



Kalsiumsilikaattieristeiden ja ontelolaattojen sekä eri betonilaatujen kosteusominaisuuksien määrittäminen

Eero Tuominen, tutkimusapulainen

Maarit Vainio, tutkimusapulainen

TTY / Rakennusfysiikka

Sisällys

Kosteusominaisuudet:

- Vedenimeytymis- ja tunkeutumiskerroin
- Hygroskooppinen ja kapillaarinen tasapainokosteuskäyrä
- Kapillaarinen kyllästyskosteuspitoisuus
- Vesihöyrynläpäisevyys

Kokeet

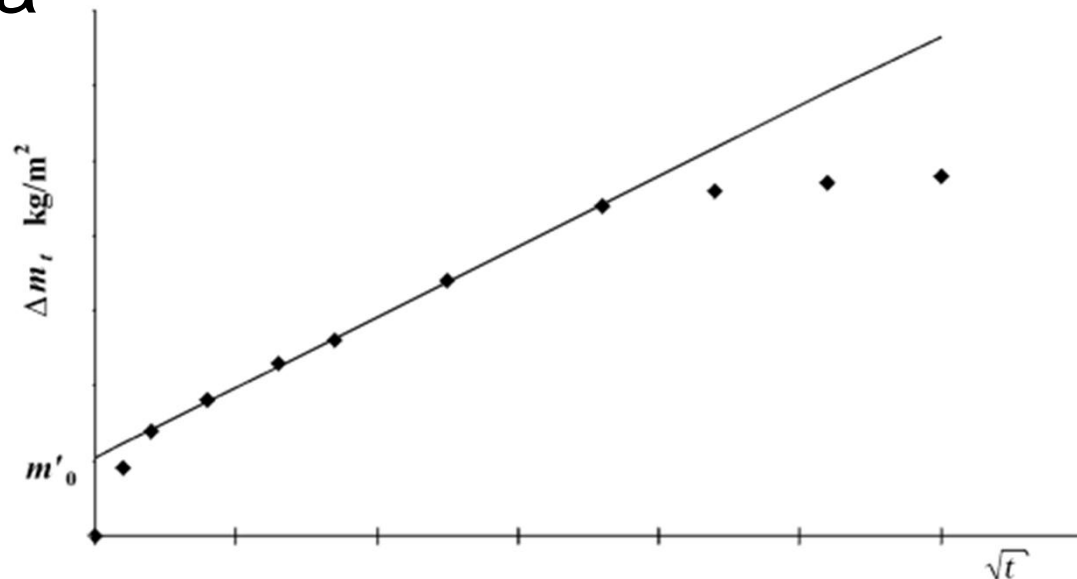
- Tehdyt kokeet
- Tulossa olevat kokeet



Vedenimeytymiskerroin

KAPILLARITEETTIKERROIN $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \sqrt{\text{s}}} \right)$: $A_w = \frac{m''}{\sqrt{t}}$

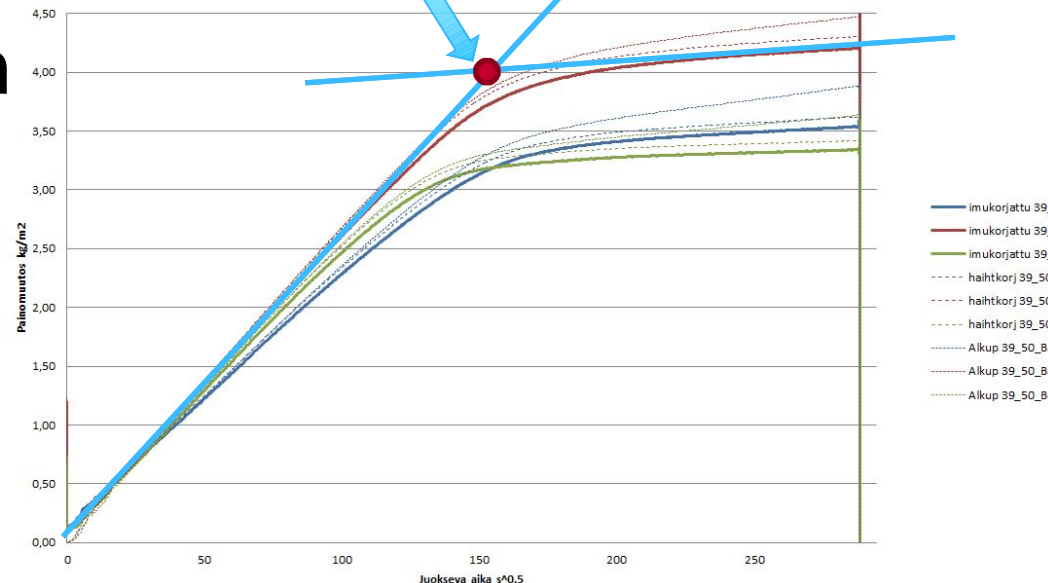
- Kuvaa materiaaliin imeytyvän veden määrää jatkuvan vesikosketuksen aikana
- Voidaan määrittää painonnousukäyrästä vedenimukokeesta
- Mittausta määrittää:
 - SFS-EN ISO 15148
- Korrelaatio diffusiviteettiin
 - Mallintamisessa käytetty suure



