# COMBI

COMPREHENSIVE DEVELOPMENT OF
NEARLY ZERO-ENERGY
MUNICIPAL SERVICE BUILDINGS

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Aalto-yliopisto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

BUSINESS FINLAND

Euroopan unioni

Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020

# KALSIUMSILIKAATTIERISTEET

## Rakennusfysikaaliset materiaaliominaisuudet

Eero Tuominen, Tampereen teknillinen yliopisto

# Sisällys

**Kalsiumsilikaattieristeiden rakennusfysikaaliset materiaaliominaisuudet**

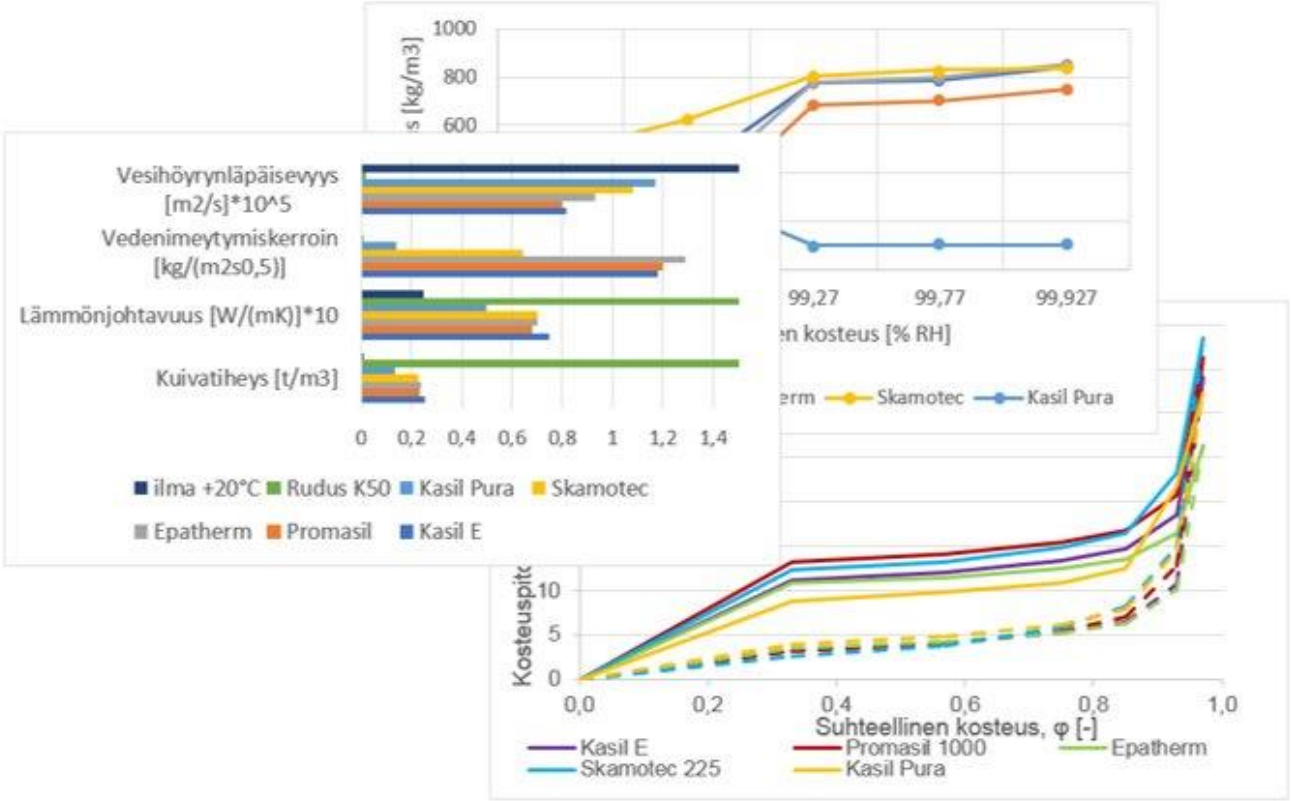
Kalsiumsilikaattilevy

Tutkitut ominaisuudet

- Vesihöyrynläpäisevyys
- Vedenimeytymiskerroin
- Lämmönjohtavuus
- Hygroskooppinen tasapainokosteuskäyrä
- Kapillaarinen tasapainokosteuskäyrä
  - Maksimikosteuspitoisuus
- Ominaislämpökapasiteetti

