



Betonin lujuuden- ja lämmönkehityksen hallinta

Rudus Betoniakatemia

Hannu Timonen-Nissi

25.1.2019

Valukohteessa pitää valita rakenteeseen ja olosuhteisiin sopiva betoni sekä luoda betonille sellaiset olosuhteet, että valmiille betonirakenteelle asetetut tavoitteet saavutetaan ja rakentamisessa voidaan edetä suunnitelmien mukaan.

Lujuuden kehitys

- Jäätymislujuus
- Muotinpurkulujuus
- Jännityslujuus
- Kuormituslujuus
- Lopullinen lujuus

Lämmön kehitys

- Lujuuden kehityksen kannalta riittävä lämpötila
- Maksimilämpötila
- Lämpötilaerot
- Kylmäsillat
- Tarvittavat toimenpiteet



BetoPlus-palvelun käyttö valuissa

Tietokoneohjelma, jolla voidaan mallintaa betonin lujuudenkehitystä
perustuen betonin lämmönkehitykseen

Kaksi käyttötarkoitusta

Ennakkolaskelmat

- vaativat rakenteet
- vaativat materiaalit
- vaativat olosuhteet

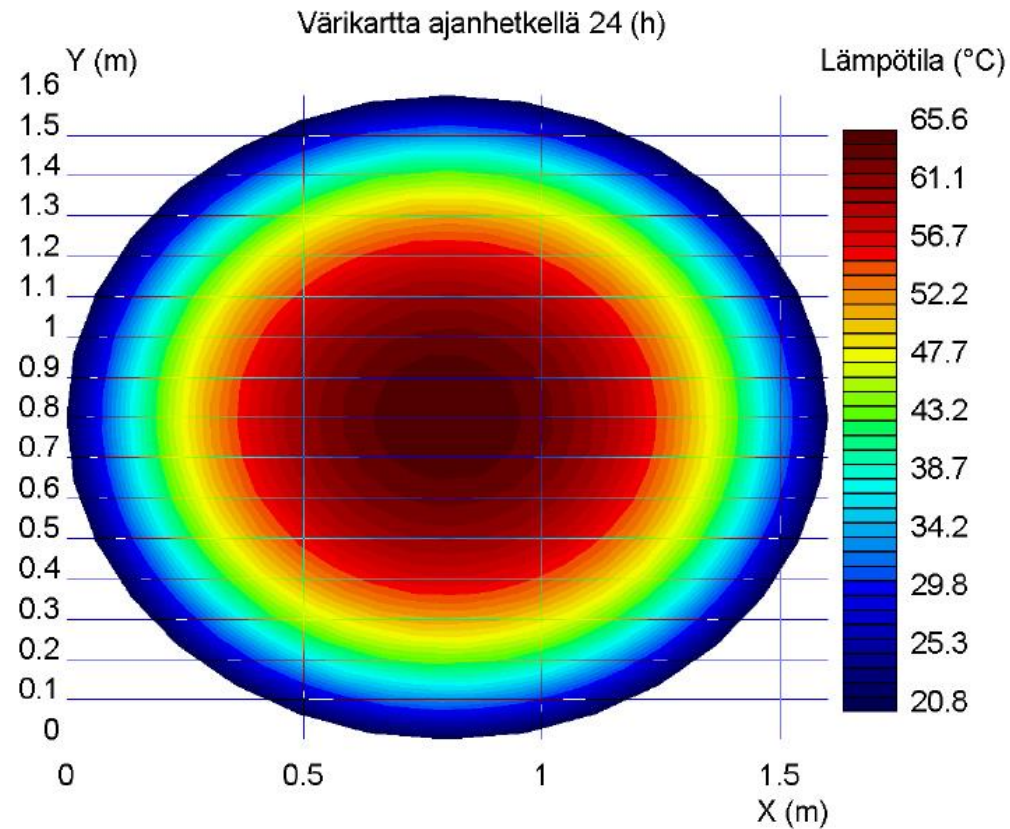
Lujuuden seuranta toteutuneista lämpötilamittauksista

- varmennetaan, ettei betoni jäädy
- varmennetaan, että jäätymislujuus saavutetaan
- varmennetaan muotinpurkulujuuden ajankohta
- varmennetaan jännitettävien rakenteiden jännitysajankohta

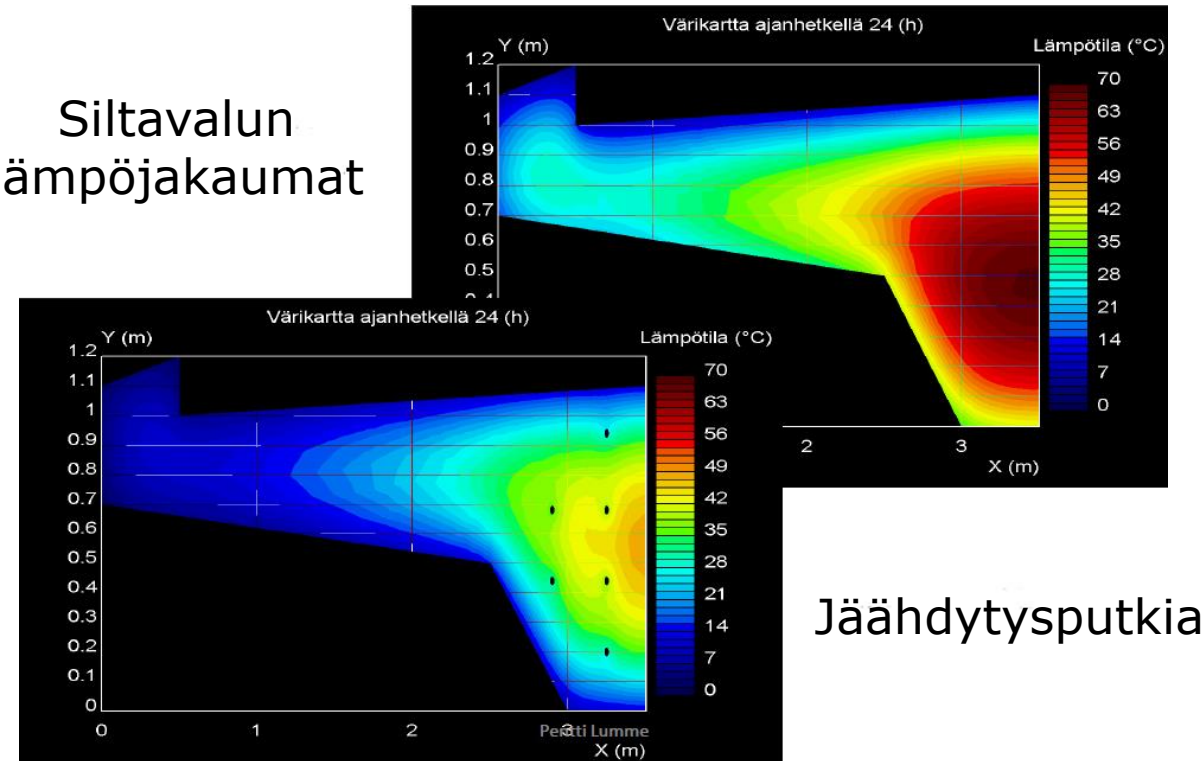


Lämmönjakautuminen

Paksun pilarin lämmönjakauma

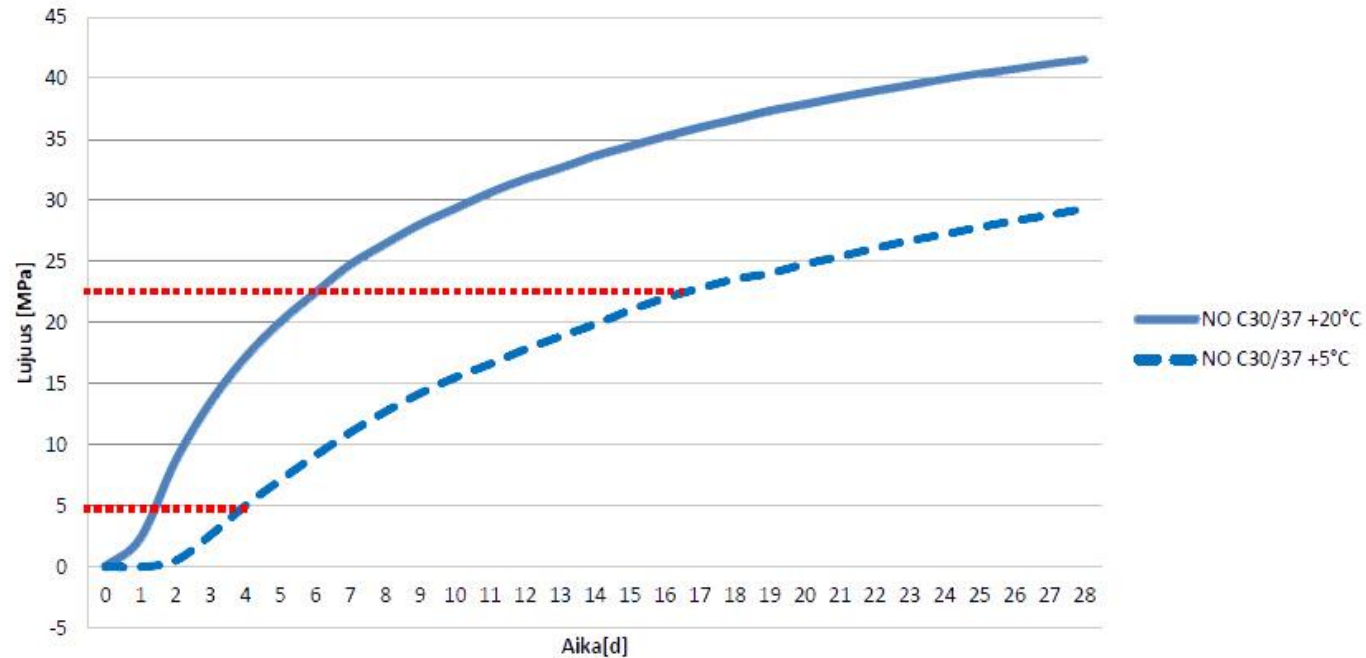


Siltavalun lämpöjakaumat



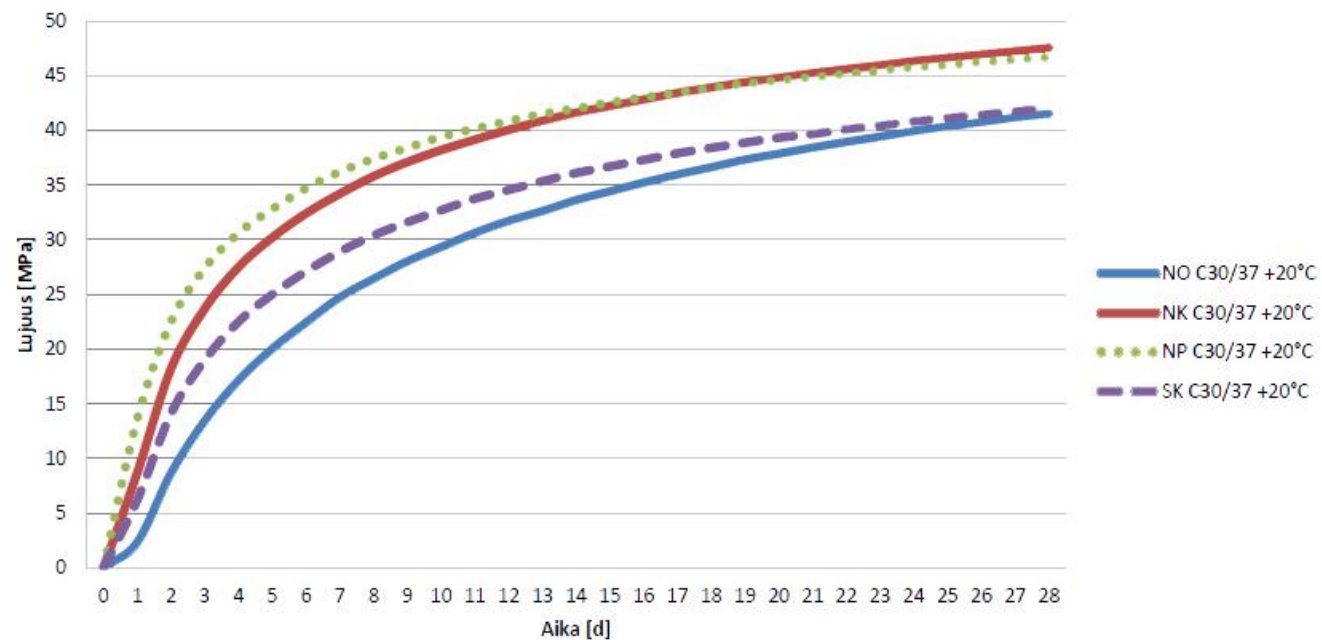
Jäähdytysputkia

Lujuudenkehitys NO C30/37 #16mm S3



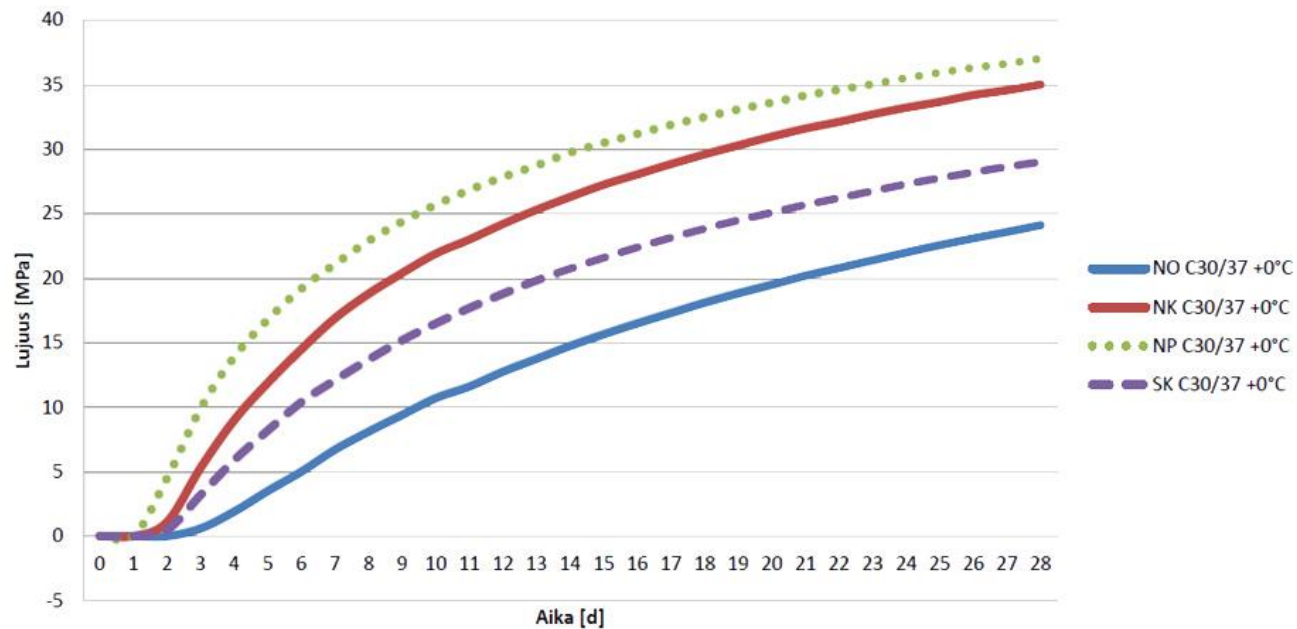
Lähde: Pentti Lumme

Lujuudenkehitys +20°C



Lähde: Pentti Lumme

Lujuudenkehitys +0°C

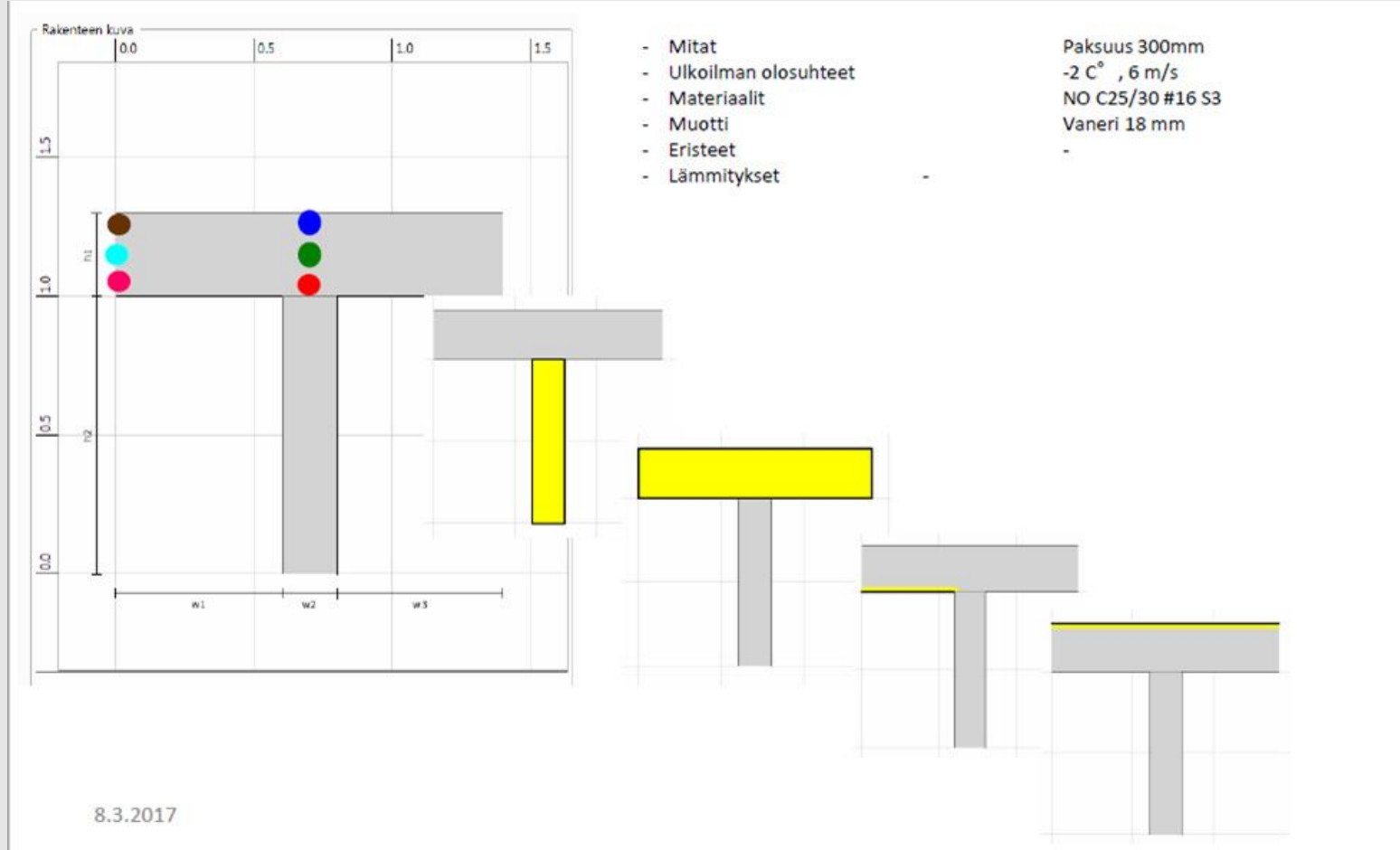


Lähde: Pentti Lumme

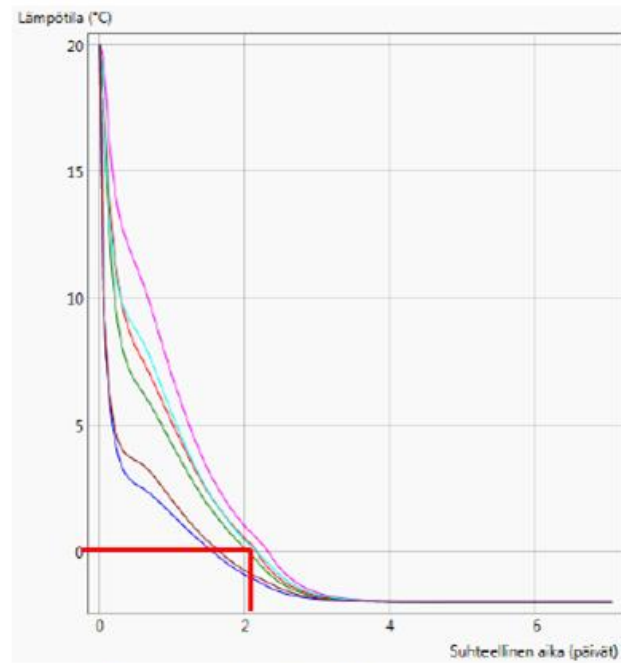
Ennakkolaskelma

Holvi seinän päällä

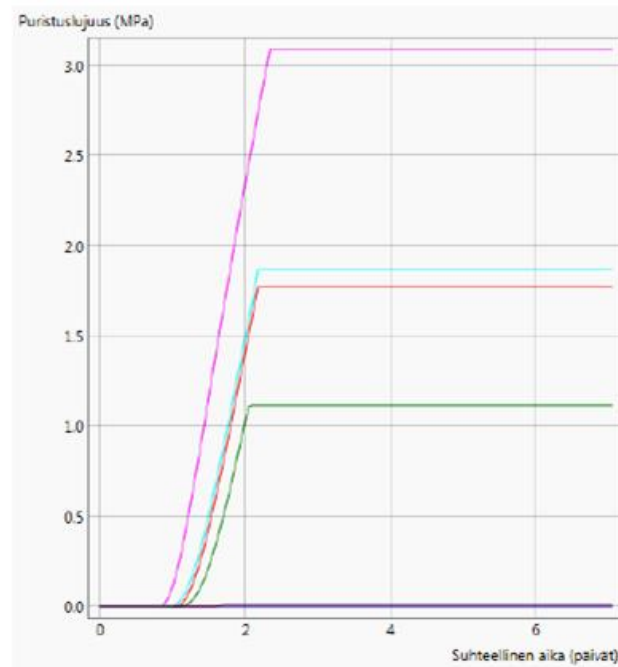
Asetetaan lähtötiedot



1. Lähtötilanne - talvea ei huomioitu

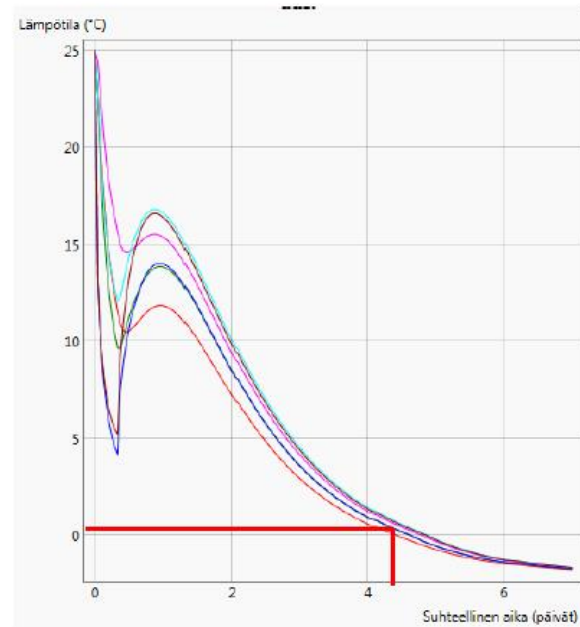


Betoni jäätyy 2 vrk ikäisenä

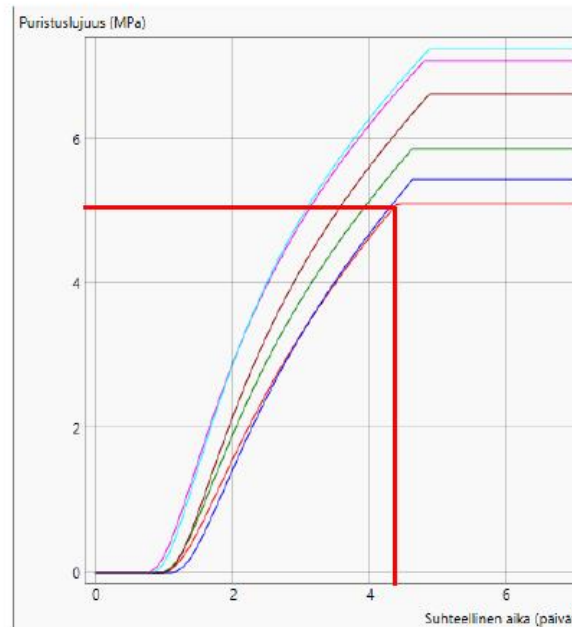


8.3.2017

2. Lisätään laatan päälle pakkasmatto



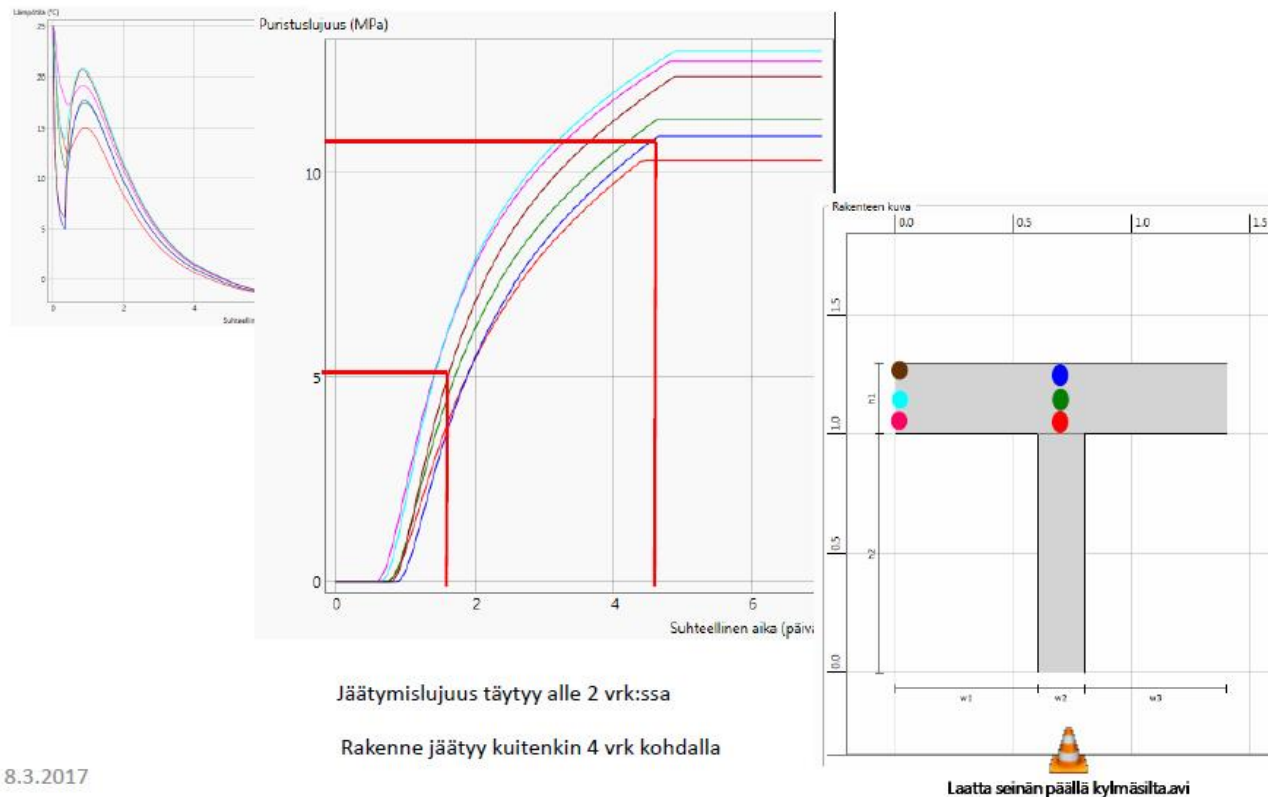
Betoni jäätyy 4 vrk ikäisenä



4 vrk ikäisenä betonilla on 5 MPa lujuutta
-> jäätymislujuus täytyy juuri ja juuri

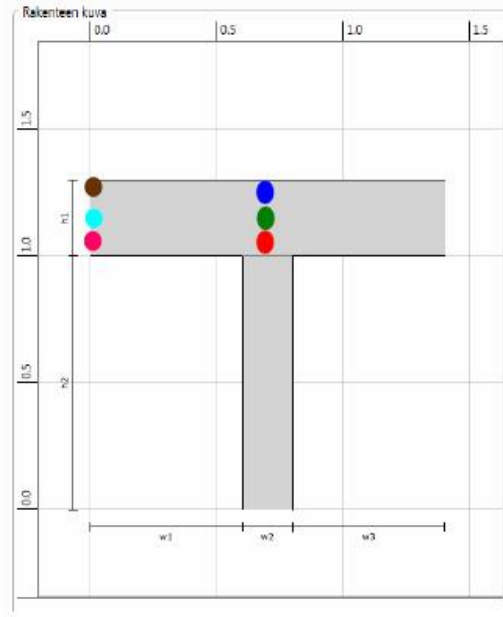
8.3.2017

3. Vaihdetaan nopeampi betoni NO C25/30 → NK C25/30

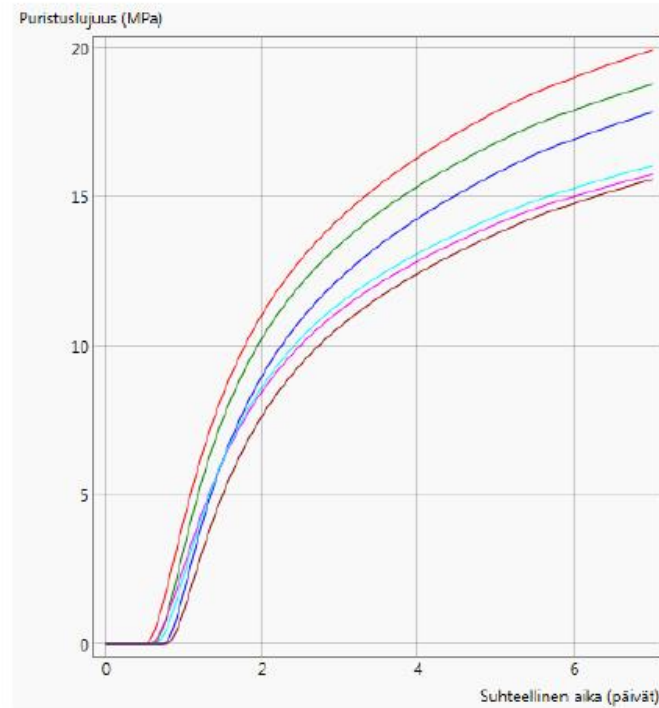


8.3.2017

4. Lisätään lämpölangat kylmäsiltaan



Laatta seinän päällä lämpölangat.avi

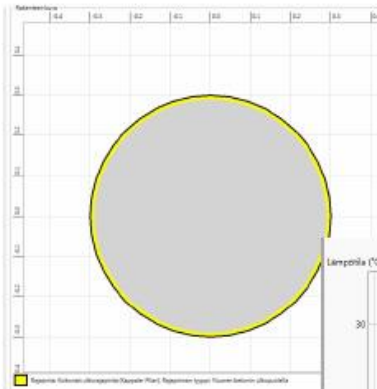


8.3.2017

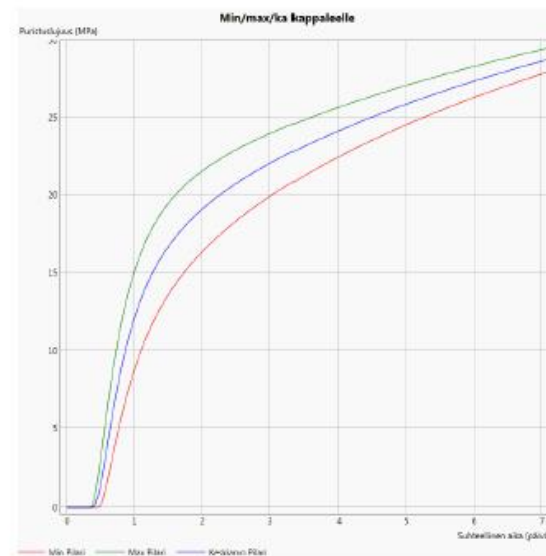
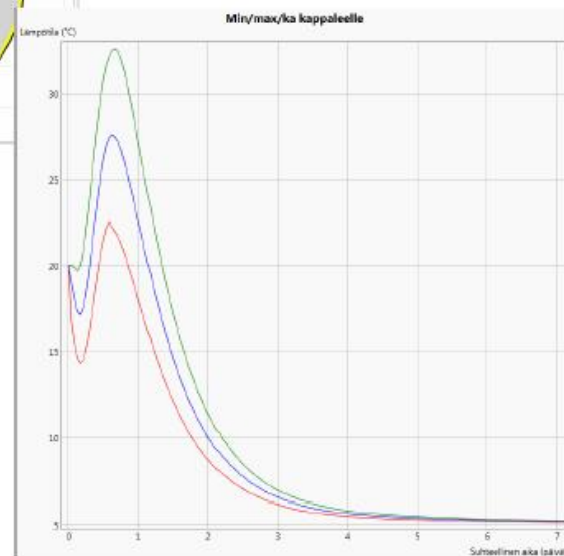
Ennakkolaskelma

Pilari

1. Lähtötilanne - pilari teräsmuotilla



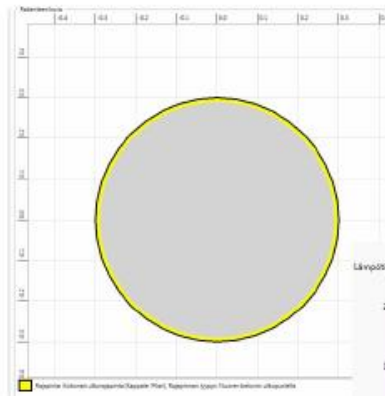
- C35/45 #16 S4 Nopeasti kovettuva betoni
- Pilarin halkaisija 350 mm
- Teräsmuotti 3 mm
- Betonin lämpötila +20 astetta
- Ulkoilman lämpötila +5 astetta
- Ei tuulta ~ 1 m/s



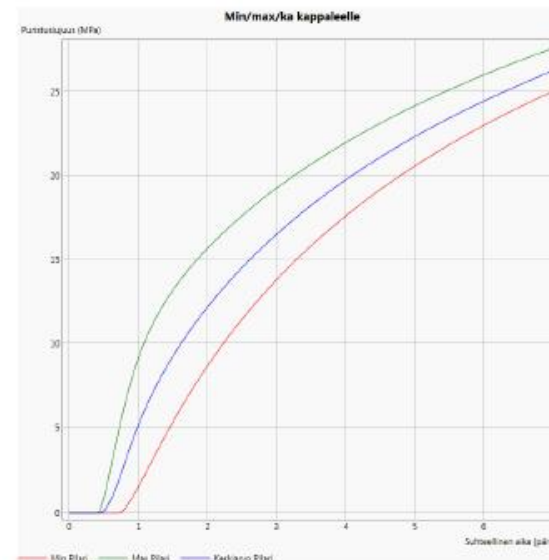
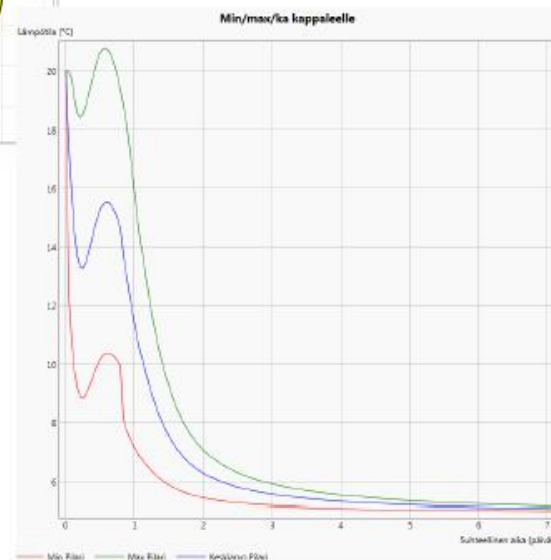
2 vrk aikana n. 20 MPa lujuus ja 4 vrk aikana n. 25 MPa

8.3.2017

2. Nousee kova tuuli - pilari teräsmuotilla



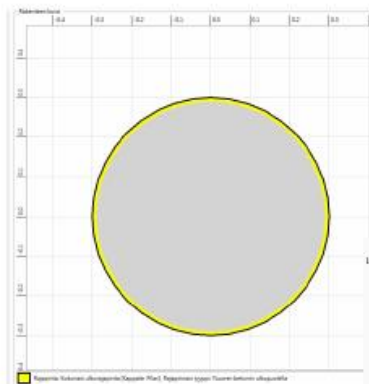
- C35/45 #16 S4 Nopeasti kovettuva betoni
- Pilarin halkaisija 350 mm
- Teräsmuotti 3 mm
- Betonin lämpötila +20 astetta
- Ulkoilman lämpötila +5 astetta
- Voimakas tuuli ~ 12 m/s



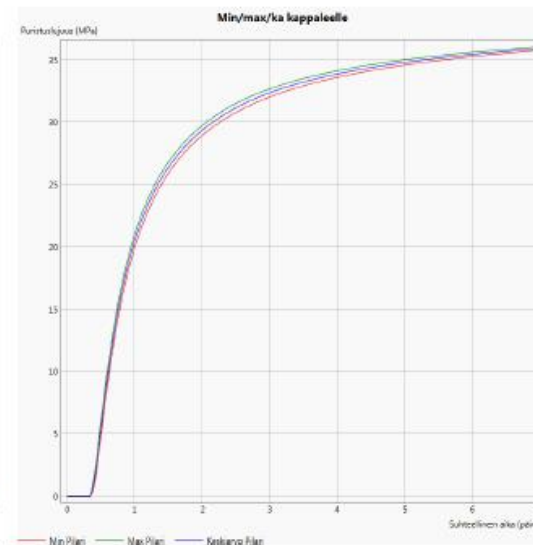
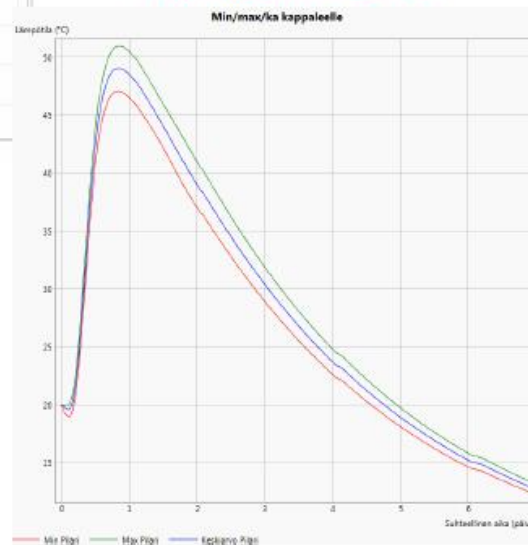
2 vrk aikana n. 15 MPa lujuus ja 4 vrk aikana n. 20 MPa

8.3.2017

3. Nousee kova tuuli - pilari teräsmuotilla ja routamatolla



- C35/45 #16 S4 Nopeasti kovettuva betoni
- Pilarin halkaisija 350 mm
- Teräsmuotti 3 mm ja routamatto
- Betonin lämpötila +20 astetta
- Ulkoilman lämpötila +5 astetta
- Voimakas tuuli ~ 12 m/s



2 vrk aikana n. 30 MPa lujuus ja 4 vrk aikana n. 35 MPa

8.3.2017

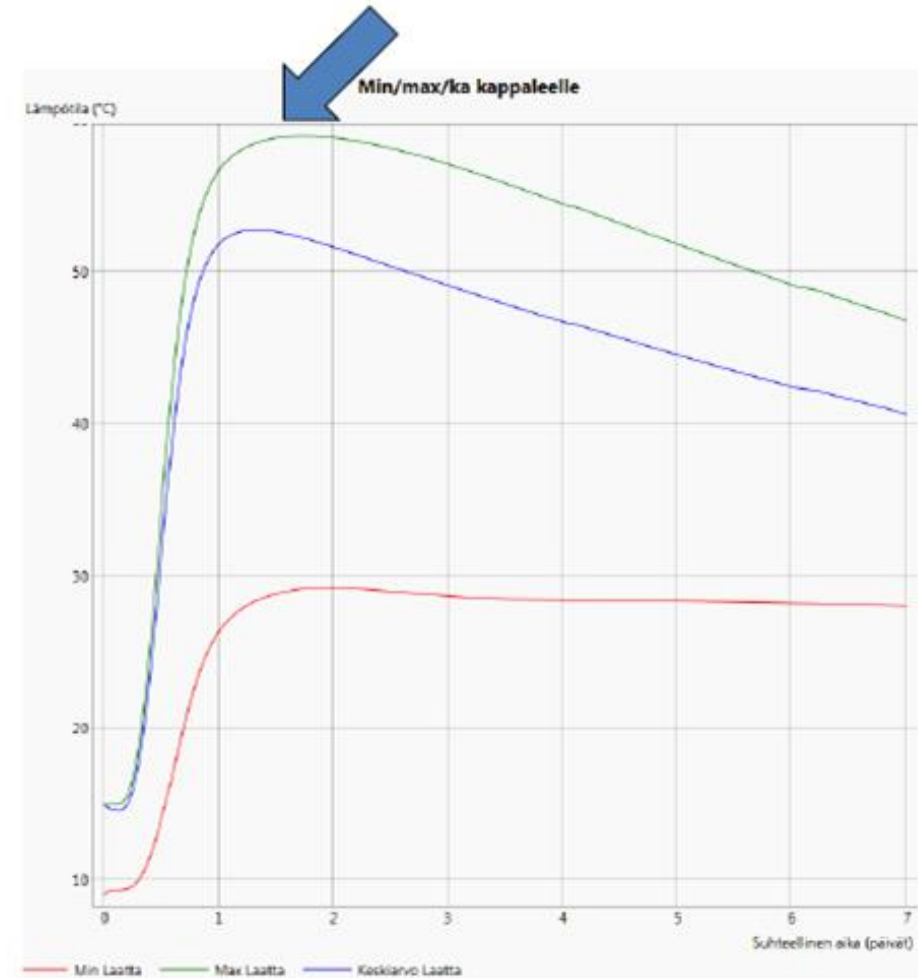
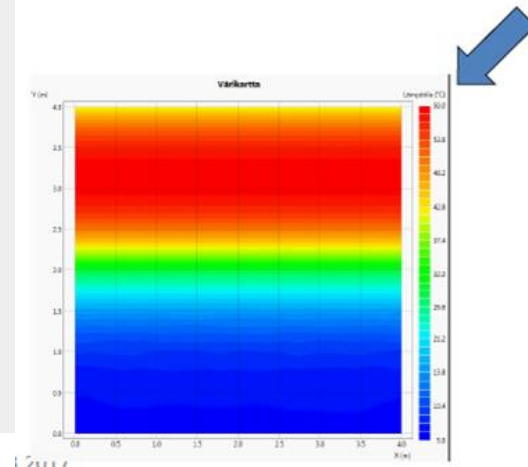
Ennakkolaskelma

Massiivinen pohjalaatta

1. 2000mm pohjalaatta ja XS1 100v. rasitusluokka - Plussementillä

Rakenteen vaatimukset C40/50 XC4, XS2 100v.

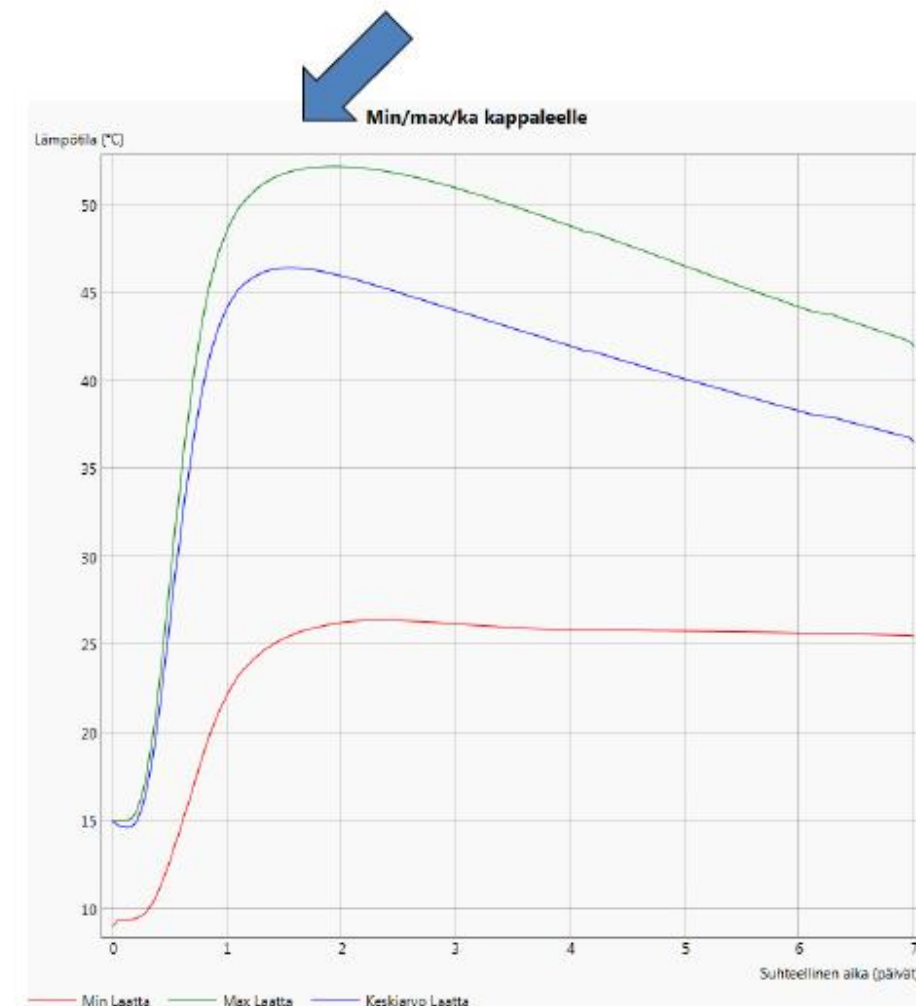
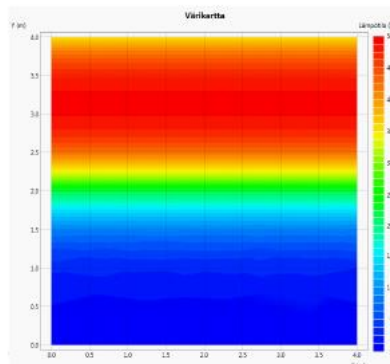
- Maksimi v/s-suhde 0,45
- lujuusluokka C40/50
- vähimmäissementtimäärä 300 kg/m³
- resepti Plussementillä nostaa maksimilämpötilan 59 asteeseen



2. 2000mm pohjalaatta ja XS1 100v. rasitusluokka - Plussementillä, tuhkalla ja silikalla

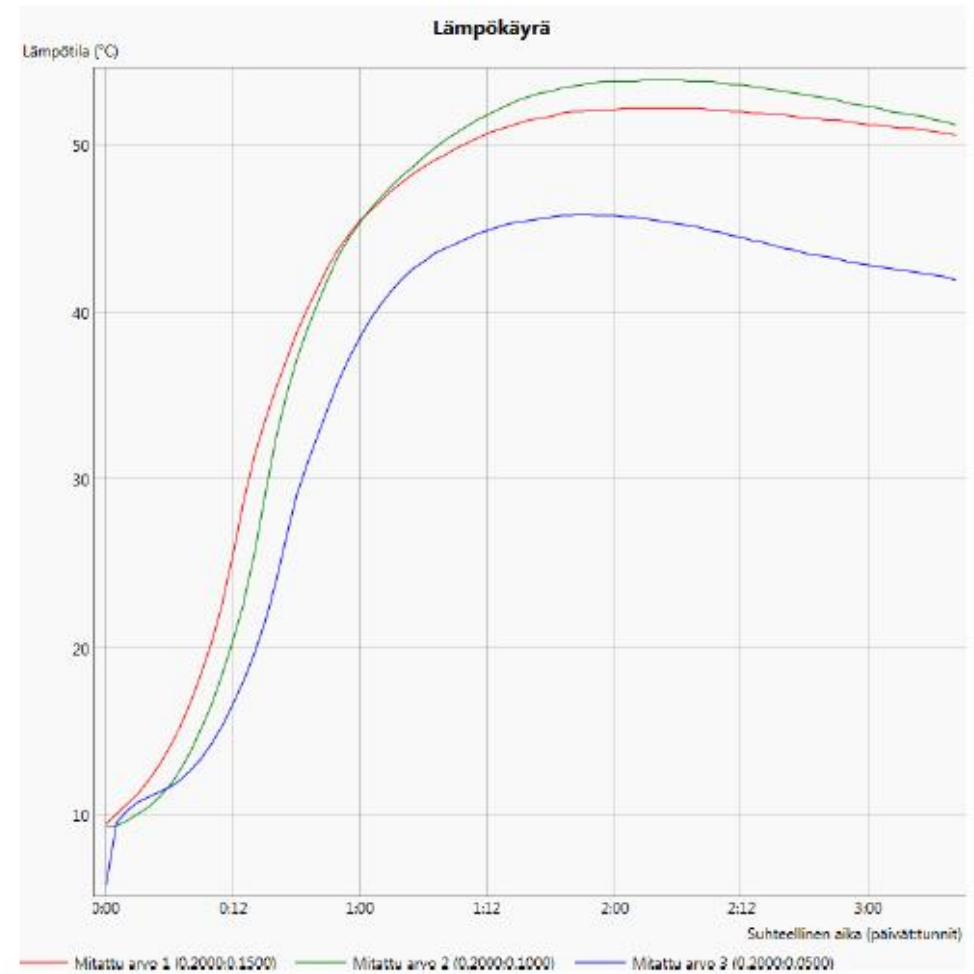
Rakenteen vaatimukset C40/50 XC4, XS2 100v.

- Maksimi v/s-suhde 0,45
- lujuusluokka C40/50
- vähimmäissementtimäärä 300 kg/m³
- käytetään reseptiä, jossa tuhkan ja silikan avulla voidaan vähentää sementtimäärää
- resepti Plussementillä nostaa maksimilämpötilan 53 asteeseen



Pohjalaatta valettiin 17.1.2017

- Valuun asennettiin dataloggerit, joilla rakenteen lämpötilaa voitiin seurata.
- Rakenteen lämpötila nousi 54 asteeseen.



Hannu Timonen-Nissi

hannu.timonen-nissi@rudus.fi

www.rudus.fi



Rudus BETONIAKATEMIA

Rudus
A CRH COMPANY