

Betonin valmistajan kokemuksia ennakkokokeista

Vesa Anttila



Väylävirasto

betoni by

Yleisiä kokemuksia ennakkokokeista

- Yleisesti ottaen ennakkokokeet ovat sujuneet melko odotetusti ja melko hyvin
 - Käytännössä ohjeet ovat toimineet aika hyvin normaalitilanteissa (normaali kuljetusmatka)
 - Ennakkokokeiden suunnittelu tulevaisuudelle vaatii aikaa ja ajatusta
 - Kokeiden määrän noustessa kustannukset nousevat melko paljon entiseen nähden
- Betonitehtaiden on syytä miettiä tarkasti millaisia P-luku kohteita toimitusalueelle on tulossa 2022
 - Joillekin tehtaille voi riittää vain kaksi betonia C30/37 P30 ja C35/45 P50 yhdellä sementtikoostumuksella
 - Joidenkin tehtaiden on syytä hakea ennakkokokeilla monipuolinen P-luku valikoima kysyntää varten
- Jonkun verran haasteita on ollut
 - laattakokeiden läpimenossa
 - ilmamäärien hallinnassa (yleisesti saada riittävä taso ja ilmamäärien nousu)
- Ennakkokokeen minimi-ilmamäärän kanssa voi olla ongelmia, jos betonin toimitusmatka on hyvin pitkä
 - Syynä betonin ilmamäärän nousu pitkän kuljetusmatkan aikana eli tehtaalla oltava normaalia pienempi ilmamäärä



Ennakkokokeiden teko

- Vaatii puoli päivää toteutukseen
 - Lähinnä ongelmia voi tulla ilmamäärän tasosta/muutoksista ajan suhteen (lisäsekoitus->6 min).
 - Oikea perusekoitusajan löytäminen on tärkeä.
- Tehtävien testausten ja koekappaleiden määrä on suuri, joten vaatii saman laborantin huolellisen seurannan
 - Rutiini tuo testaukseen varmuutta
 - Esim. laattakokeen kappaleet kannattanee arvioida etukäteen (tiheys), jotta voi arvioida laattakokeen läpimenoa
- Kirjaukset tehtävä huolellisesti heti testauksen jälkeen
- Tietojen syöttölomake on melko monimuotoinen – voi aiheuttaa haasteita (esim. kivikosteudet)
- Voimassa olevista ennakkokokeista on hyvä pitää listaa ja merkitä kalenteriin muutamaksi vuodeksi eteenpäin milloin kokeita pitää uusia.

Laattakokeen haasteet



- Tasalaatuinen tiivis betoni, jossa on riittävä huokoistus menee laattakokeesta läpi
- Koe on kuitenkin herkkä suoritukselle (mm. sahaus)
- Kiviaineen oltava pakkasenkestävää
- Jonkun verran hylkyjä tullut
- Laattakokeessa menee lähes 4 kk – kokeiden laatu tärkeää

Ennakkokoelomakkeet

- P-luvun laskenta
 - P-luvun laskentakaavio on erityisen hyvä
 - Oikeat tiedot syöttämällä saa selvän kuva läpäiseekö suhteutusehdotus vaatimukset
 - Huolellisuutta vaaditaan sementtien seosaineiden syötössä
- Tiheyden laskenta
 - Edellyttää oikeiden kivikosteuksien syöttöä ja oikealla tavalla
 - Annosvesimäärä oltava samaa tasoa tavoitereseptin kanssa
- Ennakkokokeet
 - Toistuvien aikavälein tehtävien mittausten kanssa oltava tarkkana
 - Hieman ongelmia alussa eri notkeustyyppien arvojen kanssa – lomaketta korjattu toimivaksi

