

Uusi Infrabetonien valmistusohje tuli voimaan 1.1.2021

Jussi Vuotari, Asiantuntija, betoni, diplomi-insinööri

jussi.vuotari@vayla.fi

Väylävirasto

Jouni Punkki, Professori, TkT

jouni.punkki@betoniviidakko.fi

Betoniviidakko Oy

Ari Mantila, Jaospäällikkö, diplomi-insinööri

ari.mantila@rakennusteollisuus.fi

Betoniteollisuus ry

Väylävirasto on päivittänyt infrabetonin valmistuksen ohjeistustaan. Vuoden vaihteessa voimaan astui Infrabetonien valmistusohje (Väyläviraston ohjeita 41/2020). Ohjeen vaatimusten mukaan valmistetaan pakkassuolarasituksen kestävä P-lukubetonia. Sillat ja tieympäristön tukimuurit ovat yleisimpiä esimerkkejä P-lukubetonin käyttökohteista.

P-lukubetoni on kehitetty 80- ja 90-lukujen taitteessa, ensimmäisen kerran se julkaistiin 1991 SYL 3:ssa (Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset, Osa 3 Betonirakenteet). Ohjeistusta on päivitetty vastaamaan betoniteknologian kehitystä. P-lukujärjestelmän suurimpana etuna on, että betonin kelpoisuus säilyvyyden suhteen voidaan osoittaa työmaalla ilmamäärämittauksin jo ennen betonin valmistamista muottiin. Tämä kuitenkin edellyttää betonilta etukäteen betoniasemalla tehtyjä ennakkokokeita. P-lukubetoni on tutkitusti osoittautunut toimivaksi järjestelmäksi, eikä päivityksen yhteydessä olekaan muutettu itse P-luvun laskentaperusteita.

Vuoden siirtymäaika käynnissä

Infrabetonien valmistusohje astui voimaan 1.1.2021. Ohjeen täysimittaiseen käyttöönottoon on asetettu vuoden siirtymäaika. Tänä aikana betonitehtaat laativat infrabetonilaaduista ennakkokokeet ja hakevat tuotesertifiointia uuden ohjeen mukaiselle toiminnalle. Sertifiointia myöntämisen jälkeen infrabetonia voidaan toimittaa rakennuskohteeseen. 1.1.2022 lähtien kaikkiin Väyläviraston infrakohteisiin toimitettava betoni tulee olla valmistettu ja ennakkokokeet laadittu uuden ohjeistuksen mukaisesti.

Ohjepäivityksen keskeisenä tavoitteena on ollut selkeyttää ohjeistoa sekä tuoda vaatimukset paremmin mitattaviksi, etenkin ennakkokokeiden osalta. Muutoksia on tehty myös infrarakentamisen laatuvaatimusten eli InfraRYL:in puolelle. Ohjeiden keskinäistä jakoa on selkeytetty siten, että nyt Infrabetonien valmistusohje käsittelee betonin valmistusta ja InfraRYL työmaan toimintaa.

Betonin lujuuden ja säilyvyyden kelpoisuuden osoittaminen työmaalla on InfraRYL:in mukaan urakoitsijan vastuulla. Työn suorittamiseen voidaan kyllä käyttää betonin valmistajan palveluita.

Ohjepäivitystä on ollut tekemässä Väyläviraston asiantuntijatyöryhmän lisäksi laajennettu työryhmä, johon kuului betoniteollisuuden, betonin valmistajien, betonitehtaiden sertifioijien ja työmaan edustusta.

Väylävirasto ottaa mielellään vastaan palautetta, kuinka Infrabetonien valmistusohjeen käyttöönotto on sujunut. Tavoitteena Väylävirastolla on toimiva järjestelmä, jonka avulla voidaan valmistaa pitkäikäisiä ja sen kautta myös ympäristöystävällisempiä betonirakenteita rankkoihin olosuhteisiin.

