

BY- TYÖMAALAADUNVARMISTUS

Webinaari 20.3.2024

Ohjeen käyttö suunnittelijan näkökulmasta

Aki Kemppainen, Sweco Finland Oy



Sisältö

- Työmaalaadunvalvonta rakennesuunnittelijan näkökulmasta
- Betonirakenteiden työselostus (Pv-rakenteiden työselostus)
- Betonityösuunnitelma
- Betonointisuunnitelma
- Betonitestauksen raporttien läpikäynti
- Suunnittelijan toimenpiteet, kun epäillään betonin vajaalaatua

Aki Kemppainen



RT Rakennusteollisuus
TALONRAKENNUSTEOLLISUUS

betoni by

Koulutus

- 2013 Tampereen YAMK, Rakennetekniikka
- 2007 Jyväskylän AMK, Rakennetekniikka
- Erinäisiä kursseja Aallossa, AaltoPro:ssa, Hämeenlinnan AMK:ssa jne.

Pätevyudet

- Poikkeuksellisen vaativa –vaativuusluokan betonirakenteiden suunnittelu
- Poikkeuksellisen vaativan –vaativuusluokan rakennefysiikan suunnittelu
- Poikkeuksellisen vaativan betonirakenteiden ulkopuolinen tarkastaja

Työhistoria

- 2017- Sweco Finland Oy
- 2011-2016 Wise Group Oy
- 2007-2011 Finnmap Consulting Oy

Suunnittelukohteita

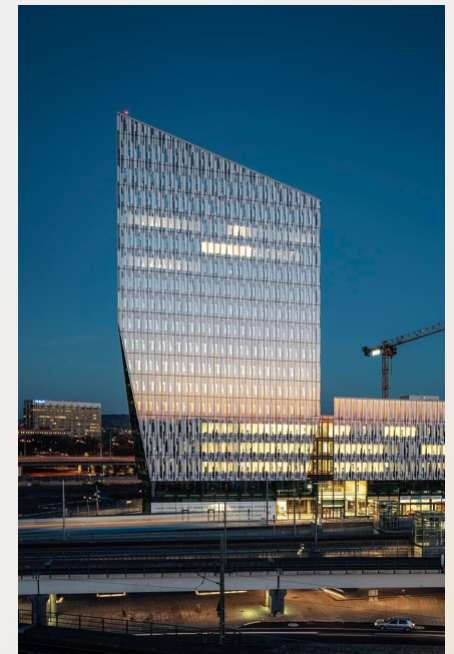
- 2019- Kalasataman Jalusta T8 Ky, Horisontti 26- kerroksinen toimistotorni
- Itätuulenkujja 6-8 kaksi 13-/14-kerroksista asuinkerrostaloa ja jälkijännitetty pihakansi/parkkihalli
- Lippulaivan asuintalot 1-6, kuusi kappaletta 4–14-kerroksisia asuintaloja Lippulaivan kauppakeskuksen päälle
- 2017-2021 As.Oy H:gin Poudantuoja, 18-kerroksinen asuinrakennus Hertsin kauppakeskuksen päälle
- 2014-2016 As.Oy Järvenpään Tuplankulma, 19. kerroksinen asuinkerrostalo

Tietoa Swecosta

RT Rakennusteollisuus
TALONRAKENNUSTEOLLISUUS

betoni by

- Euroopan johtava suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayritys
- Maailmanlaajuisesti 22 000 työntekijää
- Toimipisteet 15 Euroopan maassa
- Projekteja ympäri maailmaa
- Suomessa 3 000 työntekijää
- Toimisto 28 paikkakunnalla
- Liikevaihto 2,5 mrd. € ja Suomessa 318 M€



Työmaan laadunvarmistus rakennesuunnittelijan näkökulmasta

- Pää toteuttaja laatii kantavien rakenteiden toteutuksen laatusuunnitelman ja siihen liittyvät liitteet
 - Malliasiakirja tarkastus-/ todentamissuunnitelmasta löytyy Rakennustiedonsivuilta: <https://www.rakennustieto.fi/materiaalipankki/kantavien-rakenteiden-toteutuksen-laatusuunnitelma>
- Yleensä kohteen vastaava rakennesuunnittelija laatii kantavien rakenteiden toteutuksen laatusuunnitelmasta asiantuntijalausunnon, jossa toteaa:
 - Toteutuksen laatusuunnitelmassa esitetyillä tarkastuksilla ja laadunvalvonnan toimenpiteillä ja dokumentaatiolla voidaan saavuttaa kantavien rakenteiden olennainen teknisten vaatimusten sekä hyvä rakentamistavan mukainen lopputulos.
 - Malliasiakirja asiantuntijalausunnosta löytyy Rakennustiedonsivuilta

Työmaan laadunvarmistus rakennesuunnittelijan näkökulmasta

Päätoteuttajan laatimassa laatusuunnitelmassa on esitettävä vähintään seuraavat asiakokonaisuudet:

- Työvaiheesta vastaavat ja siihen osallistuvat henkilöt / organisaatiokaavio, tehtävät, vastuut ja toimivalta
- Työturvallisuus- ja ympäristönsuojelutoimenpiteet
- Työhön vaikuttavat paikalliset olot ja niiden hallinta
- Kussakin työssä / työvaiheessa käytettävät materiaalit, niiden ominaisuudet ja vaatimukset suhteessa työmenetelmiin
- Käytettävät työmenetelmät ja -tekniikat, kalusto, siirrot ja kuljetukset
- Työkohde-/vaihekohtaiset työsuunnitelmat ja laatusuunnitelmat
- Työkapasiteetit ja aikataulu
- Telineet, nostolaitteet, suojaukset ja niiden käyttö
- Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset
- Olosuhdemittaukset
- Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen
- Pöytäkirjat ja poikkeamaraportit yms.

Työmaan laadunvarmistus rakennesuunnittelijan näkökulmasta

- Vastaava rakennesuunnittelija EI laadi laatusuunnitelmaa tai sen työmaaliitteitä
 - Ainoastaan kommentoi laatusuunnitelmaa ja sen liitteitä sekä laatii asiantuntijalausunnon kantavien rakenteiden toteutuksen laatusuunnitelmasta, joka toimitetaan rakennusvalvontaviranomaiselle
- Laatusuunnitelman lisäksi liitteinä tulisi olla vähintään
 - Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet
 - Elementtiasennussuunnitelma
 - **Betonityösuunnitelma**
 - Betonielementtitehtaan laatu järjestelmäsertifikaatit sekä valmisbetonitoimittajien varmennustodistukset
 - **Rakennesuunnittelijan työturvallisuusohjeet**

Työmaan laadunvarmistus rakennesuunnittelijan näkökulmasta

- Rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt ja työvaiheiden tarkastuksen suorittajat tulee olla määriteltynä
 - Kohteessa tulee olla nimetty henkilöt, jotka tarkastuksia saa tehdä
 - Työmaahenkilö(t), valvoja(t) ja suunnittelija(t)
 - Tarkastukseen nimetyt henkilöt tulee olla päteviä suorittamaan kyseisiä tarkastuksia
 - Mallikatselmukseen osallistuu vastaava rakennesuunnittelija
 - Normaalissa hankkeessa betoniraudoituksien mallikatselmukset eri rakenneosien osalta on yleensä riittävä
 - Tarkastuksista laaditaan tarkastuspöytäkirja valokuvin
 - Tarkastuspöytäkirja on syytä toteuttaa sähköisesti, jolloin mahdolliset korjaukset tulee myös dokumentoitua valokuvin ja tarkastajat voivat tämän jälkeen kuitata asiakirjan

Betonirakenteiden työselostus

- Rakennesuunnittelijan laatima
 - Oleellisin asiakirja liittyen paikalla valettuihin rakenteisiin, joten asiakirjaan tulee ”panostaa”
 - Löytyy malliasiakirjapohjia
- Betonirakenteiden työselostuksen tulisi sisältää ainakin seuraavat asiat:
 - Kohteen kuvaus ja suunnitteluperusteet sekä noudatettavat määräykset, ohjeet ja asiakirjat sekä niiden pätemisjärjestys
 - Laatuvaatimukset (mittatarkkuudet, säilyvyys, betonipinnat jne.)
 - Materiaalivaatimukset
 - Betonitöiden suoritus
 - **Laadunvarmistus ja -valvonta**
 - Betonirakenteiden rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen
 - **Kohteen mahdolliset erityispiirteet**

Betonirakenteiden työselostus

- Osana urakkalaskenta-asiakirjoja
- Asiakirjassa tulee esittää kaikki laadunvarmistustoimenpiteet
 - Mahdolliset ennakkokokeet
 - Tehdäänkö työmaalla esimerkiksi tunnistustestausta jne.
 - Mitä testataan, mistä valukohteista näytteet otetaan, näytteiden ottotiheys jne.
- Lisäksi tulee olla selkeästi esitettynä, jos tilaajalla tai viranomaisella on vaatimuksia laadunvalvontaan
 - Käytävä ennakkoon asianomaisten kanssa läpi
- Sauma-, juotos- ja jälkivaluja ei tule unohtaa
 - Laadunvalvonta koskee myös näitä

Betonirakenteiden työselostus

- Lähtökohtaisesti rakennesuunnittelija määrittelee kohteen betonivalujen laadunvalvonta toimenpiteet
- Tavanomaisissa vaativissa kohteissa pitäisi riittää valmisbetonitoimittajan laadunvarmistus
 - Tämäkin asia on hyvä kirjata työselostukseen
- Jos kohteessa on rakenneosia, jotka vaativat työmaalla tehtävää laadunvarmistusta tulee asia olla selkeästi esitetty joko betonirakenteiden työselostuksessa tai erillisessä betonin laadunvalvonta-asiakirjassa
 - Oleellista, että asia on jossain selkeästi ohjeistettu

Betonirakenteiden työselostus

- Työselostuksessa määriteltävä mitä testataan:

- **Lujuus**
- Notkeus (korostuu it-betoneissa)
- Ilmamäärä
- Lämpötila
- Kuitumäärä

- EN 206 ei anna selkeää ohjeistusta työmaalla tehtävän näytteenottomäärästä, joten yhtenä ohjeena voi käyttää BY 72 osa 2:sta löytyvää taulukkoa 1

- Näytteenottotiheys on talonrakennukselle kohtalaisen harva
- Joten suositeltavaa on määrittää rakenneosat, joista näytteet otetaan
 - Näytteitä otettava riittävästi, että niistä voidaan laskelmalla määrittää lujuus

Taulukko 1. Suositeltava ohjeellinen lujuuden vähimmäisnäytteenottotiheys työmaalla.

Suunnitteludokumenttien seuraamuluokka	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 merkitysettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia
a) näytteenoton suositeltava kuutiomääräväli ¹⁾	arvosteluerässä 300 m ³ :n välein ²⁾	arvosteluerässä 600 m ³ :n välein	-
b) näytteenotto rakenneosittain ³⁾	Tarvittaessa soveltuvin rakenneosavälein kuitenkin siten, ettei 300 m ³ :n väli ylitä.	Tarvittaessa soveltuvin rakenneosavälein kuitenkin siten, ettei 600 m ³ :n väli ylitä.	-
Arvosteluerän maksimiväli	2 kk	2 kk	-
Laboratoriokontti työmaalla	kyllä	kyllä	-
Termostaattilla varustettu koekappalelaatikko	Työmaalla oltava laboratoriokontti.	Käytetään, jos työmaalla ei ole laboratoriokonttia.	kyllä
Näytteenotolla vastuuhenkilö 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.

¹⁾ Betoninäyte otetaan heti valun alussa ja uudelleen kuutiövälillä käyttäessä.

²⁾ Seuraamuluokassa CC3 otetaan vähintään kaksi lujuustulosta (eli betoninäytettä) arvosteluerää kohti.

³⁾ Voidaan käyttää esimerkiksi hyvin vaativille rakenteille tai tilanteissa, jossa näytteenotto on helpompi ilmoittaa rakenneosittain.

Betonirakenteiden työselostus

- Betonirakenteelle ja/tai betonille on suunnitelmissa esitetty vaatimuksia, joiden vaatimustenmukaisuus todennetaan mm. seuraavien ominaisuuksien osalta:
 - Betonin puristuslujuus
 - Ilmamäärä ja tiheys
 - Betonin pakkasenkestävyys (XF-luokan rakenteissa)
 - Betonin vesitiiviys (vesitiiviissä rakenteissa)
 - Suurin sallittu vesi-sementtisuhte
 - Vähimmäissementtimäärä
 - Kuitubetonin kuitumäärä
 - Raudoitteiden suojabetonipaksuudet
 - Raudoituksen ja kiinnitysosien kelpoisuus
- Kaikki mittaus- ja testitulokset, raportit ja dokumentit kootaan projektin päivittyvään ja täydentyvään laatusuunnitelmaan

Betonityösuunnitelma

- Pää toteuttaja tulee laatia kohteen Betonityösuunnitelma ennen betonitöiden aloitusta
 - Toimitettava ainakin tilaajalle, rakennuttajalla ja rakennesuunnittelijalle kommentoitavaksi
 - Betonityösuunnitelma laaditaan betonirakenteiden työselostukseen perustuen
 - Suunnitelmassa tulee olla esitettynä työsaumat, valujärjestys, valunopeus, valukerrokset
 - Huomioitava myös sauma-, juotos- ja jälkivalut
- Betonitöiden aloituskokoukseen tulisi kutsua myös rakennesuunnittelija

Betonointisuunnitelma

- Betonointisuunnitelma laaditaan betonityöselostukseen perustuen
- Betonointisuunnitelma tulee laatia kaikista kohteen betonointitöistä
 - Näitä ovat myös sauma-, juotos- ja jälkivalut
 - Näiden laadunvalvontaa ei tule unohtaa
 - Laadunvalvonta koskee myös työmaalla kuivatuotteista sekoitettavia laasti- ja betonituotteita
- Betonointisuunnitelmassa tulee olla myös laadunvarmistustoimenpiteet
 - Mahdolliset näytteenotot tunnistustestausta varten (mitä, missä, milloin)

Betonointisuunnitelma

- Valmisbetonitoimittajien on syytä toimittaa betonireseptit ja alustavat lämmönkehityslaskelmat rakennesuunnittelijalle kommentoitavaksi
- Rakennesuunnittelijan on syytä käydä ennen betonivalua työsuoritus läpi vastaavan betonityöjohtajan ja valuporukan kanssa
- Korostuu vaativissa betonivaluissa
 - Korkealujuusbetonit
 - Massiivibetonivalut

Betonointisuunnitelma

- **Betonointisuunnitelman tulee sisältää ainakin seuraavat tiedot:**

- Betonityönjohtajan nimi, koulutus ja työkunnan vahvuus
- Aikataulu, betonin menekki, nousunopeus, valmistelutyöt
- Betonin aineosien toimittaminen työmaalle
- Betonointikaluston laatu ja lukumäärä
- Betonimassan kuljetusten ja siirtojen järjestelyt
- Varautuminen häiriöihin
- Varautuminen talvibetonointiin
- Jälkihoitotoimenpiteet
- Lujuudenkehityksen seuranta
- Betonin lämpötilan seuranta
- Muottien ja tukirakenteiden purkaminen
- Selvitys terästen tai raudoituselementtien laadunvalvonnasta
- Betonoinnista kylmänä vuodenaikana
- **Laadunvarmistus ja -valvonta**
- **Valukohteen mahdolliset erityispiirteet**

Betonin testauksen raporttien läpikäynti

- Normaalin laadunvarmistuksen osana rakennesuunnittelija käy läpi betonin testausraportit
 - Kuittaa kantavien rakenteiden tarkastus-/todentamisasiakirjaan
- Tyypillisesti valmisbetoniaseman puristustestausraportit
 - Kohteesta riippuen voi olla muitakin testausraportteja
- Urakoitsija kokoaa asiakirjat esim. sähköiseen järjestelmään valukohteittain muiden asiakirjojen kanssa.
- Poikkeamista tulee työmaan ilmoittaa välittömästi rakennesuunnittelijalle, jotta asiaan voidaan reagoida

Suunnittelijan toimenpiteet, kun epäillään betonin vajaalaatua

- Yleensä tietoa tulee urakoitsijalta, kun testitulokset eivät täytä suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia
 - Tyypillisesti betonipuristuslujuus
- Ensiksi varmistettava tulosten oikeellisuus, vakavuus, laajuus
 - Onko tarve kiireellisille toimenpiteille?
- Pyritään rajamaan mahdollisimman tarkasti, missä epäillään vajaalaatua
- Tehdään uudelleen laskenta, riittääkö betonin lujuus saadulla testituloksella
- Laaditaan tarvittaessa testaussuunnitelma
 - Porakoekappaleet
 - Poranäytteenottajan tulee olla akkreditoitu
 - Kimmovasaran käyttöä ei suositella ennen kuin standardiin on yleinen riippuvuus tarkennettu

KIITOS

 Rakennusteollisuus
TALONRAKENNUSTEOLLISUUS

Kysymyksiä / Kommentteja