



Suurkohteen perustustöiden vaiheet

Työnjohtajan näkökulmasta

Niko Lehtinen

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2020

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

LEHTINEN, NIKO:
Suurkohteen perustustöiden vaiheet
Työnjohdon näkökulmasta

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Joulukuu 2020

Opinnäytetyön aiheena on suurkohteen perustustöiden vaiheet työnjohtajan näkökulmasta tarkasteltuna. Työn tilaajana toimi Perustava Oy:n Tampereen yksikkö. Työn idea syntyi Tampereen yksikön päällikön toiveesta kehittää erityisesti uusille työnjohtajille yleisopas, joka toimisi apuna koko työmaan aloituksesta viimeistelyyn asti. Perustavalla ei ole aikaisemmin ollut yhdenmukaista ohjetta, josta työnjohtaja olisi saanut apua suurkohteen toteutukseen.

Työssä esitellään yleisellä tasolla perustustöiden aikana työnjohtajan tehtävät ja suunnitelmat, joiden avulla työnjohtaja saa perusteet suurkohteen loppuun saattamiselle. Työtä pystyy hyödyntämään kokeneempikin työnjohtaja.

Opinnäytetyössä suurkohteet jaetaan kahteen eri tyyppiin, maanvaraisiin kohteisiin ja paalutettaviin kohteisiin, sekä esitellään niille tyypilliset ominaisuudet. Opinnäytetyössä avataan sopimusten, määräysten ja piirustusten vaikutusta työkohteeseen valmistautumisessa.

Opinnäytetyön sisältöön kuuluu lisäksi työmaan esivalmistelut, joita työnjohtajan täytyy tehdä ennen työmaan aloitusta. Näitä ovat materiaalimenekkien laskenta, työmaalla tehtävät mittaukset, valamisen aikaiset tapahtumat sekä reklamaatiot ja taloudellinen loppuselvitys.

Opinnäytetyön avulla työnjohtaja saa yleistiedot ja teorian suurkohteen perustustyön alusta loppuun saattamiselle. Opinnäytetyön tilannut yritys saa opinnäytetyöstä ohjeistuksen suurkohteita tekeville työnjohtajille.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

LEHTINEN, NIKO:
Phases of Large-sized Foundation Project
from a Supervisor's Perspective

Bachelor's thesis 37 pages, appendices 2 pages
December 2020

This Thesis' subject is about the different phases of a large-sized building's foundation work from a foreman's perspective. The company ordering this Thesis was Perustava Oy's unit in Tampere. The idea for this Thesis was found by the Tampere units' headman, as the company needed general instructions especially for new foundation work supervisors and foremen, which would assist them during the whole process from start to finish. Perustava Oy has never before had a consistent instruction, which would have assisted foremen in carrying out a large-sized foundation work.

As following this Thesis' subject, the Thesis demonstrates the supervisors' tasks and plans used in foundation working on a general basis, which assist the new and also experienced foremen carrying out a foundation work.

Large-sized foundation works are divided in two different types, which are ground-supported foundations and pole-supported foundations and the different characteristics for them. This Thesis includes the contracts, instructions and plannings and their influence in starting a foundations work project.

Also the foundation work preparations, which must be done by the foremen, are included in this Thesis. These preparations include calculating the consumption of the materials, measurements done on the work site, processes of the concrete casting, managing complaints and doing the economical final settlement.

Using this Thesis, a foreman of the Perustava company can get the general information and the theory behind carrying out a large-sized foundation work

Key words: foundation, foreman, worksite management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SUURKOHTEIDEN JAKO PERUSTUSTÖISSÄ.....	7
	2.1 Maanvarainen suurkohde.....	7
	2.2 Paalutettava suurkohde	8
3	KOHTEESEEN PEREHTYMINEN.....	10
	3.1 Sopimukset	10
	3.1.1 Urakkasopimus ja neuvottelupöytäkirja	11
	3.1.2 Yleiset rakennusalan sopimukset	11
	3.2 Työmaapiirustukset.....	11
	3.2.1 Tarvittavat piirustukset.....	12
	3.2.2 Epäselvyydet kuvissa	12
4	TYÖMAAN ESIVALMISTEUT	14
	4.1 Työmaahan tutustuminen.....	14
	4.2 Työturvallisuus	14
	4.3 Aikataulutus	15
	4.3.1 Aikataulupoikkeamat	15
	4.4 Asentajien perehdytys työmaahan	16
	4.5 Aloituspalaveri.....	16
5	MATERIAALIT JATYÖNSUORITUS.....	17
	5.1 Betoni.....	17
	5.1.1 Betonilaadun valinta	18
	5.1.2 Kuljetuksien rytmitys ja kalusto.....	19
	5.1.3 Betonin käsittely työmaalla	20
	5.1.4 Betonointisuunnitelma	20
	5.2 Raudoitukset	21
	5.2.1 Raudoitusmerkinnät yleisesti	21
	5.2.2 Jatkospituudet	21
	5.2.3 Rautojen tilaus.....	22
	5.2.4 Raudoitus työmaalla	23
	5.3 Muotitus	24
	5.3.1 Muottien valinta	24
	5.3.2 Määrälaskenta	24
	5.3.3 Muottikierto	25
	5.3.4 Muottien hoito / varastointi.....	25
	5.4 Mittaukset.....	26
	5.4.1 Mittaaja.....	26

5.4.2 Aikataulukus	26
6 VALAMINEN	28
6.1 Tarkastettavat asiat ennen valua	28
6.2 Tiivistäminen	28
6.3 Jälkihoito	30
6.4 Viimeistely	31
7 REKLAMAATIOT JA DOKUMENTOINTI	32
7.1 Takuun alaiset työt	32
7.2 Työnaikainen dokumentointi	32
8 TALOUDELLINEN LOPPUSELVITYS	33
8.1 Kohteen budjetti ja sen seuranta	33
8.2 Lisätyöt	33
8.3 Taloudellinen loppuselvitys	33
9 POHDINTA	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	37
Liite 1. Betonointipöytäkirja	37
Liite 2. Raudoituksen limijatkokset, pienennetyt osavarmuuskertoimet	38

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä laaditaan yleisohje Perustava Oy:lle suurkohteen perustustöiden alusta loppuun saattamiselle. Työssä perehdytään yleisesti työnjohtajan näkökulmasta vaikuttaviin asioihin työmaalla ja miten niihin voidaan varautua ennakoimalla etukäteen. Opinnäytteen on tarkoitus toimia oppaana Perustava Oy:n uusille työnjohtajille suurempien työmaiden toteutuksessa. Kokeneemmillekin työnjohtajille opas toimii hyvänä apuna työmaata suunnitellessa.

Tämän opinnäytteen tavoitteena on luoda edellytykset työnjohtajan onnistumiselle suurkohdeurakoissa ja pyrkiä vähentämään laadun vaihtelua suurkohteiden välillä. Yhtenäisen ohjeistuksen avulla tasataan laadun vaihtelua ja vähennetään reklamaatioiden määrää. Perustustöissä suurkohteiksi määritellään kerrostalotyömaat ja teollisuushallit.

Opinnäytetyö rajautuu perustustöiden työnjohtajan tehtäviin ja velvollisuuksiin suurkohteessa. Opinnäytetyössä käsitellään yleisesti perustusurakkaan kuuluvia vaiheita ja suunnitelmia.

Opinnäytetyössä käsitellään yleisellä tasolla maanvaraisen ja paalutetun kohteen erot ja huomioitavat tarpeet. Tässä työssä käsitellään yleisellä tasolla työnjohtajalle kuuluvat suunnitelmat ja piirustukset, työmaan eri vaiheet sekä dokumentointia ja budjetointia lyhyesti.

Opinnäytteeseen on kerätty tietoa www-sivustoilta, kirjoista ja kirjoittajan omista kokemuksista perustustyönjohtajana. Materiaalia ja kuvia on kerätty Perustava Oy:n omasta Muotti -järjestelmästä.

2 SUURKOHTEIDEN JAKO PERUSTUSTÖISSÄ

Tässä opinnäytetyössä suurkohteella tarkoitetaan normaalia kerrostalotyömaata tai teollisuus- ja toimitilatyömaata, kuitenkin pääpainopisteenä kerrostalorakentamisen perustamistyöt. Suurkohteet voidaan jakaa kahteen erilaiseen tyyppiin, riippuen kohteen maan kantavuudesta ja rakennuksen suunnitelluista vaatimuksista. Maan kantavuuteen vaikuttaa paikalla vallitseva maaperä.