I Vekaransalmen silta, Sulkava. Vekaransalmen silta on toteutettu liittorakenteisena, teräspalkkien ja betonikannen yhdistelmänä. Sillan pituus on 622 m. Silta korvasi avautuessaan 16. lokakuuta 2019 Vekaransalmen lossin. Silta on 9,5 metriä leveä, ja sen alikulkukorkeus on 24,5 metriä



1



2

Tärkeimmät muutokset

Vaikka itse P-luvun laskentakaavoihin ei ole tehty muutoksia, tuo uusi ohje muutoksia infrabetonien valmistuskäytäntöihin. Merkittävimmät muutokset uudessa ohjeessa ovat:

- Jatkossa vain kuusi infrabetonilaatua
- Lieriölujuuksien käyttöönotto
- Tavoiteilmamäärälle maksimiarvo
- Muutoksia sallittuun vesimäärään sekä seosaineiden määriin
- Uudet tehdaskohtaiset ennakkokokeet
- Kohdekohtaiset ennakkokokeet vaativissa kohteissa
- Kohdekohtaiset valettavat koekappaleet betoniasemalla

Ohjeessa esitetään suositellut infrabetonilaadut (taulukko 1), joita on kaikkiaan kuusi kappaletta ja niistä kaksi on huokostamatonta betonia (P0). Siten varsinaisia huokostettuja P-lukubetoneita on neljä kappaletta ja P-lukuja vain P30 ja P50. Tavoitteena onkin ollut vähentää erilaisten betonien määrää ja siten vähentää tarvetta ennakkokokeisiin.

Betonilaatu valitaan jo suunnitteluvaiheessa ja suunnitteluohjeet ovat päivityksen alla. Tästä syystä muitakin betonilaatua tulee esiintymään vielä jonkin aikaa. Tällaisessa tilanteessa betonin valmistajan kannattaa pyrkiä korvaamaan betoni ohjeen mukaisella betonilaadulla, jonka lujuus tai P-luku on korkeampi kuin tilittavalla betonilla. Jatkossa on edelleenkin mahdollista käyttää muitakin kuin

ohjeessa esitettyjä betonilaatua, mutta niille tarvitaan betonikohtaiset ennakkokokeet ja siten tällaisia "erikoisbetoneita" tulee olemaan rajoitetusti saatavissa. Esimerkiksi ennakkokokeiden tekeminen säilyvyyden osalta vie kuukausia.

Varmasti yksi merkittävimmistä käytännön muutoksista on lieriölujuuksiin siirtyminen infrarakenteissa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että koekappaleina käytetään lieriöitä ja puristuslujuudet lasketaan aina lieriölujuuksina. Tämä on merkittävä muutos sikäli, että Suomessa on tähän saakka edellytetty, että betoninvalmistajan laadunvarmistuksessa käytetään kuutiolujuuksia. Uuden BY65:n myötä Suomessa tullaan sallimaan lieriölujuuksien käyttö myös infrarakenteiden ulkopuolella. Vaikka infrapuolella käytetään pääosin lieriöitä, voidaan betonitehtailla edelleen käyttää myös koekuutioita. Lujuustulokset tulee tällöin muuntaa lieriölujuuksiksi.

Aikaisemmin huokostettujen betonien ongelmana oli ilmamäärän pysyvyys, ja siten määräykset asettivat vaatimuksia vain ilmamäärän vähimmäisarvolle. Lisäaineiden kehittymisen myötä myös liian korkeat ilmamäärät ovat yleistyneet. Tämän vuoksi uusissa ohjeissa betonin valmistajan on määritettävä kullekin betonilaadulle tavoiteilmamäärä ja sille on asetettu maksimiarvo: 5,5%. Edelleenkin tavoiteilmamäärälle on myös minimiarvo ja se lasketaan kuten ennenkin. Ilmamäärän mittauksissa, sekä betoniasemalla että silta-paikalla, mitattu ilmamäärä saa olla ylittää

2 Vantaan Koivukylän 450 metriä pitkä rautatieristeyssilta ylittää kaartuen pääradan. Silta on Suomen neljänneksi pisin rautatiesilta ja se valmistui vuoden 2012 lopussa.

3 Koivukylän rautatieristeyssilta on jännitetty betoninen kaukalopalkkisilta. Silta rakennettiin kuudessa lohossa, joista pisimmät lohkot ovat noin 100 m pitkiä. Sillassa on 16 pituudeltaan 27 - 33,5 metriä pitkä jännettä. Sillan pyöreämuotoisen reunapalkin korkeus on 2,9 metriä.



3

tavoiteilmamäärän 2,5%-yksikköä ja vastavasti alittaa 1,0%-yksikköä.

