



Infrabetonien valmistus ja laatuvaatimukset työmaalla

Esityksen sisältö

- P-lukubetoni
- Infrabetonien valmistusohje
 - Muutoksia ja nostoja
 - Tehdaskohtaiset ennakkokokeet
- Infratyömaa
 - Puristuslujuus
 - Ilmamäärämittaukset
 - Betonin lujuus valmiissa rakenteessa



P-lukubetoni

- I. Suhteitusvaatimukset
- II. Ennakkokokeet
- III. Ilmamäärän varmistaminen työmaalla

Järjestelmän suurin hyöty on mahdollisuus todeta betonin säilyvyys ennen sen valamista.

Tehtaalla "infrabetoni" sertifiointi



*P-luku kuvaa betonin
pakkassuolakestävyyttä*

Suojahuokoset ja sementin
seosainerajoitukset

VÄYLÄVIRASTO			
INFRABETONIN P-LUVUN LASKENTA Versio 1.0 28.12.2020 Infrabetonin valmistusohje - Versio 4/2020			
Betonin valmistaja Tehdas Betonin tunnus Valmistajan koodi Vastuhenkilö Sähköposti ja puhuri		Urakoitsija Projektin nimi Sillan tunnus ja nimi Sillan nimi Rakenne Betonityönjohtaja Sähköposti ja puhuri Lisätiedot	
Lujuusluokka C35/45 P-luku F 30		Puhuri alarajateollisuus Puhuri alarajateollisuus	
P-LUVUN LASKENTA			
Sementti I Nimike: Finnsementti, Oliva Valmistaja: Finnsementti Oy Tyyppi: CEM I/B-M (S-LL) 42,5 N Lisätietoja:		Määrä [kg/m³] 280	Sementtien seosaineet masuunikuona 19 silika 0 lentotuhka 0 kalkkifilleri 10 ON (20.12.2011)
Sementti II Nimike: Finnsementti, Rapid, LPR Valmistaja: Finnsementti Oy Tyyppi: CEM I/A-LL 52,5 N Lisätietoja:		Määrä [kg/m³] 130	Sementtien seosaineet masuunikuona 8 silika 0 lentotuhka 0 kalkkifilleri 6 ON (20.12.2011) P-luku 36
Sementtien kokonaismäärä [kg/m³] 410 Tehollinen vesimäärä Q_{vesi} [kg/m³] 195 sisällyttämät seosaineet [%] masuunikuona 16 masuunikuona 0 silika 0 silika 0 lentotuhka 0 lentotuhka 0 kalkkifilleri 9 Kivianneksen jänneleikkaus D [mm] 16 Jälkihoitoaika 7 vrk ilma 5.5 Väylän erillishyväksyntä k_s-lle (tai ei) Sementtien aktiivisuuskertoimen k _a 1.00 k _a x sementin määrä Q _{se} 410 kg/m³ Teh. sideaineen kok.määrä Q _{sa} 410 kg/m³ Sideaineen kok.määrä 410 kg/m³ Teh. vesi-sideainesuhde (Q _{vesi} /Q _{sa}) 0.48			
SUITEITUKSEN RAJA-ARVOJEN TÄYTTÄMINEN (kpl 4.2)			
Seosaineiden kokonaismäärät ja osuudet: - masuunikuona 64 kg/m³ 15.5 % - kalkkifilleri 36 kg/m³ 8.7 % - silika 0 kg/m³ 0.0 % - lentotuhka 0 kg/m³ 0.0 %	Tavoitelmamäärä, min. 3.8 % Tavoitelmamäärä, max. 5.5 % Sideainemäärä, min. 300 kg/m³ Silikan määrä, max. 5 % Masuunikuonan määrä, m. 50 % Lentotuhkan määrä, max. 25 % Tehollinen vesimäärä, max. 200 dm³/m³	Vaatus täyttyy Vaatus täyttyy Vaatus täyttyy Vaatus täyttyy Vaatus täyttyy Vaatus täyttyy	
P-LUKUVAATIMUKSEN TOTEUTUMINEN			
Vaadittu P-luku P 30 Toteutunut P-luku P 36 P-lukuvaatimus täyttyy Suhteitusvaatimukset täyttyvät			

jälkihoito

- vrk

sideaine

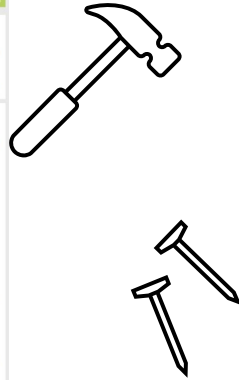
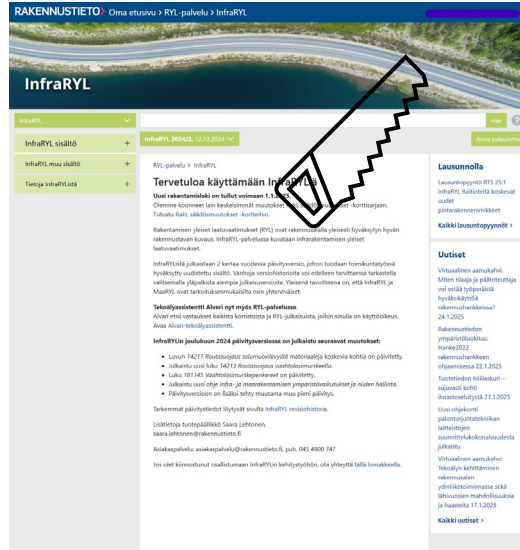
- kuona
- lentotuhka
- silika