Koemenetelmien kehitystyö

- Kapillaarinen tasapainokosteuskäyrä
  - Painelevylaitteiston peruskäyttö ja toimintatapaohjeistus
  - Vakuumikyllästyslaitteen testaus



# Kalsiumsilikaattilevy

Tutkimukseen valittiin Suomen markkinoilla 2015 saatavilla olleita kalsiumsilikaattilevyjä

Kalsiumsilikaattilevyjä on käytetty mm. paloeristeinä, mutta kosteusteknisten ominaisuuksien vuoksi ne soveltuvat hyvin myös massiivirakenteisten kiviseinien sisäpuoliseksi lisälämmöneristeeksi

Tutkitut levyt hankittiin suoraan valmistajilta tai maahantuojilta.

Tutkimuksiin valikoitui mukaan myös yksi valkokalkkihydraattilevy, koska sitä markkinoitiin kalsiumsilikaattilevyn edullisempana rinnakkaistuotteena.

Promasil 1000

25 mm, 232 kg/m³, 245 kg/m³

Kasil Pura

50 mm, 133 kg/m³, 130 kg/m³

Kasil E

25 mm, 253 kg/m³, 300 kg/m³

Epatherm

30 mm, 236 kg/m³, 230 kg/m³

Skamotec 225

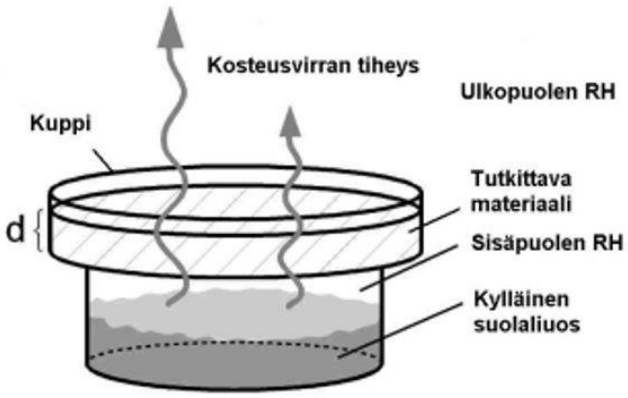
50 mm, 227 kg/m³, 225 kg/m³

# Vesihöyrynläpäisevyys

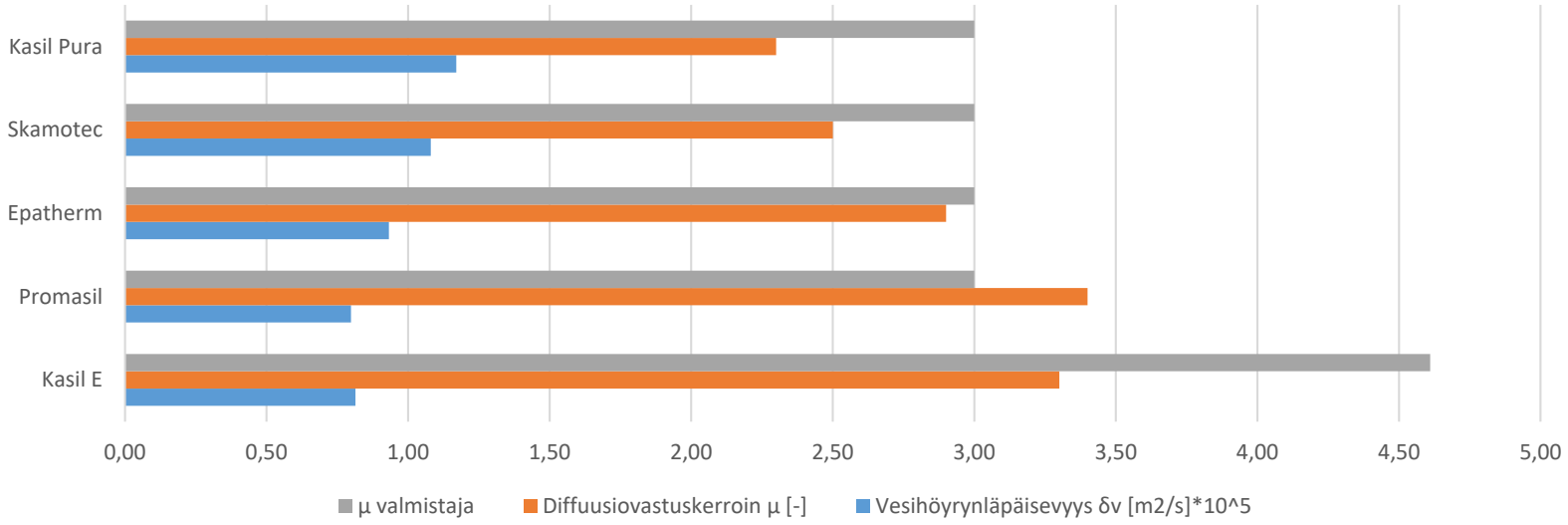
Vesihöyrynläpäisevyys määritettiin standardin SFS-EN ISO 12572 mukaisella märkäkuppikokeella.

