

Betonin huokosanalyysien rengaskokeet

BETONITUTKIMUSSEMINAARI 2018



Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden
korkeakoulu

Jouni Punkki

31.10.2018

Sisältö

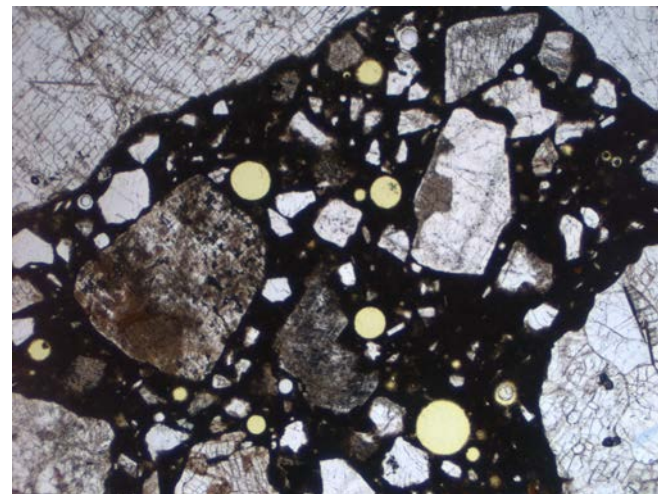
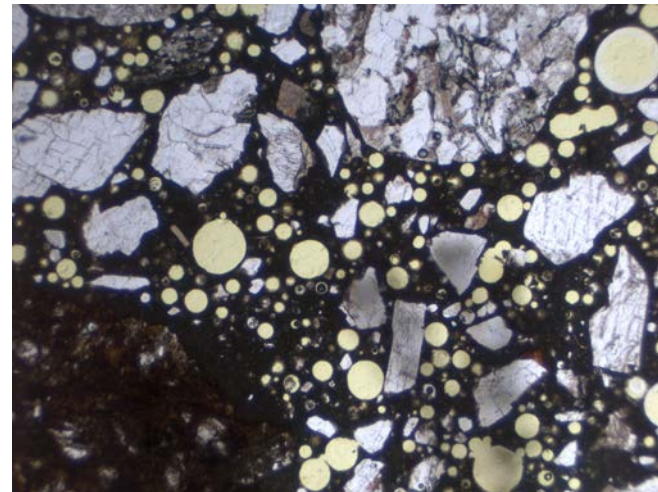
- Taustaa
- Osallistujat ja testijärjestelyt
- Koebetonit
- Huokosjako
- Kovettuneen betonin ilmamäärä
- Johtopäätökset
- Suositukset



Tulokset esitetty
kokonaisuudessaan
Betoni-lehdessä:
3/2018

Taustaa

- **Ilmahuokosanalyysijä käytetään yleisesti**
 - Laadunvarmistuksessa
 - Ongelmatapauksissa
- **Luotettavuudesta / hajonnasta epätietoisuutta**
 - Huokosjako
 - Kovettuneen betonin ilmamäärä
- **Valmistajat ovat tehneet rengastestejä**
 - Tuloksia ei kuitenkaan julkistettu
 - Aalto-yliopisto tarjoutui järjestämään vertailutestisarjan ja julkaisemaan tulokset



