

Vinkkejä betonin laadunvalvontaan

Tietojen päivityskurssi
Betoni laboranteille ja -mylläreille
18.9.2025

Kim Johansson
Suomen Betoniyhdistys ry

Betonin valmistuksen haasteet

- Betonin tulee olla kelvollista kaikkien siitä mitattavien ominaisuuksien suhteen (lujuus, säilyvyys, työstettävyys)
- Hyvässä betonissa kaikki mitattavat ominaisuudet ovat tasapainossa ja vaatimukset täytettäviä
-
- Betoni valmistetaan aina sillä hetkellä käytettävissä olevista raaka-aineista. Raaka-aineissa tulee aina olemaan vaihtelua ja tämän takia betonin koostumuksen ja ominaisuuksien hallinta on haastavaa.

Laadunvalvonnan yleiset periaatteet

- **Betonin ja betonirakenteiden valmistusta säätelee**
 - SFS-EN 206 Betoni ja sen kansallinen soveltamisstandardi SFS 7022 (=säilyvysohjeet)
 - SFS-EN 13369 Betonivalmismisosien yleiset säännöt
 - **Erilaiset tuotestandardit ja testausstandardit**
 - Esim. SFS-EN 1168+A1 Betonivalmismisosat, ontelolaatat
 - **Inspecta Sertifioinnin tuoteryhmäohjeet:**
 - Valmisbetoni
 - Betonielementit ja jännitetyt betonielementit
 - Tuoteryhmäohjeissa on vaatimukset henkilöpätevyyksille
 - **Yritys todentaa itse tuotteensa ja palvelunsa vaatimuksenmukaisuuden**
- 

Laadunvalvonnan yleiset periaatteet betonin valmistuksessa

- ▶ Tätä varten tulee yrityksellä/tehtaalla olla sitä varten laadittu laadunvalvontajärjestelmä (laatukäsikirja)
- ▶ Elementtitehtaan betonin ja valmiiden tuotteiden vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen kuuluu ulkopuolisen laadunvalvonnan varmistajan suorittama tehtaan sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastus ja tehtaan sisäisen laadunvalvonnan jatkuva valvonta.
- ▶ Valmisbetonilla tulee olla varmennustodistus johon kuuluu samainen alkutarkastus ja jatkuva ulkopuolinen laadunvalvonnan varmistus.
- ▶ Ohjeiden noudattamista ja laadunvalvonnan tasoa valvotaan kolmannen osapuolen toimesta (esimerkiksi Kiwa Sertifiointi Oy)

Laadunvalvonnan yleiset periaatteet

- Muut ohjeet ja julkaisut joissa on esitetty vaatimuksia ovat esimerkiksi:
 - Betoninormi BY65 (päivitys lähiviikkoina)
 - Betonirakenteiden pinnat BY40 2021
 - SFS-EN 12620 Betonikiviainekset
 - BY 43 Betonin kiviainekset 2018 (tulee päivittymään)
 - Betonirakentamisen laatuohjeet BY47 (päivitys tulossa 2025)
 - Betonielementtien nostolenkit ja ankkurit. eKirja (Betonikeskus r.y. 2010)
 - Betonielementtien toleranssit (Betonikeskus r.y. 2011)
 - InfraRyl ja Väyläviraston (entinen Liikennevirasto) ohjeet

Laadunvalvonnan perusteet

- Laadunvarmistuksen ja dokumentoinnin tarkoituksena on osoittaa että betonin/betonituotteen valmistaja:
 - On toiminut voimassaolevien määräysten ja hyvän rakentamistavan mukaisesti
 - Tuote on sopimuksenmukainen, turvallinen ja kelpoinen
- Osoittaminen tapahtuu
 - Asiakasta varten mm. laadunvalvontatulosten raportoinnilla
 - Itselle esim. oman edun turvaamiseksi myöhempiä mahdollisia reklamaatioita silmälläpitäen
 - Viranomaisia varten joille osoitetaan että tuote täyttää minimivaatimukset rakennetun ympäristön turvallisuudesta, terveellisyydestä ja laadusta
- Dokumentointi on ainoa tapa jälkikäteen osoittaa tehty laadunvarmistustyö ja varmistaa riittävä jäljitettävyys

Laadunvalvonnan perusteet

- Yrityksen omasta näkökulmasta laadunvarmistuksen tavoitteena on tuotannon
 - taloudellinen optimointi eli tehdään laatua mahdollisimman edullisesti
 - virheiden (=kalliiden reklamaatioiden) välttäminen
- Tuotteet valmistetaan mahdollisimman edullisesti
 - Sementtimäärä minimointi
 - Ylilujuuden minimointi (=hajonnan minimointi)
 - Hiilidioksidipäästöjen minimointi
- Tuotteet täyttävät sopimusten ja määräysten vaatimukset, mutta eivät ole ”ylihyviä”
- Euro on myös laadunvalvonnassa hyvä motivoija!

