



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

BETONIRUNKOTYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS

TEKIJÄ: Mikko Kytölä ERR12SR

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Mikko Martti Kytölä	
Työn nimi Betonirunkotyövaiheen laadunvarmistus	
Päiväys 13.3.2016	Sivumäärä/Liitteet 25/38
Ohjaaja(t) Matti Mikkonen lehtori; Arto Puurula rakennetekniikan yliopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kehitysinsinööri Tomas Fagerström, YIT Rakennus Oy, Toimitilat	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua betonirunkovaiheessa käytettyihin laadunvarmistusmenetelmiin sekä parantaa YIT:n työmaiden betonirunkovaiheen laadunvalvontaa.</p> <p>Työ tehtiin perehtymällä kokemuksiin, materiaaleihin ja tietoihin, joita saatiin YIT:n runkovaiheessa olevalta työmaalta. Työmaa sijaitsi Helsingissä. Esimerkkikohteen lisäksi tietoa ja materiaalia saatiin YIT:n järjestämästä sisäisestä laatukoulutuksesta. Työssä käytettiin apuna myös muita luotettavia rakennusalan lähteitä. Työssä laadittiin ohjeistus yhdistelmärakenteisen runkovaiheen laadunvarmistusmenetelmistä. Menetelmästä tarkasteltiin paikallavaluholvit ja betonielementtiasennukset. Paikallavaluholveista selostettiin vaiheittain muottityö, raudoitustyö ja betonointi sekä näiden lisäksi betonielementtiasennukset.</p> <p>Työn avulla tilaaja tietää laadunvarmistukseen liittyvät tarkastuskohdat sekä käytettävät valvontamenetelmät. Hyödyntämällä tuotettua ohjeistusta tilaaja voi vähentää runkovaiheessa olevien työmaiden laatuvirheiden määrää sekä pystyy reagoimaan ajoissa laatupoikkeamiin.</p> <p>Opinnäytetyössä laadittu ohjeistus on luottamuksellinen.</p>	
Avainsanat rakentaminen, runkovaihe, yhdistelmärakenteinen runkovaihe, laadunvarmistus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Mikko Kytölä			
Title of Thesis Quality Control of the Concrete Frame Building Phase			
Date	13 March 2016	Pages/Appendices	25/38
Supervisor(s) Mr. Matti Mikkonen, Lecturer; Mr. Arto Puurula, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners YIT Rakennus Oy, Mr. Tomas Fagerström, Development Engineer			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this project was to study the quality control methods of building concrete frames and also to improve the quality control process on the YIT construction sites.</p> <p>The project was done by getting familiar with experiences, materials and information from one of the building sites of YIT. The building site is in Helsinki. Information and materials concerning the project was also gathered from YIT's quality education for employees. Other reliable sources of construction work were used as well. In this project directions were drawn up for the quality control of the combination construction in the frame facet (where in situ cast concrete floors and precast concrete installations were examined). In situ cast concrete floors, concrete slab formworks, reinforcement works of concrete subfloors, concreting works and precast concrete installation works were also clarified step by step in this project.</p> <p>With the help of this project the commissioner knows the check up points of quality control and the related methods. By using the directions the commissioner can lower the amount of flaws in quality on the building sites and can react on time if needed.</p> <p>The set of directions which were drawn up in this final project are confidential.</p>			
Keywords construction, concrete frame, combination construction, quality control method			

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
1.1	Tausta ja tavoitteet	5
1.2	Toimeksiantaja	5
2	YLEISTÄ BETONIRAKENTEISTA	6
2.1	Betonirakenteet	6
2.2	Betonirunko	7
3	RAKENNUSTYÖMAAN LAATU	8
3.1	Laatu käsitteenä	8
3.2	Rakentamisen laatukäsitteet	8
3.3	Laadunvarmistus rakennustyömaalla	9
3.4	Viranomaisten edellyttämät laadunvarmistustoimenpiteet	10
3.5	Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet	12
4	PAIKALLAVALUHOLOVI - BETONIRUNGON PAIKALLAVALUN LAATUVAATIMUKSET	14
4.1	Muottityö	14
4.2	Rauditus	15
4.3	Betonointi	17
4.4	Laadunvalvonta betonointityössä	19
5	BETONIELEMENTTIRAKENTAMINEN	20
5.1	Elementtiasennukset ja sitä koskevat määräykset	20
5.2	Runkovaiheen rakentaminen	20
5.3	Elementtiasennuksen toleranssit ja toleranssien määritelmät	21
6	YHTEENVETO, POHDINTA SEKÄ JATKOTUTKIMUSHAASTEET	23
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	25

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö tehdään YIT Rakennus Oy:lle. Työn aiheena on Betonirunkotyövaiheen laadunvarmistus. Opinnäytetyön aihe valittiin yhteistyössä YIT Rakennus Oy:n kehitysinsinööri Tomas Fagerströmin kanssa. Aiheen valintaan vaikuttivat tilaajan tarpeet ja toiveet, aiheen ajankohtaisuus sekä mahdollisuus toteuttaa tilaajan toivoma materiaali.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua betonirunkotyövaiheessa käytettyihin laadunvarmistusmenetelmiin sekä laatia ohjeistus runkotyövaiheen laadunvarmistuksen keskeisimmistä toimenpiteistä. Tavoitteena on, että ohjeistusta hyödyntämällä voidaan parantaa YIT:n työmaiden betonirunkovaiheen laadunvalvontaa, voidaan reagoida laatupoikkeamiin ajoissa sekä pienentää laatuvirheiden määrää. Työssä perehdytään betonirunkotyövaiheisen työmaan paikallavaluholvien sekä betonielementtiasennusten yhdistelmä rakenteen laadunvarmistukseen.

Opinnäytetyö toteutetaan perehtymällä YIT Rakennus Oy:n betonirunkovaiheessa olevaan työmaahan. Esimerkki kohteesta saatavien kokemusten, materiaalien ja tietojen lisäksi työssä käytetään myös muita rakennusalan luotettavia lähteitä apuna. Työssä käsitellään paikallavalun ja betonielementtiasennusten laadunvarmistusta, rakennustyömaan laatuksitteita sekä laadunvarmistustoimenpiteitä lähdeaineistojen pohjalta. Tuotoksessa käsitellään laatuvaatimukset, valvontamenetelmät, työtä edeltävät, työnaikaiset ja työnjälkeiset laadunvarmistus toimenpiteet, riskit ja laatu poikkeamat, runkovaiheen laadunvarmistuksen toimintaohje sekä noudatettavat asiakirjat. Tuotos (ohjeistus) on julkaisematonta materiaalia ja tulee vain tilaajan käyttöön.

1.2 Toimeksiantaja

Työn tilaajana on YIT Rakennus Oy, Toimitilat yksikkö. Opinnäytetyössä käytän esimerkkinä YIT Rakennus Oy:n Helsingissä sijaitsevaa kerrostalotyömaata. YIT on kansainvälinen rakennusalan yritys, jolla on yli sadan vuoden kokemus rakennusalalta. Yritys luo kestävästä kaupunkiympäristöstä rakentamalla asuntoja, toimitiloja, infrastruktuuria sekä kokonaisia alueita. Suomessa YIT on suurin asuntojen rakentaja ja suurimpia toimitila- ja infrarakentajia. Venäjällä se on suurin ulkomainen asuntorakentaja. YIT:n toiminta-alue kattaa Suomen ja Venäjän lisäksi myös Baltian maat, Tšekin, Slovakian ja Puolan. Vuonna 2014 yritys työllisti noin 6 000 henkilöä ja liikevaihto oli noin 1,8 miljardia euroa. (YIT 2015 www-sivut.)

