

Betonivartti 13.1.2025
Vähähiiliset ja toimivat
betonilattiat –
rakennusaikaisen kuivattamisen optimointi

TkT Tarja Merikallio
Vison Oy



Vähähiiliset ja toimivat betonilattiat - rakennusaikaisen kuivattamisen optimointi

- BY/BY-koulutus Oy:n koordinoima **tutkimus- ja kehityshanke**
- Aikataulu: toukokuu 2023 - joulukuu 2024
- Työryhmä:
 - Mirva Vuori BY-Koulutus Oy/ Betoniyhdistys ry
 - Tarja Merikallio, Vison Oy
 - Sami Niemi, Aaro Happonen ja Pauli Sekki, AFRY Finland Oy
- Ohjausryhmä
 - Jani Kemppainen, Talonrakennusteollisuus, pj.
 - Jussi Mattila ja Ari Mantila, Betoniteollisuus ry
 - Tomi Tehomaa, Lattian- ja seinänpäällysteliitto
- Rahoittajat
 - Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma
 - Rakennustuotteiden Laatu Säätiö
 - Rakennusmestarien Säätiö
 - RIL Säätiö
 - Talonrakennusteollisuus ry
 - Betoniteollisuus ry
 - Lattian – ja seinänpäällysteliitto
 - Betoniyhdistys ry



Euroopan unionin rahoittama –
NextGenerationEU

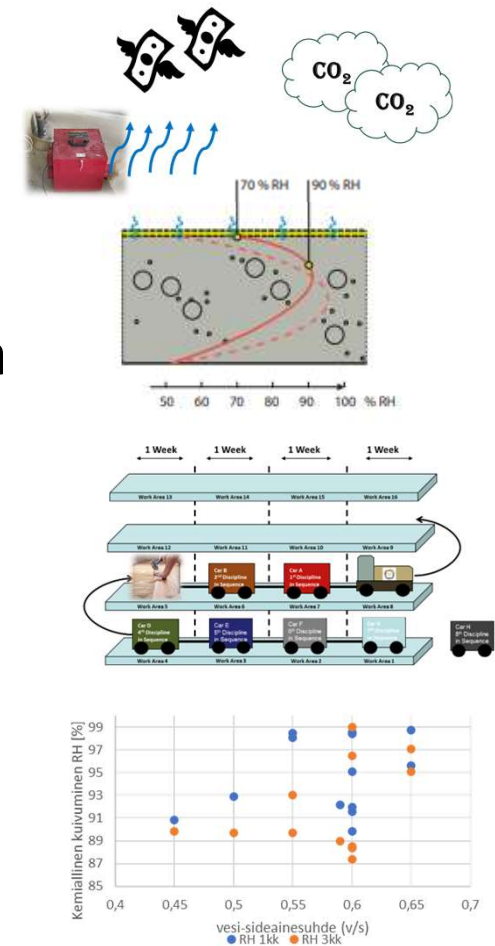


Hankkeen tavoite

- Hankkeen tavoitteena oli **luoda uusi menetelmä** päällystettävien/pinnoitettavien betonilattioiden työmaa-aikaisen kuivattamisen optimointiin
- Menetelmä **ohjaa** kuivattamaan lattiarakenteita riittävästi kosteusvaurioiden välttämiseksi, mutta ei kuitenkaan liikaa
- Optimaalisella kuivattamisella pyritään **vähentämään työmaan hiilidioksidipäästöjä** (optimoimalla betonin koostumusta sekä työmaan olosuhteita), **hallitsemaan** aikaisempaa paremmin työmaan **aikataulua** sekä parantamaan lopputuotteen **laatua** ja toiminnan **tuottavuutta**.