redusoitu vesi-ilmasideainesuhde

ilmamäärä

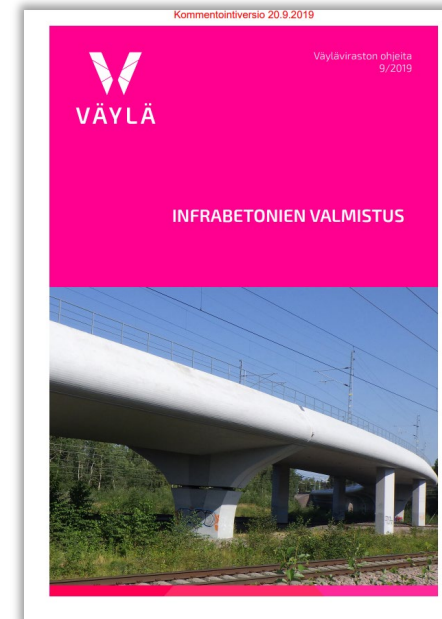
$$P = \frac{46 \cdot k_{jh} \cdot k_{sid}}{10 \cdot (WAS)^{1,2} \sqrt{a}} - 1$$

InfraRYL työmaalle



- Betonin laadunvalvonta työmaalla
- Hydrataatiolämpötilan hallinta.
- Ym.

Infrabetonien valmistusohje betoniasemalle



- Suhteitusvaatimuksia,
- Ennakkokokeet
- Laadunvalvontaa betonitehtaalla
- P-luvun laskentaperiaate

INFRABETO VALMISTUS



Ohjeen vo 41/2020 tarkennus

Tässä kirjeessä on esitetty Infrabetonin valmistusohjeen vo 41/2020 liittyviä tarkennuksia. Tarkennettavan kohdan alkuperäinen teksti on esitetty sinisellä ja siihen tehty selventävä tarkennus kursivoidulla tekstillä. Tarkennus ei kumoa alkuperäistä tekstiä. Lisäselvennys tai esimerkki on annettu joihinkin kohtiin sisennetyllä tekstillä.

Tässä julkaisussa viitataan ohjeen Infrabetonin valmistus mukaiseen kappaleumerointiin, ellei toisin ole esitetty.

Betonelementtien osalta siirtymäaikaa ohjeen Infrabetonin valmistus täysimittaiseen käyttöön jatketaan 1.6.2022 saakka. Niiden elementtirakenteiden, joille Väylävirasto on laatinut erilliset ohjeet tai tekniset toimitusehdot, käyttöä jatketaan kunnes ko. ohjeet ja toimitusehdot päivitetään.

3.2 Laadunvarmistus työmaalla

Alkuperäinen teksti:

Työmaalla tehtävässä laadunvarmistuksessa ja betonirakenteiden kelpoisuuden osoittamisessa noudatetaan InfraRYL:n vaatimuksia.

Tarkennus:

Elementtitehtaalla noudatetaan betonin puristuslujuuden ja pakkasenkestävyyden osalta seuraavia ohjeita:

Laadunvarmistus elementtitehtaalla

Elementtirakenteiden osalta elementtien valmistaja vastaa betonin laadunvarmistuksesta ja kelpoisuuden osoittamisesta. Kelpoisuus osoitetaan puristuslujuuden ja pakkasenkestävyyden suhteen Infrabetonin valmistusohjeen ja InfraRYL:n mukaisesti.

Mikäli elementtien valmistaja valmistaa myös käytettävän betonin, infrabetonelementtien osalta työmaalla tehtävät ilmamäärän mittaukset sekä puristuslujuuden työmaakoekappaleet jäävät pois. Elementtien valmistaja mittaa ilmamäärän noudattaen kohdan 6.2 esitettyjä mittaustaajuuksia ja laskee

Väyläviraston ohje
Lisävaatimuksia EN 206, SFS-EN
7022, By 65 mukaiseen
toimintaan.

Pakkassuolarasitettu betoni
(P-lukubetoni)

6.2 Tuoreen betonin ilmamäärän mittaaminen

Alkuperäinen teksti:

Elementtiteollisuudessa valmistettavien P-lukubetonien ilmamäärä mitataan päivittäin kolmesta ensimmäisestä sekoittimen annoksesta ja sen jälkeen vähintään joka kymmenennestä annoksesta.

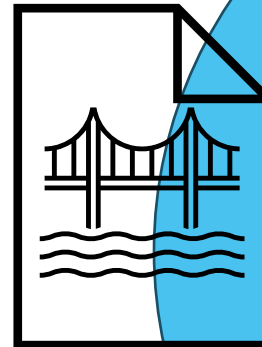
Tarkennus:

Vaihtoehtoisesti elementtiteollisuudessa ilmamäärä voidaan mitata päivittäin ensimmäisestä, kolmannelta ja viidennessä sekoittimen annoksesta ja sen jälkeen vähintään joka kymmenennestä annoksesta.

InfraRYL

Yleiset laatuvaatimukset

Siltakohtainen työselostus tarkentaa



InfraRYL
Yleiset, samanlaisina toistuvat
vaatimukset

InfraRYL

Hankkeissa noudatetaan aina tietyn ajanhetken versiota InfraRYListä

Vaatus:

"Betonin puristuslujuus testataan 28 vuorokauden iässä."

Ohje:

"Puristuslujuus voidaan testata myös 91 vuorokauden iässä, mutta vain jos rakennussuunnitelmassa on niin esitetty..."

