



Laadunvarmistus sairaalarakentamisen betonitöissä

Otto Louko

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

LOUKO, OTTO:

Laadunvarmistus sairaalarakentamisen betonitöissä

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2024

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan paikallavalettavien betonirakenteiden laadunvarmistusta, laatuvaatimuksia sekä käsitellään paikallavalutöissä esiintyviä yleisiä ongelmia. Työssä selvitettiin miten kirjallisuudessa mainitut laatuvaatimukset toteutuvat rakennustyömaalla ja miten niiden toteutumista valvotaan. Opinnäytetyö tehtiin SRV Rakennus Oy:lle.

Tietoa paikallavalettavien betonirakenteiden laadunvarmistuksesta saatiin rakennusalan kirjallisuudesta sekä yrityksen laadunvarmistusdokumenteista. Lähteinä käytettiin betoninormeja, säädöksiä sekä muuta betonia ja laadunvarmistusta koskevaa kirjallisuutta. Työmaan laadunvarmistustoimenpiteiden selvittämiseksi työssä haastateltiin opinnäytetyön tilaajayrityksessä toimivaa työnjohtajaa, jonka vastuualueena on perustusvaiheen työt.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin selville yrityksen käytössä olevat laadunvarmistusmenetelmät, miten ne ovat onnistuneet, mitä haasteita paikallavalutöissä esiintyy ja mistä ne voivat johtua. Paikallavalutöiden yleisimpänä haasteena voidaan pitää talviolosuhteita. Talven aiheuttamat haitat voidaan kuitenkin minimoida huolellisella suunnittelulla sekä varautumisella talviolosuhteisiin.

Jatkoselvityksenä voitaisiin tutkia raskasbetonin käyttöä sairaalarakentamisessa sekä sen laadunvarmistusta. Raskasbetonin käyttö Suomessa on vielä vähäistä, joten sen laadunvarmistuksesta saatu tieto voisi olla hyödyllistä.

Asiasanat: laadunvarmistus, betoni, paikallavalu

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Construction Production

LOUKO, OTTO
Quality Assurance in Hospital Construction Concrete Work

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 2 pages
April 2024

The purpose of this thesis was to research the quality assurance, quality requirements and the most common problems of cast-in-place concrete works. The goal of the work was to find out how the requirements presented in literature are met on the construction site and how their implementation is monitored. The thesis was done for SRV Rakennus Oy.

This study was carried out using information gathered from construction industry literature, the quality assurance documents of the company and interviewing a construction foreman whose area of responsibility is foundation works.

As a result, it was found out the quality assurance methods used in the company correspond well to the requirements presented in the literature. Winter conditions can be considered the most common challenge of the cast-in-place work. However, the harm caused by the winter can be minimized by careful planning and preparation for winter conditions.

A follow-up study could investigate the use of heavy concrete in hospital construction and its quality assurance. Heavy concrete is not widely used yet, and more information is needed on its quality assurance.

Key words: quality assurance, concrete, casting in place

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
1.1	Työn tausta	5
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	5
1.3	Toimeksiantaja	6
2	SAIRAALARAKENTAMINEN	7
3	BETONIRAKENTAMINEN	9
3.1	Betoni materiaalina	9
3.2	Betonirakenteet	10
3.3	Paikallavalettavat betonirakenteet	10
3.4	Talvibetonointi	11
4	LAADUNVARMISTUS	13
4.1	Tavoitteet	13
4.2	Lainsäädäntö	13
4.3	Rakennuttajan laadunvarmistus	14
4.4	Urakoitsijan laadunvarmistus	15
5	PAIKALLAVALU BETONITÖIDEN LAATUVAATIMUKSET	16
5.1	Muottityöt	16
5.2	Raudoitukset	17
5.3	Betonointi	19
5.4	Tiivistys	20
5.5	Jälkihoito ja lujuudenkehitys	20
6	YRITYKSEN LAADUNVARMISTUSMENETELMÄT BETONITÖISSÄ	22
6.1	Työselostukset	22
6.2	Betonitöiden suunnittelu	23
6.3	Työryhmän ohjaaminen	23
6.4	Tarkastukset ja dokumentointi	24
6.5	Betonitöiden ongelmat perustustöissä	24
6.6	Haastattelun yhteenveto	25
7	YHTEENVETO JA POHDINTA	27
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	30
	Liite 1. Raudoitustarkastuspohja, SRV Rakennus Oy	30

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Betonia on käytetty jo antiikin Rooman ajoista alkaen ja se pitää vieläkin paikkansa maailman käytetyimpänä materiaalina. Vaikka betonia on käytetty kauan, tulee vielä nykypäivänäkin vastaan rakennuskohteita, joissa törmätään betonirakenteiden laatuongelmiin. Laadukas betonirakenne koostuu monista tekijöistä suunnittelusta, betonin valmistukseen sekä itse betonirakenteen työmaatoteukseen.

Tässä työssä paikallavalutöiden vaatimukset on koottu yhteen helpottamaan työmaalla tapahtuvaa paikallavalutöiden laadunvarmistusta. Työn taustalla on SRV:n sairaalarakennustyömaa Espoossa. Opinnäytetyön tekijä toimii työmaalla työnjohtajana muun muassa betonitöiden parissa. Työtehtävien myötä heräsi kiinnostusta siitä, miten työmaan betonitöiden laadunvarmistusta hoidetaan, miten ne vastaavat betoninormeissa asetettuja vaatimuksia sekä mitä kehitettävää yrityksen betonitöiden laadunvarmistuksessa olisi.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyössä perehdytään sairaalahankkeen betonitöiden laadunvarmistukseen ja siihen liittyviin toimenpiteisiin. Aiheen laajuuden vuoksi opinnäytetyö painottuu pääosin työmaalla paikallavalettaviin betonirakenteisiin. Työssä tutkitaan paikallavaletuille betonitöille asetettuja laatuvaatimuksia sekä laadunvarmistusmenetelmiä.

Teoriaosuudessa tutkitaan rakennusalan kirjallisuudessa esitettyjä ohjeita ja vaatimuksia liittyen paikallavalettujen betonitöiden suorittamiseen. Kirjallisuudesta löytyneitä vaatimuksia ja ohjeita verrataan yrityksen käytössä oleviin paikallavalu betonitöiden laadunvarmistusmenetelmiin. Työssä pyritään selvittämään myös betonitöissä esiintyviä yleisimpiä ongelmia ja mietitään näihin ratkaisuja.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii SRV Rakennus Oy. SRV on vuonna 1987 perustettu rakennusalalla toimiva yritys. SRV toimii Suomen kasvukeskuksissa ja työllistää noin 800 henkilöä. SRV on Suomen johtava projektinjohtourakoitsija ja kiinteistökehittäjä, joka kehittää ja rakentaa asuntoja, liike- ja toimitiloja, sairaaloita, teollisuus-, logistiikkatiloja sekä infrakohteita. Vuonna 2023 SRV:n liikevaihto oli noin 610 miljoonaa euroa. SRV on listattu Helsingin pörssiin. (SRV yrityksenä n.d.)

2 SAIRAALARAKENTAMINEN

Sairaalahankkeet ovat usein suuria, haastavia ja ne yhteiskunnallisesti merkittäviä. Rakennushankkeet saattavat olla käytössä olevan sairaalan laajennuksia, uusia lisärakennuksia tai uudisrakennuksia. Myös rakennuskohteen ympäristö täytyy ottaa huomioon ja rakentamisesta aiheutuvat haitat pyritään vähentämään minimiin.

Sairaalahankkeen keskipisteenä on aina rakennuksen käyttäjät eli potilaat ja hoitohenkilöstö. Sairaala on monien ihmisten työpaikka, jossa asioiden on toimittava moitteettomasti ja häiriöttömästi. Tämän vuoksi sairaalarakennushankkeiden onnistuminen vaatii tiivistä yhteistyötä sairaalan käyttäjien edustajien, suunnittelijoiden ja rakennusyrityksen kanssa. Jokaisen osapuolen asiantuntemuksen hyödyntäminen hankkeen alusta asti auttaa pääsemään onnistuneeseen lopputulokseen.

Sairaalahankkeet ovat uniikkeja eikä niissä ole vakiotoimintatapoja tai prosesseja, vaan suunnittelu toteutetaan tilaajan ja käyttäjien tarpeiden mukaan. Tilaajan tarpeiden mukaisia erilaisia tiloja voidaan toteuttaa esimerkiksi leikkaustoiminnalle, ensihoidolle tai muulle sairaalatoiminnalle. Myös tilojen ensisijaisten käyttäjien tarpeet ja toiveet on tärkeää ottaa huomioon tiloja suunnitellessa. Suunnittelussa on mahdollista käyttää kokemusasiantuntijoita, muita erilaisia asiantuntijoita sekä sairaalan omaa henkilöstöä.

Sairaalarakennukset ovat suuria ja niissä on paljon erilaisia järjestelmiä ja tekniikkaa. Rakentajan on ymmärrettävä hoitoprosessien vaatimukset ja rakennushankkeen tavoitteet, että suunnittelua ja toteutusta pystytään ohjaamaan. Nykypäivänä sairaalahanketta toteutettaessa otetaan myös huomioon rakennuksen hiilineutraalius, kiertotalous sekä energiaviisaus- ja tehokkuus koko rakentamisen ajalta rakennuksen elinkaaren loppuun asti.

Sairaalarakentaminen on toimimista koko ajan muuttuvassa ympäristössä sillä sairaaloiden prosessit, toimintatavat ja hoitomenetelmät kehittyvät jatkuvasti ja ne täytyy ottaa huomioon rakentamisessa ja suunnittelussa. Koska kehitys- ja

suunnittelutyötä tehdään koko hankkeen ajan ja muutokset ovat mahdollisia on eduksi tiivis yhteistyö eri osapuolten välillä, jotta voidaan saavuttaa paras mahdollinen lopputulos.

Sairaalarakennuksessa käytön aikana tapahtuviin tilamuutoksiin sekä tulevaisuudessa tapahtuviin muutoksiin koitetaan varautua hyvin. Tilojen, rakenteiden ja järjestelmien suunnittelussa on otettava huomioon tilojen muuntojoustavuus niin että sillä on mahdollisimman pieni vaikutus sairaalan toimintaan. Käytännössä sen tarkoitus on mahdollistaa erilaiset tilaratkaisut poikkeustilanteissa kuten pandemia. Joissain tapauksissa voidaan myös valmistautua tekniikan kehittymiseen tulevaisuudessa ja ottaa se huomioon suunnittelemalla tilat muuntojoustaviksi. (YIT Sairaalarakentaminen n.d.)

3 BETONIRAKENTAMINEN

3.1 Betoni materiaalina

Betoni on ylivoimaisesti käytetyin rakennusmateriaali maailmassa. Betonia voidaan käyttää asuin- ja toimitilarakentamisessa, ympäristökohteiden rakentamisessa sekä infrarakentamiseen. Betonia voidaan käyttää perustuksissa, runkorakenteissa ja rakennuksien julkisivuissa. Lisäksi betonista voidaan tehdä siltoja, teitä ja muita infrarakentamiseen liittyviä rakenteita.

Betoni on suosittua koska se on lujaa, kosteudenkestävää, helposti muokattavaa ja edullista. Betonista voidaan valmistaa massiivisia ja vakaita rakenteita. Betonia voidaan käyttää joko työmaalla paikalla valaen tai siitä voidaan valmistaa tehtaassa esivalmistettuja betonielementtejä. Betonin raaka-aineita on helposti saatavilla ja sitä on yksinkertaista valmistaa, tämä mahdollistaa betonin laajamittaisen käytön.

Betonin pääraaka-aineita ovat sementti, vesi ja kiviaines. Kiviaines löytyy usein läheltä eikä sitä tarvitse kuljettaa kauempaa. Sementtiä valmistetaan kalkkikivestä, joka on yksi maailman yleisin kivilaji. Myös teollisuuden jätteeksi meneviä tuotteita kuten lentotuhkaa, masuunikuonaa ja silikaa voidaan käyttää betonin seosaineina. Betoni on hyvin kestävä, kovaa ja se on helppo huollettava. Betoni eristää hyvin ääntä ja se on paloturvallinen. Betonia voidaan hyödyntää myös suurten jännevälien toteuttamisessa. Betonia voidaan pinnoittaa, maalata tai siinä voidaan käyttää väriaineita tarpeiden mukaan. Betonirakenteet ovat pitkäikäisiä ja niiden huoltoväli on pitkä. Näiden ominaisuuksien ansiosta betoni on suosittu ja runsaasti käytetty materiaali. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 13.)

3.2 Betonirakenteet

Betonista valmistetut rakenteet ovat useimmiten teräsbetonirakenteita. Terästen tehtävänä rakenteessa on ottaa vastaan vetorasitusta, kun taas betoni vastaanottaa puristusrasitukset. Teräsbetonirakenteet ovat lujia, palonkestäviä ja ne eristävät hyvin ääntä. Teräsbetonirakenteita on helppo muokata ja vanhat materiaalit voidaan hyödyntää uusiokäytössä.

Teräsbetonia pystytään käyttämään kaikilla rakennushankkeen osa-alueilla. Talonrakennuksessa teräsbetonia voidaan käyttää esimerkiksi työmaan paikallavalurakenteisiin kuten anturat, lattiarakenteet, pilarit, palkit ja seinät. Teräsbetonia voidaan käyttää myös esivalmistettujen elementtien valmistukseen. Rakennuksen runko voidaan koota tehtaalla valmistetuista elementeistä kuten pilarit, palkit, välipohjat ja seinät. Teräsbetonia voidaan myös hyödyntää yhdistelmä rakentamisessa, jolloin rakennuksessa käytetään sekä elementtejä, terästä ja paikalla valettua betonia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 209.)

3.3 Paikallavalettavat betonirakenteet

Paikallavalurakentamisessa rakennuskohteen betonirakenteet valetaan työmaalla kerralla viimeiselle paikalleen. Käytännössä työmaalla rakennetaan muotti, joka valetaan täyteen betonia. Betonin kovettumisen jälkeen muotti puretaan ja betonirakenne jää paikalleen. Menetelmän etuina on, että betonirakenteen koko ja muoto voidaan itse määrittää. Paikalleen valamalla betonirakenteista tulee yhtenäisiä, kompakteja ja ne eristävät hyvin ääntä. (Betoni, Paikallavalurakentaminen n.d.)

Paikallavalua käytetään usein rakennusten perustuksissa, alapohjissa, välipohjissa ja lattioissa. Paikallavalettua betonia voidaan käyttää rakennuksen kantavaan runkoon. Paikallavaletut runkorakenteet ovat muuntojoustavia ja niitä voidaan usein muuttaa tarpeiden mukaan. Paikallavalu betoni mahdollistaa myös sen, että arkkitehdit voivat suunnitella monipuolisia ja erilaisia rakenteita.

Urakoitsijan kannalta betonia on helppo saada ja valaminen on vaivatonta betonipumppujen ansiosta. Muottijärjestelmien valikoima on nykypäivänä laaja ja muotteja löytyy paljon erilaisiin tarkoituksiin. Muottien käytönaikainen työturvallisuus on myös otettu huomioon. Betonilaatuja on kehitetty viimeisen vuosikymmenen aikana paljon ja tämän ansiosta betonin valinta ja valaminen on helpotunut.

Kansainvälistymisen myötä myös suomalainen rakennuskulttuuri ja ammattitaitoinen osaaminen on muuttunut. Yrityksiä, joilla on osaamista paikallavalurakentamisesta, on perustettu useita. Ammattitaitoisia työntekijöitä on saatavilla niin kotimaasta kuin ulkomailta. (Lumme, Vuorio & Roihuvuo 2021.)

3.4 Talvibetonointi

Matalissa lämpötiloissa betonin lujuudenkehitys hidastuu. Tästä johtuen jäätymis- ja muotinpurkulujuuden saavuttaminen kestää kauemman. Huonoimmassa tapauksessa betoni jäätyy ja vaurioituu ennen kuin jäätymslujuus on saavutettu. Ulkolämpötilan kylmentyessä betonointi tarvitsee erityistoimenpiteitä tarpeeksi laadukkaan lopputuloksen saamiseksi. Näitä toimenpiteitä nimitetään talvibetonointitoimenpiteiksi.

Talvibetonointitoimenpiteet otetaan käyttöön, kun lämpötila vuorokauden aikana laskee alle + 5 °C:n. Talvibetonointiin voi varautua hyvällä ennakkosuunnittelulla. Sääennusteita tutkimalla ja ennen kaikkea varautumalla mahdollisiin säähäiriöihin sekä tutkimalla miten työmaalla toimitaan.

Kylmyys luo haasteita jokaisessa betonirakentamisen työvaiheessa. Betonin valmistamisessa, kuljettamisessa, valamisessa sekä jälkihoidossa. Ennen valua muotit ja muut pinnat mihin betoni on kosketuksissa, tulee lämmittää, siten että betoni ei pääse jäätymään. Muoteissa ja raudoituksissa oleva lumi ja jää poistetaan tai sulatetaan. Valetut betonirakenteet suojataan, lämpöeristetään ja niihin voidaan asentaa lämpölankaa rakenteen lämmittämistä varten. Betonin lämpöti-

lan hallinnassa voidaan käyttää myös muotteja, jotka sisältävät lämmityksen. Betonin lämpötilaa tarkkaillaan lämpötilamittauksilla. Betonin lämpötilan tulee olla valun päätteeksi vähintään + 5°C. (Suomen Betoniyhdistys ry 2018, 491.)

4 LAADUNVARMISTUS

4.1 Tavoitteet

Laadunvarmistus tarkoittaa kaikkia niitä toimenpiteitä ja menetelmiä, joita käytetään, että saadaan varmuus siitä, että tuotteelle tai toimenpiteelle asetetut laatuvaatimukset täyttyvät. Laadunvarmistuksen onnistuminen vaatii hankkeen kaikkien osapuolien yhteistyötä alusta loppuun. Laadunvarmistuksen tavoitteena on välttää virheiden syntyminen tai vähintään huomata ne mahdollisimman ajoissa. Laadunvarmistuksella varmennetaan, että tuotteen tai toimenpiteen laatuvaatimukset ja tieto liikkuu virheettömästi toisten osapuolien välillä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2019, 9.)

Laadunvarmistus aloitetaan laadunvarmistuksen suunnittelulla ja se katsotaan päättyneeksi, kun rakennus otetaan käyttöön. Laadunvarmistukseen kuuluvia tehtäviä ovat: käytettävien laadunvarmistustoimenpiteiden valitseminen, laatutarkastuksien tekeminen, varmistaa että käytetyt laadunvarmistusmenetelmät ymmärretään, virheiden merkitseminen ja syiden etsintä, laatuaineistojen keräys, tutkiminen ja käyttö. (Junnonen 2022, 33.)

4.2 Lainsäädäntö

Laki, asetukset ja rakentamismääräyksien tasoiset säännökset ohjaavat rakentamista. Laki ja asetukset määräävät talonrakentamiselle asetetut vaatimukset, joista selviää edellytetty vähimmäistaso. Näitä koskevat tarkemmat määräykset on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Maankäyttö- ja rakennuslaki määrää, että rakennustyöt on tehtävä niin että, ne täyttävät lain, säännösten ja määräysten vaatimukset. Lisäksi hyvän rakennustavan vaatimukset on täytettävä. Hyvän rakennustavan määrittämiseen käytetään Rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (RYL). (Kankainen & Junnonen 2001, 39.)

Viranomaiset varmistavat pääasiassa, että rakennushanke noudattaa laissa tai määräyksissä asetettuja velvoitteita ja että hankkeessa toimivien henkilöiden ammattitaito ja asiantuntemus on riittävällä tasolla. Rakennushankkeen tulee myös täyttää viranomaisten määrittämä minitaso. (Kankainen & Junnonen 2001, 39.)

4.3 Rakennuttajan laadunvarmistus

Rakennuttaja määrittää urakkasopimuksessa ja urakka-asiakirjoissa urakan laadulliset vaatimukset koskien rakentamista sekä valmista rakennusta. Rakennuttajan tulee huolehtia osaltaan, että laaduntuottoedellytykset ovat olemassa. (Junnonen 2022, 33.)

Rakennuttaja laatii hankkeelle oman laatusuunnitelman ja laadunvalvontasuunnitelman. Rakennuttaja hyödyntää laatusuunnitelmaa omassa toiminnassaan. Laatusuunnitelma pitää usein sisällään tiedot hankkeen laatutavoitteista, kriittisistä ongelmakohteista, laatujärjestelmän muutoksista, menettely- ja työskentelytavoista. Suuri osa rakennuttajan toimintaa rakennusvaiheessa on myötävaikutusvelvollisuus sekä työmaavalvonta. Myötävaikutusvelvollisuus tarkoittaa sitä, että rakennuttaja varmistaa osaltaan edellytykset sille, että urakoitsija kykenee täyttämään sopimuksessa mainitut velvollisuudet. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot määräävät, että rakennuttajan tulee varmistaa, että hänen osaltaan myötävaikutusvelvollisuudet tulevat täytetyksi.

(Kankainen & Junnonen 2001, 42, 43.)

Rakennuttajan laadunvarmistusta rakennusvaiheessa on pääosin työmaavalvonta. Rakennustöitä valvoo rakennuttajan hankkima työmaalla toimiva valvoja. Rakennuttajan valvojan lisäksi valvontaa hoitavat viranomaiset, suunnittelijat ja urakoitsijat. Työmaalla tapahtuvan valvonnan päätavoitteena on varmistaa, että urakoitsija noudattaa sopimuksessa sovittuja asioita. Valvonnan toinen tavoite on ehkäistä virheiden syntymistä ja ohjeistaa mahdollisissa ongelmatilanteissa. Tavoitteiden onnistuminen vaatii hankkeessa työskenteleviltä henkilöiltä hyvää yhteistyötä ja etenkin valvoja toimii tärkeässä asemassa hänen ollessaan osapuolien yhteyshenkilönä. (Kankainen & Junnonen 2001, 44.)

4.4 Urakoitsijan laadunvarmistus

Urakoitsijan laadunvarmistus jaotellaan koko työmaan laadunvarmistukseen sekä yksittäisen tehtävän laadunvarmistustoimenpiteisiin. Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa urakoitsija on veloitettu tarvittaessa esittelemään kirjallisesti laadunvarmistuksensa. Lisäksi sopimusehdot velvoittavat urakoitsijan suorittamaan laadunvalvontaa. Urakoitsijan valvoo laatua mittausten, tarkastusten ja katselmuksien avulla. Näiden lisäksi urakoitsija tarkastaa laatutodistukset ja arkistoi tarvittavat dokumentit.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot määrittävät laadunvalvonnan osalta seuraavia toimenpiteitä : urakoitsijan täytyy tehdä itselleluovutus ennen rakennuttajalle luovutusta, vakavista laatuvirheistä ja korjaavista toimenpiteistä on ilmoitettava tilaajalle, rakennusmateriaalit ja rakennusosat on tarkistettava ennen asennusta, Järjestelmien ja laitteistojen käyttökokeet on tehtävä, urakoitsija kustantaa sopimusasiakirjoissa mainitut laatukokeet ja mikäli rakennuttaja haluaa tehdä lisäkokeita vastaa hän itse kustannuksista. (Kankainen & Junnonen 2001, 47.)

5 PAIKALLAVALU BETONITÖIDEN LAATUVAATIMUKSET

5.1 Muottityöt

Muotit, tuet ja perustukset täytyy suunnitella ja toteuttaa niin, että ne kestävät kaikki suunnitellut kuormat. Tämä tarkoittaa, että muottien täytyy kestää niihin kohdistuva paine ilman että muoteissa tai tukirakenteissa ei esiinny muodonmuutoksia. Muotit täytyy rakentaa niin, että suunnitelmissa esitetyt sallitut mittapoikkeamat eivät ylitä. Muottien ja tukien käyttöä varten tehdään muottisuunnitelma. Suunnitelmasta selviää muottien asennusmenetelmät, purkumenetelmät ja se missä järjestyksessä muotit puretaan. Suunnitelmaan sisältyy myös jälki- ja uudelleentuenta tarpeet ja suunnitelmat. Suunnitelmassa huomioidaan myös kuormituksia, joita ovat muottirakenteiden omapaino, raudoitukset ja betonimassan paino, kalusto, työn suorittajat sekä tuuli ja lumikuormat.

Muottien pitää olla tiiviitä, että betonin osa-aineet eivät pääse valumaan pois muotista. Muoteissa ei saa olla betonia, teräksiä tai rakennetta heikentäviä aineita. Muottien sisäpuolisten osien tulee olla puhtaita. Ennen betonoinnin aloittamista pidetään tarkastus, jossa tarkistetaan, että muotit vastaavat suunnitelmia. Betonityönjohtaja dokumentoi tarkastukset ja niihin lisätään muottien tarkastaja allekirjoitus. Muottien ja tukirakenteiden purkaminen voidaan aloittaa vasta kun betonin on todettu olevan tarpeeksi kovettunutta ja että se kestää rasitukset ilman muodonmuutoksia. Betonin muotipurkulujuudeksi on määritelty 60% nimellislujuudesta, ellei suunnitelmista muuta selviä. Betonin lujudenkehitystä voidaan laskea ja arvioida betonirakenteesta mitattujen lämpötilatietojen avulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2021, 58, 59.)



KUVA 1. Paaluanturamuotin tekoa (Kuva: Otto Louko).

5.2 Raudoitukset

Betonirakenteissa käytetään raudoitusta ottamaan vastaan rakenteeseen kohdistuvaa vetorasitusta. Raudoitteet muodostuvat useimmiten irtonaisista terästangoista tai rauditusverkoista.

Työmaalla käyttöön tulevia raudoitteita täytyy kuljettaa ja kohdella asennettaessa niin, että ne eivät vaurioidu. Teräkset, verkot ja muut raudoitteet tulee varastoida

niin että syövyttävät tai muuten teräkselle haitalliset aineet eivät pääse kosketuksiin niiden kanssa. Teräksiä ei saa varastoida suoraan maata vasten. Raudoitusta ei saa olla liian ruosteista, että se heikentää teräksen lujuus- ja tartuntaominaisuuksia. Väsymiskuormitettujen rakenteiden raudoituksessa saa esiintyä korkeintaan pintaruostetta. Raudoituksessa ei saa olla syöpymiä. Raudoitukset on puhdistettava ennen kuin ne asennetaan muotteihin, mikäli niissä ilmenee tartuntaa heikentäviä aineita. (Suomen Betoniyhdistys ry 2021, 59.)

Raudoitukset valmistetaan usein tehtaalla suunnitelmin mukaan ja niiden asennus tapahtuu piirustusten tai muiden suunnitelmien ja ohjeiden perusteella. Raudoitteiden valmistus työmaaolosuhteissa asettuu yleensä vain terästen katkaisuun ja taivutukseen tekemiseen.



KUVA 2. Laatan raudoitusta (Kuva: Otto Louko).

Raudoitussuunnitelmista selviää yleensä raudoitusten laatu, muoto, sijainti rakenteessa, betonipeitteen paksuus, tankojako, jatkokset ja niiden sijainnit ja minimilimitykset. Raudoitukset asennetaan piirustuksissa määrättyjen vaatimusten mukaan. Raudoitukset on asennettava ja kiinnitettävä niin että, ne eivät pääse liikkumaan paikoiltaan betonoinnin aikana ja suunnitelmissa mainitut toleranssit ja vaatimukset täyttyvät. (Suomen Betoniyhdistys ry 2021, 60.)

Raudoitustöiden laatua valvotaan pitämällä raudoitustarkistuksia. Raudoitustarkastus pidetään raudoitteiden valmistuttua, ennen betonin valua. Tarkastukseen osallistuu yleensä pääurakoitsija, rakennesuunnittelija, raudoitusurakoitsija, rakennusvalvoja sekä betonityösuunnitelmassa tehtävään määritetty henkilö. Myös betonityönjohtajan on syytä osallistua tarkastukseen. Tarkastukset dokumentoidaan ja niistä laaditaan raportti. Tarkastuksessa ilmenneet puutteet korjataan ennen valua. (Suomen Betoniyhdistys ry 2019, 97.)

5.3 Betonointi

Betonityönjohtajan on laadittava betonointisuunnitelma. Betonointisuunnitelma sisältää betonoinnille asetetut vaatimukset, todentamisen ja toimenpiteet. Suunnitelma on laadittava erikseen jokaiselle valettavalle rakenneosalle.

Betoni valetaan muottiin niin että massa täyttää muotin tasaisesti ja se liittyy automaattisesti muotissa entuudestaan olevaan tuoreeseen betoniin ennen kovettumista. Massan pitää pysyä tasalaatuisena.

Pystyrakenteita valettaessa betonin pudotuskorkeus saa olla maksimissaan 1 metri. Normaalilla betonilla valukerroksen paksuus saa olla enintään 400mm. Lisähuokostetuilla betoneilla valukerros on enintään 300mm. Betonikerrokset on tiivistettävä koko muotin korkeudelta keskeytyksettä. Jokaisella tiivistyskerralla tiivistys on ulotettava vähintään 100mm alempaan valukerrokseen. Betonimassan valunopeus ilmoitetaan betonityösuunnitelmassa ja sitä täytyy noudattaa. Valunopeuteen vaikuttaa betonimassa ja olosuhteet.

Vaakarakenteita valettaessa betonin pudotuskorkeus saa olla maksimissaan 0,5m. Laatat valetaan 2,5–3 metrin levyisinä osina. Paksuissa laatoissa betoni valetaan 400mm kerroksina. Palkeissa betoni valetaan 300mm kerroksina. Tiivistys suoritetaan keskeytyksettä koko matkalta. Betonia ei saa siirtää täryttimen avulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2019, 97, 98.)

5.4 Tiivistys

Betonin tiivistämisen tarkoitus on poistaa betonista ylimääräinen ilma ja saada massa leviämään muotissa paremmin ja ympäröimään raudoitus kokonaan joka puolelta. Mikäli tiivistystä laiminlyödään voi seurauksena olla betonin suuri huokoisuus, heikko lujuus ja tiheys, heikentynyt säänkestävyys ja tiiviys, huonolaatuinen pinta, terästen heikentynyt tartunta, valuosien heikot liitoskohdat.

Betonimassaa tiivistetään yleisesti sauvatäryttimillä. Tiivistykseen vaikuttaa valettavana oleva rakenne, betonimassan notkeus, kitkakerroin, raudoitus sekä täryttimen ominaisuudet. Täryalueena pidetään sitä kohtaa missä betonin pinta muuttuu tasaiseksi tärytyksen aikana. Tärytyspisteiden väli saa olla enintään täryalueen halkaisija, josta on vähennetty 50mm. Tiivistyksen valmius määritetään silmämääräisesti. Betonin tiivistys tehdään aina tuoreelle betonille eikä tiivistystä saa tehdä jo sitoutumisen aloittaneelle betonille.

Betonin tiivistymistä voidaan arvioida betonista otettujen koepalojen avulla. Betonin tiheyden tulee olla normaalissa betonissa 2350–2400 kg/m³ ja lisähuokosetussa betonissa 2250–2350 kg/m³. (Suomen Betoniyhdistys ry 2019, 100.)

5.5 Jälkihoito ja lujuudenkehitys

Jälkihoito tarkoittaa toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että betonille suunnitellut ominaisuudet saavutetaan. Yleisessä tapauksessa liian nopea veden haihtuminen aiheuttaa betonirakenteelle halkeilua, jota pyritään estämään nopealla jälkihoidolla. Talviolosuhteissa betonin jälkihoidolla voidaan tarkoittaa rakenteen suo-

jaamista ja lämmittämistä liian aikaisen jäätyksen estämiseksi. Massiivisissa betonirakenteissa jälkihoitolla estetään liian suuria lämpötilaeroja. Betonilattioissa jälkihoiton tarkoitus on estää betonin liian nopea kuivuminen.

Betonin jälkihoitomenetelmiä on esimerkiksi: rakenteen kastelu, jälkihoitoaineen levitys, rakenteen peittäminen, lämmöneristäminen tai pitämällä muotit mahdollisimman kauan paikoillaan. Jälkihoitoa jatketaan, kunnes betoni on saavuttanut 50–80 % nimellislujuudestaan riippuen betonin rasitusluokasta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2021, 72.)

Betonin lujuudenkehitystä pystytään arvioimaan, kun tiedossa on sementin lujuudenkehitys sekä betonin lämpötila. Lujuudenkehitystä voidaan arvioida erilaisilla laskukaavoilla. Suomessa käytetään eniten Sadgroven kaavaa.

Sadgroven kaava:

$$t_{20} = \left(\frac{T + 16^{\circ}\text{C}}{36^{\circ}\text{C}} \right)^2 \times t$$

Missä T on betonin lämpötila aikana t
 t on kovettumisaika (d)

(Suomen Betoniyhdistys ry 2021, 74.)

6 YRITYKSEN LAADUNVARMISTUSMENETELMÄT BETONITÖISSÄ

6.1 Työselostukset

Rakennesuunnittelija on laatinut hankkeelle betonitöihin liittyvät työselostukset. Työselostuksia käytetään ensisijaisena dokumenttina, kun betonitöitä ruvetaan suunnittelemaan. Työselostuksissa mainittuja asioita noudatetaan. Kyseisessä hankkeessa betonitöiden työselostuksia on laadittu paikallavalurakenteille, betonilattioille sekä betonivalmisosarakenteille. Työselostukset on laadittu hanke- ja urakkakohtaisesti ja esimerkiksi paikallavalutöiden työselostuksesta selviää:

- rakennushankkeen yleistiedot
- noudatettavat asiakirjat
- rakennustuotteet
- välineet ja menetelmät
- vaaditut mittaukset ja tarkastukset
- ohjeita ja määräyksiä töiden suorittamiseen
- betonirakenteiden yleistiedot
- betonityösuunnitelman sisällön vaatimukset
- betonirakenteiden toleranssit ja toteutusluokat
- muottitöiden vaatimukset
- muotinpurkulujuudet
- valupintojen laatuvaatimukset
- raudoituksien vaatimukset
- betonointityön vaatimukset
- jälkivalujen, liikunta ja työsaumojen vaatimukset
- jälkihoidon ja pintojen jälkipaikkauksien vaatimukset
- ohjeet ja vaatimukset talvibetonoinnille
- vaatimukset ja ohjeet massiivisten rakenteiden betonointiin ja laadunvalvontaan
- vaatimukset ja ohjeet vesitiiviiden betonirakenteiden toteutukseen

(SRV:n sisäiset asiakirjat)

6.2 Betonitöiden suunnittelu

Työssä haastateltiin pääurakoitsijan perustustöistä vastaavaa työnjohtajaa. Perustusurakoitsija tarjoaa hankkeelle ammattitaitoisen betonityönjohtajan, joka johtaa urakoitsijan perustustöitä. Pääurakoitsijan työnjohtaja ohjaa ja valvoo että hankkeen laadulliset ja aikataululliset kriteerit täyttyvät sekä tarvittaessa puuttuu näihin poikkeamien ilmetessä. Perustusurakoitsijan betonityönjohtaja laatii kohteeseen betonityösuunnitelman. Betonityösuunnitelma tehdään suunnittelijan laatiman paikallavalurakenteiden työselostuksen pohjalta. Pääurakoitsijan työnjohtaja pitää urakasta aloituspalaverin. Aloituspalaverissa käydään läpi mm. urakan laatuvaatimukset, laadunvarmistustoimenpiteet sekä betonointisuunnitelma. Muottitöistä ei laadita erillistä muottisuunnitelmaa vaan noudatetaan muottitoimitajalta saatuja ohjeita lukuun ottamatta sellaisia rakenteita, joista rakennesuunnittelija erikseen vaatii muottisuunnitelman. Tällaisista rakenteista suunnitelma laaditaan ja se toimitetaan tarkastettavaksi. Betonityönjohtaja laatii jokaisesta valukerrasta oman betonointisuunnitelman, josta ilmenee vaadittavat tiedot.

6.3 Työryhmän ohjaaminen

Työryhmän työskentelyä ohjaa urakoitsijan betonityönjohtaja, jolla on riittävä ammattipätevyys. Betonityönjohtaja valvoo, ohjaa, perehdyttää työryhmää. Betonityönjohtaja tuo urakan laatuvaatimukset työmaalla olevan työryhmän tietoisuuteen.

Pääurakoitsijan työnjohtaja toimii betonityönjohtajan apuna ja tarpeen mukaan ohjaa urakkaa oikeaan suuntaan. Mahdolliset suunnitelmapuutteet ja ongelmat tuodaan pääurakoitsijan työnjohtajan tietoisuuteen ja ne selvitetään. Työnjohtaja suorittaa omatoimista laadunvalvontaa ja tarvittaessa puuttuu havaitsemiinsa epäkohtiin.

6.4 Tarkastukset ja dokumentointi

Betonityönjohtaja tarkastaa muotit. Pääurakoitsijan työnjohtaja puuttuu tai ohjeistaa tarvittaessa. Perustusurakoitsijalla on oma mittamies, joka tekee tarvittavat mittaukset. Muotit, joissa edellytetään mittatarkkuutta, tarkastetaan. Perustuksiin tulevien peruspulttien tarkkeet mitataan erikseen ja ne tarkistetaan ennen valua ja heti sen jälkeen. Muottien purkulujuuden päättää rakennesuunnittelija, tieto löytyy myös paikallavalurakenteiden työselostuksesta. Betonirakenteen sisäisiä lämpötiloja ja lämpötilaeroja seurataan tarpeen mukaan dataloggereilla. Betonin lujuudenkehitystä arvioidaan tarpeen mukaan. Työmaalla otettiin huomioon myös muiden töiden vaikutukset betonivalun lujuudenkehitykseen. Esimerkiksi valupäivinä louhinta räjäyttämällä oli kielletty koska sen aiheuttamat värinät voivat vaikuttaa betonin lujuudenkehitykseen.

Työmaalle tulevien raudoitusten kunto tarkastetaan silmämääräisesti ennen asennusta ja mikäli niissä havaitaan puutteita rautoja ei asenneta. Raudoitteet asennetaan suunnitelmien mukaisesti. Kaikki betonivaluun peittyvät rakenteet tarkastetaan ja dokumentoidaan raudoitustarkastuksissa. Betonityönjohtaja tai pääurakoitsijan työnjohtaja kutsuu tarkastukset koolle ennen betonointia. Tarkastuksiin kutsutaan tilaajan edustaja/valvoja, rakennesuunnittelija, betonityönjohtaja sekä pääurakoitsijan työnjohtaja. Tarkastukset dokumentoidaan ja niistä laaditaan pöytäkirja.

Betonin tiivistymisen laadun varmistamiseksi on sovittu, että erillisiä koepaloja ei ole tarvetta ottaa koska betonitoimittajan tehtaalla suorittama laadunvarmistus on riittävä.

6.5 Betonitöiden ongelmat perustustöissä

Perustustöiden näkökulmasta yleisin ongelmia aiheuttava asia on talvi. Talvibetonointitoimenpiteisiin liian myöhäinen varautuminen ja hankalat talviolosuhteet aiheuttavat ongelmia, jotka voivat johtaa suunniteltujen valujen peruuttamiseen ja aikataulun venymiseen.

Kyseisellä työmaalla perustustöissä talveen varautuminen aloitettiin kuitenkin jo hyvissä ajoin ottamalla käyttöön talvibetonointitoimenpiteet ja olosuhteita pystyttiin hallitsemaan hyvin. Rakenteita suojattiin, lämmitettiin sekä betonintoimittajaa konsulttoitiin valuolosuhteista. Toimenpiteet onnistuivat hyvin, sillä koko talvena jouduttiin perumaan ainoastaan muutama valu, kun yhteisesti todettiin, että valun olosuhteita ei pystytä hallitsemaan.

Muita ongelmia perustustöissä voivat aiheuttaa muottitöitä tehtäessä olevat ahtaat paikat ja edellisten työvaiheiden keskeneräisyys. Raudoitustöissä mahdolliset äkilliset suunnitelmamuutokset voivat jäädä usein huomaamatta raudoitustarjousvaiheessa ja kun nämä muutokset huomataan vasta raudoitustarkastuksissa aiheuttavat ne lisätöitä. Tällaisilta ongelmilta voidaan välttyä olemalla tarkkana raudoitustöissä ja reagoimalla tilanteisiin ajoissa.

Kiire aiheuttaa suuren osan yllä mainituista ongelmista mutta myös betonityönjohtajalla on suuri vaikutus työn onnistumiseen. Betonityönjohtajan riittäväällä ammattitaidolla, kokemuksella, läsnäololla työmaalla ja työnjohtamisella on suuri vaikutus työn onnistumiseen.

6.6 Haastattelun yhteenveto

Haastattelusta selviää, minkälaiset laadunvalvontamenetelmät työmaalla on käytössä koskien paikallavalutöitä sekä työnjohdon roolit urakassa. Työmaalla on käytössä suunnittelijan ennakkoon työmaalle laatima työselostus, joka toimii pohjana työmaan laadunvalvonnalle.

Pääurakoitsijan työnjohtajan rooli työmaalla on aliorakoitsijan työn ohjaaminen ja valvominen siten että hankkeelle määritellyt kriteerit ja vaatimukset täyttyvät. Pääurakoitsijan työnjohtaja osallistuu urakan aloituspalaverin pitämiseen, tarkistaa betonityösuunnitelman ja betonointisuunnitelmat, muottisuunnitelmat, pitää raudoitustarkastukset ja dokumentoi ne.

Aliurakoitsijan betonityönjohtaja on vastaa töiden suorittamisesta sopimuksen ja pääurakoitsijan vaatimusten mukaisesti. Betonityönjohtaja ohjaa ja valvoo työ-

ryhmää, tuo urakan laatuvaatimukset näiden tietoon sekä valvoo työn laatua. Betonityönjohtaja laatii urakkaa varten vaaditut dokumentit ja osallistuu tarkastuksiin.

Haastattelussa käytiin läpi myös paikallavalutöiden yleisimpiä ongelmia, joita olivat talviolosuhteiden hallinta ja niihin varautuminen, betonityönjohtajan ammattitaito, äkilliset suunnitelmamuutokset raudoitustöissä, ahtaat paikat ja edellisten työvaiheiden keskeneräisyys. Kyseisellä työmaalla suuremmilta ongelmilta on pystytty välttymään.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tutkia paikallavalutöiden laatuvaatimuksia ja laadunvarmistusmenetelmiä sekä verrata näitä työmaalla käytössä oleviin menetelmiin. Työssä läpikäytiin myös yleisimpiä ongelmia ja haasteita paikallavalutöitä tehdessä. Työmaalla käytössä olevien menetelmien selvittämiseksi tutkittiin yrityksen laadunvarmistusdokumentteja sekä haastateltiin pääurakoitsijan työnjohtajaa, jonka vastuualueena on perustustyöt.

Laatu on laaja käsite ja sitä voi olla monenlaista. Tämän työn laatutasona käytetään betoninormeissa sekä betonirakentamisen laatuohjeissa ilmeneviä paikallavalutöille esitettyjä laatuvaatimuksia.

Voidaan todeta, että työmaan paikallavalutöiden laadunvalvonta on onnistunut hyvin ja suurilta virheiltiltä on vältytty. Työmaalla käytössä olevat menetelmät ovat suurelta osin samoja mitä betonikirjallisuudessa on mainittu. Työmaalla on käytössä muottisuunnitelmat sellaisista muoteista mistä rakennesuunnittelija erikseen vaatii suunnitelman, työmaalla laaditaan betonityö- ja betonointisuunnitelmat. Raudoitustarkastukset suoritetaan kaikista peittoon jäävistä rakenteista. Lisäksi työmaalla on käytössä dataloggereita tarpeen mukaan.

Työmaalla ei suoriteta erillisiä muottitarkastuksia vaan muotit tarkastetaan raudoitustarkastusten sekä muun työmaavalvonnan yhteydessä. Betonin tiivistymisen laadun varmistamiseksi on työmaalla sovittu, että erillisiä koepaloja ei ole tarvetta ottaa.

Työmaalla suurimmassa osassa ovat raudoitustarkastukset, joita tehdään paljon. Kirjallisuudessa mainitut vaatimukset eivät kuitenkaan määrää työmaan laadunvalvonta vaan toimivat ohjeina joiden perusteella työmaan oma laatusuunnitelma tehdään, tässä tapauksessa betoninormeissa esiintyviä vaatimuksia on myös sovellettu suunnittelijan laatimissa työselostuksissa. Toukokuun 2024 alkuun mennessä perustustöihin sekä rungon paikallavalutöihin on kulunut noin 6588,5 m³ betonia.

Opinnäytetyössä yleisimpänä ongelmana paikallavalutöissä esiin nousi Suomen talvi, olosuhteiden hallinta ja riittävän ajoissa talvibetonointitoimenpiteisiin varautuminen. Betonitöistä kokemusta omaava työnjohtaja pystyy varautumaan tällaisiin tilanteisiin jo hyvin etukäteen, eikä talvesta ja sen olosuhteista välttämättä koidu suurta ongelmaa, kun taas kokemusta vähemmän omaavat työnjohtajat eivät välttämättä pysty ennakoimaan tilannetta tarpeeksi ajoissa. Tätä ongelmaa voitaisiin vähentää kouluttamalla yrityksen betonitöiden parissa toimivia työnjohtajia esimerkiksi betoniyhdistyksen järjestämällä kursseilla. Ammattitaitoinen työnjohtaja on suuressa roolissa paikallavalutöiden onnistumisen kannalta.

Työssä käytetyt kirjalliset lähteet olivat luotettavia, ja niistä selviää työssä oleelliset tiedot. Työssä haastateltiin yhtä betonitöiden parissa toimivaa työnjohtajaa. Kattavampia tuloksia saataisiin, mikäli työssä olisi käytetty enemmän haastateltavia. Yhden haastattelun perusteella saadaan kuitenkin riittävä käsitys työmaan laadunvalvontamenetelmistä sekä yleisistä ongelmista. Työssä ei käsitelty ollenkaan pintabetonilattioita eikä rungon paikallavalutöitä. Näissä betonitöiden laadunvalvontamenetelmät ja vaatimukset eivät suurelta osin eroa työssä esitetyistä menetelmistä ja vaatimuksista.

Jatkoselvityksenä voitaisiin tutkia raskasbetonin käyttöä sairaalarakentamisessa sekä sen laadunvarmistusta. Raskasbetonin käyttö Suomessa on vielä vähäistä, joten sen laadunvarmistuksesta saatu tieto voisi olla hyödyllistä.

LÄHTEET

Suomen Betoniyhdistys ry. 2018. Betonitekniikan oppikirja. BY 201. 6. painos. Helsinki: BY-koulutus Oy.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2021. Betoninormit. BY 65. 6. painos. Helsinki: BY-koulutus Oy.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2019. Betonirakentamisen laatuohjeet. BY 47. Helsinki: BY-koulutus Oy.

Kankainen, J. & Junnonen, J. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto.

Junnonen, J. 2022. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. 2. painos. Rakennustieto.

Betoni. n.d. Paikallavalurakentaminen. Verkkosivu. Viitattu 8.3.2024. <https://betoni.com/rakentaminen/valmisbetoni-paikallavalurakentaminen/>

SRV. n.d. SRV yrityksenä. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2024. <https://www.srv.fi/srv-yrityksena/>

YIT. n.d. Sairaalarakentaminen. Verkkosivu. Viitattu 9.3.2024. <https://www.yit.fi/toimitilarakentaminen/sairaalarakentaminen>

Lumme, P., Vuorio, M. & Roihuvuo, I. 2021. Suurin osa betonista valetaan paikan päällä. Betonilehti 1/2021. Viitattu 12.3.2024. https://betoni.com/lehti/wp-content/uploads/sites/4/2021/03/BET2101_72-79.pdf

SRV:n sisäiset asiakirjat. Viitattu 9.4.2024

LIITTEET

Liite 1. Raudoitustarkastuspohja, SRV Rakennus Oy



OT - Raudoitus304 Osakohteen tarkastus - Raudoitus

Projekti	Jorvi UO	Luonut	Otto Louko
Projekti no.	2917	Luotu	18. huhtikuuta 2024, 17.55
Tarkastussuunnitelma	2 Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet	Muokkauksen teki	Otto Louko
Ryhmän otsikko	2 PERUSTUKSET JA ULKOPUOLISET RAKENTEET	Muokattu	18. huhtikuuta 2024, 17.55
2100 Perustusurakka	3 Raudoitustarkastus UO	Status	Aloitettu

Mallikatselemus - Raudoitus

Tarkastuksen ajankohta	
Tarkastettava työsuoritus	
Sää	
Osallistajat	
Muotin dimensiot ja tuenta	
Raudoitteet suunnitelmien mukaiset	
Betonipeitepaksuus	
Taivutus	
Raudoitteiden sidonta	
Kotelot, läpimenot ja putkitukset asennettu	
Valokuvat tarkastuksesta	
Havaitut viat/puutteet	
Tarkastuksen hyväksyjä	
Hyväksyjän allekirjoitus	

Liite 2. Betonointipöytäkirja, SRV Rakennus Oy

BETONOINTISUUNNITELMA JA -PÖYTÄKIRJA
Rakennekohtainen

SRV

BETONOINTISUUNNITELMA JA -PÖYTÄKIRJA

Rakennekohtainen

Rakennuskohde		Osoite			
Betonityönjohtaja			Rakennusluvan numero		
BETONOITAVA RAKENNE					
BETONIMASSAN TOIMITTAJA					
PERUSTIEDOT BETONISTA	Kovettunut betoni	Lujuus- ja rakenneluokka, arvosteluikä, käyttöikä		P-luku	Vedenpitävyys
		Muut ominaisuudet		Lämpöluokka	Rasitusluokat Karbonatisoituminen Kloridit Kemial. Rasitukset Jäädytys-sulatus Rasitusluokaryhmä
	Betonimassa	Notkeus		Suurin raekoko	Sementti
		Notkistin	Huokostin	32	Muut lisäaineet Seosaineet
BETONITYÖT		SUUNNITELMA		PÖYTÄKIRJA	
Betonoitavat osat (suunniteltavat ja piirustus not)					
Betonimäärä yht. (m ³) betonointinopeus (m ³ /h)					
Betonoinnin alkaminen ja päättyminen		Alkaa	Päättyy	Alkoi	Päättyi
Betonin notkeus					
Ilman lämpötila / Betonimassa lämpötila		Ilma	Betonimassa	Ilma	Betonimassa
Välihoitoaine					
Jälkihoitoaine					
Kuivasirote					
Valun suojaus					
Betonin lämpötilan seuranta sekä betonin lujuudenkehityksen arviointi (tarvittaessa eri seurantalomakkeelle)					
Muottien purku (lujuus)					
Erityismenetelmät, lämpökäsittely jne.					
Koekappaleet (tunnukset, näytteenottopaikat)					
Häiriöt, varautuminen / toimenpiteet					
Muottitarkastus				Päivämäärä:	
Raudoitustarkastus				Päivämäärä:	
Muut tiedot, liitteet				Allekirjoitus/kulttaus:	
Betonipinnan katselmointi		Pinnat:	Suoja- etäisyydet	Suurin halkeama (<0,2 mm)	
Päiväys		Betonityönjohtajan allekirjoitus			