



Infrabetonien valmistus ja infratyömaa

Esityksen sisältö

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





Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
41/2020

INFRABETONIEN VALMISTUS



Väyläviraston ohje

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

Pakkassuolarasitettu betoni

Ohjeen vo 41/2020 tarkennus

Tässä kirjessä 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 Infrabetonien valmistus mukaiseen kappalenumerointiin, ellei toisin ole esitetty.

Betonielementtien osalta siirtymäaikaa ohjeen Infrabetonien 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 Infrabetonien valmistusohjeen ja InfraRYL:n mukaisesti.

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

Tarkennuksia ohjeeseen

- Lähinnä elementtipuolen kysymyksiin

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 viidennestä sekoittimen annoksesta ja sen jälkeen vähintään joka kymmenennestä annoksesta.

P-lukubetoni

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

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

P0, P30, P50



P-luku kuvaa betonin pakkassuolakestävyyttä

Betonissa tarvitaan tietty määrä ja tietyntaista ilmaa tämän saavuttamiseksi, suojahuokokset

Toiminnasta

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

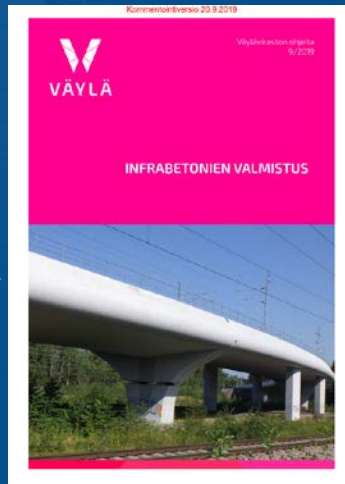
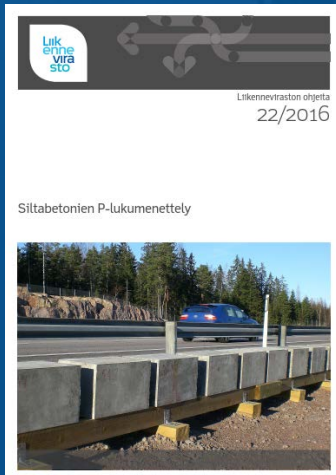
1.1.2022 alkaen Väyläviraston betoni valmistetaan ainoastaan *Infrabetonien valmistus* -ohjeen mukaan

Siirtymäaika on loppunut myös elementtivalmistuksen osalta

Tehtaalla tulee olla "infrabetoni" sertifiointi.

Muutoksia

- Päivitys ohjeeseen *Siltabetonien P-lukumenettely*



Selkeytetty ohjeistusta

Vähennetty betonilaatujen määrää

Lujuus arvostellaan lieriöinä, ei kuutioina

Kohdekohtaisia lujuusnäytteitä otetaan myös betonitehtaalla

Ennakkokokeet



Tehdaskohtaiset

- Luovat pohjan rakenteen säilyvyyden osoittamiselle työmaalla tehtäviin ilmamäärämittauksin

