

# FRAME-seminaari

## 8.11.2012

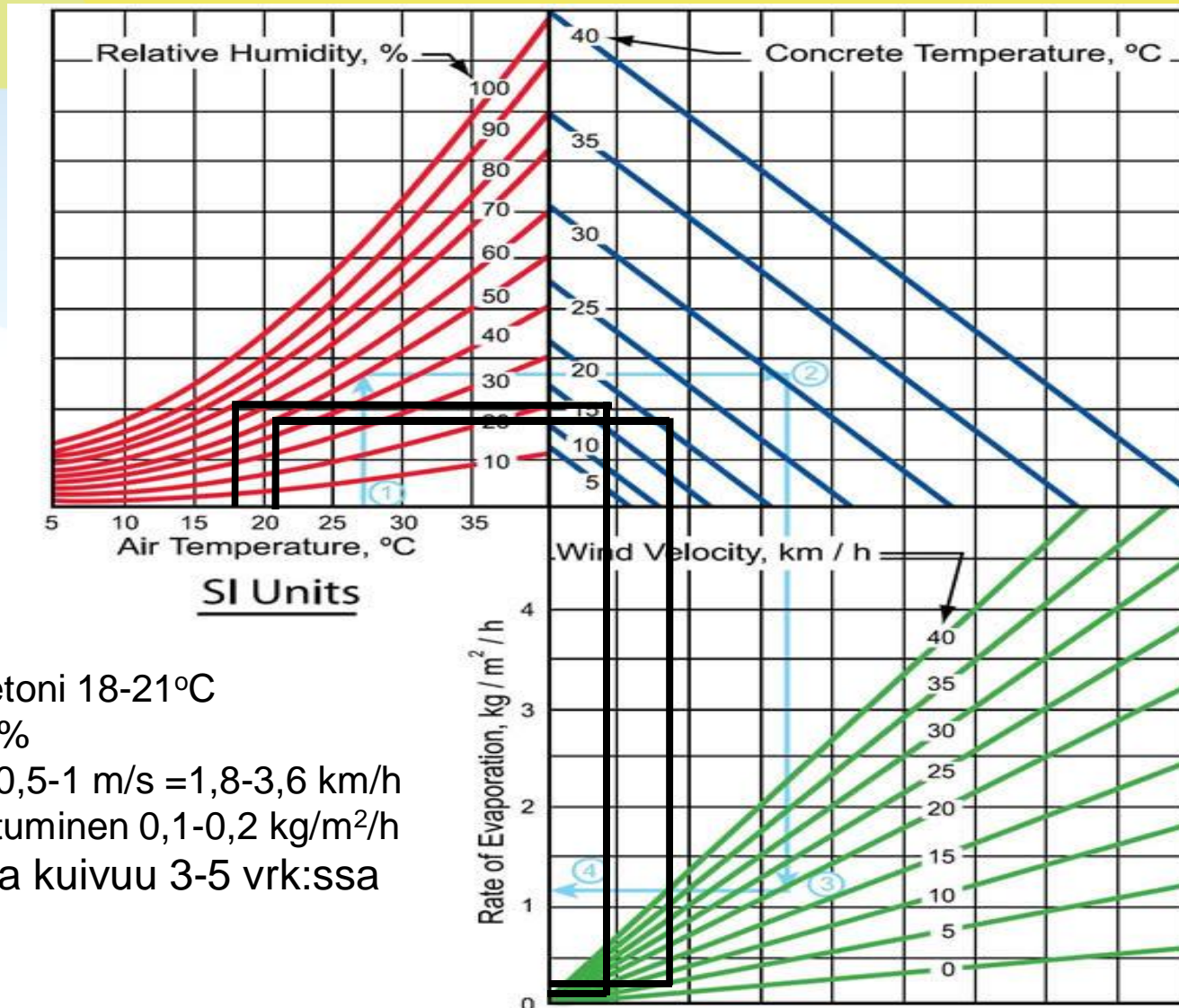
Olli Teriö

Rakennustyömaan olosuhdehallinta

- Kuivatus
- Lämmitys
- Ilmanvaihto



# Kosteuden haihtuminen betonin pinnasta, kun pinta on märkä



Ilma ja betoni 18-21°C

Rh 50-70%

Ilmavirta 0,5-1 m/s = 1,8-3,6 km/h

➡ Haihtuminen 0,1-0,2 kg/m²/h

➡ Pinta kuivuu 3-5 vrk:ssa



# Betonirakenteen kuivumisajan arviointi

Ontelolaatta ja  
Pintavalu 60 mm

Hyvät olosuhteet

Rh 50%

20 C

11,3 vk

Heikot olosuhteet

Rh 60%

15 C

14,8 vk

2,5-3,5 kk

## Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: Kiinteistö Oy

### Ontelolaatta + pintabetonivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja pintabetonin paksuudelle. Valitse lisäksi ontelolaatan kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötilä. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	85 %	*80-100*	15,0
Vesi-sideainesuhde:	0,60	*0,5-0,7*	Kerroin 0,60
Pintabetonin paksuus	60 mm	*30-80*	Kerroin 1,12

Ontelolaatan kosteus

< 90 %

90 - 95 %

> 95 %

Kastumisaika

Kuivassa

Kosteassa yli 2 viikkoa

Kastunut yli 2 viikkoa

### Kuivumisolosuhteet

Kosteus

35 %