Vinkkejä betonin laadunvalvontaan

- Betonin valmistuksessa on laadun kannalta tärkeää noudattaa sisäisiä valmistusohjeita!
- Tehdään vähintään ne mittaukset ja laatuasiakirjat joita vaaditaan. Tarvittaessa lisätään testimäärää. Nykyaikaisilla laadunvalvontamenetelmillä ja -välineillä saadaan kaikki piilossa oleva näkyviin.
- Mitataan ja dokumentoidaan asiat jo tekovaiheessa sillä se on aina edullisin tapa toimia.
- Jos tulee ongelmia => kysytään neuvoa aina ennen kuin tehdään mitään jos ei olla varmoja. Tuotannosta vastaa viime kädessä valmisbetonityönjohtaja.

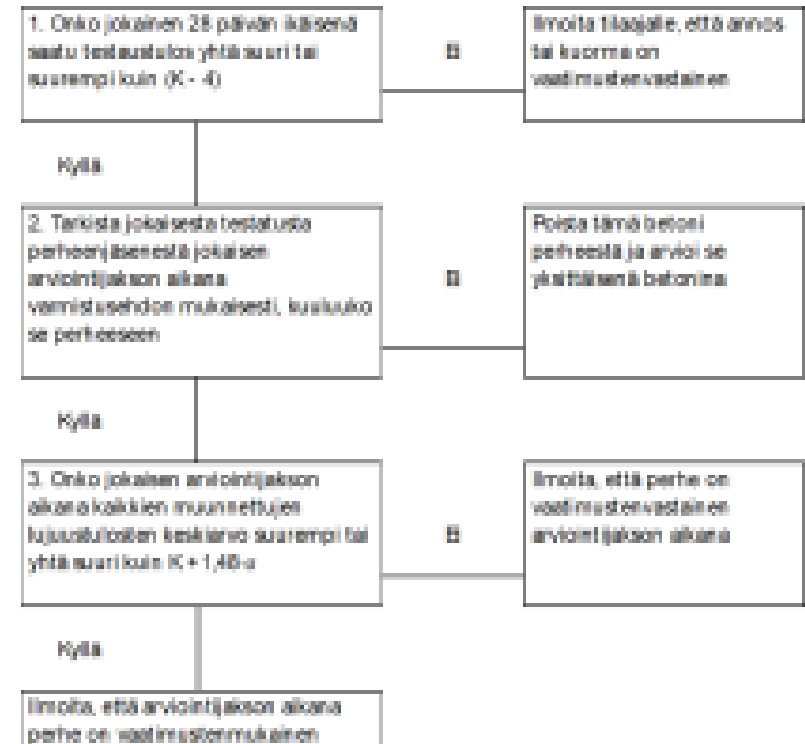
Vinkkejä betonin laadunvalvontaan –yleistä

- Valitse tehtaalta muutama perusmassa (myös säänkestävä) jonka ominaisuudet tunnet kaikissa olosuhteissa hyvin. 4–5 eri betonilaatua voi riittää.
- Mittaa perusmassasta kaikki mitattavissa olevat keskeiset ominaisuudet (notkeus, lämpötila, tiheys, ilmamäärä, lujuus). KÄYTÄ CUSUMIA! Mittaa ilma myös huokostamattomista massoista.
- Perusmassojen hyvä tuntemus helpottaa mahdollisten muutosten syiden etsimistä.
- Seuraa 7 vrk ja 28 vrk välisen lujuuden suhdetta. 28 vrk lujuusennusteiden paikkansapitävyys on tärkeää.



Vinkkejä betonin laadunvalvontaan –yleistä

- Ota näyte ja tee kokeet aina samalla tavalla ja samassa järjestyksessä. Näytteen tulee olla edustava ja riittävän suuri (kottikärryllinen)
- Älä ota perusmassasta näytettä heti erikoisbetonin jälkeen koska edellinen annos vaikuttaa seuraavaan
- Tee kokeet heti kun olet ottanut näytteen. Betonin seisottaminen kottikärryssä voi muuttaa koetulosta.
- Tarkista ilmamittarin kalibrointi vertaamalla tiheyden kautta laskettua ilmamäärää ilmamittarin antamaan lukemaan.
- Seuraa lujuuskoekappaleiden tiheyttä. Sen tulee olla lähellä reseptistä laskettua tiheyttä.