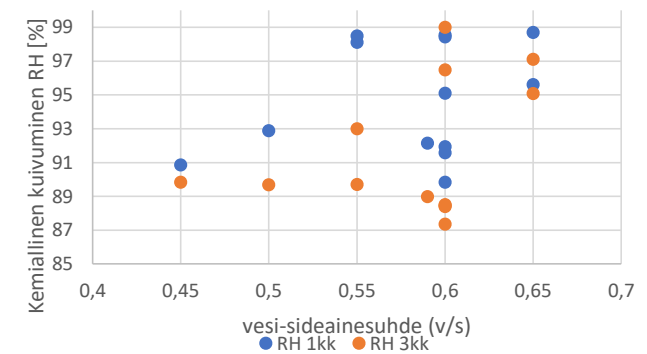
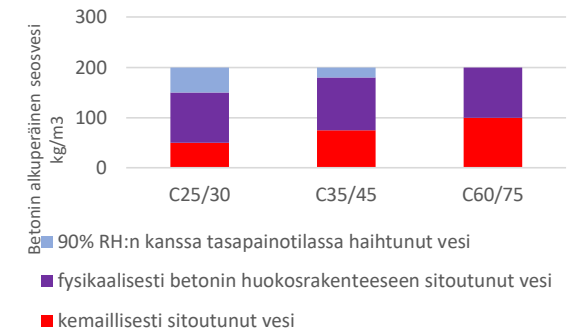
Miksi hanke nähtiin tarpeelliseksi

- Nykyiset käytännöt johtavat monenlaiseen epävarmuuteen sekä hukkaan, kuten turhan pitkäaikaisiin tai järeisiin kuivatustoimenpiteisiin, joilla on vaikutusta sekä työmaan aikatauluun, kustannuksiin ja CO₂-päästöihin
- Kuivattaminen ei ole hallittua. Kuivumisajoissa on suurta **vaihtelua**, mikä aiheuttaa haasteita mm. tahtituotannossa (tulisi kuivua tahdin määrittämässä ajassa, tavoitteena lyhyet läpimenoajat).
- **Vähähiiliset betonit**; sideaineet muuttuneet ja sitä myöten kosteuskäyttäytyminen