42020 Sillan betonin valmistus ja betonityöt

RAKENNUSTIETO RT tietoväylä > RYL-palvelu > InfraRYL

InfraRYL 2020/1, 1.7.2020

RYL-palvelu > InfraRYL > 40000

42000 Sillat

Revisiohistoria versio 2019/1

InfraRYL versioon 2019/1 on julkaistu seuraavat versiot:

- 42100 Sillan tukirakenteet
- 42200 Sillan päällysrakenteet
- 42300 Sillan kannen pintarakenteet
- 42400 Siirtymälaatat
- 42500 Sillan varusteet ja laitteet
- 42600 Sillan suoja-ainekäsittely

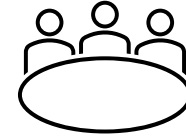
- **42001 Sillat, yleinen osa**
- **42010 Sillan maa- ja pohjarakenteet**
- **42020 Sillan betonin valmistus ja betonityöt**
- **42030 Sillan betonielementtirakenteiden valmistus ja asennus**
- **42040 Sillan teräsrakenteiden valmistus ja asennus**
- **42041 Teräsrakenteiden pintakäsittely**
- **42050 Sillan ja taitorakenteiden puurakenteiden valmistus ja asennus**
- 42100 Sillan tukirakenteet
- 42200 Sillan päällysrakenteet
- 42300 Sillan kannen pintarakenteet
- 42400 Siirtymälaatat
- 42500 Sillan varusteet ja laitteet
- 42600 Pinnan suoja-ainekäsittely

Pääaihe: 40000 Rakennustekniset rakennusosat

versiohallinta

Infrabetonien seurantaryhmä

- **Betonin valmistaja, teollisuus, työmaa, sertifioija, asiantuntijoita.**



- Työryhmän seurantakokoukset
 - Käsitellään esiin nousseita kysymyksiä tasaisin väliajoin.
- Koulutukset
 - *Normiviikko (pidetty)*
 - *Excel – ohjevideot*
 - *Infra-aamupäivät (pidetty)*
 - *InfraRYL työmaalle (pidetty)*
 - Mitä kaivataan? (tulevaa)
- Päivitystarpeiden kerääminen.
 - Muistakaa myös perustelut

Ennakkokokeet



Tehdaskohtaiset

- Luovat pohjan rakenteen säilyvyyden osoittamiselle työmaalla tehtäviin ilmamäärämittauksin

Kohdekohtaiset (harvoin)

- Tarkoituksena parantaa hankalien valujen onnistumista ja lisätä yhteistoimintaa betonin valmistajan ja urakoitsijan välillä.

Tehdaskohtaiset ennakkokokeet

Vaaditaan "aina"

- Voimassa 2 vuotta
- Kestää 4 kk valmistua
- Aivan jokaisesta betonilaadusta ei testata kaikkea, ennakkokoe voi silti olla voimassa.

ENNAKKOKOKEIDEN ERITTELYT

ENSISIJAINEN SIDEAINE

Sideaine		Oiva, Finnsementti Oy					
Betonilaatu	Ennakkokoe voimassa	Ennakkokokeen voimassaolo	Ennakkokokeet (Taul.2)		Sallitut notkeusluokat	Sallitut kiviaineksen max. raekoot	Ennakkokokeen tunnus
			Sarake 1	Pakkaskoe			
C30/37 P0	X	4.1.2023	X		≤ S4	≥ 12 mm	PV1-ENN_01/2021
C30/37 P30	X	4.1.2023	X	X	≤ S4	≥ 12 mm	PV1-ENN_02/2021
C35/45 P0	X	5.1.2023	X		≤ S4	≥ 12 mm	PV1-ENN_03/2021
C35/45 P30	X	5.1.2023	X		≤ S4	≥ 12 mm	PV1-ENN_04/2021
C35/45 P50	X	6.1.2023	X	X	≤ S4	≥ 12 mm	PV1-ENN_05/2021
C45/55 P50	X	6.1.2023	X		≤ S4	≥ 12 mm	PV1-ENN_06/2021

Mikäli kaikki taulukon 1 (VO 41/20) mukaiset suositellut betonilaadut on testattu ensisijaisella sideaineella, voidaan toissijaisilla sideaineilla testata vain osa taulukon 1 betoneista. Katso tarkemmin ohjeen kappale 5.1.2.1.



Kohdekohtaiset ennakkokokeet

- Tehdään sopimuksen mukaan
- Työmaan, betonivalmistajan ja tilaajan yhteistyönä
- **Harkinnan mukaan** erityisen vaativista kohteista



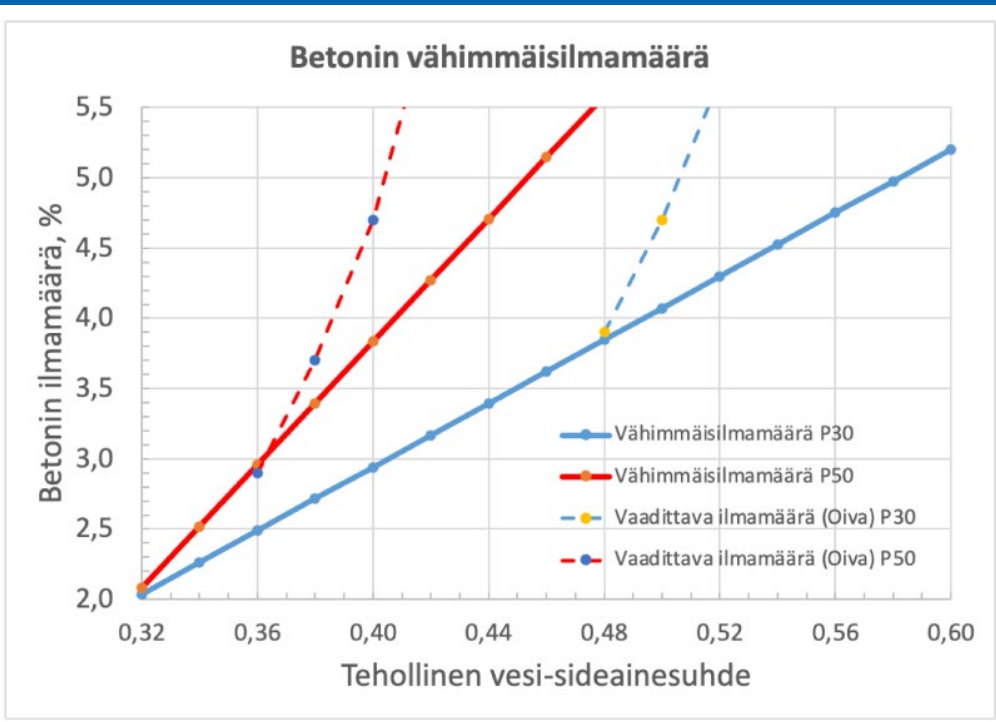
- Koerakenne kuvaa mahdollisimman hyvin tehtävää rakennetta.
 - Betonimassa, valu- ja tiivistysmenetelmä
- Tuoreen betonin testaus
- Kovettuneen betonin testaus
 - Porataan lieriöitä ylä- ja alapinnasta sekä keskeltä.
 - Voidaan jopa sahata ja tarkastella muotin täyttymistä
- Onnistuiko pinta?
- Kuinka lämmöt pysyivät kurissa, onnistuiko jäähdytys?