Aikaisemmassa P-lukuohjeessa betonin vesimäärälle oli asetettu maksimiarvo, joka riippui P-luvusta sekä hienoaineen määrästä. Tällä pyrittiin rajoittamaan P-lukubetonien kutistumaa. Vesimäärän raja-arvojen asettaminen osoittautui kuitenkin haasteelliseksi ja siten uudessa ohjeessa on vain yksi yleispätevä vaatimus vesimäärälle: Betonin tehollinen vesimäärä saa olla korkeintaan $200 \text{ dm}^3/\text{m}^3$.

Infrabetonien osalta on toivottu mahdollisuutta käyttää suurempia masuunikuonamääriä. Masuunikuonan maksimimäärä on edelleenkin 50% sideaineen kokonaismäärästä. Infrarakenteissa joudutaan rajoittamaan masuunikuonan määrää, koska korkealla masuunikuonan määrällä on negatiivisia vaikutuksia betonin pakkassuolakestävyyteen. P-lukubetoneilla, joilla ei ole pakkassuolarasitusta (PO), sallitaan nyt 70%:n kuonamäärä.

Ennakkokokeet ovat uuden ohjeen myötä muuttuneet merkittävästi. Ennakkokokeet jakautuvat tehdaskohtaisiin ja kohdekohtaisiin ennakkokokeisiin. Tehdaskohtaiset ennakkokokeet ovat tärkeä osa infrabetonien valmistusprosessia, sillä esimerkiksi betonin pakkassuolakestävyys testataan normaalisti ainoastaan ennakkokokeessa. Pakkassuolakestävyyden lisäksi ennakkokokeessa tutkitaan betonin työstettävyyssominaisuuksia, ilmamäärää eri ajankohtina sekä betonin puristuslujuutta. Lisäksi testataan sekoitusajan

riittävyys. Betonin ilmamäärä ei saa kohota merkittävästi sekoittamisen jälkeen.

Lähtökohtana ennakkokokeiden tekemiseen on kuuden suositellun infrabetonilaadun testaaminen (taulukko 1). Tällöin pakkassuolakeet vaaditaan vain kahdelta betonilaadulta. Samoin, jos samaa betonilaatua tehdään toisella sideaineella, tarvitaan ennakkokokeet vain osalle betonilaaduista. Valmistaja voi kuitenkin halutessaan tehdä ennakkokokeet vain osalle taulukon 1 betonilaaduista, mutta tällöin lievennykset muiden sideaineiden testausten osalta eivät ole voimassa. Ennakkokokeet tehdään notkeimmalla käytettävällä notkeusluokalla (suosituksena S4), mutta itsetiivistyvälle betonille täytyy tehdä omat ennakkokokeet. Samoin maksimiraekooltaan alle 12 mm betonit edellyttävät omia ennakkokokeita. Tämä tulee varmasti jossain määrin rajoittamaan esim. 8 mm betonien saatavuutta. Kyseiset betonit ovat herkkiä mm. ilmamäärän kohoamisen suhteen ja siten kyseisille betoneille on asetettu tiukempia vaatimuksia. Ennakkokokeet ovat jatkossa voimassa 2 vuotta.

Mikäli raaka-aineissa tapahtuu merkittäviä muutoksia, ennakkokokeet on uusittava. Lisäksi betonin valmistajan on tehtävä vähintään yhden betonilaadun ennakkokokeet vuosittain. Käytännössä ennakkokokekiertoon kannattaa siis ottaa vähintään kaksi infrabetonilaatua. Tehdaskohtaisten ennakkokokeiden voimassaoloa valvotaan tuotesertifioinnin yhteydessä. Ennakkokokeita varten on tehty

Taulukko 1

Suosittelut infrabetonilaadut

INFRABETONILAATU

C30/37 P0

C30/37 P30

C35/45 P0

C35/45 P30

C35/45 P50

C45/55 P50

Excel-lomakkeet, jotka toimivat myös kokeiden tarkastuslistana.

Kohdekohtaisia ennakkokokeita voidaan edellyttää vaativien kohteiden tietyille rakenteille, esimerkiksi jos lujuusluokka tai P-luku on korkeampi kuin taulukon 1 betoneilla. Samoin, jos rakenteen valaminen on vaikeaa tai betonin tiedetään olevan erottumisherkkää, voidaan vaatia kohdekohtaisten ennakkokokeiden tekemistä. Päätöksen kohdekohtaisten ennakkokokeiden tekemisestä tekee infrarakenteen tilaaja, esimerkiksi Väylävirasto. Kohdekohtaisten ennakkokokeiden yksi tavoite on parantaa yhteistyötä ja tiedonvaihtoa urakoitsijan ja betonin valmistajan välillä, kohteen erityispiirteet huomioiden.