2 YLEISTÄ BETONIRAKENTEISTA

2.1 Betonirakenteet

Betonirakentaminen sisältää sekä paikallarakennettaviin betonirakenteisiin että betonielementteihin kohdistuvat, työmaalla tehtävät työlajit. Betonirakentaminen voi olla kahdenlaista. Ensimmäinen tapa on tehdä betonirakenteet työmaalla, paikan päällä. Toinen tapa puolestaan rakentaa valmiista betonielementeistä. Lopputuotteen eli valmiin rakenteen tai rakenneosan onnistuminen edellyttää suunnitelmien, laadun, tekniikan sekä työsuunnittelun ja -suoritusten joustavaa niveltämistä toisiinsa, ottaen huomioon niin rakentamisaikaiset kuin myös käytönaikaiset olosuhteet. Yleisimmin betonirakenteet ovat teräsbetonirakenteita. Toimintaperiaate teräsbetonirakenteilla on yksinkertaistettuna seuraavanlainen: teräkset ottavat vastaan vetorasitukset ja betoni puristusrasitukset. Ominaista teräsbetonirakenteille on suuri ominaispaino, mistä johtuen sillä on muun muassa hyvät lujuus-, jäykkyys-, palonkesto- ja ääneneristävyysominaisuudet. Teräsbetonia käytetään monipuolisesti rakentamisessa. Sitä voidaan käyttää kolmella eri tavalla:

- Paikallavalurakentamiseen (työmaalla tehdään anturat, lattiat ja rakennuksen runko),
- Elementtirakentamiseen (rakennuksen runko ja julkisivut ovat elementeistä) tai
- Yhdistelmärakenteisiin (runkorakenteissa käytetään betonielementtien, teräksen tai paikallavaleetun betonin yhdistelmää). (Suomen Betoniyhdistys 2004, 101.)

Opinnäytetyöni keskittyy paikallavaluholvien ja betonielementtien yhdistelmärakenteeseen (kuva 1).



KUVA 1. Paikallavaluholvien ja betonielementtien yhdistelmä rakenne (Kytölä 2015-06-11)

Teräsbetoni on kahden erilaisen materiaalin yhdistelmä. Perusedellytys yhdistämiselle on, että teräksen ja betonin lujuusominaisuudet täydentävät sopivasti toisiaan. Tartunta, betonin raudoitusta suojaava vaikutus ja suunnilleen yhtä suuri lämpöpieneneminen ovat välttämättömiä tekijöitä, jotta betonin ja raudoituksen staattinen yhteistoiminta olisi moitteetonta. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 250.)

2.2 Betonirunko

Rakennus voidaan jaotella runkoon ja runkoa täydentäviin rakenteisiin. Perustusten yläpuolista kuormia kantavaa ja jäykistävää rakennuskokonaisuutta kutsutaan rungoksi (kuva 2). Päätehtävä rungolla on siirtää kaikki rakennukseen kohdistuva voima perustuksille. Rakennuksenrungot voidaan jaotella runkotyyppeihin, joilla on omat rakennetekniset toimintatavat. Rungot koostuvat rakennusosista kuten palkeista, pilareista, laatoista ja seinistä. Laatat ja palkit ovat vaakarakenteisia, seinät ja pilarit pystyrakenteita. Rakennusosat voivat liittyä paikallavalurakentamisessa toisiinsa joko "monoliittisesti" yhtenäisenä valuna, valusaumojen ja tartuntaraidoituksen toimesta tai työsaumaraudoitteen avulla. Elementtirakentamisessa rakenneosat liitetään toisiinsa liitosten avulla työmaalla. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 75.)



KUVA 2. Rakennuksen runko (Kytölä 2015-07-21)

Betonirakentamisessa tulee huomioida edeltävät ja seuraavat työvaiheet. Työt toteutetaan noudattamalla valmistajien ohjeita sekä työ- ja ympäristöturvallisuusmääräyksiä. Työnaikaisilla laadunvarmistustoimilla varmistetaan betonirakentamisen töiden laatu-, turvallisuus- ja ympäristövaatimusten täyttymiset. Ennen töiden aloittamista käydään läpi laatuvaatimukset. Näiden toteutumista seurataan työn aikana ja poikkeamat korjataan välittömästi. Työn tulee täyttää sopimusasiakirjoissa sille asetetut vaatimukset. Käytettävät materiaalit tulevat olla standardien mukaisia, laadultaan käyttökelpoisia ja yhteensopivia. (Hartikainen, Hämäläinen, Kokkonen, Lamberg, Lahtinen, Lehtinen, Lönnström, Soila, Utriainen 2014,114.)

3 RAKENNUSTYÖMAAN LAATU

3.1 Laatu käsitteenä

Laatua, myös rakentamisen laatua, voidaan tarkastella useasta eri näkökulmasta. Toisille laatu merkitsee sitä, että annetut työt ja työtehtävät tehdään kerralla kuntoon ja toisille taas sitä, että se mikä luvataan, se pidetään. Laatutekniikka tarkoittaa niitä kaikkia toimenpiteitä, joilla pyritään takaamaan käyttötarkoitukseen soveltuva tuote. Laatu perustuu asiakkaan tarpeisiin, taloudellisuuteen sekä yhteiskunnan asettamien vaatimusten täyttämiseen. Ensisijaisena tavoitteena pidetään asiakkaan tarpeisiin vastaamista. Kaikki tuotteen valmistusvaiheisiin liittyvät välilliset asiakkaat, myös lopputuotteen käyttäjä, ovat asiakkaita. Esimerkiksi betonielementti siirtyy tehtaalta ensin rakennusliikkeelle, seuraavaksi rakennuttajalle ja lopuksi käyttäjälle. Sisäisen asiakkaan periaate tarkoittaa sitä, että seuraavan työvaiheen tekijä on edellisen työvaiheentekijän asiakas. Tällöin edellisen työvaiheen huonosta laadusta koituu lisätöitä ja -kustannuksia seuraavaan vaiheeseen. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 150.)

