

# Ennakkokokeet, tehdas- ja kohdekohtaiset

Jouni Punkki  
Betoniviidakko Oy



Väylävirasto

**betoni by**

# Ennakkokokeet

- Ennakkokokeet ovat Infrabetoneissa tärkeässä roolissa
  - Varmistetaan betonin toimivuus
    - Työstettävyyssominaisuudet ja ilmamäärä (ilmamäärän pysyvyys)
    - Puristuslujuus
  - Varmistetaan betonin pakkassuolakestävyys
    - Pakkaskokeita ei tehdä normaalisti tuotannon aikana
- Termi ”Ennakkokokeet” on ymmärretty joskus virheellisesti
  - Ymmärretty osin kuten Betoninormien ”Alkutestaus”
- Ennakkokokeiden vaatimukset ovat olleet osin epäselvät
  - Valmistajat tehneet ennakkokokeet hyvin eri tavoin
  - Ennakkokokeet jatkossa tarkastuksen piirissä

# Ennakkokokeet

- Uudistuksen tavoitteena on ollut:
  - Selkeämmät ja yksinkertaisemmat vaatimukset
  - P-lukubetonien määrän vähentäminen -> Ennakkokokeiden määrän vähentäminen
  - Ennakkokokeiden teko ennakkoon
- Lähtökohtana:
  - Kaikki 6 suositeltua infrabetonilaatua testattaisiin ennakkoon
    - Voidaan myös testata vain osa taulukon betoneista

<b>Infrabetonilaatu</b>
C30/37 P0
C30/37 P30
C35/45 P0
C35/45 P30
C35/45 P50
C45/55 P50

# Ennakkokokeet

- **2-tasoiset ennakkokokeet**
  1. Tehdaskohtaiset ennakkokokeet
  2. Kohdekohtaiset ennakkokokeet

## Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

- Vastaavat aikaisempia ennakkokokeita
- Kokeita täsmennetty ja ”standardoitu”
- Testausmääriä vähennetty
- Voimassa 2 vuotta

## Kohdekohtaiset ennakkokokeet

- Vain vaativissa rakenteissa
  - Vaikeasti valettavat rakenteet
  - Erottumisherkilliset betonit
  - Korkeat lujuudet tai korkeat P-luvut
- Tavoitteena tiivistää urakoitsijan ja betonin valmistajan välistä yhteistyötä
- Päätöksen kokeiden tekemisestä tekee Väylävirasto

# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

- Kokeissa testataan:

- A. Sekoitusajan riittävyys
- B. Betonin työstettävyysominaisuudet ja ilmamäärä
  - Myös notkeuden korjaaminen
- C. Betonin puristuslujuus
- D. Betonin pakkassuolakestävyys
  - Vain osalle betoneista

## A. Sekoitusajan riittävyys

- Mikäli sekoitusaika on liian lyhyt, riski ilmamäärän kohoamiseen kasvaa
  - Erityisesti hienoilla, notkeilla massoilla
  - Sekoitusaika vähintään 90 s
- Testataan ilmamäärä
  - a) Tehtaan normaalilla sekoitusajalla
  - b) 6 min sekoitusajalla
  - Edellisten erotus saa olla max. 2,0%-yks.

# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

## B. Betonin työstettävyysominaisuudet ja ilmamäärä

- Testataan laajasti eri ajankohtina
  - a) Heti sekoituksen jälkeen
  - b) 60 min kuluttua
  - c) Notkistimen lisäyksen jälkeen
- Sekä painuma- että leviämä
- Ilmamäärä: -1,0% - +1,0/2,5%
- P-lukuvaatimukset tulee täytyä ilmamäärämittausten yhteydessä



Tuoreen betonin tiheys saa poiketa 50 kg/m<sup>3</sup> betonin laskennallisesta tiheydestä.  
Huom. Ohjeen tarkennuskirjeessä tähän lievennys

# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

## C. Betonin puristuslujuus

- Testataan 7, 28 ja 91 vrk lujuus
  - Elementtipuolella 91 vrk ei vaadita
- Testataan lieriöillä ja arvioidaan lieriölujuutena
  - Voi käyttää myös kuutioita, muunnetaan lieriölujuuksiksi
- Laadunvarmistusikä normaalisti 28 vrk
  - Voi olla myös esim. 91 vrk

### VAATIMUKSET:

Keskiarvo:  $\geq f_{ck} + 5 \text{ MPa}$

Min.arvo:  $\geq f_{ck} + 0 \text{ MPa}$

# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

## C. Betonin pakkassuolakestävyys

- Testataan normaalisti vain betoneille C30/37 P30 ja C35/45 P50.
- Testataan CEN/TS 12390-9 mukaisesti pakkassuolakokeella (Laattakoe)
  - Ohuthie ei enää käytössä

### VAATIMUKSET:

Riippuvat:

- P-luvusta
- Kalkkikivipitoisuudesta
- Sideainetekijästä ( $k_{sid}$ )