Maaperätutkija ottaa näytteitä maaperästä sen rakenteen selvittämiseksi esimerkiksi monitoimikairalla. Perustamistapojen valintaan vaikuttavat rakennuspaikan sijainti, rakennuspohjan kantavuus, maaston muoto ja korkeussuhteet, perustuksiin kohdistuvat kuormat sekä arkkitehtoniset seikat. Geosuunnittelija määrittää maan kantavuuden, jonka perusteella hän myös laatii perustamistapalausannon. Perustamistapalausunnosta selviää kohteen perustustyyppi, joko maanvarainen tai paalutettava.

2.1 Maanvarainen suurkohde

Maanvaraisessa kohteessa maan kantokyky eli kantavuus riittää itsessään estämään anturan liiallisen painuman kuormien seurauksena. Antura jakaa kuormat tasaisesti maaperälle niin, ettei perustusten painumat sekä eri perustusten väliset painumaerot kasva liian suuriksi.

Maanvarainen suurkohde perustetaan suoraan kantavan maakerroksen päälle. Kantavana kerroksena työmaalla käytetään yleensä karkeajakoista kalliomurskettä, jonka päälle usein levitetään vielä ohut kerros hienompaa kiviainesta, jolla tasataan sorapatja. Sorapatjan tasauksella saavutetaan tiiviimpi muotitus maata vasten valettaessa.

Yleensä sokkelit toteutetaan suurkohteissa elementeillä. Väestönsuojannostot useimmiten toteutetaan paikallavaluna ja itse väestönsuoja vaihtelevasti paikallavaluna tai elementein toteutettuna riippuen siitä, miten työmaan pääurakoitsija on todennut olevan helpoin ja edullisin toteuttaa.

Pääasiassa anturoihin tulevat tartunnat ovat joko s-pistetappeja, peruspultteja tai saumateräksiä sekä juurivalutappeja. Tasokuviin ja leikkauksiin perehtymällä selviää tappien määrät. Ennen kuin antura on valettu ja tasoitettu, kannattaa laatia tasokuvaan tappien määrät ja sijainnit. Tämä helpottaa huomattavasti työmaalla kohteen toteuttamista ja tarkastamista.



Kuva 1: Maanvarainen suurkohde osittain muotitettuna.

2.2 Paalutettava suurkohde

Kun maaperän kantavuus ei riitä itsessään, tarvitaan työmaalla paalutusta parantamaan kantavuutta. Paalutustapoja on kahdenlaisia, betonipaalutus tai teräspaalutus. Paalutetussa kohteessa antura toimii kantavana palkkina, jota

paalut kannattavat, toisin kuin maanvaraisessa kohteessa maa kantaa suoraan anturalle syntyvät kuormat.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä paalutetuissa anturakohteissa nurkkiin ja jatkoksiin, jotta antura jakaa kuormat sokkelielementeiltä paaluille tasaisesti. Anturan täytyy kestää paalulta paalulle, vaikka maa painuisi anturan alapuolelta.

Paalutettavassa suurkohteessa yläpuoliset rakenteet on usein toteutettu samalla tavalla kuin maanvaraisessa suurkohteessa. Tartuntojen tyypit ovat myös yleensä samanlaisia kuin edellä mainitussa maanvaraisessa kohteessa.



Kuva 2: Paalutettava suurkohde ennen perustustöitä.

3 KOHTEESEEN PEREHTYMINEN

Ennen kohteen alkamista on syytä perehtyä huolella sopimuksien, myynnin ja suunnitelmien sisältöön. Suuremmilla työmailla varsinkin kohteessa käynti ennen töiden aloittamista on tärkeää. Työmaakäynti selkeyttää kuvien lukemista ja ajoissa käydessä on mahdollista vaikuttaa esimerkiksi siihen, kuinka maanrakentaja tekee porrastukset.

Myyjän kanssa on hyvä sopia palaveri, jossa tulee käydä myyty sisältö huolellisesti läpi. Näin vältetään jo aikaisessa vaiheessa epäselvyydet myydyssä sisällössä ja mahdollisesti voidaan vielä vaikuttaa huomattuihin ongelmiin tai virheisiin. Myyjän kanssa kannattaa käydä seuraavia asioita läpi;

- myyty sisältö kokonaisuudessaan
- urakkarajat
- aikataulu
- muut sovitut asiat.

3.1 Sopimukset

Sopimukset sitovat ali – ja pääurakoitsijan välisiä kauppoja. Hyvin tehdyt kirjalliset sopimukset toimivat oleellisena osana urakoiden rajojen ja sääntöjen selkeyttämisessä. Sopimukset on syytä käydä tarkasti läpi ennen työmaan aloitusta. Ennen työmaan aloitusta on oltava laadittuna ja allekirjoitettuna urakkasopimus.

Suuremmilla rakennusliikkeillä saattaa olla erikseen vielä eettisiä ohjeita, joilla painotetaan erilaisten arvojen, lakien, oikeuksien ja työturvallisuuden yhteisiä pelisääntöjä. Nämä säännöt koskevat kaikkia rakennustyömaalla työskenteleviä yrityksiä.

3.1.1 Urakkasopimus ja neuvottelupöytäkirja

Rakennushankkeen juridinen ohjaus toteutetaan urakkasopimuksen avulla suurkohteen perustustöissä. Urakkasopimus määrittelee sopimusosapuolten vastuut ja velvoitteet. Urakkasopimus on aina laadittava kirjallisena kaikkien osapuolten turvaamiseksi, koska suullisen sopimuksen todentaminen pitkän ajan jälkeen voi olla hyvinkin vaikeaa. Urakkasopimuksessa määritellään urakkahinta ja sen sisältö.

Urakkaneuvottelu käydään ennen sopimuksen allekirjoittamista. Tilaajan tehtävänä on järjestää neuvottelut. Neuvotteluissa käydään läpi kaikki vähänkin epäselvät asiat niin, että molemmille osapuolille syntyy yhtenäiset käsitykset sopimuksen ehdoista. Urakoitsija voi esittää vaihtoehtoisia työmenetelmiä tai materiaaleja kuin tilaaja on tarjouspyynnössä pyytänyt. Urakkaneuvottelut ovat todella tärkeitä. Epäselvyyksien lisäksi neuvotteluissa käydään koko urakasuoritus läpi, ja se kirjataan neuvottelupöytäkirjaan. Näin molemmat osapuolet varmistavat oikeutensa sekä saavat korjauksen epäselviin tai väärin ymmärrettyihin asioihin. (Kankainen & Junnonen 2016, 118—122.)

3.1.2 Yleiset rakennusalan sopimukset

Rakennusallalla on erilaisia yleisiä sopimuksia, jotka velvoittavat kaikissa tilanteissa rakennushankkeen kaikkia osapuolia. Näitä sopimuksia voidaan käyttää urakkasopimuksen liitteinä. Tämänlaisia sopimuksia esimerkiksi ovat:

- YSE 1998
- RYHT
- KSE 2013

3.2 Työmaapiirustukset

Työmaan piirustuksiin on syytä perehtyä ajoissa ja huolella. Tasokuvat ja leikkaukset sekä mahdolliset detaljit on tarkastettava ne saatuaan. Ennakointi on

tärkeä osa työnjohtajan arkea. Suunnitelmiin perehtyminen on yksi osa ennakkointia. Aikaisin huomatuilla virheillä tai ristiriitaisuuksilla voidaan vähentää työmaalla syntyviä epäselvyyksiä ja viime kädessä säästytään turhilta erimielisyyksiltä ja kustannuksilta toteutuksen aikana.

3.2.1 Tarvittavat piirustukset

Ennen materiaalien tilausta ja työmaan aloitusta myyjän tulee varmistaa, että työnjohtajalla on uusimmat piirustukset. Piirustukset toimivat apuna materiaalien laskennassa sekä työmaan toteutuksessa. Pääsääntöisesti työmaalla tarvitaan seuraavia piirustuksia;

- Perustustasokuva PDF- ja DWG- muodossa
- Perustusleikkaukset pdf-muodossa vähintään
- Asemapiirros PDF- ja DWG- muodossa
- Mahdollisia detaljeja (esimerkiksi liitoskohdista)
- Mahdolliset erilliset varaus- ja tartuntapiirustukset
- Uusin piirustusluettelo, jos ei ole projektipankkia käytössä.

Tasokuvasta tulee selvittää rakennettavan kohteen mitat, korot ja sijainnit. Tasokuvaan merkitään aina leikkauksen kohta numeroin, kirjaimin tai yhdistettynä. Tasokuvan perusteella työnjohtaja laskee materiaalimenekit ja suunnittelee yhdessä asentajien kanssa valujen koot. Tasokuvasta kannattaa laatia erillinen rautaelementtien suunnitelma, jonka avulla työmaalla on helppo siirtää raudat suoraan paikoilleen. Tämä suunnitelma myös selkeyttää rautojen tilaamista ja hallintaa työnjohtajan näkökulmasta.