3.2 Rakentamisen laatukäsitteet

Rakentamisen laatukäsite voidaan jakaa neljään osaan: suunnittelun laatuun, tuotannon laatuun, asiakkaan laatuun sekä ympäristön laatuun. Suunnittelun laatu tarkoittaa sitä, että rakennushankkeen suunnitelmat ja rakennustoimet ovat tilaajan tarpeiden ja toivomusten mukaisia ja että ne täyttävät viranomaisten asettamat vaatimukset noudattaen samalla hyvää rakennustapaa. Tärkeää on, että suunnitelmien mukaiset rakenteet ovat turvalliset sekä ottavat huomioon rakentamisen jälkeisen käytön ja koko rakennuksen elinkaaren. Laadukkaiden suunnitelmien tulee olla toteutuskelpoisia ja ristiriidattomia sekä riittävän tarkkoja työmaan tarpeisiin. Tuotannon laadulla tarkoitetaan sitä, että rakennustyö toteutetaan suunnitellussa aikataulussa, pysytään sovituisissa kustannustavoitteissa turvallisesti. Tuotannon laadun tarkkailu takaa, että edetään laatutavoitteiden mukaisesti noudattaen hyvää rakennustapaa. Lisäksi tuotannon laadulla tarkoitetaan, että työssä käytetään kohteeseen soveltuvia työmenetelmiä, olosuhteet vastaavat työn ja materiaalien vaatimuksia ja työ voidaan toteuttaa ilman häiriöitä. Turvallisuus rakennuskohteessa pitää sisällään niin työntekijöiden, rakennuksen käyttäjien kuin rakennustyön vaikutuspiirissä olevien turvallisuuden sekä niiden lisäksi myös kohteen ympäristön turvallisuuden. Asiakkaan laadulla tarkoitetaan sitä, että lopputulos vastaa asiakkaan vaatimuksia. Asiakaskeskeistä laatua on myös se, että yhteistyö hankkeen osapuolten välillä toimii ja tilaaja pidetään tietoisena hankkeen kulusta. Tärkeä osa asiakkaan kokemaa laatua on myös lisä- ja muutostöiden hallinta. Rakentamisessa ympäristökeskeinen laatu muodostuu toimista, joilla täytetään yhteiskunnan ja toimintaympäristön rakennushankkeille asettamat vaatimukset ja odotukset. (Hartikainen ym. 2014,11.)

Tekninen ja visuaalinen laatu lopputuotteessa on toiminnan laatua helpommin arvioitavaa rakennushankkeen laatua. Hankkeen lopputuloksen tulee vastata suunnitteluasiakirjojen suunnitteluratkaisuja ja laatuvaatimuksia, hyväksytyä mallityötä ja hyvää rakennustapaa. On tärkeää, että laatuvaati-

mukset on yksiselitteisesti määritelty ja että suunnitelmien mukaisilla työmenetelmillä saavutetaan nämä vaatimukset.

Hankkeen laatua voidaan edellisten laadunmittareiden lisäksi mitata myös esimerkiksi työaikaisten laatupoikkeamien ja -virheiden sekä korjaustoimien määrällä, palaute- ja asiakastyytyväisyysmittauksilla sekä työmaakohtaisilla laatumittareilla. Työturvallisuuden osalta laatua voidaan mitata TR-mittauksilla. Ympäristövaatimusten ja työmaan siisteys- ja järjestysvaatimusten osalta laatua voidaan mitata YTR-mittauksilla, lopputarkastuksen virheiden määrällä sekä takuukustannusseurannalla. (Hartikainen ym. 2014,11.)

Yritystasolla laadun hallinta on moniulotteisuuden vuoksi pilkottava pieniin osiin, jotta yritys pystyy määrittelemään laadun osa-alueen, jolla se kilpailee. Ihmisten ja yritysten käsitys laadusta usein vaihtelee, joten yrityksissä on tietoisesti johdettava ja seurattava laatua. Jotta laadun kehittämisessä vältettäisiin väärät toimenpiteet sekä resurssien tuhlaukset ja saavutettaisiin haluttu lopputulos, on yrityksen määriteltävä laatu asiakkaan kanssa yhteneväiseksi. Usein asiakkaat kokevat laadun laaja-alaisesti, pohjautuen muihin kuin teknisiin asioihin. Laatu määritellään sellaisena kuin asiakas sen kokee. (Junnonen ja Kankainen 2001, 6.)

Asiakkaita, lopputuotteen käyttäjien lisäksi, ovat myös organisaation muut henkilöt eli yrityksen sisäiset asiakkaat. Yrityksen laatuketjut syntyvät, kun sisäisellä asiakkaalla on edelleen omat sisäiset asiakkaansa. Jotta virheiltä välttyttäisiin, tai ainakin ne voitaisiin minimoida, on toiminta suunniteltava etukäteen. Suunnittelun tulos kuvataan laatujärjestelmässä tai laatusuunnitelmassa. (Junnonen ja Kankainen 2001, 7.)

3.3 Laadunvarmistus rakennustyömaalla

Laadunvarmistukseen kuuluvat kaikki ne tarpeelliset toimenpiteet, joilla saavutetaan riittävä varmuus rakennukselle asetettujen laatuvaatimusten täyttymiselle. Laaduntarkastus eli laadun mittaminen ja vertaaminen sovittuihin tai asetettuihin vaatimuksiin liittyy myös laadunvarmistukseen. Laadunvarmistaminen ei kuitenkaan ole pelkästään tarkastamista vaan varmistaminen vaatii myös laatuvaatimusten selvittämistä ja niiden kertomista työntekijöille sekä osapuolten yhteistoiminnan kehittämistä. (Rakennustieto.)

Laadunvarmistuksen päätehtäviin rakennustyömaalla kuuluu laadunvarmistustoimenpiteiden selvittäminen, suoritettujen toimenpiteiden ymmärtäminen ja varmistaminen sekä laaduntarkastuksen suorittaminen. Sen lisäksi laatuvirheiden kirjaaminen, syiden selvittäminen sekä laatudokumenttien keräys, analysointi ja käyttö ovat osa laadunvarmistusta rakennustyömaalla. Päätehtävät rakennustyömaalla alkavat laadunvarmistuksen suunnittelusta ja päättyvät rakennuksen käyttöön. Laadunvarmistuksen tavoitteena rakennustyömaalla on hankkeen laatuvaatimusten varmistamisen lisäksi myös informaation kulku systemaattisesti ja moitteettomasti rakennuttajan, suunnittelijan ja urakoitsijoiden välillä. Tavoitteisiin laadunvarmistuksessa kuuluu myös se, että ongelmat ja virheet, jotka johtuvat epätäsmällisistä, väärinymmärretyistä tai puutteellisista tiedoista, saadaan poistettua. (Junnonen ja Kankainen 2001, 36.)

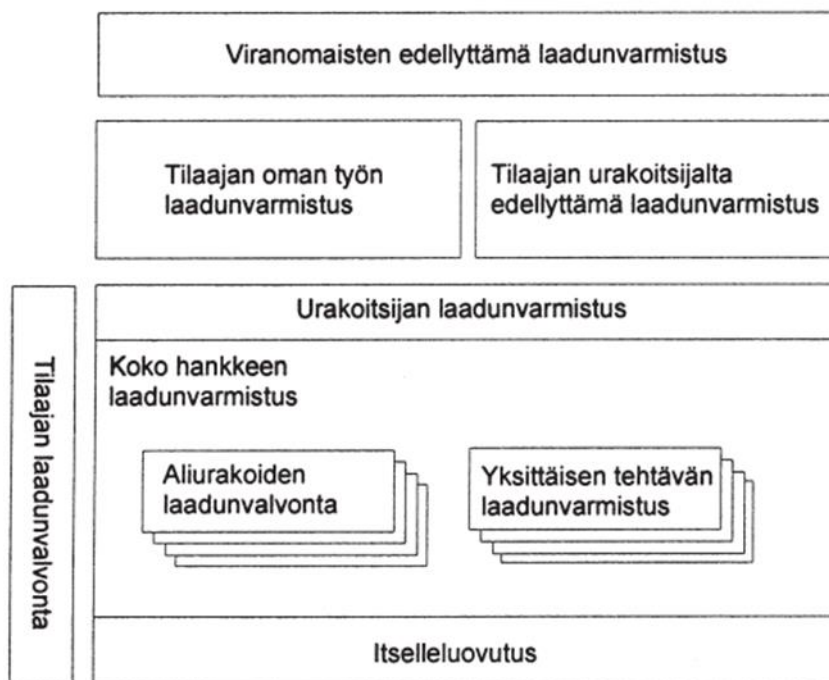
3.4 Viranomaisten edellyttämät laadunvarmistustoimenpiteet