Tunkeutumiskerroin

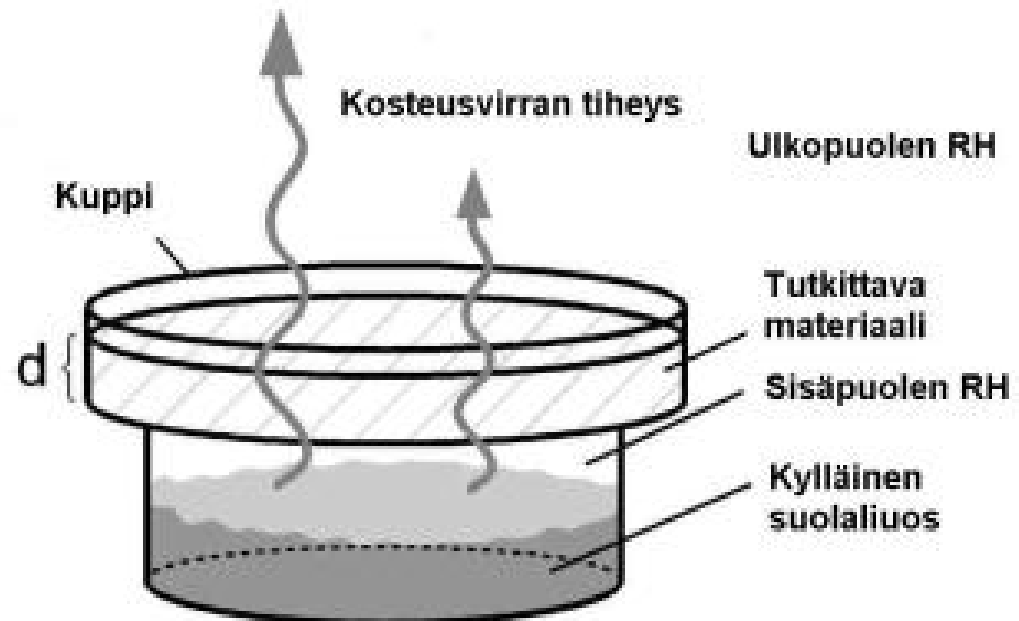
$$\text{VEDEN TUNKEUTUMISKERROIN} \left(\frac{\text{m}}{\sqrt{\text{s}}} \right): \quad B_w = \frac{x_p}{\sqrt{t}}$$

- Tunkeutumiskerroin kuvaa vesirintaman etenemistä materiaalissa vesikosketuksen aikana
- Voidaan määrittää samasta datasta kuin kapillariteettikerroin
- Mittausta määrittää:
 - EN 13057