P-luku	56 kierroksen CEN/TS 12390-9 -kokeessa sallittu rapautuma [g/m <sup>2</sup> ]				
	CEM I	Sementin kalkkikivipitoisuus %			
		5	10	15	20
P20	900	900	810	700	590
P30	500	500	440	390	330
P50	250	250	210	180	150
P70	150	150	130	110	90



# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

## Testattavat betonilaadut

Vaihtoehto A

Testataan kaikki taulukon 1 betonit

Infrabetonilaatu
C30/37 P0
C30/37 P30
C35/45 P0
C35/45 P30
C35/45 P50
C45/55 P50

### Ensisijainen sideaine

- Sementti: esim. Oiva
- Notkeusluokat:  $\leq S4$
- Max. Raekoko:  $\geq 12$  mm
- Suolapakkaskoe: 2 betonia

### Toissijainen sideaine

- Sementti: esim. SR+silika
- Notkeusluokat:  $\leq S4$
- Max. Raekoko:  $\geq 12$  mm
- Suolapakkaskoe: 1 betoni
- Ennakkokokeet voimassa kaikilla taulukon 1 betoneilla

### Ensisijainen sideaine (Esim. Oiva-sementti)

Betonilaatu	Ennakkokoe (Taulukko 2)		Ennakkokoe voimassa
	Sarake	Pakkaskoe	
C30/37 P0	2		
C30/37 P30	1		
C35/45 P0	2		
C35/45 P30	1		
C35/45 P50	1		
C45/55 P50	1		

### Toissijainen sideaine I (Esim SR-sementti + Silika)

Betonilaatu	Ennakkokoe (Taulukko 2)		Ennakkokoe voimassa
	Sarake	Pakkaskoe	
C30/37 P0			
C30/37 P30	1		
C35/45 P0			
C35/45 P30			
C35/45 P50	1		
C45/55 P50			

# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

## Testattavat betonilaadut

### Vaihtoehto A

Testataan kaikki taulukon 1 betonit

- IT-betoni ja hienot massat (< 12 mm) tarvitsevat ovat ennakkokokeet
  - Harvoin tarvitaan kaikkia taulukon 1 betoneita

### IT-Betoni

- Vaatii omat kokeet jokaiselle betonilaadulle
- Lievennykset toissijaiselle sideaineelle eivät ole voimassa
- Jos pakkaskestävä betoni, tehdään pakkassuolakokeet
- Vain testattuja betoneita saa valmistaa
- Vastaavasti alle 12 mm massat

### Ensisijainen sideaine (Esim. Oiva-sementti)

Betonilaatu	Ennakkokoe (Taulukko 2)		Ennakkokoe voimassa
	Sarake	Pakkaskoe	
C30/37 P0			
C30/37 P30			
C35/45 P0	2		
C35/45 P30			
C35/45 P50			
C45/55 P50	1		

### Toissijainen sideaine (Esim. SR-sementti)

Betonilaatu	Ennakkokoe (Taulukko 2)		Ennakkokoe voimassa
	Sarake	Pakkaskoe	
C30/37 P0			
C30/37 P30			
C35/45 P0	2		
C35/45 P30			
C35/45 P50			
C45/55 P50	1		

# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

## Testattavat betonilaadut

### Vaihtoehto B

Testataan vain osa betoneista

Infrabetonilaatu
<del>C30/37 P0</del>
<del>C30/37 P30</del>
C35/45 P0
<del>C35/45 P30</del>
C35/45 P50
<del>C45/55 P50</del>



- Omat kokeet jokaiselle betonilaadulle
- Lievennykset toissijaiselle sideaineella eivät ole voimassa
- Jos pakkaskestävä betoni, tehdään pakkassuolakokeet
- Vain testattuja betoneita saa valmistaa

#### Ensisijainen sideaine (Esim. Oiva-sementti)

Betonilaatu	Ennakkokoe (Taulukko 2)		Ennakkokoe voimassa
	Sarake	Pakkaskoe	
C30/37 P0			
C30/37 P30			
C35/45 P0	2		
C35/45 P30			
C35/45 P50	1		
C45/55 P50			

#### Toissijainen sideaine (Esim. Rapid-sementti)

Betonilaatu	Ennakkokoe (Taulukko 2)		Ennakkokoe voimassa
	Sarake	Pakkaskoe	
C30/37 P0			
C30/37 P30			
C35/45 P0	2		
C35/45 P30			
C35/45 P50	1		
C45/55 P50			

# Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

- Voimassaolo:
  - 2 vuotta ellei merkittäviä muutoksia
- Vähintään yksi betoni (P30 tai P50) testattava vuosittain
- Kokeet tehtävä riippumatta siitä:
  - Onko betoni ollut koko ajan tuotannossa
  - Onko betonille tehty muita säilyvyyskokeita
- Voidaan tehdä osin ennakkoon laboratoriossa
- Tehdaskohtaisia ennakkokokeita varten Excel-lomake
  - Toimii myös tarkistuslistana
  - Sisältää myös betonin tiheyden laskennan
  - Lomakkeesta opetusvideo
- Valmistaja pitää listaa betoneista, joiden ennakkokoe on voimassa
  - Excel-lomake
- Valvotaan tuotesertifiointikäytien yhteydessä