Nostoja ohjeesta

Suhteitus

Ilmamäärä

- Tavoiteilmamäärä $\leq 5,5$ %
- Vähimmäisilmamäärä kuten aiemmin
 - Esimerkki kuvassa myös käytännön vähimmäisilmamäärä



Suhteitus

Kiviaines

Ylänimellisrajaltaan <12 mm kiviaineksen käyttö edellyttää Väyläviraston erillistä hyväksyntää

Sekoitus aika

Betonilaatukohtainen vähimmäissekoitus aika, huokostetuille > 90 s

Ennakkokokeet laaditaan määritetyllä vähimmäissekoitusajalla, jota noudatetaan tuotannossa

Suhteitus

Sideaine- ja vesimäärät

- Liitteen taulukot poistettu, vähimmäismäärä 300 kg/m³. (P-luku ja enimmäisilmamäärä korvaa esitetyt sementtirajat)
- Tehollinen vesimäärä ei saa ylittää arvoa 200 dm³/m³

Masuunikuonan enimmäismäärä

- 50 % sideaineen kokonaismäärästä,
- P0 betoneilla 70 % sideaineen kokonaismäärästä.

Suhteitus

Seossementin erillishyväksyntä:

- Erillishyväksyntään vaaditaan kattavat testaukset:
 - Pakkassuolakokeet,
 - Vanhennetun betonin pakkassuolakokeet karbonatisoituneella betonilla (1 vuosi)
- Mikäli seossementillä on erillishyväksyntä, P-luvun laskennassa aktiivisuuskertoimena voidaan käyttää $k_A = 1$

Laskentapohjia ja opastusvideoita

- P-luvun laskenta - Excel
- Tehdaskohdaiset ennakkokokeet
- Kohdekohtaiset ennakkokokeet
- Yhteenvedo voimassaolevista ennakkokokeista

VÄYLÄVIRASTO

INFRABETONIEN P-LUVUN LASKENTA

Versio 1.0 28.12.2020

Infrabetonien valmistusohje - Versio 41/2020



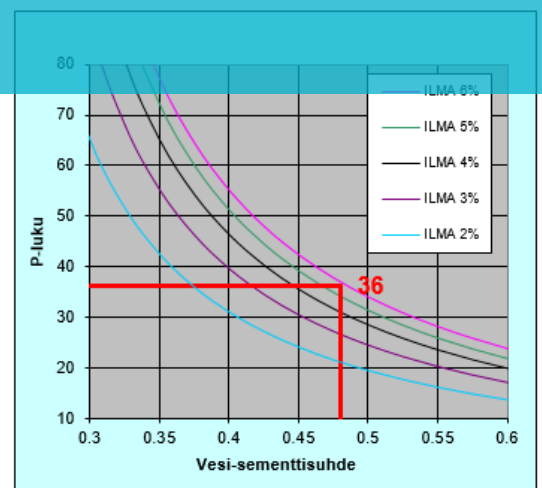
Betonin valmistaja			Urakoitsija	
Tehdas			Projektin nimi	
Betonin tunnus			Sillan tunnus ja nimi	
Valmistajan koodi			Sillan nimi	
Vastuuhenkilö			Rakenne	
Sähköposti ja puh.n			Betonityönjohtaja	
Lujuusluokka	C35/45	Valitse alusvetovalikosta	Sähköposti ja puh.nro	
P-luku	F 30	Valitse alusvetovalikosta	Lisätiedot	

P-LUVUN LASKENTA

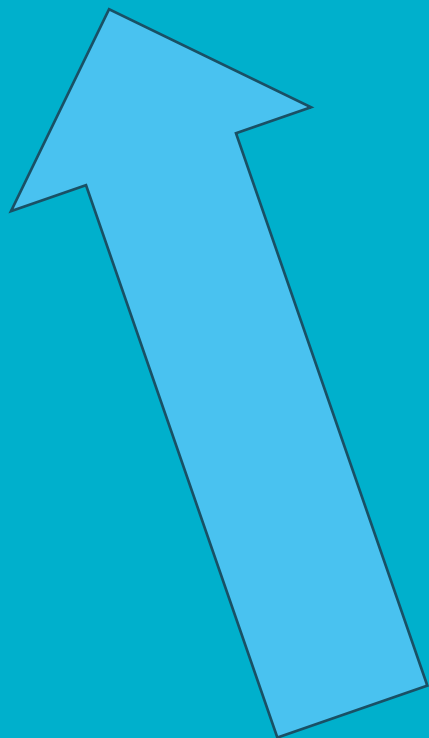
Sementti I	Nimike:	Finnsementti, Oiva	Määrä [kg/m³]	280	Valitse sementti alusvetovalikosta		Sementtien seosaineet	Enillishyväksyntä
	Valmistaja:	Finnsementti Oy					masuunikuona	19
	Tyyppi:	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N					silika	0
	Lisätietoja:						lentotuhka	0
							kalkkifilleri	10
Sementti II	Nimike:	Finnsementti, Rapid, LPR	130				masuunikuona	8
	Valmistaja:	Finnsementti Oy					silika	0
	Tyyppi:	CEM II/A-LL 52,5 N					lentotuhka	0
	Lisätietoja:						kalkkifilleri	6