Vinkkejä betonin laadunvalvontaan

- Keskity erityisesti eniten vaikuttaviin asioihin
 - Betonin vesimäärä
 - Betonin ilmamäärä
- Jos todellinen vesimäärä tai ilmamäärä ei ole reseptin mukaisia betonin ominaisuudet eivät ole halutut
 - Lujuus poikkeaa tavoitellusta
 - Notkeus ei ole suunniteltu
 - Säilyvyys ei ole haluttu



Vinkkejä betonin laadunvalvontaan – vesimäärä

- Mittaa kuivattamalla kiviaineksen kosteuspitoisuus riittävän usein. Tarvittaessa useamman kerran päivässä.
- Etenkin hienoaineksen kosteus tulee tuntea hyvin. Seulo hienoaines ja varmista että rakeisuus ei ole muuttunut.
- Jos tehtaalla on käytössä automaattinen kiviaineksen kosteuden seuranta tulee antureiden oikea toiminta varmistaa mittaamalla kosteus kuivaamalla.
- Vesimäärän voi tarkistaa myös kuivattamalla tuore betoninäyte mikroaaltouunissa. Testi epävirallinen.



Vinkkejä betonin laadunvalvontaan – vesimäärä

- Jos kiviaineksen vesimäärää ei tunneta, ei tiedetä myöskään betonin todellista vesimäärää.
- Jos vesimäärä vaihtelee paljon heittelee myös lujuus ja notkeus.
- Saadaan poikkeamia notkeudesta ja mahdollisesti lujuusaluksista ja vesi-sideainesuhteesta (=säilyvyydestä)
- Lujuuden hajonta kasvaa ja lujuustasoa joudutaan nostamaan => valmistus kalliimpaa ja CO₂ päästöt kasvavat



Vinkkejä betonin laadunvalvontaan – ilmamäärä

- Mittaa ilmamäärä säänkestävillä betoneilla vähintään by 65 vaatimalla taajuudella. Tarvittaessa mitataan useammin. Tarkista samalla tiheys.
- Sääda tarvittaessa huokostimen annostusta
- Seulo hienoaines jos ilmamäärä muuttuu. Hienoainesmäärä vaikuttaa huokostimen annostukseen.
- Jos ilmamäärä heittelee paljon heittelee myös lujuus. 1 % muutos ilmamäärässä vastaa noin 4–5 Mpa



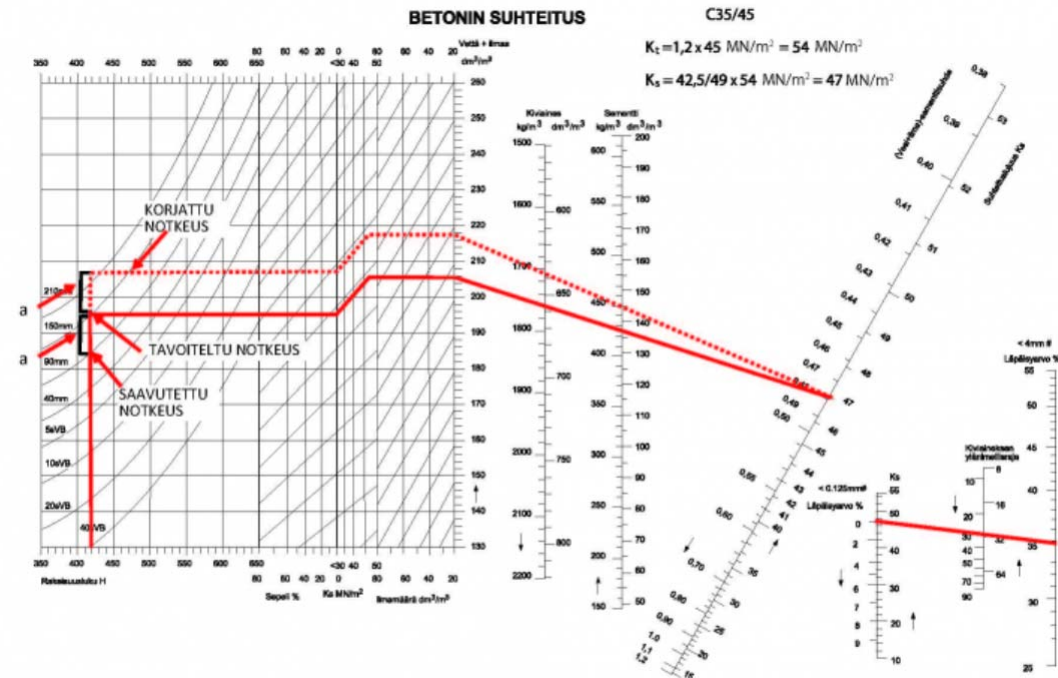
Vinkkejä betonin laadunvalvontaan – ilmamäärä

- Liian pieni ilmamäärä => mahdollinen säilyvyysongelma
- Liian suuri ilmamäärä => mahdollinen lujuusalitus.
- Alistusten seurauksena voi olla kalliita reklamaatioita ja jopa rakenteiden purkua
- Liian pienen ilmamäärän selviäminen tehtaalla johtaa ehkä kuorman hylkäämiseen mutta sen suurempaa vahinkoa ei tule
- Suuri lujuusvaihtelu => iso hajonta => lujuustasoa nostettava => sementtiä lisättävä => valmistuskustannus ja CO₂-määrä kasvaa.



