkeutta muutettaessa, kuva 6.



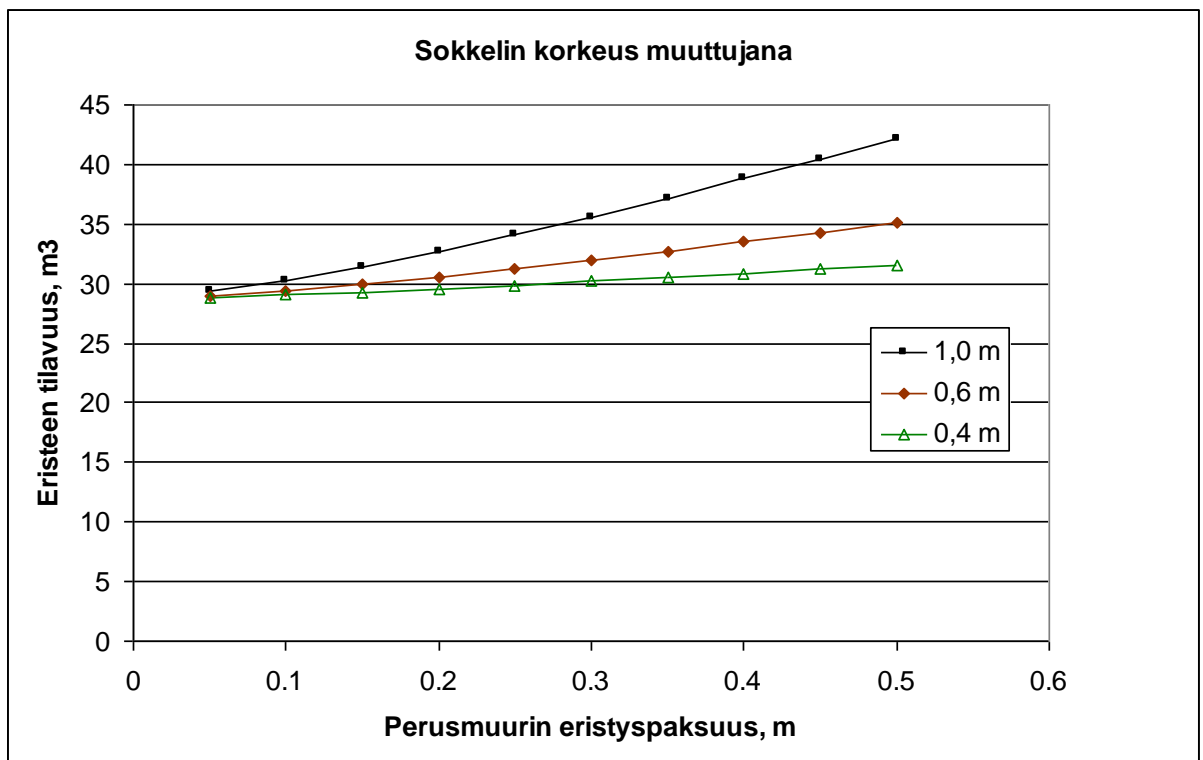
Kuva 3. Tarvittava lattian eristepaksuus  $U$ -arvolle  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  eri perusmuurin eristepaksuuksilla.



Kuva 4. Tarvittava lattian ja perusmuurin eristeen tilavuus  $U$ -arvolle  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  eri perusmuurin eristepaksuuksilla. Perusmuurin eristeen korkeus on  $0,9 \text{ m}$ .



Kuva 5. Tarvittava lattian ja perusmuurin eristeen tilavuus  $U$ -arvolle  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  eri perusmuurin eristepaksuuksilla. Perusmuurin eristeen korkeus on  $0,6 \text{ m}$ . Tilanne on muuten sama kuin kuvassa 2 mutta lattian pituus on  $30 \text{ m}$ .