3.2.2 Epäselvyydet kuvissa

Epäselvyydet kuvissa tulee pikimmiten huomattuaan ilmoittaa pääurakoitsijan yhteyshenkilölle, joka yleensä on perustyövaiheen työnjohtaja tai vastaava työnjohtaja. Nopeasti ilmoittamalla suunnittelijalla ja pääurakoitsijalla on enemmän aikaa reagoida kuvien korjaamiseen, jolla vältetään ylimääräiset seisahdukset työmaalla.

Nopeasti reagoitavissa tilanteissa työmaajohdon kanssa pätee suullinen sopimus ongelman kohtaamisesta ja korjaamisesta, jotta työtä päästään jatkamaan ilman pidempiä viivästyksiä. Tilanteista on syytä laatia jälkikäteen vielä kirjallinen merkintä työmaapäiväkirjaan, jotta myöhemmin on kirjallisia todisteita, tai vastaavasti sähköpostilla kuittaamalla.

4 TYÖMAAN ESIVALMISTEUT

Työmaan esivalmistelut käsittelevät ennen työmaan aloitusta tapahtuvia asioita. Siihen kuuluvat työturvallisuus, aikataulutus, asentajien perehdytys ja aloituspalaveri. Ennen työmaan aloitusta tapahtuu myös erilaisia materiaalilauksia ja kuljetustilauksia. Näitä käsitellään kappaleessa 5 tarkemmin.

4.1 Työmaahan tutustuminen

Kohteeseen tutustuttaessa ennen perustustöiden alkua on tarkistettava seuraavat asiat;

- korot (työmaalla oltava selkeästi merkittynä valtakunnan korko)
- sorapatjan tasaisuus (vaatimus +/- 20 mm)
- mahdollisten porrastusten sijainti (vastattava suunnitelmissa merkittyjä)
- kulku työmaalle (raskaan kaluston kantava tie)
- betonipumpun paikka
- paalutus (paalutettavassa kohteessa)
- sähkö
- ylijäämäbetoni
- työmaan yleisjärjestelyt.

4.2 Työturvallisuus

Työmailla työskennellessä on aina muistettava turvallisuus, jotta jokainen työntekijä pääsisi työpäivän päätteeksi terveenä kotiin. Työturvallisuuteen kuuluu ehdottomasti oikeanlaisen suojavarustuksen käyttö. Suojavarusteina työmaalla asentajalla täytyy aina olla käytössä kypärä, suojalasit, työkasineet, heijastava suojavaatetus ja turvajalkineet.

Työturvallisuuslain 20 momentissa on säädetty työntekijän henkilösuojaimien käytöstä seuraavasti: ” Työntekijän tulee huolellisesti ja ohjeiden mukaisesti

käyttää ja hoitaa työnantajan hänelle 15 §:n mukaisesti antamia henkilönsuojaimia ja muita varusteita. Työntekijän on työssään käytettävä sellaista asianmukaista vaatetusta, josta ei aiheudu tapaturman vaaraa.” (Työturvallisuuslaki 738/2002).

Työmailla on huomioitava myös mahdollisten telineiden ja kaiteiden tarve korkeuserojen niin vaatiessa. Näistä on laadittava putoamissuojaussuunnitelma.

4.3 Aikataulutus

Aikataulutus selviää yleensä jo tarjouskyselystä, jossa on usein liitteenä työmaan yleisaikataulu. Työmaan yleisaikataulu asettaa ehdot perustusurakan kestolle. Urakkaneuvottelussa sovitaan yksityiskohtaisempi aikataulu kohteelle ja päätetään aloituspäivämäärä.

4.3.1 Aikataulupoikkeamat

Jos työmaalle ei pääse aloituspalaverissa sovittuna päivämääränä, on heti otettava yhteys tilaajaan. Sovittua työhön varattua aikaa ei koskaan kannata kutistaa, koska menetettyä työaikaa on hyvin vaikea kuroa asentajia lisäämällä kiinni. Tästä syystä on aina sovittava tilaajan kanssa uusi aikataulu perustusurakalle. Uutta aikataulua sovittaessa on aina varmistuttava sen ajallisesta riittävydestä.

Aikatauluvienymän kanssa on hyvä muistaa nopea reagointi ja kommunikointi tilaajan kanssa. Sopimalla ajoissa poikkeaman, pystyvät aliurakoitsija ja tilaaja järjestämään työnsä yleensä niin, ettei pienistä aikatauluviiveistä synny haittaa.

4.4 Asentajien perehdytys työmaahan

Onnistuneen perehdytyksen edellytyksenä on työnjohtajan oma perehtyminen työmaahan ennen kuin asentajia perehdytetään. Tutustu työmaan eri kuviin ja leikkauksiin, tee tarvittavat tilaukset ja suunnitelmat.

Asentajien kunnollinen perehdytys on ensiarvoisen tärkeää. Perehdytyksessä tulisi käydä läpi kohteen kuvat, kohteelle asetettu aikataulu, valuaikataulut, suojaukset, jätteiden vieni ja lajittelu, työmenetelmät, raudoitussuunnitelma ja muut huomioon otavat erityispiirteet.

Onnistuneella perehdytyksellä työnjohtaja pystyy vähentämään ylimääräisten soittojen ja käyntien määrää. Tämä tehostaa työnjohtajan hyödyllistä aikaa keskittyä seuraaviin vaiheisiin ilman turhia katkoksia. Työmaalla pääurakoitsijan edustaja perehdyttää asentajat itse työmaalle. Perehdyttäjänä toimii pääurakoitsijan työnjohto.

4.5 Aloituspalaveri

Aloituspalaverilla varmistetaan hankkeen toteutus sopimuksen ehtojen ja lainsäädännön mukaisesti. Palaverissa keskustellaan toteutukseen liittyvistä yhteisistä pelisäännöistä sekä käydään läpi toimintaa ohjaavat säädökset ja ohjeistukset. Lisäksi käydään läpi hankkeen käytännön toteutusta sekä maksatuksiin, raportointiin, seurantaan ja valvontaan liittyvät asiat. Aloituspalaverista laaditaan neuvottelumuistio, joka tallennetaan hankkeen tietoihin.

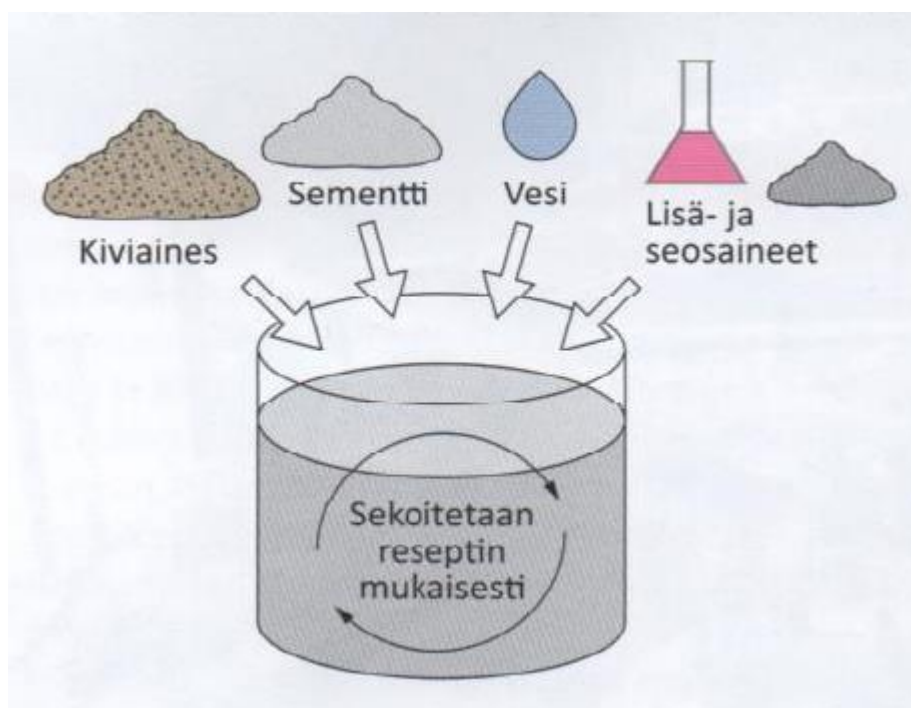
Aloituspalaverissa on syytä käydä erityisesti läpi työmaan toteutusta, jolloin voidaan aikaisessa vaiheessa mahdollisesti vaikuttaa kohteen toteutuksen menetelmiin. Tutustu kohteen liitteisiin ja päätöksiin ennen palaveria, jotta kykenet esittämään täsmentäviä kysymyksiä tarvittaessa.

5 MATERIAALIT JATYÖNSUORITUS

5.1 Betoni

Betoni on maailman käytetyin rakennusmateriaali työmailla. Betonia valmistetaan noin 13 miljardia kuutiota vuodessa. Käyttökohteina ovat perustukset, rungot, julkisivut, sillat, padot, tiet, infrarakenteet, pihakivet, putket ja harkot. Betonin erinomainen suosio rakennusmateriaalina perustuu sen edulliseen hintaan, jäykkyuteen, lujuuteen, kosteuden kestoon sekä turvallisuuteen ja muokattavuuteen. (BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 13).

Betonin pääraaka-aineet (kuva 3) ovat vesi, sementti ja kiviaines. Näiden lisäksi betonissa käytetään usein erilaisia seos- ja lisäaineita, joilla parannetaan tuoreen betonin työstettävyyttä, kovettuneen betonitiiviyyttä tai säilyvyyttä. (BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 13).



Kuva 3: Betonin ainesosat (Betonitekniikan oppikirja 2018).

Betonimassan tavoitelämpötila on yleensä +20 °C. Massan lämpötila tulisi olla vähintään +15 °C, jotta betonin sitoutuminen ja kovettumisnopeus eivät hidastuisi liian paljon. Kylmissä olosuhteissa betonin lämpötilaa tulisi nostaa. Tämä johtaa lisääntyneeseen vedentarpeeseen ja tätä kautta kutistumisen kasvamiseen. (BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 74)

Betonin jäätymlujuuden minimiarvo on 5 MN/m² riippumatta betonin lujuusluokasta. Jäätymlujuudella tarkoitetaan lujuutta, jonka saavuttamisen jälkeen betonin voidaan antaa jäätyä kerran ilman, että rakenteet vaurioituvat. (BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 91)

Työnjohtajan on erityisesti talvella kylmillä pakkasilla huolehdittava muottien riittävästä peittelystä ja tarvittaessa rakenteen peittelemisestä ja lisälämmittämisestä. Työnjohtajalla on apuna Perustavalla lämpötilan seurantaohjelma, jolla on helppo tarkistaa rakenteen lämmönkehitys ja varmistua jäätymlujuuden kehityksestä.

5.1.1 Betonilaadun valinta

Betonilaadun rakennettavalle kohteelle määrittää rakennesuunnittelija. Tasokuvasta täytyy aina löytyä eriteltynä eri rakenteille vaadittavat betonin lujuusluokat ja rasitusluokat. Mahdollisessa erillisessä betonityöselostuksessa voi olla muita erityisvaatimuksia, esimerkiksi vesisementtisuhde ja muita betonointiin liittyviä vaatimuksia (kuva 4).

Työnjohtaja ei koskaan voi itse päättää rakenteelle vaadittavaa vähimmäislujuusluokkaa. Työnjohtaja voi kuitenkin vaikuttaa esimerkiksi kylmillä säillä tapahtuviin valuihin valitsemalla käytettäväksi rapid-sementtiä tai kasvattamalla lujuusluokkaa, jolla saavutetaan korkeampi lämpötila sementin reagoidessa.

RAKENNUKSEN SEURAAMUSLUOKKA	CC2	
TOTEUTUSLUOKKA (SFS-EN 13670)	2	
TOLERANSSILUOKKA (SFS-EN 13670)	1	
PALOLUOKKA	P1	
PALONKESTOLUOKKA:	REI 60	ELLEI TOISIN MAINITA
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	KANTAVA RUNKO 100v, JULKISIVUT 50v	
BETONIRAKENTEIDEN RASITUSLUOKAT:	XC1 XC2 XC4, XF1 XC4, XF3	LÄMPIMÄT SISÄTILAT, YLEENSÄ ANTURAT ULKONA OLEVAT PYSTYRAKENTEET ULKONA OLEVAT VAAKARAKENTEET
BETONI:	C30/37-2 C30/37-2	ANTURAT, PERUSMUURIT, MAX RAEKOKO D=32mm MAAN PÄÄLLE TULEVAT ULKOPUOLISET BETONIRAKENTEET, MAX RAEKOKO D=16mm
SUOJABETONI:	20mm 35mm 50mm	YLEENSÄ ULKONA OLEVAT BETONIRAKENTEET MAATA VASTEN VALETTAESSA SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10mm
JUOTOSBETONI C25/30-2 JÄLKIVALETAVIEN VAAKASAUMOJEN MINIMIVAHVUUS 20mm		
BETONITERÄKSET:	T=B500B S=S235JRG2 K=B500A E=B600XA	HITSATTAVA HARJATERÄS PYÖRÖTERÄS VERKOT RUOSTUMATTOMAT HARJATERÄKSET
TERÄSPROFIILIT: ULKOPUOLISET TERÄSOSAT HITSAUSLUOKKA:	S355J2G3 KUUMASINKITYJÄ C	SFS-EN ISO 1461 MUKAAN SFS-EN 25817
VÄESTÖNSUOJA:	S1	TERÄSBETONINEN VÄESTÖNSUOJA

Kuva 4: Esimerkkikuva tasokuvassa olevista betonivaatimuksista.

5.1.2 Kuljetuksien rytmitys ja kalusto

Kuljetuksien rytmitys työmaalle tulee suunnitella niin, ettei työmaalle aiheudu niistä viivästyksiä tai haittoja. Kalusto tulee mitoittaa tilan ja puomin pituuden tarpeen mukaan. Jos työmaalle on enemmän kuin yksi kulku, tulee sopia pääurakoitsijan kanssa pumppuauton ja massa-autojen kulkureitti.

Erityisesti suurempia anturavaluja tehdessä, kannattaa huomioida pumpun ja kuljetuspumppuauton eritehoinen pumppaus. Pelkällä pumpulla voidaan toteuttaa suuri valu huomattavasti nopeammin. Karkeasti arvioituna pelkällä pumpulla voidaan valaa 50% nopeammin kuin kuljetuspumppuautolla.

Kalustolle tulee aina määritellä paikka pääurakoitsijan puolesta. Pääurakoitsijan tulee varmistaa pumppuautolle varatun maa-alueen kantavuuden riittävyys.

Normaalisti pumppuauto tulee työmaalle noin 30 minuuttia ennen sovittua valun alkua. Siinä vaiheessa työmaalla täytyy olla viimeistään esteetön kulku pumppauspaikalle, jottei pumppaamisen aloitus viivästy ja siitä seuraa ylimääräisiä odotuskuluja.

5.1.3 Betonin käsittely työmaalla

Betonin kanssa työskennellessä on tärkeä muistaa oikeanlainen suojavaatetus, koska varsinkin tuore betoni on hyvin emäksistä. Tuore betoni roiskuessaan silmään voi aiheuttaa vakavan silmävaurion.

Betonia käsitellessä työmaalla on käytettävä aina suojalaseja, käsineitä, jalkineita, muita suojavaatteita ja kypärää. Työnjohtajan tehtävä on valvoa työmailla suojavaarusteiden käyttöä ja puuttua välittömästi tilanteisiin, joissa ei noudateta oikeanlaisten varusteiden käyttöä.

Työnjohtajan on tarkkailtava säätiedotteita jatkuvasti, jotta hän pystyy varautumaan korkeiden tai matalien lämpötilojen aiheuttamiin toimenpiteisiin. Toimenpiteet erilaisilla ulkona vallitsevilla lämpötiloilla on oltava suunniteltu ennen työmaan aloitusta.

5.1.4 Betonointisuunnitelma

Jokaisella suuremmalla työmaalla ennen betonointityötä vaaditaan betonointisuunnitelma. Betonointisuunnitelmana normaaleissa kohteissa riittää myös betonointipöytäkirja, joka laaditaan erikseen jokaisen valutyön jälkeen.

Betonointipöytäkirjasta (Liite 1) selviää kohteen tiedot, betonoitava rakenne, vastaavat henkilöt, betonimassan tiedot, valun aloitus- ja lopetusaika, vallitseva sää ja betonimäärä. Betonointipöytäkirja täydennetään mahdollisimman pian valun jälkeen ja toimitetaan pääurakoitsijalle.

5.2 Raudoitukset

Raudoituksen päätarkoituksena betonirakenteissa on vastaanottaa rakenteeseen kohdistuvat veto- ja leikkausvoimat. Betoni itsessään kestää puristusta hyvin, mutta leikkausta ja vetoa vain noin 10 % puristuslujuudesta. Tämän vuoksi betonirakenteet on raudoitettava.

Tässä osiossa käsitellään raudoituserkintöjä yleisellä tasolla sekä jatkospituuksiin vaikuttavia tekijöitä. Rautojen tilaamisesta ja työmaalla tapahtuvasta raudoituksesta käydään lyhyesti läpi pääasiat.

5.2.1 Raudoituserkinnät yleisesti

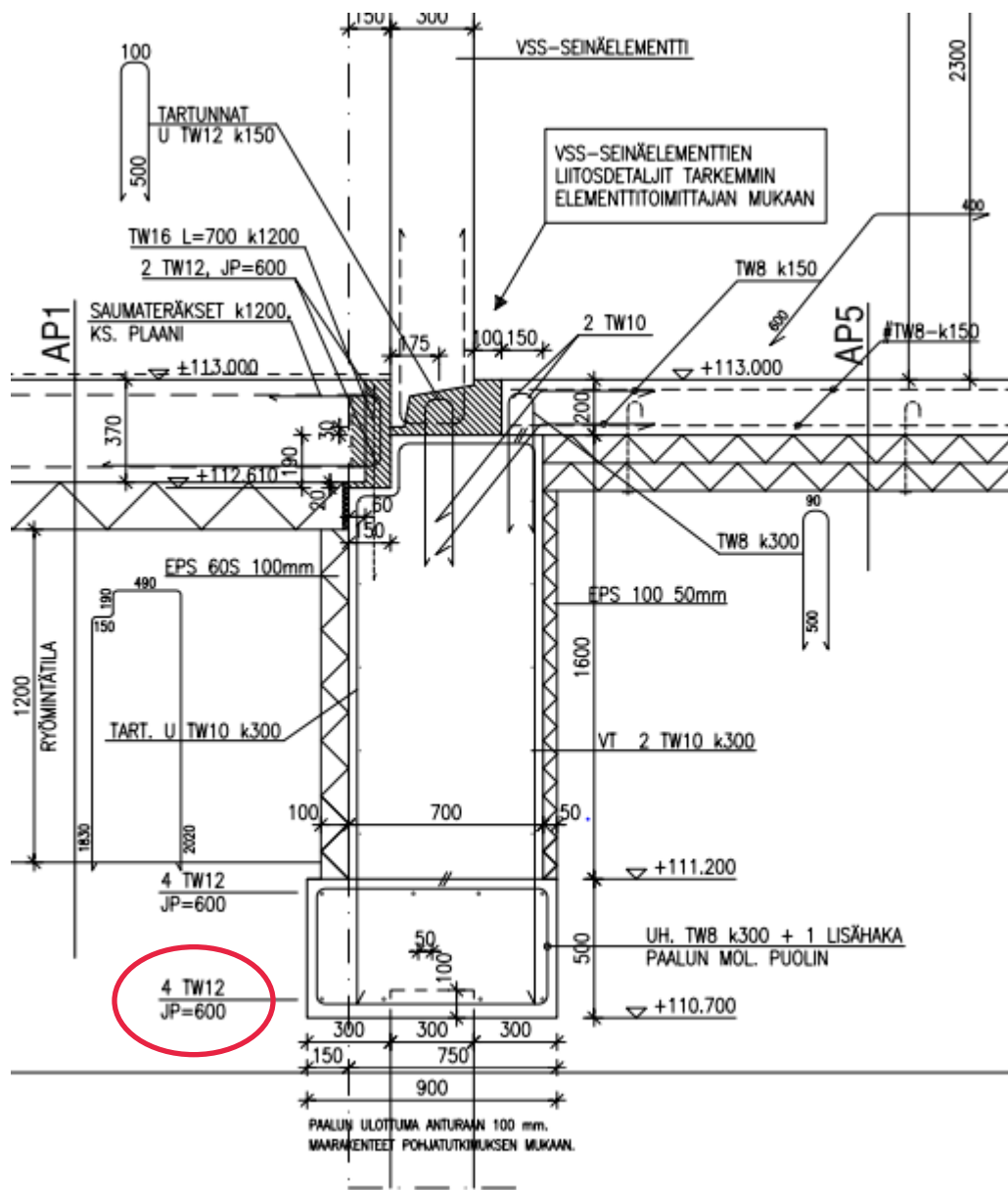
Työmaan raudoituksissa on huomioitava teräksen laatu, halkaisija ja raudoitteiden jaot. Perustusten leikkauspiirustuksissa on annettu suunnittelijan toimesta vaadittavat tiedot raudoituksille. Piirustuksiin merkityistä tiedoista ei saa poiketa ilman pääsuunnittelijan lupaa. Raudoituksissa voidaan käyttää annettua suuremmalla halkaisijalla varustettua terästä.

5.2.2 Jatkospituudet

Rautojen jatkospituudet määrittää aina rakennesuunnittelija. Jatkospituudet pääsääntöisesti puuttuvat kohteen kuvista, mutta kokenut suunnittelija saattaa laittaa perustusleikkauksiin jatkospituudet (kuva 5). Jatkospituuksien puuttuessa piirustuksista on aina otettava yhteys suoraan suunnittelijaan tai tilaajaan.

Jatkospituuksissa täytyy aina huomioida 1,5-kertainen pituus, jos jatkokset sijaitsevat samalla kohtaa. Suurkohteissa pääosin valmiiksi hitsatuilla rautaelementeillä jatkokset väkisinkin asettuvat samalle kohtaa. Tämä on syytä ottaa huomioon rautoja tilatessa.

Jatkospituuksista eri raudan vahvuuksilla ja betoneilla löytyy liite 2, josta saa käsityksen jatkospituuksien suuruusluokista.



Kuva 5: Esimerkkikuvassa pääterästen jatkospituudet on merkitty seuraavasti: ”jp = 600”, eli jatkospituuden mitta on 600 mm. (Perustava 2020).

5.2.3 Rautojen tilaus

Suurkohteen rautoja tilatessa on syytä laatia rautaelementtikaavio esimerkiksi tasokuvan päälle, josta selviää elementtien pituudet ja sijainnit. Kaavion avulla on helppo tilata raudotteet määrämittäisinä ja nostaa työmaalla suoraan paikoilleen.

Jatkokset, tartunnat ja lisähaat on laskettava leikkauksista ja tasokuvista saatavilla jaoilla ja mitoilla. Irtoraudat kannattaa numeroida tai nimetä, jolloin työmaalle saapuvien rautojen oikea määrä on helpompi tarkistaa.

Tilauksessa on oltava seuraavia asioita vähintään; raudan halkaisija, laatu, mitat ja muodot, metri- tai kappalemäärä. Tilauksessa on sovittava, kuka hoitaa rautojen kuljetuksen työmaalle. Raudoittamoilta voi tilata raudat suoraan työmaalle sovittuna päivänä kuljetettuina. Ajoneuvonosturin koko on hyvä huomioida tilausta tehdessä, jos rautoja tarvitsee pidemmälle nostaa työmaalla. Suuremmissa rautakuormissa on syytä huomioida rautojen kuljetuksen järjestys työmaalle.

Rautojen tilaaminen suurkohteisiin on syytä tehdä ajoissa varsinkin, jos kohteeseen tulee hitsattuja raudoituselementtejä. Tilauksen tulisi olla tehtynä elementtien osalta vähintään 2 viikkoa ennen työmaan aloitusta. Irtorautoja raudoittamot kykenevät tuottamaan lyhyemmälläkin varoitusajalla.

5.2.4 Raudoitus työmaalla

Työmaan raudoituksessa on kiinnittävä huomiota suojabetonipeitteen riittävyteen. Normaalisti suojapeitteen mitat ovat 50 mm maasta irti, 35 mm muotin sivuilta irti ja betonin yläpinnasta 25 mm alaspäin. Tasokuvasta on varmistettava aina suunnittelijan antamat ohjeet betonipeitteelle. Normaali sallittu terästen mittapoikkeama raudoituksissa on +/- 10 mm.

Työnjohtajan on lisäksi tarkistettava raudoituksen suunnitelmien mukaisuus, jatkospituudet, rautojen koot ja yläpuolen tartuntaterästen sijainnit. Huomiota tulee kiinnittää rautojen riittävän sitomiseen. Betonista ylöspäin suuntautuneet terävät harjateräkset on taitettava tai suojattava kärkisuojilla seuraavana päivänä valusta.

5.3 Muotitus

Muotitus on oleellinen osa betonointityötä. Ennen betonointia on valettava alue rajattava muotein pääsääntöisesti. Työmaan muotitus tulee suunnitella hyvissä ajoin ennen työmaan aloitusta. Työmaat pyritään lähtökohtaisesti suunnittelemaan ja tekemään yrityksen omalla muottikalustolla.

Opinnäytetyön muotituksesta kertovassa osiossa perehdytään yleisesti muottien valintaan vaikuttaviin tekijöihin, määrälaskentaan yleisesti, muottikierron suunnitteluun sekä jälkihoitoon ja varastointiin.

5.3.1 Muottien valinta

Muottien valintaan eniten vaikuttaa anturoiden ja mahdollisten valunostojen korkeus. Työmaan muottien valinta tulee tehdä käytössä olevan kaluston mukaan, erityistapauksia lukuun ottamatta. Puuvanerimuotteja on käytettävissä 500 mm korkeasta 2800 mm korkeaan asti.

Anturoiden osalta muottipintojen ei tarvitse olla erityisen puhtaita, koska antura jää aina valmiin suunnitellun maanpinnan korkeuden alapuolelle. Jos kohteessa on esimerkiksi paikallavalusokkeleita, on ulkopuolelle huolehdittava puhtaat muottipinnat. Puhtailla muoteilla vähennetään värieroja ja valmiin pinnan epätasaisuuksia, niin sanotusti kosmeettisia ongelmia.

5.3.2 Määrälaskenta

Työnjohtajan on tilattava kuljetuksella riittävä muottikalusto työmaalle. On tiedettävä suurin piirtein valettavat alueet ja muottikierto, jonka perusteella voidaan laskea muottien määrä. Jokaiselle eri anturan tai sokkelin korkeudelle on määriä laskettaessa huomioitava sopiva muottikalusto.

Eri korkuisten anturoiden ja sokkelien metrimäärät on kirjattava erikseen. Tämän jälkeen on huomioitava muottien tarpeen olevan kaksinkertainen verrattuna anturametreihin, joten esimerkiksi 50 metriin anturaa tarvitsee 100 metriä muottia. Muottien määrässä on syytä huomioida suurkohteissa noin 10 – 20 prosentin lisä, koska kaikkia muotin teoreettisia metrejä ei pystytä hyödyntämään välttämättä työmaa oloissa.

5.3.3 Muottikierto

Perustustöiden osalta muottikierto tulee suunnitella käytössä olevan muottikaluston ja valettavien alueiden tarpeen mukaan. Onnistuneessa muottikierrossa käytettävissä olevat muotit voidaan siirtää suoraan seuraavaan valettavaan osioon. Talvella muotteja ei välttämättä voi purkaa valusta seuraavana päivänä. Silloin on huomioitava määrälaskennassa kaksinkertainen kalusto. Tällöin voidaan yhtä muottikalustoa pitää anturoissa kiinni lämmön karkaamisen estämiseksi ja toisella kalustolla jatkaa eteenpäin.

5.3.4 Muottien hoito / varastointi

Muottien hyvällä jälkihoidolla pystytään merkittävästi pidentämään muotikaluston käyttöikä. Muottien purun jälkeen on muottipinnat huolellisesti puhdistettava betonista ja muusta niihin kuulumattomista aineista. Muotit öljytään aina ennen niiden kasaamista nippuihin.

Työmaalla muottien varastointi on suunniteltava, niin ettei muottinipuista synny estehaittaa työmaalla. Pidempitä aikoja varastoitaessa on huolehdittava muotit irti maasta ja peiteltävä tarvittaessa. Nämä asiat on hyvä huomioida ja sopia työmaan työnjohdon kanssa etukäteen ennen työmaan aloitusta.

5.4 Mittaukset

Erilaiset sijainti- ja nurkkamerkinnot ovat ehdottoman tärkeitä suurkohteita toteutettaessa. Nykyaikaisilla laitteilla mittaaminen on hyvin nopeaa. Lähes jokaisella mittaukseen erikoistuneella yrityksellä on käytössä robottitakymetri.

Mittauksia suurkohteen perustustöissä tarvitaan perustuksien anturoiden kulmien merkitsemiseen, paikallavalettavien sokkelien ja nostojen kulmien merkitsemiseen sekä peruspulttien ja tartuntojen mitoittamiseen paikalleen.

5.4.1 Mittaaja

Mittaaja suorittaa työmaalla tapahtuvat mittaukset ja niihin liittyvät merkinnät. Mittaajan tarve työmaalla on arvioitava jo myyntivaiheessa. Työnjohtaja suunnittelee ja tilaa mittaajan palvelut työmaalle.

Usein työmaalla on tehokkain ja edullisin käyttää rakennuskohteen mittamiestä. Kysymällä työmaan työnjohdolta selviää mittaaja. Työmaan mittaajan käytön etuina on hänellä monesti käytössä oleva työmaan projektipankki ja valmiina oleva perehtyminen työmaahan. Tällä voidaan vähentää uuden mittaajan työmaahan perehtymisen ja kalibroinnin kuluja.

Jos työmaalla käytetään työmaahan perehtymätöntä mittaajaa, on hänelle lähetettävä seuraavat tiedostot:

- Asemapiirustus dwg- muodossa
- tasopiirustus dwg- muodossa
- peruspulttikaavio dwg-muodossa (Kun peruspultteja työmaalla)
- mahdolliset muut tarvittavat piirustukset dwg- muodossa (Esimerkiksi erillinen tappikuva).

5.4.2 Aikataulutus

Mittaajan aikataulutukset on suunniteltava niin, ettei työmaalla raudoituksen ja muotituksen aloitukset viivästy puuttuvien merkkien takia. Valuihin tarvittavat mittaukset on oltava sovittuna hyvissä ajoin etukäteen mittaajan kanssa, jotta hän

on oikeaan aikaan paikalla ja riittävän pitkään. Mittaaja kannattaa varata alustavasti vähintään viikkoa ennen tarvittavaa mittausta.

Perustuksien nurkkien merkintä on tilattava tehtäväksi vähintään päivän ennen työmaan perustustöiden aloitusta. Valuissa tapahtuvissa merkinnöissä on mittaajalle kerrottava valun aloitusaika ja arvioitu lopetusaika, jotta mittaaja osaa varata riittävästi aikaa kohteelle. Peruspulttien osalta on mittaaja otettava työmaalle viimeistään 2-3 tuntia ennen valun aloitusta, jotta pultit saadaan oikeille kohdille varmasti.

6 VALAMINEN

Valaminen on suurkohteen perustustöiden kriittisin työvaihe. Hyvin valmistelluin suunnitelmin ja työmenetelmin voidaan vähentää riskejä valun aikana. Valamista ennen on tarkistettava muotitukset ja erityisesti raudoitukset työmaan mestarin, rakennesuunnittelijan tai rakennusvalvojan kanssa.

Kohteen valamisessa on kiinnitettävää huomiota erityisesti betonoinnin nousunopeuteen ja täryttämiseen. ”Valun nousunopeus tulisi normaaleissa rakenteissa normaalibetonia käytettäessä rajoittaa 0,5–1,0 metriin tunnissa, massiivisissa rakenteissa 0,15–0,3 metriä tunnissa ja vesitiiviissä rakenteissa alle 0,25 metriin tunnissa.” (BY 201 BETONITEKNIIKAN OPPIKIRJA 2018, 340)

6.1 Tarkastettavat asiat ennen valua

Ennen valamista suurkohteissa työnjohtajan tulee aina tarkistaa muotitukset ja raudoitukset työmaan mestarin, rakennesuunnittelijan tai rakennusvalvojan kanssa. Etukäteen tarkastamalla voidaan välttää mahdolliset ongelmat, joita voi syntyä esimerkiksi huonosta muottien tuennasta. Työnjohtajan tulee tarkastaa seuraavia asioita hyvissä ajoin ennen valutyötä:

- muottien tuenta ja sidonta
- raudoituksen jatkokset, nurkat ja paksuudet
- läpiviennit
- tappien ja peruspulttien riittävyys.

6.2 Tiivistäminen

”Tiivistämisen tavoite on saada betoni täyttämään muotit ja ympäröimään raudoitus täydellisesti, poistaa massasta ylimääräinen ilma ja saada betonin kiviaineksen osaset hakeutumaan lähemmäksi toisiaan”. ((BY 201 BETONITEKNIIKAN OPPIKIRJA 2018, 335)

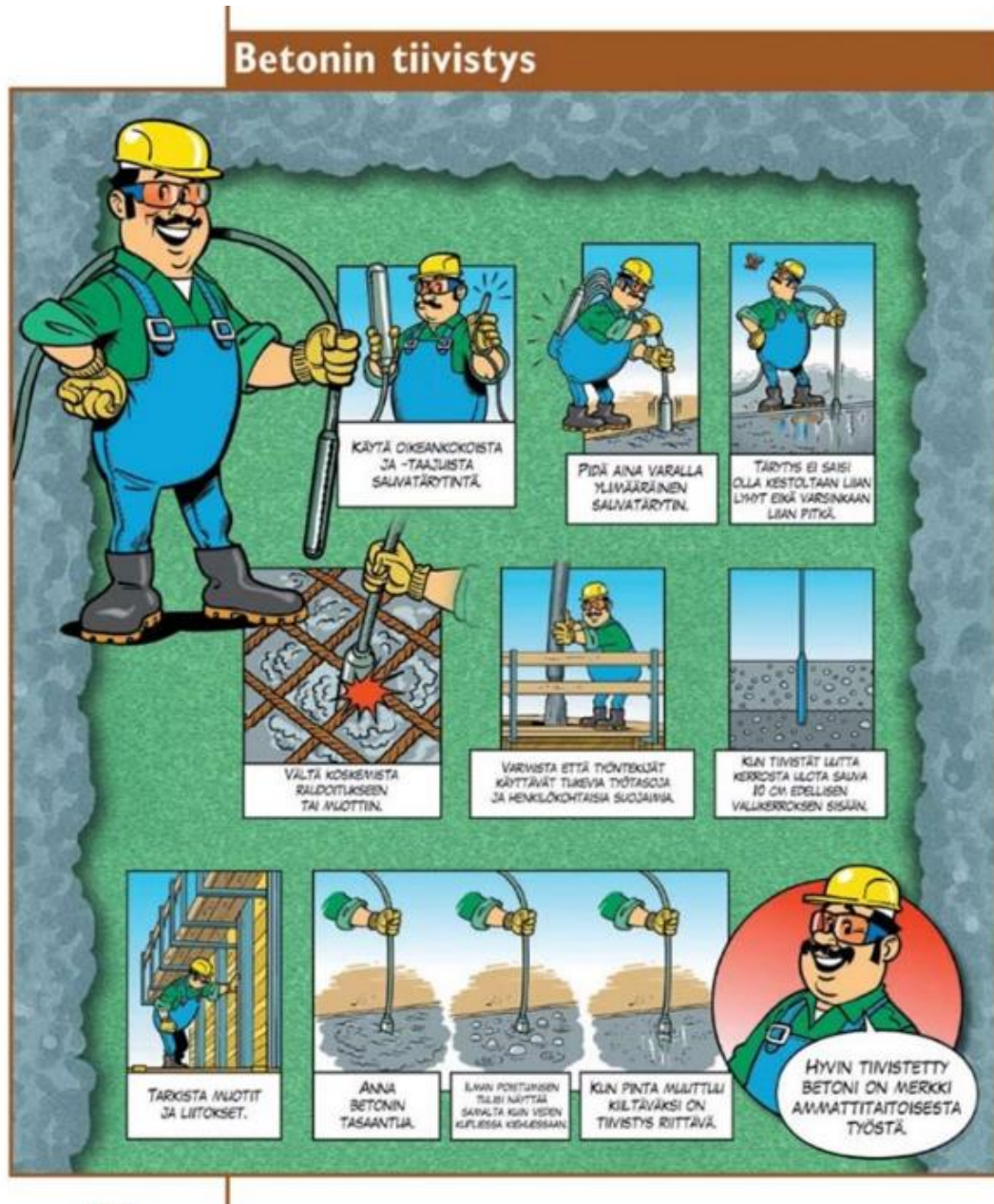
Huonosta betonin tiivistämisestä voi seurauksena olla;

- suuri huokoisuus
- alentunut lujuus ja tiheys
- ontelot ja kivipesät
- huonontunut tiiviys ja säänkestävyys
- epätasainen ja huokoinen pinta
- heikentynyt tartunta betonin ja terästen välillä
- huonontunut tartunta työsaumoissa
- peräkkäin valettujen osien heikko liittyminen toisiinsa. (BY 201 betonitekniikan oppikirja 2018, 336).

Tärysauvan pistojen tulee jakautua tasaisesti ja järjestelmällisesti koko betonoitavalle pinnalle. Sauvan pistovälin tulee olla 200–600 mm riippuen sauvan koosta. Esimerkkinä sauvan halkaisija on 40 mm, jolloin pistovälin tulisi olla noin 300 mm. Sauvan tulisi upota edelliseen kerrokseen 100–200 mm. Sauva tulisi upottaa betoniin aina sen omalla painolla ja vedettävä pois sopivalla nopeudella, jotta sauvan tekemä aukko varmasti umpeutuu. Normaalisti yhden tärysauvan laskemiseen ja nostoon pitäisi kulua 5–20 sekuntia aikaa. (BY 201 betonitekniikan oppikirja 2018, 336–337)

Liiallinen täryttäminen erottaa massan eri osa-aineet toisistaan ja heikentää massan lujuutta sekä ominaisuuksia. Vibraamisessa onkin syytä muistaa kohtuus ja järki. Kun massa lopettaa kuplimisen tärytyksen aikana, on massaa tärytetty riittävästi siltä kohtaa.

Kuvassa 6 on esitelty tiivistämisen eri vaiheet, josta selviää perusohjeet tiivistämiselle kuvien muodossa.



Kuva 6: Tiivistämisen pikaopas. (Rudus, luettu 25.11.2020)

6.3 Jälkihoito

Jälkihoidolla tarkoitetaan betonin suojaamista suunniteltujen ominaisuuksien saavuttamiseksi. Kuumissa olosuhteissa tulee estää liian nopea vedenhaihtuminen betonista kutistumahalkeamien vähentämiseksi. Kylmissä olosuhteissa jälkihoidolla tarkoitetaan betonin lämmittämistä, suojaamista tai lämpöeristystä. Näillä tavoin voidaan estää betonin jäätyminen liian varhaisessa vaiheessa.

Tarvittavan jälkihoidon muoto on sovittava etukäteen aloituspalaverissa tilaajan kanssa. Jälkihoitoon tarvittavien materiaalien hankkija ja asentaja on sovittava myös.

Betonia vaurioittavia tekijöitä:

- alhainen ulkoilman suhteellinen kosteus
- voimakas auringonpaiste
- tuuli
- viileä betoni (hidastaa betonin sitoutumisreaktiota ja veden haihtuvuutta)
- tärinä ja värähtely.

6.4 Viimeistely

Viimeistelyllä tarkoitetaan muottien purkamisen jälkeen tapahtuvaa työtä ennen kuin betonoitu työ on valmis seuraavaa vaihetta varten.

Anturan yläpinnan suoruus ja siisteys on varmistettava muottien purun jälkeen. Anturoissa sallitaan yleensä suuremmat korkopoikkeamat kuin sokkeleissa. Anturan yläpintojen korkeustaso ja suoruus on oltava +/- 10 mm. Sokkelin yläpinnoissa vaaditaan +/- 3 mm toleranssia. Läpiviennit ja peruspultit on puhdistettava ylimääräisestä betonista. Työmaa on siistittävä ylimääräisestä jätteestä ja jätteet on lajiteltava työmaan roskalavoille.

7 REKLAMAATIOT JA DOKUMENTOINTI

Reklamaatiot ja dokumentointi osiossa kerrotaan yleisesti takuun alaisista töistä. Työn aikaisesta dokumentoinnista kerrotaan perustustöiden osalta vaadittavat dokumentointi tyypit.

7.1 Takuun alaiset työt

Kun työsuoritus on saatu valmiiksi, alkaa urakasuorituksen osalta takuu aika. Takuu aika on yleensä kaksi vuotta. Sen aikana urakoitsija on vastuussa suorituksestaan. Takuu aika voi olla myös normaalista poikkeava, mutta tällöin se tulee olla kirjattuna urakasopimukseen. Urakoitsija on vastuussa suorituksesta kymmenen vuoden ajan, jos tilaaja pystyy osoittamaan, että työ on suoritettu virheellisesti tai työ ei ole noudattanut hyvää rakentamistapaa. (Kankainen & Junnonen 2016, 186.)

7.2 Työnaikainen dokumentointi

Työn aikainen dokumentointi on tärkeä osa nykypäivän rakentamista. Perustustöiden aikana saadaan ja tehdään seuraavanaisia dokumentteja:

- betoniauton kuormakirjat
- betonipumppuauton pystytyspöytäkirjat
- betonointipöytäkirja
- raudoituskuvat.

8 TALOUDELLINEN LOPPUSelvitys

Tässä osiossa kerrotaan kohteen budjetista ja sen seurannasta, lisätöistä ja taloudellisesta loppuselvityksestä tärkeimmät pääpiirteet.

8.1 Kohteen budjetti ja sen seuranta

Budjetoinnilla ja sen seurannalla voidaan asettaa tavoitteita ja hallintakeinoja työmaan taloudellisen toteuman ja seurannan avuksi. Tällä hetkellä Perustava Oy:llä ei ole kunnollista budjetinseurantaa. Tätä osiota on tarkoitus tulevaisuudessa kehittää, jotta nähdään eri osa-alueiden kustannuksia ja voidaan puuttua niihin.

8.2 Lisätyöt

Lisätyöt on aina sovittava etukäteen tilaajan kanssa. Tärkeimpinä asioina on sopia työnrajaus, aikataulu ja hinta. Yleensä lisätöistä sovitaan pääurakoitsijan työnjohtajan kanssa tai vastaavan työnjohtajan kanssa. Urakkasopimukseen on monesti kirjattu, kenellä on oikeus sopia lisätöistä. Sopimisen jälkeen tulee lisätyöstä huolehtia tieto toimistolle mahdollisimman nopeasti. Valmiin työn laskutuksesta on huolehdittava tieto kuukauden lopussa viimeistään, mieluummin kuitenkin heti työn valmistuttua.

8.3 Taloudellinen loppuselvitys

Taloudellinen loppuselvitys tehdään mahdollisimman pian perustusurakan päättymisen jälkeen. Suuremmat rakennusliikkeet lähtökohtaisesti vaativat taloudellisen loppuselvityksen.

Taloudellisessa loppuselvityksessä selvitetään työmaan onnistuminen alusta loppuun. Rahalliset erimielisyydet selvitetään viimeistään tässä vaiheessa.

Yksinkertaistettuna tässä vaiheessa selvitetään kaikki erimielisyydet ja sovitaan ne. Esille otetut ja sovitut asiat kirjataan ylös.

9 POHDINTA

Opinnäytetyössä käsiteltiin onnistuneesti yleisellä tasolla suurkohteen perustustöiden eri vaiheita. Tässä työssä ei haluttu syventyä liian paljon yksittäisiin osa-alueisiin, jottei työn määrä kasva liian suureksi. Työssä on pyritty tuomaan esille työnjohtajalle oleellisia huomioitavia asioita eri vaiheista.

Opinnäytetyössä tulee hyvin esille aikajärjestyksessä tapahtuvat asiat ja mitä perustustyönjohtajan tulee ottaa selville sekä mitä sopia missäkin työvaiheessa. Työnjohtaja pystyy käyttämään opinnäytetyötä apuna suurkohteeseen valmistautuessaan sekä kohteen edetessä varmistaa tehtäviä toimenpiteitä kussakin työvaiheessa.

Työtä on tarkoitus vielä jatkojalostaa tilaajayrityksen jokapäiväiseen käyttöön. Tarkennuksia on tarkoitus tehdä yrityksen tarpeet ja lisäykset huomioiden.

Työtä tehdessä avautui uudella tapaa suurkohteiden saattaminen alusta loppuun asti. Työn jälkeen on helpompi aloittaa seuraava suurkohde, kun on perehtynyt yleisesti kaikkiin työvaiheisiin ja niissä vaikuttaviin tekijöihin.

Työn tekeminen opetti ennakoinnin ja suunnittelun tärkeyttä onnistuneen perustustyön edellytyksinä. Hyvin valmisteltu on jo puoliksi tehty.

LÄHTEET

Junnonen, J-M. & Kankainen, J. 2016. Urakoitsijan sopimusasiat. 4. painos. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry.

Rudus 2020. Betonoinnin paikallavaluohjeita. [PDF-dokumentti]. Luettu 25.11.2020. <https://www.rudus.fi>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Naulankanta. Raudoituksen limijatkokset, pienennetyt osavarmuuskertoimet. [PDF-dokumentti]. Luettu 1.12.2020. <https://www.naulankanta.fi>

Merikallio, T., Mannonen, R., & Johansson, K. 2018. Betonitekniikan oppikirja 2018. 7. painos. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

LIITTEET

Liite 1. Betonointipöytäkirja



PERUSTAVA OY, Teollisuustie 18, 16300 ORIMATTILA

BETONOINTISUUNNITELMA JA PÖYTÄKIRJA

Rakennekohtainen

Rakennusliike		Rakennusluvan no	
Rakennuskohde		Rakennusliikkeen vastaava työnjohtaja	
Osoite		Puhelinnumero	
Perustavan työnjohtaja		Puhelinnumero	


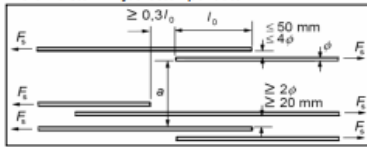
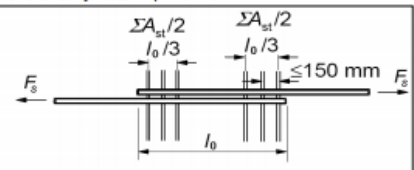
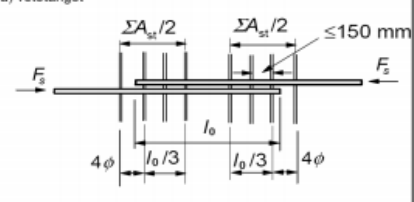
BETONOITAVA RAKENNE

PERUSTIEDOT BETONISTA (tilausta varten)	a) Kovettunut betoni	Lujuus- ja rakenneluokka	Pakkasenkestävyys	Vedenpitävyys	
		Muut ominaisuudet			
	b) Betonimassa	Notkeus	Suurin raekoko	Sementti	
		Lisäaineet ja annostus		Muut tiedot	
BETONITYÖT	SUUNNITELMA	PÖYTÄKIRJA			
Betonoitava osa					
Betonimäärä	m ³				
Betoinnin alkaminen ja päätyminen	klo	Alkaa	Päätyy	Alkoi	Päätyi
Valupäivä	pvm				
Ilman lämpötila / Betonimassan lämpötila	°C	Ilma	Betonimassa	Ilma	Betonimassa
JÄLKIHOITO					
	Betonin lämpötilan seuranta				
	Perustavan lämpövahti		* Perustava vastaa lämpötilan kehityksestä jäätymislujuuteen asti		
ERITYISMENETELMÄT					
	Perustavan lämpömuotti				
	Lämmityskaapelit				
	Suojaus				
Häiriöt, varautuminen / toimenpiteet	Lisälämmitys				
Muottien purku / jäätymislujuus 5Mpa*					

Paikka ja aika _____
Perustavan työnjohtajan allekirjoitus _____

Paikka ja aika _____
Rakennusliikkeen vastaavan työnjohtajan allekirjoitus _____

Liite 2. Raudoituksen limijatkokset, pienennetyt osavarmuuskertoimet.

		Työn nro	Rakennelaskelmat					
		Tekijä	HH	Pos.				
Rakennuskohde		Päiväys	16.11.16					
		Sisältö	Sivu					
Lähde SFS-EN 1992-1-1 + FIN NA		Laatija Henri Huoso						
PÄÄRAUDOITUKSEN LIMIJATKOKSET, PIENENNETYT OSAVARMUUSKERTOIMET								
"Hyvät" tartuntaolosuhteet, teräs B500B, jatkospituus l_0 [mm]								
	T6	T8	T10	T12	T16	T20	T25	T32
C12/15	560	750	930	1120	1490	1860	2330	2980
C16/20	470	620	770	930	1230	1540	1920	2460
C20/25	400	530	670	800	1060	1330	1660	2120
C25/30	350	460	570	690	920	1140	1430	1830
C30/37	310	410	510	610	810	1010	1270	1620
C35/45	280	370	460	550	730	920	1140	1460
C40/50	250	340	420	500	670	840	1050	1340
C45/55	240	310	390	470	620	770	970	1240
C50/60	220	290	360	440	580	720	900	1150
C55/67	210	280	350	420	560	700	870	1110
C60/75	210	270	340	410	540	680	840	1080
C70/85	210	270	340	410	540	680	840	1080
C80/95	210	270	340	410	540	680	840	1080
C90/105	210	270	340	410	540	680	840	1080
"Huonot" tartuntaolosuhteet, teräs B500B, jatkospituus l_0 [mm]								
	T6	T8	T10	T12	T16	T20	T25	T32
C12/15	800	1070	1330	1600	2130	2660	3320	4250
C16/20	660	880	1100	1320	1760	2200	2740	3510
C20/25	570	760	950	1140	1520	1890	2370	3030
C25/30	490	660	820	980	1310	1630	2040	2610
C30/37	440	580	730	870	1160	1450	1810	2310
C35/45	400	530	660	790	1050	1310	1630	2090
C40/50	360	480	600	720	960	1190	1490	1910
C45/55	330	440	550	660	880	1100	1380	1760
C50/60	310	420	520	620	830	1030	1290	1650
C55/67	300	400	500	600	800	1000	1240	1590
C60/75	290	390	480	580	770	960	1200	1540
C70/85	290	390	480	580	770	960	1200	1540
C80/95	290	390	480	580	770	960	1200	1540
C90/105	290	390	480	580	770	960	1200	1540
<p>Vierekkäisten limijatkosten periaate.</p> 				<p>Poikittaisraudoitus limitysalueella, joka sijoitetaan jatkettavan raudituksen ja betonin pinnan väliin.</p>  <p>a) vetotangot</p>  <p>b) puristustangot</p>				
<p>HUOM! Jos jatkettavien tankojen väli $\leq 10 \phi$ ja samassa poikkileikkauksessa jatketaan $> 50\%$ raudituksesta, muodostetaan poikittaisraudoitus ylöstaivutetuilla haoilla, jotka ankkuroidaan poikkileikkaukseen.</p>								
Jakoraudituksen jatkospituudet l_0 [mm]								
$\phi \leq 6$	150	vähintään 1 verkon silmäväli						
$6 < \phi \leq 8.5$	250	vähintään 2 verkon silmäväliä						
$8.5 < \phi \leq 12$	350	vähintään 2 verkon silmäväliä						