



Työmaan laadunvarmistus – ohje By 72

Vesa Anttila

Laatu- ja vastuullisuusjohtaja

Betset Group Oy



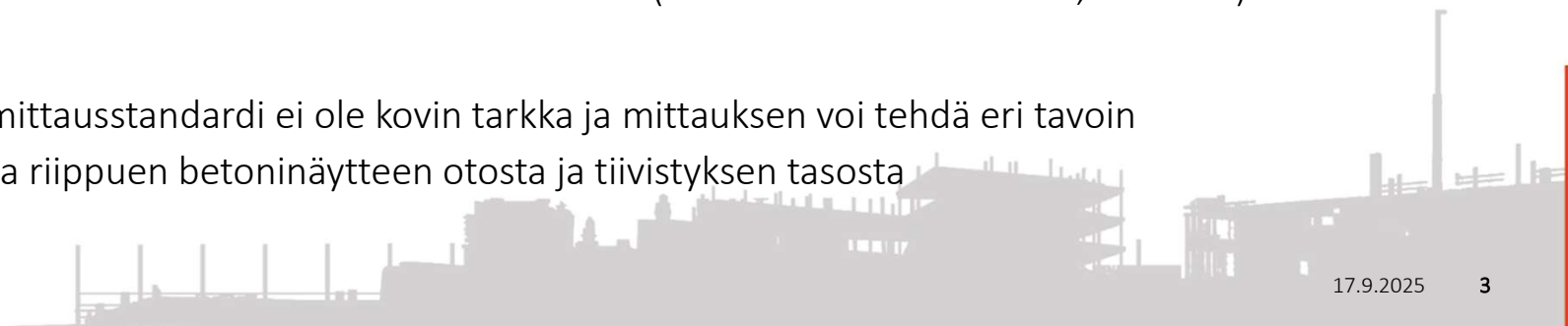
Työmaalaadunvalvonnan tarkoitus

- Toimitetun valmisbetonin työmaalaadunvalvonnalla varmistetaan että rakenteen normivaatimukset ja työselostuksen vaatimukset toteutuvat
- Käytännössä varmistetaan että
 - toimitettu betoni kuuluu tilattuun ”populaatioon”
 - Kuljetus työmaalle ei ole muuttanut betonin ominaisuuksia
 - Betonivalun viivästyessä työmaalla seisova kuorma täyttää valun alkaessa asetetut vaatimukset
- Suomessa valmistetaan lähinnä talonrakennusbetonia ja infrabetonia
- Talonrakennuksen tärkein ohjeistus koostuu SFS-EN206 ohjeistuksesta, kansallisesta liitteestä SFS7022 sekä eri EN-testausstandardeista
 - Näistä tulee laadunvalvonnan toteutustapa ja vaatimustaso
 - Säilyvyydessä Suomella on kansallisia vaatimustasoja (SFS7022)



Normaaleja ongelmia työmaan laatumittauksissa

- Laatumittauksia ei tehdä standardien mukaisesti (olosuhteet, betoninäytteet, säilytys)
- Betoninäyte
 - Kuormasta otettu betoninäyte ei ole edustava ja homogeeninen (liian pieni, pintakuohua, loppujämiä)
- Lujuus
 - Koekappaleiden teko (täyttö, tiivistys) ei vastaa normien vaatimuksia
 - Koekappaleita ei säilytetä/jälkihoideta oikeassa olosuhteessa (+20 oC)
 - Koekappaleita siirrellään tuoreena eikä betonin anneta sitoutua rauhassa
- Notkeus
 - Betoni halutaan työmaalle liian notkeana tilaukseen nähden (tilaus S3 -> odotetaan S4, S5 tasoa)
- Ilmamäärä
 - Betonin ilmamääränmittausstandardi ei ole kovin tarkka ja mittauksen voi tehdä eri tavoin
 - Tulostaso voi vaihdella riippuen betoninäytteen otosta ja tiivistyksen tasosta



Työmaalaadunvalvonnan toteutus



- Työmaabetonin vaatimustenmukaisuuden osoitus laatumittauksin tulee toteuttaa suunnitellusti, huolella ja standardien mukaisesti.
 - > standardin mukainen laatumittaus on edellytys tarkoille laatutuloksille!
 - > betonin työmaan laadunvarmistusohjeistus "BY 72 – osa 2" on tarpeellinen tasokkaalle toiminnalle
 - > virallisia laatutuloksia ovat vain SFS-EN206 mukaiset laatutulokset (tunnistustestaus)



**Työmaan betonin
laadunvarmistuksen
ohjekirja auttaa
toteuttamaan
laadunvalvonnan
työmaalla oikein ja
normien mukaisesti**



Ohje BY 72 talonrakennuksen betonirakennevalujen työmaalaadunvalvonnan toteutukselle

- Ohje BY 72 on BY:n Betonin laadunvarmistustyöryhmän alaryhmän tekemä ohjeistus työmaamittauksille
- Työryhmän jäsenet:
 - Vesa Anttila pj,
 - Aki Kemppainen,
 - Jussi Laamanen,
 - Ari Mantila,
 - Ville Ruotsalainen,
 - Mika Tulimaa,
 - Mika Vehviläinen sekä
 - Jussi Vuotari.
- Jäsenet työryhmään valittiin siten, että saataisiin mahdollisimman monipuolinen kokemuspohja ja ohjeen sovellettavuus käytäntöön.



Työmaalaadunvarmistus ohjeen 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 Henkilöpätevyydet
 - 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

Työmaalaadunvarmistusohjeen BY 72 osa 2 sovellusala

- Ohjetta on tarkoitus soveltaa pääasiallisesti talonrakennuksen betonirakenteissa, koska ohjeen sisältö koostuu EN-standardien asettamista ohjeista ja vaatimuseroista (SFS-EN206)
- Kun työmaan laadunvarmistusohje kirjataan työselostuksen vaatimusasiakirjoihin, se muuttuu pakolliseksi noudattaa
- Käytännössä työmaamittausten ongelmat ovat samoja infrarakenteissa ja ohjeen periaatteista on hyötyä myös infrarakenteiden laadun hallinnassa
 - InfraRYL asettaa kuitenkin hieman eri vaatimuksia mm. lujuuden hallintaan ja betonin laadun tarkastelu on erityyppistä kuin talonrakennuksessa



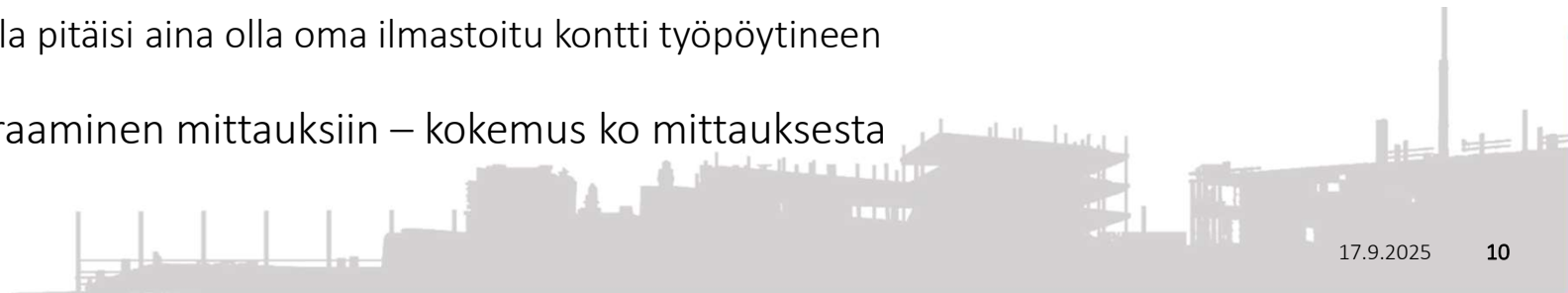
SFS-EN 206 mukainen tunnistustestaus

- Työmaan laadunvalvonta on pääosin EN206:den mukaista tunnistustestausta
- Tunnistustestauksen sisältö on kerrottu EN206:den liitteessä B
- Koskee nimenomaan työmaalla testattavaa lujuustasoa, notkeutta, ilmamäärää, kuitumäärää ja homogeenisuutta
- Tilastomatemaatikko on ollut asettamassa vaatimustasoja EN206-standardiin, joten niitä ei tule muuttaa ilman erittäin hyvää syytä ja laajaa harkintaa
- Tunnistustestaus asettaa siis riittävän vaatimustason eikä muita vaatimustasoja ole tarve keksiä talonrakennuksessa kuin on SFS-EN206:ssa
- Lähinnä suunnittelijan tulee valita näytteenottotiheys rakenteille – muu löytyy SFS-EN206:sta



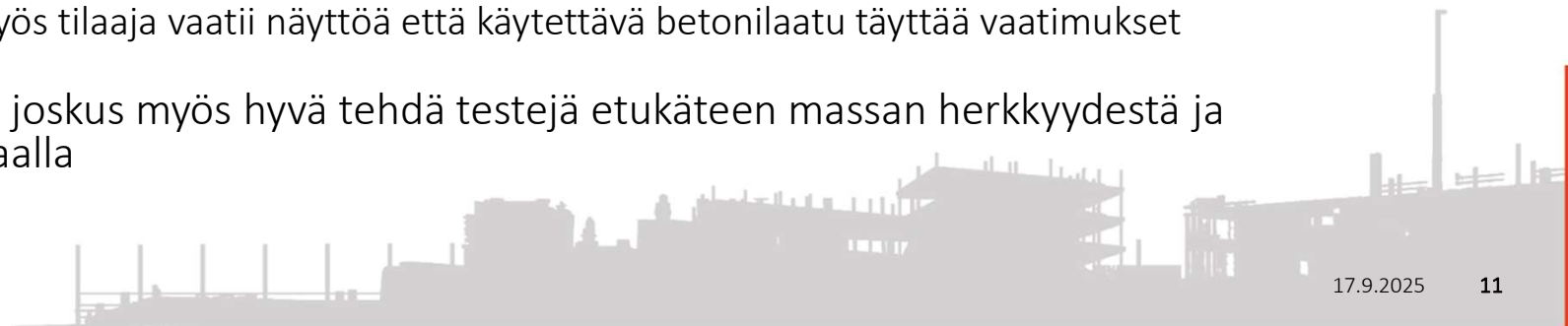
Laadunvalvonnan toteutuksessa mietittäviä asioita

- Työmaarakenteiden vaatimustason vaikutus!
- Onko työmaan rakenteilla tavallinen normien vaatimustaso
 - Kannattaa kerrata ohjeistukset SFS-EN206, SFS7022 ja EN-testausstandardit ennen mittausta
 - Ilman normien ja EN-testausstandardien tuntemusta kokeiden suoritus hataraa
- Onko työmaalla joitain erityisvaatimuksia, jotka ylittävät normaalin vaatimustason
 - Varautuminen erikoisvaatimuksiin koskien mittauksia, mittauspaikkaa ja kalustoa
- Kaikilla työmailla mittauspaikan ja olosuhteen tulisi olla standardien mukainen
 - Erityisesti koekappaleen säilytyksen tulee olla normin mukainen (+20 oC)
 - Käytännössä työmaalla pitäisi aina olla oma ilmastoitu kontti työpöytineen
- Pätevän laborantin varaaminen mittauksiin – kokemus ko mittauksesta



Työmaalaadunvalvontaan varautuminen

- Tieto betonin työmaalaatumittauksista tulee saada riittävän ajoissa, jotta mittauksiin voidaan varautua!
 - Betonitestien tyyppi, pätevät henkilöresurssit, laboratorioautot, mittauslaitteet, mittaus- ja säilytystilat
 - Laadunvalvonnan kustannustaso tiedettävä etukäteen
- Joissain tapauksissa tieto kohteen vaatimuksista tulee saada ainakin 6 kk ennen valuja, jotta ennakkokokeita ehditään tehdä toimivuuden varmistamiseksi
- Erityisesti poikkeavien vaatimusten tai betonilaatujen suhteen joudutaan tekemään varmistuksia että luotu betonilaatu täyttää erikoisvaatimukset
 - Uusien betonilaatujen testaus vaadituille ominaisuuksille voi kestää useita kuukausia
 - Joissain tilanteissa myös tilaaja vaatii näyttöä että käytettävä betonilaatu täyttää vaatimukset
- Betoninvalmistajan on joskus myös hyvä tehdä testejä etukäteen massan herkkyydestä ja valettavuudesta työmaalla



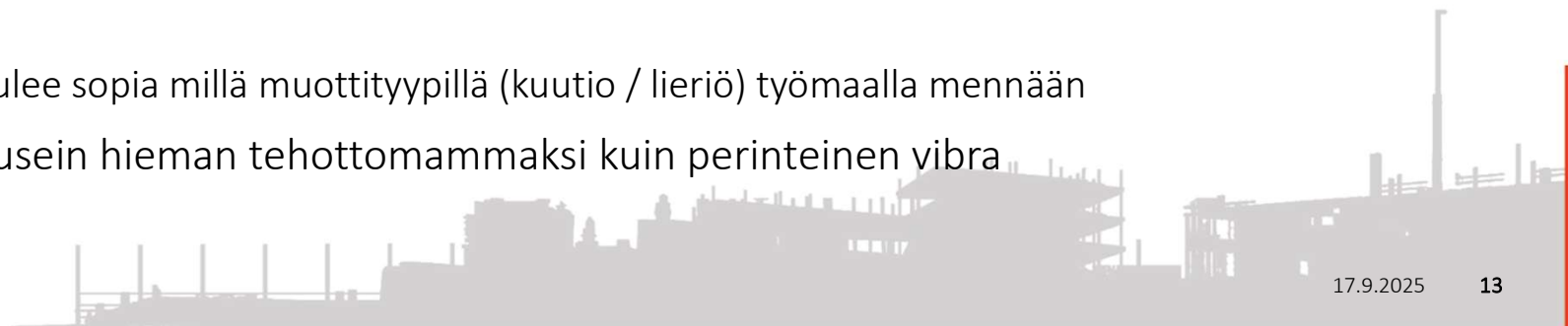
Taulukko 1. Suositeltava ohjeellinen lujuuden vähimmäisnäytteenottotiheys työmaalla.

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

Näytteenottovälit a) ja b) ovat keskenään valinnaisia tapoja.

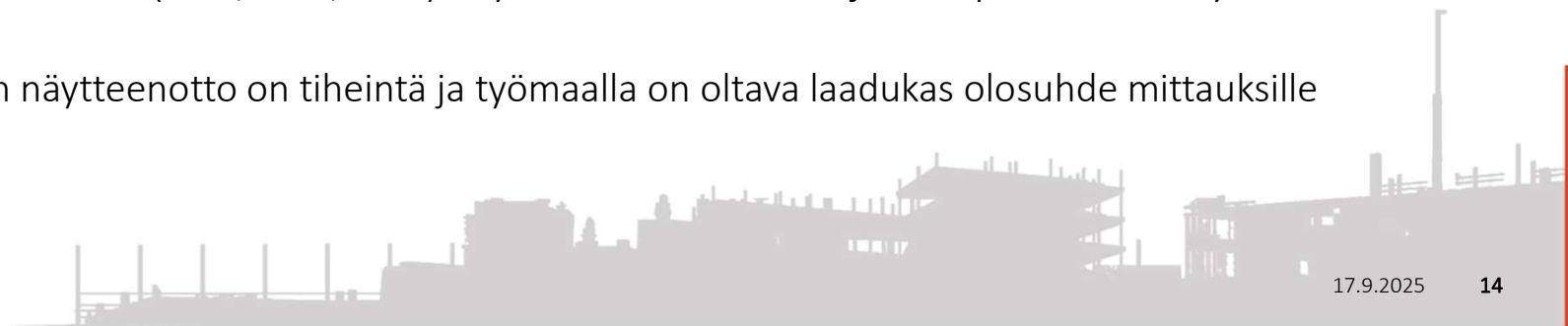
Työmaan laadunvalvonnan yksityiskohtia

- Näytteenottosuunnitelma tulisi olla kohtuullinen eri rakenteille
- Laborantin pätevyys eri mittauksille tärkeää – todentaminen?
 - Työmaamittaajan pätevyys olisi hyvä todeta aloituskokouksessa (osaaminen & kokemus)
- Työmaan laadunvalvonnalle kirjataan vastuhenkilö, joka valvoo laatumittausten toteutusta
- Erot olosuhdekoekappaleiden ja työmaakoekappaleiden välillä hyvä ymmärtää
- Työmaamittaukset suorittaa joko ulkopuolinen laboratorio tai betonin toimittaja
- Suositeltavaa käyttää mieluummin teräs- kuin muovimuotteja
- Työmaalla tulee käyttää samaa muottityyppiä kuin betonitehtaalla – lieriö&lieriö tai kuutio&kuutio
 - Aloituskokouksessa tulee sopia millä muottityypillä (kuutio / lieriö) työmaalla mennään
- Akkuvibra on todettu usein hieman tehottomammaksi kuin perinteinen vibra



Työmaalaadunvalvonnan tason määräytyminen näytteenottosuunnitelmassa

- Kohteen Rakennesuunnittelija päättää viime kädessä laatumittausten määrän
- Pää toteuttaja huomioi koko kohteen betonityöselostuksessa betonirakenteiden työselostuksessa esitetyt vaatimukset työmaanlaadunvalvonnasta
- Yleisperiaate on, että laatumittausten taso olisi hyvä asettaa rakenteen merkittävyyden eli seuraamusluokan mukaan
- Talonrakennuksessa ei ole tavoitteena tehdä työmaalla saman tasoista näytteenottoa kuin tehtaalla vaan ns tunnistustestaus – eli kuuluuko toimitettu betoni tilattuun populaatioon
 - Arvosteluerien muodostaminen syytä miettiä hyvin
- Rakenteen seuraamusluokkaa (CC1, CC2, CC3) käytetään uudessa ohjeessa päämäärittely perusteena
 - Luokassa CC3 betonin näytteenotto on tiheintä ja työmaalla on oltava laadukas olosuhde mittauksille



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	
suolarasitetut	Betonilaatu		P-luku	lujuus lk	notkeus lk
f. laatta, portaat	rakennebetoni		-	C35/45	S4
g. sokkeli	vaatimustaso betonin laatutuloksille		SFS-EN 206 liite B, SFS 7022		
h. seinä	muu vaatimustaso:				

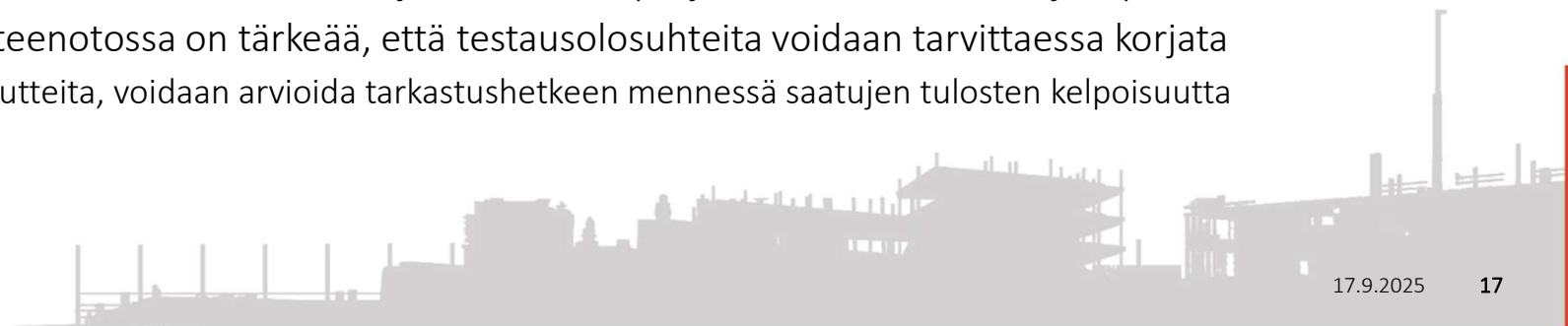
Laatumittausten teko ja koekappaleiden näytteenottosuunnitelma**I Tuoreen betonin mittaukset**

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

II Lujuuskoekappaleet							
Lujuustyyppi	lieriölujuus (X)		X	kuutiolujuus (X)			
Näytteenottotiheys	koekappalemäärä tulosta/betoninäytettä kohde (kpl)					2	
	luokka	CC3	näyteväli m3		17	valun koko m3	85
Kuutioiden mukaan	lujuustuloksia valun kuutiomäärästä		-	kpl	-		m3 väli
Rakenteen mukaan	lujuustuloksia rakenneosaa kohti			joka kolmas pilari			
	lujuustuloksia rakenteista yhteensä					5	kpl
Arvosteluerä	erän kuutiokoko (m3)			-	CC3 <1800 m3, CC2 <3600 m3		
	rakenneosa (pilari/laatta...)			-	kerroksen rakenneosat		
	tulosten määrä (kpl)			5	arvosteluerän <u>max 6 kpl</u>		
Työmaa täyttää	Työmaan laatumittausten vastaava			Timo Teräs			
Koekappaleiden säilytys	Laboratoriokontti työmaalla		X	tarvitaan luokissa CC1 ja CC2			
	Koekappalelaatikko työmaalla			vain luokassa CC2 ja CC3			
	Lämpötilan seuranta kontissa		X				
Muu laatumittaus							
Muu tieto	Arvosteluerässä rakenneosan pilarit						
Kovettumislämpöjen hallinta <u>loggerilla rakenteessa (X)</u>			ei <u>loggerimittauksia</u>				
Allekirjoitus	Timo Teräs		päiväys		26.6.2023		
			paikka		Helsinki		

Työmaan vastuhenkilö

- Kun työmaalla tehdään näytteenottoa (CC3, CC2, CC1), tulee työmaalle nimetä myös vastuhenkilö
 - Varmistaa, että olosuhteet mittauksille ja koekappaleille ovat standardien vaatimusten mukaiset
 - Varmistaa työmaalle hallitut olosuhteet kuten laboratorion kontin koekappaleiden säilytykselle
 - Dokumentoi puutteet ja ryhtyy toimenpiteisiin heti, jos havaitsee puutteita laatumittauksissa
- Vastuhenkilö voi olla työmaan organisaatiosta riippuen työmaan laatuvaastaava tai betoni-työnjohtaja
 - Tärkeää on, että vastuu työmaamittausten toteutuksen normien mukaisuudesta on selvästi osoitettu
 - Vastaava tarkastaa laatumittausten hallinnan ja olosuhteen projektin alussa, keskellä ja lopussa
 - Etenkin laajassa näytteenotossa on tärkeää, että testausolosuhteita voidaan tarvittaessa korjata
 - ❖ Mikäli havaitaan puutteita, voidaan arvioida tarkastushetken mennessä saatujen tulosten kelpoisuutta



Työmaamittaukset



Lujuuden koekappalemäärät

- Urakoija vastaa viime kädessä näytteenoton toteutuksesta työmaalla
- Koekappaleiden näytteenottopaikka on varustettava sopivalla säilytystilalla ja henkilömäärällä
 - Laadunvalvontakontti tai suljettu termostaatilla varustettu laatikko
- Työmaan näytteenottomäärän ei tule olla ainakaan suurempi kuin tehtaalla koska kyse on tunnistustestauksesta
- Vähämerkityksellisissä rakenteissa ei aina tarvita näytteenottoa (CC1)
- Merkittävät rakenteet (seuraamusluokka CC3, CC2)
 - näytteenotto voidaan alkuvaiheessa mitoittaa tiheämmäksi
 - betonin laatu vakiintuu pian alun jälkeen, kun valmistukseen tulee rutiinia
 - Lujuustason osoittautuessa tasaiseksi voidaan näytteenottoa vähentää
 - Suunnittelija ja urakoija voivat sopia asiasta työmaakokouksessa



Jälkihoito työmaalla

- Koekappaleiden jälkihoito työmaalla lujuuden arvioinnissa on keskeinen asia
- Koekappaleiden vesialtaan lämpötilan tulisi olla $+20 \pm 2$ °C, jotta olosuhde on normien mukainen ja jotta työmaalujuus vastaa tehdaslujuuksia



Työmaabetonilaborantin henkilöpätevyyden määrittäminen

- Alaohjeen sisältö

1.0 Yleistä

2.0 Työmaalaborantin tiedollinen pätevyys

3.0 Työmaa laborantin kokemuseräinen pätevyys

4.0 Työmaalaborantin pätevyyden toteaminen

5.0 Muuta



Todistus työmaabetonilaborantin riittävästä pätevyydestä

Osa A. Betoniteknologinen pätevyys

		Kyllä	Ei
• By:n työmaalaadunvalvontaohje	läpikäyty	X	
• EN testausstandardit:			
o EN12350-1/2/5/6/7/8	läpikäyty	X	
o EN12350-9/10/11/12 (ITB)	läpikäyty	X	
• Muut standardit ja normit			
o EN206 (tuore betoni)	läpikäyty	X	
o SFS7022 (liite betonistandardille EN206)	läpikäyty	X	
o BY65 (tuore betoni)	läpikäyty	X	
• Betonilaborantti- ja mylläri kurssi (BY)			
• Muut kurssit			
o _____	läpikäyty		
o _____	läpikäyty		
• Muu standardi tai tietolähde			
o _____	läpikäyty		
o _____	läpikäyty		

Osa B. Työmaakokemus

		Kyllä	Ei
• Laatumittauksia betonilaboratoriossa			
o pätevän tehdaslaborantin perehdytys 1 kk	läpikäyty	X	
• Laatumittauksia työmaalla			
o pätevän työmaalaborantin perehdytys 1 kk	läpikäyty		
• Aiemmat työmaat, joilla ko mittauksia on tehty			
o lista työmaista (max 5 kpl)	läpikäyty	X	
1. _____			
2. _____			
3. _____			
4. _____			
5. _____			

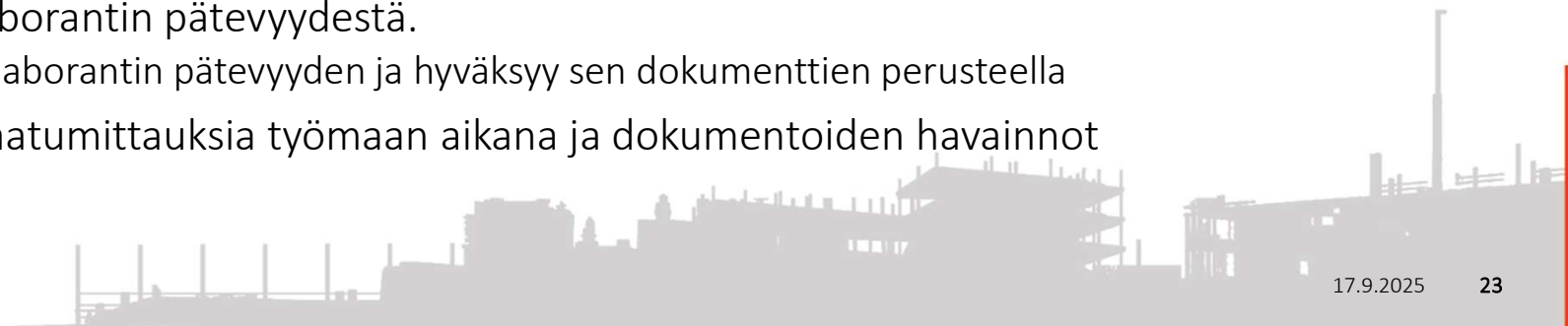
Päteväksi koulutetun työmaamittaajan nimi: _____

Päiväys ja paikka: 3.10.2023, Espoo

Todistaa: Pekka Pölli allekirjoitus: _____

Laborantin pätevyys

- Tärkeää laatumittausten toteutukselle on laatumittaukset osaava betonilaborantti
- Laborantin pätevyydessä painotetaan
 - ko laatumittauksen EN-standardin tuntemusta – mittaajalla oltava perustiedot mittauksesta
 - muiden laatumittaukseen ja betoniin liittyvien dokumenttien tuntemista (esim. BY65)
 - kokemusta ko laatumittauksen toteutuksesta
 - Kokemus auttaa ymmärtämään laatumittauksen suorituksen yksityiskohtien tärkeyttä
 - Kokemus opettaa, mitkä tekijät ovat tärkeitä asioita mittauksen tarkkuudelle
- Työmaalaborantilla tulisi olla perehdyttäjän (tai luotettava tahon) kirjoittama dokumentti pätevyydestään
- Ennen työmaamittausten toteutusta mittauksen tekevä taho toimittaa betonimestarille dokumentin työmaalaborantin pätevyydestä.
 - Betonimestari arvioi laborantin pätevyyden ja hyväksyy sen dokumenttien perusteella
- Betonimestari arvioi laatumittauksia työmaan aikana ja dokumentoiden havainnot



Työmaamittausta tekevä taho

- Työmaamittaukset voi tehdä joko virallinen laboratorio tai betonin valmistaja
 - Tärkeää on hyvät välineet, osaaminen ja kokemus
- Virallinen laboratorio antaa mittauksille neutraaliutta
- Betonin toimittaja tekee mittaukset aina motivoituneesti
 - Kommunikointi tehtaalle voi olla sujuvampaa
 - Tuntemus omasta betonireseptistä parempi joten ohjaavat toimenpiteet sujuvia
- Pääasia kuitenkin että mittaukset tehdään standardin mukaisesti oikein ja huolella!



EN206:den tunnistetestauksen laatumittauksia

- Notkeuden mittaus ja vaatimustasot
- Ilmamäärän mittaus ja vaatimustasot
- Lämpötilan mittaus ja vaatimustasot
- Lujuuden mittaus ja vaatimustasot
- Kuitumäärien mittaus ja vaatimustasot

Notkeusluokkien ja itsetiivistyvän betonin ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden arviointi

Ominaisuus	Toimituspaikalla yksittäisen testaustuloksen suurin sallittu poikkeama raja-arvoista tai määritellyn notkeusluokan raja-arvoista		
Painuma	EN 12350-2	-10 mm	+10 mm
Leviämä	EN 12350-5	-20 mm b)	+20 mm b)
		-10 mm	+10 mm
Painuma-leviämä	EN 12350-8	poikkeamaa ei sallita	poikkeamaa ei sallita
Tiivistysaste	EN 12350-4	-0,03	+0,03
		-0,04 b)	+0,04 b)

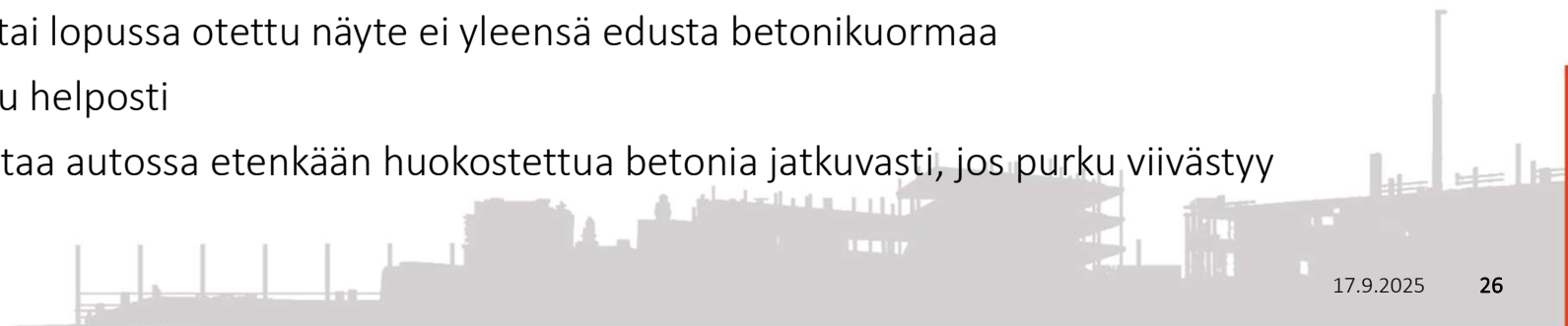
b) pyörintäsäiliöautosta purun aikana mitattu tulos

- Muut kuten laattakokeet katsottava työmaalla erikseen
- Poikkeavien tulosten arviointi



Ohjeistus betoninäytteen otolle

- Todennäköisesti iso osa työmaan poikkeavista laatutuloksista johtuu heikosta näytteenotosta
- Betoniautossa betonia on sekoitettava ainakin 2 minuuttia ennen näytteenottoa
- On hyvä purkaa betonia hetken aikaa, jotta betoninäyte on edustava kuormalle
 - näyte tulisi ottaa keskiosasta kuormaa
 - betonia voisi purkaa esim. 200 litraa ennen näytteenottoa
- Betoninäyte tulisi olla riittävän iso kuten kottikärryllinen (noin 40 litraa)
- Ennen laatumittausta tulee betoninäytettä sekoittaa huolella kauhalla kottikärryssä
- Kuorman purun alussa tai lopussa otettu näyte ei yleensä edusta betonikuormaa
- Liian pieni näyte erottuu helposti
- Työmaalla ei tule sekoittaa autossa etenkin huokostettua betonia jatkuvasti, jos purku viivästyy



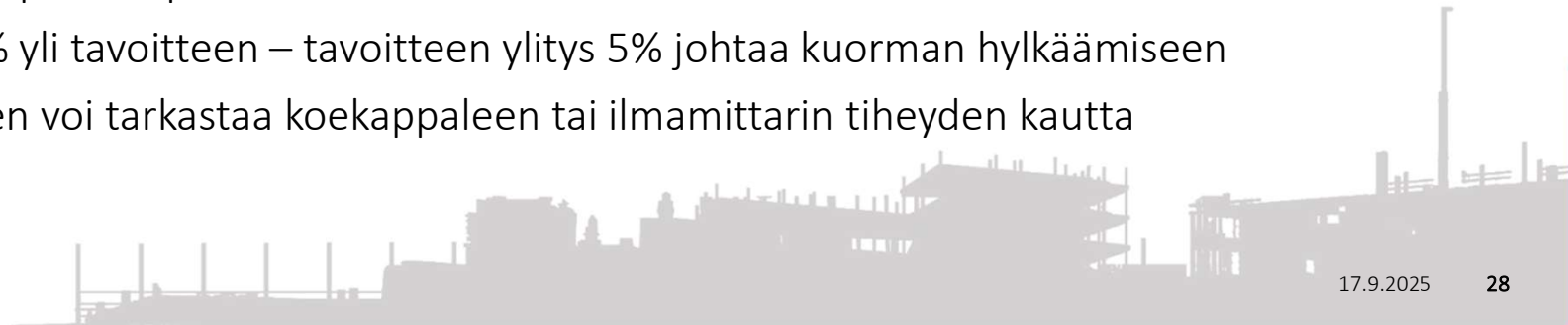
**Ämpärinäytteet ei
aina ole riittävän
homogeenisia**

**Kottikärryllä otettu
iso näyte
mahdollistaa
homogeenisen ja
laadukkaan
koekappaleen**



Ilmamäärän mittaus

- Huokostettua betonia ei saa sekoittaa koko ajan työmaalle ajettaessa
 - Samoin työmaallakaan ei saa sekoittaa koko ajan, jos kuorman purku on hidasta – vain ajoittain
 - Sekoitus 2 minuuttia juuri ennen näytteenottoa
- Näytteenotto hyvin tärkeää ottaa edustavasti – mielellään keskeltä kuormaa
- Mittaus vain kalibroidulla ilmamittarilla – kalibrointipäivä mittarin kyljessä
- Ilmamittarin säiliön voi täyttää ja tiivistää 2-3 kerroksessa – oikea tiivistysteho tärkeä
- Liian tehokas tiivistys aiheuttaa erottumista ja voi poistaa osan huokosilmasta
- Oikea tiivistys on se, jolla pääosin tiivistyshuokokset poistuvat
- Mahdollista pintaan tulevaa vaahtoa ei saa poistaa, vaan säiliö täytetään siten, että kannen saa kiinni ilman liikamassan poistoa pinnalta
- Sallittu ilmamäärä 2,5% yli tavoitteen – tavoitteen ylitys 5% johtaa kuorman hylkäämiseen
- Ilmamittauksen tuloksen voi tarkastaa koekappaleen tai ilmamittarin tiheyden kautta



Ilmamäärämittaus tehtävä oikealla tiivistyksellä ja mittari oltava kalibroitu 6 kk välein



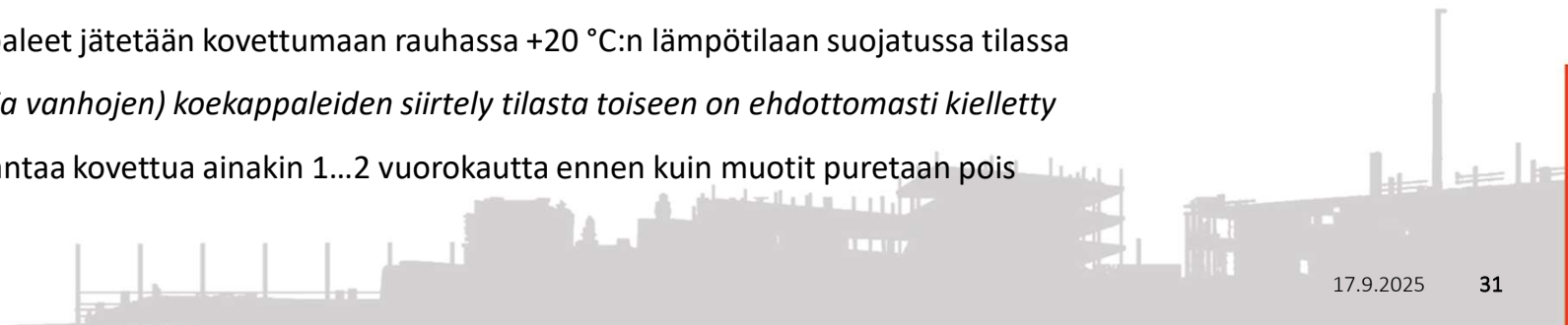
Betonin notkeus on vaatimusten- mukaisuus asia

- Betonin notkeuden mittaus on tärkeä asia ja notkeuden tulee täyttyä työmaalla.
- Puhtaat ja kostutetut työvälineet mahdollistavat oikean tuloksen
- Pääosin työmaa ei tunne notkeusluokkien tarkoittamia notkeustasoja -> koulutusta tarvitaan
- On hyvä tehdä työmaalla notkeuden määrittäksiä aika ajoin, jotta tiedetään notkeuden muutokset asemalta työmaalle
- Usein työmaa tilaa S3 ja S4 betonia mutta odottaa usein IT:tä tai semi-IT:tä
 - Tämä aiheuttaa asemalle ongelmia kun toimitettu betoni ei vastaa työmaan toiveita
 - Mestarin muutettava tilaus notkeammaksi, jos haluaa notkeampaa betonia vaikka toimitettu betoni olisi tilatun mukaista



Lujuuskoekappaleen teko

- Betoninäyte sekoitetaan huolellisesti kottikärryssä kauhalla
- Teräsmuotit täytetään yhdessä tai useammassa kerroksessa huolellisesti tiivistäen
- Betonin oikeaa tiivistysaika saavutetaan, kun pääosa tiivistyshuokosista poistuu betonista
- Lieriömuoteilla tulee varoa liiallista tiivistystä erottumisen takia, jolloin kivet laskeutuvat pohjalle
- Notkeusluokkien S4 tai S5 betonilla tai itsestään tiivistyvällä betonilla käytetään kaulusta muotin yläosassa täytössä
- Muotti täytetään betonilla kukkuralle ja siirretään työpöydälle, jossa se voi olla rauhassa ja suojassa tärinältä
- Etenkin notkeat massat hierretään yläpinnaltaan 1...4 tunnin päästä, kun betoni on hieman sitoutunut
 - Liian aikainen hierto jättää koekappaleiden päät heikoiksi, kun muotin yläpintaan nousee vielä hieman vettä
- Lopuksi kaikkien muottien päät suojataan hierron jälkeen muovilla tai muulla suojalla, joka estää kosteuden haihtumisen pois betonista
- Tämän jälkeen koekappaleet jätetään kovettumaan rauhassa +20 °C:n lämpötilaan suojatussa tilassa
- *Tuoreiden (alle 24 tuntia vanhojen) koekappaleiden siirtely tilasta toiseen on ehdottomasti kielletty*
- Koekappaleiden tulee antaa kovettua ainakin 1...2 vuorokautta ennen kuin muotit puretaan pois



Koekappaleiden hiertopintojen viimeistelyaika ja -tapa on tärkeää





Liian notkeaa betoni tai ylitiivistys johtaa lieriön pään erottumiseen.

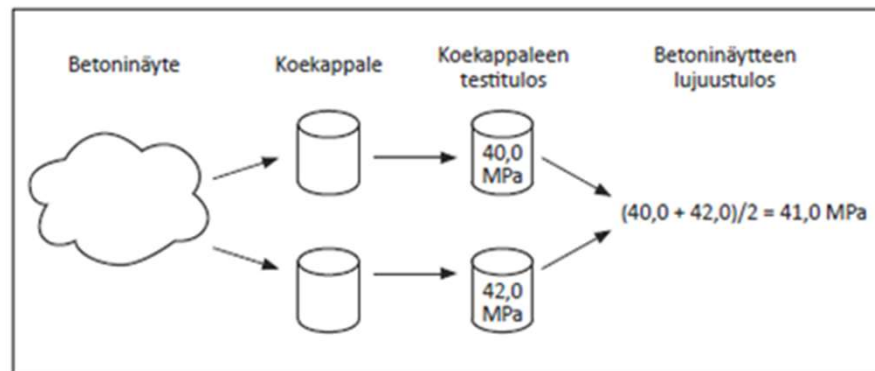
Samoin liian aikainen hierto voi jättää lieriön pään heikoksi, kun ilmaa ja vettä nousee vielä pintaan.

Seurauksena lujuustulos jää odotettua heikommaksi



Lujuuden tunnistustestaus työmaalla

- Jokaisen yksittäisen betoninäytteen lujuustuloksen työmaalla tulee olla vähintään kyseisen betonin nimellislujuus (f_{ck}) - 4 MPa.
- Jos lujuustuloksia on 2...4 kappaletta
 - yksittäisen lujuustuloksen lisäksi vaatimus tulosten keskiarvolle on $f_{ck}+1$ (MPa).
- Jos lujuustuloksia on 4...6 kappaletta,
 - yksittäisen lujuustuloksen lisäksi vaatimus tulosten keskiarvolle on $f_{ck}+2$ (MPa).
- Arvosteluerässä on enintään 6 kappaletta lujuustuloksia.
 - Arvosteluerän koko voidaan sopia työmaan laadunvalvontasuunnitelmassa erikseen.

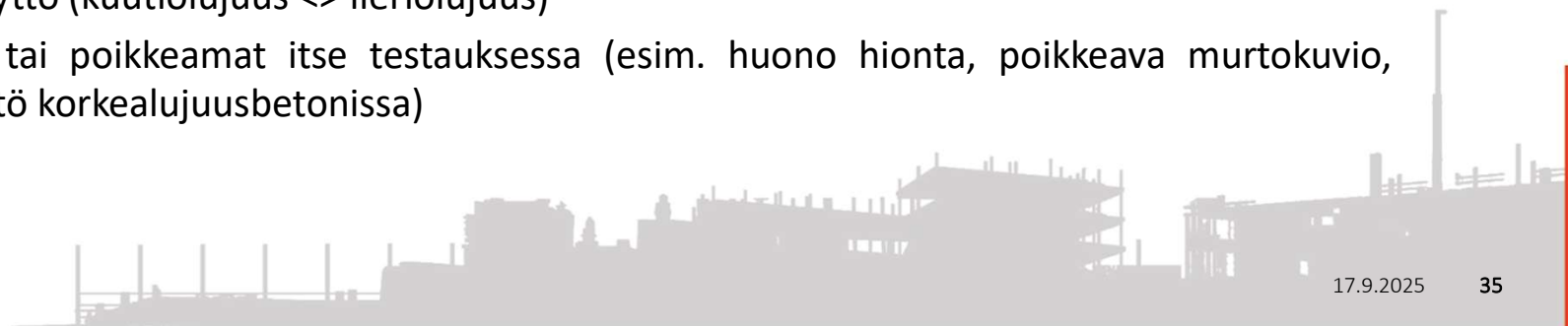


kuva 5.4. Tunnistustestauksen termistö.

Poikkeavat lujuustasot

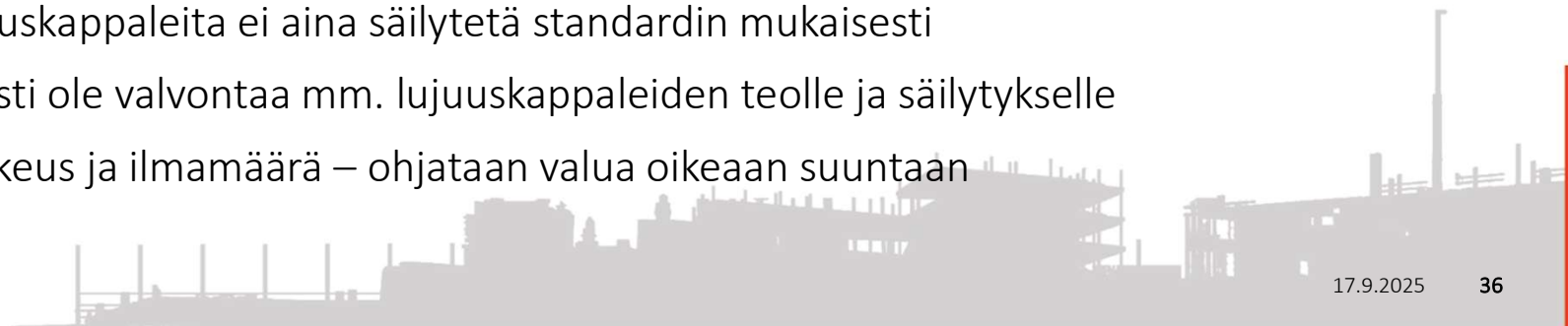
Mikäli työmaakappaleet eivät anna riittävää lujuustasoa, voi syynä olla esimerkiksi

- betonin heikko laatu (esim. v/s-suhde tavoiteltua suurempi)
- väärin otetut betoninäytteet (esim. kivinen näyte kuorman alkuosasta)
- ilmamäärän nousu työmaakuljetuksessa (esim. jatkuva auton säiliön sekoitus työmaalla ennen valua)
- väärin valmistetut koekappaleet (esim. erottuneet koekappaleet)
- väärin säilytetyt koekappaleet (esim. säilytysolosuhteen lämpötila +10 °C)
- koekappaleiden siirrossa tapahtuneet vahingot (esim. kolhut ja liian aikainen siirto)
- eri lujuustyypin käyttö (kuutiolujuus <> lieriölujuus)
- puutteet, virheet tai poikkeamat itse testauksessa (esim. huono hionta, poikkeava murtokuvio, pinnoitteiden käyttö korkealujuusbetonissa)



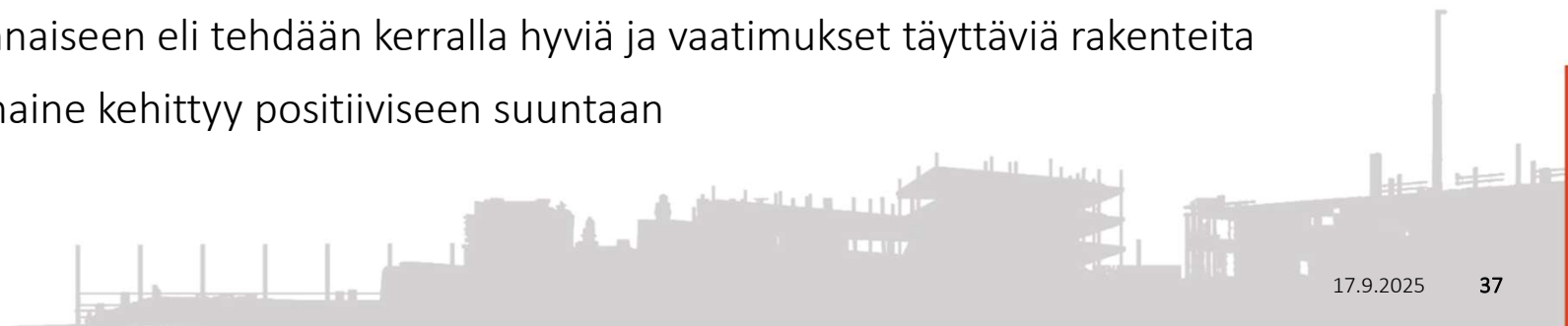
Miksi työmaan laadunvalvonnalle tarvitaan nykyistä tarkempaa ohjeistusta?

- Betonirakenteiden laatuvaatimusten hallinta ja täyttyminen työmaalla on hyvin tärkeää!
- Jos työmaan laatumittausten toteutus ja tulostaso ei ole laadukasta, on työmaan betonirakenteiden vaatimuksenmukaisuuden toteaminen epävarmaa
 - Jatkoselvittelyt aiheuttavat riitoja vastuiden jaossa ja kustannuksissa
 - Joudutaan tekemään kalliita jatkoselvityksiä mm. porakappaleilla
 - Betonirakentamisen maine heikkenee
- Betoninäytteiden otto ei ole aina hyvän tavan mukaista eikä näytteet edustavia
- Työmaalla tehtyjä lujuuskappaleita ei aina säilytetä standardin mukaisesti
- Työmaalla ei normaalisti ole valvontaa mm. lujuuskappaleiden teolle ja säilytykselle
- Oikealla tiedolla – notkeus ja ilmamäärä – ohjataan valua oikeaan suuntaan



Hyödyt oikein tehdyistä työmaan laatumittauksista

- Näytteenottosuunnitelmat ovat järkeviä ja kustannusten puolelta kohtuullisia
- Näytteenotto kohdistuu oikein 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 kestävä selvittelyt jäävät pois
- Työmaan aikataulu ei veny tarpeettomasti
- Voidaan keskittyä olennaiseen eli tehdään kerralla hyviä ja vaatimukset täyttäviä rakenteita
- Betonirakentamisen maine kehittyy positiiviseen suuntaan



Tehdään jatkossa työmaalla betonin laatumittaukset huolella!