Sementtien kokonaismäärä [kg/m³]		410
Tehollinen vesimäärä Q_{vesi} [kg/m³]		195
sisältämät seosaineet Betoniasemalla lisätyt		
seosaineet [kg/m³]		
masuunikuona	16	masuunikuona 0
silika	0	silika 0
lentotuhka	0	lentotuhka 0
kalkkifilleri	9	
Kiviaineksen ylänimellisraja D [mm]		16
Jälkihoitoaika	7 vrk	Ilma % 5.5

Väylän erillishyväksyntä k_A :lle (tai CEM II)		on
Sementtien aktiivisuuskertoimen k_A	1.00	
$k_A \times$ sementin määrä Q_{sem}	410	kg/m³
Teh. sideaineen kok.määrä Q_{sid}	410	kg/m³
Sideaineen kok.määrä	410	kg/m³
Teh. vesi-sideainesuhde (Q_{vesi}/Q_{sid})	0.48	



www.vayla.fi/ohjeluettelo



Ohjeluettelo

Ohjeluetteloihin on koottuna tällä hetkellä voimassa olevat Väyläviraston antamat määräykset, tekniset ohjeet ja turvallisuusohjeet väylämuodoittain.

Näin käytät ohjeluetteloa:

- Siirry halutun väylämuodon ohjeisiin.
- Liiku ohjeluetteloissa sisällysluettelon otsikoita klikkaamalla.
- Hae yksittäistä ohjetta luettelosta selaimen hakutoiminnolla: avaa hakuikkuna näppäinyhdistelmällä Ctrl+F ja kirjoita ohjeen nimi/ohjenumero hakukenttään.

Tiet

Tieohjeiden luettelosta tehdään tallenne kolmen kuukauden välein (1.3., 1.6., 1.9. ja 1.12.). Tallennetut tieohjeluettelot löytyvät kohdasta "Tallennetut tienpidon tekniset ja turvallisuusohjeet". Mikäli hankintasopimuksessa halutaan sitoa tieohjeet tiettyyn päivämäärään, valitaan tieohjeluettelo tämän otsikon alta. Täältä löytyvät myös kaikki aiemmin tallennetut vanhat tieohjeluettelot.

"Uusimmat tieohjeet" on korvattu jatkuvasti päivittyvällä tieohjeluettelolla "Tienpidon tekniset ja turvallisuusohjeet". Uudet ja päivitetty ohjeet näkyvät luettelossa korostettuna.

Tallennetut tienpidon tekniset ja turvallisuusohjeet (viimeksi tallennettu 1.12.2023)

Tienpidon tekniset ja turvallisuusohjeet (jatkuvasti päivittyvä)

Traficomien säädökset ja määräykset

Infrabetonien valmistus	VO 41/2020	16.12.2020
- Ohjeen esittely		
Infrabetonien valmistus - Tarkennuksia ohjeeseen 41/2020	Kirje	27.10.2021
- Esittelyvideo		
Ohjeeseen 41/2020 liittyvät lomakkeet:		
- P-luvun laskenta (xlsx)	Lomake	Versio 1.0
Video		
- Kohdekohtaiset ennakkokokeet (xlsx)	Lomake	Versio 1.0
Video		
- Tehdaskohtaiset ennakkokokeet (xlsx)	Lomake	Versio 1.3
Video		
- Yhteenveto tehdaskohtaisista ennakkokokeista (xlsx)	Lomake	Versio 1.0

Infrabetonit

C30/37 P0

C30/37 P30

C35/45 P0

C35/45 P30

C35/45 P50

C45/55 P50

6 käyttöön suositeltua betonilaatua

Suunnittelijoita ohjataan käyttämään näitä
Tehtaita ohjataan tekemään ennakkokokeet näistä

Merkintä P0

Ei varsinaista P-lukuvaatimusta, mutta muut vaatimukset InfraRYL ja Infrabetonien valmistusohjeen mukaan

Valutyön aikainen toiminta betoniasemalla

- **Ilmamäärä**



Tuoreen betonin ilmamäärä

- Betonilaatukohtaisesti päivittäin
 - 5 ensimmäistä kuormasta ja sen jälkeen joka 10. kuormasta
- Elementtiteollisuudessa
 - 3 ensimmäisestä sekoittimen annoksesta ja sen jälkeen joka 10. annoksesta
 - Valupaikalla tai betoniasemalla
- Sallittu poikkeama -1 % ... +2,5 %-yksikköä, Vaatimus on sama tehtaalla ja työmaalla
 - Huom! Vaatimus myös rakenteen P-luvun täyttymiselle. Jos kaikki kuormat ovat -1 % niin rakenteen P-lukuvaatimus ei välttämättä täyty. (keskiarvo)

Valutyön aikainen toiminta betoniasemalla

- **Rakennuskohdekohtaista lujuustietoa**



Kohdekohtaiset, betoniasemalla valettavat koekappaleet

- 1 kpl / 200 m³, vähintään 3 kpl / kohde.
- Kohdekohtaisuus tulee selvittää betonitilauksen yhteydessä
- Voivat olla osa normaalia tehtaan laadunvalvontaa.
- Kohdekohtaiset lujuudet raportoidaan betonin tilaajalle.