Kohdekohtaiset

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

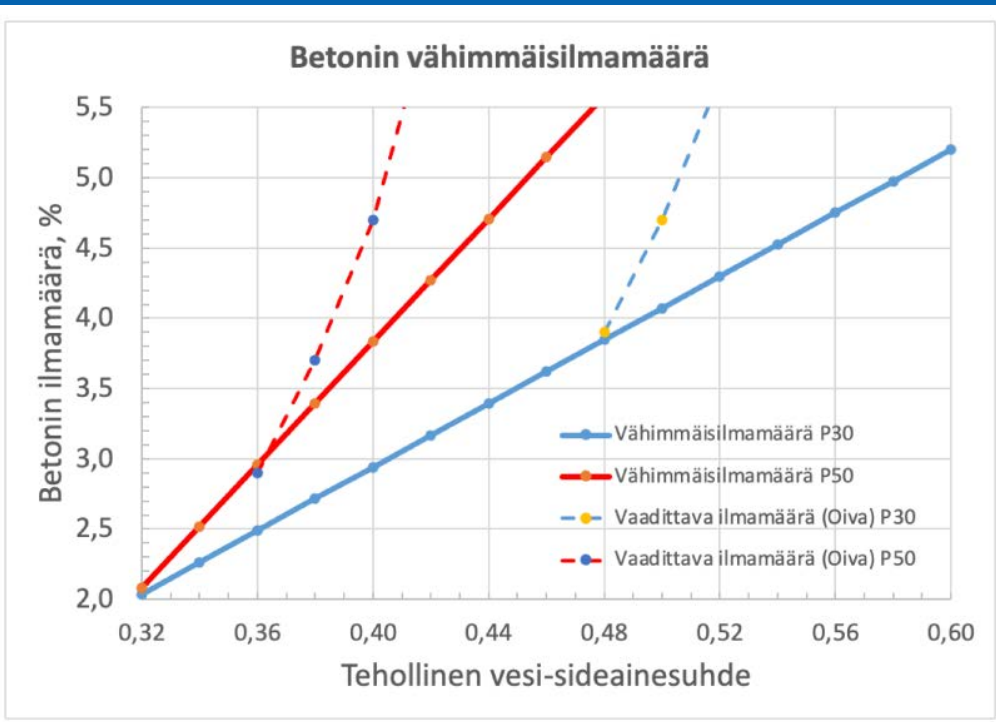
Muutoksia

Ennakkokokeet

- Testit esitetty mitattavina ja valvottavina
- Säilyvyys vain pakkassuolakokeella
 - huokosjaon määrittäminen poistunut
- Tehdaskohtaisten ennakkokokeiden voimassaolo
 - 1v. → **2v.**
- Sekoitusaikakoe
 - Ilmamääräpotentiaali
- Excelit ennakkokokeiden dokumentointiin

Muutoksia

Suhteitus



Ilmamäärä

- Enimmäisilmamäärä 5,5 %
- Vähimmäisilmamäärä kuten aiemmin
 - Esimerkki kuvassa myös käytännön vähimmäisilmamäärä

Muutoksia

Suhteitus

Kiviaines

Ylänimellisrajaltaan <12 mm kiviaineksen käyttö edellyttää Väyläviraston erillistä hyväksyntää

Sekoitusaika

Betonilaatukohtainen vähimmäissekoitusaika, huokostetuille ≥ 90 s
Ennakkokokeet laaditaan määritetyllä vähimmäissekoitusajalla

Muutoksia

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
- Mikäli seossementillä on erillishyväksyntä, P-luvun laskennassa aktiivisuuskertoimena voidaan käyttää $k_A = 1$

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
- Rakennuskohdekohtaista lujuustietoa



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, Täytyttävä 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

- Ilmamäärä
- **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.

Laskentapohjia ja opastusvideoita


- P-luvun laskenta
- Tehdaskohtaiset ennakkokokeet
- Kohdekohtaiset ennakkokokeet
- Yhteenvedo voimassaolevista ennakkokokeista

VÄYLÄVIRASTO

INFRABETONIEN P-LUVUN LASKENTA

Versio 1.0 28.12.2020

Infrabetonien valmistusohje - Versio 41/2020

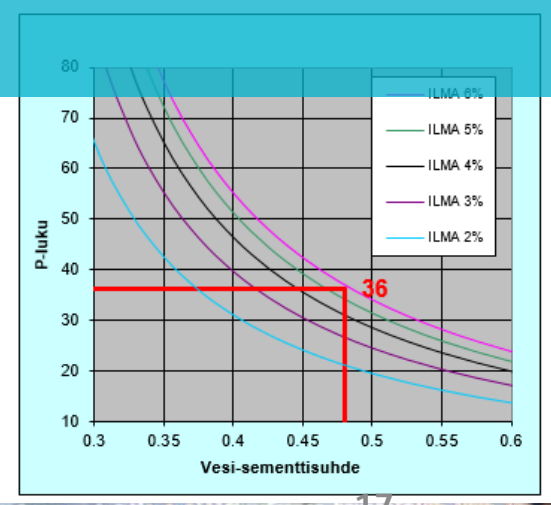


Betonin valmistaja		Urakoitsija	
Tehdas		Projektin nimi	
Betonin tunnus		Sillan tunnus ja nimi	
Valmistajan koodi		Sillan nimi	
Vastuhenkilö		Rakenne	
Sähköposti ja puh.nro		Betonityönjohtaja	
Lujuusluokka	C35/45	Valitse alusvetovalikosta	Sähköposti ja puh.nro
P-luku	F30	Valitse alusvetovalikosta	Lisätiedot

P-LUVUN LASKENTA		Valitse sementit alusvetovalikosta	Määrä [kg/m ³]	Sementtien seosaineet	Erillishyväksyntä
Sementti I	Nimike:	Finnsementti, Oiva	280	masuunikuona	19 ON (20.12.2017)
	Valmistaja:	Finnsementti Oy		silika	0
	Tyyppi:	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N		lentotuhka	0
	Lisätietoja:			kalkkifilleri	10
Sementti II	Nimike:	Finnsementti, Rapid, LPR	130	masuunikuona	8 ON (20.12.2017)
	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/m ³]		
masuunikuona	16 masuunikuona	0	
silika	0 silika	0	
lentotuhka	0 lentotuhka	0	
kalkkifilleri	9		
Kiviaineksen yläniemellisraja D [mm]		16	
Jalkihoitoaika	7 vrk	Ilma %	5.5

Väylän erillishyväksyntä k_A lle (tai CEM I) on	on
Sementtien aktiivisuuskerroin k _A	1.00
k _A x sementin määrä Q _{sem}	410 kg/m ³
Teh. sideaineen kok.määrä Q _{sid}	410 kg/m ³
Sideaineen kok.määrä	410 kg/m ³
Teh. vesi-sideainesuhde (Q _{vesi} /Q _{sid})	0.48



Mistä löytyvät?

Excelit ja opastavat videot

www.vayla.fi/ohjeluetelo

Ohjeluetelo

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

Näin käytät ohjelueteloa:

- Siirry halutun väylämuodon ohjeisiin.
- Liiku ohjelueteloissa 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 tieohjeluetelot löytyvät kohdasta "Tallennetut tienpidon tekniset ja turvallisuusohjeet". Mikäli hankintasopimuksessa halutaan sitoa tieohjeet tiettyyn päivämäärään, valitaan tieohjeluetelo tämän otsikon alta. Täältä löytyvät myös kaikki aiemmin tallennetut vanhat tieohjeluetelot.

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

Tallennetut tienpidon tekniset ja turvallisuusohjeet (viimeksi tallennettu 1.12.2023)

Tienpidon tekniset ja turvallisuusohjeet (jatkuvasti päivittyvä)

Traficomin säädökset ja määräykset

Infrabetonien valmistus

- Ohjeen esittely

Infrabetonien valmistus - Tarkennuksia ohjeeseen 41/2020

- Esittelyvideo

Ohjeeseen 41/2020 liittyvät lomakkeet:

- P-luvun laskenta (xlsx)

Video

- Kohdekohtaiset ennakkokokeet (xlsx)

Video

- Tehdaskohtaiset ennakkokokeet (xlsx)

Video

- Yhteenveto tehdaskohtaisista ennakkokokeista (xlsx)

VO 41/2020

16.12.2020

Kirje

27.10.2021

Lomake

Versio 1.0

Lomake

Versio 1.0

Lomake

Versio 1.3

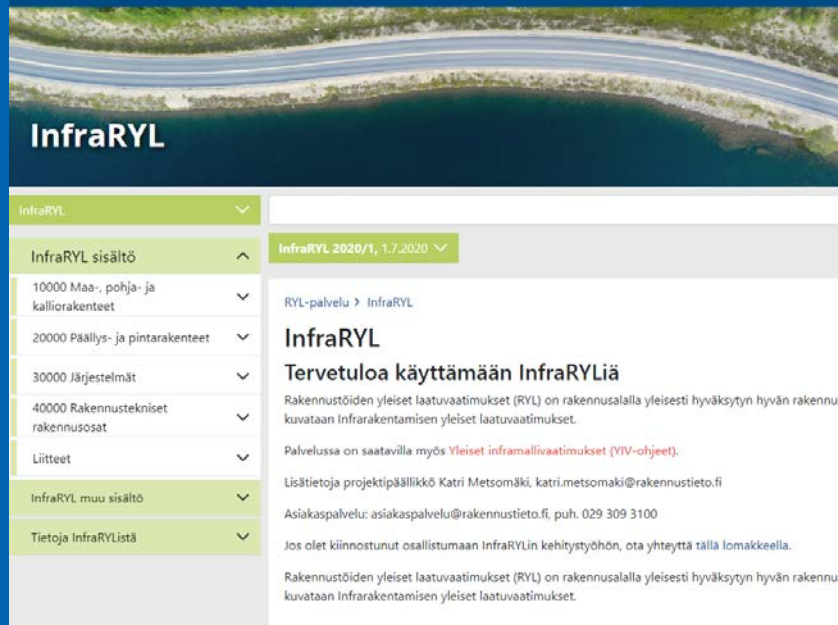
Lomake

Versio 1.0

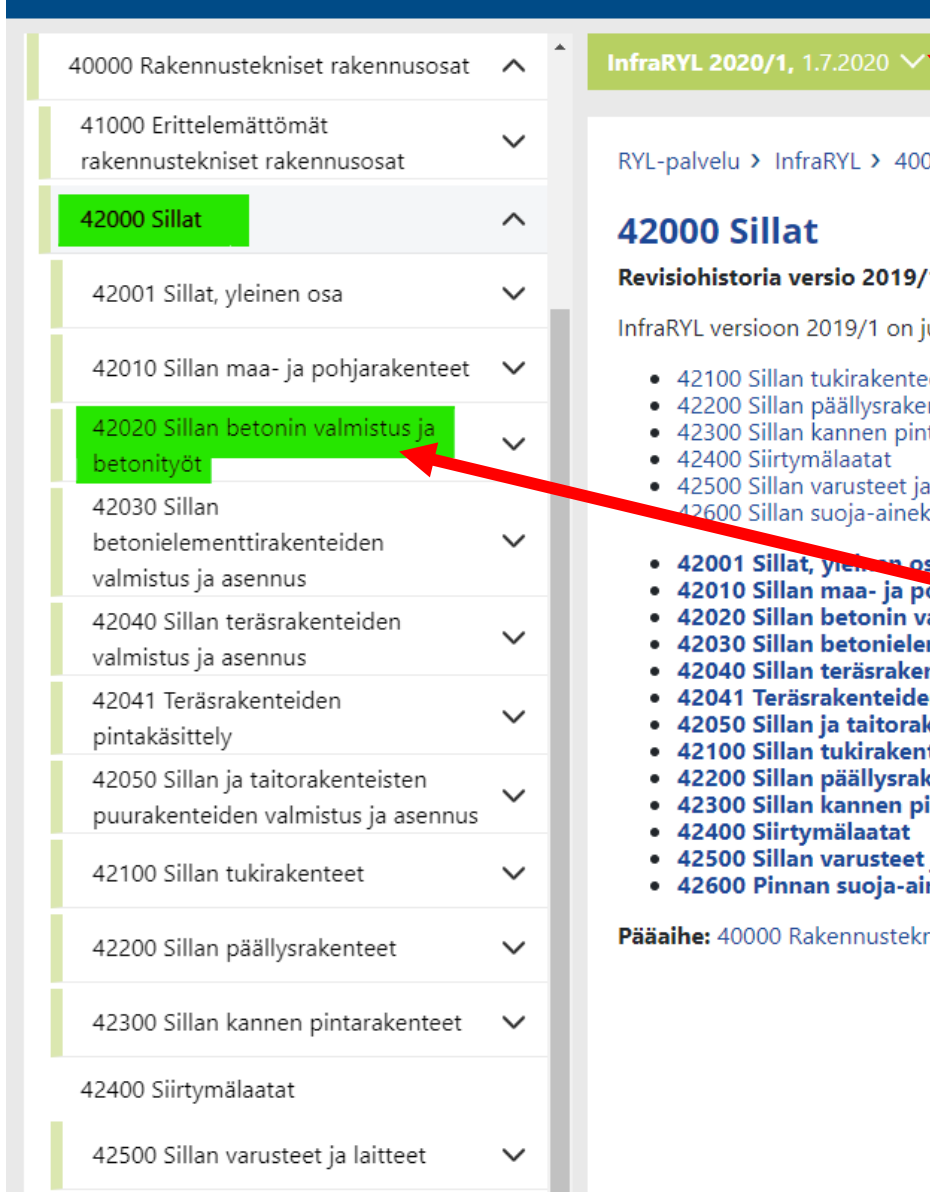
Työmaalla InfraRYL

- Hyvän rakennustavan kuvaus
- Yhdessä sovitut laatuvaatimukset

RAKENNUSTIETO > RT tietoväylä > RYL-palvelu > InfraRYL



RAKENNUSTIETO > RT tietoväylä > RYL-palvelu > InfraRYL



versiohallinta

Betoniasioita

InfraRYL

Vaatus:

"Betonin puristuslujuus testataan 28 vuorokauden iässä."

Ohje:

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

- Jakautuu vaatimukseen ja ohjeisiin
- Hankkeissa noudatetaan tietyn ajanhetken versiota InfraRYListä
 - Ei välttämättä viimeisintä
- InfraRYL päivittyy kaksi kertaa vuodessa.

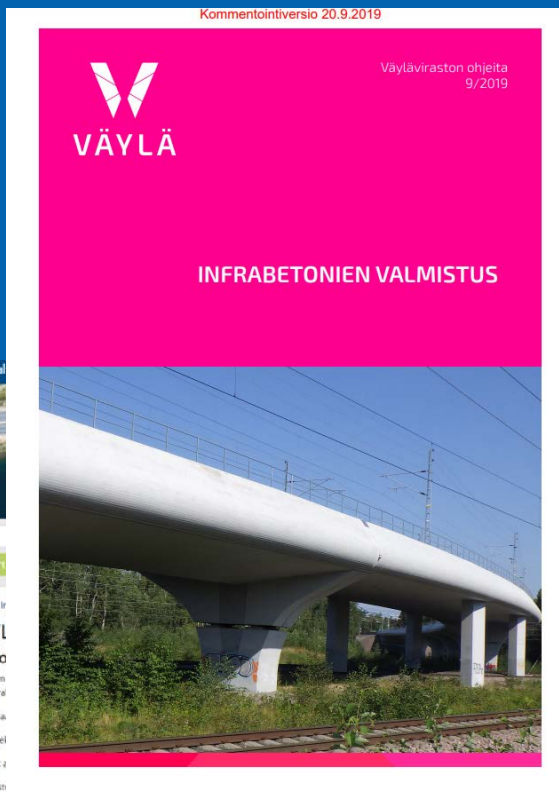
Infratyömaan Arvosteluerät

- Silta jaetaan arvostelueriin
 - Rakenneosa (perustukset, tuet, kansi)
 - Betonilaatu (lujuus ja P-luku)
 - ..
- Kelpoisuus osoitetaan arvosteluerittäin

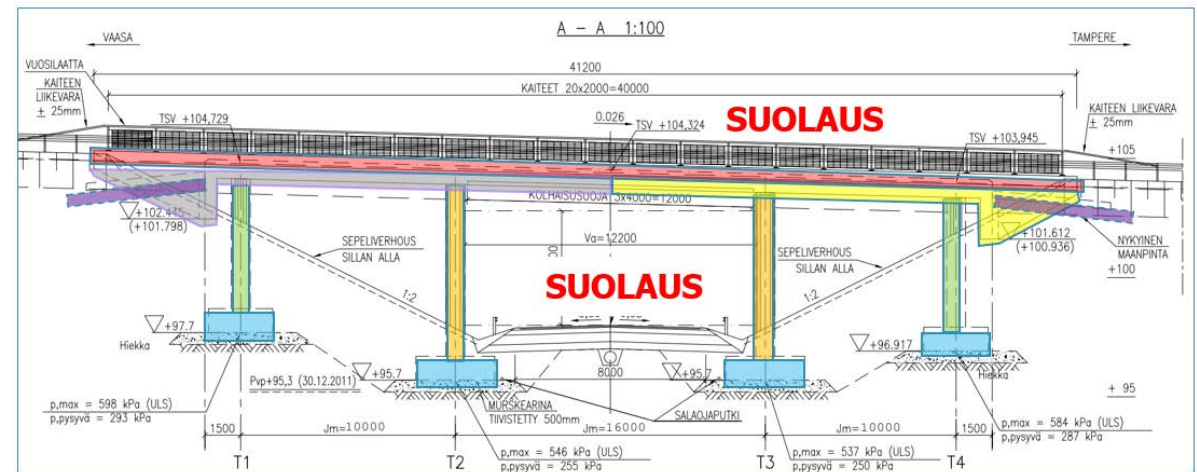
RAKENNUSTIETO > RT tietoväylä > RYL-päi



InfraRYL sisältö	InfraRYL 2020/21
10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet	RYL-palvelu > Ir
20000 Päällystys- ja pintarakenteet	InfraRYL
30000 Järjestelmät	Tervetulo
40000 Rakennustekniset rakennussuoritukset	Rakennustöiden kuvataan infra
Lähteet	Palvelussa on sa
InfraRYL, muu sisältö	Lisätietoja projek
Tietoja InfraRYListä	Asiakaspalvelu: z
	Isä ei ole kiinnost



Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL) on rakennusalailla yleisesti hyväksytyn hyvän rakennus-
kuvan infra- ja rakennusteknisten yleiset laatuvaatimukset.



Kelpoisuuden osoittaminen

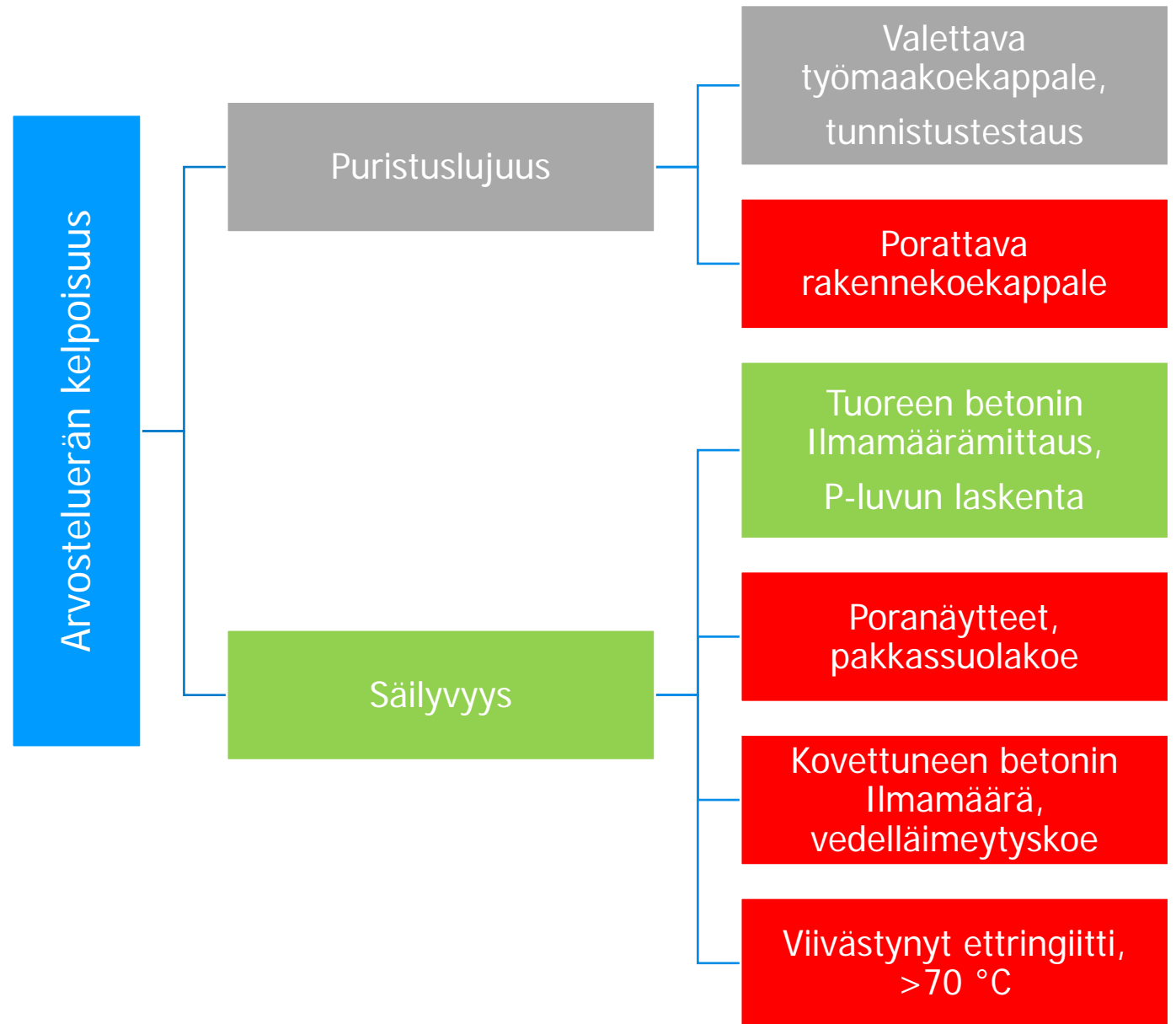
Tehdään arvosteluerittäin



Puristuslujuus



Ilmamäärä



Standardit ja testaus

- "Standardi (normi) 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

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

InfraRYL

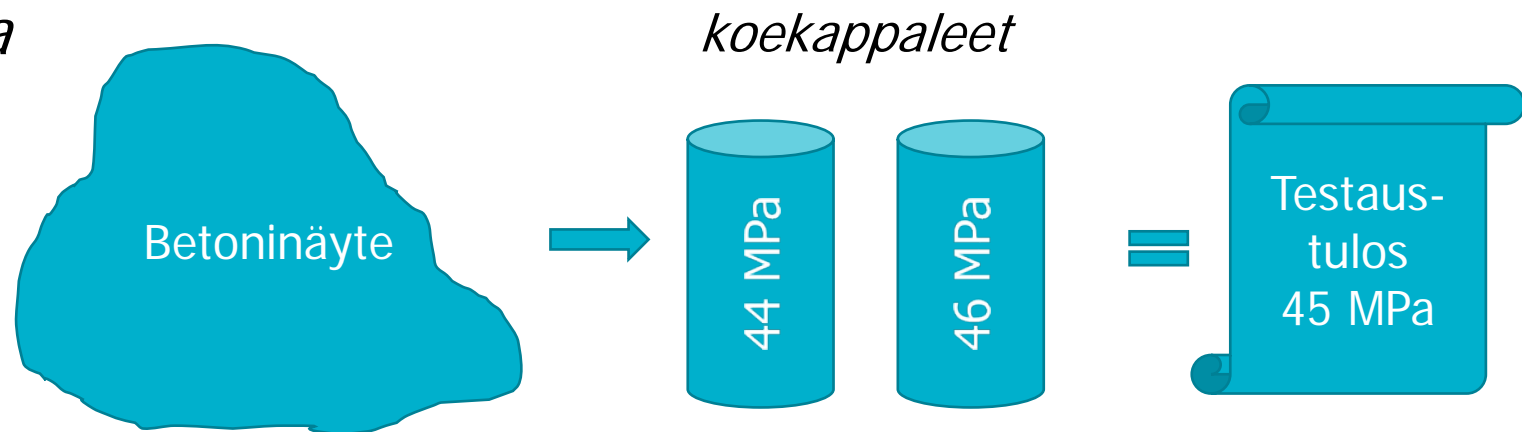
Työmaalla tehtävät koekappaleet

- *Urakoitsijan vastuulla, myös betonin valmistaja voi tehdä nämä.*
- *Rakenteen kelpoisuus puristuslujuuden suhteen osoitetaan työmaalla valettavilla lieriöillä, Tärkeitä!*
- *Olosuhteet dokumentoidaan, jatkuva mittaus*
 - *Metallimuotti, lieriö 300 mm x 150 mm*
 - *Näyte otetaan ennen muottiin sijoittamista, esim. pumpattuna.*
 - *Säilytetään työmaalla muotissa 24 h .. 3 vrk.*
 - *Suojattuna kuivumiselta, iskuilta ja tärinältä*
 - *Muotista poiston jälkeen vesisäilytys , kunnes puristetaan.*
 - *Säilytyslämpötila + 20 °C*



Työmaakoeappaleet, testaustulos

- *SFS-EN 206 mukainen tunnistustestaus*
 - *Arvosteluerittäin*
 - *Näytteen testaustulos koostuu kahdesta koekappaleesta*
 - *6 näytettä joista valmistetaan 12 koekappaletta, saadaan 6 testaustulosta*



Työmaakoeappaleet, arvostelukriteerit

Puristuslujuuden suhteen

- *Puristuslujuuden tunnistustestaus työmaalla valetuille koekappaleille.*
 - *Esimerkissä C35/45-3 P30, tällöin $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$*
 - *Ehto 1:*
Jokaiselle yksittäiselle koekappaleelle $f_{ck} - 4 \text{ MPa}$
 - *(esim. $35 \text{ MPa} - 4 \text{ MPa} \geq 31 \text{ MPa}$)*
 - *Ehto 2:*
Tulosten keskiarvovaatimus $f_{ck} + 2 \text{ MPa}$
 - *(esim. $35 \text{ MPa} + 2 \text{ MPa} \geq 37 \text{ MPa}$)*
- *Jos ei täyty niin sitten porataan*



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

Infrabetonien valmistus

Kohdekohtaiset ennakkokokeet

- Tarve harkitaan kohdekohtaisesti -

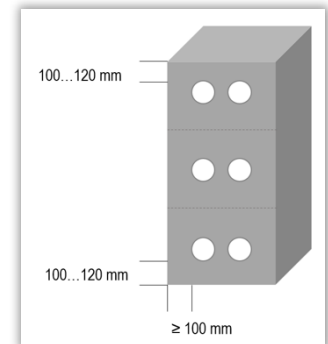
- Tehdään sopimuksen mukaan
 - Pyritään, että tarjouspyyntövaiheessa olisi jo tieto kohdekohtaisien ennakkokokeiden tarpeesta
- Työmaan ja betonitehtaan yhteistyönä
- **Harkinnan mukaan** erityisen vaativista kohteista
 - Vaikeasti valettavat rakenteet
 - Tiheät raudoitukset, kapeat palkit
 - Pitkät betonin kuljetusmatkat
 - Erottumisherkilliset betonit
 - Notkeat, huokoistetut betonit joiden $\# < 12$ mm
 - Poikkeuksellinen yli 100 v. suunnittelukäyttöikä
 - Korkeat betonin lujuudet ja P-lukuvaatimukset esim. $>C45/55$ tai $P > 50$

Infrabetonien valmistus

Kohdekohtaiset ennakkokokeet



- Koerakenne kuvaa mahdollisimman hyvin tehtävää rakennetta.
 - Betonimassa, valu- ja tiivistysmenetelmä
- Tuoreen betonin testaus:
 - Notkeusluokka
 - Ilmamäärä
 - Tiheys
- Kovettuneesta koerakenteesta porataan lieriöitä ylä- ja alapinnasta sekä keskeltä.
 - Lujuus d28, tiheys, tiheyden keskihajonta.
 - Em. Arvoille on omat kriteerit



Betonin valinta

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

- Suunnittelija määrittää betonin lujuus- ja säilyvyysvaatimusten perusteella.
- Merkintä suunnitelmiin
 - Oikea tapa
 - Ro20 R1 C30/37-3 P30 $c_{nim} = 40$ mm
 - *Väärä tapa*
 - Ro20 R1 ~~XC3, XC4, XF2~~ C30/37-3 P30 $c_{nim} = 40$ mm
 - **Rasitusluokkia ei tule esittää** Väyläviraston suunnitelmissa, eikä betonia tilatessa.
 - Poikkeuksena kemiallinen rasitus XA, joka tulee esittää
 - Rakenneosat ja rasitusluokkaryhmät (Ro ja R1) Väyläviraston ohjeessa NCCI 2 Betonirakenteiden suunnittelu

Porausstandardi SFS-EN 13791:2019

- Valmiin rakenteen tutkimiseen jos työmaakoekappaleet alittavat vaatimukset tai jos muuta on mennyt pieleen

- Valmiin rakenteen lujuuden määrittämisestä laaditaan aina suunnitelma

- Yhteistyö betonitehtaan kanssa

Uudistunut porausstandardi:

- Väylävirasto valinnut käyttöönsä kpl 9.3 mukaisen menetelmän
 - Kimmovasaralla haetaan rajatulta alueelta suhteellisesti heikoimman ja keskimääräisen lujuuden kohdat
 - Näihin kohdennetaan poraukset
 - **Lujuus määritetään poralieriöistä, ei kimmovasaralla.**



Lopuksi

- Infrabetoneita on työmaalle saatu
 - Pidempiä kuljetusmatkoja
 - Ennakkokokeita Esim. IT P-luku massat (paalujen betonointi)
 - 8 mm kiviainesta ei enää suositella.
- Kiitos mielenkiinnostanne -