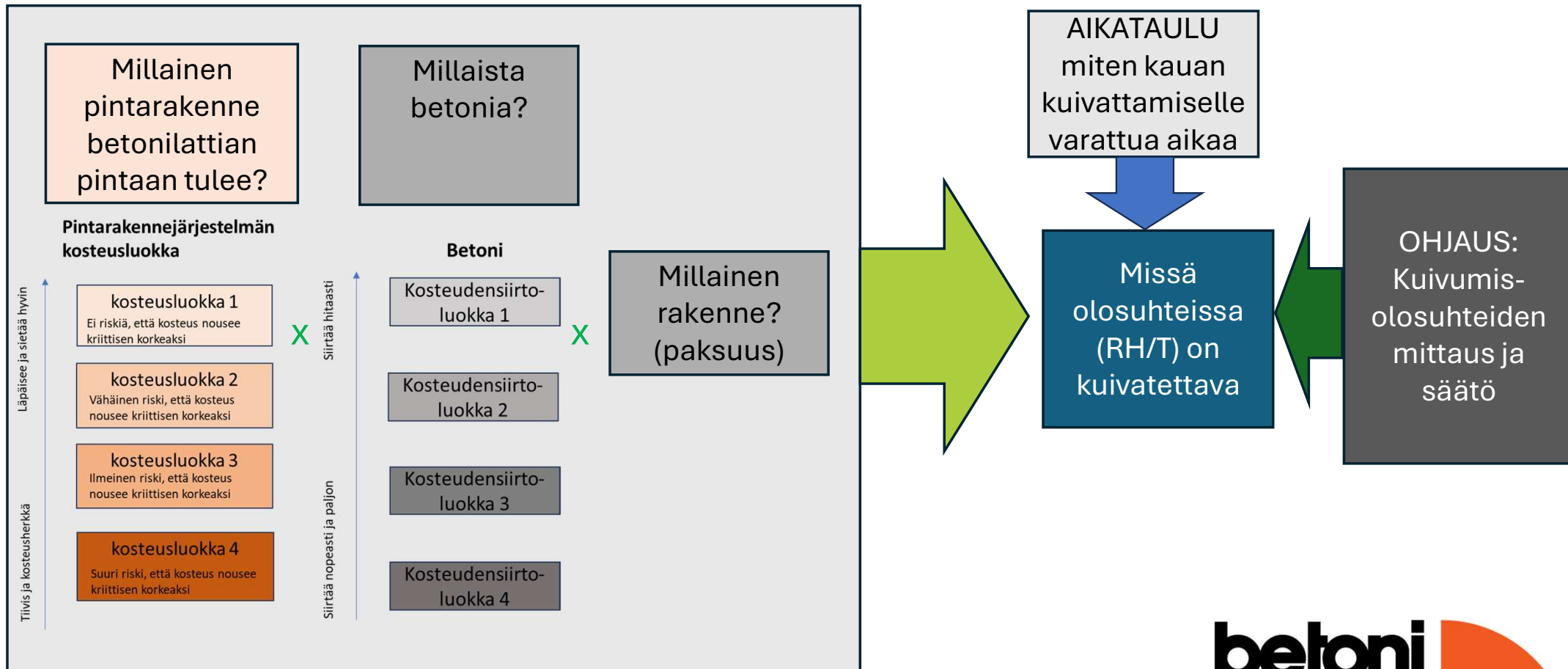


Uudet sideaineet muuttaneet kuivumisteoriaa

- Vähähiilisyystavoitteiden myötä osa perinteisestä sementistä on korvattu muilla **side- ja seosaineilla**.
- Eri sideaineiden **vaikutus mm. kemialliseen kuivumiseen vaihtelee merkittävästi**, minkä vuoksi betonin kuivumisominaisuuksia ei voi enää arvioida esimerkiksi vesi-sementtisuhteen eikä myöskään vesi-sideainesuhteen perusteella (betonin kuivumisaika-arvioissa yhtenä muuttujana).

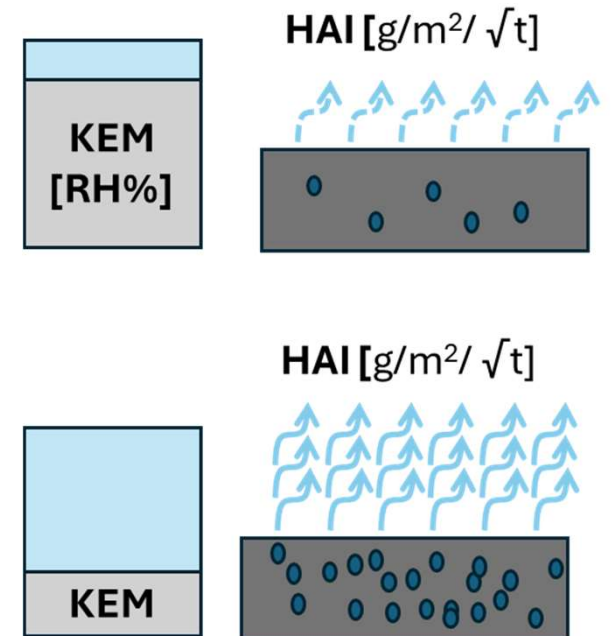


Optimaalinen kuivattamisen periaatekuvaus



Uuden menetelmän myötä betonit kosteudensiirtoluokkiin

- Betonit luokitellaan kosteudensiirtoluokkiin perustuen niiden **kemialliseen kuivumiseen** [RH%] ja **haihtumisnopeuteen** [g/m²/√t])