Koejärjestelyn toimintatapa on kehitetty Elina Maneliuksen (2013) diplomityössä.

Kosteusparina oli kupin sisällä 93 % RH ja kupin ulkopuolella 50 % RH.




Märkäkuppikokeen toimintaperiaate



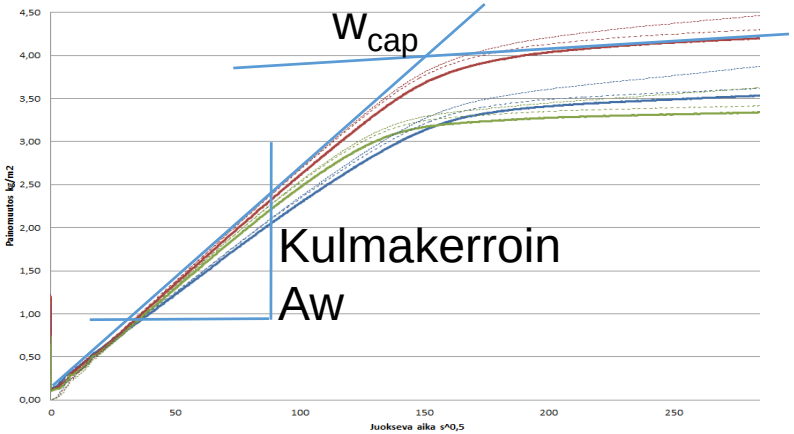
# Vedenimeytymiskerroin

Vedenimeytymiskerroin määritettiin standardin SFS-EN ISO 15148 mukaisella vapaan veden imeytymiskokeella.