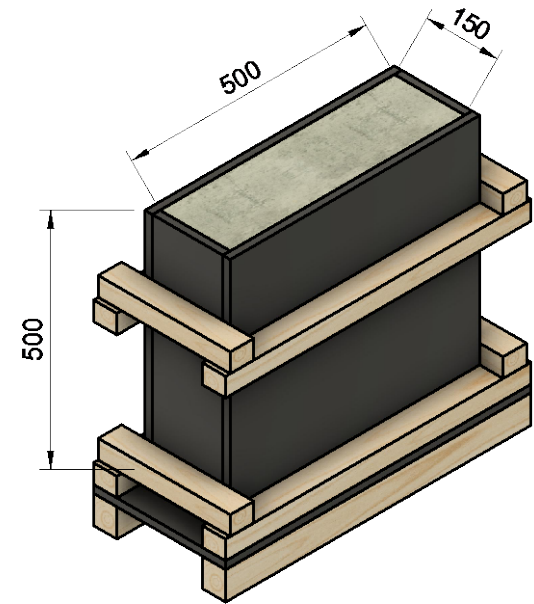
Osallistujat

- **Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy**
- **Contesta Oy**
- **Eurofins Expert Services Oy**
- **Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu Oy / KymiLabs**
- **KiwaLab**
- **Labroc Oy**
- **Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy**
- **Vahanan Rakennusfysiikka Oy**
- **WSP Finland Oy**
- **2, (4) tai 6 eri betonia testattavaksi**
- **2 laboratoriota testasi sekä ohut- että pintahieet**
 - Ohuthieet: VTT TEST R003-00-2010 mukaisesti
 - Pintahieet: VTT TEST tai SFS-EN 480-11 mukaisesti
- **Yhteensä 54 analyysia**
- **Testit osa Mohammad Hossein Ramadanin diplomityötä**
 - Kovettunen betonin ilmamäärän mittaaminen

Testibetonit

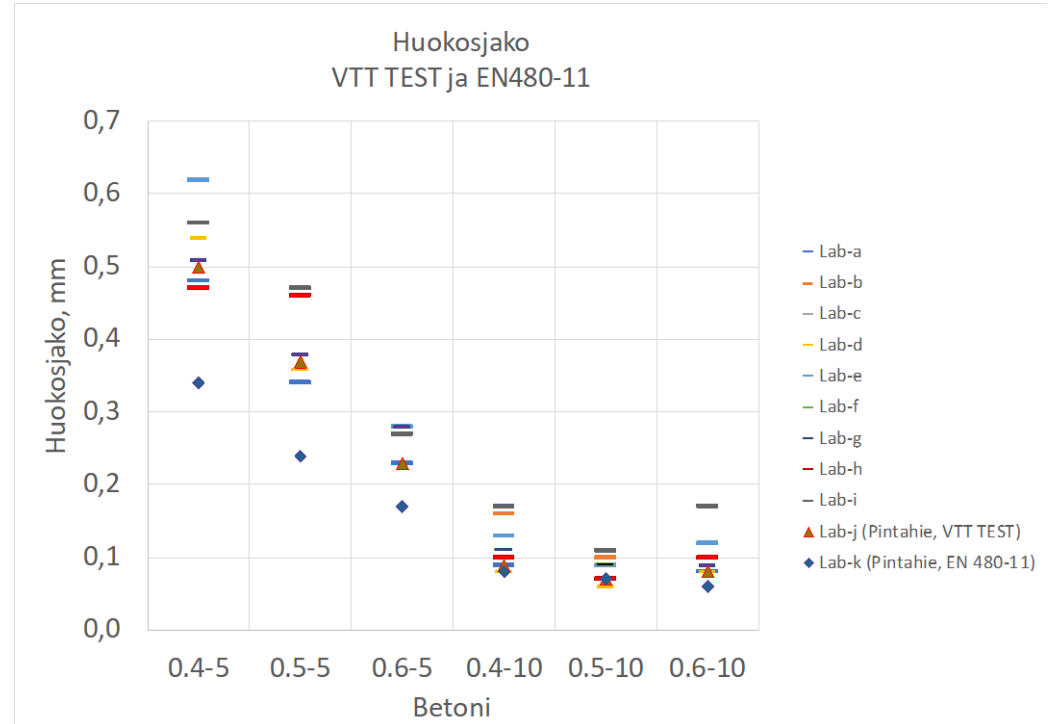
	v/s 0,40	v/s 0,50	v/s 0,60
Ilma 2%			
Ilma 5%	X	X	X
Ilma 10%	X	X	X

- Ilmamäärät hieman poikkesivat tavoitearvoista
 - Osalla betonilla huokostus ”epäonnistui”
- Näytteet tasalaatuisia (tiheyden perusteella arvioituna)



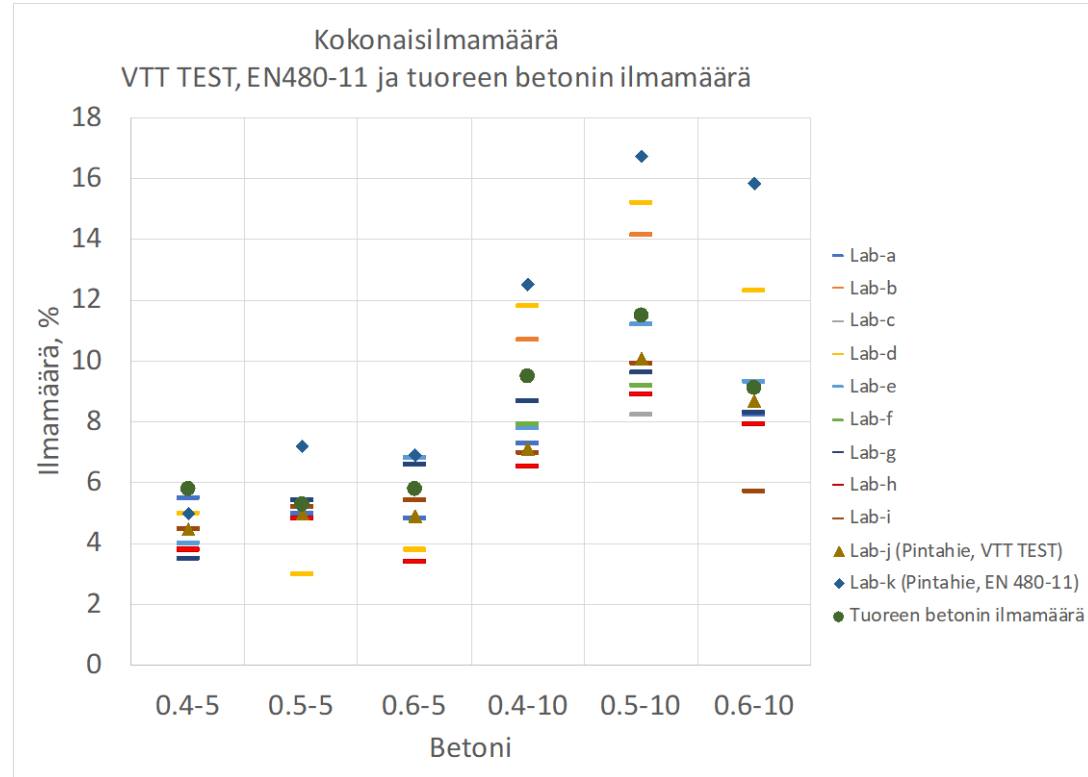
Huokosjakotulokset

- **Paljastivat epäonnistuneet huokostukset (0.4-5, 0.5-5)**
- **Pintahie (EN 480-1) antaa hieman eritasoisia tuloksia**
- **Tuloksissa hajontaa**
 - Keskihajonta: 0,02...0,03 mm
 - Tulokset: $\pm 0,038$ mm (80%)
- **Hajonnoissa mukana:**
 - a) Betonin hajonta
 - b) Analyysien hajonta
- **Vastaa käytännön tilannetta, jossa analysoidaan rakennetta**



