

# BY-TYÖMAALAADUNVARMISTUS

Webinaari 20.3.2024

Vesa Anttila, Laatu- ja Vastuullisuusjohtaja

Betset Group Oy



Rakennusteollisuus  
TALONRAKENNUSTEOLLISUUS

betoni by

# Työmaalaadunvarmistus ohjeen esittely

 Rakennusteollisuus  
TALONRAKENNUSTEOLLISUUS

betoni by

- BY 72 Betonin laadunvarmistus Osa 2
  - Ohje talonrakennuksen betonirakennelujen työmaalaadunvalvonnan toteutus
- BY:n ”Betonin laadunvarmistustoimikunnan” alaryhmän tekemä ohjeistus työmaalaadunvalvonnan toteutukselle

# Työryhmän kokoonpano

- Ohjeen tehneen työryhmän jäsenet:
  - Vesa Anttila pj
  - Aki Kemppainen,
  - Jussi Laamanen,
  - Ari Mantila,
  - Ville Ruotsalainen,
  - Mika Tulimaa,
  - Mika Vehviläinen sekä
  - Jussi Vuotari.
- Jäsenet työryhmään pyrittiin löytämään siten, että saataisiin mahdollisimman monipuolisia näkökulmia alalta ohjeen sisältöä varten ja hyvä sovellettavuus käytäntöön.
- Työryhmä toimi tehokkaasti ohjeen luomiseksi, koska asiaan liittyvät ongelmat oli hyvin tunnistettu.

# Miksi ohje työmaalaadunvarmistukselle tarvitaan

- Kaikkia kiinnostaa se, että toimitetun valmisbetonin vaatimustenmukaisuus ja valetun betonirakenteen suunnitellut ominaisuudet täyttyvät työmaalla
  - Tyypillisesti tällainen vaatimus on työmaakoekappaleilla tehty lujuuden arviointi
- Liian vähän on ollut kiinnostusta ja valvontaa siihen kuinka vaatimustenmukaisuuden osoittavat laatumittaukset toteutetaan työmaalla
  - Juuri EN-standardien mukainen laatumittaus on edellytys tarkoille ja ristiriidattomille laatumittauksille!
  - Paljon haasteita on ollut esim. lujuuskoekappaleiden jälkihoidossa työmaalla
  - Ohjetta tarvitaan siis tarkentamaan ja ohjaamaan työmaan laatumittauksia
- Hyvin isoilla ja merkittävillä työmailla laatumittaukset hoidetaan aika hyvin

# Työmaan laadunvalvonnan haasteita

- Ainakin betonin valmistaja havaitsee ajoittain ongelmia betonirakenteiden työmaalaadunvalvonnan toteutuksessa
- Syynä ongelmiin on, ettei ymmärretä betonin laatumittausten herkkyyttä ja standardien noudattamisen tärkeyttä
  - EN-standardin mukainen työmaatestaus on ristiriidaton laatutulos, joka osapuolten tulee hyväksyä – muulla tapaa saatu tulos ei ole
- Urakoijalla on vastuu toteuttaa betonirakenteiden työselostuksessa esitetty työmaalaadunvalvonta
- Tyypillisiä puutteita työmaalla ovat
  - betoninäytteen virheellinen otto laatumittauksiin
  - lujuuskoekappaleiden virheellinen teko
  - lujuuskoekappaleiden virheellinen säilytys työmaalla
  - notkeuden mittaus virheellisesti ja väärissä olosuhteissa
  - Ilmamäärän mittaus virheellisesti
  - betonimassan pyörytys autossa liian pitkään ennen valua ja näytteenottoa
- Joskus näytteenotto on toistuvissa valuissa myös tarpeettoman tiheää ja silloin tulisi miettiä voiko näytteenottoa kohtuullistaa

# Esimerkkejä sattuneista haasteista työmaan laatumittauksissa

- Notkeuden mittauksia tehtiin soroläjän päällä taivasalla pakkasessa ja räntäsateessa → ei ole standardin mukaista.
- Työmaan maansiirroissa lujuuskappaleet haudattiin usean metrin syvyyteen → ei voitu testata.
- Työmaalla koekappaleet säilytettiin vesialtaassa mutta allas jäätynä pakkasessa → kypsyys ei kasvanut.
- Kuumana perjantaina tehdyt lujuuskappaleet jäivät aurinkoon paahtumaan viikonlopuksi ja maanantaina lujuuskappaleiden yläosa oli kuivunut eikä kovettunut → lujuus laski testauksessa
- Koekappaleita siirrettiin paikasta toiseen ennen kovettumista työmaalla → kovettumaton betoni häiriintyi, mikrohalkeili ja lujuus laski.
- Työmaalla otettiin vajaan ämpärillisen betoninäyte pumpun päästä teräsverkon päällä ja näyte kulki muotin päältä aina parin sadan metrin matkan koekappaleen tekopaikkaan → näyte ei ollut edustava.
- Työmaalla koekappaleet asetettiin konttiin, joka toimii samalla varastona ja kontin ovi pidettiin auki → koekappaleet häiriintyivät ja kypsyys ei kasvanut normaalisti joten lujuus laski.
- Työmaalla otettiin hyvin tiheästi betoninäytteitä kahden vuoden ajan valettaessa samalla betonilla samoja rakenteita uudelleen ja uudelleen → paljon kustannuksia vaikka lujuustaso vakio koko ajan.



# Työmaalaadun- varmistusohjeen sisältö

## Sisällysluettelo

1. Johdanto
    - 1.1 Soveltamisala
  2. Yleistä työmaalaadunvalvonnasta
  3. Talonrakennuksen (EN206) työmaalaadunvalvonta
    - 3.1 Työmaalaadunvalvonnan suunnittelu
    - 3.2 Tunnistustestauksen käyttö (EN206 liite B)
    - 3.3 Näytteenottotiheys (liite B)
    - 3.4 Henkilöpätevyudet
    - 3.5 Mittaus- ja muottikalusto (EN 12390-1&2)
    - 3.6 Betoninäytteiden otto (SFS-EN 12350-1)
    - 3.7 Koekappaleiden teko ja säilytys (SFS-EN 12390-2)
    - 3.8 Betonin tiivistäminen
    - 3.9 Betonirakenteen lujuuden selvitys tarvittaessa
  4. Työmaalaadunvalvonnan mittaukset (SFS-EN 206 liite B, taulukko 21)
    - 4.1 Notkeusmittaus ja vaatimustasot (SFS-EN 12350-2 & -5 ja -8)
    - 4.2 Ilmamäärämittaus ja vaatimustasot (SFS-EN 12350-7)
    - 4.3 Lämpötilan mittaus ja vaatimustasot
    - 4.4 Lujuuden mittaus ja vaatimustaso (SFS-EN 12390-3)
    - 4.5 Kuitumäärien mittaus ja vaatimustaso
  5. Laadunvalvontatulosten arviointi
  6. Yhteenveto
- Liite 1 Määritelmät  
Liite 2 Esimerkkejä ongelmista  
Liite 3 Näytteenottosuunnitelma lomake

**Taulukko 1. Suositeltava ohjeellinen lujuuden vähimmäisnäytteenottotiheys työmaalla.**

<b>Suunnitteludokumenttien seuraamusluokka löytyy suunnitteluasiakirjoista</b>	<b>CC3</b> Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	<b>CC2</b> Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	<b>CC1</b> Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia
a) näytteenoton suositeltava kuutiomääräväli <sup>1)</sup>	arvosteluerässä 300 m <sup>3</sup> välein <sup>2)</sup>	arvosteluerässä 600 m <sup>3</sup> välein	-
b) näytteenotto rakenneosittain <sup>3)</sup>	Tarvittaessa soveltuvien rakenneosavälein kuitenkin siten, ettei 300 m <sup>3</sup> väli ylity.	Tarvittaessa soveltuvien rakenneosavälein kuitenkin siten, ettei 600 m <sup>3</sup> väli ylity.	-
Arvosteluerän maksimiaikaväli	2 kk	2 kk	-
Laboratoriokontti työmaalla	kyllä	kyllä	-
Termostaatilla varustettu koekappalelaatikkoa	työmaalla oltava laboratoriokontti	käytetään, jos työmaalla ei ole laboratoriokonttia	kyllä
Näytteenotolla vastuhenkilö työmaalla	kyllä	kyllä	kyllä
Seurataan koekappaleiden säilytystilan lämpötilaa loggerilla	kyllä	kyllä	kyllä
Muuta			näytteenotto tarvittaessa 1 tai 2 kertaa

Näytteenottovälit a) ja b) ovat keskenään valinnaisia tapoja.



# Joitain nostoja ohjeesta

- Jos tämä ohje on nimetty työselostuksessa, se on velvoittava
- Ohjeessa selkeytetään käsitteitä
- Ohjeellinen näytteenottotiheys on seuraamusluokan (CC) mukaisesti
- Vaativien kohteiden (CC3, CC2) lujuuskoekappaleiden säilytykseen laboriokontti
- Työmaalla nimetään vastuhenkilö seuraamaan laatumittausten toteutumista
- Laatumittaajan pätevyyden toteaminen työmaamittausten alussa
- Laatumittaukset voi toteuttaa yhtä hyvin virallinen laboratorio kuin betonin valmistaja
- Ohjeita työmaalaadunvarmistuksen toteutukseen
  - Kuten työmaalla tulee käyttää samaa muottityyppiä kuin betonitehtaalla – lieriö&lieriö tai kuutio&kuutio
- Esimerkitapauksia ongelmista, kun toimitaan väärin

# Työmaatestaus <> tunnistustestaus

- Työmaan laadunvalvonta on pääosin EN206:den mukaista tunnistustestausta
- Tunnistustestauksen sisältö on kerrottu EN206:den liitteessä B
- Tunnistustestaus asettaa riittävän vaatimustason eikä muita vaatimustasoja ole tarve kehittää talonrakennuksessa kuin on SFS-EN206:ssa
  - Lähinnä suunnittelijan tulee valita näytteenottiheys rakenteille – muu löytyy SFS-EN206:sta

## Liite 3. Esimerkki rakenneosakohtaisesta näytteenottosuunnitelmasta

### Näytteenottosuunnitelma työmaalla (osa laatusuunnitelmaa)

Näytteenottosuunnitelmalla varmistetaan, että valettu betonirakenne täyttää suunnitellut laatuvaatimukset. Laatuvaatimusten toteutumisen osoittamiseksi tehdään riittävä näytteenotto seuraamusluokan mukaan työmaalle toimitetusta betonista, joka arvostellaan standardin SFS-EN206 liitteen B ja SFS7022 mukaisesti.

Rakennuskohde	As Oy Esimerkki	Työnumero	12345
Työmaa	Kerrostalo 1	Osoite	

### Suunnittelutiedot valettavasta rakenneosasta (alla esimerkkilista rakenneosista)

a. anturat	Kirjaa rakenneosa (rakenteen tunnus/rakenteen nimi)					
b. sokkelit	m.	pilarit	Seuraamusluokka	CC3		
c. seinät	Valun kokonaiskuutiomäärä (m3)		85			
d. holvilaatta	Rakenneosien määrä (kpl)		15			
e. pilarit ja palkit	Rasitusluokat	XC3;4	Käyttöikä	100v		
<i>suolarasitetut</i>	<b>Betonilaatu</b>		P-luku	lujuus lk	notkeus lk	max rae
f. laatta, portaat	rakennebetoni		-	C35/45	S4	16
g. sokkeli	vaatimustaso betonin laatutuloksille		SFS-EN 206 liite B, SFS 7022			
h. seinä	muu vaatimustaso:					

### Laatumittausten teko ja koekappaleiden näytteenottosuunnitelma

#### I Tuoreen betonin mittaukset

Ilmamäärämittaukset	-	
Notkeusmittaukset	painuma	lujuuskappaleiden teon yhteydessä
	<u>painuma-leviämä</u>	-
Lämpötila	lujuuskappaleiden teon yhteydessä	
Muu koe (selvitys)		

# Jatkossa

- Olisi hyvä, jos jatkossa työmaalla tehtävä laadunvarmistus olisi tarkasti EN-standardien mukaista
  - Ohjeen avulla tulostasoissa on vähemmän hajontaa sekä poikkeavia laatutuloksia – helpompi ohjata työmaata
  - Laatuselvityksistä vähemmän kustannuksia ja aikatauluviiveitä
  - Hieman enemmän panostusta olosuhteiden hallintaan
    - Sopivat tilat laadunvalvonnan toteutukseen kuten laadunvalvontakontti
  - Seurataan laatumittausten toteutumista ja dokumentoidaan havainnot ylös

# Työmaalaadunvalvontaohjeen sovellusala

- Ohjetta on tarkoitus soveltaa pääasiallisesti talonrakennuksen betonirakenteissa, koska ohjeen sisältö koostuu EN-standardien asettamista ohjeista ja vaatimisarvoista (SFS-EN206)
- Ohje on sinänsä yhdistystason ohje eli ei pakollinen, paitsi jos se on kirjattu työselostukseen
- Mikäli tämä ohje kirjataan työselostuksen vaatimusasiakirjoihin, se muuttuu pakolliseksi noudattaa
- Ohjetta voi soveltaa myös infrarakentamisessa mutta osin InfraRYL asettaa eri vaatimuksia mm. lujuuden hallintaan ja betonin laadun tarkastelu on erityyppistä kuin talonrakennuksessa
- Sinänsä monet työmaamittausten ongelmat ovat samoja infrarakenteissa ja ohjeen periaatteista on hyötyä myös infrarakenteiden laadun hallinnassa



# Mitä hyödytään jos työmaan laadunvalvonta toteutetaan nykyistä tarkemmin uuden ohjeen mukaisesti

- Näytteenottosuunnitelmat ovat järkevästi määriteltyjä ja kustannusten puolelta kohtuullisia
- Näytteenotto kohdistuu oikeassa suhteessa eri tyyppisiin rakenteisiin
- Työmaamittausten vastuut ja rajapinnat selkeytyvät työmaalla
- Vähemmän ristiriitoja betonirakenteiden laadusta osapuolten kesken
- Moni täysin tarpeeton betonirakenteiden rakennetutkimus jää tekemättä
- Aikaa ja kustannuksia säästyy, kun turhat ja joskus vuosiakin kestävät selvittelyt jäävät pois
- Työmaan aikataulu ei veny tarpeettomasti
- Voidaan keskittyä olennaiseen eli tehdään kerralla hyviä ja vaatimukset täyttäviä rakenteita
- Betonirakentamisen maine ei kärsi turhista ja tarpeettomista selvittelyistä