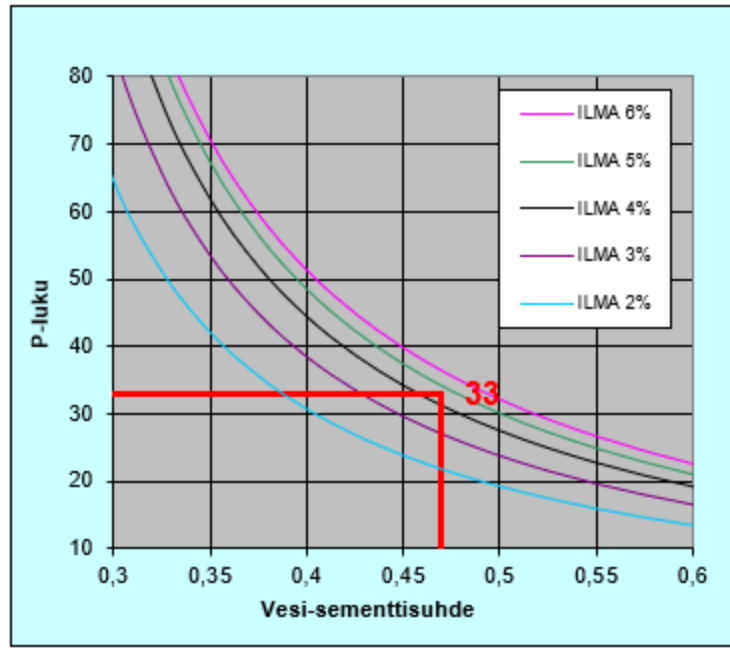
P-luvun laskenta

Sementtien kokonaismäärä [kg/m³]	370
Tehollinen vesimäärä Q_{vesi} [kg/m³]	173

Sementtien sisältämät seosaineet [%]		Betoniaseamalla lisätyt seosaineet [kg/m ³]	
masuunikuona	17	masuunikuona	0
silika	0	silika	0
lentotuhka	1	lentotuhka	0
kalkkifilleri	11		
Kiviaineksen ylänimellisraja D [mm]		16	
Jälkihoitoaika	7 vrk	Ilma %	4,5

Väylän erillishyväksyntä k_A:lle (tai CEM I) **on**

Sementtien aktiivisuuskertoin k _A	1,00
k _A x sementin määrä Q _{sem}	370 kg/m ³
Teh. sideaineen kok.määrä Q _{sid}	370 kg/m ³
Sideaineen kok.määrä	370 kg/m ³
Teh. vesi-sideainesuhde (Q _{vesi} /Q _{sid})	0,47



SUHTEITUKSEN RAJA-ARVOJEN TÄYTTYMINEN (kpl 4.2)

Seosaineiden kokonaismäärät ja osuudet:			Tavoitelmamäärä, min.			
- masuunikuona	63 kg/m ³	17,0 %	Tavoitelmamäärä, max.	5,5 %		Vaatus täyttyy
- kalkkifilleri	41 kg/m ³	11,0 %	Sideainemäärä, min.	300 kg/m ³		Vaatus täyttyy
- silika	0 kg/m ³	0,0 %	Silikan määrä, max.	5 %		Vaatus täyttyy
- lentotuhka	4 kg/m ³	1,0 %	Masuunikuonan määrä, max	50 %		Vaatus täyttyy
			Lentotuhkan määrä, max.	25 %		Vaatus täyttyy
			Tehollinen vesimäärä, max.	200 dm ³ /m ³		Vaatus täyttyy

P-LUKUVAA TIMUKSEN TOTEUTUMINEN

Vaadittu P-luku	P 30		
Toteutunut P-luku	P 33	P-lukuvaatimus täyttyy	Suhteitusvaatimukset täyttyvät

Lomakkeet

Ennakkokokeiden laajuus	Laajat kokeet (Sarake 1, Taulukko 2)		
Lujuusluokka	C30/37		
P-luku	P30		
Laadunarvosteluikä	28 vrk		
Notkeusluokka	S4		
Maksimiraekoko	16 mm		
Valmisbetoni / Elementti	Valmisbetoni		
	BETONIN TIEDOT		Tiedot tulevat "Tiheyden laskenta"-lehdeltä
	Betonin laskennallinen tiheys		2317kg/m ³
	Betonin tavoiteilmamäärä		4,5%
	Betonin teh.vesimäärä, Qvesi		180
BETONIN SEKOITUSAIKA (5.1.3)			
	Betonin vähimmäissekoitusaika	120s	
	Betoni ilmamäärä väh.sekoitusajalla	4,5%	
	Betonin ilmamäärä 6 min sek. jälkeen	4,8%	
TUOREEN BETONIN KOKEET (5.1.4)			
	Betonin lämpötila	21,0Aste C	Notkeusluokan raja-arvot:
HETI SEKOITUKSEN JÄLKEEN			S4 160...210 mm
	Notkeus notkeusluokan testimenetelmällä	190mm	
	Notkeus toisella testimenetelmällä	300mm / s	Leviämäko
	Betonin ilmämäärä	4,5%	
	Ilmamäärää vastaava P-luku	39	
	Tiivistetyn betonin tiheys	2305kg/m ³	
	Mittausajankohta, aika sek. jälkeen:	1Min	
60 MIN SEKOITUKSEN JÄLKEEN			
	Notkeus notkeusluokan testimenetelmällä	190mm	
	Notkeus toisella testimenetelmällä	305mm / s	Leviämäko
	Betonin ilmämäärä	4,8%	
	Ilmamäärää vastaava P-luku	40	
	Mittausajankohta, aika sek. jälkeen:	55Min	