Vinkkejä betonin valmistukseen ja laadunvalvontaan

- Selvitä 7 vrk ja laadunarvosteluiän 28 vrk lujuuden välinen korrelaatio, joka mahdollistaa nopeamman reagoinnin muutoksiin.
- Selvitä lämpötilan vaikutus lujuuteen. Kuumabetoni pienentää lujuutta.
- Mittaa raaka-aineita ja tee kokeita niin paljon, että tiedät niistä tarpeeksi. Älä tyydy aina minimivaatimusten edellyttämään määrään.
- Analysoi tuloksia, selvitä muutosten syy ja tee korjaavat toimenpiteet

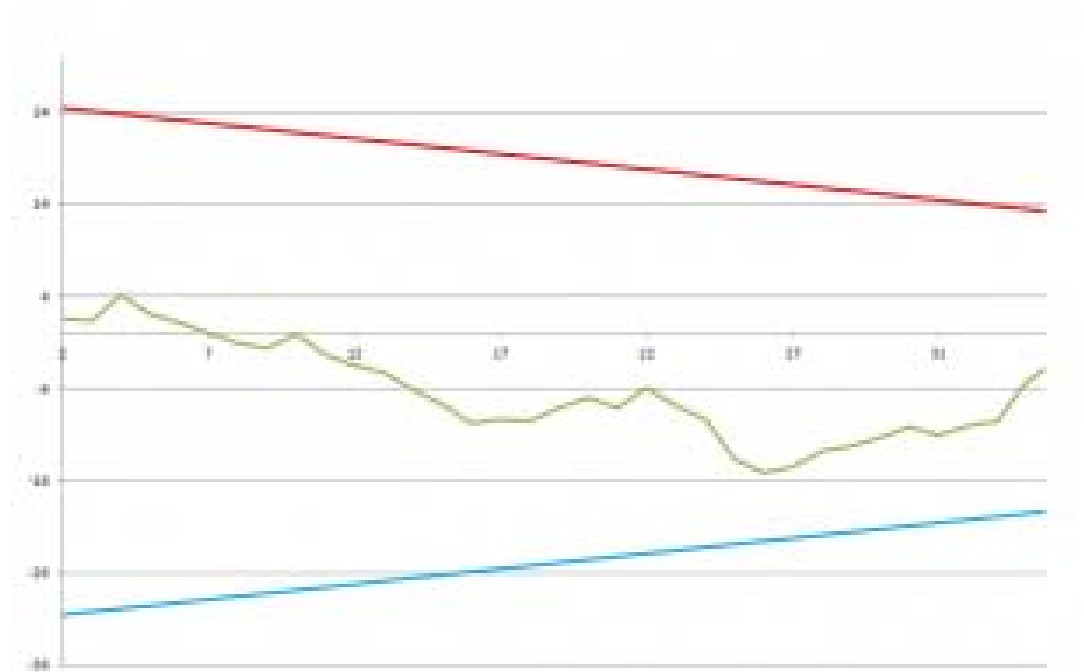


Vinkkejä laadunvalvontaan

- Seuraa ja analysoi tuloksia jatkuvasti, ennusta ja säädä tarvittaessa
- Selvitä muutosten syyt ja tee tarvittavat muutokset.
- Käytä Cusumia tai muuta vastaavaa menetelmää apuna
- Seuraa ja tulosten hajontaa!



- Ominaisuutta jota ei riittävän hyvin tunne on mitattava
- Saatuja tuloksia on seurattava ja poikkeamia analysoitava, ei vain arkistoitava
- Kun haluaa toisenlaisia tuloksia, on tiedettävä mitä tekijää muuttaa



Vinkkejä betonin laadunvalvontaan

- Tarkasta raaka-aineiden ominaisuudet. Onko muutoksia esimerkiksi kiviaineksen rakeisuudessa?
- Muuta vain yhtä tekijää kerrallaan. Muuten et tiedä muutosten vaikutusta
- Kun saat uusia tuloksia on taas analysoitava ja tarvittaessa säädettävä.
- Tätä jatketaan kunnes haluttu tulos saavutetaan