Yleinen ohjaus rakentamisessa perustuu säädettyjen lakien, asetusten ja rakentamismääräysten ta-soisiin säädöksiin. Asetusten ja lakien avulla on tarkoituksena pyrkiä varmistamaan rakentamisessa edellytetty vähimmäistaso. Näitä koskevat tarkemmat tekniset määräykset löytyvät Suomen raken-tamismääräyskokoelmasta. Maankäyttö- ja rakennuslaki vaatii, että rakennustyö on tehtävä siten, että se täyttää lain ja sen nojalla määräysten, säännösten ja hyvän rakennustavan vaatimukset. Ra-kennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL) ovat merkittävänä lähteenä hyvän rakennustavan mää-rittelyyn.

Ensisijainen tehtävä viranomaisilla on varmistaa rakennushankkeessa olevien asiantuntemus ja am-mattitaito sekä huolehtia siitä, että rakennushankkeessa noudatetaan asetettuja toimintavelvoitteita. Viranomaiset määrittävät vain minimitason, minkä rakennushankkeen on täytettävä, mutta halutes-saan urakoitsija ja rakennuttaja voivat korottaa lain ja asetusten osoittamia vähimmäistasoja. Ra-kentamisen laatu varmistetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman A1 -säännöstiedoston mu-kaan seuraavasti:

- rakennushankkeessa mukana olevien vastuita korostamalla
- rakennusalan kehittämiä laatu-, turvallisuus- ja ympäristöjärjestelmiä hyödyntämällä
- edellyttämällä rakentamisen eri tehtävissä vaadittavia kelpoisuuden osoittamista
- valvonnalla, joka kohdistuu rakentamiseen sekä
- valvonnalla, joka tukee hyvää laatua.

Rakennushankkeeseen ryhtyvälle suunnittelijalle ja urakoitsijalle asettaa maankäyttö- ja rakennusla-ki määräyksiä. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä tarkoitetaan hankkeen alullepanijaa, usein tämä on sama kuin rakennuttaja. Laissa on asetettu rakennuttajalle erityinen huolehtimisvelvollisuus. Sen mukaan rakennuttajan on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakenta-mista koskevien säännösten, määräysten ja myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennuttajan huolehti-misvelvollisuuteen kuuluvat myös rakennustyön valvonta, työtuloksien tarkistaminen ja todentami-nen sekä käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuksien toteaminen. Rakennuttajalla tulee myös ol-la käytössään pätevä henkilöstö ottaen huomioon rakenteen vaativuus. Pätevyys arvioidaan koke-muksen ja koulutuksen perusteella. (Rakennustieto.)



KUVIO 1. Työmaan laadunhallinnan osatekijät (Junnonen 2001, 445)

Viranomaisten edellyttämät tärkeimmät laadunvarmistukseen liittyvät toimenpiteet ovat aloituskokous, rakennustyön tarkastusasiakirja sekä laadunvalmistusselvitys (kuvio 1). Rakennusluvassa, tai ennen rakennustyön aloittamista tarvittaessa pidettävässä aloituskokouksessa, voidaan tarkentaa mitä rakennuttajalta vaaditaan huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi. Aloituskokouksessa on tarkoitus täsmentää ja varmentaa eri seikat, joita rakennushankkeeseen ryhdyttävän tulee huomioida. Rakennuslupapäätöksessä voidaan myös suoraan määritellä täsmennykset. Viran-omainen harkitsee aloituskokouksen tarpeellisuuden. Siihen vaikuttavat muun muassa hankkeen vaativuus, rakennuttajan käytössä oleva asiantuntemus, toteuttajien pätevyys sekä muut rakentamisen lopputulokseen vaikuttavat osa-alueet. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on sovittava ajankohta aloituskokoukseen kunnan rakennusviranomaisten kanssa ja pidettävä kokous ennen rakennustöiden aloittamista. Kokouksessa tulee olla paikalla rakennushankkeeseen ryhtyvä tai tämän edustaja, rakennuksen pääsuunnittelija sekä vastaava työnjohtaja. Hankkeen laadusta ja laajuudesta riippuen voidaan tarpeen mukaan kutsua myös erityissuunnittelijat ja niiden vastaavat, erityisalojen työnjohtajat, urakoitsijoiden edustajat sekä viranomaisten ja rakennusvalvonnan edustajia. Aloituskokouksessa käydään läpi ja merkitään pöytäkirjaan lupa-asiakirjoissa rakennushankkeeseen ryhtyvälle määrätyt velvoitteet, hankkeen suunnitteluun ja keskeiset osapuolet, vastuuhenkilöt, työvaiheen tarkastuksia tekevät henkilöt sekä muut selvitykset ja toimenpiteet rakentamisen laadusta huolehtimiseksi. Pöytäkirja aloituskokouksesta on kirjallinen sitoumus niistä selvityksistä ja toimenpiteistä, joilla rakennushankkeeseen ryhtyvä täyttää huolehtimisvelvollisuutensa. (Rakennustieto.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Sitä koskeva käytäntö vaihtelee tapauskohtaisesti: sovellettava menettely joko määrätään rakennuslupapäätöksessä tai sitten

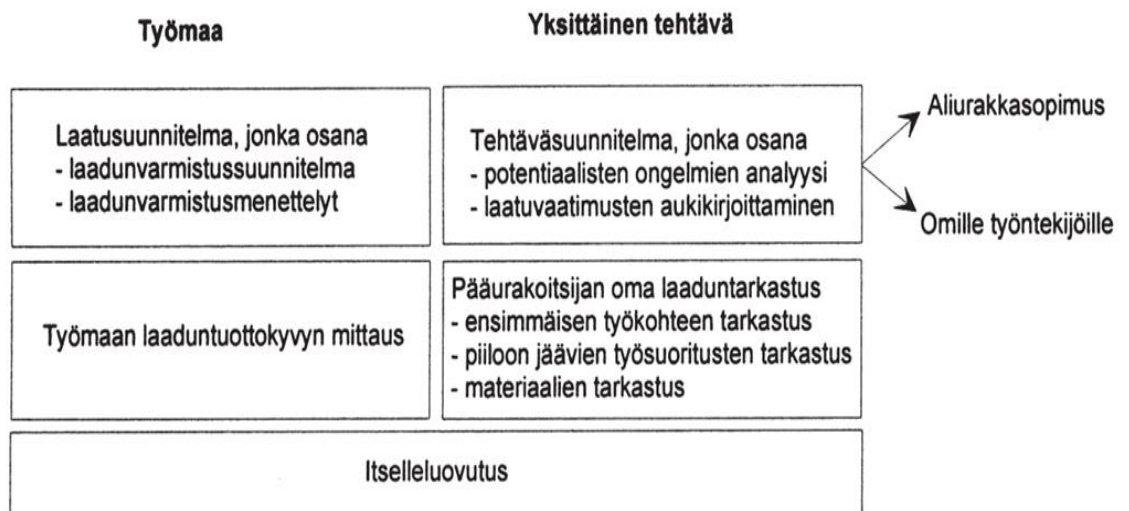
se sovitaan viranomaisten pitämässä työmaan aloituskokouksessa. Tarkoituksena ja tavoitteena tarkastuspöytäkirjalle on yhtenäistää ja helpottaa rakentamisen valvontakäytäntöä ja asioiden kirjaamista. Työvaiheita koskevat tarkastukset, merkinnät katselmuksista ja viranomaisten tekemät tarkastukset tulee merkitä tarkastusasiakirjaan. Hankkeen laadusta ja laajuudesta riippuen tulee tarkastusasiakirjaan sisältää ne asiat, joiden avulla voidaan todeta, että rakennustyö on tehty säännösten, määräysten ja hyvän rakennustavan mukaisesti. Tarkastusasiakirja voi olla työmaapäiväkirja asianmukaisilla tarkistusmerkinnöillä, työmaan tarkistuslista tai erillinen tähän tarkoitukseen kehitetty lomakkeisto. Aloituskokouksessa sovitaan millaista tarkastusasiakirjaa työmaasta pidetään. (Rakennustieto.)