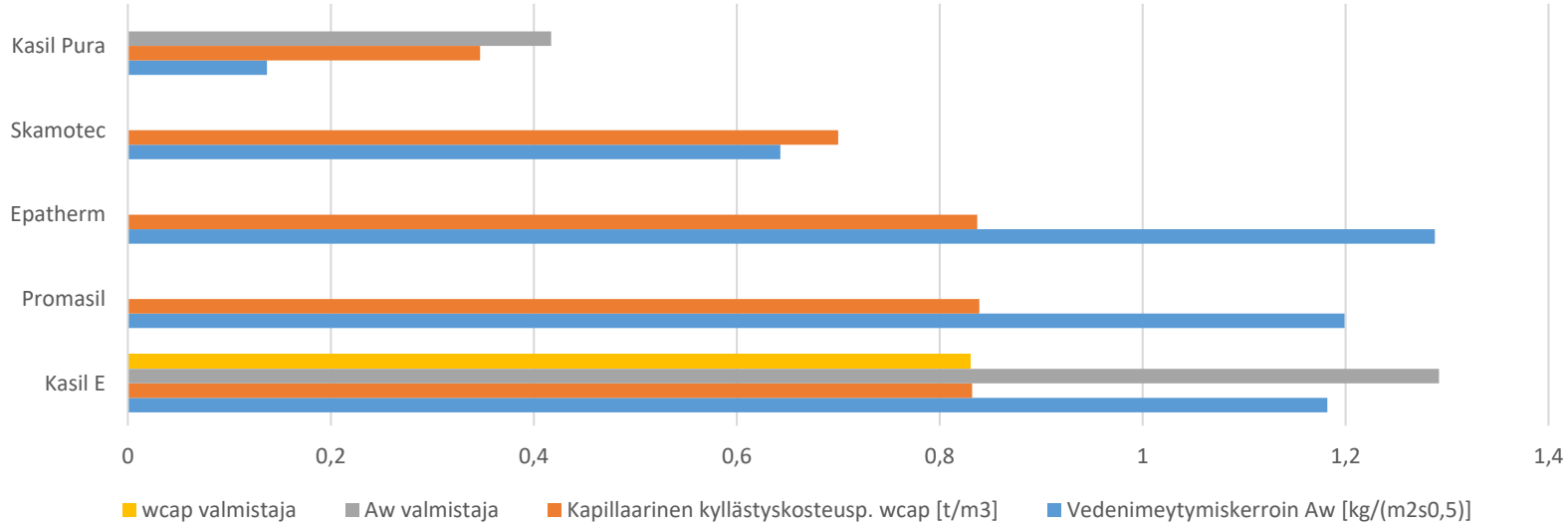
Koejärjestelyn toimintatapa on kehitetty Eero Tuomisen (2016) diplomityössä.

Jokaisesta vedenimeytyskokeesta laskettiin vedenimeytymiskerroin ja kapillaarinen kyllästyskosteuspitoisuus.

Valmistajien arvot on saatavissa vain osalle materiaaleista ja ominaisuuksista.




Vapaasta veden imeytyskokeesta laskettavat materiaaliominaisuudet



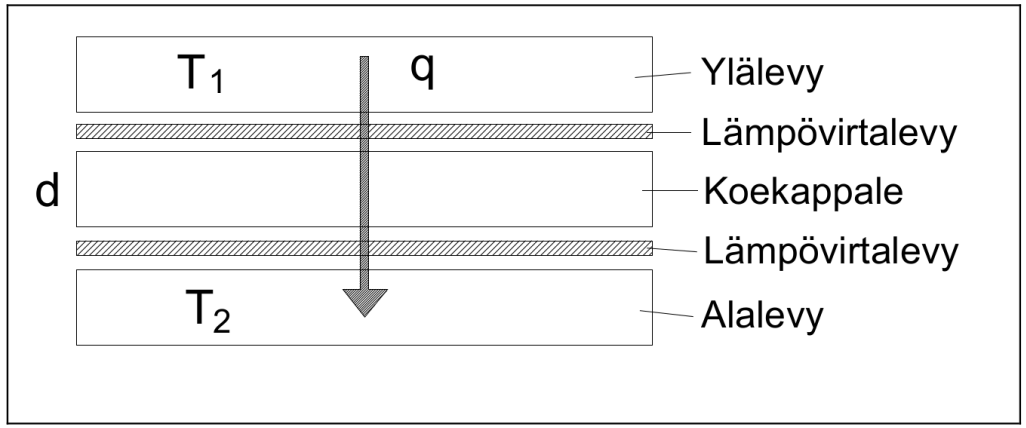
# Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus määritettiin standardin SFS-EN 12664 mukaisesti FOX304 lämpövirtalevylaitteella.