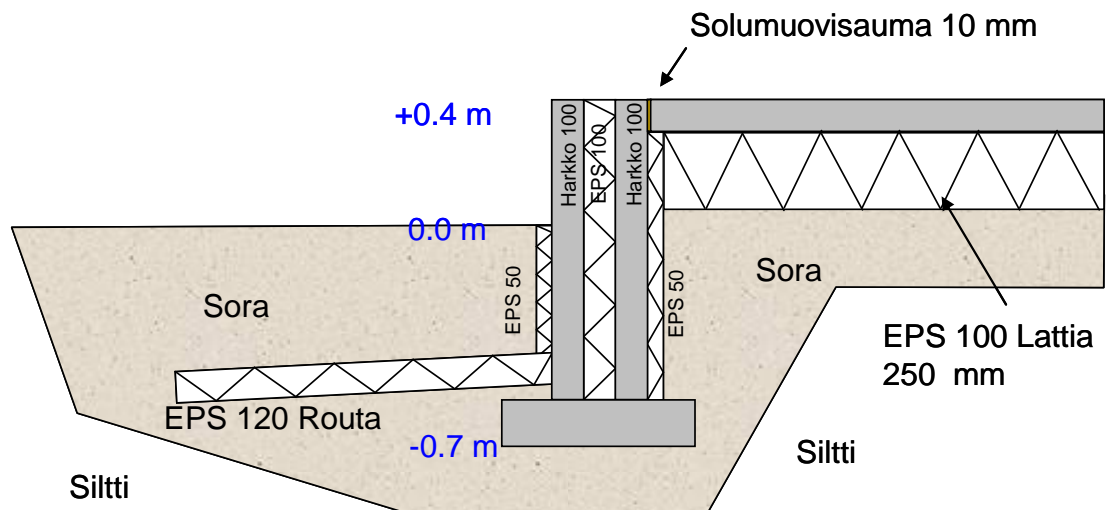


Kuva 6. Tarvittava lattian ja perusmuurin eristeen tilavuus  $U$ -arvolle  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  eri perusmuurin eristyskorkeuksilla hiekkamaassa. Tilanne on muuten sama kuin kuvassa 2.

### 3 Perusmuurin eristyksen numeerinen laskenta

Perusmuurin lämmönläpäisykertoimen standardi SFS-EN ISO 13370 koskee yksinkertaistettua rakennetta, jossa ei ole mukana kaikkia rakennedetaljeja, mm. kylmäsiltoja ja routaeristettä. Siksi kuvan 7 mukaista alapohjarakennetta laskettiin numeerisesti 2-ulotteisella elementtimenetelmällä (Comsol Multiphysics 2008) käyttäen taulukon 1 aineominaisuuksia. Lattialle laskettiin lämpöhäviö tilanteessa, jossa sisäilman lämpötila oli 20 °C, ulkoilman 0 °C ja maaperän lämpötila 4 °C kymmenen metrin syvyydessä. Jakamalla lämpöhäviö sisäilman ja ulkoilman lämpötilaerolla saadaan lattialle tehollinen U-arvo 0,1099 W/m<sup>2</sup>K. Tehollinen U-arvo sisältää perusmuurin kylmäsiltojen sekä routaeristeen vaikutuksen.

Kun perusmuurin sisäpuolelle lisätään 50 mm lisälämmöneriste, tehollinen U-arvo pienenee arvoon 0,1096 W/m<sup>2</sup>K (lämpötilat kuvassa 8). Vastaava tehollinen U-arvo saadaan lisäämällä lattian eristepaksuutta vain 1,15 mm. Lattian eristepaksuuden lisäys on samaa luokkaa kuin edellä kuvassa 3, joten numeeriset laskelmat tukevat edellä luvussa 3 standardin perustella saatuja tuloksia.