Laadunvarmistusselvitys on erityismenettely, jonka rakennusviranomaisen vaatii, jos aloituskokouksessa osoitettujen määräysten mukaan ei voida olettaa, että rakentamisessa saavutetaan haluttu laatutaso. Laadunvarmistusselvitys voi koskea joko koko hanketta tai sen laajaa työvaihetta. Työtä ei saa aloittaa ennen kuin rakennusvalvontaviranomainen on hyväksynyt työtä tai työvaihetta koskevan selvityksen. (Rakennustieto.)

3.5 Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet (kuvio 2) jakaantuvat sekä työmaata koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin että yksittäistä tehtävää koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE) edellyttävät urakoitsijaa esittämään vaadittaessa laadunvarmistuksensa kirjallisesti. Toisin sanoen urakoitsijan on tehtävä laatusuunnitelma. Lisäksi YSE edellyttää urakoitsijan laadunvalvontaa. Laadunvalvonnan keinot ovat erilaisia tarkastuksia, mittauksia sekä katselmuksia. Laatutodistusten tarkastus ja arkistointi liittyvät myös laadunvalvontaan. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot antavat laadunvalvonnan osalta määräyksiä, jotka ovat seuraavat:

- Ennen rakennuttajalle tapahtuvaa luovutusta on urakoitsijan tehtävä itselleluovutus.
- Tilaajalle on kerrottava havaituista vakavista laatuvirheistä ja niiden korjaustoimenpiteistä.
- Rakennustavarat ja rakennusosat on tarkastettava ennen kiinnitystä.
- Työmaalta on välittömästi poistettava epäkelvot tarvikkeet ja rakennusosat.
- Toiminnallinen tarkastus järjestelmille ja laitteistolle tehdään käyttökokein.
- Laatukokeet, jotka on mainittu sopimusasiakirjoissa, kustantaa urakoitsija. Rakennuttajalla on kustannusvastuu ylimääräisistä kokeista jos urakoitsijan työ vastaa vaatimuksia.



KUVIO 2. Urakoitsijan laadunvarmistuksen keinot (Junnonen 2001, 448)

4 PAIKALLAVALUHOLOVI - BETONIRUNGON PAIKALLAVALUN LAATUVAATIMUKSET

4.1 Muottityö

Muotit voidaan jaotella eri tyypeihin esimerkiksi muottimateriaalin, käyttökertojen lukumäärän, muottiyksikön koon, rakennuskohteen, rakenneosan tai tukisuunnan mukaan. Vaakamuotti on rakenteeltaan ja kuormitukseltaan erilainen kuin pystymuotti. Vaakamuotti tukee betonimassaa alhaalta ja pystymuotti sivuilta päin. Muottijärjestelmä määrittelee muottiosien mitoituksen, muotoilun, rakenteen ja erikoispiirteet. Perusominaisuudet ja perusosa ovat silti kaikissa samanlaiset. Muotin perusosien tehtävänä on vastaanottaa muottiin kohdistuvat kuormitukset ja siirtää ne alla oleville rakenteille. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 211.)



KUVA 3. Muottityöt käynnissä (Kytölä 2015-07-08)

Kuvassa 3. ovat paikallavaluholvin muottityöt kesken. Kuvassa on nähtävillä vaakamuotin rakenteet: muottipinta, koolaukset, niskapalkit sekä pystytuet. Muotit tehdään, asennetaan ja tuetaan suunnitelmien mukaan niin, että ne kestävät raudoituksen ja betonoinnin aiheuttamat kuormitukset. Sen lisäksi valun tulee täyttää sille asetetut mittatarkkuusvaatimukset. Muottien paikat mitoitetaan sekä merkitään alle jääviin rakenteisiin, ne tuetaan riittäväillä tukirakenteilla ympäröivään rakenteisiin ja maahan. Suunnitelmien mukaisilla muottivälikkeillä estetään muotin liika kiristämien. Muottisiteillä ja koolauksella estetään leviäminen valun aikana. Ristimitauksella tarkistetaan muottien suorakulmaisuus ja muu mittatarkkuus muilla riittäväillä mittauksilla työn aikana. Nurkat voidaan tarvittaessa tiivistää silikonilla tai kolmiorimoilla nurkkien vaurioitumisriskin välttämiseksi. Muotiniirrotusaineiden käytön tarve riippuu muottimateriaalista. Öljytessä muotteja tulee varoa likaamasta ympäröiviä rakenteita. Raudoitusta ei saa käsitellä muottiöljyllä.

Ennen betonointia tarkastetaan varausten, putkitusten, tartuntojen, raudoituksen ja lämmityksen suunnitelmien mukaiset sijainnit. Varausten kiinnittäminen tehdään alumiininauloilla. Muottien pohjien tulee olla ennen betonointia puhtaat, sulat ja lumettomat. Talviolosuhteissa muotit suojataan lumelta ja jäältä sekä varaudutaan talvioloihin. Kun betoni on saavuttanut vähintään 60 % nimellislu-

juudesta, voi muottirakenteen purkaa. Kun betoni on saavuttanut 5 MN/m^2 keskimääräisen puristuslujuuden, muottien ei-kantavat osat voidaan purkaa. Purku toteutetaan järjestyksessä niin, että rakenteelle ei aiheudu ylimääräistä kuormitusta. Purun jälkeen muottipinnat ja -runko puhdistetaan välittömästi painevedellä ja harjaamalla. Purkaessa ja puhdistessa varotaan vaurioittamasta muotimateriaaleja. (Ratu 1201-S Runkorakenteet, paikalla rakennettavat. Ratussa 2002, 37.)

4.2 Raudoitus

Määritelmän mukaan teräsbetonirakenteella tarkoitetaan rakennetta, mikä on suunniteltu niin, että betoni ja raudoitus vain yhdessä toimimalla kestävät rakenteelle tulevat rasitukset. (By 201, 243.)