Betonin laadunvarmistusta työmaalla

- Puristuslujuuslieriöitä
- Ilmamäärämittauksia
- (notkeuksia)
- IT Betonin hyväksymiskokeita

Infratyömaan Arvosteluerät

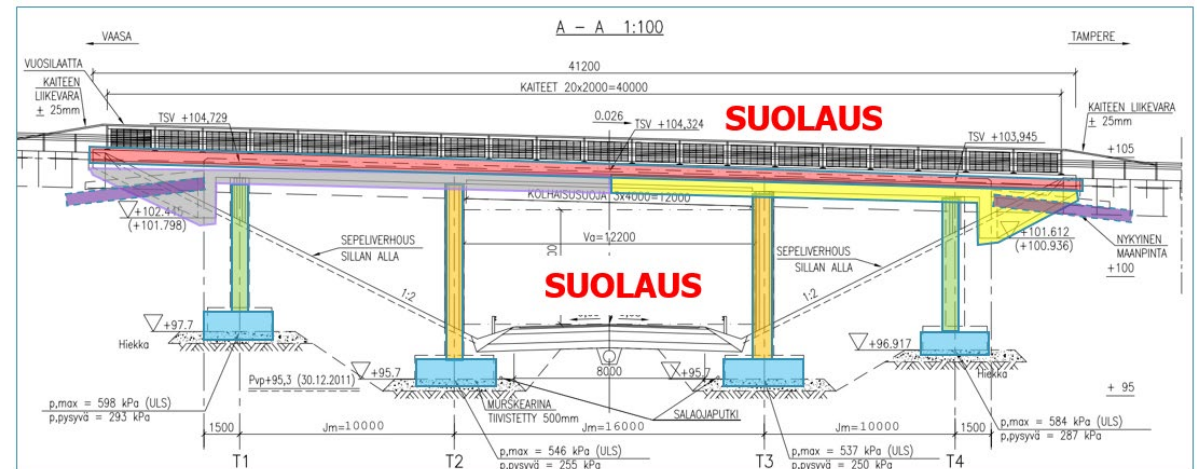
Poikkeavat betoniaseman
arvostelueristä

Silta jaetaan arvostelueriin

- Rakenneosat (perustukset, tuet, kansi)
- Betonilaatu (lujuus ja P-luku)