50 %

60 %

70 %

80 %

Lämpötilä

10 C

15 C

20 C

25 C

30 C

Kuivumisaika viikkoina: 11,3

## Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: Kiinteistö Oy

### Ontelolaatta + pintabetonivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja pintabetonin paksuudelle. Valitse lisäksi ontelolaatan kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötilä. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	85 %	*80-100*	15,0
Vesi-sideainesuhde:	0,60	*0,5-0,7*	Kerroin 0,60
Pintabetonin paksuus	60 mm	*30-80*	Kerroin 1,12

Ontelolaatan kosteus

< 90 %

90 - 95 %

> 95 %

Kastumisaika

Kuivassa

Kosteassa yli 2 viikkoa

Kastunut yli 2 viikkoa

### Kuivumisolosuhteet

Kosteus

35 %

50 %

60 %

70 %

80 %

Lämpötilä

10 C

15 C

20 C

25 C

30 C

Kuivumisaika viikkoina: 14,8



# Opinnäytteitä

## Ari-Pekka Lassila, Taru Pippuri, Olli Teriö

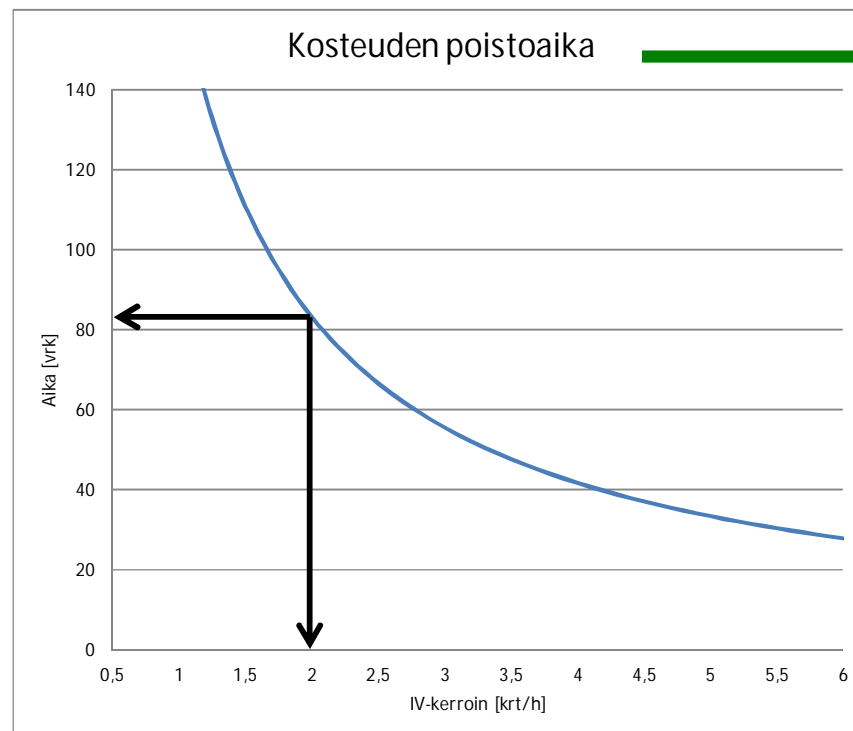
Kosteusrasituksia, täyselementtitalo		
Betoni	8-9	I/Rm <sup>3</sup>
Lattiatasoite	1-1,5	I/Rm <sup>3</sup>
Seinätasoite	0,5	I/Rm <sup>3</sup>
Sade	1-5	I/Rm <sup>3</sup>
Yhteensä	10-16	I/Rm <sup>3</sup>
Muuratut seinät	5-7	I/seinä-m2

