



# Työmaan tärpit webinaari

## Betonin työmaalaadunvalvonta

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
  - Säilyvydessä Suomella on kansallisia vaatimustasoja (SFS7022)



## Työmaalaadunvalvonnan toteutus

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

## Normaaleja ongelmia työmaan laatumittauksissa

---

- Laatumittauksia ei tehdä standardien mukaisesti (olosuhteet, betoninäytteet, säilytys)
- Betoninäyte
  - Kuormasta otettu betoninäyte ei ole edustava ja homogeeninen
- Lujuus
  - Koekappaleiden teko (täyttö, tiivistys) ei vastaa normien vaatimuksia
  - Koekappaleita ei säilytetä/jälkihoideta oikeassa olosuhteessa
  - Koekappaleita siirrellään tuoreena
- 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

## 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 erikoisvaatimukseen koskien mittauksia, mittauspaikkaa ja kalustoa
- Kaikilla työmailla mittausta paikan 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

**Työmaan betonin  
laadunvarmistuksen  
ohjekirja auttaa  
tekemään  
laadunvalvonnan  
oikein ja  
laadukkaasti**

SUOMEN BETONILIIKETOYRYYS

## BETONIN LAADUNVARMISTUS

Osa 2 - Ohje talonrakennuksen  
betonirakennelujen työmaalaadun-  
valvonnan toteutukselle 2024

by **72**

# *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

**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 <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 soveltuvin rakenneosavälein kuitenkin siten, ettei 300 m <sup>3</sup> väli ylity.	Tarvittaessa soveltuvin 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 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.

# Työmaalaadunvarmistusohjeen BY 72 osa 2 sovellusala

---

- Ohjetta on tarkoitus soveltaa pääasiallisesti talorakennuksen 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 talorakennuksessa

# 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
- Tilastomatematikko 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

## 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 vastuuhenkilö, 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
- Päätoteuttaja 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

# Työmaan vastuuhenkilö

- Kun työmaalla tehdään näytteenottoa (CC3, CC2, CC1), tulee työmaalle nimetä myös vastuuhenkilö
  - Varmistaa, että olosuhteet mittauksille ja koekappaleille ovat standardien vaatimusten mukaiset
  - Varmistaa työmaalle hallitut olosuhteet kuten laboratoriokontin koekappaleiden säilytykselle
  - Dokumentoi puutteet ja ryhtyy toimenpiteisiin heti, jos havaitsee puutteita laatumittauksissa
- Vastuuhenkilö 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





# Jälkihoito työmaalla

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



# 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

# Laborantin pätevyys

- Tärkeää laatumittausten toteutukselle on laatumittaukset osaava betonilaborantti
- Laborantin pätevydessä 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 pätevydestään
- Ennen työmaamittausten toteutusta mittauksen tekevä taho toimittaa betonimestarille dokumentin työmaalaborantin pätevydestä.
  - Betonimestari arvioi laborantin pätevyden ja hyväksyy sen dokumenttien perusteella
- Betonimestari arvioi laatumittauksia työmaan aikana ja dokumentoiden havainnot

# 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
		-20 mm b)	+20 mm b)
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 työmaalla erikseen katsottava
- 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 vaatimustenmukaisuus asia

- Betonin notkeuden mittaaminen 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 määrittämiä 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

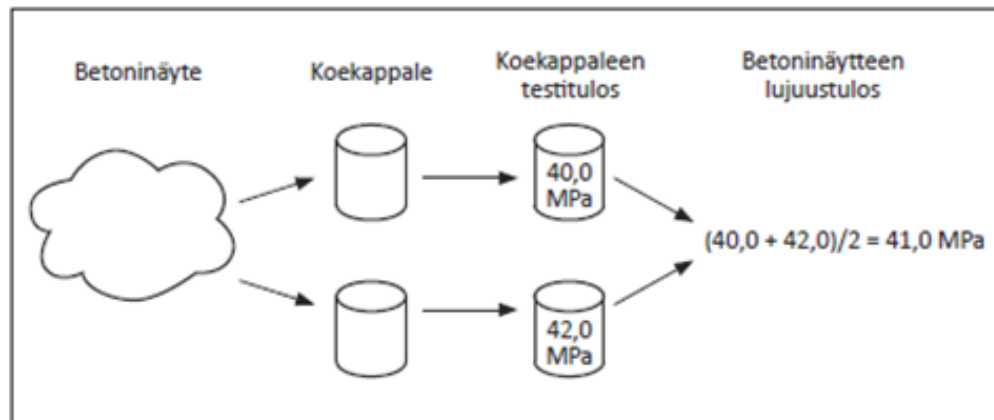
- Betoninäyte sekoitetaan huolellisesti kottikärryssä kauhalla
- Teräsmuotit täytetään yhdessä tai useammassa kerroksessa huolellisesti tiivistäen
- Betonin oikeaa tiivistysaika saavutetaan, kun pääosa tiivistyshuokosista poistuu betonista
- Lieriömuoteilla tulee varoa liiallista tiivistystä erottumisen 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



# 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 lujuustyyppin käyttö (kuutiolujuus <> lieriölujuus)
- puutteet, virheet tai poikkeamat itse testauksessa (esim. huono hionta, poikkeava murtokuvio, pinnoitteiden käyttö korkealujuusbetonissa)

## 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>	<b>P-luku</b>	<b>lujuus lk</b>	<b>notkeus lk</b>	<b>max rae</b>
f. laatta, portaat	rakennebetoni	-	C35/45	S4	16
g. sokkeli	vaatimustaso betonin laatutuloksille		SFS-EN 206 <u>liite B</u> , 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)		

## 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 ei kärsi turhista ja tarpeettomista selvittelyistä

**Tehdään jatkossa työmaalla betonin laatumittaukset huolella!**