KUVA 4. Laatan raudoitus (Kytölä 2015-07-23)

Laatan toimiva pituussuuntainen raudoitus on sijoitettu vetopuolelle (kuva 4). Alapinnassa koh-tisuorassa suunnassa ovat kuormia jakavat jakotangot päätankojen päällä. Jakotankoja ei käytetä yläpinnassa vedetyissäkään osissa. Puristustankoja ei laatoissa käytetä eikä niissä yleensä tarvita leikkausraudoitusta. Laatta voi myös toimia ristiinkantavana. Silloin se myös raudoitetaan ristiin, jolloin siinä on kahdessa suunnassa toimiva, jännityksiä vastaanottava raudoitus. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 204.)

Raudoitteiden laadunvarmistus kohteessa alkaa tarkastamalla SFS- tai STF- merkit nippulapuista. Käytettävien betoniterästen tulee olla joko SFS- tai STF- merkittyjä. SFS -merkki kertoo raudoitteessa olevan teräksen SFS -standardin mukainen. STF -merkintä tarkoittaa tyyppihyväksyntää. (Rakennustieto.) Raudoituksille on annettu sallitut mittapoikkeamat, joiden rajoissa asennustyö on pystyttävä toteuttamaan. Myös muiden työvaiheitten aikana raudoitukseen ei saa tulla sellaisia siirtymiä, mutkia tai taipumia, jotka ylittäisivät sallitut mittapoikkeamat. Rajoitukset koskevat pääraudoituksen sijaintia, betonipeitteen paksuutta sekä ankkurointi, jatkos- ja tartuntapituuksia. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 282.)

TAULUKKO 1. Pääraudoituksen sijainnin sallitut mittapoikkeamat (Suomen Betoniyhdistys 2004, 282.)

Mittauksen kohde	Toleranssit	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Raudoitteen mitat		
L < 500 mm	± 10	± 5
L = 500...1000 mm	± 15	± 10
L = 1000...2000 mm	± 20	± 15
L > 2000 mm	± 30	± 20
Ankkurointi-, jatkos-, tartun- tapituudet		
∅ ≤ 16 mm	- 20	- 20
∅ > 16 mm	- 40	- 40

Raudoitusta on vaikea, jopa mahdotonta korjata betonoinnin jälkeen, joten on välttämätöntä tarkastaa, että raudoitus on tehty suunnitelmien mukaisesti. Tärkeimmät asiat ja kohteet, joihin raudoitus-tarkastuksessa on kiinnitettävä huomioita (Suomen Betoniyhdistys 2004, 284.) ovat seuraavat:

Raudoituksen laadun tarkastus:

- suunnitelmien mukaiset teräslaadut
- tankojen pintaviat ja ruosteisuus
- tartuntaa heikentävät aineet tankojen pinnalla esim. jää, rasva, lika, kovettunut betoni.

Raudoituksen määrän tarkastus:

- läpimitat
- lukumäärät
- jakovälit.

Raudoituksen sijainnin tarkastus:

- suunnitelmien mukaiset asemat
- tankojen riittävät etäisyydet toisiinsa
- betonipeitteen oikea paksuus.

Raudoituksen mittojen tarkastus:

- riittävät ankkurointipituudet
- riittävät jatkospituudet
- riittävän suuret jatkossäteet.

Tuennan ja sidonnan tarkastus:

- riittävän tukevat asennustangot
- riittävän tiheä ja luja sidonta
- riittävän tiuha tukeminen.

Betonoinnin suorituksen varmistaminen:

- valua hankaloittavat raudoitusratkaisut

- liikkumista hankaloittavat esteet, poikittaiset asennustuet.

Raudoitustankojen laatu tarkistetaan työmaalle tulevien tankonippuihin kiinnitetyistä valmistetunnuslapuista. Tangon muoto, halkaisija ja mahdolliset taivutusosien pituudet, taivutuskulma, tangon katkaisupituus sekä tankojen lukumäärä tarkistetaan katkaisulistasta. Nippujen nosto toteutetaan taa-kan ympärille kiristyvillä ketju- ja liukurakseilla. Ennen raudoitustöiden alkua tarkistetaan raudoitteiden puhtaus ja se, että muottien läpimenot, kotelot, putkitukset ja muut vastaavat ovat suunnitelmien mukaiset. Raudoitustyö toteutetaan suunnitelmien mukaisesti. Työn aikana valvotaan raudoituksen suunnitelman mukaista etenemistä, suorutta, mittatarkkuutta, raudoituksen riittävää jäykkyyttä ja sitä, että betonivalun tai tiivistyksen aikana raudoitus ei pääse liikkumaan. Lisäksi varmistetaan, että raudoitteiden betonipeitteen paksuus on määräysten mukainen. Raudoituksen tulee mahdollistaa, että betonivalu ja valun tiivistys erityisesti varausten ja läpimenojen kohdalta voidaan toteuttaa suunnitelmien mukaisesti. Asennettujen terästen päät suojataan joko tulppaamalla tai taivuttamalla.

Raudoitteet voidaan jatkaa limijatkoksella, hitsijatkoksella, muhvijatkoksella tai verkkojen limijatkoksella. Limijatkoksessa tangot asetetaan vierekkäin ja sidotaan jatkospituuden verran toisiinsa kiinni, vierekkäisiä tankoja ei jatketa samalta kohdalta. Hitsijatkoksessa tangot hitsataan toisiinsa kiinni. Hitsiliitos vaatii hitsattavaa laatua olevat tangot. Muhvijatkoksessa tankojen päihin tehdään kierteet ja tangot kierretään muhviin, joissa on kartiomainen sisäkierre. Verkkojen limijatkoksessa verkko limitetään jatkoskohdassa yhden silmävälin, sivusuunnassa 1,5 silmäväliä. (Ratu 1201-S Runkorakenteet, paikalla rakennettavat. Ratussa 2002, 38.)

4.3 Betonointi

Vaakarakenteiden betonointi suunnitellaan ja toteutetaan siten, että kuivumiselle ja jälkihoidolle jää riittävästi aikaa ja rakenteita ei kuormiteta liian aikaisin. Valu aloitetaan tason yhdestä reunasta ja kaista kerrallaan edetään suoraviivaisesti toiseen reunaan. Betonimassa tiivistetään sauvatäryttimellä, jonka jälkeen kerroksen paksuus tarkastetaan. Paksuus voidaan tarkastaa joko etukäteen asennettujen korkolautojen tai koetinteräksen avulla. Korkolaudat poistetaan valun etenemisen mukaan. Raakavaluissa valu jää työsaumapinnalle, johon riittää oikolaudalla tai pitkävartisella hiertimellä tassaaminen. Lopullinen pinta voidaan hiertää suoraan runkobetonista, kunhan kohteen laatuvaatimukset ja suunnitelmat täyttyvät. (Ratu 0403 Betonointi. Ratussa 2012, 10.)

Paksuissa laatoissa ylin kerros voidaan tehdä runkovalun yhteydessä myös pintabetoniksi suhteitettuna massasta. Tällöin pinta voidaan tasata oikeaan korkeuteen ja tiivistää tuettuja johteita pitkän vedettävällä tärypalkilla tai sillalla. Johteet poistetaan ja niistä aiheutuneet kolot täytetään. Pinta hierretään, kun se on muuttunut himmeäksi ja veden erottuminen betonipintaan on lakannut. Liittyvät palkistot valetaan yleensä yhdessä laatan kanssa ilman työsaumaa. Palkit valetaan ensin, kerroksittain hyvin tiivistäen. Palkkiosan valmistuttua, betonin painumisesta aiheutuvan laatan ja palkin rajakohdan halkeilun estämiseksi pidetään valutauko. Betoninormien osoittama määrä koe-kappaleita betonin kelpoisuuden osoittamiseksi otetaan rakenteesta ja massamäärästä. Jos betoni ti-

lataan betonitehtaalta, ei koekappaleita yleensä tarvitse tehdä, koska betonitehtaat itse hoitavat tarvittavat kokeet. (Ratu 0403 Betonointi. Ratussa 2012, 11.)