Kelpoisuus osoitetaan arvosteluerittäin

- esim. 6 betoninäytettä arvosteluerästä → 12 koekappaletta



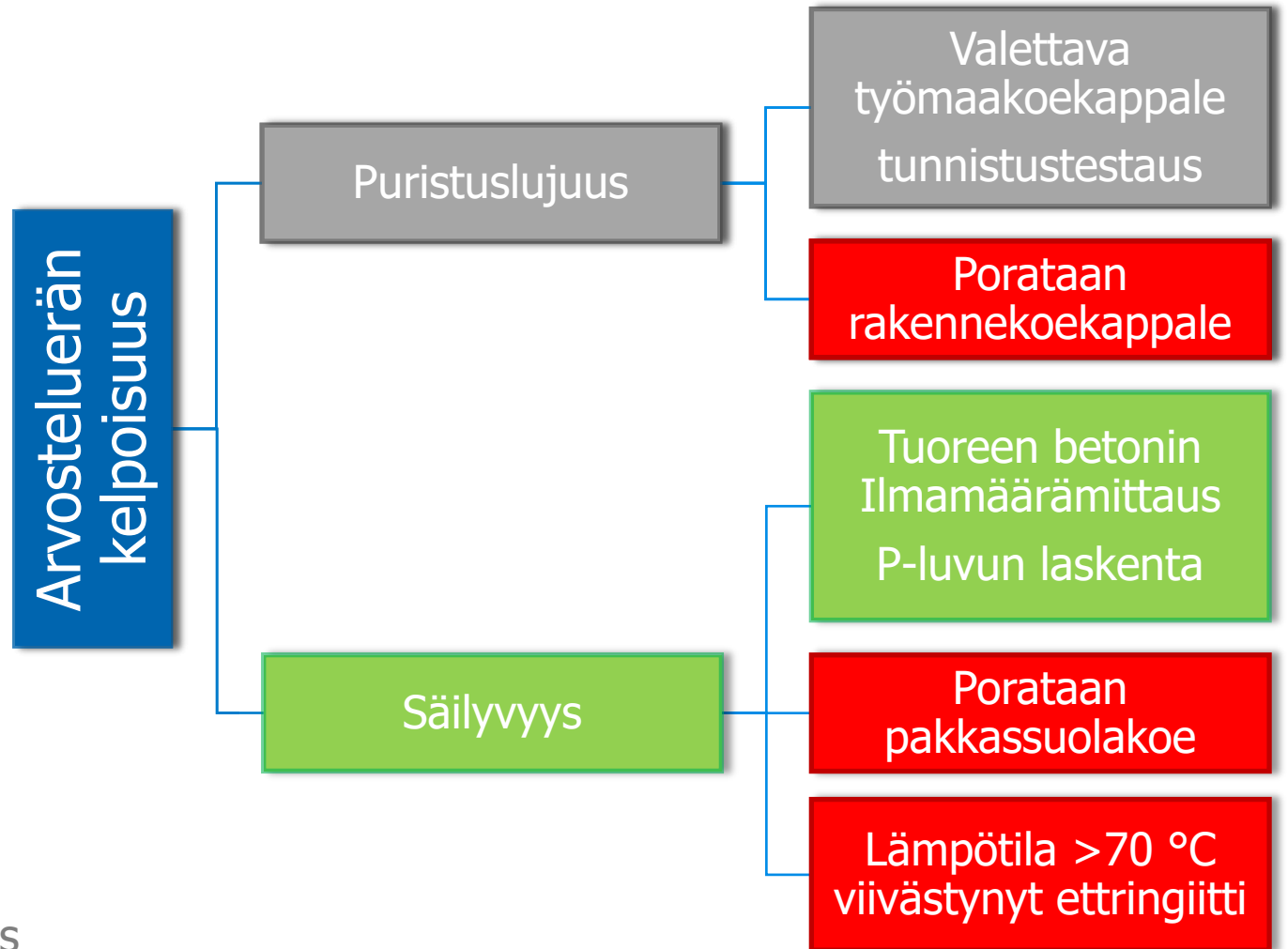
Kelpoisuuden osoittaminen



Puristuslujuus
42020.1.1.6



Pakkassuolakestävyys
42020.1.1.7



Standardit ja testaus

"Standardi on jonkin organisaation esittämä määritelmä siitä, miten jokin asia tulisi tehdä"

SFS-EN 12350 Tuoreen betonin testaus:

- - **1 Näytteenotto**
- - 2 Painuma
- - 5 Leviämä
- - **7 Ilmamäärä**
- - **8 IT betoni. Painuma-leviämä**
- - 11 IT betoni. Erottumiskestävyyden

InfraRYL

SFS-EN 12390 Kovettuneen betonin testaus

- - **2 Koekappaleiden valmistaminen ja säilytys**

SFS-EN 13791 Betonin puristuslujuuden arviointi rakenteista

- 12504-1 Koekappaleiden ottaminen
- 12504-2 kimmovasaratestaus

Työmaakoeappaleiden säilytysolosuhteet, työmaalla

Säilytyslämpötilaa
seurataan
jatkuvatoimisella,
tallentavalla
järjestelmällä

Säilytystapa,-aika ja
olosuhteet
dokumentoidaan



+ 20 °C
Ei tärinää/siirtelyä
Ei auringon paistetta
Ei kuivumista

Työmaakoekappaleet ja tunnistustestaus



betoninäyte



koekappaleet



Testaus-
tulos
45 MPa

Jokainen yksittäinen tulos $f_{ck} - 4$ MPa
keskiarvovaatimus $f_{ck} + 2$ MPa
(yleensä)

Raportti ja analysointi

Lasketaan lieriölujuuksin

Tunnus	Valmistuspäivä	Testauspäivä	Lujuusluokka [MPa]	Murtokuorma [kN]	Lieriölujuus [MPa]	Testaustulos	Kuutiolujuus 1)	Tiheys [kg/m³]	Ikä [vrk]
B1.1	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	804	45,5	44,25	55,5	2380	28
B1.2	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	760	43,0		53,0	2380	28
B2.1	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	790	44,7	45,40	54,7	2370	28
B2.2	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	815	46,1		56,1	2380	28
B3.1	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	800	45,3	45,25	55,3	2380	28
B3.2	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	799	45,2		55,2	2380	28
B4.1	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	780	44,1	41,90	54,1	2370	28
B4.2	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	701	39,7		49,7	2340	28
B5.1	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	721	40,8	41,60	50,8	2340	28
B5.2	1.10.2024	29.10.2024	C35/45	750	42,4		52,4	2350	28
					43,0	41,85	53,0	2360	28
					40,7		50,7	2340	28

Jokainen yksittäinen testaustulos
keskiarvovaatimus

f_{ck} – 4 MPa
f_{ck} +2 Mpa (tai +1)

$\geq 35 - 4 = 31 \text{ MPa}$

$\geq 35 + 2 = 37 \text{ MPa}$

Keskiarvo 43,38 MPa

Täyttää
vaatimukset!

Betonirakenteen kelpoisuus, säilyvyys

Rakenteen toteutunut P-luku

Työmaalla mitatusta ilmamäärästä, jälkihoitoajasta, suhteitustiedoista.

P-luvun keskiarvon tulee täyttyä, yksittäinen P-luku saa alittaa vaatimuksen 15 %.

Väylävirasto tarjoaa laskenta Excelin tähän

VÄYLÄVIRASTO			
INFRABETONIN P-LUVUN LASKENTA			
Versio 1.0 28.12.2020			
Infra betonin valmistusohje - Versio 4/1/2020			
Betonin valmistaja		Urakoitsija	
Tehdas		Projektin nimi	
Betonin tunnus		Sillan tunnus ja nimi	
Valmistajan koodi		Sillan nimi	
Vastuuhenkilö		Rakenne	
Sähköposti ja puh.nro		Betonityönjohtaja	
Lujustuusluokka	C35/45	Sähköposti ja puh.nro	
P-luku	F 30	Lisätiedot	

P-LUVUN LASKENTA			
Nimike		Määrä [kg/m³]	Sementin seosainee
Sementti I	Nimike: Finnsementti, Olva	280	masuunikuona
	Valmistaja: Finnsementti Oy		silika
	Tyypit: CEM I/II-M (S-LL) 42.5 N		lentotuhka
	Lisätietoja:		kalkkiliili
Sementti II	Nimike: Finnsementti, Rapid, LPR	130	masuunikuona
	Valmistaja: Finnsementti Oy		silika
	Tyypit: CEM I/II-A-LL 52.5 N		lentotuhka
	Lisätietoja:		kalkkiliili