Kohdekohtaisten ennakkokokeiden avulla pyritään varmistamaan hankalien rakenteiden valujen onnistuminen. Kohdekohtaiset ennakkokokeet tehdään yhteistyössä urakoitsijan ja betonin valmistajan kesken. Kokeissa valmistetaan koerakenteita ja kokeissa pyritään noudattamaan mahdollisimman pitkälti todellisen rakenteen valua betonilaadun, valun ja tiivistyksen osalta. Kohdekohtaisia ennakkokokeita tullaan todennäköisesti tekemään vain erityisen vaativissa kohteissa ja niissäkin vain yksittäisten rakenteiden osalta.

Jatkossa infrabetoneilta edellytetään betonitehtaalla kohdekohtaista testausta betonilaaduittain. Koekappaleita tarvitaan yksi 200 m^3 kohden ja vähintään 3 koekappaleita. Kohteissa, joissa betonilaatua toimitetaan yhteensä enintään 2 betonikuormaa, riittää 1 koekappale



4

per kuorma. Koekappaleet ovat osa tehtaan normaalia laadunvalvontaa ja siten vaatimus ei merkittävästi lisää testaustilavuutta. Betonin valmistaja on kuitenkin velvollinen raportoimaan tulokset kohdekohtaisesti ja betonilaaduittain.

Päivitetyin Infrabetoniohjeen vaikutus valmisbetonitehtaan toimintaan

Betonitehtaan tulee ottaa Infrabetoniohjeiden 2020 mukainen menettely käyttöön viimeistään vuoden 2021 loppuun mennessä, mutta betonin toimitussopimuksissa saatetaan edellyttää uusien ohjeiden noudattamista jo tätä aiemminkin. Käytännössä siirtyminen uusiin ohjeisiin tapahtuu betonitehtaalla samanaikaisesti kaikkien Väyläviraston kohteiden osalta, mutta tästä tulee kuitenkin sopia keskeneräisten toimituskohteiden kanssa. Periaatteena on, että vanhat infrabetoniohjeet voidaan korvata näillä uusilla, mutta ei päinvastoin.

Infrabetoniohjeiden 2020 käyttöönotto betonitehtaalla edellyttää, että ko. tehtaalla on niiden mukainen sertifikaatti voimassa ja toimitettavat P-lukulaadut on todettu vaatimukset täyttäväksi ennakkokokeiden avulla. Sertifikaattihakemuksen voi toimittaa Inspecta Sertifiointi Oy:lle jo ennen ennakkokokeiden suoritusta, mutta sertifikaatti vahvistetaan vasta alkutarkastuksen ja ennakkokokeiden hyväksyttävien tulosten varmistuttua. Sertifi-

kaatti voidaan myöntää jo yhdenkin P-lukubetonilaadun perusteella ja uusia betonilaatuja voidaan lisätä sertifikaatin piiriin suorittamalla vastaavasti ko. laaduille ennakkokokeet. Näiden suoritukset ja hyväksyttävät tulokset varmistetaan sertifioijan seuraavalla tarkastuskäynnillä. Betonilaadun ennakkokokeiden tulokset on vahvistettava tilaajalle vähintään viikkoa ennen kyseisen betonilaadun toimituksen aloittamista.

Betonin toimittajan tulee laatia betonitehdaskohtaisesti taulukko, jossa ilmoitetaan sertifikaatin mukaiset, ennakkokokeilla toimituskelpoisiksi todetut infrabetonilaadut sekä kyseisten ennakkokokeiden voimassaoloajat. Samalla ilmoitetaan ko. betonien suurin sallittu (= testattu) notkeusluokka ja maksimiraekoko (HUOM! Alle 12 mm maksimiraekoon betonit vaativat omat ennakkokokeet). Ajantasainen taulukko tulee toimittajaa tiedoksi tilaajille ja olisi suositeltavaa, että se olisi laajemminkin saatavilla, esimerkiksi suunnittelijoiden käyttöön.