Tampere			
Kuukausi	Keski-lämpötila [°C]	Sademäärä keskiarvo [mm]	Rh [%]
I	-6,7	40	89
II	-7,0	28	87
III	-2,8	32	82
IV	3,0	34	71
V	9,5	39	62
VI	14,4	62	65
VII	16,5	74	69
VIII	14,6	75	76
IX	9,4	56	82
X	4,7	65	87
XI	-1,0	52	90
XII	-4,6	47	91
I-XII	4,2	604	79

### Syötettävät lähtötiedot (keltaiset kentät)

Rakennuksen tilavuus	20000	m <sup>3</sup>
Poistettava vesimäärä	240000	litraa
Ulkoilman lämpötila	5	°C
Ulkoilman suhteellinen kosteus	95	Rh %
Sisäilman lämpötila	20	°C
Sisäilman suhteellinen kosteus	55	Rh %

Ilman ominaislämpökapasiteetti	1,012	kJ/kgK
Ilman tiheys	1,225	kg/m <sup>3</sup>
Veden ominaishöyrystyslämpö	2,54	MJ/kg



## Yksittäisellä IV-kertoimen arvolla laskettu kosteudenpoisto-aika

Ilmanvaihtokerroin (1-3)	2	krt/h
Energian hinta	11	snt/kWh
Ilman vaihto	40000	m <sup>3</sup> /h
	11,1	m <sup>3</sup> /s
	13,611	kg/s

	Max absoluuttinen kosteus		absoluuttinen kosteus	
	Lämpötila (°C)	vesimäärä (g/m <sup>3</sup> )	Rh %	vesimäärä (g/m <sup>3</sup> )
Tuleva ilma	5	6,84	95	6,50
Lähtevä ilma	20	17,28	55	9,51
erotus (°C)	15		erotus (g/m <sup>3</sup> ):	3,01
Kosteuden poisto-aika (h)		1996,43	=	83 vrk
Lämmitysteho, IV (kW):		253,11		
Lämmitysteho, haihdutus [kW]		84,82		
Lämmitysteho, vaippa		39,31		
Lämmitysteho (kW):		377,23		
Lämmitysenergia (MWh):		753,12	=	82843 euroa

	W/m <sup>2</sup> K	Kuiva	Märkä
Ulkoseinä		0,15	0,57
Yläpohja		0,09	0,33
Ikkunat ja ovet		1	
Ikkunat ja ovet (muovikalvo)		5,8	
Yläpohja, 100 mm eristys		0,34	

Taulukko löytyy netistä: [www.tut.fi/site](http://www.tut.fi/site)



## IV-kerroin 2 käytännössä

Väliaikaiset ovet,

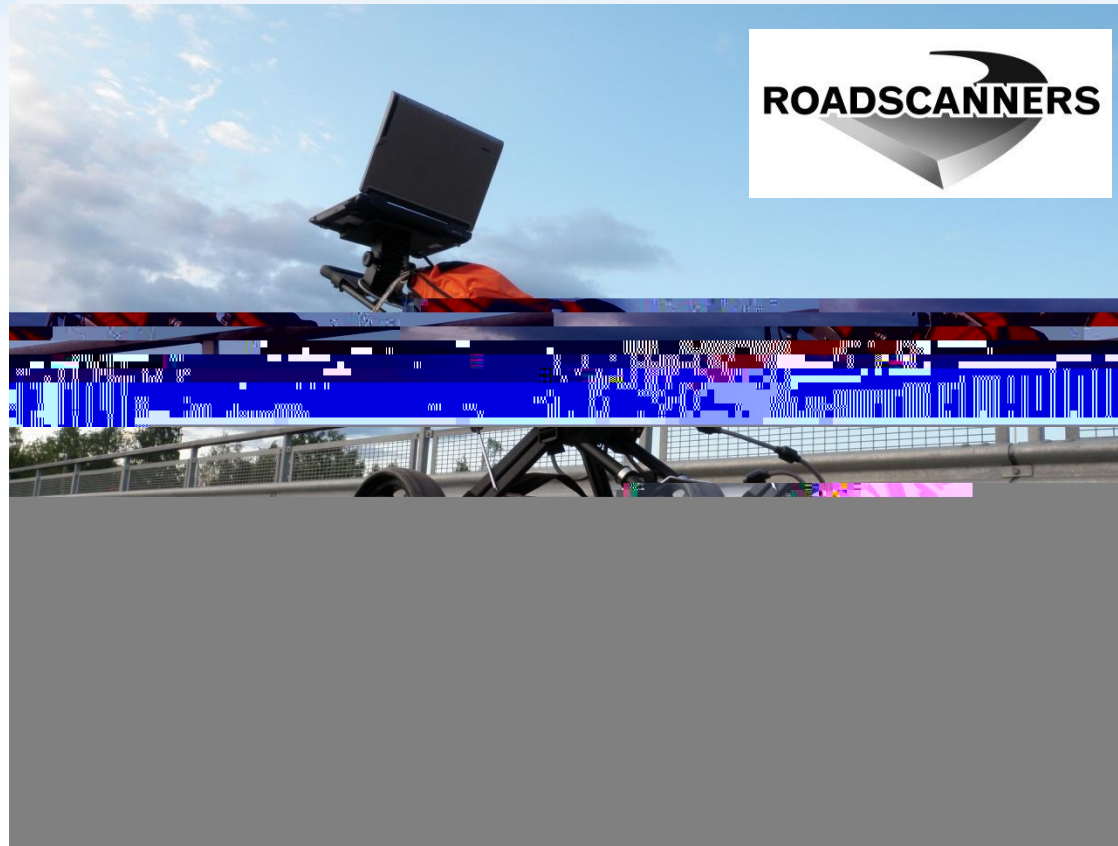
- Karmit osittain tiivistämättä
- Esim tuuman rako oven alapuolella
- 1-2 tuuletusikkunaa raollaan
- 100 € kosteus-lämpömittarilla voidaan säätää olosuhteet kohdalleen