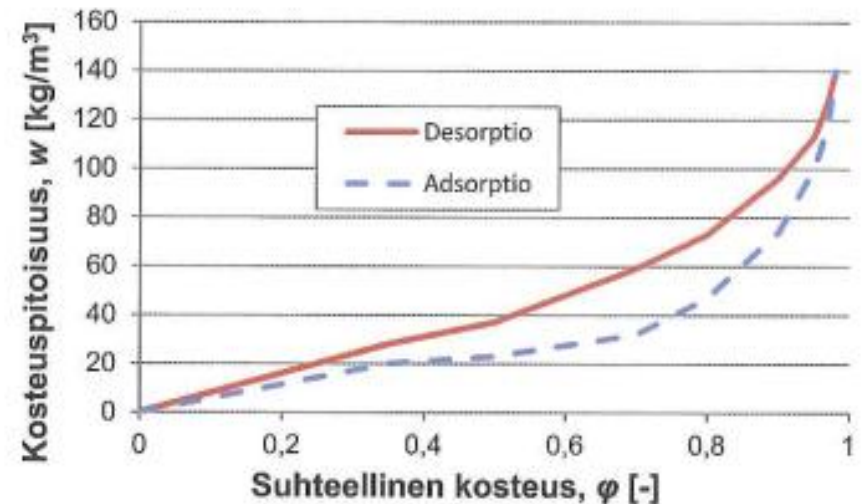
Vesihöyrynläpäisyys

- Rakennusmateriaalin vesihöyrynläpäisyys δ_v tai δ_p määritetään märkä- tai kuivakuppikokeena.
- Mittausta määrittää:
 - SFS-EN 1015-19
 - SFS-EN ISO 12572
 - ISO 21129



Hygroskooppinen tasapainokosteuskäyrä

- Hygroskooppisella tasapainokosteudella tarkoitetaan ilman kosteuden määrää, jonka materiaali sitoo itseensä tietyssä lämpötilassa ja kosteudessa.
- Kokeet 6:ssa eri kosteusolosuhteessa
- Mittausta määrittää:
 - SFS-EN ISO 12570
 - SFS-EN ISO 12571



Maksimikosteuspitoisuus

- Maksimikosteuspitoisuus kertoo vesimäärän, joka tarvitaan koko huokostilavuuden täyttämiseksi.
- Määritetään vakuumikyllästyskokeella, jossa kuiva koekappale asetetaan lähes tyhjiöön. Ennen tyhjiön poistamista koekappale upotetaan veteen.
- Mittausta määrittää:
 - SFS 4776



Kapillaarinen tasapainokosteuskäyrä

- Määritetään pakottamalla ulkoisen paineen avulla vettä ulos maksimikosteuspitoisuuteen kyllästetystä materiaalista.
 - Paine tuotetaan painelevylaitteella
 - Paineammio, jossa on ulosvirtauskanava vedelle, mutta ei ilmalle.
 - à Desorptiokäyrä; kertoo materiaalin kosteuspitoisuuden kapillaari-imupaineen funktiona materiaalin kuivuessa.
- Mittausta määrittää: NT Build 481; ASTM C1699