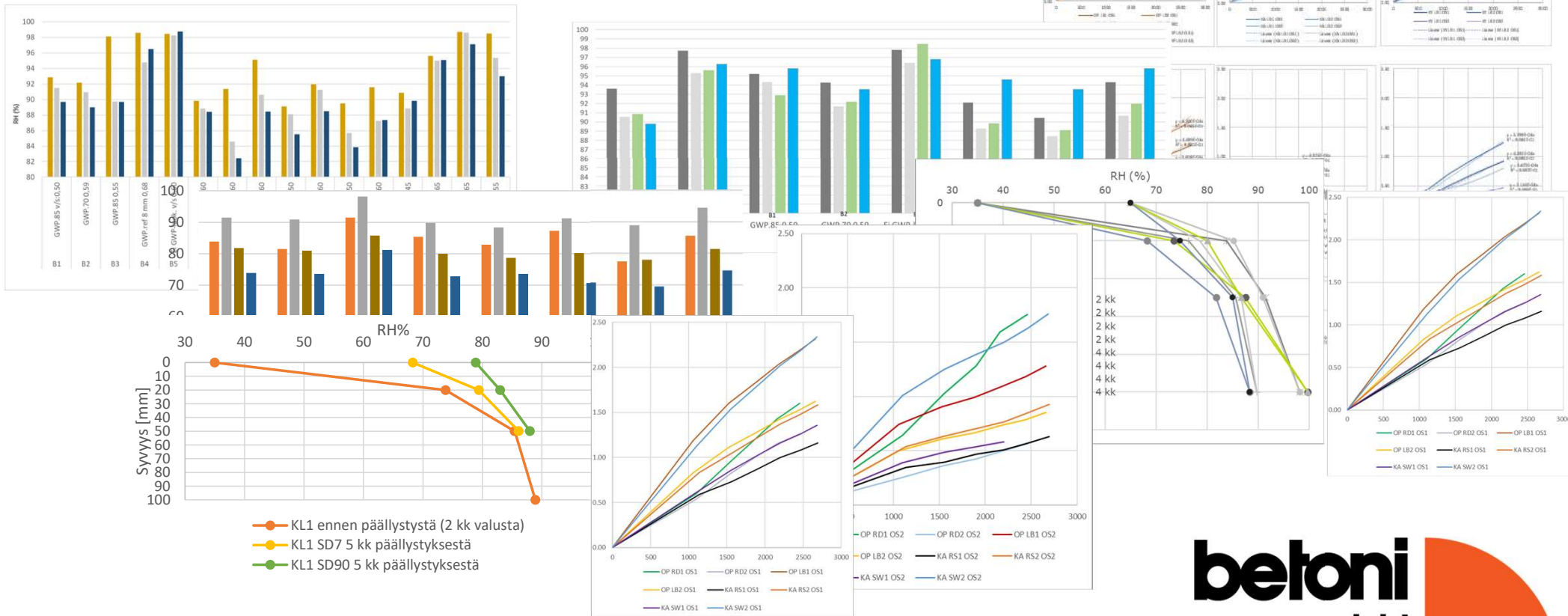


Luokat pohjautuvat laajoihin laboriotesteihin

- Tavanomaisille ja vähähiilisille betoneille



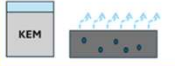
Tulosten analysointi



Analyysien pohjalta betonit luokiteltiin neljään kosteudensiirtoluokkaan (KL) seuraavasti

1. luokka (KL1): Kuivuu kemiallisesti ($< 90 \pm 2 \%RH$). Olosuhdevaikutus kosteuskäyttämiseen vähäinen. Kosteuden siirtyminen ja haihtuminen vähäistä ($< 0,0005 \text{ g/m}^2/\text{vt}$).
2. luokka (KL2): Kuivuu kemiallisesti ($< 90 \pm 2 \%RH$), mutta kemiallinen reaktio voi olla KL1:tä hitaampaa ja vaatii lämpöä. Muuten olosuhdevaikutus kosteuskäyttämiseen vähäinen. Kosteuden siirtyminen ja haihtuminen vähäistä ($< 0,0006 \text{ g/m}^2/\text{vt}$).
3. luokka (KL3): Kuivuu jonkin verran kemiallisesti ($< 94 \pm 2 \%RH$). Siirtää luokkia 1 ja 2 enemmän kosteutta ($< 0,0009 \text{ g/m}^2/\text{vt}$). Olosuhteet (T/RH ja kastuminen) vaikuttavat kosteuskäyttämisen merkittävästi.
4. luokka (KL4): Kuivuminen perustuu haihtumiskuivumiselle (haihtumisvakio $> 0,0009 \text{ g/m}^2/\text{vt}$). Kosteuden siirtyminen merkittävää. Olosuhdevaikutus kosteuskäyttämiseen erittäin suuri.

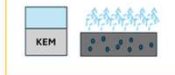
KL1:
 KEM 1kk[20°C]: $< 90 \pm 2 \%RH$
 KEM 1kk[5°C]: $< 90 \pm 2 \%RH$
 KEM 3kk[20°C]: $< 88 \pm 2 \%RH$
 HAI 3kk: $< 0,0005 \text{ g/m}^2/\text{vt}$
 Olosuhdevaikutus vähäinen



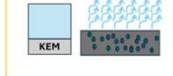
KL2:
 KEM 1kk[20°C]: $< 90 \pm 2 \%RH$
 KEM 1kk[5°C]: $< 95 \pm 2 \%RH$
 KEM 3kk[20°C]: $< 88 \pm 2 \%RH$
 HAI 3kk: $< 0,0006 \text{ g/m}^2/\text{vt}$
 Vaatii lämpöä. Muuten olosuhdevaikutus vähäinen



KL3:
 KEM 1kk[20°C]: $< 94 \pm 2 \%RH$
 KEM 1kk[5°C]: $< 95 \pm 2 \%RH$
 KEM 3kk[20°C]: $< 93 \pm 2 \%RH$
 HAI 3kk: $< 0,0009 \text{ g/m}^2/\text{vt}$
 Olosuhdevaikutus merkittävä



KL4:
 KEM 1kk[20°C]: $\approx 97 \pm 2 \%RH$
 KEM 1kk[5°C]: $\approx 97 \pm 2 \%RH$
 KEM 3kk[20°C]: $\approx 97 \pm 2 \%RH$
 HAI 3kk: $\geq 0,0009 \text{ g/m}^2/\text{vt}$
 Perustuu haihtumiskuivumiselle. Olosuhdevaikutus erittäin suuri



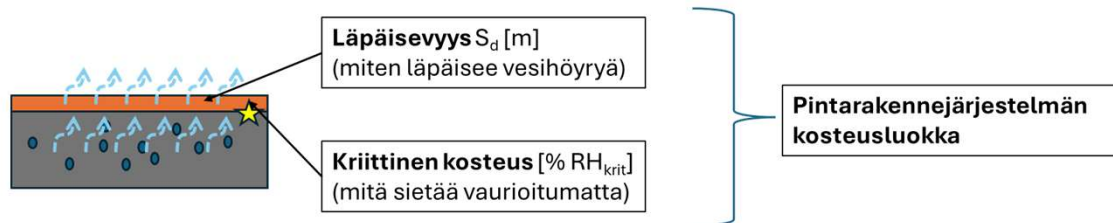
Pintarakennejärjestelmän kosteusluokat

Alustava esitys

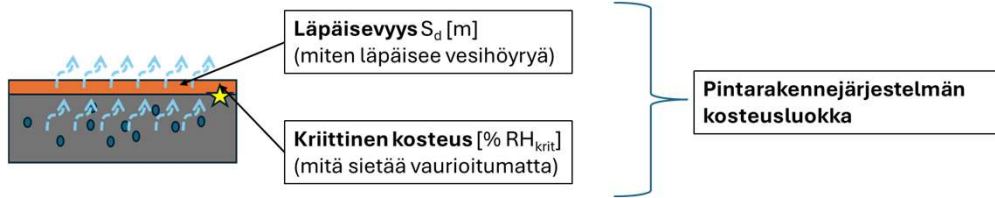
Pintarakennejärjestelmän kosteusluokka (PKL)	Kriteerit	
	Vesihöyrynvastus S_d [m] *	Kriittinen kosteus [%RH] **
PKL0: $S_d < 1$ ja/tai kosteutta kestävät. Sietää kapillaarikosteutta	Ei vaikutusta	97
PKL1: Vesihöyryä hyvin tai melko hyvin läpäisevä, ei erityisen herkkä kosteudelle	$S_d < 5$	85
	$S_d < 8$	90
PKL2: Vesihöyryä melko hyvin läpäisevä, mutta herkkä kosteudelle (esim. jotkut puulajit, puun kosteusliikkeet)	$S_d < 8$	75
PKL3: Tiivis, vesihöyryä hitaasti läpäisevä. Pintamateriaalit kestävät melko korkeaa kosteutta.	$S_d \gg 10$	85
PKL4: Tiivis, vesihöyryä hitaasti läpäisevä. Pintamateriaalit tavanomaista herkempiä kosteudelle.	$S_d \gg 10$	$\ll 85$

*Vesihöyrynvastus (S_d). Mitä pienempi S_d -arvo on, sitä paremmin materiaali läpäisee vesihöyryä.