# Kohdekohtaiset ennakkokokeet



Väylävirasto

**betoni by**

# Kohdekohtaiset ennakkokokeet

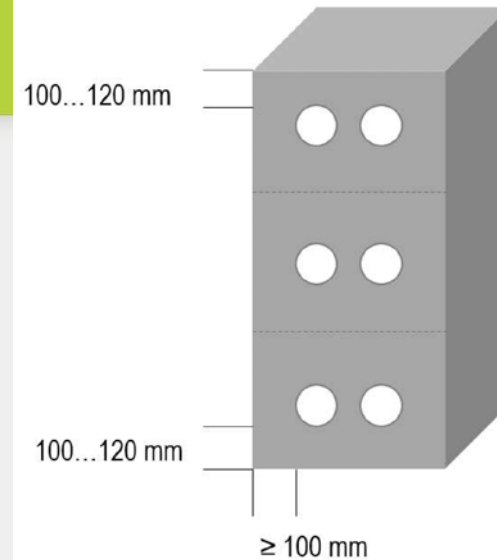
- Voidaan vaatia vaativissa rakenteissa
  - Vaikea valettavuus
  - Erottumisherät betonit
    - Esim. kun max.raekoko < 12 mm
  - > C45/55 tai > P50
- Väylävirasto päättää tarvitaanko kohdekohtaiset ennakkokokeet
- Yhteistyössä: Urakoitsija ja betonin valmistaja
- Valetaan testirakenne
  - Jäljitellään todellisen rakenteen valmistusta
    - Betoni
    - Valu
    - Tiivistys
  - Porataan koekappaleet (6 kpl) koerakenteesta
    - Verrataan lab.koekappaleiden tuloksiin
    - Puristuslujuus
    - Tiheys

# Kohdekohtaiset ennakkokokeet

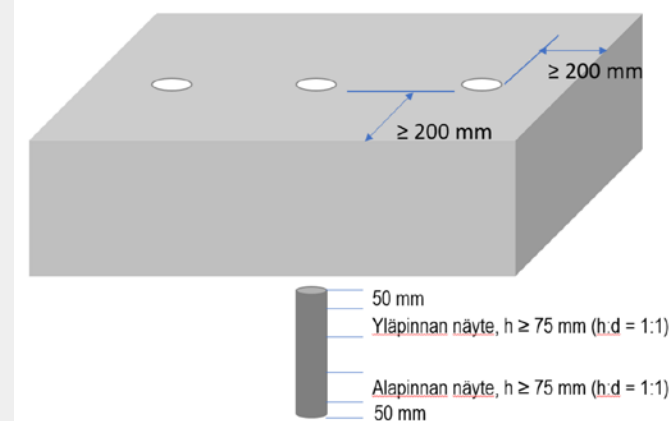
## Testattavat asiat

- Betonin notkeus
  - Ennen ja jälkeen koerakenteen valua
- Puristuslujuus
  - Betoniasemalla
  - Porakappaleilla testirakenteesta
  - Vaatimukset kuten tehdaskohtaisissa kokeissa, paitsi porakappaleilla 0,85\* vaatimus
- Betonin tiheys
  - Tuore betoni vs. suhteituksen mukainen tiheys:  $\pm 50 \text{ kg/m}^3$
  - Porakappaleet vs. lab.koekappaleet:  $\pm 75 \text{ kg/m}^3$
  - Porakappaleet, tiheyden keskihajonta:  $< 50 \text{ kg/m}^3$

Pysty-  
rakenne



Vaaka-  
rakenne



# Kohdekohtaiset ennakkokokeet

- Voimassaolo:
  - Voimassa kyseisessä kohteessa
    - Ei voida hyödyntää toisessa kohteessa
  - Myös kyseisen betonin tehdaskohtaiset ennakkokokeet tulee olla voimassa
- Kokeista vastaavat urakoitsija ja betonin valmistaja yhdessä
  - Urakoitsijan oltava aloitteellinen
- Myös kohdekohtaisia ennakkokokeita varten Excel-lomake
  - Toimii myös tarkistuslistana
  - Opastusvideo
- Kohdekohtaisia ennakkokokeita ei valvota tuotesertifiointikäytien yhteydessä
  - Mutta Väylävirasto valvoo



# Ennakkokokeet

- Ohjeluetelossa:
  - P-luvun laskenta
    - Excel, versio 1.0
    - Opastusvideo
  - Tehdaskohtaiset ennakkokokeet
    - Excel, versio 1.3
    - Opastusvideo
  - Kohdekohtaiset ennakkokokeet
    - Excel, versio 1.0
    - Opastusvideo
  - Yhteenvedo tehdaskohtaisista ennakkokokeista, Excel, versio 1.0
- Kehitysehdotukset ja virheet Excel-laskentapohjissa:
  - [jussi.vuotari@vayla.fi](mailto:jussi.vuotari@vayla.fi)
  - [jouni.punkki@betoniviidakko.fi](mailto:jouni.punkki@betoniviidakko.fi)