Sementtien kokonaismäärä [kg/m³] 410	
Tehollinen vesimäärä $Q_{v,te}$ [kg/m³] 195	
sisältämät seosainee [%]	Betoniasemalla lisäet seosainee [kg/m³]
masuunikuona 16	masuunikuona 0
silika 0	silika 0
lentotuhka 0	lentotuhka 0
kalkkiliili 9	
Kiviseinän paksuus [mm]	16
Jälkihoitoaika [vrk]	5.5

Väylän erillisluokitus $k_{s,le}$ (tai k_{on})

Sementtien aktiivisuuskertoimen k_a

k_a -sementin määrä $Q_{s,se}$ 410 kg/m³

Teh. sideaineen kok.määrä $Q_{s,te}$ 410 kg/m³

Sideaineen kok.määrä 410 kg/m³

Teh. vesi-sideainesuhte $(Q_{v,te}/Q_{s,te})$ 0.48

SUHTEITUKSEN RAJA-ARVOJEN TÄYTTYMÄNEN (kpl 4.2)		
Seosaineen kokonaismäärä ja osuudet	Tavoitemäärä, min.	Vaatusuus täyttyy
- masuunikuona 64 kg/m³ 15.5 %	3.8 %	
- kalkkiliili 36 kg/m³ 8.7 %	5.5 %	Vaatusuus täyttyy
- silika 0 kg/m³ 0.0 %	5 %	Vaatusuus täyttyy
- lentotuhka 0 kg/m³ 0.0 %	50 %	Vaatusuus täyttyy
	25 %	Vaatusuus täyttyy
	200 dm³/m³	Vaatusuus täyttyy

P-LUKUVAATIMUKSEN TOTEUTUMINEN		
Vaadittu P-luku	P 30	
Toteutunut P-luku	P 36	P-lukuvaatusuus täyttyy
		Suhteitusvaatusuus täyttyy

Mittaustaajuus (työmaalla)



Viidestä ensimmäisestä kuormasta, tämän jälkeen joka kymmenenestä (5 + joka 10.)

IT betoneille viidestä ensimmäisestä, tämän jälkeen joka kolmannelta. (5 + joka 3.)

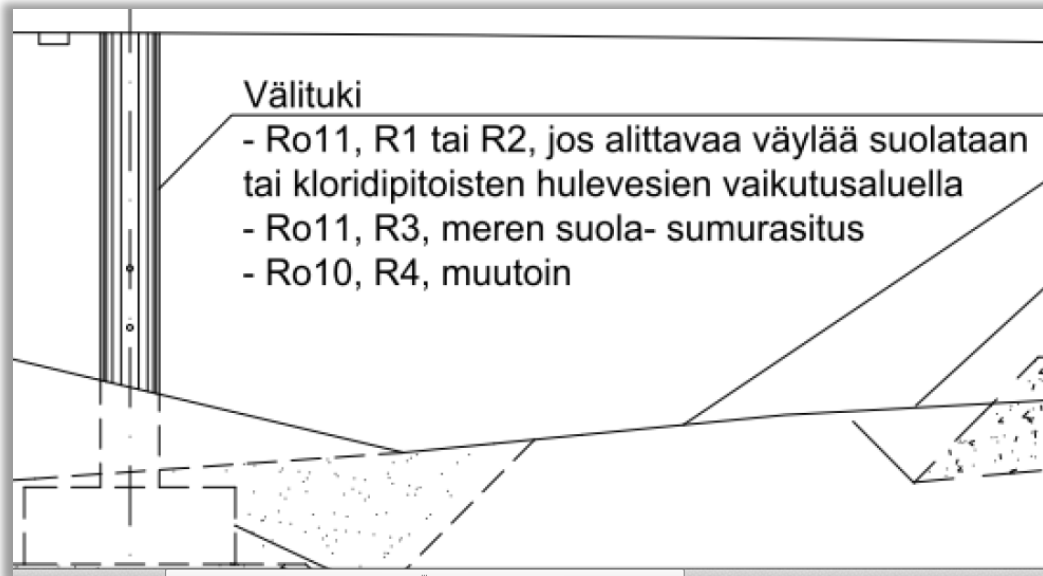
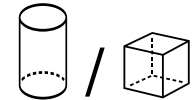
Yksittäinen ilmamäärämittaus
-1 % ... +2,5 %-yksikköä

P-luvun keskiarvon tulee täyttyä, yksittäinen P-luku saa alittaa vaatimuksen 15 %.

Betoni suunnitelmissa

Päällysrakenne	Ro20, R1, C35/45-3, P30, $c_{nom} = 40$ mm
Päätypalkit	Ro10, R1, C35/45-3, P30, $c_{nom} = 45$ mm
Siipimuurit	Ro12, R1, C35/45-3, P30, $c_{nom} = 45$ mm
Reunapalkit	Ro22, R1, C35/45-3, P50, $c_{nom} = 45$ mm

Ro20	Sillan rakenneos
R1	Suolarasitustaso
C35/45	Lujuusluokka
-3	Toteutusluokka
P30	P-lukuvaatimus
c_{nim}	Nimellinen betonipeite



Rasitusluokkia ei tule esittää, ~~XC3, XC4, XF2~~

- Poikkeuksena kemiallinen rasitus **XA**, joka tulee esittää

Valmiin rakenteen betonin lujuuden selvittäminen

Laaditaan aina
tutkimussuunnitelma

Yhteistyö
(urakoitsija, tilaaja,
betonin valmistaja)

*42020.1.1.6.2 Rakenteessa olevan betonin
puristuslujuuden määrittäminen*

InfraRYL

- Kimmovasaralla haetaan rajatulta alueelta suhteellisesti heikoimman ja keskimääräisen lujuuden kohdat
- Näihin kohdennetaan poraukset
- **Lujuus määritetään poralieriöistä, ei kimmovasaralla.**



- Kiitos mielenkiinnostanne -