Jälkihoidolla varmistetaan betonille edulliset kovettumisolosuhteet kuten riittävä kosteus. Tämä on tarpeen lujuudenkehitystä varten. Riittävä ja oikea lämpötila, betonipinnan suojaus sääolosuhteilta ja muilta ulkoisilta vaikutuksilta ovat myös osa jälkihoitoa. Sopiva jälkihoitoaika betonipinnalle on rakenteesta ja olosuhteesta riippuen yleensä 3-14 vuorokautta. Kastelemalla betonia ja eristämällä veden haihtuminen esimerkiksi muovilla peittäen tai ruiskuttamalla jälkihoitoaine, saadaan betonille riittävä kosteus lujuudenkehitystä varten. (Ratu 0403 Betonointi. Ratussa 2012, 11.)

Lämpötilan laskiessa alle +5 asteen on kyseessä talvibetonointi. Betonin sitoutumis- ja kovettumisreaktiot hidastuu kylmän sään johdosta ja pakkanen voi vaurioittaa vastabetonoituja rakenteita. Betonointityön onnistumiseksi talviolosuhteissa tulee muottien olla puhtaat lumesta, jäädä sekä riittävän lämpimiä. Normaali betonointikaluston lisäksi varataan työmaalle sulatus-, suojaus- ja lämmityslaitteita. Betonointia ennen muotit ja raudoitteet puhdistetaan lumesta ja jäädä. Jään sulatukseen käytetään yleensä höyryä. Betonimassan omaa lämpöä ei voi käyttää sulatukseen. Valettavaan pintaan rajoittuvat kylmät pinnat myös lämmitetään niin lämpimäksi, ettei uusi betoni jäädy. Betonin lujuusluokka valitaan talvibetonoinnissa luokkaa suuremmaksi mitä suunnitelmissa vaaditaan. Lämpötilan tulee betonimassalla olla yli +5 asteen. Valun tulee tapahtua kylmässä säässä nopeasti välttäen betonimassaa jäähdyttäviä siirto- ja käsittelytapoja. Yleensä paras tapa massan siirtoon on betonin pumppaus. Talvella valu lämmitetään käyttämällä aina joko lanka-, muotti- tai infrapunalämmitintä. Vaihtoehtoisesti voidaan myös käyttää kuumabetonia. Ennen jäätymistä betonoinnin tulee saavuttaa jäätymislujuus 5 MN/m². Lujuudenkehitystä seurataan lämpötilamittauksilla tai muilla luotettavilla mittausmenetelmillä. (Ratu 0403 Betonointi. Ratussa 2012, 12.)

4.4 Laadunvalvonta betonointityössä

Betonoinnin aikana laadunvalvonta kohdistuu lähinnä betonimassan ominaisuuksiin, työsuorituksiin, muotteihin, raudoitukseen sekä valettaviin rakenteisiin. Betonityön laadunvalvonta-asiakirjana on betonointipöytäkirja, jonka keskeinen sisältö on yleistiedot kohteesta, muotit, raudoitus, betoni, betonointi, koekappaleet sekä jälkityöt. Lomakkeena voidaan käyttää esimerkiksi lomaketta by 401, mikä toimii tuotannon sekä laatusuunnittelun ja dokumentoinnin apuvälineenä. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 210.)

Työryhmän toimintaa valvotaan ja huolehditaan, että se on tehdyn betonointisuunnitelman mukaisesti virheetöntä ja järjestelmällistä. Esimerkiksi kaluston rikkoutuessa sähkökatkosten johdosta, massan toimituksen keskeytyksen johdosta tai muotin pettäessä tulee kohteessa olla valmius erikoistoimenpiteisiin. Siirto- ja käsittelyvaiheiden aikana seurataan betonimassan ominaisuuksien säilymistä. Betonin tulisi olla tasalaatuista aina muottiin asti. Massan ominaisuuksien heikentyessä on joko valittava sopivampi betonilaatu tai muutettava työmenetelmiä. Betonoinnin aikana valvotaan muotin liikkeitä sekä muodonmuutoksia ja tarvittaessa tehdään vahinkojen välttämiseksi tarvittavat toimenpiteet. Raudoituksen valvonnalla varmistetaan, että työn aikana asennettavat raudoitteet tulevat asennetuksi suunnitelmien mukaan ja betonipeitteen paksuus on oikea. Varausten, kiinnikkeiden ja asennusosien valvonnalla varmistetaan niiden oikeat sijainnit ja tarvittaessa tehdään korjauksia ennen betonointia. Betonirakenteille suoritetaan yleensä katselmus ennen sen peittämistä. Katselmuksessa määritellään mahdolliset korjaus ja paikkaustyöt. Betonin kelpoisuus arvostellaan 1- ja 2-luokan rakenteiden osalta lujuustuloksilla, jotka saadaan koekappaleista. Niiden avulla arvostelueriin jaetut betonilaadut tarkastellaan laadun osalta betoninormin by50 mukaisesti. Arvostelueristä saatuja tuloksia verrataan vaadittuihin kriteereihin, joiden avulla todetaan betonin kelpoisuus. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 330.)

5 BETONIELEMENTTIRAKENTAMINEN

5.1 Elementtiasennukset ja sitä koskevat määräykset

Elementtirakentamisen yksi tärkeimmistä työvaiheista on asennus. Siinä määräytyy rungon lopullinen laatu. Sujuvuus asennustöissä vaikuttaa myös koko rakentamisen keston. Rakennustyyppistä riippuen betonielementtirungon asennuksen osuus koko toimituksesta on 15 - 25 %. Rungon tilaajan eli asiakkaan kannalta asennusvaiheella on kuitenkin tätä suurempi merkitys rakennusajan sekä toiminnallisen ja teknisen laadun vuoksi. Betonielementtiasennus on elementtien paikalleen asentamista, juotosvaluja ja niiden muotitusta. Merkittävän osan asennuskustannuksista muodostavat täydentävät työt. Niiden osuus on runkotyypistä riippuen 30 - 50 %. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 488.)

Elementtiasennustyöstä on Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMk B4) ja elementtiasennusta koskevan asetuksen mukaan laadittava suunnitelma. Suunnitelman voi tehdä esim. elementti asentajien työnjohtaja ja sen tarkastaa sekä hyväksyy allekirjoituksella rakennesuunnittelija ja kohteen vastaava työnjohtaja. Asennussuunnitelman yksi tarkoitus on eri osapuolten yhteistyön varmistaminen jo ennen asennuksen alkua. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 489.)

Asennustöiden vastuu jakaantuu siten, että rakennesuunnittelija vastaa rakenteen toiminnasta myös asennuksen aikana. Asentaja vastaa siitä, että asennustyö tehdään noudattamalla asennustyösuunnitelmaa ja hyvän rakentamistavan mukaisesti. (Suomen Betoniyhdistys 2004, 490.)