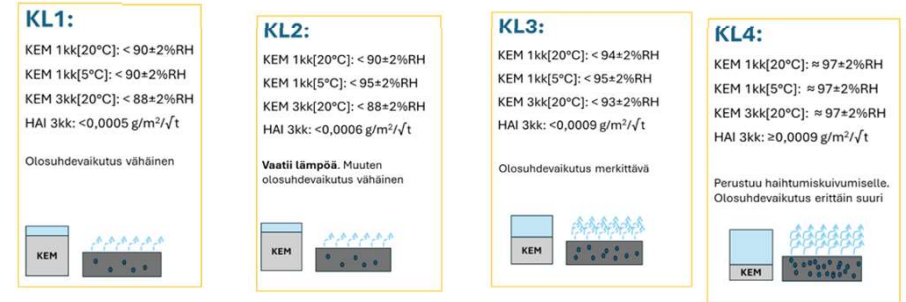
** Välittömästi päällysteen tai pinnoitteen alla



Pintarakennejärjestelmän kosteusluokat



Betonin kosteudensiirtoluokka



vaikuttavat siihen, mihin kosteustilaan rakenne tulee kuivattaa

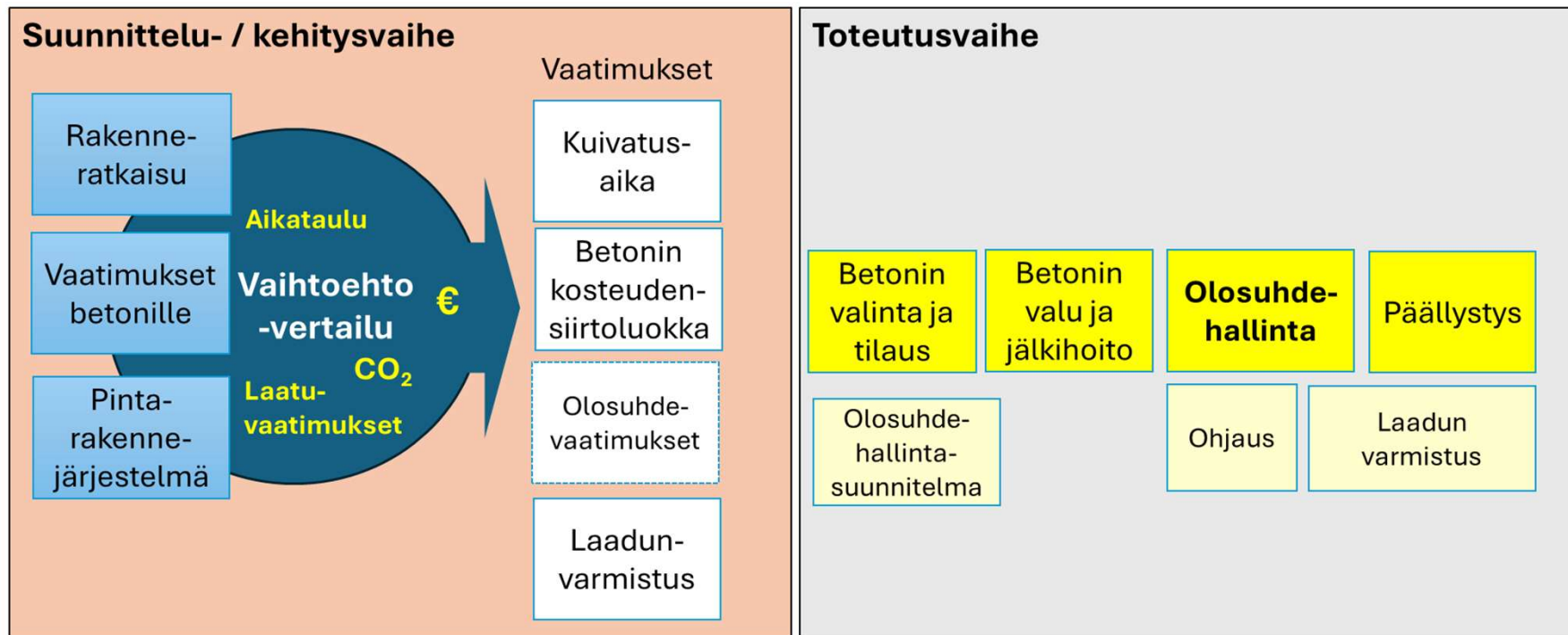
- Laadunvarmistustoimenpiteisiin (kosteusraja-arvoihin ja mittauksiin)