Ennakkokokeista ilmoitettava tieto

- Nyt toimitetaan etukäteen melko monta lomaketta asiakkaalle (3 kpl + resepti)
 - Voi olla urakoijalle osin vaikeasti ymmärrettävää tietoa
- Kiwalle toimitetaan myös tiedot sertifiointia varten – toimii sinänsä hyvin
 - Tehdastarkastus + lomakkeet
 - Laatukäsikirjan päivitys ja työmaanotkistusten hallintaohje
- Jokaisen valmistajan olisi hyvä pitää oma listaus tehtaittain, mitä betonit ovat voimassa
 - Listan perusteella säilyy jatkossa tieto niistä P-luvuista jotka ovat voimassa ja milloin kokeet pitää uusia !

Ennakkokokeiden haasteita

Taulukko 1.

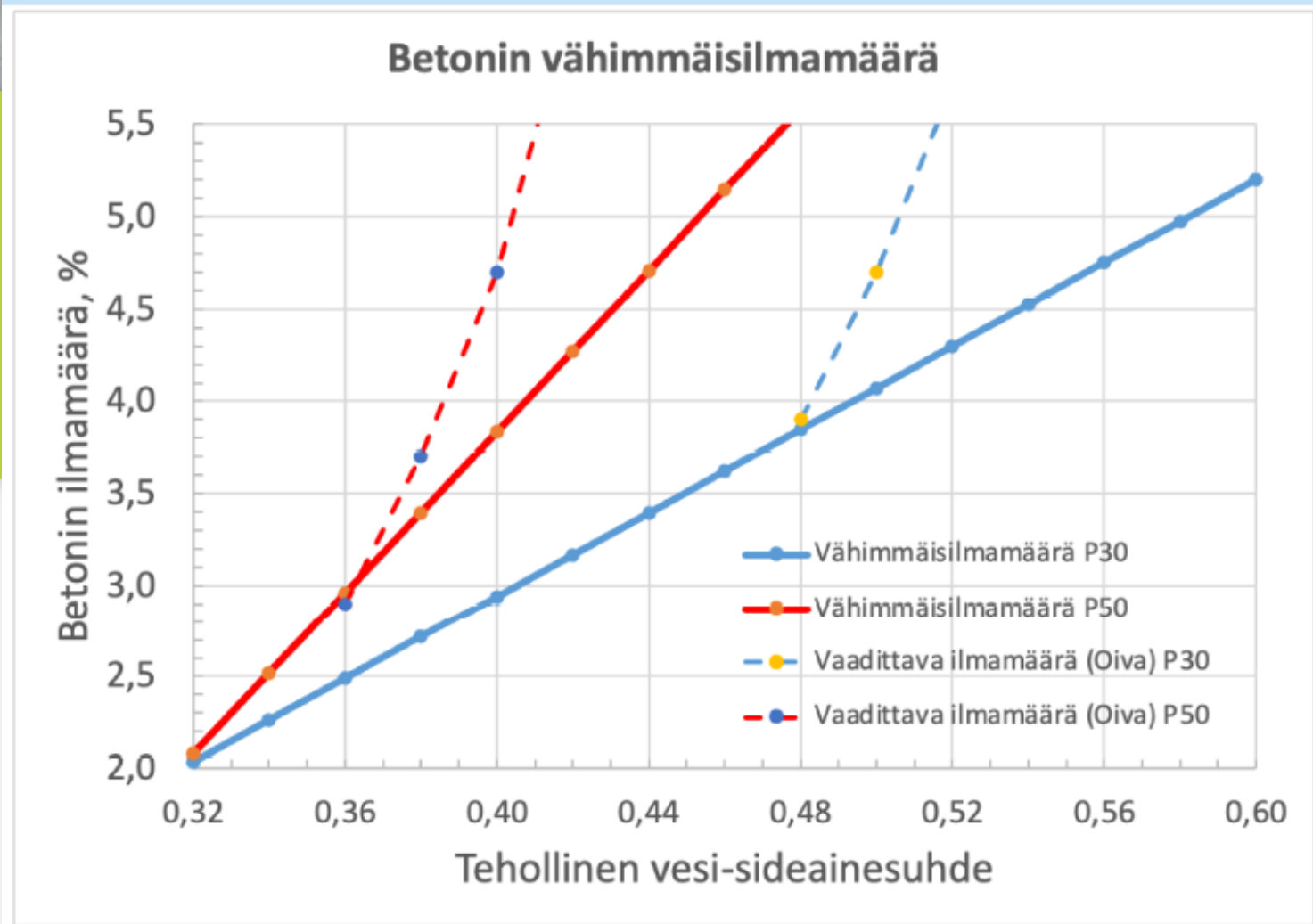
Käyttöön suositeltavat infrabetonilaadut.

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

- Ennakkokokeiden teko ottaa kohtuullisen paljon aikaa
 - Jos haluaa saada kattavasti kaksi eri sideainetta käyttöön, kokeita joutuu tekemään 8 kpl
 - Erikoisbetonit (IT, alhaislämpö jne) tulevat vielä päälle
- Laattakoe kestää noin 4 kk eli lopputuloksen selviäminen ottaa runsaasti aikaa
 - Joissain tapauksissa laattakokeissa on ollut haasteita -> laattakokeen herkkyys on melko suuri
 - Ennakkokokeiden läpivienti vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta, koska kokeen lopputulos selviää monen kuukauden päästä
- Ennakkokokeiden pitkäkestoisuus on ongelma materiaalien mahdollisen vaihtumisen takia
 - Esim. parhaillaan Euroopassa on keskustelua joidenkin materiaalien toimitusongelmista
 - Jos esim. betonin lisäaineet loppuvat yllättäen, ei betonia voi toimittaa Väylän kohteisiin...



Ilmamäärän hallinta



Kuva 1.

Tuoreen betonin vähimmäisilmamäärä P -luvuilla $P30$ ja $P50$, kun kiviaineksen ylänimellisraja ≥ 12 mm. Kuvassa on myös esitetty katkoviivoilla käytännössä vaadittava ilmamäärä tehollisen vesi-sementtisuhteen funktiona. Vaadittava ilmamäärä on suuntaa antava ja se riippuu mm. sideaineen koostumuksesta, tässä esimerkiksi on käytetty Oiva-sementtiä. Vaadittava ilmamäärä on tarkistettava tapauskohtaisesti P -lukulaskelmalla.

Huomioita



- Leviämäkoe antaa varmaan lisää tietoa mutta kuinka paljon
- Kiviainesmonttujen vaihtojen merkityksestä voi tulla tulkintaeroja...
 - Alalle tyypillistä on isot raaka-aine volyymit ja joskus myös kiviaineet vaihtuvat vuoden aikana
- Urakoijat olleet välillä hämillään, mitä dokumentteja tarvitaan työmailla
 - Jouduttu selventämään kysyjille uusia vaatimuksia ja tarvittavia dokumentteja
 - Voi olla että vuoden 2022 aikana muutama työmaa herää tilanteeseen, jossa ei lähialueilta sopivaa betonia löydy
- AKR ei vielä iso ongelma...

Uusien ohjeiden hyötyjä

- Asema joutuu perehtymään tarkasti omien betonilaatujensa ominaisuuksiin
 - Ilmamäärän muutokset ja hallinta ymmärretään paremmin – syntyy rutiinia
 - mm. huokostimen laimennustaso
 - Sekoitusaikojen vaikutus selviää ilmamäärään ja tasalaatuisuuteen
 - Varmistaa betonin laatutasoa työmaalla