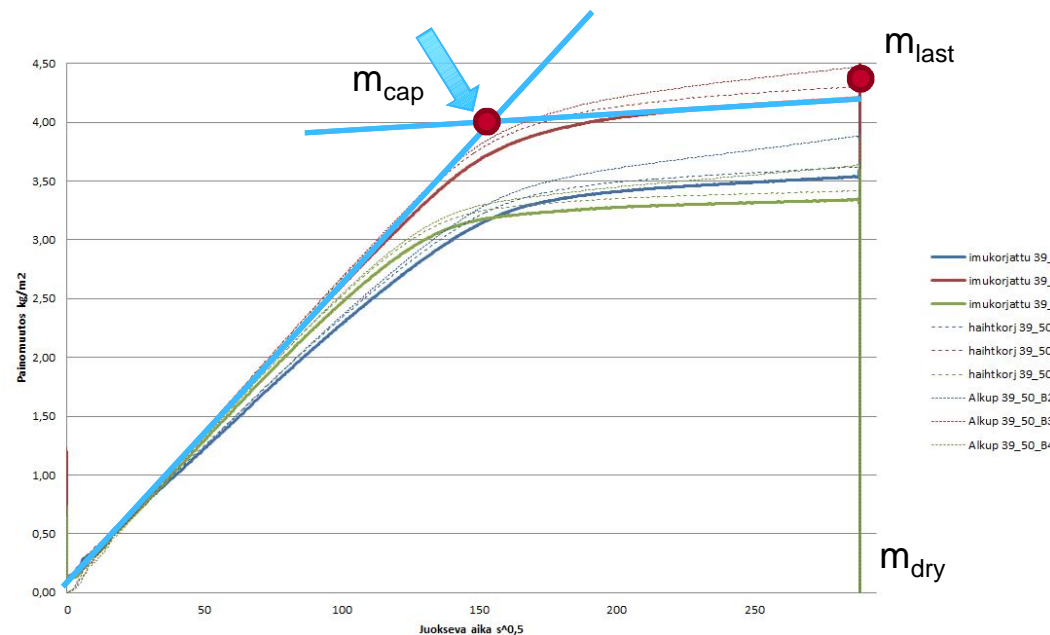


Kapillaarinen kyllästyskosteuspitoisuus

- Maksimaalinen kosteus määrä, joka materiaaliin sitoutuu kapillaarisen imun aikana
- Voidaan määrittää samasta datasta kuin tunkeutumiskerroin

Lasketaan määrittämällä m_{last} / m_{dry} -lukemasta taaksepäin m_{cap} .

Kyllästymispisteen massan (m_{cap}) ja kuivamassan (m_{dry}) perusteella saadaan imeytynyt kosteus määrä.