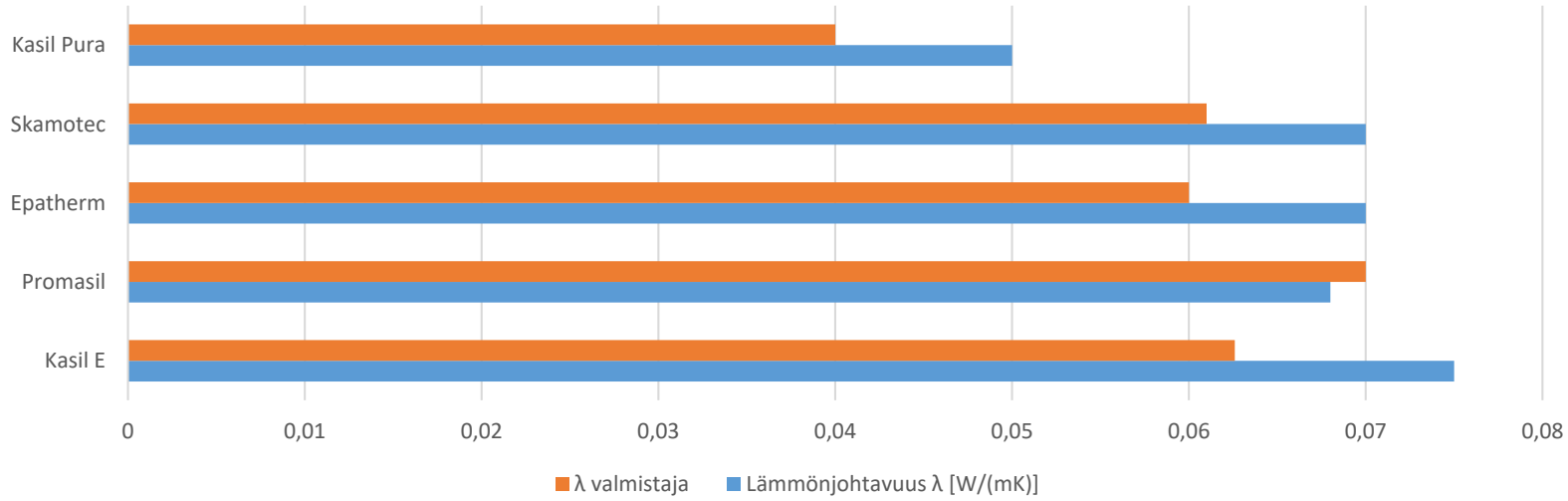
Koejärjestelyn toimintatapa on kehitetty Tiina Ruuskan (2014) diplomityössä.

Lämpötilaparina standardin mukainen 0 °C ja 20 °C.

Mitatut lämmönjohtavuudet pääasiassa hivenen huonompia kuin valmistajan ilmoittamat.




Lämpövirtalevylaitteen periaatekuva



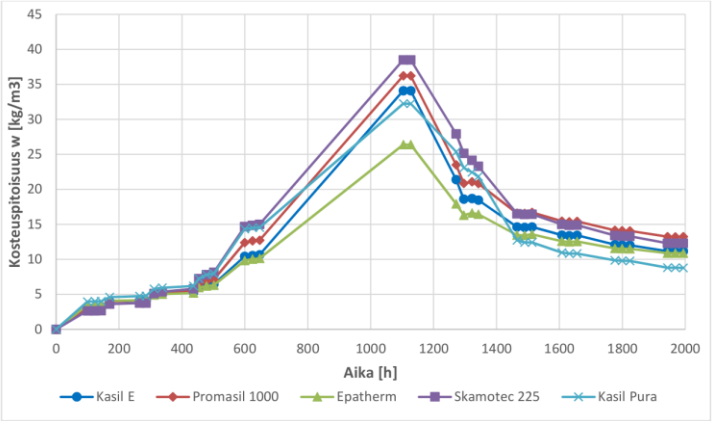
# Hygroskooppinen tasapainokosteuskäyrä

Hygroskooppinen tasapainokosteus määritettiin standardin SFS-EN ISO 12571 mukaisesti.

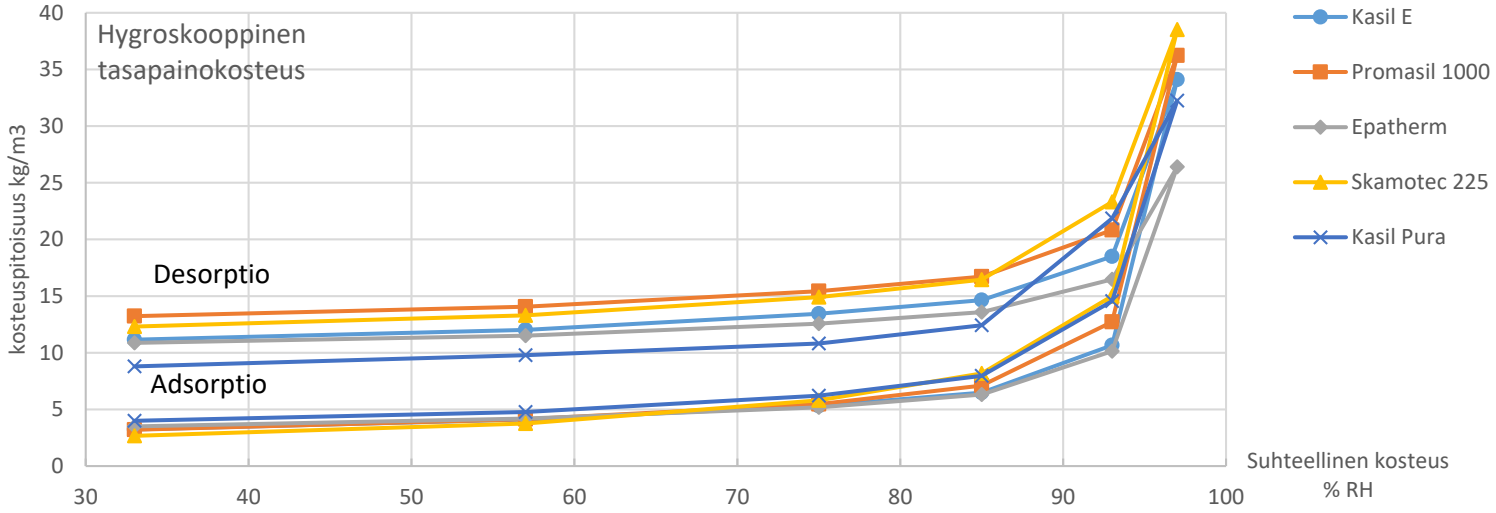
Tasapainotusolosuhteiksi valittiin 33, 55, 75, 83, 93 ja 97 % RH.

Samat koekappaleet kävivät järjestyksessä läpi kaikki olosuhteet sekä adsorptiossa että desorptiossa.

Mittaustulokset vastaavat hyvin kirjallisuudessa esitettyjä arvoja, mutta valmistajat eivät ole näitä arvoja ilmoittaneet.




Kalsiumsilikaattilevyjen kosteuspitoisuuden kehittyminen tasapainotuskokeen aikana

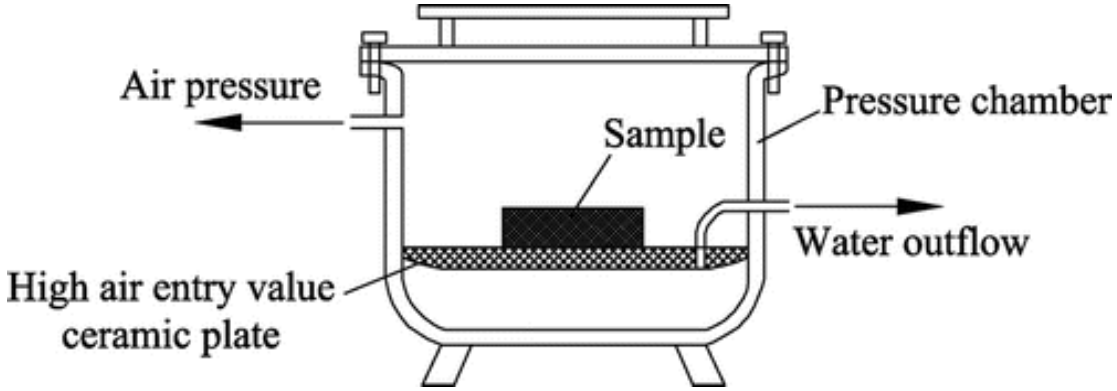


# Kapillaarinen tasapainokosteuskäyrä

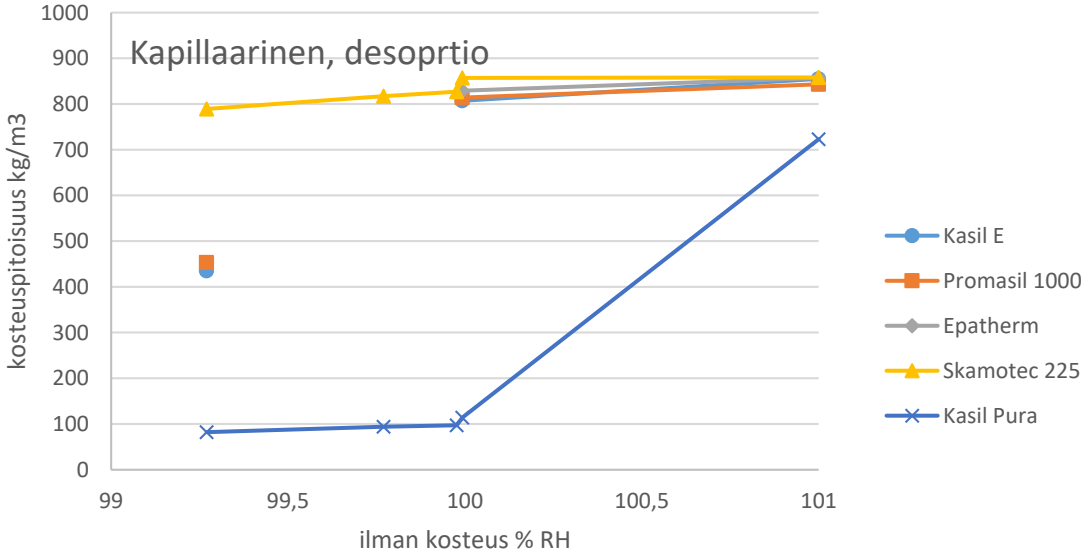
Kapillaarinen tasapainokosteus määritettiin mukaillen standardeja NT BUILD 481 ja ASTM C1699 painelevykokeella.

Koejärjestelyn toimintatapaa on kehitetty COMBI-hankkeessa Maarit Vainion (2016) ja Olli Tuomisen (2018) diplomitöissä. Kehitystyön keskeneräisyyden vuoksi tulokset ovat jääneet osin puutteellisiksi.

Testatut paineet ovat 0,316; 1; 3,16; 10; 31,6 ja 100 bar. Tuloskäyrällä lisäksi maksimikosteuspitoisuuden arvo (101 % RH).




Painelevylaitteen periaatekuva [lähdemerkintä]