Sekaannusten välttämiseksi tulee betonin lujuusluokista kommunikoida aina koko lujuusluokan merkinnällä (esim. C35/45), koska betonitehtaalla voi olla tarvetta käyttää samanaikaisesti sekä lieriö- että kuutiolujuuksia, riippuen toimituskohteista. Rasitusluokkia ei infrabetonien osalta esitetä, paitsi erityis-tilanteissa (XA-rasitusluokka). Betonitilauk-

sisssa tulee betonin määrittelyssä normaalisti mainita lujuusluokka, P-luku, betonimassan notkeus ja maksimiraekoko. Lisäksi tulee tarvittaessa mainita esimerkiksi 28 vrk:sta poikkeava laadun arvosteluikä sekä mahdollinen XA-rasitusluokka ja siihen liittyvän kemiallisen rasituksen laatu. Infrabetoniohjeiden soveltamisalueeseen liittyvät betonilaadut tunnistetaan P-lukumerkinnästä, kun vastaavasti talonrakennuspuolella vaadittavat säilyvyysominaisuudet ilmoitetaan rasitusluokkina ja suunniteltuna käyttöikäinä.

Mikäli tarvittavasta infrabetonilaadusta ei ole käytettävissä ennakkokoe tuloksia, voidaan se betonin tilaajan suostumuksella korvata vähintään lujuudeltaan ja/tai P-luvultaan vastaavalla tai korkeammalla betonilaadulla, joka on ennakkokokeilla varmistettu toimituskelpoiseksi infrabetonilaaduksi.

Ohje ja materiaalit löytyvät: www.vayla.fi/ohjeluetelo

- Kappale: "Tieohjeet"
 - Uusimmat ohjeet tai
 - Tieohjeet
- Viimeisin versio tulee varmistaa em. sijainneista.
- Näistä ladattava dokumentti sisältää linkit ko. dokumentteihin kohdassa: Tiesillat ... / Rakentamis-, laadunhallinta- ja tarkastusohjeet



5

4 Savonlinnan Laitaatsalmen sillat kuvattuna alapuolelta. Laitaatsalmen ylittää kaksi kiinteää maantiesiltaa, eteläinen valmistui 2017 ja pohjoinen 2018. Molempien pituus on 500 m ja alikulkukorkeus 24,5 m.

5 Vekaransalmen silta, Sulkava.

6 Infrabetonien valmistusohje.

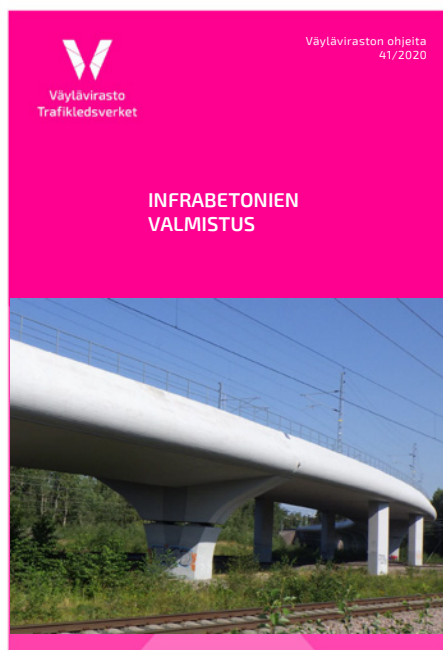
New guidelines for infra concretes published

Finnish Transport Infrastructure Agency (Väylävirasto) updated the guidelines for infra concretes on 1.1.2021. The guidelines cover the manufacturing of ready-mix concrete as well as pre-cast infra concrete structures. The site operations are dealt in a separate guideline (InfraRYL). The new guideline is needed to follow latest on the beginning of 2022.

In Finland, the salt-frost resistance of concrete has been evaluated with help of P-factor already since 1991. P-factor depends on water-binder ratio, air content of fresh concrete, curing time and the contents of secondary cementitious materials. Essential aspects in the P-factor concept are the special requirements for the mix design of concrete, extensive preliminary tests and measuring the air content of fresh concrete at construction site. P-factor varies normally in the area P30...P50, in some cases also P-values of P20 or P70 can be used.

In the new guidelines, the P-factor concept itself was not modified. However, there are some significant changes compared to the previous version. One of the major change is to use cylindrical strengths in infra concretes. Earlier all the compressive strengths in Finland were calculated using the cube strength. Also, the number of different infra concretes have been

limited, in the new version there are totally six recommended infra concrete qualities. In addition, the new guidelines introduced significant modifications for the preliminary tests. Two different preliminary tests can be required: Factory tests and Site test. Factory preliminary tests are needed for all the infra concretes, however some exceptions exist. The site preliminary tests can be required in case of demanding concrete structures.



6