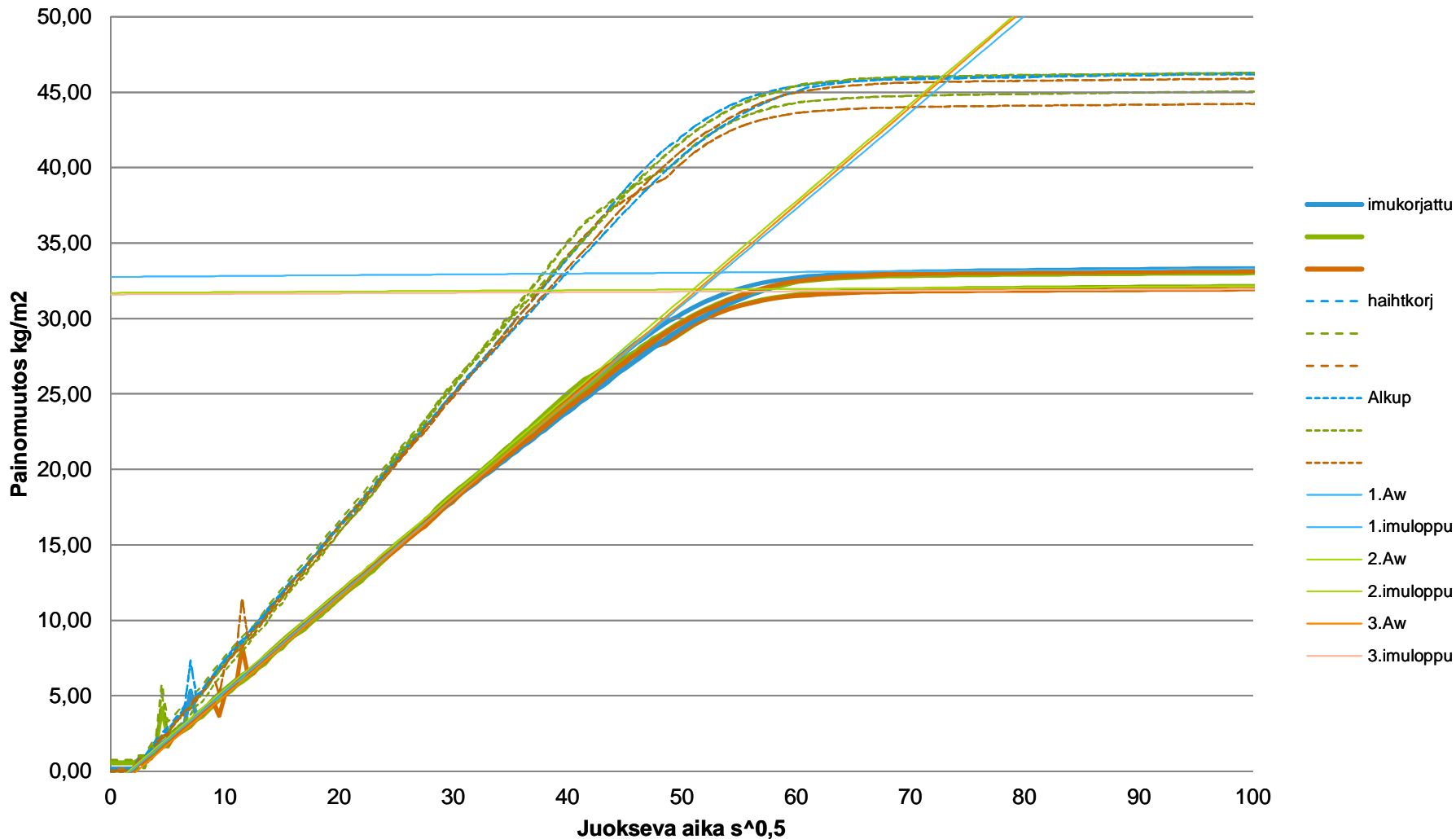


Kokeet: kalsiumsilikaattilevyt

- Valmistuneet: kapillaari-imukokeet
- Alustavat tulokset: hygroskooppinen tasapainokosteus



