



# Eri rakennneosien betonointi

Rudus Betoniakatemia

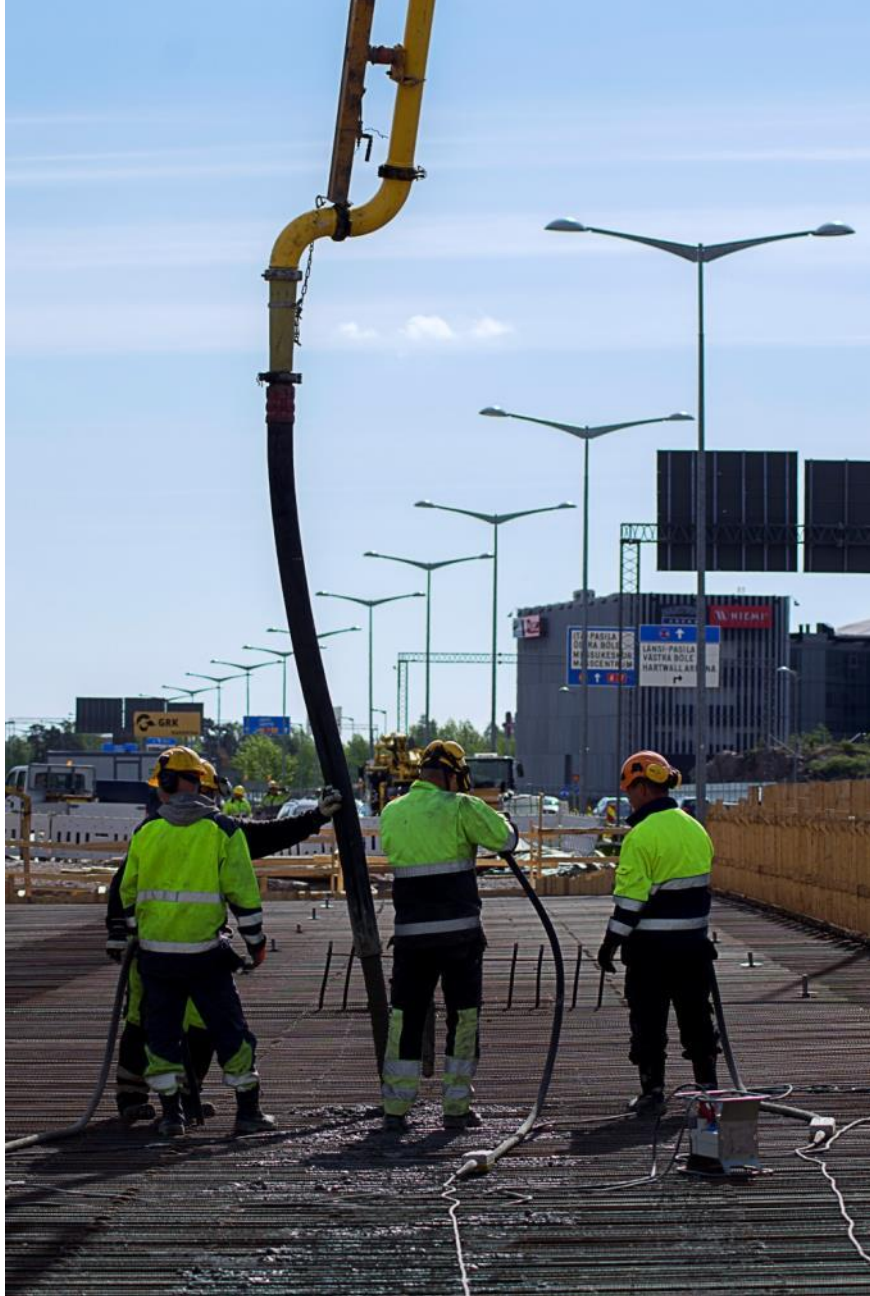
Hannu Timonen-Nissi

25.1.2019

# Huomioitavia asioita

- Kovettuneelta betonirakenteelta vaaditut ominaisuudet
- Rakenteen suuntaus
- Rakenteen mittasuhteet
- Muotti
- Raudoitus
- Muut mahdolliset varaukset ja haitat
- Betonoinnissa käytettävissä olevat resurssit
- Olosuhteet
- Aikataulu
- Betonin halkeiluriskit eri rakenteissa





# Kovettuneelta betonirakenteelta vaaditut ominaisuudet

- Lujuus
- Säilyvyyteen liittyvät ominaisuudet
- Mekaanisen kulutuksen kesto
- Vesi-/kaasutiiveys
- Kemiallinen kestävyys
- Pinnan laatu
- Jne...

**Nämä pitää saavuttaa valmiissa rakenteessa!**

# Rakenteen suuntaus

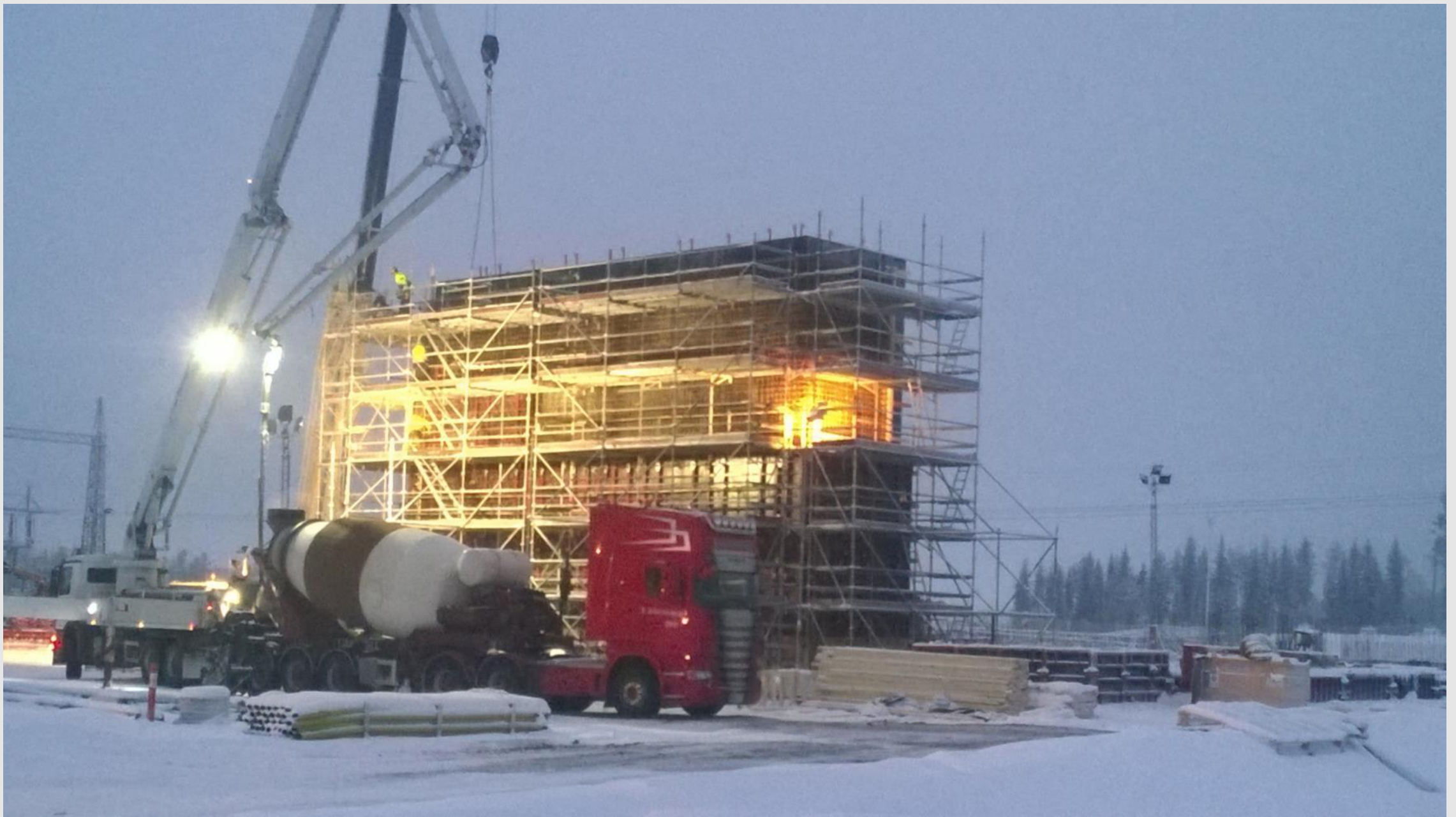
## Pystyrakenne

- Seinät, pilarit
  - Pudotuskorkeus
    - Erottuminen
    - Roiskeet
  - Nousunopeus
    - Normien rajat
    - Plastinen painuma
    - Valupaineen hallinta
  - Kerrospaksuus
    - Normien rajat
    - Liian paksulla kerroksella ilma jää muottipintaa vasten

## Pystyrakenne

- Tiivistäminen
  - Riittävän tiheästi
  - Aina reilusti edelliseen kerrokseen
  - Jälkitärytys
  - Vibra on betonin tiivistämistä, ei siirtämistä varten
- Valupaine
  - Muotin kestävyys
  - Valupaineet suuria varsinkin painevaluissa tai IT-betonilla valettaessa suurella nousunopeudella





# Rakenteen suuntaus...

## Vaakarakenne

- Lattiat, holvit
  - Eniten ongelmia aiheuttava betonirakenne
    - Suuri pinta avoinna
    - Laatan paksuus pieni verrattuna muihin mittoihin
  - Myös vaakavalu pitää tiivistää huolellisesti
    - Valu kerroksittain
    - Myös ohuet kerrokset pitää tiivistää
  - Pinnan kuivumisen estäminen
    - Jälkihoitoaineet
    - Suojaaminen
    - Vedon poisto



# Rakenteen suuntaus...

## Vino rakenne

- Ajoluiskat, useat siltojen rakenneosat, tuulimyllyjen perustukset
  - Parempi lopputulos vastamäkeen valamalla
    - Betonin pystyy tiivistämään paremmin
  - Monesti valuporukat haluavat valaa myötämäkeen
    - Kevyempi valaa
    - Tiivistys jätettävä puutteelliseksi
- Vinot putkipaalut
  - IT-betonilla
    - Valuputki raudoituksen keskelle
    - Valu pohjasta ylöspäin, jolloin mahdollinen vesi tulee putkesta betonin edessä pois ja valusta saadaan tiivis.















# Rakenteen mittasuhteet

- Pituus / leveys / korkeus / paksuus
  - Suuret erot mittasuhteissa aiheuttavat halkeamariskin
- Massiivirakenne
  - Maksimilämmöt, lämpötilaerot
- Hoikka rakenne
  - Rakenteen täyttyminen
  - Reaktiolämmön riittävyys viileissä/kylmissä olosuhteissa
- Samassa rakenteessa massiivisia ja hoikkia osia
  - Lämpötilaerojen hallinta



# Muotti

- Muottimateriaali
  - Pinnan laatu
  - Kosteuden pysyminen pintaosassa
  - Lämmön johtuminen
- Valupaineen kestävyys
  - Järjestelmämuotit yleensä toimivat
  - Valupaine aliarvioidaan useasti
  - Muotin pitää kestää myös betonin kunnollinen tiivistys
- Lämmönjohtokyky
  - Puu- ja kasettimuotti eristävät, teräsmuotti johtaa hyvin lämpöä / kylmää
- Muotti puuttuu osittain / kokonaan
  - Vaatii tarkkaa suunnittelua ja työnaikaista kontrollia hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi
  - Huono tiivistys yleinen ongelma

# Raudoitus

- Perinteinen teräsbetonirakenne
  - Raudoituksen oikean sijainnin pysyminen valutyön aikana
- Jännitetty rakenne
  - Usein ahdasta varsinkin ankkureiden läheisyydessä
- Kuituraudoitettu
  - Lattioissa tärypalkki/tärylasta ainoa oikea tapa pinnan tekoon
- Raudoittamaton rakenne
  - Lähinnä pintalattioissa
  - Kiinnittyminen alustaan varmistettava
- Raudoituksen tiheys / määrä
  - Maksimiraekoon valinta
  - Halkeiluerkkyys kevyesti raudoitetuissa maanvaraisissa lattioissa



# Muut mahdolliset varaukset ja haitat

- Aukot ja läpiviennit pystyrakenteissa
  - Alapuolen täyttyminen varmistettava
    - Betoni "uitettava" ali toiselta puolen
- Tartunnat liittyviin rakenteisiin
  - Pohjalaatoissa ja holveissa "häiritsevät" pinnan tekoa
- Pilarit ja kaivot vaakarakenteissa
  - Irrotus / lisäterästyks
- Jännepunosputket jännitetyissä rakenteissa
  - Usein ahtaita rakenteita
    - Massan notkeus ja raekoko
    - Putket pysyttävä ehyinä



# Betonoinnissa käytettävissä olevat resurssit

- Saatavilla olevat betonilaadut
  - Yleensä tehtaan normaalitarjonnasta
  - Pienillä tehtailla tarjonta voi olla melko suppea
- Käytettävissä oleva betonin kuljetus- ja siirtokalusto
  - 80 % kaikesta betonista pumpataan
- Muottikalusto
  - Hyvällä muottikalustolla säästää aikaa ja rahaa
  - Liian usein muotteja joudutaan korjailemaan valun aikana
- Lämmitys- ja suojausvarusteet
  - Varauduttava etukäteen, työnaikainen "virittely" ei toimi
- Valukalusto
  - levitys, tiivistys, pinnan teko
  - Käsi / kone
  - Vaativilla betoneilla oltava oikeat työkalut
- Osaaminen ja ammattitaito
  - Löytyy laidasta laitaan
  - Ammattitaito katoava luonnonvara
- Aika
  - "ei ole aikaa tehdä kunnolla"
    - Valuporukoilla kiire eteenpäin
    - Työnjohto valuporukoiden "armoilla"
    - Tilaajakaan ei aina anna mahdollisuutta tehdä kunnolla

# Olosuhteet

- Valutilan lämpötila
  - Tilanteen mukaan
    - Maanvaraisissa laatoissa riittävä lämmitys etukäteen
    - Massiivivaluissa mahdollisimman alas
- Ulkoilman lämpötila
  - Vaihtelut voivat olla suuria ( - 30...+ 30 astetta )
    - Otettava huomioon
    - Vaikuttaa massan valintaan, valutyöhön, suojaukseen, jälkihoitoon, jne...
- Suhteellinen kosteus
  - Voi vaihdella paljon
    - Betonoimisen kannalta ihanne mahdollisimman korkea
- Tuuli
  - Tuulella valtava merkitys pinnan kuivumiseen ja jäähtymiseen
- Valukohteen saavutettavuus
  - Varattava riittävästi tilaa autoille / pumpuille
  - Pumppu mahdollisimman lähelle valukohdetta
    - Ensisijaisesti valu suoraan pumpun letkulla, linjapumppaus vasta, kun on pakko
- Muun rakentamisen huomioiminen
  - Yleensä valun aikana työmaalla tehdään myös muita töitä
    - Tehtävä tarvittaessa riskinarviointi ( esim. pumpun ja torninosturin toiminta-alueet leikkaavat )
- Mahdolliset ulkopuoliset haitat
  - Mietittävä etukäteen tapauskohtaisesti
    - Siltavaluissa ollaan usein liikenteen keskellä







# Aikataulu

- Valuun käytettävissä oleva aika / valunopeus
  - Varattava riittävästi aikaa huomioiden nousunopeudet ja käytössä olevat resurssit
- Lujuudenkehitys
  - Voidaan arvioida etukäteen Betoplus-ohjelman avulla
  - Työnaikainen lämpötilaseuranta tärkeä
- Jälkihoitoon käytettävissä oleva aika
  - Riittävä lujuus varmistettava ennen jälkihoidon lopettamista
    - Betonin valinta
    - Suojaukset / lisälämmitykset
- Rakenteiden kuivuminen
  - Kuivumiselle pitää varata riittävästi aikaa
  - Ensin riittävä lujuus, sitten vasta kuivatus
  - Olosuhteiden hallinta tärkeää
    - Lämpö, suhteellinen kosteus, kastuminen,...



# Betonin halkeiluriskit eri rakenteissa

- Betoni on kutistuva materiaali
- Betonirakenteen halkeilu voi johtua
  - Plastisesta kutistumasta
  - Kuivumiskutistumasta
  - Lämpötilaeroista rakenteessa
- Plastinen kutistuma
  - Syntyy ensimmäisten tuntien aikana
  - Seinissä näkyy vaakarautojen alla
    - Liian suuri nousunopeus
    - Heikko tiivistäminen
  - Lattioissa ja holveissa näkyy tiheänä ruudukkona pinnassa
    - Pinnan kuivuminen
    - Yleensä hierretään piiloon
    - Tulee esille, kun sementtiliima poistetaan



# Betonin halkeiluriskit rakenteissa...

## Kuivumiskutistuma

- Syntyy kovettuneen betonin kuivuessa
  - Kestää kuukausia
  - Aikajänne ja kutistuman suuruus riippuvat voimakkaasti olosuhteista
  - Erilaisilla betonilaaduilla eri suuruinen
    - Pastamäärä
  - Seinissä yleensä pystysuuntaisina halkeamina
    - Erityisesti seinän alaosassa, kun seinä valetaan jo kutistuneen betonin päälle.

## Holvit ja lattiat

- Monia syitä
  - Betonin laatu
  - Laattajako
  - Heikko raudoitus
  - Kutistuman aiheuttama liike estyy
    - Irrotus seinistä, pilareista, jne puuttuu
  - Betonilla ei riittävää lujuutta, kun kuivuminen alkaa
    - Kypsyysaste / jälkihoito



# Betonin halkeiluriskit rakenteissa...

## Lämpötilaerojen aiheuttamat jännitykset

- Massiivivalut
  - Valun sydämessä yleensä korkein lämpö
  - Ero reuna-alueisiin ei saa olla liian suuri
    - Valun suojaaminen ( myös kesällä )
    - Kylmien alueiden lisälämmitys
- Seinävalut
  - Nopeassa muottikierrossa etenkin talvisaikaan
    - Betonin lämpö muotissa korkea
    - Kun muotti poistetaan nopeasti syntyy keskiosan ja pinnan välille suuri lämpötilaero
      - Pintaan syntyy hiushalkeamia, jotka tulevat näkyviin, kun kuivumiskutistuma tulee mukaan





# Hannu Timonen-Nissi

[hannu.timonen-nissi@rudus.fi](mailto:hannu.timonen-nissi@rudus.fi)

[www.rudus.fi](http://www.rudus.fi)



**Rudus** BETONIAKATEMIA

**Rudus**  
A CRH COMPANY