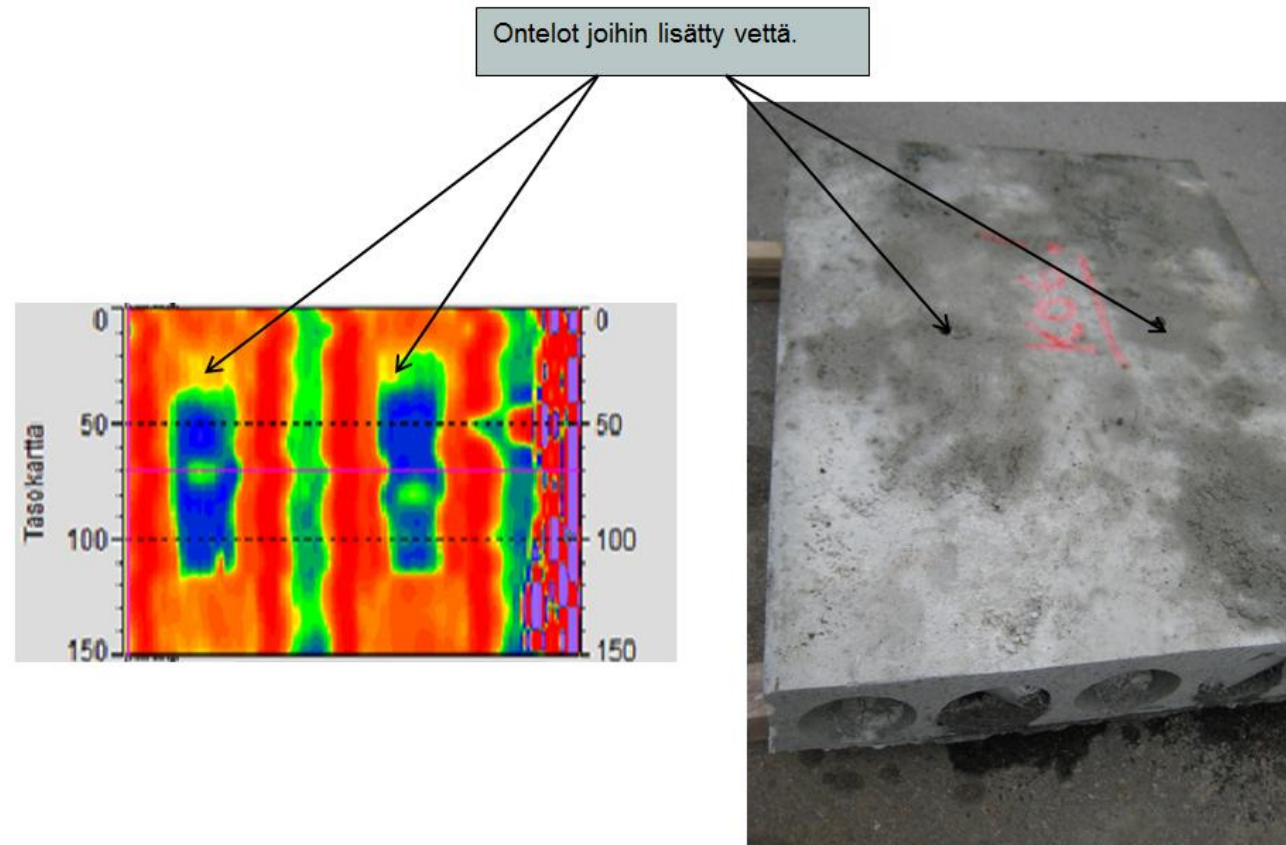
Betonin kosteusmittaukset kuitenkin ratkaisevia



# Opinnäytteitä Jari Hämäläinen, Joonas Salonen Ontelovesien etsintä maatutkalla



# Ontelovesien etsintä maatumkalla





# Talonrakentamisen ympäristömittari

Tarkastellaan rakennustyömaalla

- Tiedonhallintaa
- Materiaalitehokkuutta
- Energiatehokkuutta
- Jätteiden käsittelyä
- Päästöjen ehkäisyä

Taulukossa 16 mittauksen havaintojen keskiarvot

Työmaan energian käyttö	Aukkojen sulkeminen (ikkuna- ja oviaukot, porrash.)	6,8		0,2		
	Kuivatus ja tuuletus Rh < 60%	3,1		0,3		
	Lämmityslaitteet ja lämpötila < 21 °C	3,5	214	0,3	13	227

Energia-osaindeksi 94%



# T&K hankkeita

## **Rakennustoimisto Pohjola**

### **- Rakennustyömaan energiansäästömahdollisuudet**

- Rakennustyömaan energia-auditointi
- Rakennustyömaiden sääsuojauksen, lämmityksen ja kuivatuksen opas

## **Peab Oy - Kustannus- ja ekotehokas rakentamisen prosessi**

- TRY-mittarin kehitystyö jatkuu
- Energiatehokkuuden mittarointia kehitetään

## **Ratu-kortit**

- Rakennustyömaan suojauskortti tulossa

## **Kosteus- ja hometalkoot**

- Suojaus-kalvot tulossa



# Tulossa

## Opetuksen kehittäminen työntekijätasolla

- Sykli; Rakentamisen kestävä kehitys
- Motiva & Rateko; Rakennustyömaan energiaosaaminen

## Koulutusta

- Rateko; Laatu ja tuottavuutta rakennustyömaan toteutukseen 22.1.2013

- **Opinnäytteitä**

Kandipiirissä 16 tekijää:

- Elementtirakentamisen laatu ja tuottavuus
- Rakentamisen toimintakulttuuri, rakennuttajan rooli, sitä saa mitä tilaa
- Talotekniikka, toimivuuden varmistaminen, BIM



# Kiitos

## Lisätietoja:

[www.tut.fi/site](http://www.tut.fi/site)



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO