

## 42020.1.1 Infrabetonit

### 42020.1.1.1 Yleistä

#### Vaatus

Infrabetonit (P-lukubetoni) valmistetaan julkaisun *Infrabetonien valmistus* mukaisesti. Infrabetonit voivat olla huokostettuja pakkas-suolarasituksen kestäviä betoneita ( $P > 0$ ) tai huokostamattomia betoneita ( $P = 0$ ).

Käytettävän betonin tehdaskohtaiset ennakkokokeet tulee olla hyväksytysti suoritettuna vähintään viikkoa ennen rakenteen betonointia.

Viimeistään viikkoa ennen betonointia osoitetaan, että kyseinen betoni täyttää siltä vaaditut ominaisuudet toimittamalla tilaajan edustajalle ennakkokokeiden tulokset ja suhteitustiedot.

#### Viitteet

- Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020 (vayla.fi/ohjeluettelo).

### 42020.1.1.2 Tuore betonimassa ja kovettunut betoni

#### Vaatus

Tuoreella betonimassalla on oltava sellaiset ominaisuudet, että se tarkoitukseen soveltuvia menetelmiä käyttäen tiivistettynä ja jälkihoidettuna täyttää kovettuttuaan kaikki suunnitelmassa ja tässä luvussa betonille asetetut vaatimukset.

Kovettuneella betonilla on oltava sillan rakennussuunnitelman mukaiset lujuus-, säilyvyys- ja muut ominaisuudet ja sen on täytettävä kohdan 42020.3.4.6 jälkihoitoa koskevat vaatimukset ja julkaisun *Infrabetonien valmistus* vaatimukset.

#### Viitteet

- Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020 (vayla.fi/ohjeluettelo).

### 42020.1.1.3 Betonin valmistaminen

#### Vaatus

Betonin koostumus valitaan sillan suunnitelma-asiakirjojen, tämän luvun ja julkaisun *Infrabetonien valmistus* mukaisesti ottaen huomioon vallitsevat olosuhteet ja käytettävät työmenetelmät.

Betoni suhteitetaan ja ennakkokokeet tehdään julkaisun *Infrabetonien valmistus* mukaisesti ja kelpoisuus osoitetaan em. julkaisussa ja kohdissa 42020.1.1.5 ja 42020.1.1.6 esitetyllä tavalla.

Erikoisbetonien mm. itsestivistyvän betonin tai kuitubetonin valmistamisessa betonin laadusta, laadun toteutukseksi tehtävistä ennakkokokeista ja käytettävistä koemenetelmistä sekä vastuurajoista betonoinnin aikana ja kohteen toteutustavasta on sovittava ennakolta massan valmistajan ja urakoitsijan välillä aloituskokouksessa (ks. kohta 42020.3.4.2).

Betoni valmistetaan *Infrabetonien valmistus* -ohjeen vaatimuksia vastaavassa sertifioidussa betonitehtaassa ja valmistuksen on oltava ympäristöministeriön hyväksymän toimielimen tarkastamaa. Kyseisen toimielimen pätevyysalueeseen tulee kuulua valmisbetoni.

**Viitteet**

- Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020 (vayla.fi/ohjeluettelo).

**42020.1.1.4 Kohdekohtaiset ennakkokokeet****Vaatus**

Hankkeen tilaajan vaatimuksesta voidaan erityisen vaativien rakenteiden osalta edellyttää ohjeen *Infrabetonien valmistus* mukaisia kohdekohtaisia ennakkokokeita.

**Ohje**

Hankkeen tilaaja on esimerkiksi Väylävirasto tai kaupunki.

Päätöksen ohjeen *Infrabetonien valmistus* mukaisista kohdekohtaisista ennakkokokeista ja niiden laajuudesta tekee aina hankkeen tilaaja. Kohdekohtaisien ennakkokokeiden suorittaminen on urakoitsijan vastuulla, kokeet tehdään yhteistyössä urakoitsijan ja betoninvalmistajan kesken. Kohdekohtaisten ennakkokokeiden suoritus ja vaatimukset on esitetty ohjeessa *Infrabetonien valmistus*, kappaleessa Kohdekohtaiset ennakkokokeet.

Eryyisen vaativia rakenteita ovat mm.:

- Vaikeasti valettavat rakenteet
- Erottumisherät rakenteet
- Betoni, jonka lujuusluokka on suurempi kuin C45/55 tai P-luku on suurempi kuin P50

Vaikeasti valettavia rakenteita ovat esimerkiksi erityisen tiheästi raudoitettut rakenteet. Erottumisherkkiä betoneita ovat esimerkiksi notkeat, huokostetut betonit, joiden kiviaineksen ylänimellisraja < 12 mm.

Tarve kohdekohtaisista ennakkokokeista ja niiden laajuudesta tulisi olla tiedossa jo urakan tarjousvaiheessa. Mikäli kohdekohtaisten ennakkokokeiden tekemisestä päätetään myöhemmin, kustannukset ja yksityiskohdat sovitaan erikseen hankkeen tilaajan kanssa.

Kohdekohtaisien ennakkokokeiden lisäksi voidaan tehdä myös muita testauksia ennen betonoinnin aloittamista, mikäli urakoitsija ja betonin valmistaja näkevät ne tarpeelliseksi.

**Viitteet**

- Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020 (vayla.fi/ohjeluettelo)
- SFS-EN 12350-7

**42020.1.1.5 Laadunvalvonta****Vaatus**

Laadunvalvonta betonin valmistuksessa (betoniasemalla) tehdään ohjeen *Infrabetonien valmistus* mukaisesti. Laadunvalvonta työmaalla tehdään tämän ohjeen mukaisesti. Laadunvalvonta työmaalla on urakoitsijan vastuulla. Laadunvalvontakokeet voi suorittaa myös betonin valmistaja, urakoitsijan toimeksiannosta. Betonin laadunvalvonta työmaalla käsittää mm.:

- Betonin notkeuden mittaaminen
- Tuoreen betonin ilmamäärän mittaukset
- Puristuslujuustestaukset työmaakoekappalein (tunnistustestaus)

Työmaalla tehtävien laadunvalvontakokeiden suorittajalla tulee olla riittävä dokumentoitu pätevyys ja kokemusta laadunvalvontakokeiden suorittamisesta.

### Ohje

Riittäväksi pätevyudeksi luetaan esimerkiksi betonilaborantin koulutus tai vastaava betonin laadunvalvontaa koskeva koulutus.

### Vaatus

Laadunvalvontamittausten tulokset toimitetaan betonin valmistajalle.

#### Betonin vastaanotto

Betoni on tarkastettava silmämääräisesti kuorman purkamisen aikana. Kuorman purkaminen on pysäytettävä, jos betonin ulkonäkö kokemuksen perusteella arvioituna ei ole tavanomainen.

Vastaanottotarkastus dokumentoidaan kuormakirjaan vastaanottajan allekirjoituksella.

Veden lisääminen tuoreeseen betonimassaan betonin kuljetuksen aikana tai valupaikalla on kielletty.

#### Betonin notkeuden määrittäminen

Betonin notkeus määritetään standardin SFS-EN 206:n mukaisesti aina kun betonin ilmamäärä mitataan tai kun tehdään koekappaleet puristuslujuuden tunnistustestausta varten. Notkeuden tulee täyttää notkeusluokalle asetetut vaatimukset. Painuman ja leviämän osalta yksittäisten mittaustulosten sallittu poikkeama on  $\pm 20$  mm ja Painuma-leviämän sallittu poikkeama on 0 mm. Mikäli betonin notkeus ylittää notkeusluokan ylärajan enemmän kuin sallittu poikkeama, betoni tulee hylätä.

Itsetiivistyvän betonin osalta noudatetaan lisäksi kohdassa (42020.3.4.9 Laadunvalvonta) esitettyjä vaatimuksia.

### Ohje

Notkeusluokkia ovat SFS-EN 206:n mukaiset Painuma (S-luokka), Leviämä (F-luokka) sekä itsetiivistyvän betonin Painuma-leviämä (SF-luokka).

### Vaatus

Lisäaineen lisääminen betonimassaan kuljetuksen aikana tai valupaikalla ovat sallittuja ainoastaan betonin valmistajan tai hänen edustajansa toimesta.

Lisäaineen lisäämisessä noudatetaan betonin valmistajan ohjeistusta kyseiselle menettelylle sisältäen mm. sekoitusajan ja -nopeuden. Ohjeet lisäaineen lisäämiselle tulee olla mukana kirjallisena betoniautossa.

Betoniauton pyörintäsäiliöön lisättyjen lisäaineiden tuotenimet ja lisäysmäärät tulee olla kirjattuna kyseisen kuorman kuormakirjaan ennen sen vastaanottokuittausta.

Notkistimen lisäyksen jälkeen betonin notkeus ja ilmamäärä tulee mitata. Notkeuden tulee täyttää kyseiselle notkeusluokalle asetetut vaatimukset ja ilmamäärän tulee täyttää kohdan *Betonin ilmamäärän määrittäminen* asettamat vaatimukset.

#### Betonin ilmamäärän määrittäminen

Ilmamäärän mittauksia tehdään arvosteluerittäin ja valupäivittäin viidestä ensimmäisestä kuormasta (alkumittaus) ja tämän jälkeen joka kymmenennestä kuormasta (jatkuva mittaus).

IT-betonille alkumittaus tehdään arvosteluerittäin ja valupäivittäin viidestä ensimmäisestä kuormasta ja jatkuva mittaus tehdään joka kolmannesta kuormasta.

Yhtäjaksoisessa betonoinnissa uusia alkumittauksia ei ole tarpeen suorittaa valupäivän vaihtuessa, mikäli jatkuvissa mittauksissa ei esiinny poikkeamia.

Jokaisesta arvosteluerästä on oltava vähintään kolme ilmamäärämittausta.

Ilmamäärämittaukset tehdään betoninäytteestä, joka on otettu mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa ennen massan sijoittamista muottiin.

Ilmamäärä mitataan standardin SFS-EN 12350-7 mukaisella painemittarimenetelmällä. Betoni tulee tiivistää joko tarkoitukseen sopivalla sauvatäryttimellä tai tärypöydällä. Painemittarin painesäiliötä ei saa täyttää yli niin, että yläpintaa joutuu poistamaan. Itsetiivistyvän betonin ilmamäärä mitataan ilman ulkopuolista tiivistystä.

Valupaikalla suoritettavassa betonin ilmamäärän testauksessa yksittäiset mittaustulokset saavat alittaa tavoiteilmamäärän enintään 1%-yksiköllä ja vastaavasti ylittää tavoiteilmamäärän korkeintaan 2,5%-yksiköllä.

Betonin valmistajan tulee ilmoittaa toimitettavan betonin tavoiteilmamäärä betonin tilaajalle. Tämä tieto tulee olla työmaan käytettävissä valupaikalla ilmamäärämittauksia tehtäessä.

Ne betonikuormat hylätään, joissa yllä esitetyt ilmamäärän raja-arvot alitetaan tai ylitetään. Vaatimuksen vastaisuudesta ilmoitetaan välittömästi betonin valmistajalle. Hylätyn kuorman jälkeen mitataan jälleen viisi seuraavaa kuormaa ja tämän jälkeen joka kymmenes kuorma. IT-betoneilla joka kolmas kuorma.

### **Betonin puristuslujuuskoekappaleiden valmistaminen**

Koekappaleet valmistetaan betoninäytteestä, joka on otettu mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa ennen massan sijoittamista muottiin.

Työmaalla valmistettavat koekappaleet ovat lieriöitä, joiden nimellishalkaisija on 150 mm, sekä nimelliskorkeus on 300 mm. Koekappaleet valmistetaan standardin SFS-EN 12390-2 mukaisesti käyttäen standardin SFS-EN 12390-1 mukaisia metallimuotteja.

Koekappaleita säilytetään vähintään 24 tuntia ja enintään 3 vrk työmaalla muoteissa, suojattuna iskuilta, tärinältä ja kuivumiselta +20 °C ±5 °C lämpötilassa. Koekappaleet eivät saa vahingoittua kuljetuksen aikana ja ne pakataan muovipusseihin kuivumisen välttämiseksi.

Muotista poiston jälkeen koekappaleita säilytetään testaukseen saakka vedessä, jonka lämpötila on +20 °C ±2 °C tai vaihtoehtoisesti säilytyshuoneessa, jonka lämpötila on +20 °C ±2 °C ja RH ≥ 95 %.

#### **Viitteet**

- Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020 (vayla.fi/ohjeluettelo)
- SFS-EN 12390-1 Kovettuneen betonin testaus. Osa 1: Näytteenotto
- SFS-EN 12390-2 Kovettuneen betonin testaus. Osa 2: Koekappaleiden valmistus ja säilytys lujuus-  
testejä varten
- SFS-EN 12390-3 Kovettuneen betonin testaus. Osa 3: Koekappaleiden puristuslujuus
- SFS-EN 12350-2, Tuoreen betonin testaus. Osa 2: Painuma
- SFS-EN 12350-5, Tuoreen betonin testaus. Osa 5: Leviämä
- SFS-EN 12350-7, Tuoreen betonin testaus. Osa 7: Ilmamäärä. Painemenetelmät
- SFS-EN 12350-8, Tuoreen betonin testaus. Osa 8: Itsetiivistyvä betoni. Painuma-leviämä
- SFS-EN 206, Liite B

### **42020.1.1.6 Betonin puristuslujuuden kelpoisuuden osoittaminen**

#### **Vaatus**

Rakenteessa olevan betonin puristuslujuuden kelpoisuus osoitetaan arvosteluerittäin betonin tunnistustestauksen avulla (42020.1.1.6.1) edellyttäen, että betonitöiden suoritus on kohdan 42020.3 Työnsuoritus mukainen.

Mikäli joko betonin tunnistustestauksen vaatimukset eivät täyty tai työnsuoritus ei ollut kohdan 42020.3 mukainen, rakenteessa olevan betonin kelpoisuus arvioidaan arvosteluerittäin kohdan 42020.1.1.6.2 mukaisesti rakenteessa olevan betonin lujuudenarvioinnin avulla.

### Ohje

Suunnitelmassa lieriölujuus on lujuusluokan ensimmäinen lukema. Esim. lujuusluokan C35/45 ominaislujuusvaatimus  $f_{ck}$  on 35 MPa. Valmisbetonia tilattaessa tulee selkeästi mainita, että tilattava lujuusluokka on esitetty lieriölujuutena.

### Vaatus

Betonin puristuslujuuden laadunvarmistusikä on 28 vuorokautta ellei 91 vuorokauden laadunvarmistusikä ole rakennussuunnitelmassa rakenneosan kohdalla esitetty. Laadunvarmistusikä voidaan muuttaa 28 vuorokaudesta 91 vuorokauteen hankkeen tilaajan ja suunnittelijan hyväksynnällä.

Käytettäessä 91 vuorokauden laadunvarmistusikää, betonin säilyvyyden testit suoritetaan kuten 28 vuorokauden laadunvarmistusiän omaavalle betonille.

Kantava rakenne voidaan ottaa käyttöön vasta, kun rakenteessa olevan betonin lujuus vastaa suunnitellun lujuusluokan vaatimuksia.

### Ohje

Mikäli rakenne on valettu kylmissä olosuhteissa, rakenteessa olevan betonin lujuus kehittyy hitaammin kuin työmaakoekappaleiden lujuus, jotka säilytetään +20 °C lämpötilassa.

Laadunvarmistusikä on ajanjakso, jonka päätteeksi betonilta vaaditut tietyt ominaisuudet (esim. puristuslujuus) tulee täytyä standardin SFS-EN 12390-2 mukaisissa olosuhteissa säilytettynä.

### Vaatus

Arvosteluerät

Arvosteluerien muodostamisessa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- Arvosteluerä on betoniasemakohtainen.
  - Saman rakenteen valusta, johon massa toimitetaan usealta asemalta samaan aikaan, voidaan muodostaa yksi arvosteluerä, kun jokaiselta asemalta toimitetusta betonista on tehty valettavia koekappaleita ja ilmamäärämittauksia. Ilmamäärämittausten lukumäärä ja taajuus on betoniasemakohtainen.
- Arvosteluerä on infrabetonilaatukohtainen.
  - Kaikki erilaiset lujuusluokan ja P-luvun yhdistelmät kuuluvat aina eri arvostelueriin.
- Eri sideainekoostumukset kuuluvat eri arvostelueriin.
- Kuivatyö ja vedenalainen valu ovat erillisiä arvostelueriä.
- Saman arvosteluerän betonit on valettu noin yhden kuukauden aikana.
- Arvosteluerä on kohde- ja rakenneosakohtainen (rakenneosat ovat esitetty ohjeessa NCCI 2 kappale 4).
  - Eri rakenneosien betoneita voidaan sisällyttää samaan arvosteluerään, tällöin lujuus- ja säilyvyysvaatimusten on täytettävä vaativimman rakenneosan vaatimukset.
  - Yhdistäminen on mahdollista jos:
    - Arvosteluerä koostuu samankaltaisista ja samalla tapaa valettavista rakenteista
      - Esim. sillan kansi + reunapalkki, korjauskohteessa reunapalkki ja maatuon reunapalkki
    - Arvosteluerä valetaan samalla massalla

- Betonitilavuudeltaan suurimpaan rakenneosaan liitettävien yksittäisten rakenneosien tilavuus on alle 50 m<sup>3</sup>.
- Arvosteluerän koko on korkeintaan 600 m<sup>3</sup>.

### Ohje

Esimerkiksi, edellä mainitut vaatimukset huomioon ottaen:

- Yhden sillan peruslaatat muodostavat yhden arvosteluerän.
- Yhden sillan muut maatumkirakenteet muodostavat yhden arvosteluerän.
- Maatukien reunapalkit muodostavat yhden arvosteluerän.
- Yhden sillan välituet muodostavat yhden arvosteluerän.
- Pienen sillan kansirakenne reunapalkkeja lukuun ottamatta muodostaa yhden arvosteluerän. Kansirakenne tulee jakaa useampaan arvosteluerään, mikäli betonitilavuus on suurempi kuin arvosteluerän enimmäiskoko.
- Päällysrakenteen reunapalkit muodostavat yhden arvosteluerän. Reunapalkit ja päällysrakenne voivat olla samaa arvosteluerää, jos betonilaatu on sama ja ne vaeleetaan samalla kertaa eikä valun koko ole liian suuri.
- Jänneankkureiden ja liikuntasaumalaitteiden varauskolojen jälkivalut muodostavat yhden arvosteluerän, jos betonilaatu on sama.
- Liikuntasauvojen tukikaistat muodostavat yhden arvosteluerän.
- Siirtymälaatat muodostavat yhden arvosteluerän.
- Vedeneristeen suojabetonilaatta muodostaa yhden arvosteluerän.

Mikäli rakenneosa jaetaan useampaan arvosteluerään, tulee arvosteluerien rajat merkitä toteuma-aineistoon.

#### 42020.1.1.6.1 Betonin puristuslujuuden tunnistustestaus

Valupaikalla suoritettavassa betonin puristuslujuuden tunnistustestauksessa noudatetaan SFS-EN 206 Liitteen B menettelyä tässä esitettyin täydennyksin.

Työmaalla valettavat koekappaleet valmistetaan kohdan 42020.1.1.5 Laadunvalvonta mukaisesti.

Koekappaleiden valmistajalla tulee olla kohdan 42020.1.1.5 Laadunvalvonta mukainen pätevyys ja kokemus.

Koekappaleiden puristuslujuus testataan testauslaitoksessa, jolla on akkreditointi standardin SFS-EN 12390-3 mukaiselle puristuslujuustestille. Vaihtoehtoisesti puristuslujuus voidaan määrittää betoniaseman omalla kalibroidulla ja kolmannen osapuolen itsetestausoikeuden mukaisen tasokokeen täyttävällä puristimella standardeissa EN 206 ja SFS 7022 esitettyjen betonin lujuuden testausvaatimusten mukaisesti.

Arvosteluerää kohden rakennuspaikalla otetaan 6 näytettä. Arvosteluerän betonitilavuuden ollessa alle 9 m<sup>3</sup> ja kun arvosteluerän betoni toimitetaan yhdellä kuormalla<sup>1)</sup>, otetaan vähintään 3 näytettä.

Näytteiden ottaminen jaetaan tasaisesti kaikkien betonikuormien, valukertojen ja betoniasemien kesken.

**Taulukko 42020:T1** Näytteiden lukumäärä n arvosteluerän betonitilavuuden mukaan.

		n		
		3 kpl	<	9 m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>
9 m <sup>3</sup>	≥	6 kpl	<	600 m <sup>3</sup>

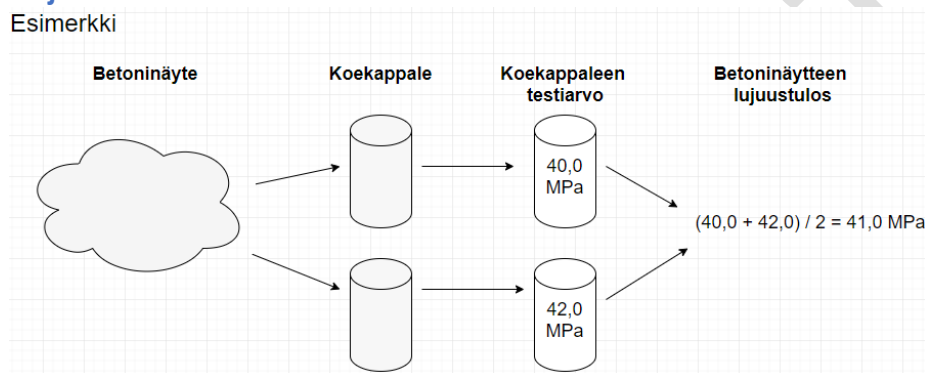
Betoninäytteestä valmistetaan kaksi tai useampia koekappaleita. Betoninäytteen lujuustulos on samasta näytteestä otettujen koekappaleiden testiarvojen keskiarvo. Jos koekappaleiden testiarvoissa on yli 15 % poikkeamia kyseisen näytteen testiarvojen keskiarvosta, kaikki kyseisen näytteen tulokset hylätään, ellei ole perusteltua syytä hylätä yksittäistä puristuslujuustulosta.

**Taulukko 42020:T2** Puristuslujuuden tunnistusehdot.

Arvosteluerän betoni- näytteiden lukumäärä n	Ehto 1	Ehto 2
		Betoninäytteen lujuus- tulosten keskiarvo
2..4	$\geq f_{ck} + 1 \text{ MPa}$	$\geq f_{ck} - 4 \text{ MPa}$
5..6	$\geq f_{ck} + 2 \text{ MPa}$	$\geq f_{ck} - 4 \text{ MPa}$

### Ohje

Esimerkki



**Kuva 42020:K1**

#### 42020.1.1.6.2 Rakenteessa olevan betonin puristuslujuuden määrittäminen

##### Vaatus

Rakenteessa olevan betonin puristuslujuuden kelpoisuus määritetään standardin SFS-EN 13791:2019 kohdan 9.3 ja kansallisen soveltamisstandardin **SFS NNN\*numeroa ei ole vielä\*** mukaan.

Betonin puristuslujuus määritetään valmiista rakenteesta, jos esimerkiksi:

- arvosteluerän valettujen koekappaleiden tunnistustestauksen ehdot eivät täyty,
- arvosteluerää ei ole muodostettu edellä mainitulla tavalla,
- työn aikana on todettu, ettei betonointi, jälkihoito tai lämmönhallinta ole onnistunut suunnitellulla tavalla,
- on joku muu perusteltu syy epäillä lujuuskatoa tai
- tilaaja suorittaa halutessaan ylimääräisen laadunvarmistuksen. Tilaajan tekemä laadunvarmistus on ensisijaisesti määräävä.

Porakappaleiden puristuslujuustulokset muutetaan vastaamaan laadunvarmistusiän lujuutta jäljempänä esitetyllä puristuslujuuden testausiästä riippuvalla muunnoskertoimella.

### Ohje

Sallitun poikkeaman alittavat ominaislujuudet käsitellään tapauskohtaisesti ohjeen Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvomuutosperusteet – SAP mukaan.

### Vaatimus

Valmiin rakenteen tutkimisesta tehdään tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelman tekee puolueeton betonirakenteiden asiantuntija ja suunnitelma hyväksytetään urakoitsijalla, betonin valmistajalla sekä hankkeen tilaajalla.

### Ohje

Tutkimussuunnitelma perustuu SFS-EN 13791 kappaleen 9 mukaiseen menettelyyn, kun kyse on betonin kelpoisuuden osoittamisesta. Mikäli tutkitaan vanhaa rakennetta, tai tutkittavasta betonin lujuusluokasta ei ole ennakkotietoja, käytetään SFS-EN 13791 kappaleen 8 mukaista menettelyä.

Tutkimussuunnitelmassa esitetään ainakin seuraavat seikat:

- tutkimuksen tavoite
- betonin kypsyysarviointi
- noudatettavat standardit, testimenetelmät ja tulosten arviointikriteerit sekä -menetelmät
- testauserät ja -kohdat
- näytteiden lukumäärät testauskohdittain
- poralieriöiden halkaisija ja porakappaleen pituus betonipinnasta mitattuna,
- missä porakappaleet valmistellaan puristettaviksi koekappaleiksi
- miten porakappaleiden puristuspinnot käsitellään
- tutkimuslaitos, joka ottaa näytteet/testaa ne.
- porauskohtien korjausmenetelmä.

### Vaatimus

Rakennekoekappaleiden näytteenotto, kimmovasaratetaus, säilytys, tutkiminen ja puristuslujuuden testaus tehdään standardien SFS-EN 13791, SFS-EN 12504-2, SFS-EN 12504-1, SFS-EN 12390-1 ja SFS-EN 12390-3 mukaisesti.

Koekappaleina käytetään nimellishalkaisijaltaan ja -korkeudeltaan 80 mm:n lieriöitä. Mikäli betonin kivialneksen ylänimellisraja on vähintään 32 mm, käytetään halkaisijaltaan ja korkeudeltaan 100 mm:n lieriöitä.

Porakoekappaleiden koko otetaan huomioon kertomalla yksittäiset puristuslujuustulokset porakoekappaleen nimellishalkaisijasta riippuvalla kokovaikutuskertoimella:

- porakoekappaleen nimellishalkaisija 100–150 mm => kerroin 1,05
- porakoekappaleen nimellishalkaisija 80 mm => kerroin 1,10
- porakoekappaleen nimellishalkaisijan arvoilla 80 ... 100 mm kerroin interpoloidaan suoravai-  
vaisesti välillä 1,10 - 1,05.

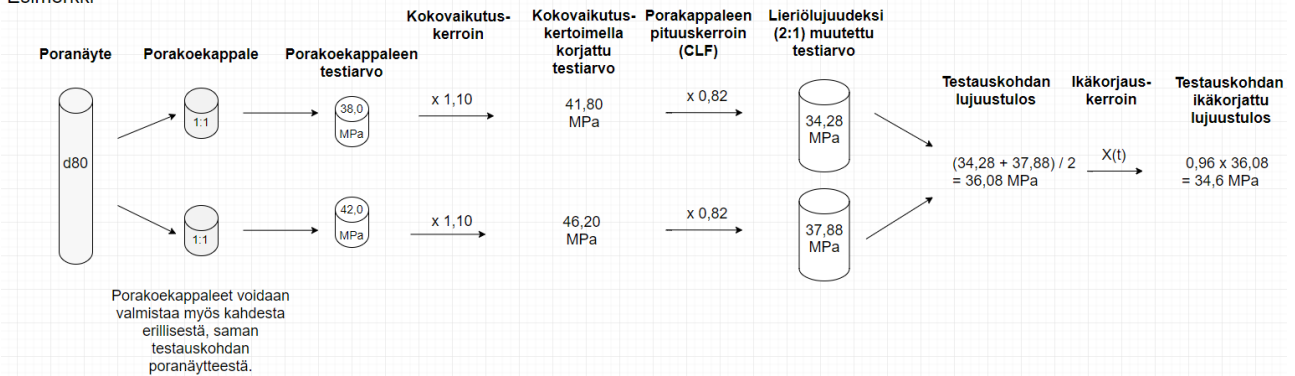
Kokovaikutuskertoimella korjatut puristuslujuustulokset muunnetaan lieriölujuuuksiksi (300x150 mm) kertomalla ne porakappaleen pituuskertoimella (CLF) 0,82.

Koekappaleet testataan betonin toimittajasta riippumattomassa testauslaitoksessa, jolla on akkreditointi standardin SFS-EN 12390-3 mukaiselle puristuslujuustestille.



**Ohje**

Esimerkki



**Kuva 42020:K2**

**Vaatus**

Mikäli rakenteen puristuslujuus on testattu laadunvarmistusiän mukaisen kypsyden saavuttamisen jälkeen, jokainen yksittäinen muunnettu lieriölujuustulos  $f_{ci,cyl}$  muutetaan vastaamaan laadunvarmistusiän kypsyden mukaista lujuutta  $f_{ci,cyl(28d/91d)}$  kaavalla.

$$f_{ci,cyl(28d/91d)} = X(t) \times f_{ci,cyl(t)}$$

missä

$f_{ci,cyl(28d/91d)}$  on ikäkorjattu (28 d tai 91 d) puristuslujuus,

$f_{ci,cyl(t)}$  on ajanhetkellä t mitattu puristuslujuus ja

$X(t)$  on testausiästä ja laadunvarmistusiästä riippuva korjauskerroin, joka saadaan taulukosta 42020:T2.

Samaa korjauskerrointa käytetään kaikille sideaineille. Ikämuunnoksessa ei huomioida betonin lämpötilan vaikutusta.

Ikämuunnosta ei saa käyttää takautuvasti siten, että vaatimuksia täyttämätön lujuus hyväksyttäisiin lujuuden nousua myöhemmin.

**Taulukko 42020:T3** Testausiästä riippuva puristuslujuuden korjauskerroin  $X(t)$ . Väliarvot interpoloidaan lineaarisesti. Korjauskerrointa voidaan käyttää vain laadunvarmistusiän mukaisen kypsyysien saavuttamisen jälkeen.

Testausikä t	Korjauskerroin X(t)	
	Laadunvarmistusikä 28 vrk	Laadunvarmistusikä 91 vrk
28 vrk	1,00	-
56 vrk	0,93	-
91 vrk	0,89	1,00
1 v	0,83	0,93
2 v	0,82	0,92
≥ 5v	0,80	0,90

Porakoekappaleiden tulee olla saavuttanut laadunvarmistusiän mukaisen kypsyyssaste puristuslujuutta testattaessa.

Betonin kypsyyksiän ylittäessä laadunvarmistusiän (28 tai 91 vrk) tarkastellaan betonin todellista ikää korjauserrointa  $X(t)$  määrittäessä.

Tutkimusraportissa tulee esittää koekappaleen todellisen iän lisäksi kyseisen testatun betonin kypsyyksiän laskennallinen arvio, joka perustuu kyseisen betonirakenteen lämpötilahistoriaan ja yleisesti hyväksytyjen menetelmien käyttöön.

Kypsyyksiän laskennassa otetaan huomioon rakenteen mitattu todellinen lämpötila tai ympäröivän ilman lämpötila sekä hydrataatiolämmön laskennallinen vaikutus.

Mikäli kypsyyyslaskelmia ei ole hankkeen tilaajan hyväksymällä tavalla esitetty, rakenteessa olevan betonin lujuus voidaan määrittää ja arvostella, kun valusta on kulunut laadunvarmistusiän mukainen vuorokausimäärä.

### Ohje

Menetelmiä kypsyyksiän arvioimiseen on esitetty SFS-EN 13791 kansallisessa soveltamisstandardissa **SFS NNN \*numeroa ei vielä ole\***.

Betonin todellisella iällä tarkoitetaan valu- ja tarkasteluhetken välistä aikaa.

### Viitteet

- SFS-EN 206 Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus
- SFS-EN 12390-1 Kovettuneen betonin testaus. Osa 1: Näytteenotto
- SFS-EN 12390-2 Kovettuneen betonin testaus. Osa 2: Koekappaleiden valmistus ja säilytys lujuustestejä varten
- SFS-EN 12390-3 Kovettuneen betonin testaus. Osa 3: Koekappaleiden puristuslujuus
- SFS-EN 13791 Betonin puristuslujuuden arviointi rakenteista ja rakenneosista
- **SFS NNN \*numeroa ei vielä ole\* Standardin SFS-EN 13791 käyttö Suomessa**
- Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020 (vayla.fi/ohjeluettelo)
- Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet – SAP 2014, Liikenneviraston ohjeita 34/2014 (vayla.fi/ohjeluettelo)
- 42030 Sillan betonielementtirakenteiden valmistus ja asennus, InfraRYL Sillat.

## 42020.1.1.7 Betonin pakkas-suolakestävyys kelpoisuuden osoittaminen

### Vaatus

Betonin pakkas-suolakestävyys kelpoisuus osoitetaan arvosteluerittäin, toteutuneen P-luvun avulla. Toteutunut P-luku lasketaan työmaalla mitattujen betonin ilmamäärämittausten ja suhteitustietojen perusteella ohjeen *Infrabetonien valmistus* mukaisesti.

P-lukujen keskiarvon on täytettävä suunnitelmassa asetettu P-lukuvaatus. Yksittäinen P-luku saa alittaa vaatimuksen enintään 15 %.

P-lukulaskennan tekemisestä vastaa urakoitsija. Betonin valmistaja on velvollinen toimittamaan betonin suhteitustiedot P-lukulaskentaa varten. Mikäli betonin valmistaja tai kolmas osapuoli suorittaa ilmamäärämittaukset urakoitsijan toimeksiannosta, tämä taho voi tehdä myös P-lukulaskennan. Tällöin betonireseptiä ei tarvitse toimittaa urakoitsijalle. Ilmamäärämittaustulokset ja P-lukulaskelmien tulokset on kuitenkin toimitettava urakoitsijalle. Tällaisessa tapauksessa betonin valmistaja toimittaa suhteitustiedot suoraan Väyläviraston Taitorakennerekisteriin turvaluokitustasolla III.

## Ohje

Suhteitustiedot toimitetaan Väyläviraston Excel-lomakkeella: ”Infrabetonien P-luvun laskenta”

### Vaatus

Jos työmaalla mitattujen betonimassan ilmamäärämittausten keskiarvo ylittää suhteituksen mukaisen ilmamäärän yli 2 %-yksikköä, tulee betonin puristuslujuuden kelpoisuus selvittää rakenteesta poratuista koekappaleista kohdan 42020.1.1.5 mukaan.

Mikäli suhteitustietojen ja työmaalla mitattujen betonin ilmamäärämittausten perusteella laskettu P-luku täyttää suunnitelmissa esitetyn P-lukuvaatimuksen ja lisäksi betonin puristuslujuus tunnistustestauksessa (42020.1.1.6.1) todetaan vaatimusten mukaiseksi, kovettuneen betonin kelpoisuutta pakkas-suolakestävyys-suhteen ei tarvitse erikseen kokeellisesti osoittaa. Tällöin edellytetään kuitenkin, että työnsuoritus on ollut kohdan 42020.3 mukainen ja betoni on suojattu ja jälkihoidettu tilaajan hyväksymällä tavalla.

Elleivät kaikki edellä luetellut ehdot täyty, harkitsee hankkeen tilaaja tapauskohtaisesti täydentävien tutkimusten tarpeellisuuden.

Täydentävää tutkimusta varten porataan rakenteesta näytteet, joille tehdään teknisen spesifikaation CEN/TS 12390-9 mukainen 56 kierroksen pakkasuolakoe laattatestinä tehtynä. Testikappaleiden pinta-alan tulee olla vähintään yhtä suuri kuin teknisessä spesifikaatiossa esitetystä testissä neliömäisillä koekappaleilla tehtynä. Pakkas-suolakestävyysluku P lasketaan koetulosten perusteella ohjeen *Infrabetonien valmistus* kohdan 7.2 mukaan.

## Ohje

Täydentävää tutkimusta tehdään tarvittaessa myös kovettuneen betonin ilmamäärän selvittämiseksi. Ilmamäärä selvitetään porakoe-kappaleista kapillaarisen vedellä imeytyskokeen avulla.

### Vaatus

Täydentävistä tutkimuksista laaditaan tilaajan hyväksymä suunnitelma. Poranäytteiden paikat valitaan siten, että tutkittavan rakenneosan betonista saadaan mahdollisimman kattava ja oikea kuva, mutta aiheuttamatta rakenteelle ja sen toiminnalle vahinkoa.

Poranäytteiden kohdat tulee paikata soveltuvien SILKO-ohjeiden mukaisesti.

Täydentävän tutkimuksen perusteella määritettyjen P-lukujen keskiarvon on täytettävä suunnitelmassa asetettu vaatimus. Korkeintaan yksi kolmesta tuloksesta saa alittaa vaatimuksen enintään 15 %.

### Viitteet

- CEN/TS 12390-9 Kovettuneen betonin testaus. Osa 9: Jäädytys-sulatuskestävyys jäänsulatusaineilla
- Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020 ([www.vayla.fi/ohjeluettelo](http://www.vayla.fi/ohjeluettelo))
- by65 Betoninormit 2016.
- SILKO-ohjeet

### 42020.1.1.8 Kelpoisuuden osoittaminen muiden ominaisuuksien suhteen

#### Vaatus

Betonin kelpoisuus muiden ominaisuuksien suhteen osoitetaan standardin SFS-EN 206 kohdan 8.2.3 mukaisesti. Koekappaleet testataan käytettävällä testillä akkreditoitussa testauslaboratoriossa.

Kohdissa 42020.1.2, 42020.1.3, 42020.3.5...42020.3.8 on lisäksi esitetty lisävaatimuksia massiivisten rakenteiden, kylmällä säällä valetun betonin, vedenalaisen betonin ja ruiskubetonin ja itsetiivistyvän betonin kelpoisuuden osoittamiseksi.

#### 42020.1.1.9 Dokumentointi

##### Vaatus

Betonin valmistuksesta rakennuspaikalla tehdään standardin SFS-EN 206 kohdan 9.3 mukainen dokumentointi.

Suhteitustiedot, ennakkokoe-, puristuslujuus-, ilmamäärämittaus-, P-lukulaskenta- ja kaikki muut laadunvalvontatulokset sekä valmisbetonilaitoksella ja työmaalla tehty dokumentointi, luovutetaan tilaajan edustajalle ja liitetään sillan laaturaporttiin.

##### Viitteet

- SFS-EN 206 Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus.