

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotanto

Ville Kiesi

## **Talvibetonointi case Sairaalaparkki**

Opinnäytetyö 2012

## **Tiivistelmä**

Ville Kiesi

Talvibetonointi case Sairaalaparkki, 45 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu Lappeenranta

Tekniikka, rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennustuotanto

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: lehtori Vesa Inkilä, Saimaan ammattikorkeakoulu, työmaainsinööri

Timo Myllärinen, Skanska Oy

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia talvibetonointia Sairaalaparkki-työmaalla. Työssä käytiin läpi talvibetonointiin liittyvät ongelmat ja niiden ratkaisut. Lisäksi tein tehtäväsuunnitelman rungon betonoinnista. Opinnäytetyön tilaaja oli Skanska talonrakennus Oy.

Opinnäytetyön materiaali on kerätty Suomen betoniyhdistyksen kirjallisuudesta sekä Internet-sivuilta. Työtä varten materiaalia on myös kerätty Ratu-kortistosta. Valokuvat opinnäytetyötä varten on otettu Sairaalaparkki-työmaalta.

Työn tuloksena oli se, että talveen tulee varautua jo ennakkoon. Hyvillä suunnitelmilla voidaan minimoida talven aiheuttamat riskit. Talvi aiheuttaa joka tapauksessa lisäkustannuksia. Betonin nopea suojaaminen nopeuttaa betonin kovettumista. Suosittelen tekemään tehtäväsuunnitelman, se auttaa betonoinnin valvonnassa ja seurannassa.

Asiasanat: talvibetonointi, jälkijännitetty, tehtäväsuunnitelma.

## **Abstract**

Ville Kiesi

Winter concreting case Sairaalaparkki, 45 Pages, 2 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences Lappeenranta

Technology, Civil and Construction Engineering

Bachelor's Thesis 2012

Instructors: Mr Vesa Inkilä , lecturer of Saimaa University of Applied Sciences,  
Mr. Timo Myllärinen, site engineer

The purpose of this study was to examine winter concreting at the Sairaalaparkki-construction site. Problems and solutions for winter concreting have been considered. In addition to winter concreting was a task planning for building-frame concreting created. The study was commissioned by Skanska Talonrakennus Oy.

The material for this study was gathered from the literature of Suomen betoniyhdistys and from the general internet sites. Material for this study has also been collected from the RATU-files. Photographs to this study were taken at the Sairaalaparkki-worksite.

The result of this study was the fact that the company has to prepare for concreting at winter in advance. With a good plan there a way to minimize the risks of winter concreting. Winter always causes some extra costs. Good covering of concrete helps its hardening. Using task planning is recommended because it helps to observe and monitor the concreting work.

Keywords: Winter concreting, past-tension, task planning

## Sisältö

1 Johdanto .....	6
1.1 Opinnäytetyön taustaa.....	6
1.2 Projekti .....	6
2 Talvibetonointi.....	7
2.1 Talvibetonoinnin ongelmat.....	9
2.2 Kylmyyden vaatimat erikoistoimenpiteet.....	10
2.3 Varautuminen kylmän ajan betonointiin.....	10
2.4 Betonointia edeltävät työt .....	11
2.5 Betonin valmistus .....	11
2.6 Betonin jälkihoito kylmissä olosuhteissa.....	12
2.7 Lämmitysmenetelät .....	12
2.7.1 Kuumailmalämmitys .....	13
2.7.1 Lankalämmitys .....	14
2.7.2 Muottilämmitys .....	15
2.7.3 Infrapunälämmitys .....	15
3 Jännitetty betoni.....	16
3.1 Jännemenetelmät.....	16
3.2 Aineet ja tarvikkeet .....	17
3.3 Jännittäminen .....	18
3.4 Jännitettyjen betonirakenteiden etuja .....	20
4 Sairaalaparkki-työmaa .....	20
4.1 Holvin betonointia edeltävät työt.....	21
4.2 Holvin betonointi.....	26
4.3 Holvin betonin lujuudenseuranta .....	30
4.4 Jännittäminen .....	32
4.5 Muotin purku.....	33
5 Tehtäväsuunnitelma.....	33
5.1 Tehtäväsuunnitelma paikallaan valetusta rungosta.....	34
5.1.1 Työn sisältö .....	34
5.1.2 Potentiaalisten ongelmien analyysi .....	36
5.1.3 Työturvallisuus .....	37
5.1.4 Aikataulu.....	37
5.1.5 Aloitusedellytykset.....	38
5.1.6 Kustannukset.....	38
5.1.7 Laatuvaatimukset .....	38

6 Päätelmät.....	41
Kuvat.....	43
Lähteet.....	44
Liitteet .....	45

# **1 Johdanto**

## **1.1 Opinnäytetyön taustaa**

Opinnäytetyön aiheen tilaajan on Skanska Talonrakennus Oy, joka on yksi Suomen suurimmista rakennusalan yrityksistä. Kysyin Skanskan sairaalaparkki-työmaalta aiheita ja he ehdottivat sieltä holvin talvibetonoinnin seuranta.

Tässä työssä tutkitaan holvin talvibetonointia ja sen aiheuttamia ongelmia ja niiden ratkaisuja. Lisäksi teen tehtäväsuunnitelman holvin betonoinnista.

## **1.2 Projekti**

Skanska rakentaa uuden pysäköintitalon Etelä-Karjalan keskussairaalle Lappeenrantaan. Tilaaja ja rakennuttaja on Etelä-Karjalan sosiaali- ja terveystieteiden (Eksote) tytäryhtiö Etelä-Karjalan Sairaalaparkki Oy.

Pysäköintitalo rakennetaan keskussairaalan taakse Kahilanniementien varteen. Siihen sijoitetaan sekä asiakaspaikoitusta että henkilökunnan paikoitusta. Rakennuksesta tulee kuusikerroksinen, ja sen bruttoala on noin 18 200 neliötä. Autopaikkoja tulee yhteensä 820, joista halliin 673 paikkaa ja katolle 147. Pysäköintitalosta lähtee yhdysputki, joka liittyy pysäköintitalon sairaalan muihin rakennuksiin.

Rakennuksen runko on paikallaanvalettua teräsbetonia. Paikallaanvalutasot ja palkit ovat jälkijännitettyjä teräsbetonirakenteita. Alimman kerroksen maanpaineseinät sekä poikittaisseinät toimivat osana rakennuksen jäykistävää rakenteita. Rakennuksen porrashuoneet ovat irti varsinaisesta parkkihallirakenteesta ja toimivat itsenäisesti maanpainetta vastaan. Rakennuksen perustukset ovat maanvaraisia.

Projekti on aloitettu 8.8.2011 ja se on valmis 28.9.2012.

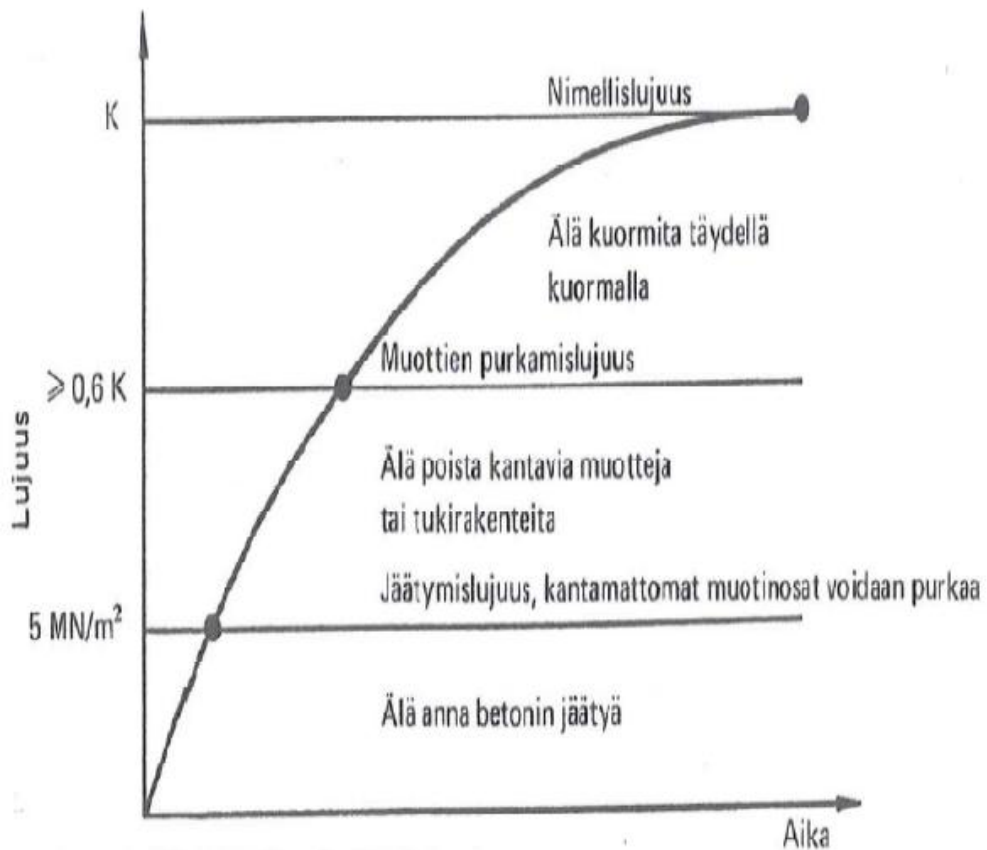
## 2 Talvibetonointi

Talvibetonointi katsotaan alkavaksi, kun vuorokauden keskilämpötila laskee alle +5 °C:n. Betonin sitoutuminen ja kovettuminen pysähtyy käytännössä alle -5 °C:n lämpötilassa. Betonin kovettumisnopeuteen vaikuttaa aina merkittävästi lämpötila ja siksi talvisin tulee varmistaa, että betonivalu tehdään olosuhteissa, joissa taataan riittävä kovettumislämpötila, kunnes oikea lujuustaso on saavutettu. Mikäli ohut betonivalu jäähtyy nopeasti, lujuudenkehitys hidastuu merkittävästi. Talviaikaan betonivalua tulisi aina ensimmäisten vuorokausien aikana suojata ja tarvittaessa lämmittää, jotta betonimassan lämpötila ei ennen sitoutumisen alkua laske alle +10 °C:n. Tällä varmistetaan, että sementin alkaessa reagoida, betonin oma lämmönkehitys käynnistyy ja nopeuttaa lujuuden kasvua. Mikäli talvibetonointia ei tehdä oikein, voi seurauksena olla betonin huono säilyvyys ja kantavuus, joko pakkasvaurioiden tai liian aikaisen muotin ja tukirakenteiden purun takia. (Rudus 2012b)

Talvibetonoinnit tulee suunnitella riittävästi etukäteen, jotta rakenteen tavoitellut ominaisuudet saavutetaan. Valun toteutuksessa on huomioitava kaikki valuun vaikuttavat tekijät (muotti, suojaus, lämmitys, betonilaatu, valutekniikka, jälkihoito), jotta haluttu tulos saavutetaan. Käyttämällä esimerkiksi nykyaikaisia laskentamenetelmiä (BetoPlus) voidaan arvioida luotettavasti valettavan rakenteen lämmön- ja lujuudenkehitystä eri betonilaaduilla sekä suojaus- ja lämmitysvaihtoehtoilla. Vertailemalla eri vaihtoehtoja voidaan valita halutun lopputuloksen antava, työmaatekniikaltaan toimiva ja taloudellinen vaihtoehto.

Talvibetonoinnin pääperiaatteena voidaan pitää sitä, että betonia ei päästetä jäätymään. Jos betoni jäätyessään ei ole saavuttanut tarvittavaa jäätymislujuutta, 5 MPa/m<sup>2</sup>, betoni voi vaurioitua. Vesi laajenee betonin jäätyessä noin 9 %. Kovettunut betoni ei kestä jäätyksen aiheuttamaa sisäistä painetta, ennen kuin se on saavuttanut jäätymislujuuden. Kun jäätymislujuus on saavutettu betoni kestää yhden jäätyksen vaurioitumatta. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Betonitekniiikan kirjan mukaan talvibetonoinnissa on kolme tärkeää lujuuden tarkastushetkeä: jäätyislujuuden saavuttaminen, muottien purkamislujuuden saavuttaminen ja nimellislujuuden saavuttaminen. (Kuva 1)



Kuva 1. Kolme tärkeää lujuuden tarkastushetkeä. (Rudus2012b)

Muotit ja tukirakenteet voidaan purkaa silloin, kun betoni on saavuttanut muottien purkamislujuuden. Tämä tarkoittaa sitä, että betoni on kovettunut riittävästi ja se kestää muottien purun aiheuttamat rasitukset. Viranomaisohjeiden mukaan muottien purkamislujuuden arvojen on oltava aina vähintään 60 % nimellislujuudesta.

Nimellislujuudella tarkoitetaan sitä lujuutta, mihin rakenne on suunniteltu käytettäväksi. Betonin tulee saavuttaa nimellislujuus ennen kuin rakennetta kuormittaa täydellä kuormituksella.



## 2.1 Talvibetonoinnin ongelmat

Suurin ongelma talvella betoinnissa on lämpötila. Kun lämpötila laskee alle -15 °C:n, betonointia ei tehdä ollenkaan, koska betonin lujuuden kehittyminen on voimakkaasti riippuvainen lämpötilasta. Lisäksi betonointikalusto ei kestä kovia pakkasia.

Talvibetonoinnissa taloudellisin vaihtoehto on yleensä tehokkaan lämmityksen avulla saavutettu nopea muottikierto. Nopea muottikierto edellyttää betonin kovettumislämpötilan nostoa. Kuumabetonia käytettäessä muotit on lämpöeristettävä huolellisesti. Reuna-alueet lämmitetään lankalämmityksellä. Muita betonin lämmitysmenetelmiä ovat säteilylämmitys, muottilämmitys, infrapunälämmitys, kuumailma- tai höyrylämmitys. Päälämmitysjärjestelmän peittäminen on varauduttava varalämmitysjärjestelmällä. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Matala lämpötila vaikuttaa myös työolosuhteisiin, rakenteisiin, materiaaleihin ja työkoneiden toimintaan. Työmiehen teho tipahtaa huomattavasti kylmissä olosuhteissa ja työkoneiden mekaniikka ei sovellu käytettäväksi koviin pakkasiin.

Valon määrä laskee huomattavasti talvella, jolloin tarvitaan kunnan valaistus työmaalle. Kunnan valaistus ehkäisee työtapaturmia.

Talvi aiheuttaa kylmän ilman kanssa myös muita ongelmia, jotka ovat lumi ja jää. Lumen ja jään poistaminen aiheuttaa lisäkustannuksia, jotka ovat muottien suojaaminen, sääsuojien rakentaminen ja jään höyryttäminen. Talviolosuhteissa betonointityön onnistumiseksi muottien tulee olla puhtaita lumesta ja jäästä sekä riittävän lämpimiä. Muotit suojataan ennen betonointia lumisateen uhatessa. Työmaalle varataan normaalin betonointikaluston lisäksi sulatus-, suojaus- ja lämmityslaitteet sekä varmistetaan niiden toimintakunto. Ennen betonointia muotit ja raudoitteet puhdistetaan lumesta ja jäästä. Sulatuksessa käytetään yleensä höyryä. Betonimassan omaa lämpöä ei saa käyttää sulatukseen. Myös valettavaan pintaan rajoittuvat kylmät pinnat kuten maa, kallio tai vanha betonirakenne lämmitetään esimerkiksi höyryllä niin lämpimäksi, ettei uusi betoni jäädy. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Tuuli lisää talvioloissa lämmön siirtymistä ja edistää kosteuden haihtumista. Se vaikuttaakin usein kovettuvan betonirakenteen suojauksen suunnitteluun.

## **2.2 Kylmyyden vaatimat erikoistoimenpiteet**

Kylmä lämpötila aiheuttaa ongelmia jokaisessa betonityön vaiheessa. Nämä ongelmat vaativat erikoistoimenpiteitä. Betonimassan valmistuksessa runkoaineen seassa oleva lumi ja jää poistetaan, etteivät ne pilaa betonimassan laatua. Runkoaine ja vesi lämmitetään tarvittavaan lämpötilaan, jotta betonimassan lämpötila on betonoinnin päättyessä vähintään +5 °C. Ennen betonointia muoteista ja raudoituksesta poistetaan lumi ja jää. Muotti tai muut lähtöpinnat lämmitetään riittävästi, ettei betonimassa pääse jäätymään kylmän muotin takia. Myös muotin alapuolella oleva tila suojataan ja lämmitetään. Betonin lujuudenkehityksen kannalta sopivat olosuhteet saadaan huolellisella jälkihoidolla. Tuore massa suojataan ja lämmöneristetään välittömästi betonoinnin jälkeen. Rakenteita lämmitetään tarkoituksena estää betonin jäätyminen ja taata riittävän suuri lämpötila betonin kovettumisreaktiolle. (Betonitekniiikan oppikirja 2004)

## **2.3 Varautuminen kylmän ajan betonointiin**

*Kylmän ajan betonointiin varautuminen vaatii pitkän ajan suunnitelmiseen sekä laitteisto- ja tarvikehankintoihin. Valmistelut on aloitettava hyvissä ajoin ennen sään kylmenemistä. Eduksi on, jos kylmyys otetaan huomioon jo rakennuskohteen suunnittelussa (Betonitekniiikan oppikirja 2004).*

Kylmyys hidastaa betonityön etenemistä, joten se on otettava huomioon aikataulussa ja sen suunnittelussa. Tähän on useita syitä:

- Muutamit työvaiheet ovat hankalia suorittaa kylmässä.
- Talvella on ylimääräisiä työvaiheita: lämmittäminen, suojaaminen, sulatus, huurteen poisto ja lumityöt.
- Rakenteiden kantavuuden kasvu viivästyy.
- Pahimmat pakkasjaksot aiheuttavat työn täydellisen keskeyttämisen.

Kalusto ja tarvikehankinnat koskevat lähinnä seuraavia välineitä:

- lämmityslaitteet

- lämmitykseen tarvittava aineet
- tarvikkeet betonin peittämiseen, suojaamiseen ja lämmöneristämiseen
- tarvikkeet muottien ja raudoituksen suojaamiseen
- välineet lumen ja jään sulatukseen
- mittarit lämpötilojen tarkkailuun.

## **2.4 Betonointia edeltävät työt**

### Puhdistus ja sulatus

Muotit, raudoitus ja betonointialusta on puhdistettava lumesta ja jäästä juuri ennen betonointia, etteivät ne ehdi jäätyä uudelleen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä pilarien ja seinien alaosiin, tiheisiin raudoituksiin ja muihin hankaliin kohtiin. Lähtöpinnat maa, kallio ja aikaisemmin valettu betoni lämmitetään sellaiseen lämpötilaan ja niin syväälle, ettei uusi betoni jäädy. Höyry sopii parhaiten puhdistukseen ja sulatuksen viimeistelyyn. (Rakennustieto)

### Suojaukset

Lumen pääsy muotteihin estetään peitteillä, jos lumisade uhkaa. Usein alapuolella oleva tila suojataan betonoinnin ajaksi. Tällöin voidaan lämmitys alkaa jo ennen betonointia. Jos rakenteisiin valettava betonia aiotaan lämmittää heti, on laitteistoasennukset ja suojaukset tehtävä ennakolta.

## **2.5 Betonin valmistus**

Betoni tulisi valmistaa lämpimässä tilassa, jotta aineiden oma lämpö saataisiin käytettyä hyödyksi. Valmistuskustannukset nousevat, kun valmistettava betonimassa pitää lämmittää.

Veden ominaislämpökapasiteetti on erittäin suuri muihin osa-aineisiin verrattuna ja sen lämmittäminen on erittäin helppoa. Vesi yleensä lämmitetään korkeampaan lämpötilaan kuin muut osa-aineet. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Sementtiä ei lämmitetä talvityössä.

Runkoaineen lajittelu on vaikeampaa talvella. Lumi ja jää vaikeuttavat sekä oikean rakeisuuden tavoittamista että rakeisuuden pysymistä vakiona. Hankalaa on myös runkoaineen kosteuden hallinta. Lumen ja jään sulattamisesta syntyvä vesi aiheuttaa kosteusvaihteluita. Runkoaine on varastoitava lumisateilta suojattuna siloissa tai katoksessa. Lämmityslaitteet on mitoitettava siten, että koko runkoainemäärä ehditään sulattaa ja lämmittää ennen käyttöä. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

## **2.6 Betonin jälkihoito kylmissä olosuhteissa**

Muottiin valetun betonin riittävästä kovettumislämpötilasta huolehditaan peittämällä ja suojaamalla sekä lämmittämällä betoni. Nämä varmistustoimet aloitetaan välittömästi betonoinnin jälkeen. Usein valettava rakenne suojataan ennakoita ja lämmitys aloitetaan jo ennen betonointia. Toimenpiteet tulee tehdä aina rakennetta vahingoittamatta. Erityisesti on varottava liian tuoreella pinnalla liikkumista ja peitteiden asettamista sen varaan.

Nopea peittäminen ja suojaaminen on tarpeen lämmön säilyttämiseksi ja lämpötilaerojen pienentämiseksi. Suojaamisella säästetään lämmitysenergiaa sekä estetään kosteuden haihtumista. Suojamateriaalin tulee olla lämpöä eristävä ja tiivis.

Talonrakennuksessa yleensä muodostuu vaaka-rakenteen alapuolella tila, kammio tai tunneli, johon sijoitetaan lämmityskalustoa. Tällainen lämmitystila suojataan tavallisesti suojapeitteillä. Suojapeite estää tuulen ja ilmavirtojen vaikutuksen lämmitykseen.

## **2.7 Lämmitysmenetelät**

Lämpimän tai kuumen massan käyttö ja lämpösuojaus eivät aina riitä turvaamaan moitteetonta lujuskehitystä. Usein joudutaan kovettuvia rakenteita lämmittämään. Lämmittäminen voi tapahtua lämmittämällä ilmaa betonoitavan rakenteen ympäriltä tai lämmittämällä betonimuotteja. Lämmön siirtäminen betoniin tai muotteihin voi tapahtua vastuslangoilla, infrapunasäteilyllä, ilman avulla tai höyryn avulla. Lämpöenergian kehittäminen voi tapahtua työmaasta riippuen sähköllä, öljyllä tai kaasulla.

Sähköllä lämmittäessä on työmaalle varattava riittävän iso työmaasähköliittymä. Usein tämä tekee pelkän sähkön käytön epäedulliseksi. Kaasua käytettäessä on huomioitava kaasusta annetut varastointia, käyttöä ja laitteita koskevat määräykset. Polttoöljyä käytettäessä on varottava turmelemasta öljyllä betonipintoja ja öljyn varastoinnille on omat määräykset. Siihen, millä energia työmaalle on edullisinta tuottaa, vaikuttavat hyvin monet paikalliset tekijät.

### 2.7.1 Kuumailmalämmitys

Kuumailmalämmitys perustuu siihen että lämmittimet lämmittävät ilmaa, joka lämmittää puolestaan muottia ja betonia. Lämmitysmenetelmä vaatii kuitenkin suojattua tilaa, jossa lämmin ilma ei pääse vaihtumaan. Jos lämmitystapa aiheuttaa palokaasuja, riittävästä tuuletuksesta on huolehdittava. Yleensä käytetään kaasu- ja sähkökäyttöisiä kuivaimia.

Parkkitalossa holvin alapuolisen tilan lämmitykseen käytetään neljää kaasulla toimivaa kuumailmalämmitintä. (Kuva 2.)



Kuva 2. Holvin alapuolisen tilan suojaukset ja lämmittimet.

### 2.7.1 Lankalämmitys

Lankalämmitys on menetelmä, jossa muuntajan avulla suojajännitteiseksi muunnettu virta johdetaan runko- ja kytkentäkaapelien kautta betonirakenteen sisällä oleviin vastuslankasilmukoihin. Vastuslangat lämpiävät virran vaikutuksesta ja lämmittävät ympärillään olevaa betonia. (Talvibetonoinnin aika käsillä)

Lankalämmityskalusto koostuu seuraavista osista:

- Muuntajan tehtävänä on alentaa verkkojännite turvalliseen arvoon ja toimia tehonsäätö- ja ohjauslaitteena. Muuntajaan kuuluvia ohjauslaitteita ovat tehonsäätökytkin, kytkinkello ja termostaatti.
- Runkokaapeleiden avulla virta johdetaan lämmitettävään kohteeseen.
- Kytkentäkaapeleilla yhdistetään varsinaiset lämmityslangat runkokaapeleihin.
- Lämmityslangat ovat 2 mm:n muovipäällysteistä teräslankaa.

Langat asennetaan ennen betonointia suunnitelman mukaan silmukoiksi noin 200 – 300 mm:n välein toisistaan ja kytketään kytkentäkaapeleiden avulla runkokaapeleihin. Kylmissä kohdissa käytetään lisälankaa, mutta muut rakenteet varmistetaan vähintään tuplalangalla. Langat on sidotta niin, etteivät ne tule ulos betonista eivätkä osu puumuottiin. Sitomisella varmistetaan etteivät langat sula poikki tai aiheuta palovaaraa. Ennen betonointia lankojen toiminta tarkistetaan. Parkkitalossa lankalämmitystä käytetään sellaisiin kohtiin, johon vaaditaan lisälämmitystä. (Kuva 3.)



Kuva 3. Lankalämmitys lisätty palkin pätyyn.

### 2.7.2 Muottilämmitys

Lämmityslangat tai –kaapelit voidaan asentaa myös kiinteästi ja pysyvästi muottiin, muottipinnan ja lämpäeristyskerroksen väliin. Muotin asennuksen jälkeen langoitus liitetään erillisiin runkojohtimiin, joista kytkentäjohdot irroitetaan ennen muotin poistamista. Suur- ja pöytämuoteissa käytetään joko 9...14 V:n suojajännitettä tai 380 tai 220 V:n verkkojännitettä.

### 2.7.3 Infrapunalämmitys

Infrapunalämmityksessä lämpö siirretään säteiden avulla lämmitettävään kohteeseen. Lämmitys voi tapahtua joko suorana tai epäsuorana säteilynä. Säteet muuttuvat lämmöksi kun ne kohtaavat kiinteän kohteen. Epäsuorassa lämmitystavassa lämmitetään säteiden avulla muottia, joka puolestaan siirtää lämmön betonille. Muottimateriaalin täytyy hyvin lämmön johtavaa, jotta lämpö siirtyy helposti betonille. Kun lämmitetään suoraan betonia infrapunalämmityksellä, suojataan betonin pinta suojamuovilla. Suoja ehkäisee

liiallisen kosteuden haihtumisen. Säteilylämmitys on herkkä tuulen ja sateen vaikutuksille, sillä ne jäädyttävät tehokkaasti lämmitettävää materiaalia. Tämän vuoksi lämmitettävä rakenne on lämpösuojattava hyvin ja säteilytila on eristettävä ilmavirtauksilta. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

### **3 Jännitetty betoni**

*Jännitetty betonirakenne on betonirakenne, johon on ennen rakenteen käyttöönottoa jännitetyllä raudoituksella pantu vaikuttamaan puristavia voimia edellisen jännitys- ja muodonmuutostilan aikaansaamiseksi. (Betonitekniikan oppikirja 2004.)*

Jännitetty betonin tarkoituksena on poistaa betonin huonon vetolujuuden aiheuttamat haitat sekä käyttää hyväksi sen erinomaista puristuslujuutta. Rakenteen vedettyihin kohtiin vedetään niin suuri alkupuristus, että rakenteessa esiintyy kuormitettuna tämän jälkeen vain puristusjännityksiä.

Jännitettyissä betonirakenteissa käytetään hyväksi molempien materiaalien parhaita ominaisuuksia: betonin erinomaista puristuslujuutta ja jänneterästen vetolujuutta.

#### **3.1 Jännemenetelmät**

Betonirakenne voidaan jännittää kolmella eri tavalla. Yleensä käytetään lujasta teräksestä valmistettuja jänteitä, jotka venytetään. Kimmoiset muodonmuutokset pyrkivät palautumaan ennalleen. Kun muodonmuutosten palautuminen estetään, jänteisiin syntyy vetovoima, joka siirretään puristamaan betonirakennetta. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Tartunajännebetonissa asennettavat jänteet jännitetään ja ankkuroidaan kiinnityslaitteisiin jo ennen betonointia. Kun betoni on saavuttanut suunnitelman mukaisen lujuuden, jänteet vapautetaan kiinnityslaitteista. Jänteiden ja betonin välinen tartuna siirtää jännevoimat puristamaan betonia koko rakenteen matkalta. Tartunajännebetoni soveltuu erinomaisesti jännitettyjen elementtien tekoon.

Ankkurijännebetonissa varataan jänteille tilaa valettavaan betoniin suojauputkien avulla. Kun betoni on kovettunut riittävästi, jännitetään putkiin asennetut jänteet,



ankkuroidaan ne ja suojataan jänteet injektoimalla. Jännevoimat siirtyvät betoniin pääteankkureiden avulla. Ankkurijännebetonia käytetään yleensä paikallaan valaessa, siltojen valmistuksessa sekä elementeissä. Jänneteräkset, jänneraudoituksen asentaminen, jännittäminen, lukitseminen, suojaaminen sekä laitteet ja työmenetelmät muodostavat jännemenetelmän. Suomessa on käytössä alle kymmenen eri menetelmää. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Ankkurijännebetonin eräs sovellus on rasvajänne, eli tartunnaton jänne. Jänteet asennetaan valuun ilman suojaputkia, jännitetään betonin kovettunutta ja ankkuroidaan. Suojarasvan ansiosta kitka on pieni ja rasvakerros suojaa jänteitä korroosiolta.

### **3.2 Aineet ja tarvikkeet**

Betonin on oltava 1-luokan betonia, jonka lujuusluokitus on vähintään K35. Jänneraudoitus on erityisen herkkä suoloille, eikä jännitetyssä betonissa voida käyttää klorideja sisältäviä lisäaineita tai merivettä betonin valmistuksessa. Betonin lujuudenkehitystä tutkitaan tarkasti, jotta jälkijännittämisen ajankohta saadaan selville. Yleensä jännittämisen ajankohta saadaan selville laskelmilla mutta joskus käytetään hyväksi koekappaleita. Koekappaleet on säilytetty rakenteen kanssa samoissa olosuhteissa. Jälkihoitoon on kiinnitettävä huomiota. Sillä estetään haittallisten jännitysten syntyminen, joita lämpötilan epätasainen jakautuminen ja veden haihtuminen saattavat haiheuttaa. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Jänneteräksiltä vaaditaan kovaa lujuutta. Koska teräksen kimmomoduuli on likimain vakio, saadaan korkean lujuuden omaavilla teräksillä suuremmat venymät. Tämän ansiosta suurempi osa raudoituksen jännityksestä on jäljellä betonin kutistuman ja viruman jälkeen. Jänneteräkset ovat yleensä kylmämuokattuja teräksiä. Tavallisimmat lujuusluokat ovat 1570/1770 N/mm<sup>2</sup> ja 1630/1860 N/mm<sup>2</sup>. Luvuista ensimmäinen osoittaa myötörajan ja jälkimmäinen murtolujuuden. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Jänneteräkset kootaan yleensä useista punoksista. Tuotteet ovat standartoituja. Valmistajat tai maahantuojat vastaavat tuotteen laadunvalvonnasta ja tuotteella tulee olla käyttöseloste, josta selviää tuotteen ominaisuudet ja sen käyttöön

liittyvät seikat. Jänneet on varastoitava hyvin huolellisesti, koska jänneet ovat arkoja korroosiolle. Haitallisia ovat myös mekaaniset vauriot ja valmistusviat. Virheellisiä tai vaurioituneita jänneitä ei saa käyttää. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Jänneet lukitaan ankkureilla paikoilleen jännittämisen jälkeen. Jännitysankkuri asennetaan siihen päähän, josta josta jänne jännitetään. Vastakkaisessa päässä on kiinteä ankkuri. Jännitysankkurin lukitusmenetelmänä käytetään tavallisesti kierrettä ja mutteria sekä muita kierremekanismeja sekä kiiloja. Ankkuriin saattaa kuulua lukituslaitteen lisäksi joko teräslevy tai muu ankkurikappale, joka siirtää voimat betoniin. Kiinteä ankkuri saattaa olla vain silmukka tai viuhkan muotoinen tartunta-ankkuri, U-lenkki tai teräslevy, johon jänneet on kiinnitetty. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Tavallisia betoniterästankoja käytetään jänneiden lisäksi vastaanottamaan leikkausjännityksiä tai vahvistamaan aukkojen pieliä. Jos jännitettyjen elementtien nostot vaativat lisäraudoituksia, ne yleensä tehdään tavallisena raudoituksena.

Ankkurijännennemenetelmää käyttäessä tehdään jänneille suojaputket, jotka yleensä ovat kierreprofiloitua ja kierresaumattua tai pitkittäin hitsattua teräspeltiputkea. Rasvakaapeleiden suojaputken ovat muovia. Suojaputkien läpimittat vaihtelevat yleensä välillä 30...100mm. Putket asennetaan huolellisesti oikeaan paikkaan ja oikeaan muotoon. Korkeimpiin kohtiin tehdään reikiä, jotta ilma ja vesi pääsevät injektio-laastin tieltä. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Suojaputkia injektioitaessa laastin on oltava 7 vuorokauden ikäisenä vähintään 16MN/m<sup>2</sup> ja 28 vuorokauden jälkeen 20 MN/m<sup>2</sup>. Ulos tulevissa rakenteissa laastin on oltava pakkasenkestävää. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

### **3.3 Jännittäminen**

Jännitetyt rakenteet ovat 1-luokan rakenteita. Tämän takia työtä johtaa 1-luokan betonityönjohtaja. Betonityönjohtajan on oltava perehtynyt käytettävään jännennemenetelmään. Jänneiden sijainnin sallitut mittapoikkeamat ovat 1-luokan

mukaiset, joten ne on asennettava tarkasti. Ankkureiden läheisyyteen syntyvät suurimmat jännityshuiput, joten niiden asentamisessa on oltava erittäin huolellinen. Jännemenetelmän käyttöselosteessa on ohjeet ankkureiden reunaetäisyyksistä ja keskinäisistä väleistä sekä ankkureiden vaatimasta lisäraudoituksesta.

Kun urakoitsija on pystynyt osoittamaan, että suunnitelmien mukainen jännittämislujuus on saavutettu voidaan jännittäminen aloittaa. Ennen jännittämistyön aloittamista tarkastetaan, että rakenteessa ei ole betonointivirheitä tai muita vikoja.

Jännityskalustoon kuuluu yleensä hydraulinen tunkki ja mittalaitteet. Yleensä tunkki on rakennettu tiettyä jännemenetelmää varten, joilloin se myös lukitsee ankkurit. Jos näin ei ole, lukitustyökalut voivat olla erilliset. Mittalaitteilla mitataan voima sekä venymät. Ainoastaan kalibroituja laitteita saa käyttää. (Betonitekniiikan oppikirja 2004)

Jänneiden jännittäminen suoritetaan suunnitelman mukaisessa järjestyksessä, jottei jännittämisen aikana synny haitallisia jännitystiloja. Yhden jänneen voima saa poiketa enintään 5 % ja jänneiden yhteenlaskettu voima 3 % suunnitellusta.

Jännittämistyöstä pidetään aina pöytäkirja, johon merkitään mm. seuraavia asioita:

- Ennen jännittämistä on merkittävä jännekohtaisesti lasketut jännevoimat ja venymät.
- Jännittämistyön aikana merkitään jännekohtaisesti jänneiden jännevoimat ja kimmoiset venymät.
- Muut jännittämiseen liittyvät tarpeelliset seikat esimerkiksi lämpötilat, jänneen liukumien tai katkeamisten, ankkureiden liukumien tai poikkeukselliset kitkan vaikutukset.

Myös injektointityössä pidetään pöytäkirjaa, johon merkittävissä asioissa on ohjeita normeissa.

### 3.4 Jännitettyjen betonirakenteiden etuja

Jännitetty rakenne antaa mahdollisuuden säästää rakennusmateriaaleja. Tavalliseen teräsbetonirakenteeseen verrattuna voi betonimenekki olla 15...30 % ja teräsmenekki 60...80 % pienempi. Jännitetyn rakenteen avulla betonirakenteet voivat olla huomattavasti ohuimpia kuin normaalisti raudoitettun betonirakenteen kanssa. (Betonitekniikan oppikirja 2004)

Jännebetonirakenteiden etuja ovat:

- Halkeilemattomaksi jännitetty rakenne saa hyvän korroosiosuojan.
- Jännitetyn rakenteen muodonmuutokset ovat pienempiä kuin jännittämättömien.
- Muodonmuutokset myös palautuvat hyvin, rakenne on sitkeä. Hetkellisen ylikuorman aiheuttamat halkeamat sulkeutuvat kuorman poistuessa.
- Rakenteen väsytslujuus on hyvä, se kestää hyvin vaihtelevia kuormia teräsännitysten pysyessä lähes vakiona.

## 4 Sairaalaparkki-työmaa

Pysäköintitalo rakennetaan keskussairaalan taakse Kahilanniementien varteen. Siihen sijoitetaan sekä asiakaspaikoitusta että henkilökunnan paikoitusta. Rakennuksesta tulee kuusikerroksinen, ja sen bruttoala on noin 18 200 neliötä. Autopaikkoja tulee yhteensä 820, joista halliin 673 paikkaa ja katolle 147.

Rakennuksen runko on paikallaanvalettua teräsbetonia. Paikallaanvalutasot ja -palkit ovat jälkijännitettyjä teräsbetonirakenteita. Alimman kerroksen maanpaineseinät sekä poikittaiseinät toimivat osana rakennuksen jäykistävää rakenteita. Rakennuksen porrashuoneet ovat irti varsinaisesta parkkihallirakenteesta ja toimivat itsenäisesti maanpainetta vastaan. Rakennuksen perustukset ovat maanvaraisia.

Kaikki välitasot ja vesikattotaso jännitetään sekä palkkien suunnassa että laatan suunnassa. Jännittämisen aikana tasot eivät saa olla kiinnivalettuna betoniseiniin, ellei niin ole osoitettu.

Jännittämisellä saadaan rakenteeseen kokoonpuristuma, joka osaltaan varmistaa rakenteen vesitiiviiden.

Jännittäminen voidaan aloittaa ja tulee aloittaa välittömästi, kun suunnitelmissa esitetty betonin lujuus on saavutettu. Urakoitsijan pitää pystyä osoittamaan kiistattomasti edellytetyn lujuuden saavuttaminen esimerkiksi betonin kypsyyssasteen ja sitä vastaavan lujuuden perusteella. Lujuus tulee määrittellä jokaisessa valualueessa kriittisistä kohdista kuten ankkureiden alueilta. Lujuuden mittauspisteitä tulee vähintään olla 5 kappaletta ja niiden sijainnista laaditaan suunnitelma. (Betonirakenteiden työselostus)

Jännittämistyöt on annettava alaan perehtyneen erikoisliikkeen tehtäväksi. Työssä käytettävällä jännemenetelmällä ja jänneteräksillä on oltava hyväksytyt käyttöselosteet, jotka on oltava käytettävissä työmaalla koko työn ajan.

Jälkijännitetty rakenne kuuluu 1-luokan betonirakenteisiin. Tästä syystä työmaalle vaaditaan 1-luokan betonityöjohtaja. Betonityöjohtaja ohjaa ja valvoo betonirakenteiden valmistusta. Hänellä tulee olla tehtävän vaativuuden mukainen pätevyys, lisäksi hänen täytyy tietää riittävästi betonin ominaisuuksista ja betonin valinnasta. Tämän lisäksi hänellä täytyy olla riittävä käytännön kokemus rakenteiden valmistuksesta. Betonityöjohtajan tulee olla paikalla oleellisten työvaiheiden aikana. Jos 1-luokan betonityöjohtaja poistuu työmaalta, tulee vähintään 2-luokan pätevyyden omistama betonityöjohtaja olla läsnä työmaalla kokoajan. Rakenteet joiden suunnittelun katsotaan vaativan erityistä pätevyyttä tai joiden valmistaminen täytyy suorittaa huolellisesti saavuttaakseen niiden rakenteellisen toiminnan, toteutetaan 1-rakenneluokassa. (Rakentamismääräyskokoelma B4)

#### **4.1 Holvin betonointia edeltävät työt**

Holvin betonointi voi alkaa, kun edeltävät työvaiheet on suoritettu. Työmaalla käytetään Ramirentin holvimuottikalustoa (kuva 4). Kun holvin muotti on saatu

asennettua paikalleen, rakennetaan tarvittavat suojaukset estämään tuulen ja muiden ilmavirtojen vaikutusta holvin alapuoliseen tilaan (kuva 5). Alapuoliseen tilaan viedään lämmittimet, jotka tässä tapauksessa olivat Thermo betox 1300 -lämpöpuhaltimet. Thermo betox 1300 on kaasulla toimiva lämpöpuhallin. Holvin alapuoliseen tilaan vietiin 4 kappaletta kyseisiä puhaltimia. Lämpötila holvin alapuolella saatiin nousemaan noin 29 asteeseen, kun ulkolämpötila oli -9 astetta. (Kuva 6.) Alimmassa kerroksessa lämmityksen ansiosta myös maa sulaa roudasta ja jäädästä. Tästä sulamisesta johtuen metallitukia on käytävä kiristämässä tasaisin väliajoin.



Kuva 4. Holvin muotti alapuolelta.



Kuva 5. Suojaukset.



Kuva 6. Holvin alapuolisen tilan lämpötila.

Kun pöytämuotti on saatu asennettua oikealle paikalle, raudoittajat pääsevät asentamaan raudoituksen. Myös jälkijännitettävät teräkset tulee asentaa oikeille paikoille. (Kuva 7.) Raudoittajat ja jälkijännittäjät tekevät työnsä sovitussa järjestyksessä, jotta työkokonaisuus saataisiin sujumaan mahdollisimman sujuvasti. Betonirauditus tehdään rakennepiirustusten mukaan ja sidotaan niin, että se pysyy paikallaan valun aikana. Terästen tulee olla puhtaita. Käytettävät teräslaadut ilmenevät rakennuspiirustuksista. Raudoitustyö ja jänteiden asennus ovat molemmat aliurakoita.





Kuva 7. Holvin raudoitus.

Juuri ennen betonoinnin alkamista poistetaan lumi ja jää höyryn avulla muotista (kuva 8). Samalla poistetaan myös kaikki roskat tai muut muottiin kuulumattomat esineet. Sairaalaparkki-työmaalle oli hankittu erillinen höyryttäjä. Urakoitsijalla oli tarvittavat kalustot ja työntekijät.



Kuva 8. Lumen ja jään poistaminen muotista höyryttämällä.

#### **4.2 Holvin betonointi**

Holvin betonointi aloitetaan, kun pumppuauton linjasto on koottu (Kuva 9). Betonin pumpaus aloitetaan uloinmasta kulmasta (Kuva 10). Betonipumpun kuljettaja ja apumies kasaavat linjaston. Betonia pitää toimittaa työmaalle tasaisin väliajoin, ettei valussa tule pitkiä taukoja. Tässä valussa betonia tuli betoniasemalta noin 15 minuutin välein. Holvi valetaan noin 1000 neliömetrin osissa.



Kuva 9. Pumppauslinjasto.



Kuva 10. Betonin valu.

Kun betoni on saatu valettua, se peitetään pakkasmatoilla, ettei lämpö pääse karkaamaan pinnan kautta (Kuva 11). Pakkasmattojen lisäksi laitetaan muovipeitteen suojaamaan betonivalua.



Kuva 11. Pakkasmaton asennus.

Kun betonivalu on saatu valettua ja betoni on jähmettynyt tarvittavan määrän, suojaukset poistetaan ja betonin pinta hierretään siihen tarkoitukseen sopivalla laitteistolla. Hierron jälkeen pakkasmatot ja muut suojaukset asetetaan takaisin, jotta lujuudenkehitys ei pääsisi häiriintymään.(Kuva 12.)



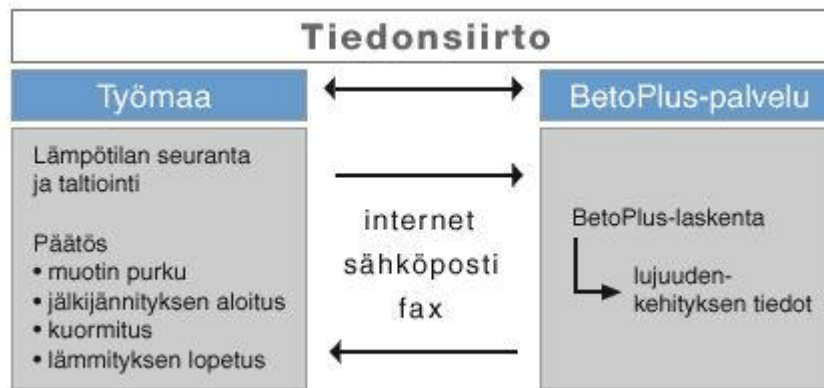
Kuva 12. Holvin suojaukset.

### 4.3 Holvin betonin lujuudenseuranta

Koska kaikki välitasot jännitetään sekä palkkien suunnassa että laatan suunnassa, urakoitsijan pitää pystyä osoittamaan kiistattomasti edellytetyn lujuuden saavuttaminen esimerkiksi betonin kypsyyssasteen ja sitä vastaavan lujuuden perusteella. Jännittäminen voidaan aloittaa ja tulee aloittaa väittömästi, kun suunnitelmissa esitetty betonin lujuus on saavutettu. Tässä tapauksessa lujuus on 28 MPa. Siihen lujuuteen tulisi yltää vähintään 3 – 5 vuorokauden sisällä.

Holvin valun yhteydessä sijoitetaan vähintään viisi mittauspistettä kriittisiin kohtiin kuten ankkureiden kohtiin. Mittapisteesiin laitetaan Logger-mittauslaite, se tallentaa tässä tapauksessa lämpötilan 30 minuutin välein. Logger-mittalaitteen tallentamien lämpötilatilastojen avulla voidaan seurata betonin lujuutta Ruduksen kehittämällä Betoplus-ohjelmistolla. Loggerien lämpötilatiedosto lähetetään Betoplus-palveluun sähköpostitse. Rakenteesta mitatut lämpötilat saadaan siirrettyä suoraan Betoplus-ohjelmaan ja tiedoista

laskettu lujuudenkehityskäyrä puolestaan työmaalle. Palvelun nopeuden ja helpouden ansiosta voidaan myös suorittaa välilaskelmia (Kuva 13). BetoPlus-ohjelmalla saadaan myös selville, milloin betoni on saavuttanut muotinpurkulujuuden.



Kuva 13. Tiedonsiirto kaavio. (Rudus2012a)

20.1.2012 tapahtuneen holvin valun suojaus jäi vajaaksi, jolloin betoni pääsi jäähtymään ja lujuudenkehitys hidastui huomattavasti. BetoPlus-laskelmien lisäksi porattiin holvista näytekappale, josta testattiin lujuus laboratoriossa. Lujuus oli noussut yli 28 MPa. Tämän kokeen jälkeen sai jälkijännittää teräkset. BetoPlus-lujuuskäyrän mukaan betoni saavutti 28 Mpa:n rajan kolmessa vuorokaudessa. Epäonnistuneen suojauksen takia tuore betoni ehti jäähtyä 7 asteeseen.(Liite 1.)

Kovien pakkasten vuoksi seuraava valu tapahtui vasta 14.2.2012. Tällä kertaa tuore betoni suojattiin välittömästi pakkasmatoilla ja pressuilla. Tämän ansiosta betoni ei päässyt jäähtymään kuin 18 asteeseen. Lujuuskäyrä osoittaa, että 28 Mpa:n rajaan yllettiin jo hieman yli vuorokaudessa. Onnistuneen suojauksen vaikutuksen huomasi siis välittömästi lujuuden kehityksestä. Myös seuraavissa valuissa suojaukseen kiinnitettiin erityistä huomiota ja nekin onnistuivat lujuuskäyrien mukaan hyvin. Lujuudet saavutettiin nopesti ja jännitystyö saatiin käyntiin.(Liite 1.)

Nopeampi lujuuden kehitys auttoi myös muottikierron nopeuteen. Muotti päästiin purkamaan huomattavasti nopeammin seuraavaan valualuetta varten.

Alkuvuoden pakkasten takia aikataulusta oli jääty hieman jälkeen, joten muottikierron nopeutuminen oli erittäin hyvä uutinen.

#### **4.4 Jännittäminen**

Jännitystyön suorittaa alaan perehtynyt erikoisliike. Kun rakennusliike on kiistattomasti osoittanut, että betoni on saavuttanut suunnitellun lujuuden, on jännitystyö aloitettava välittömästi. Suunniteltu lujuus tässä tapauksessa on 28 Mpa. Työssä käytettävällä jännemenetelmällä ja jänneteräksillä on oltava hyväksytyt käyttöselosteet, jotka on oltava käytettävissä työmaalla koko työn ajan.

Jännittämistyöstä pidetään pöytäkirjaa. Pöytäkirjaan on ennen jännittämistä merkittävä jännekohtaisesti lasketut jännevoimat ja venymät. Jännittämistyön aikana pöytäkirjaan merkitään jännekohtaisesti jänneiden vetovoimat ja kimmoiset venymät. Lisäksi pöytäkirjaan merkitään muut jännittämistyön toteuttamiseen vaikuttavat seikat. Jänneterästen päiden katkaisu ankkureiden ulkopuolelta saadaan tehdä vasta sen jälkeen, kun rakennuttaja on hyväksynyt jännittämistyön pöytäkirjaan. (Kuva 14.)





Kuva 14. Jänneterästen katkaistut päät laatussa.

#### **4.5 Muotin purku**

Muotti puretaan vasta sitten, kun suunnittelijan mukainen purkulujuus on saavutettu. Muottien purkamisajankohdan määrittää vastaava työnjohtaja tai betonitöiden työjohtaja. BetoPlus-palvelulla saadaan helposti tietoon, milloin betoni on saavuttanut tarpeellisen lujuuden muotin purkuun. Muotit puretaan sellaisessa järjestyksessä, ettei rakenteille aiheudu ylimääräisiä kuormituksia.

Muotit puhdistetaan ja siirretään joko seuraavaan asennuskohteeseen tai välivarastoon.

### **5 Tehtäväsuunnitelma**

Tehtäväsuunnitelma tehdään yleensä työmaan kriittisistä tehtävistä. Nämä voivat olla esimerkiksi pitkäkestoiset tehtävät, taloudellisesti merkittävät tehtävät, työjohdolle tai työntekijälle vieraat tehtävät tai tehtävät, joilla on korkea laatuvaatimus.

Tehtäväsuunnitelmalla on tarkoitus varmistaa, että kaikilla osapuolilla on yhteinen käsitys tehtävän sisällöstä ja tavoitteista. Tehtäväsuunnitelman tekee työmaan työnjohto ja sen sisältö käydään läpi aloituskokouksessa ennen töiden aloittamista. Aloituskokoukseen osallistuu työnjohto ja työhön osallistuvat työntekijät. Tehtäväsuunnitelman avulla työnjohto voi valvoa työn aikataulua, laatua ja kustannuksia. Tehtäväsuunnitelman avulla työntekijät pääsevät perille yrityksen laatuvaatimukseen. Aloituspalaverissa työntekijät pääsevät vaikuttamaan omaan työhön ja sen suunniteluun. Oman työn suunnittelu voi nostaa työntekijöiden motivaatiota.

Tehtäväsuunnitelmassa esiteltäviä asioita voivat olla seuraavat: työtehtävän sisällön selvittäminen, työmenekki-, kustannus-, resurssi-, ja aikataulutarkastelu, laatuvaatimusten ja laadunvarmistustoimenpiteiden varmistaminen, potentiaalisten ongelmien analyysi ja työturvallisuus- ja ympäristövaatimukset.

## **5.1 Tehtäväsuunnitelma paikallaan valetusta rungosta**

Tehtäväsuunnitelman tekemisessä on käytetty apuna Skanska Talonrakennus Oy:n oma pohjaa. Tässä tehtäväsuunnitelmassa on käsitelty seuraavat asiat:

- Työn sisältö.
- Aikataulu.
- Aloitusedellytykset.
- Laatuvaatimukset.
- Kustannukset.
- Potentiaalisten ongelmien analyysi.
- Työturvallisuus.

### **5.1.1 Työn sisältö**

Paikallaan valetun rungon työn sisältöön kuuluu muotin pystytys, raudoitus, jälkijännitettyjen jänteiden asennus, betonointi, jälkijännitys ja muotin purku. Sairaalaparkki-työmaalla Skanskan omiin töihin kuuluvat ainoastaan muotin pystytys ja sen purku sekä betonoinnin suojaus ja jälkihoito. Kaikki muut työvaiheet suoritetaan aliurakkana.

Muotin pystytykseen voidaan ryhtyä, kun alapuoliset rakenteet ovat valmiit, tarkastettu ja tarkemittattu. Työkohteen tulee olla rauhoitettu muottityötä varten.

Materiaalin ja muottityössä käytettävien työkalujen ja nostimien tulee olla myös valmiit työtehtävää varten.

Kun muottityö on saatu valmiiksi, raudoitus voidaan aloittaa. Raudoittajalle on annettu raudoituspiirroksiset ja muut tarvittavat suunnitelmat. Ennen raudoitteiden valmistusta tulee terästen olla työmaalla hyvin varastoituna. Katkaisu- ja taivutuskoneet sekä taivutuspyödyt tulee myös olla asennettuna työmaalle. Koska jälkijännitetyt jänteet tulevat raudoituksen väliin, tulee molempien työryhmien tietää asennusjärjestys. Tämä järjestys tulee sopia molempien työryhmien kanssa ennen raudoituksen alkua. Aloituskokouksessa sovitaan molempien ryhmien kanssa oikea työjärjestys. Näin saadaan työ etenemään sujuvasti ilman suurempia katkoja.

Kun raudoitustyö on saatu valmiiksi, voidaan aloittaa betonointi, jos olosuhteet ovat suotavat. Muottien raudoitukset tulee olla puhtaat juuri ennen betonointia. Muottien tuenta tulee tarkastaa ennen betonoinnin aloittamista. Betonoinnissa tarvittavien työvälineiden tulee olla valmiina työmaalla. Olosuhteiden mukaan pitää olla varautunut. Jos betonoidaan talviolosuhteissa, pitää riittävästä lämmityksestä ja suojauksesta huolehtia. Lopputilanne on se, että betonointi on suoritettu ja betoni on saavuttanut vaadittavan lujuuden.

Jälkijännittäminen voidaan aloittaa, kun voidaan kiistattomasti osoittaa, että betoni on saavuttanut tarvittavan lujuuden. Tämä lujuus saadaan BetoPlus-palvelun avulla helposti tietoon. Kun lujuus on saavutettu ja rakennuttajalta on saatu lupa, voidaan jänteet jännittää. Jännittämisestä pidetään pöytäkirjaa ja se dokumentoidaan. Jänteiden päät katkaistaan ja suojataan.

Kun betoni on saavuttanut suunnitellun muotinpurkulujuuden, muotit puretaan. Muottien purku suoritetaan sellaisessa järjestyksessä, ettei rakenteelle muodostu haitallisia jännitystiloja. Muotit puhdistetaan ja siirretään seuraavaan käyttökohteeseen tai välivarastoon. Rakenteelle kuitenkin jätetään vielä lisätukia, koska betoni ei ole vielä saavuttanut lopullista nimellislujuuttaan. Tämän ansiosta voidaan holvia kuormittaa jo seuraavan kerroksen muottikalustolla.

### 5.1.2 Potentiaalisten ongelmien analyysi

Potentiaalisten ongelmien analyysi on tärkeä osa tehtäväsuunnitelmaa. Tähän osuuteen kirjataan ylös mahdollisia ongelmia ja usein esiintyviä ongelmia. Kun ongelmia on osattu ennakoida, on niihin varautuminen helpompaa. Usein näillä ongelmilla on jonkinlainen hälytin, joka varoittaa mahdollisesta ongelmasta. Hälyttimen ansiosta voidaan ryhtyä ennalta ehkäiseviin toimiin, jotta ongelmasta päästäisiin mahdollisimman vaivattomasti eroon.

Mahdollisia ongelmia on listattu tehtäväsuunnitelman ongelmat ja riskit kohdassa (Liite 2). Ongelmia voi tulla ilmaantua kaikissa työvaiheissa, eikä niihin jokaiseen voi ennalta varautua. Työnjohdon ja työntekijöiden yhteistyöllä ja ammattitaidoilla ongelmista selvitään.

Seuraavaksi käyn läpi muutamia mahdollisia ongelmia ja niiden ratkaisuja. Työmaalle saapuu betonikuorma, jossa on väärää betonimassaa. Betoniasemalla on voinut käydä virhe betonin tilauksen kanssa. Betonityönjohtaja tarkistaa aina ennen betonoinnin aloittamista rahtikirjasta ja silmä määräisesti, että massa vastaa hänen tilaustaan.

Alimman kerroksen lämmityksen ansiosta routa ja jää sulavat maaperästä, jolloin seuraavan kerroksen muottien tuet löystyvät. Ratkaisuna on laittaa tuen ja maan väliin vaneri, joka jakaa kuormaa. Lisäksi tukia on käytävä kiristämässä tasaisin väliajoin, kunnes niiden löystyminen on pysähtynyt.

Lämmityskalusto rikkoutuu. Rikoutumisen varalta pitää työmaalla olla varalämmitysjärjestelmä, joka turvaa tarvittavan lämmön tuoton. Myös lämmityskalustoa tulee huoltaa päivittäin, jotta mahdollisilta ongelmilta vältyttäisiin.

Rankka lumisade on yön aikana haudannut työmaan peittoon. Lumi aiheuttaa työturvallisuusriskin, se täytyy poistaa kulkureiteiltä ja työpisteiltä. Yllättävä lumen tulo aiheuttaa lisätöitä, jotka häiritsevät aikatauluja. Lumen tuloon voi varautua seuraamalla säätiedoituksia sekä peittämällä mahdollisimman hyvin tärkeät työkohteet.

### **5.1.3 Työturvallisuus**

Skanska tähtää koko rakennusalan johtavaksi yritykseksi työturvallisuudessa. Oleellista erinomaisen turvallisuustason saavuttamisessa on riskien ennakointi. Jokainen työntekijä perehdytetään, kun hän saapuu ensimmäistä kertaa työmaalle. Työntekijä saa perehdytyksessä opastuksen työmaan toimintaan, tehtäväänsä, työvälineisiin, henkilökohtaisiin turvavarusteisiin ja työturvallisuuteen. Työmaan esimiehet ovat vastuussa perehdytyksestä.

Jos työtehtävään liittyy korkea työturvallisuusriski, tehdään erillinen työn turvallisuussuunnitelma (Liite 2). Tällainen voi esimerkiksi olla katolla työskenteleminen. Tässä riskinä on korkealta putoaminen. Työn turvallisuussuunnitelman tekee työnjohtaja yhdessä työryhmän kanssa. Siinä käsitellään työtehtävän jokainen työvaihe ja siihen liittyvät riskit. Myös tarvittavat suojavarusteet käydään läpi.

### **5.1.4 Aikataulu**

Työn sisällölle on asetettu tietty aikataulu, jossa työ pitää saada valmiiksi. Tämän aikataulun puitteissa varataan tarvittat resurssit, jotta työ saadaan tehtyä aikataulussa. Tehtäväsuunnitelmaan varten voidaan yksi työkokonaisuus jakaa pienempiin osakohteisiin, jolloin on huomattavasti helpompi seurata työn etemistä. Jos työ tapahtuu aliurakkana, voidaan sopimuksen mukaan asettaa sakollisia välitavoitteita. Ensimmäinen osakohde voi myös toimia mallityönä, joka tarkastetaan työvaiheittain.

Tehtäväsuunnitelmaan merkitään tarvittavat resurssit, eli kuinka monta rakennusammattimiestä tarvitaan ja kuinka monta apumiestä työ vaatii. Aikataulun edellyttämä tuotantonopeus voidaan näin ollen ilmoittaa. Tarvittavia työresursseja voidaan muuttaa kesken työn, jos huomataan että työ on jäämässä aikataulusta jälkeen.

### **5.1.5 Aloitusedellytykset**

Ennen työn aloittamista pidetään aloituspalaveri. Palaverissa käydään läpi työryhmän kanssa työn aikataulu ja tarvittavat resurssit. On myös tarkastettava, että työryhmällä on saatavilla tarvittavat suunnitelmat ja asiakirjat. Työryhmän kanssa käydään läpi työn laatuvaatimukset ja niiden tarkastukset. Jos työssä tarvittava materiaali ei ole jo työmaalla, käydään materiaalit toimitukset läpi ja merkitään ne niiden tapatumapäivämäärä ylös. Aloituspalaverissa on myös hyvä käydä läpi sääolosuhteiden vaikutus työhön sekä mahdolliset ongelmat, jotka johtuvat säästä. Työhön liittyvät turvallisuusriskit käydään läpi työryhmän kanssa, ja vaaditaan käyttämään henkilökohtaisia turvavarusteita. Palaverissa on myös hyvä käydä läpi tehtävän sisältö. Tarkennetaan tehtävän laajuus ja sovitaan tehtävän alku- ja lopputila. Tekemäni tehtäväsuunnitelman osassa aloitusedellytykset, on listattu aloitusedellytyksiä sekä materiaalit toimitukset, jotka tulee olla kunnossa ennen työn aloittamista. (Liite 2).

### **5.1.6 Kustannukset**

Tehtäväsuunnitelman kustannusosassa on laskettu ainoastaan ensimmäisen kerroksen paikaltaan valetun rungon kustannuksia. (Liite 2). Kustannuksia on helpompi seurata, kun ne jaetaan pienempiin osiin. Materiaalien menekit on laskettu piirustuksista, ja niiden yksikköhinnat on saatu sopimuksista. Työt on saatu RATU-korteista. Menekit ovat työvuoroaikoja T3. Tehtäväsuunnitelmaan on vain laskettu omat työt.

Laskettuja kustannuksia voidaan verrata tavoitearvioon. Vertauksen avulla voidaan arvioida, onko työmaa pysynyt tavoitteessaan.

### **5.1.7 Laatuvaatimukset**

Betonirakenteen laatuvaatimukset ovat betoninormien mukaiset, ellei ole erikseen ilmoitettu suunnitelmissa (Kuvat 15, 16 ja 17). Työnjohto ohjaa työntekijöitä laatuvaatimuksissa työvaiheiden kautta. Kaikki työvaiheet

tarkastetaan yhdessä työntekijöiden kanssa, joilloin laatuvaatimuksiin päästään. Samalla mahdolliset virheet päästään karsimaan välittömästi pois.

**Paikallavalettujen seinien, perusmuurien ja porrastornien mittatarkkuusvaatimukset (by 47, luku 4)**

	Kellariseinät ja liukuvalu	Normaali-luokka	Erikois-luokka
Korkeus (H)	±15 mm	±10 mm	±8 mm
Pituus (L)	±15 mm	±10 mm	±8 mm
	tai L/350 <sup>1)</sup>	tai L/750 <sup>1)</sup>	tai L/500 <sup>1)</sup>
Paksuus (b)	±10 mm <sup>2)</sup>	±8 mm <sup>3)</sup>	±5 mm
Sivun käyryys			
seinä (a)	±15 mm	±10 mm	±5 mm
ovi ja ikkuna (a <sub>i</sub> )	±8 mm	±5 mm	±5 mm
Aukon korkeus ja leveys (h, l)	-5...+15 mm	-5...+15 mm	-5...+15 mm
Aukon korkeus lattiapinnasta (e)	±20 mm	±15 mm	±10 mm
Aukon kulmien sijaintien ero  e <sub>1</sub> -e <sub>2</sub>	15 mm	10 mm	10 mm
Seinän käyristymä <sup>4)</sup> (d)			
tai poikkeama pystysuorasta (p)	L/200	L/300	L/400
Sivusijainti (S)	±20 mm	±15 mm	±10 mm
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä (s)	±15 mm	±10 mm	±5 mm
Vapaa väli (V)	±20 mm	±15 mm	±10 mm
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä (K)	±15 mm	±10 mm	±5 mm

Kuva 15. Paikallavalettujen seinien, perusmuurien ja porrastornien mittatarkkuusvaatimukset. (Rakennustöiden laatu 2009)

## Valmis työ

### Paikallavalettujen betonirakenteiden mittatarkkuusvaatimukset (by 39)

Ks. tämän kirjan liite 1.

- 1) Lukuarvoista käytetään suurempaa.
- 2) Alle 200 mm paksuisissa 1-rakenneluokan kantavissa seinissä toleranssit ovat -5 mm ja +10 mm.
- 3) Alle 200 mm paksuisissa 2-rakenneluokan kantavissa seinissä toleranssit ovat -5 mm ja +8 mm.
- 4) Muille kuin betonipintaisille seinille määritellään pintamateriaalin vaikutuksen huomioon ottava arvo.
- 5) Jos pilarin pienin sivumitta on alle 200 mm 1-rakenneluokan kantavissa seinissä toleranssit ovat -5 mm ja +10 mm.
- 6) Ei koske päällevaluun jäävää pilarin päätä.
- 7) Koskee myös konsolin yläpintaa.
- 8) Jos mittauksen kohteen suuruus on alle 200 mm, niin toleranssit ovat 1-rakenneluokassa -5 mm ja +15 mm ja 2-rakenneluokassa -10 mm ja +15 mm.
- 9) Jos mittauksen kohteen suuruus on alle 200 mm, niin toleranssit ovat 1-rakenneluokassa -5 mm ja +10 mm.
- 10) Mitataan vaihtoehtoisesti  $L_1$  tai  $L_2$  kierreportaalla korkeus.
- 11) Koskee valmista mahdollisesti pinnoitettua porraskelmaa.

Kuva 16. Paikallavalettujen betonirakenteiden mittatarkkuusvaatimukset. (Rakennustöiden laatu 2009)



**Pilarien mittatarkkuusvaatimukset (by 47, luku 4)**

	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Pituus (L)	±15 mm	±10 mm
Poikkileikkaus (b, h, d)	±10 mm <sup>5)</sup>	±5 mm
Käyryys (a)	±10 mm tai H/750 <sup>1)</sup>	±5 mm tai H/1000 <sup>1)</sup>
Poikkileikkauksen kulmapoikkeama tai kiertymä (p)	±5 mm tai b/20	±5 mm tai b/10
Pään kulmapoikkeama <sup>6)7)</sup> (r)	±5 mm	±3 mm
Pinnan käyryys ja aaltoilu	by 40	by 40
Sivusijainti (S), korkeusasema (K), vapaa väli (V)	±15 mm	±15 mm
Poikkeama pystysuorasta (P)	±15 mm tai L/750 <sup>1)</sup>	±10 mm tai L/1000 <sup>1)</sup>

**Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille (by 50, taulukko 4.15)**

Betonin lämpötila [°C]	Aika [d], jolloin saavutetaan 60% nimellisljuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 70% nimellisljuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 80% nimellisljuudesta		
	K30	K40	K50	K30	K40	K50	K30	K40	K50
10	11	9	7	17	15	13	26	24	22
20	6	4,5	4	9	7,5	6,5	14	12	12
30	3,5	3	2,5	5,5	4,5	4	8	7,5	7
40	2,5	2	1,5	3,5	3	3	5,5	5	5

Kuva 17. Pilarien mittatarkkuusvaatimukset. (Rakennustöiden laatu 2009)

## 6 Päätelmät

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan talvibetonointia Sairaalaparkki-työmaalla. Mielestäni jo suunnitteluvaiheessa tulisi varautua talven aiheuttamiin ongelmiin. Koska Suomi sijaitsee pohjoisessa, talvi tulee aina aiheuttamaan jonkin asteisia ongelmia. Kaikista kriittisimmät työvaiheet, joita talven olosuhteet voivat häiritä, tulisi sijoittaa tehtäväksi kesällä. Valitettavasti tämä ei aina ole mahdollista. Usein isojen työmaiden aikataulut ovat jopa monivuotisia, jolloin talven aiheuttamista ongelmista ei päästä eroon.

Jos talvella on erityisen paljon pakkaspäiviä, jolloin töitä ei voida suorittaa, saadaan ne lain mukaan hyvitettyä aikataulussa. Mutta myös runsas lumen sataminen voi aiheuttaa työn hidastumista. Tästä syystä työmaalla on hyvä olla suunnitelmat, jolla minimoidaan lumen aiheuttamat ongelmat.

Sääennusteiden seuraaminen ja niiden avulla töiden suunnitteleminen viikkotasolla on hyvin tärkeää.

Talven tulo aiheuttaa paljon ongelmia betointiin, koska betonin lujuudenkehitys on voimakkaasti riippuvainen lämpötilasta. Kustannukset nousevat, kun joudutaan vuokraamaan lämmitys- ja suojaustarvikkeet. Lisäksi työmaan energiatarve kasvaa huomattavasti. Materiaalihukka kasvaa myös talven tulon myötä. Materiaaleja voi hautautua lumen piiloon hyvästä työmaan kunnossapidosta huolimatta. Sairaalaparkki-työmaan tapauksessa yksi ongelmista oli se, että holvi oli erittäin ohut, jolloin se pääsee helposti kylmenemään jos suojaus ei ole kunnossa. Holvin suojaukseen varauduttiin hyvissä ajoin ja hyvillä suunnitelmilla.

Talvibetonoinnin seurauksen lisäksi tein tehtäväsuunnitelman betonoinnista. Tehtäväsuunnitelma on hyvä ohjaus- ja seurantaväline työnjohdolle. Työntekijälle tehtäväsuunnitelma antaa mahdollisuuden osallistua kyseisen työn suunnitteluun. Lisäksi työntekijä saa tietoa työn tavoitteista ja työn laatuvaatimuksista. Nämä asiat voivat selkeyttää työntekijöiden käsitystä kyseisestä työstä. Työnjohtaja voi helposti seurata tehtäväsuunnitelman avulla työn etenemistä sekä aikataulua. Tehtäväsuunnitelman onnistuminen vaatii kuitenkin jatkuvaa kommunikointia työnjohdon ja työntekijöiden välillä.

## **Kuvat**

Kuva 1. Kolme tärkeää lujuuden tarkastushetkeä., s. 8

Kuva 2. Holvin alapuolisen tilan suojaukset ja lämmittimet, s. 13

Kuva 3. Lankalämmitys lisätty palkin pätyyn, s. 15

Kuva 4. Holvin muotti alapuolelta, s. 22

Kuva 5. Suojaukset, s. 23

Kuva 6. Holvin alapuolisen tilan lämpötila, s. 24

Kuva 7. Holvin raudoitus, s. 25

Kuva 8. Lumen ja jään poistaminen muotista höyryttämällä, s. 26

Kuva 9. Pumppauslinjasto, s. 27

Kuva 10. Betonin valu, s. 28

Kuva 11. Pakkasmaton asennus, s. 29

Kuva 12. Holvin suojaukset, s. 30

Kuva 13. Tiedonsiirto kaavio, s. 31(Rudus)

Kuva 14. Jänneterästen katkaistut päät laatassa, s. 34

Kuva 15. Paikallavalettujen seinien, perusmuurien ja porrastornien mittatarkkuusvaatimukset, s. 39 (Rakennustöiden laatu 2009)

Kuva 16. Paikallavalettujen betonirakenteiden mittatarkkuusvaatimukset, s. 40 (Rakennustöiden laatu 2009)

Kuva 17. Pilarien mittatarkkuusvaatimukset, s. 41 (Rakennustöiden laatu 2009)

## **Lähteet**

Betonirakenteiden työselostus, Pöyry Finland Oy, 2011

BY 201 Betonitekniikan oppikirja, 2004, Suomen Betonitieto Oy, Helsinki

Mannonen, Talvibetonoinnin aika käsillä, 2007, [www.betoni.com](http://www.betoni.com), Luettu 16.2.2012

Mäki, Koskenvesa, Sahlstedt, 2009. Rakennustöiden laatu, Rakennustieto Oy, Tampere

Rakennustieto, Talvibetonoinnin taitaminen, [www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi), Luettu 10.1.2012

Rakentamismääräyskokoelma B4

RATU-kortti, Menekit ja menetelmät, 2004, 23-0275


RATU-kortti, Menekit ja menetelmät, 2005, 21-0273

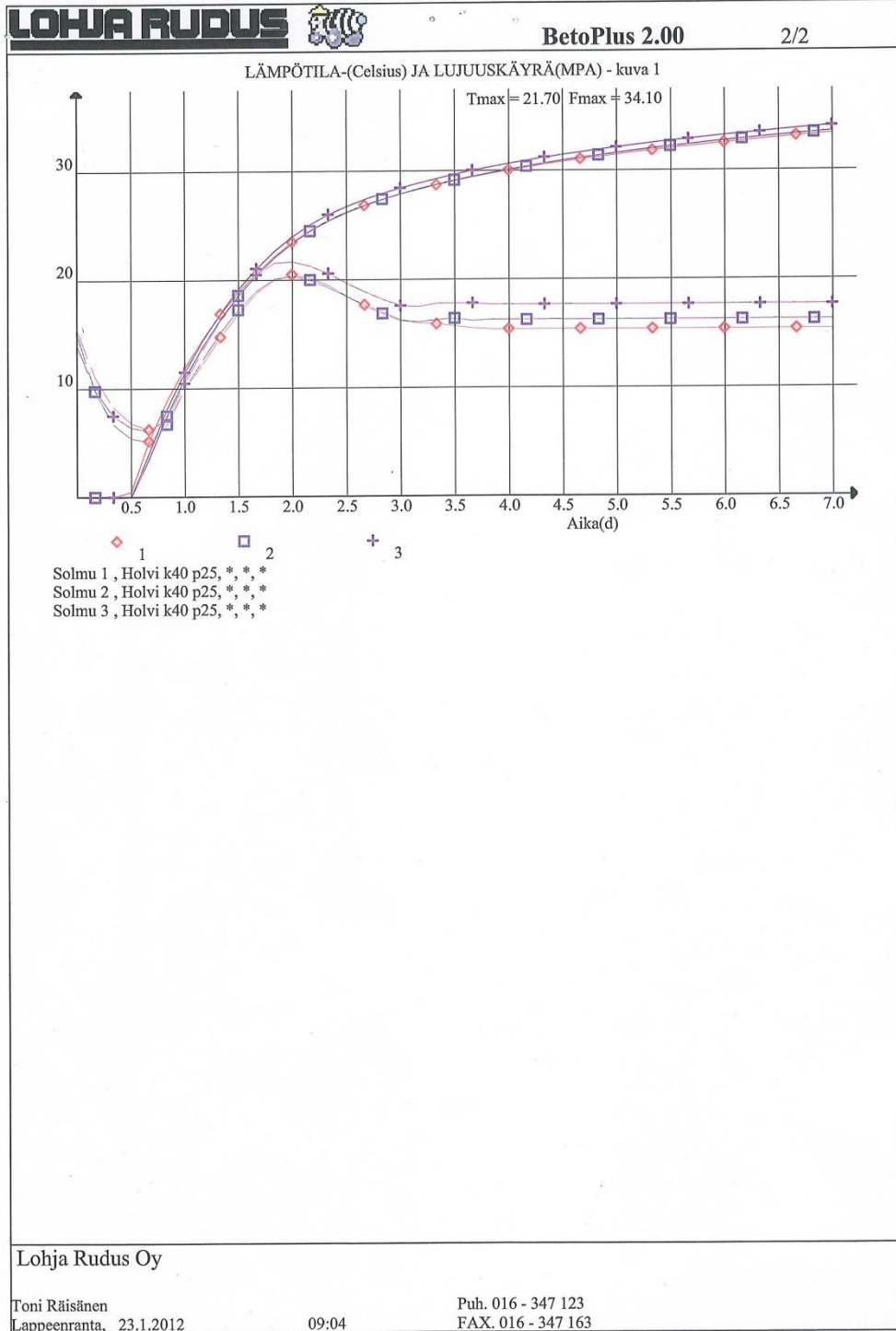
Rudus 2012a, Betonin lujuudenkehityksen hallinta, [www.rudus.fi](http://www.rudus.fi), Luettu 16.2.2012

Rudus 2012b, Talvibetonointi, [www.rudus.fi](http://www.rudus.fi), Luettu 16.2.2012

## **Liitteet**

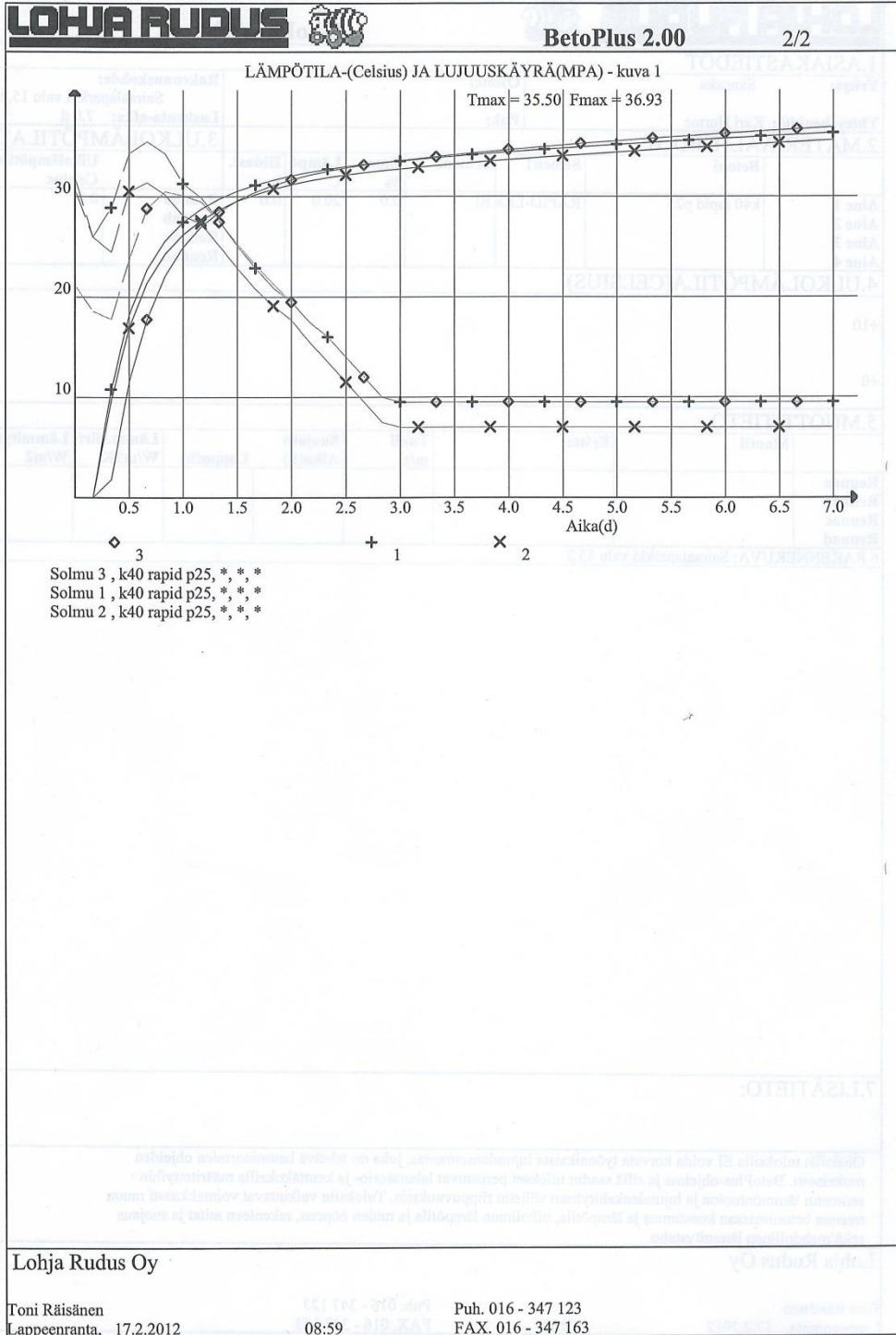
Liite 1 BetoPlus-tulokset.


<b>LOHJA RUDUS</b>				<b>BetoPlus 2.00</b>			1/2	
<b>1.ASIKASTIEDOT</b>								
Yritys: Skanska Oy			Osoite:			Rakennuskohde: Sairaalaparkki		
Yhteyshenkilö: Kari Hurme			Puh:			Laskenta-aika: 7.0 d		
<b>2.MATERIAALITIEDOT</b>							<b>3.ULKOLÄMPÖTILAT</b>	
	Betoni	Semen1	Semen2	Ilma %	Lämpö C	Hidast. h	Ulkolämpötila Celsius	
Alue 1	Holvi k40 p25	RAPID-LRa	EI	6.2	20.0	0.0	Reunaa	0.0
Alue 2							Reunab	
Alue 3							Reunac	
Alue 4							Reunad	
<b>4.ULKOLÄMPÖTILA(CELSIUS)</b>								
+10								
+0								
<b>5.MUOTTITIEDOT</b>								
	Muotti	Eriste	Tuuli m/s	Suojaus Alku(h)	Loppu(h)	Lämn.siirt. W/m2K	Lämmitys W/m2	
Reunaa								
Reunab								
Reunac								
Reunad								
<b>6.RAKENNEKUVA:</b> Sairaalaparkki								
<b>7.LISÄTIETO:</b>								
<p>Oheisilla tuloksilla EI voida korvata työnaikaista lujuudenseurantaa, joka on tehtävä betoninormien ohjeiden mukaisesti. BetoPlus-ohjelma ja sillä saadut tulokset perustuvat laboratorio- ja kenttäkokeilla määritettyihin sementin lämmöntuoton ja lujuudenkehityksen välisiin riippuvuuksiin. Tuloksiin vaikuttavat voimakkaasti muun muassa betonimassan koostumus ja lämpötila, ulkoilman lämpötila ja tuulen nopeus, rakenteen mitat ja suojaus sekä mahdollinen lämmitysteho.</p>								
Lohja Rudus Oy								
Toni Räisänen Lappeenranta, 23.1.2012			09:04			Puh. 016 - 347 123 FAX. 016 - 347 163		



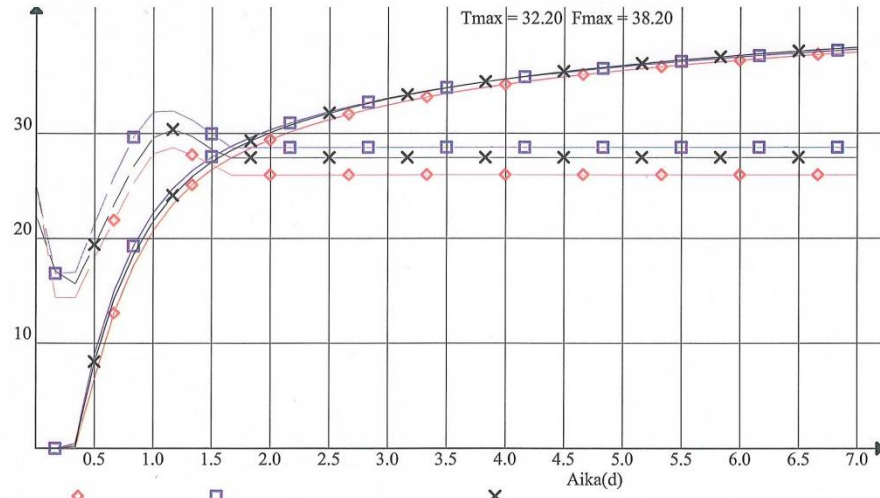
<b>LOHJA RUDUS</b>		<b>BetoPlus 2.00</b>					1/2	
<b>1.ASIAKASTIEDOT</b>								
Yritys: Skanska			Osoite:			Rakennuskohde: Sairaalaparkki valu 15.2		
Yhteyshenkilö: Kari Hurme			Puh:			Laskenta-aika: 7.0 d		
<b>2.MATERIAALITIEDOT</b>						<b>3.ULKOLÄMPÖTILAT</b>		
	Betoni	Semen1	Semen2	Ilma %	Lämpö C	Hidast. h	Ulkolämpötila Celsius	
Alue 1	k40 rapid p25	RAPID-LRa	EI	0.0	20.0	0.0	Reunaa	0.0
Alue 2							Reunab	
Alue 3							Reunac	
Alue 4							Reunad	
<b>4.ULKOLÄMPÖTILA(CELSIUS)</b>								
+10								
+0								
<b>5.MUOTTITIEDOT</b>								
	Muotti	Eriste	Tuuli m/s	Suojaus Alku(h)	Loppu(h)	Lämm.siirt. W/m2K	Lämmitys W/m2	
Reunaa								
Reunab								
Reunac								
Reunad								
<b>6.RAKENNEKUVA: Sairaalaparkki valu 15.2</b>								
<b>7.LISÄTIETO:</b>								
Oheisilla tuloksilla EI voida korvata työnaikaista lujuudenseurantaa, joka on tehtävä betoninormien ohjeiden mukaisesti. BetoPlus-ohjelma ja sillä saadut tulokset perustuvat laboratorio- ja kenttäkokeilla määritettyihin sementin lämmöntuoton ja lujuudenkehityksen välisiin riippuvuuksiin. Tuloksiin vaikuttavat voimakkaasti muun muassa betonimassan koostumus ja lämpötila, ulkoilman lämpötila ja tuulen nopeus, rakenteen mitat ja suojaus sekä mahdollinen lämmitysteho.								
Lohja Rudus Oy								
Toni Räisänen Lappeenranta, 17.2.2012			08:59			Puh. 016 - 347 123 FAX. 016 - 347 163		





<b>LOHJA RUDUS</b> 		<b>BetoPlus 2.00</b>		1/2				
<b>1. ASIAKASTIEDOT</b>								
Yritys: Skanska OY		Osoite:		Rakennuskohde: Sairaalaparkki valu 28.2 B				
Yhteyshenkilö: Kari Hurme		Puh:		Laskenta-aika: 7.0 d				
<b>2. MATERIAALITIEDOT</b>								
	Betoni	Semen1	Semen2	Ilma %	Lämpö C	Hidast. h	3. ULKOLÄMPÖTILAT	
Alue 1	k40p20rapid	RAPID	EI	0.0	20.0	0.0	Ulkolämpötila Celsius	
Alue 2							Reunaa	
Alue 3							Reunab	
Alue 4							Reunac	
							Reunad	
<b>4. ULKOLÄMPÖTILA (CELSIUS)</b>								
+10								
+0								
<b>5. MUOTTITIEDOT</b>								
	Muotti	Eriste	Tuuli m/s	Suojaus Alku(h)	Loppu(h)	Lämm.siirt. W/m2K	Lämmitys W/m2	
Reunaa								
Reunab								
Reunac								
Reunad								
<b>6. RAKENNEKUVA:</b> Sairaalaparkki valu 28.2 B								
<b>7. LISÄTIETO:</b>								
<p>Oheisilla tuloksilla EI voida korvata työnaikaista lujuudenseurantaa, joka on tehtävä betoninormien ohjeiden mukaisesti. BetoPlus-ohjelma ja sillä saadut tulokset perustuvat laboratorio- ja kenttäkokeilla määritettyihin sementin lämmöntuoton ja lujuudenkehityksen välisiin riippuvuuksiin. Tuloksiin vaikuttavat voimakkaasti muun muassa betoninmassan koostumus ja lämpötila, ulkoilman lämpötila ja tuulen nopeus, rakenteen mitat ja suojaus sekä mahdollinen lämmitysteho.</p>								
Lohja Rudus Oy								
Toni Räisänen Lappeenranta, 1.3.2012		09:00		Puh. 016 - 347 123 FAX. 016 - 347 163				

LÄMPÖTILA-(Celsius) JA LUJUUSKÄYRÄ(MPA) - kuva 1




◆ 2      □ 3  
 Solmu 2, k40p20rapid, \*, \*, \*  
 Solmu 3, k40p20rapid, \*, \*, \*  
 Solmu 1, k40p20rapid, \*, \*, \*

Lohja Rudus Oy

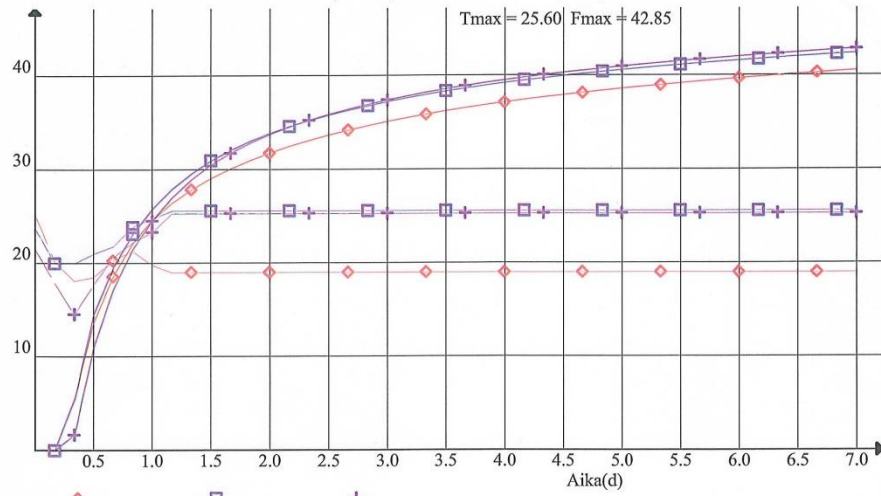
 Toni Räisänen  
 Lappeenranta, 1.3.2012

09:00

 Puh. 016 - 347 123  
 FAX. 016 - 347 163

<b>LOHJA RUDUS</b>				<b>BetoPlus 2.00</b>			1/2	
<b>1.ASIKASTIEDOT</b>								
Yritys: Skanska Sairaalaparkki valu 8_3_			Osoite:			Rakennuskohde: Sairaalaparkki		
Yhteyshenkilö: Kari Hurme			Puh:			Laskenta-aika: 7.0 d		
<b>2.MATERIAALITIEDOT</b>						<b>3.ULKOLÄMPÖTILAT</b>		
	Betoni	Semen1	Semen2	Ilma %	Lämpö C	Hidast. h	Ulkolämpötila Celsius	
Alue 1	OletusBetoni	RAPID-LRa	EI	0.0	20.0	0.0	Reunaa	0.0
Alue 2							Reunab	
Alue 3							Reunac	
Alue 4							Reunad	
<b>4.ULKOLÄMPÖTILA(CELSIUS)</b>								
+10								
+0								
<b>5.MUOTTITieto</b>								
	Muotti	Eriste	Tuuli m/s	Suojaus Alku(h)	Loppu(h)	Lämm.siirt. W/m2K	Lämmitys W/m2	
Reunaa								
Reunab								
Reunac								
Reunad								
<b>6.RAKENNEKUVA:</b> Sairaalaparkki								
<b>7.LISÄTIETO:</b>								
Oheisilla tuloksilla EI voida korvata työnaikaista lujuudenseurantaa, joka on tehtävä betoninormien ohjeiden mukaisesti. BetoPlus-ohjelma ja sillä saadut tulokset perustuvat laboratorio- ja kenttäkokeilla määritettyihin sementin lämmöntuoton ja lujuudenkehityksen välisiin riippuvuuksiin. Tuloksiin vaikuttavat voimakkaasti muun muassa betonimassan koostumus ja lämpötila, ulkoilman lämpötila ja tuulen nopeus, rakenteen mitat ja suojaus sekä mahdollinen lämmitysteho.								
Lohja Rudus Oy								
Toni Räisänen Lappeenranta, 9.3.2012			14:59			Puh. 016 - 347 123 FAX. 016 - 347 163		

LÄMPÖTILA-(Celsius) JA LUJUUSKÄYRÄ(MPA) - kuva 1



◆ 1      ■ 2      + 3  
 Solmu 1 , OletusBetoni, \*, \*, \*  
 Solmu 2 , OletusBetoni, \*, \*, \*  
 Solmu 3 , OletusBetoni, \*, \*, \*

Lohja Rudus Oy

 Toni Räisänen  
 Lappeenranta, 9.3.2012

14:59

 Puh. 016 - 347 123  
 FAX. 016 - 347 163

## Liite 2 Tehtäväsuunnitelma

OMA TYÖ  
ALIURAKKA  
SOPIMUS  
HANKINNAN VAKIOASIAKIRJA  

TYÖMAAN NIMI	#NAME?	TYÖNUMERO	#NAME?
TEHTÄVÄ: PAIKALLAVALLETTU RUNKO		m <sup>2</sup>	

## VASTUUHENKILÖT (oltava läsnä tämän asiakirjan läpikäynnissä)

Nimi ja puhelinnumero	
Vastaava mestari	
Työvaihemestari	
AU-työnjohto	
Työryhmä	

## Työn sisältö täsmällisesti

Alkutila:	Alepuoliset rakenteet ovat valmiit, tarkastettu ja tarkemittattu. Työkohde on valmis muuttotyötä varten. Materiaalit ja muotituksessa tarvittavat työvälineet ovat työmaalla ja tarvittavat telineet ovat valmiit.	Pääurakoitsijan suoritusvelvollisuus
työn sisältö:	Muotin pystytys Rauditus Jänneterästen asennus Betonointi Jälkijännittäminen Muotin purku	Muotin pystytys Mittaus Betonointi Muotin purku
Lopputila	Muotit on purettu. Muottimateriaalit on puhdistettu, lajiteltu ja varastoitu. Työ on tarkastettu ja hyväksytty.	Aliurakoitsijan suoritusvelvollisuus
		Rauditus Jänneterästen asennus Jälkijännittäminen

## TARKENNETTU AIKATAULU

	Päivämäärä
Työ alkaa 1. osakohteessa	
Työ valmis viimeisessä osakohteessa	

Välitavoitteet, sakolliset	<input type="checkbox"/>	Päivämäärä
Osakohte		
Osakohte		
Osakohte		
Osakohte		

Tarvitavat resurssit		Ram.		Rm.
Aikataulun edellyttämä tuotantonopeus		m <sup>2</sup> /tv		
Ensimmäinen osakohte toimii mallina, joka tarkastetaan työvaiheittain	<input type="checkbox"/>			Tarkastuspäivämäärä

ALOITUSEDELLYTYKSET (Elei kunnossa, merkitse päivämäärä mihin mennessä on.)			
	Kyllä	Ei	Pvm
Putoamissuojaussuunnitelma tehty	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Riittävä muotikalusto varattuna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muotikiertosuunnitelma tehty	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Talviolosuhteisiin varauduttu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Työkohte rauhoitettu runkotyölle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Läpikäyty raudoitustyön suorittajan kanssa muotityön etenemisnopeu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muottiöljyn käyttö mitoitettu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Raudoitusasema työmaalla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muotikaluston kunto tarkastettu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resurssien saatavuus varmistettu: kalusto, materiaalit, työryhmä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Materiaalilogistiikka suunniteltu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tarvittavat asiakirjat työryhmän käytössä			
ARK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
RAK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Työselitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Työohjeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

#### MATERIAALITOIMITUKSET

(osakohteen tunnus ja sen alle määrä ja yksikkö sekä viereen suunniteltu toimituspäivä)

Materiaali	Osakohde		Osakohde		Osakohde		Osakohde	
	Määrä	pvm	Määrä	pvm	Määrä	pvm	Määrä	pvm

#### Materiaalivaatimukset

- Työssä on käytettävä M1-luokituksen täyttäviä materiaaleja.  
 Seuraavia aineita ei saa käyttää:

#### LAATUVAATIMUKSET

- Tarkastusasiakirja laadittu  
 Käytetään erillistä tarkastuslistaa (F2/05)

Normaali luokka  Erikoisluokka

Erikoisluokkaa käytetään, kun seinän mittatarkkuudelle asetetaan ulkonäöllisistä syistä erittäin korkeat



**Mittatarkkuusvaatimukset**

Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]		
	Kellariseinät ja liukuvalu	Normaali luokka	Erikoisluokka
Korkeus (H)	±15	±10	±8
Pituus (L)	±15 tai L/350 <sup>1</sup>	±10 tai L/750 <sup>1</sup>	±8 tai L/500 <sup>1</sup>
Paksuus (b)	±10 <sup>2</sup>	±8 <sup>3</sup>	±5
Sivusijainti (S)	±20	±15	±10
Sivusijainti ylä tai alapuolisesta seinästä	±15	±15	±5

<sup>1)</sup> lukuarvoista käytetään suurempaa

<sup>2)</sup> alle 200 mm paksuissa 1 rakenneluokan kantavissa seinissä toleranssit -5, +10

<sup>3)</sup> alle 200 mm paksuissa 2 rakenneluokan kantavissa seinissä toleranssit -5, +8

Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]	
	Normaali luokka	Erikoisluokka
Laatat ja palkit		
Palkin korkeus tai laatan paksuus	±15 <sup>1</sup>	±15 <sup>2</sup>
Palkin leveys (b)	±15 <sup>1</sup>	±10 <sup>2</sup>
Palkkien vapaa väli (V)	±15	±10
Sivusijainti (S)	±20	±20

<sup>1)</sup> jos mittauksen kohteen suuruus on <200 mm, niin toleranssit 1 rakenneluokassa -5, +15 ja

<sup>2)</sup> jos mittauksen kohteen suuruus on <200 mm, niin toleranssit 1 rakenneluokassa -5, +10

Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]	
	Normaali luokka	Erikoisluokka
Pilarit		
Pituus (L)	±15	±10
Poikkileikkaus (b,h,d)	±10 <sup>2</sup>	±5
Käyryys	±10 tai H/750 <sup>1</sup>	±5 tai H/1000 <sup>1</sup>
Sivusijainti (S), korkeusasema (K), Poikkeama pystysuorasta (P)	±15	±15
	±15 tai L/750 <sup>1</sup>	±10 tai L/1000 <sup>1</sup>

<sup>1)</sup> lukuarvoista käytetään suurempaa

<sup>2)</sup> jos pilarin pienin sivumitta <200 mm 1 rakenneluokassa, niin toleranssit -5, +10

Kohdekohtaiset erityisvaatimukset kirjataan tähän.

- 
- 
- 
-

## TYÖNAIKAINEN LAADUNVARMISTUS

### MUOTTITYÖ

Tarkastettavat asiat:

- Muottien on oltava tiiviit.
- Tarkastetaan ennen betonointia, että muottipinnat ovat puhtaat ja öljytyt.
- Tarkastetaan valmiiden muottien tai laudoitusten suoruus, siteiden lukitus ja kiristys, tuennan riittävyys, topparit.
- Betonivalujen yhteydessä käytettävät lämmön- ja ääneneristyslevyt ovat riittävän jäykkiä ja
- Eristelevyissä olevat tuuletus- yms. kanavat on suojattu tukkeutumiselta.
- Varaukset ja läpimenot eivät vaaranna mittatarkkuusvaatimuksia tai heikennä kantavuutta.
- Mahdolliset lämmityslangat ovat paikoillaan suunnitelmien mukaisesti.

Työohje:

- Suunnitellaan muottityö, työsaumat, muottikierto, materiaalin purku ja puhdistus sekä varmistetaan materiaalien
- Varmistetaan suunnitelmien noudattaminen ja muottien kestävyys betonoinnin aikana.
- Muotit/laudoitukset puretaan sellaisessa järjestyksessä, ettei muulle rakenteelle aiheudu ylimääräisiä jännityksiä.

### RAUDOITUS

- Varmistetaan työn aikataulus ottaen huomioon muottityön eteneminen.
- Raudotteiden varastoinnille ja esivalmistukselle riittävä katettu tila.
- Tankojen laatu tarkastetaan nipun päähän kiinnitetystä SFS-tunnuslapusta.
- Tangot eivät saa olla ruostuneita eikä niiden pinnalla saa olla syöpymiä.
- Varmistetaan, että raudotteiden tulevan suojabetonipeitteen paksuus on suunnitelmien mukainen.
- Raudoitus ei saa haitallisesti liikkua betonoinnin aikana.

### BETONOINTI

- Varmistetaan muottien lujuus ennen betonointia ja valun riittävä lujuus ennen muottien purkua.
- Varotaan vaurioittamasta raudoitusta betonoinnin ja tiivistyksen aikana.
- Betoni tiivistetään kauttaaltaan kuitenkin siten, että tiivistäminen ei aiheuta massan erottumista.
- Huolehditaan betonoinnin jälkihoidosta, sekä suojataan betoni kesällä auringonpaisteelta ja talvella jäätymiseltä suunnitelmien mukaan.

## KUSTANNUKSET

TYÖNUMERO

5411.4411

Alla olevat hinnat ALV 0 %

## Kustannusten tarkastus

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.	TA	Erotus
				0		0
Pilarien muotit 30 pv	407,00	m2	0,97	11 844	3 663,0	-8 180,7
Pilarien raudat	13 489,00	kg	0,86	11 601	11 061	-540
Pilarien bet sis pump	54,50	m3	141,63	7 719	8 300	582
Palkkien muotit sivut	389,00	m2	0,17	1 984	3 696	1 712
Palkkien muotit pohjat	248,00	m2	0,17	1 265	2 356	1 091
Palkkien raudat	11 192,00	kg	0,79	8 842	9 513	672
Palkkien bet sis pump	111,50	m3	150,10	16 736	16 981	245
Holvin muotit	1 932,00	m2	0,17	9 853	18 354	8 501
Holvin raudoitus	11 300,00	kg	0,81	9 153	9 266	113
Holvin bet sis pump	350,00	m3	150,10	52 535	51 800	-735
PRH seinämuotit 15 pv	619,00	m2	0,91	8 449	5 262	-3 188
PRH seinä raud	6 448,00	kg	0,86	5 545	5 094	-451
PRH seinä bet sis pum	62,00	m3	141,63	8 781	7 694	-1 087
Pv j seinä muotti 15 pv	200,00	m2	0,91	2 730	1 700	-1 030
Pv j seinä raud	4 275,00	kg	0,79	3 377	3 377	0
Pv j seinä bet sis pum	23,00	m3	141,63	3 257	3 257	-1
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>163 671</b>	<b>161 374</b>	<b>-2 297</b>

Työ	menekki [tth/y]	Määrä yks	k.menekki [tth/tunti/y]	EUR	TA	Erotus	
				0	sis sos kulut		
Mittaus			0,00	0		0	
Pilarimuottien pystytys	0,50	407,00	203,50	25,00	7 123	6 878	-244
Pilarien raudoitus		13 489,00	13 489,00	0,37	4 991	5 396	405
Pilarien betonointi	0,60	54,50	32,70	25,00	954	884	-70
Palkkien muottityö sivu	0,50	389,00	194,50	25,00	5 835	6 574	739
Palkkien muottityö poh	0,50	248,00	124,00	25,00	6 200	4 191	-2 009
Palkkien raudoitus		11 192,00	11 192,00	0,38	4 253	5 036	783
Palkkien betonointi		111,50	111,50	8,50	948	1 784	836
Holvin muottityö	0,48	1 932,00	927,36	25,00	28 980	31 345	2 365
Holvin raudoitus		11 300,00	11 300,00	0,32	3 616	3 955	339
Holvin betonointi		350,00	350,00	25,55	8 943	6 951	-1 992
PRH seinämuotit	0,60	619,00	371,40	25,00	12 380	12 553	173
PRH seinä raud		6 448,00	6 448,00	0,37	2 386	3 224	838
PRH seinä bet sis pum	0,70	62,00	43,40	25,00	1 240	1 174	-66
Pv j seinä muotti	0,70	200,00	140,00	25,00	4 500	4 732	232
Pv j seinä raud		4 275,00	4 275,00	0,37	1 582	2 138	556
Pv j seinä bet sis pum	0,70	23,00	16,10	25,00	460	435	-25
			0,00		0		0
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>94 389</b>	<b>97 250</b>	<b>2 861</b>	

TYÖMAAN NIMI	#NAME?	TYÖNUMERO	#NAME?
--------------	--------	-----------	--------

OMA TYÖ	<input type="checkbox"/>							
ALIHANKINTA	<input type="checkbox"/>		URAKOITSUJA					

MAKSUPERUSTE	<input type="checkbox"/>	Yksikköhinta	<input type="checkbox"/>	Kokonaishinta	<input type="checkbox"/>	Tuntiveloitus
--------------	--------------------------	--------------	--------------------------	---------------	--------------------------	---------------

tuntiveloitushinta e/h alv 0	<input type="checkbox"/>	Kun urakoitsija tekee tuntitöitä Skansalle
	<input type="checkbox"/>	Kun Skanska tekee tuntitöitä urakoitsijalle

**VASTUUHENKILÖT** (oltava läsnä tämän asiakirjan läpikäynnissä)

Nimi ja puhelinnumero	
Vastaava mestari	
Työvaihemestari	
AU-työnjohto	
Työryhmä	

Vastuuhenkilöiden toimivaltuudet	<input type="checkbox"/>						
Pääurakoitsijan työntekijöistä ainostaan vastaavalla mestarilla on oikeus tuntitöiden kuittaamiseen.							
Muiden kuittaamat tuntilistat eivät oikeuta laskuttamiseen.							

**TARKENNETTU AIKATAULU**

	Päivämäärä
Työ alkaa 1. osakohteessa	
Työ valmis viimeisessä osakohteessa	

Välitavoitteet, sakolliset	<input type="checkbox"/>	Päivämäärä
Osakohde		
Osakohde		
Osakohde		
Osakohde		
Osakohde		

Tarvittavat resurssit		Rm.		Rm.
Aikataulun edellyttämä tuotantonopeus		m <sup>2</sup> /tv		
Ensimmäinen osakohde toimii mallina, joka tarkastetaan työvaiheittain	<input type="checkbox"/>			Tarkastuspäivämäärä

**Resurssit** Urakoitsija on velvollinen mitoittamaan resurssit siten, että työ etenee aikataulussa

ALOITUSEDELLYTYKSET (Ellei kunnossa, merkitse päivämäärä mihin mennessä on.)				
	Kyllä		Ei	Pvm
Putoamissuojaussuunnitelma tehty	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Riittävä muottikalusto varattuna	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Muottikiertosuunnitelma tehty	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Talviolosuhteisiin varauduttu	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Työkohde rauhoitettu runkotyölle	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Läpikäyty raudoitus työn suorittajan kanssa muottityön etenemisnopeus	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Muottiöljyn käyttö mitoitettu	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Raudoitusasema työmaalla	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Muottikaluston kunto tarkastettu	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Resurssien saatavuus varmistettu: kalusto, materiaalit, työryhmä	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Materiaalilogistiikka suunniteltu	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Tarvittavat asiakirjat työryhmän käytössä				
ARK	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
RAK	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Työselitys	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Työohjeet	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Urakoitsijapalaverit pidetään  vko:n välein

### MATERIAALITOIMITUKSET

(osakohteen tunnus ja sen alle määrä ja yksikkö sekä viereen suunniteltu toimituspäivä)

Materiaali	Osakohde		Osakohde		Osakohde		Osakohde	
	Määrä	pvm	Määrä	pvm	Määrä	pvm	Määrä	pvm

### Materiaalivaatimukset

- Työssä on käytettävä M1-luokituksen täyttäviä materiaaleja.  
 Seuraavia aineita ei saa käyttää Skansan kielletyt aineet

Kalusto ja varastointi noudatetaan kalusto-, alue-, logistiikka, ja jätehuoltosuunnitelmia

Mitä kalustoa tarvitaan?

Mihin ja miten varastoidaan?

Mitä materiaaleja saa käyttää? Toiminta muottiöljyn kanssa?

### TYÖN SISÄLTÖ

URAKKASISÄLTÖ ON MÄÄRITETTY SEURAAVISSA ASIAKIRJOISSA

- Sopimuksessa  
 Vakioasiakirjassa (Intranet, sivu 1571)  
 Ei määritetty, noudatetaan seuraavaa

- Muottityö käsittää muottien esivalmistuksen, pystytyksen, tuennan, sidonnan, muottien purun ja
- Raudoitus käsittää raudoitus työn irtoteräksin, verkoin tai esivalmisteisin raudoitein. Ei tässä
- Betonointiin kuuluu betonin vastaanotto, siirrot, valu, tiivistys ja karkea tasaus sekä avustavat työt
- Runkotyön paikalla valaen tulee täyttää kaikilta osin sopimusasiakirjoissa ja suunnitelmissa esitetyt

### TURVALLISUUS- JA YMPÄRISTÖVAATIMUKSET

- Työmaalla on käytettävä kypärää ja huomioväritettyjä vaatteita. Muita suojaimia käytetään
- Käytettävien materiaalien käyttöturvallisuustiedotteet käydään läpi työntekijän kanssa, minkä
- Jätteet lajitellaan työmaan jätehuoltosuunnitelman mukaisesti. Huom! muottiöljyn likaamat
- Muottiöljyn pääseminen ympäristöön on estettävä. Muottiöljyastia sijoitetaan valuma-altaaseen

- Työmaan öljyntorjuntakaluston si Skanskan varastokontissa  
Työntekijän työskennellessä korkean työturvallisuusriskin tehtävissä, niin työstä laaditaan työn

#### LOPPUTILANNE

- Kohde siivottu ja jätteet lajiteltu. Jäteastioiden paikat osoitettu työmaasuunnitelmassa.
- Työ on tarkastettu ja hyväksytty.

ONGELMAT JA RISKIT		TYÖNUMERO	#NAME?
ONGELMA / RISKI	SEURAUUS	TORJUNTA	
<b>TOIMINNALLISUUS</b>			
<input type="checkbox"/>	Perustusten mittavirheet	Viallinen lopputulos	
<input type="checkbox"/>	Valun pintavirhe, muotin pintavauriot	Viallinen lopputulos	Muotin huolto ja korjaus
<input type="checkbox"/>	Holvin jälkituenta puutteellinen	Holvin notkahdus	Tarkastetaan tuennat
<input type="checkbox"/>	Valmistustoleranssit ylittyvät	Viallinen lopputulos	Huolellinen muotin valmistus
<input type="checkbox"/>	Betonin tarttuminen muottiin	Työn hidastuminen, viallinen lopputulos	Muottiöljyn käyttö
<input type="checkbox"/>	Öljyinen ja laikukas betonin pinta	Viallinen lopputulos	Muottiöljyn käyttö
<input type="checkbox"/>	Muottien tuenta peittää	Lisätyöt, töiden hidastuminen	Muotin tarkastus
<input type="checkbox"/>	Betonin jäätyminen	Viallinen lopputulos, ei täytä vaatimuksia	lämmitys ja suojaus
<input type="checkbox"/>	Aikatauluongelmat	Työn myöhästyminen	
<input type="checkbox"/>	Holvin jälkituenta puutteellinen	Holvin notkahdus	
<input type="checkbox"/>	Kaluston rikkoutuminen	Työn myöhästyminen	Kaluston huolto, varautuminen
<input type="checkbox"/>	Raudoitus liikkuu työn aikana	Suojaetäisyydet alittuvat	Huolellinen sidonta, tuenta välikkein
<input type="checkbox"/>	Talviolosuhteet	Kylmä, jäätä, lunta, aikatauluongelmat	Olosuhteisiin varautuminen
<input type="checkbox"/>	Sidelangat liian pinnassa	Ruosteauriot	sidelankojen taivutus raudoituksen sisään
<input type="checkbox"/>	LVIS-töiden aikataulu	Aikatauluongelmat	
<input type="checkbox"/>	Onko tässä työssä riskirakenteita joista pitää tehdä tarkempi selvitys		
<b>TYÖTURVALLISUUS</b>			
<input type="checkbox"/>	Putoaminen	Vakavat henkilövahingot	Putoussuojat, turva kaiteet
<input type="checkbox"/>	Epäselvyydet työlajin turvallisuusvaatimuksista	Työturvallisuuden vaarantuminen	
<input type="checkbox"/>	Epäselvyydet työmaan turvallisuusvaatimuksista	Työturvallisuuden vaarantuminen	Perehdytys
<input type="checkbox"/>	Epäselvyydet urakoitsijan työturvallisuuskäytännöstä	Työturvallisuuden vaarantuminen	
<input type="checkbox"/>	Epäselvyydet rakennusmateriaalien käyttöturvallisuudessa	Työturvallisuuden vaarantuminen	
<input type="checkbox"/>	Työ sisältää korkean työturvallisuus riskin töitä.	Työturvallisuuden vaarantuminen	Laaditaan työn turvallisuussuunnitelma (TTS).
<b>YMPÄRISTÖ</b>			
<input type="checkbox"/>	Materiaalien ympäristövaikutukset	Ympäristön pilaantuminen	
<input type="checkbox"/>	Haitallisten aineiden käsittely	Ympäristön pilaantuminen	
<input type="checkbox"/>	Jätteiden lajittelun epäonnistuminen	Ympäristön pilaantuminen ja työturvallisuuden vaarantuminen	Jätteiden siivous, lajittelu ja pois kuljetus
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			

Työntekijät ja työnjohto tekevät yhdessä työn turvallisuussuunnitelman ennen uuden tehtävän aloittamista.

Suunnitelma tehdään aina korkean riskin työstä (esim. putoamisvaaralliset työt) tai kun joku työryhmän jäsen sitä esittää.

Tehtäväsuunnitelma voi korvata tämän suunnitelman. Aliurakoitsijan tekemästä suunnitelmasta jää kopio Skanskalle.

Päiväys:	Työtä johtaa:
Mitä työssä tehdään? Holvin betonointi	
Arviointiin osallistujat:	
Luettele jokainen työvaihe ja siihen liittyvä tapaturman vaara: 1. Pumppauslinjaston kasaus 2. Betonointi 3. Hierto 4. Betonin suojaaminen	
Olosuhteiden aiheuttamat vaarat (esim. valaistus, sää, melu)? Talviolosuhteet: Kylmyys, liukkaus, pimeys, tippuminen	
Tarvittavat toimenpiteet (täytä aina huolellisesti): Lumityöt, työmaan siisteys, valaistus, henkilökohtaiset suojavarusteet, putoamissuojat	
Käytettävät henkilönsuojaimet, työtasot ja kulkutiet sekä työvälineiden turvallisuus: Kypärä, hanskat, suojakengät, huomioväriasuste, silmäsuojat, kuulosuojaimet.	
Lisäksi:	OK?
Onko työryhmä perehtynyt suunnitelmiin ja ohjeisiin?	
Onko tämä turvallisuussuunnitelma käyty läpi kaikkien työtä aloittavien työntekijöiden kanssa?	
Muuta:	
Sitoutuminen turvalliseen työhön:	
Työnjohtaja, puhelinnumero	Työntekijöiden edustaja, puhelinnumero
Nimenselvitys ja yritys (mikäli muu kuin Skanska)	Nimenselvitys ja yritys (mikäli muu kuin Skanska)
Osallistujat ovat kukin osaltaan vastuussa tämän työtehtävän turvallisesta toteuttamisesta.	
Työnjohtaja vastaa, että tässä sovitut asiat käydään läpi uusien työntekijöiden kanssa.	