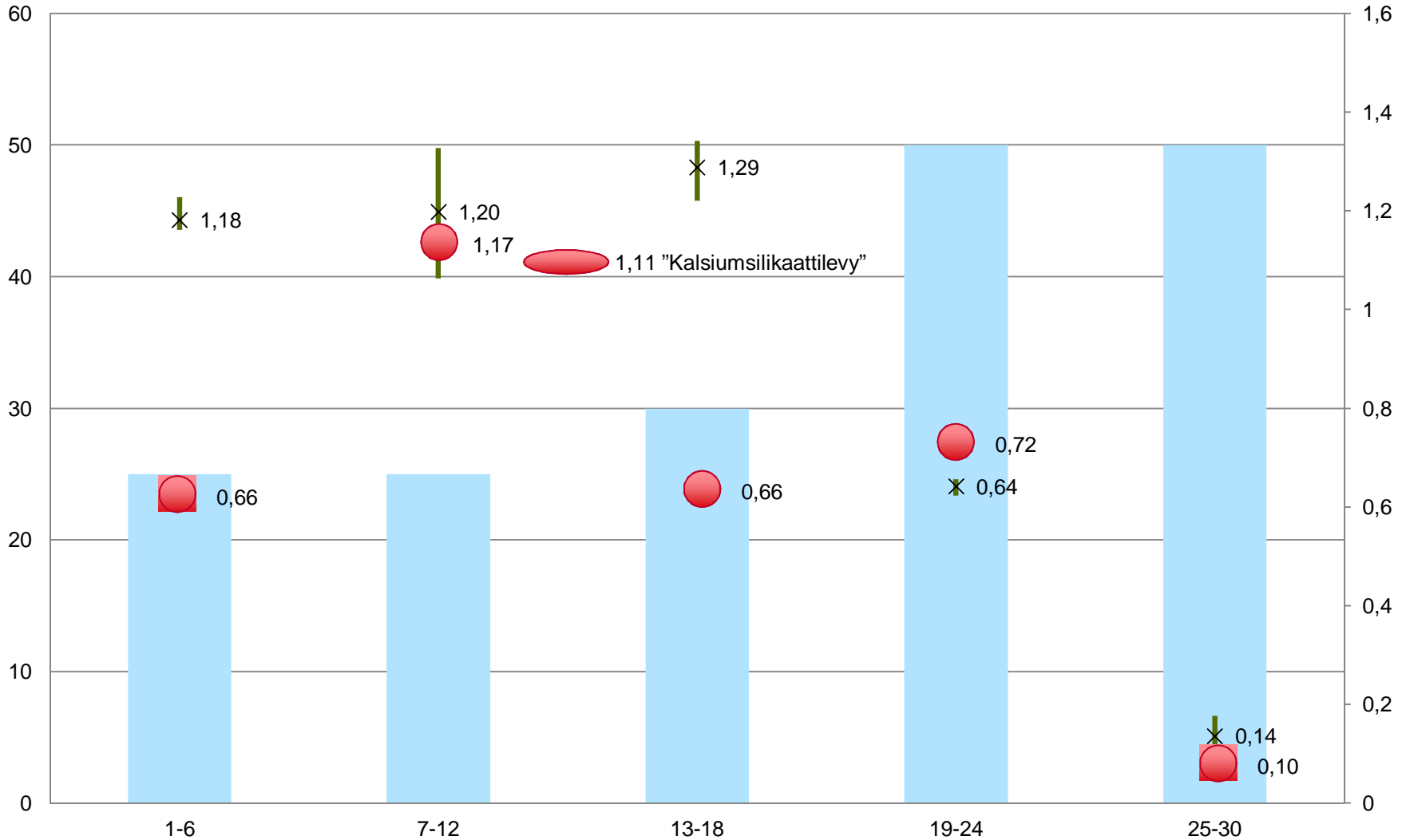
Esimerkkitulo imukokeesta



levyn
paksuus
mm

Vedenimeytymiskerroin A_w , 90% luottamusväli ja levyn paksuus

kg/
m²s_{0,5}



Kalsiumsilikaatti 2

Kalsiumsilikaatti 3

Kalsiumsilikaatti 4

Kalsiumsilikaatti 1

Mineraalieristelevy

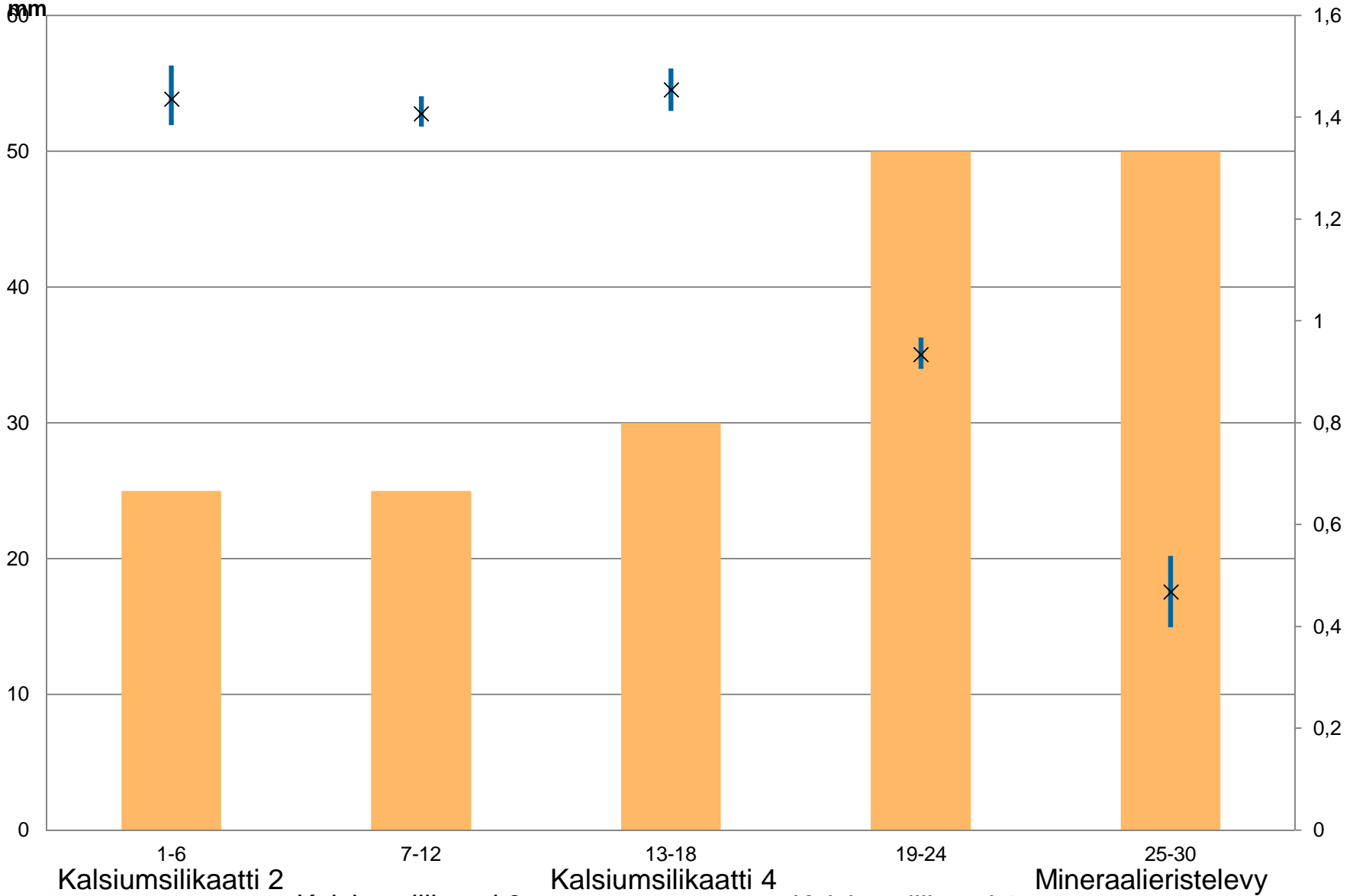


TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

levyn
paksuus
mm

Tunkeutumiskerroin Bw, 90% luottamusväli ja levyn paksuus

mm/
s0,5

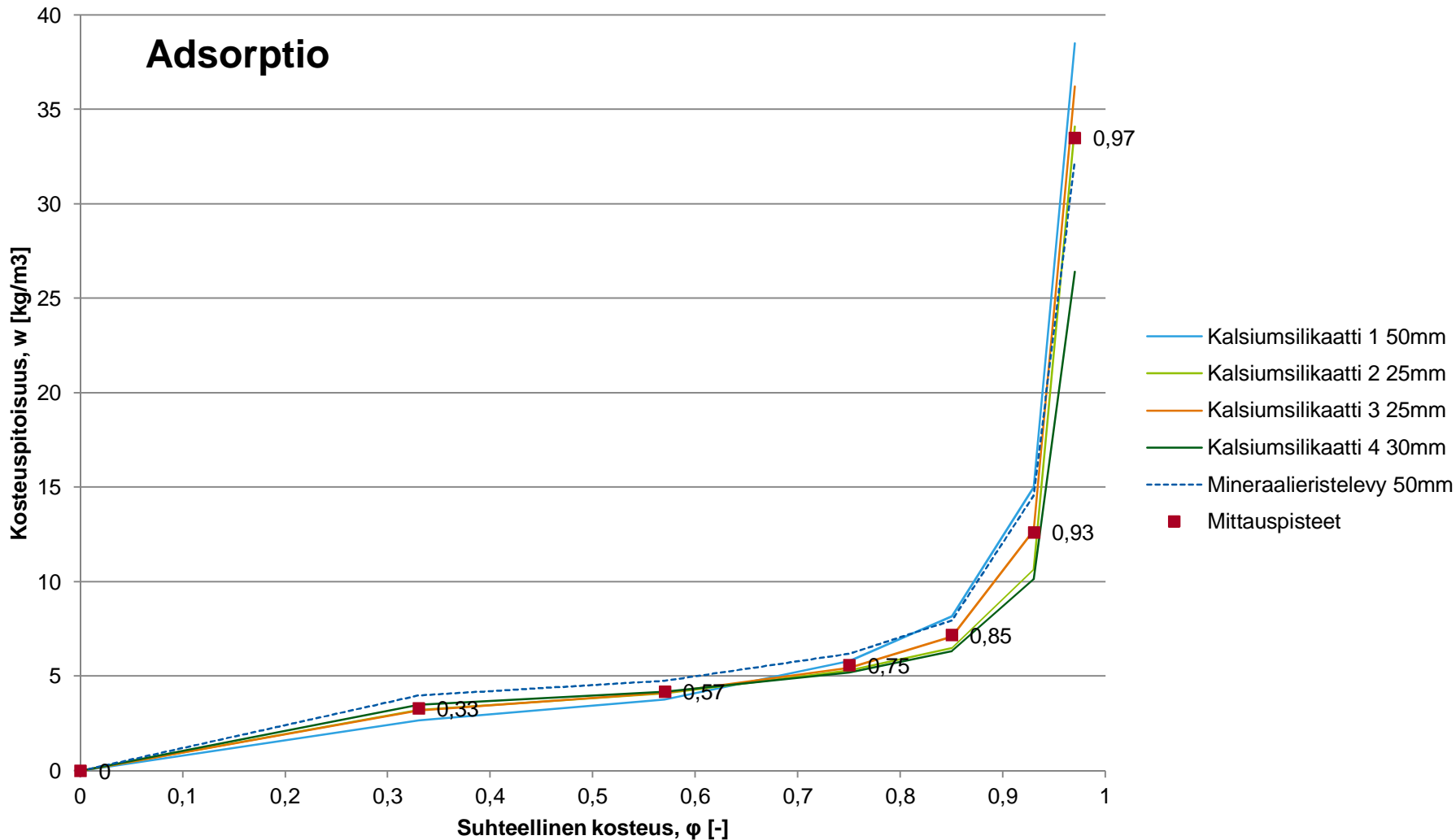


Kokeet: kalsiumsilikaattilevyt

- Pitkälle edenneet kokeet:
 - hygroskooppinen tasa-painokosteuskoe
- Tällä viikolla aloitetut kokeet:
 - painelevykoe
 - märkäkuppikoe



Hygroskooppinen tasapainokosteuskäyrä



Kokeet: Ontelolaatat

- Koekappaleita työstetty
- Tulossa vastaavat kokeet kuin kalsiumsilikaattilevyille