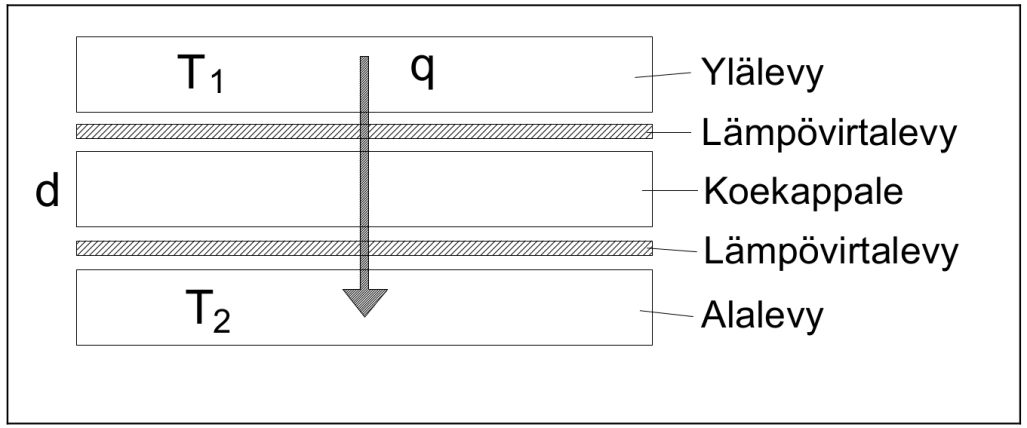


# Ominaislämpökapasiteetti

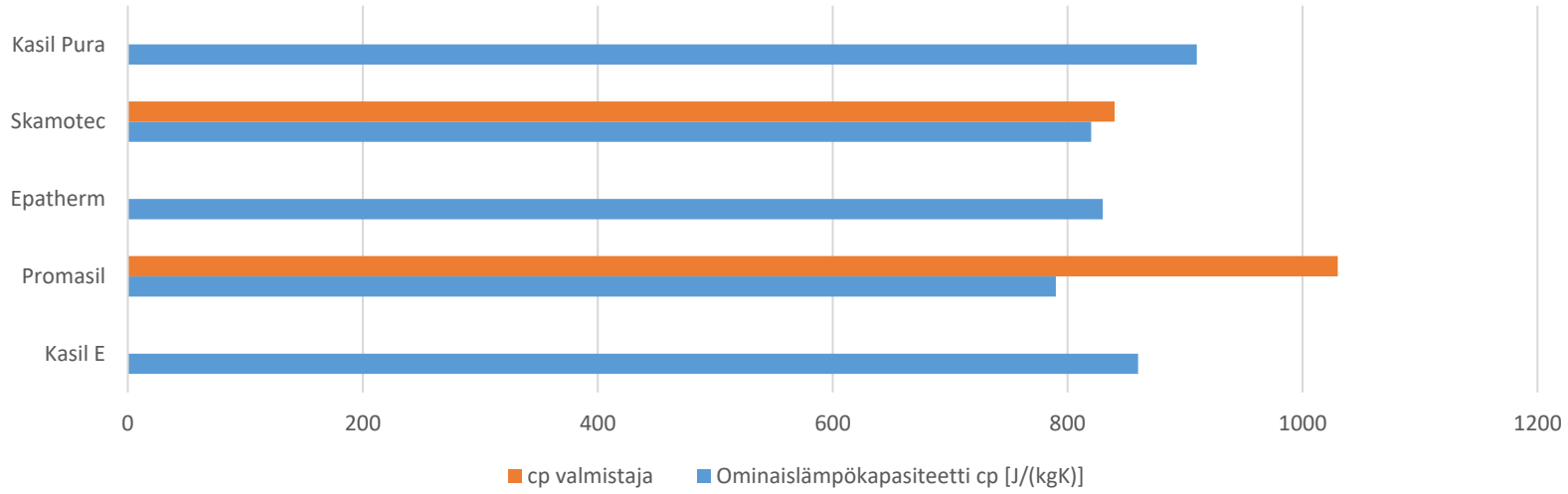
Ominaislämpökapasiteetti määritettiin standardin SFS-EN 12667 mukaisesti FOX304 lämpövirtalevylaitteella.

Koejärjestelyn toimintatapa on kehitetty Tiina Ruuskan (2014) diplomityössä.

Ominaislämpökapasiteetti mitattu keskilämpötiloissa 10, 20, 30 ja 40 °C.




Lämpövirtalevylaitteen periaatekuva



# Yhteenveto

Valmistajien ilmoittamat materiaaliominaisuudet ovat pääosin samoja kuin nyt mitattiin

Kaikki tutkitut tuotteet eivät sovellu kosteusteknisesti haastavimpiin kohteisiin

- Materiaalivalinnat tulee tehdä materiaaliominaisuuksien, ei tuoteryhmän, perusteella

Tutkimusmenetelmien kehittämisestä oma tuloskortti.

Standardin mukaiset menetelmät toimivat kohtalaisen hyvin kalsiumsilikaattilevyillä.

# Kiitos!

**Lisätietoja esityksen sisällöstä**

Eero Tuominen Tampereen yliopisto eero.tuominen@tuni.fi 040 742 1652

COMBI-tuloskortti: Suomessa markkinoilla olevien kalsiumsilikaattilevyjen rakennusfysikaaliset materiaaliominaisuudet
Kalsiumsilikaattilevyjen ja ontelolaattojen rakennusfysikaaliset kosteusominaisuudet, Maarit Vainio 2016
Suomessa markkinoilla olevien kalsiumsilikaattilevyjen rakennusfysikaaliset materiaaliominaisuudet, Tuominen, Vainio & Vinha 2017

**Lisätietoja COMBI-hankkeesta**

Juha Vinha Tampereen yliopisto juha.vinha@tuni.fi 040 849 0296

https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/tutkimusprojektit/combi

Tämän teoksen suhteen noudatetaan lisenssiä Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen.
Lisenssiin voit tutustua osoitteessa https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fi