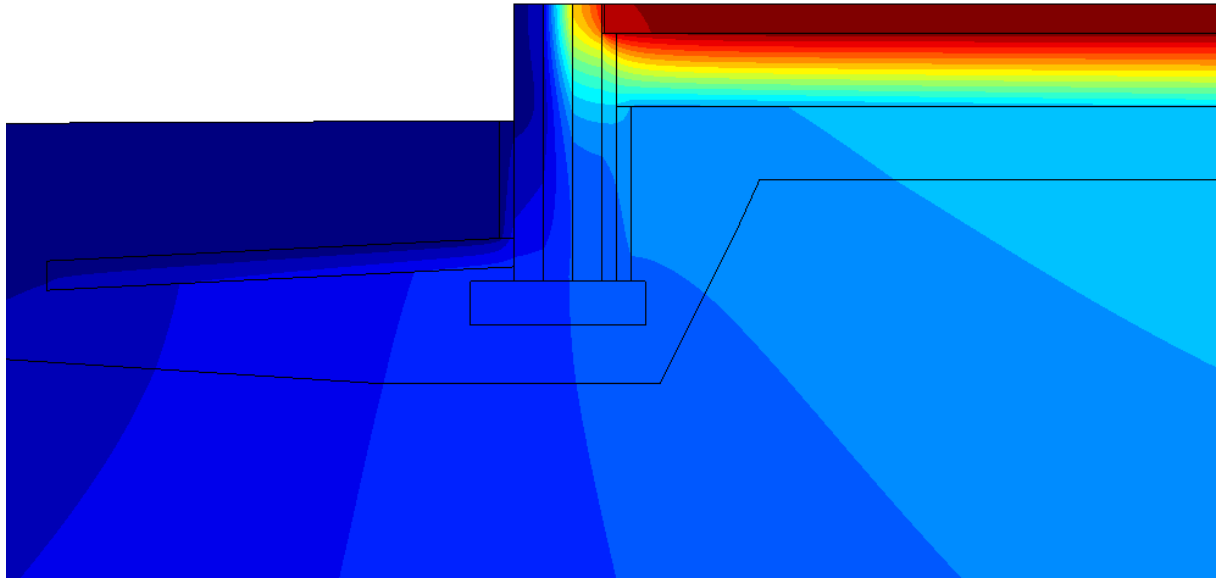


Kuva 7. Tutkittu maanvastainen alapohjarakenne. Lattian leveys on 8 m, josta on symmetrian takia laskettu vain puolikas. Laskenta-alue ulottuu vasemmalle 10 metrin päähän seinästä ja 10 metrin syvyyteen.

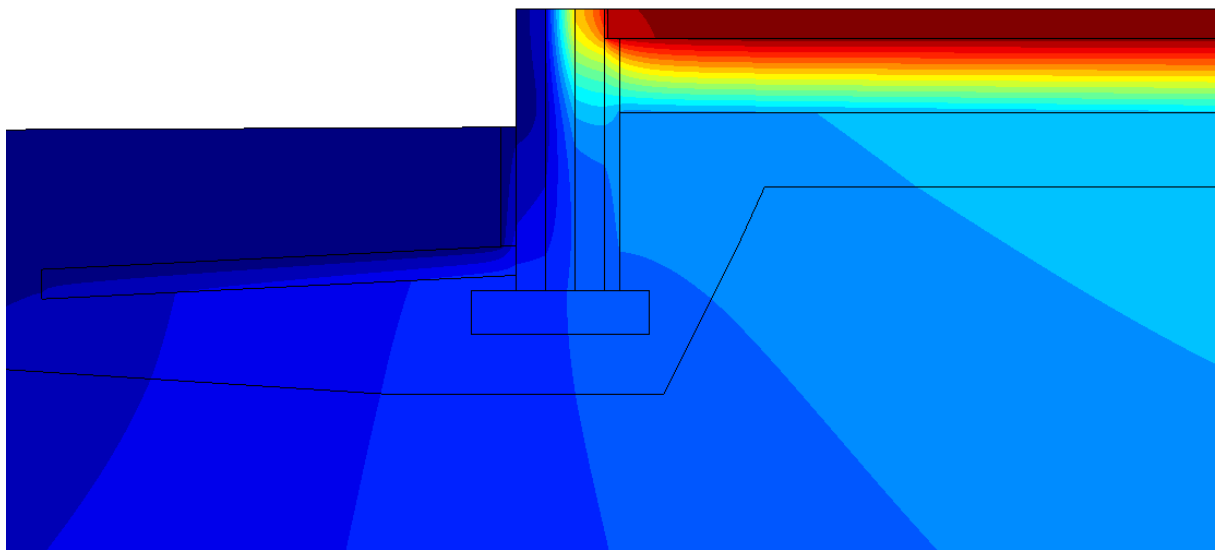
Taulukko 1. Maaperän ja rakenteiden lämmönjohtavuudet.