Tulossa:

Betonin kosteusmittauksen testikoejärjestely

- Diplomitoihin soveltuvan anturoinnin testaus meneillään, vielä ei tuloksia

Seuraavista aiheista alkaa keväällä diplomityö

- Betonin materiaaliominaisuuksien määrittely
 - Lähtötietoja kuivumistarkasteluiden laskennalliseen mallintamiseen
- Betoniseinien kuivumistarkastelut
 - Laboratoriokokeiden ja laskennallisen mallintamisen vertailu



Testikoejärjestely

- Tutkitaan resistiivisten ja kapasitiivisten antureiden soveltuvuutta betonin ja ilman suhteellisen kosteuden mittaamiseen
 - Kolme koekappaletta, joihin asennetaan eri antureita tulosten vertailemiseksi
 - Resisttiivinen ja kapasitiivinen
 - Resisttiivinen betoniin valettu vai porareikään asennettu
 - Resisttiivinen, kapasitiivinen ja TDR-neulat
 - TDR-neuloille rinnakkaiskoekappale



Betonin materiaaliominaisuudet

- Vastaavat kokeet, mitkä kalsiumsilikaattilevyille ja ontelolaatoille ovat jo työn alla
- Tutkitaan eri betonimateriaaleja
 - Elementtitehtaan seinäkappaleesta poratut näytteet
 - Itse valettujen seinäelementtien betonierästä tehdyt koekappaleet
 - Sekä laboratoriokokeita että kirjallisuustutkimusta eri betonin ominaisuuksien vaikutuksesta
 - Jälkihoito, lujuusluokka tms.



Kuivumistarkastelut

- Eri materiaaleilla eristettyjen Sandwich-rakenteiden kuivumistarkastelut
 - Betoninen sisäkuori
 - Villaeriste
 - Ulkokuoren vaikutus ja tuuletus?
 - EPS-eriste
 - Alumiinipintainen polyuretaanieriste
 - Eristeen asennus viivästettynä
 - Ulkokuori (mallintamalla?)



Kiitos!

Eero Tuominen

eero.tuominen@tut.fi

Puh. 040 742 1652