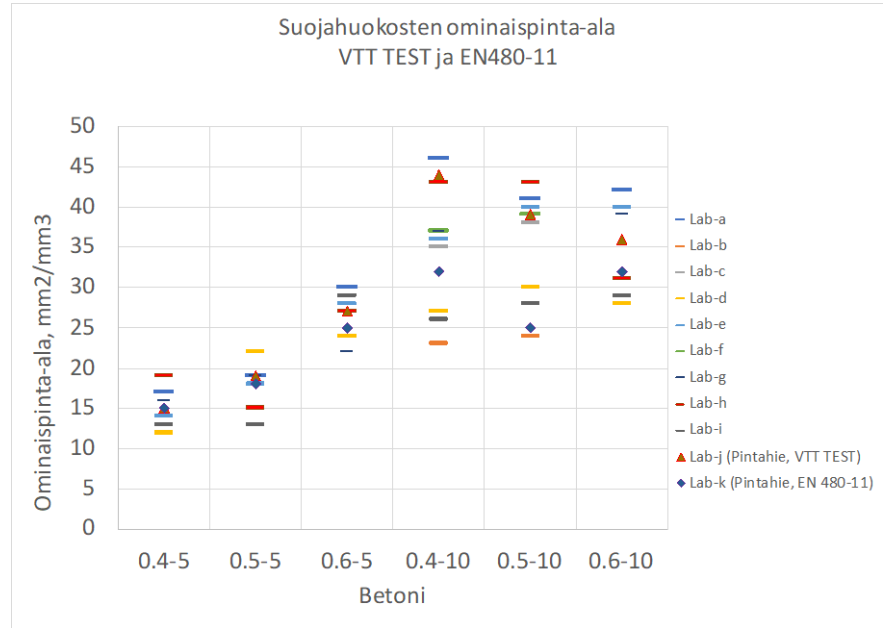
Kokonaisilmamäärä

- Menetelmää käytetään vaikka VTT TEST-menetelmän soveltuvuus on huono
- Antaa keskimäärin samanlaisia arvoja, mutta ongelmana hajonta
 - Tulokset: $\pm 1,5\%$ -yks., suurilla ilmamäärillä $\pm 2,5 \dots 3,0\%$ -yks
- Lisätietoa Mohammadin diplomityössä



Muut parametrit

- Tutkittiin myös:
 - Ominaispinta-alaa
 - Ominaispinta-alassa sama hajontaongelma
 - Suoja- ja tiivistyshuokosten määrää
 - Jako suoja- ja tiivistyshuokosiin perustuu huokosten kokoon
 - Jako toimii huonosti
 - Onko tiivistyshuokosten määrän ilmoittaminen järkevää?



Tiivistyshuokosten tilavuusosuudet, %

	BETONI					
	0.4-5	0.5-5	0.6-5	0.4-10	0.5-10	0.6-10
Keskiarvo	2,6	2,8	2,7	0,9	1,5	1,2
Minimi	1,8	1,4	1,2	0,2	0,1	0,1
Maksimi	3,9	3,5	4,9	2,2	4,6	4,7
Keskihajonta	0,64	0,69	1,34	0,75	1,49	1,73
Lukumäärä	7	7	7	10	10	7
Variaatiokerroin	25 %	25 %	49 %	83 %	101 %	140 %

Yhteenveto ja suositukset

- **Ilmahuokosanalyysit ovat käyttökelpoisia betonin pakkasenkestävyyden arvioinnissa**
- **Menetelmän hajonta tulisi hallita paremmin**
 - Testien lukumäärä vs. hajonta
 - Numeraaliset raja-arvot haastavia
- **VTT TESTin ja EN 480-11 menetelmien erot tulisi selvittää**
- **Betonin pakkasenkestävyyden vaatimuksia ollaan päivittämässä**
 - Ilmahuokosanalyysien kehitystarpeet huomioitava

Ehdotus luokitteluksi:

- I. Ei suojahuokostusta
- II. Huono suojahuokostus, korkea huokosjako
- III. Normaali suojahuokostus
- IV. Vaahtomainen betoni, alhainen huokosjako, korkea ilmamäärä

Luokittelu perustuisi:

- Huokosjakoon
- Muihin parametreihin
- Visuaaliseen arviointiin

A blurred photograph of a modern building interior. On the left, there is a long glass wall with a red carpet running along its base. In the center and right, several people are walking, their figures blurred to convey motion. The background features a wall with vertical wooden slats. The lighting is soft and modern, with recessed ceiling lights.

KIITOS

Lisää aiheesta
Betoni-lehdessä