Olosuhteet + Kuivatusaika

Tavoiteaikataulu + budjetti

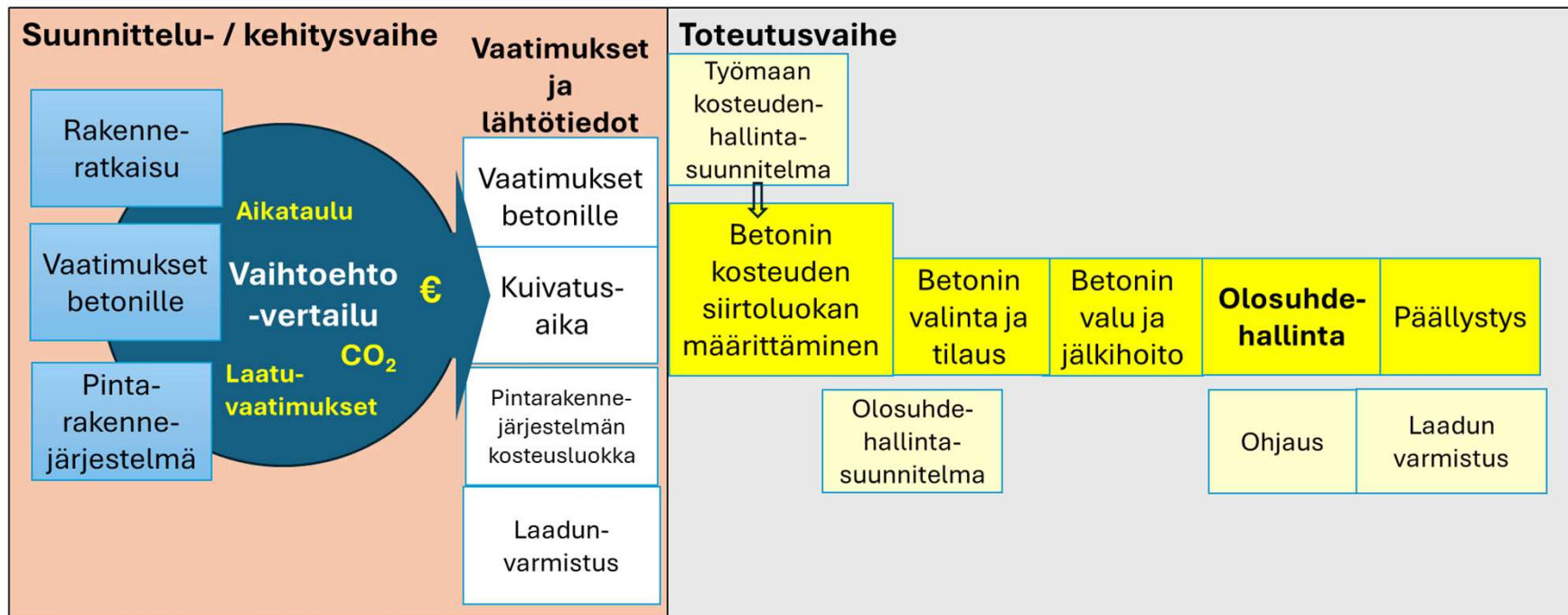
Betonilattian kosteudenhallintaprosessi 1:

Suunnittelija määrittää betonin kosteudensiirtoluokan

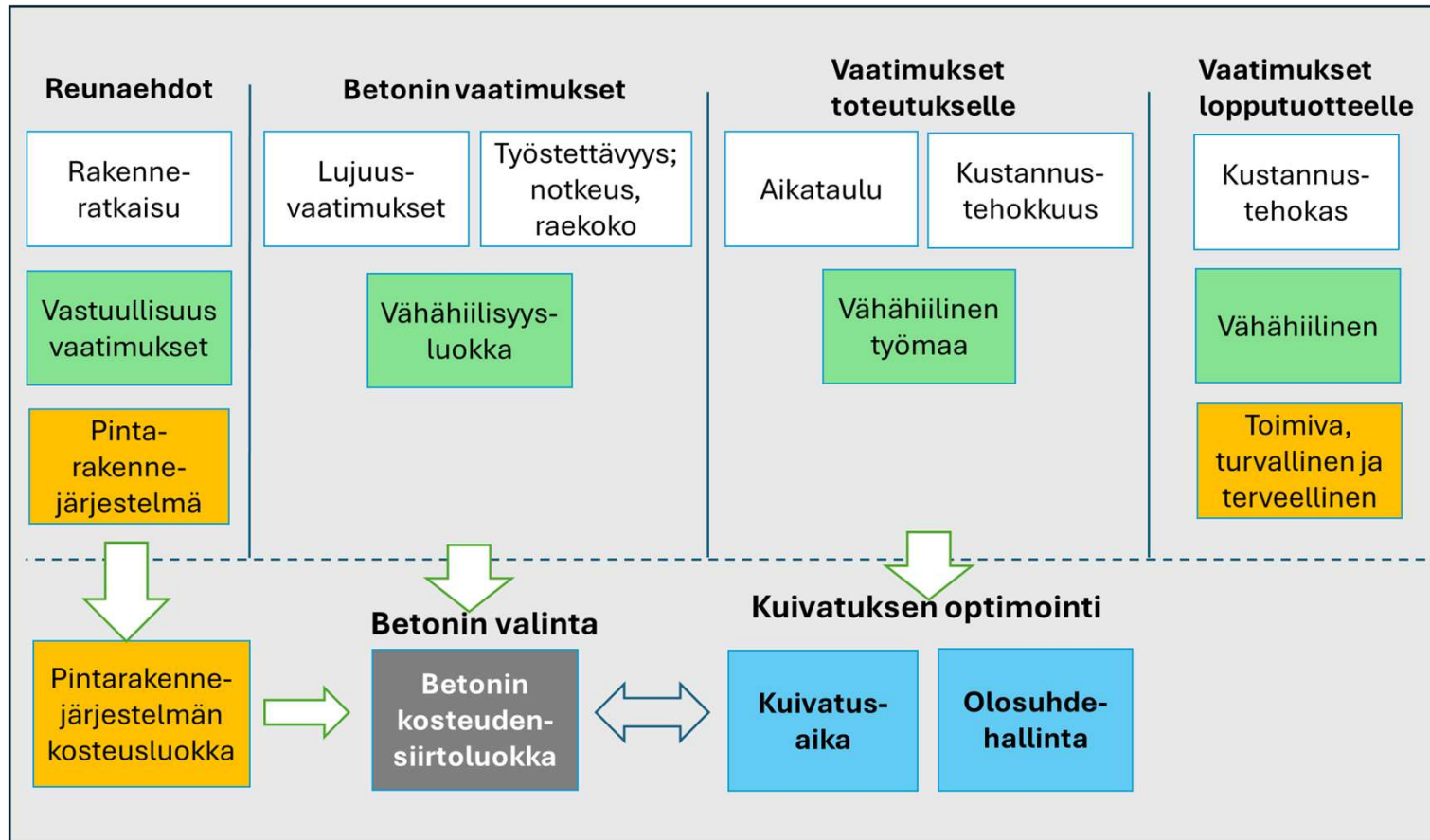


Betonilattian kosteudenhallintaprosessi 2:

Työmaa määrittää betonin kosteudensiirtoluokan



Betonin valinta -> vähähiilinen ja toimiva betonilattia



Systemaattinen siirtymävaihe

Hanke on johtanut siihen, että betonilattioiden kosteudenhallintaprosessi tulee muuttumaan merkittävästi. Muutos on systeeminen ja se tulee vaikuttamaan toimintakenttään laajalti. Muutos ei kuitenkaan tapahdu itsestään, vaan se tulee suunnitella ja sitä tulee johtaa.

Uuteen systeemiin ei voida siirtyä suoraan, vaan tarvitaan **systemaattinen siirtymävaihe** (n. 2-3v)

- **Pilotointivaihe**, missä menetelmää testataan todellisissa kohteissa ja siihen tehdään tarvittavat korjaukset. Hyötyjen arviointi.
- **Selvitys** menetelmän **vaikutuksesta muihin kansallisiin ohjeisiin** (esim. RT-kortit, SisäRYL, kosteudenhallintaohjeet jne.) ja näiden päivitystarpeen arviointi
- Menetelmän kansallinen **hyväksyttävyyys**
 - Hyötyjen osoittaminen ja ”vastustajien käännettäminen”
- Uusien **ohjeiden laadinta** ja olemassa olevien päivittäminen tarvittavalta osin
- Menetelmän **jalkautus**
 - Koulutusaineiston laadinta, koulutukset, viestintä

Kiitos!

Tarja Merikallio

Partner

Vison Oy

+358 50 434 8335

tarja.merikallio@vison.fi | www.vison.fi

[Facebook](#) | [LinkedIn](#) | [Instagram](#)