	Lämmönjohtavuus (W/mK)
Siltti	1,7
Sora	2,0
Betoni	2,0
Harkko	0,2
EPS Lattia, vaaka	0,036
EPS Lattia, pysty	0,038
EPS Routa, vaaka	0,041
EPS Routa, pysty	0,039
Solumuovi	0,05





Kuva 8. Lämpötilajakautuma kun perusmuurin sisäpuolelle on lisätty 50 mm lisäeriste. Väri muuttuu asteen välein. Ulkolämpötila on 0 °C ja sisälämpötila 20 °C.

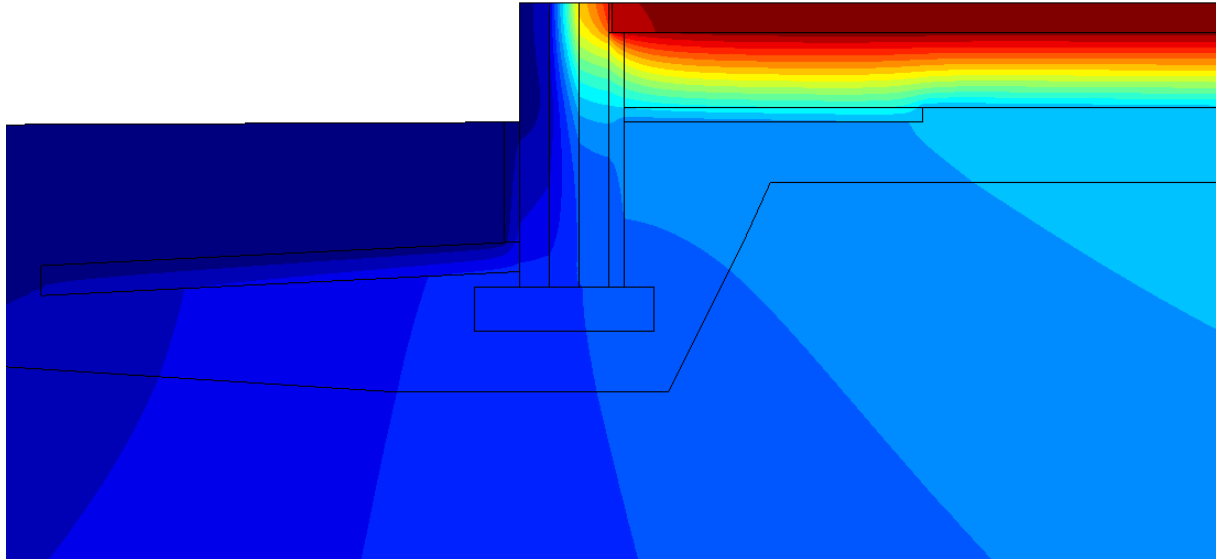


Kuva 9. Lämpötilajakautuma asteen välein kun lattian eristepaksuutta on lisätty 1,15 mm. Lattian lämpöhäviö on sama kuin kuvassa 8.

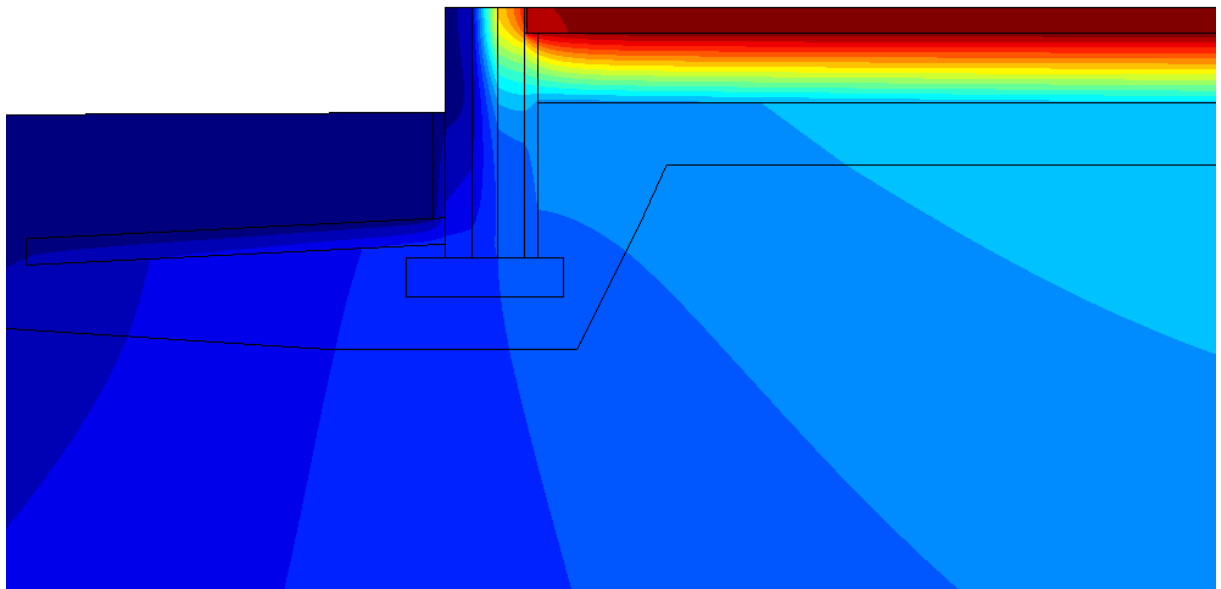
#### 4 Lattian reuna-alueen eristys

Lattian vaakasuoran reuna-alueen eristysten vaikutusta tutkittiin laskemalla numeerisesti samaa rakennetta kuin kuvassa 7. Lattian reunalle lisättiin metrin levyinen 50 mm paksu lisäeriste. Tällöin tehollinen lattian lämmönläpäisykerroin (U-arvo) pienenee 0,1099 -> 0,1071 W/m<sup>2</sup>K. Lämpötilajakautuma on kuvassa 10. Sama tehollinen U-arvo saadaan lisäämällä lattian lämpöeristeen paksuutta 250 -> 261,1 mm (kuva 11). Vastaava lattian lämpöeristeen tilavuuden lisäys on 0,044 m<sup>3</sup> (=0,011\*3,94). Se on pienempi kuin reunaeristeseen tarvittava eristeen tilavuus 0,05 m<sup>3</sup> (=0,05\*1). Näyttää siis siltä, että eristettä kannattaa lisätä mieluummin koko lattiaan kuin reunalle. Tasainen eristyskerros on lisäksi helpompi asentaa.

Tässä laskentaesimerkissä lattian kokonaisleveys oli 8 metriä. Leveämmässä lattiasa reunaeristys tulee ilmeisesti kannattavammaksi.



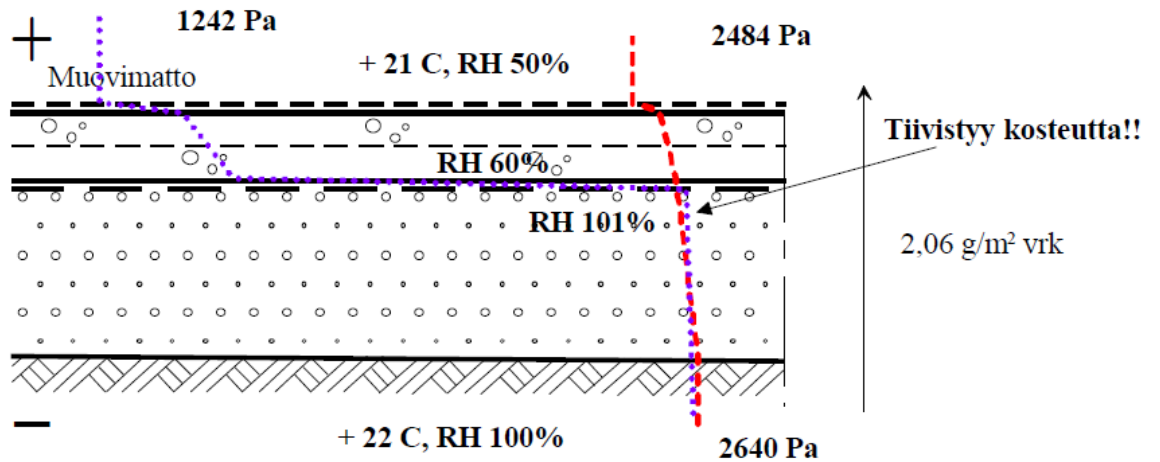
*Kuva 10. Lämpötilajakautuma kun lattian reuna-alueelle on lisätty metrin levyinen ja 50 mm paksu vaakasuora eristys. Väri muuttuu asteen välein. Ulkolämpötila on 0 °C ja sisälämpötila 20 °C.*



*Kuva 11. Lämpötilajakautuma asteen välein kun lattian eristepaksuutta on lisätty 11,1 mm. Lattian lämpöhäviö on sama kuin kuvassa 10.*

## 5 Eristyksen vaikutus lattian kosteuteen

Maanvastaisen lattian eristäminen laskee lattian alla olevan maaperän lämpötilaa. Lämpötilan laskiessa myös vesihöyryn kyllästyspaine sekä vesihöyryn paine lattian alla olevassa täyttösorassa laskee. Tämä vähentää kosteusriskejä lattiarakenteessa. Maanvastaisten lattiarakenteiden kosteusongelmat ovatkin yleensä liittyneet tapauksiin, joissa lämpötila lattian alla on poikkeuksellisen suuri. Tästä on esimerkki kuvassa 12.



Kuva 12. Esimerkki tilanteesta, jossa lattiarakenteeseen tiivistyy kosteutta (Leivo & Rantala 2000).

## 6 Yhteenveto

Tutkimuksessa tarkasteltiin mahdollisuutta pienentää pientalon alapohjan lämpöhäviöitä perusmuuria lisäeristämällä. Tulosten mukaan on kannattavampaa lisätä lattian eristepaksuutta kuin lisäeristää perusmuuria. Sen sijaan on tärkeää pienentää perusmuurin kylmäsiltoja sekä perusmuurin lämpöhäviöitä suoraan ulkoilmaan. Paras perusmuurin lämmöneristeen paikka routasuojauksen kannalta on perusmuurin ulkopinnalla.

Myöskään lattian vaakasuora reunaeristys ei näytä kannattavalta vaan parempi on käyttää samaa eristepaksuutta koko lattiassa. Tasainen eristyskerros on lisäksi helpompi asentaa.

Energiatehokkuusvaatimusten kiristytessä maanvastaisen alapohjan lämmöneristävyys paranee. Sen seurauksena rakennuksen alla olevan maapohjan lämpötila laskee. Tämä vähentää lattiarakenteen kosteusriskejä.

### Lähdeviitteet

Comsol Multiphysics Modeling Guide. 2008. Version 3.5a. Comsol AB.

Leivo, V., Rantala, J. 2000, Maanvaraisten alapohjarakenteiden kosteuskäyttäytyminen, Tampereen Teknillinen korkeakoulu, Talonrakennustekniikka, julkaisu 106, Tampere.

RT 37790. 2009. EPS-lämmöneristeet. EPS-rakennuseristeteollisuus.

SFS-EN ISO 6946. 2008. Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method

SFS-EN ISO 13770. 2008. Thermal performance of buildings. Heat transfer via the ground. Calculation methods.