5.2 Runkovaiheen rakentaminen

Ennen betonielementtirunkotöitä tulee kohteesta löytyä suunnitelmakatselmus (YSE98, 64). Suunnitelmakatselmuksen lisäksi täytyy olla myös seuraavat piirustukset ja suunnitelmat: rungon mittapiirustukset, elementtipiirustukset ja detaljipiirustukset, pohja- ja julkisivupiirustukset, asennussuunnitelmat ja työmaan aluesuunnitelma, yleisaikataulu, rakentamisvaiheaikataulu ja kustannusten tavoitearvio sekä materiaalivalmistajien ohjeet.

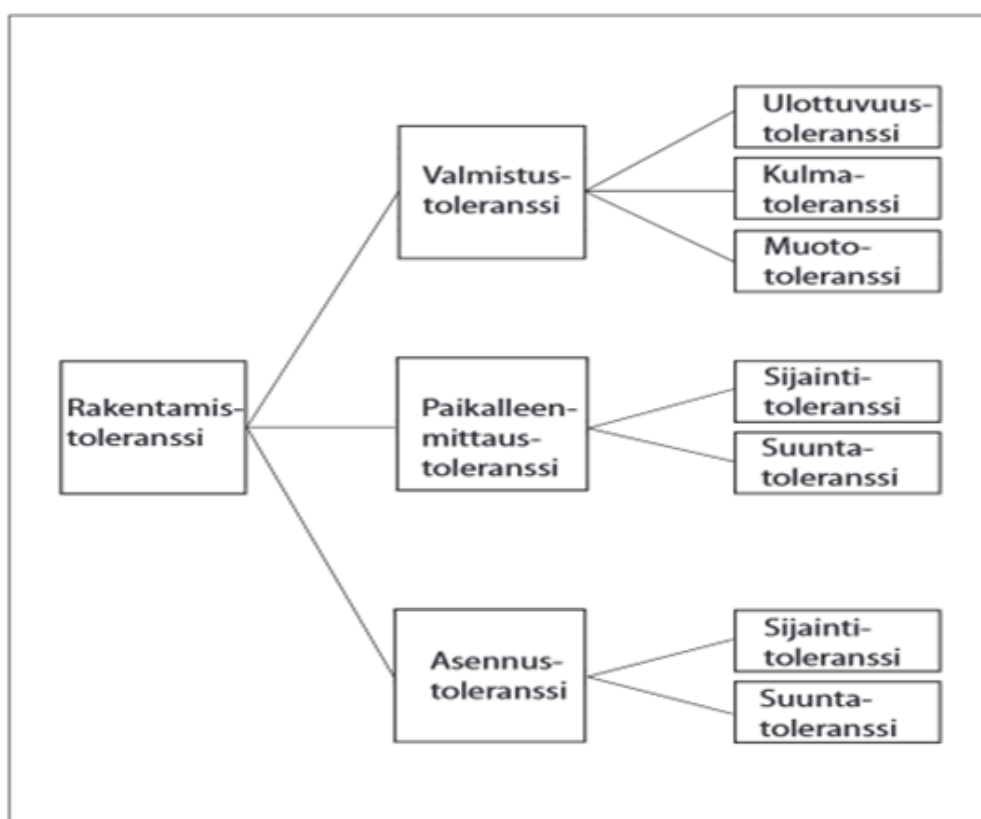
Kohteessa täytyy suunnitelmien lisäksi olla saatavilla kaikki tarvittavat: elementit ja asennusmateriaalit, mittauskalusto, elementtiasennuskalusto sekä siivoukseen ja suojaukseen tarpeelliset materiaalit. Elementtiasennuksen työryhmä koostuu seuraavanlaisesti: elementtien vastaanotto ja välivarastointi (2 asentajaa), elementtien asennus (3 asentajaa), elementtien hitsaus (1 asentaja), saumojen muotittaminen ja saumavalu (2 asentajaa) sekä elementtien nostaminen (nosturin kuljettaja). Työryhmällä tulee olla uusimmat hyväksytyt suunnitelma-asiakirjat ja asennuskaaviot. Työntekijät opastetaan kohteeseen ja kohteen työmenetelmiin. Työntekijöille tulee selvittää kohteen työturvallisuustoimenpiteet, sekä työvaiheiden laatuvaatimukset ja laadunvarmistusmenetelmät. Hitsaustöitä suorittavalla henkilöllä tulee olla riittävä pätevyys, voimassa oleva tulityökortti ja työmaan tulityövästävän myöntämä tulityölupa.

Työkohteen täytyy olla rauhoitettu elementtien asennukselle. Tarpeen vaatiessa työskentelyalue eristetään muusta työmaa-alueesta lippusiimoilla tai suoja puomeilla. Kohteessa pitää olla järjestet-

tyinä riittävä valaistus ja sähkön saanti. Työkohteen tulee olla siisti. Perustustyöt kohteessa pitää olla suunnitelmien ja turvallisuusvaatimuksen mukaiset ja ne täytyy olla tarkastettu. Kuljetusväylien tulee olla kantavuudeltaan ja leveydeltään käytettävän kuljetuskaluston vaatimusten mukainen. Materiaalitoimitukset pyritään suunnittelemaan siten, että elementtejä ei tarvitse välivarastoida työmaalle. Elementtejä varastoidessa työmaalle tulee varastoalueen olla tasainen ja kantavuudeltaan riittävä sekä nostolaitteen nostoalueella. (Ratu 1202-S Runkorakenteet, elementtirungot. Ratussa 2002, 10-11.)

5.3 Elementtiasennuksen toleranssit ja toleranssien määritelmät

Toleransseja eli sallittuja poikkeamia tarvitaan riittävän mittatarkkuuden ilmaisemiseen. Mittapoikkeamia syntyy valmistuksessa, muodonmuutoksissa, kuljetuksissa, asennuksissa, paikalleenmittauksessa sekä käytössä. (RT 02-10996 Rakennusalan toleranssit, toleranssien määritelmät ja suositeltavat lukuarvot 2010, 2.)



KUVIO 3. Rakentamistoleranssin muodostuminen (RT 02-10996 Rakennusalan toleranssit, toleranssien määritelmät ja suositeltavat lukuarvot 2010, 2.)

Rakentamistoleranssi on valmiin rakenteen tietyn mitan sallittu vaihtelu. Yleensä toleranssi annetaan symmetrisenä perusmitan suhteen.

Valmistustoleranssi on esivalmisteisen elementin tai rakennustarvikkeen toleranssi. Valmistustoleransseja ovat esim. betonielementille määrätyt suurimmat sallitut mittavaihtelut.

Paikalleenmittaustoleranssi on kohteessa paikalleen mitatun pisteen tai viivan toleranssi. Esim. työmaalla betonielementin asennuspaikan osoittavan merkin sijainnin sallittu vaihtelu on elementin paikalleenmittaustoleranssi.

Asennustoleranssi on esivalmisteisen elementin tai rakennustarvikkeen kohteessa suoritettavan asennuksen toleranssi. Esim. asennetun betonielementin sijainnin sallittu vaihtelu elementin asennuspaikan osoittavan merkin suhteen on elementin asennustoleranssi. (RT 02-10996 Rakennusalan toleranssit, toleranssien määritelmät ja suositeltavat lukuarvot 2010, 2.)

6 YHTEENVETO, POHDINTA SEKÄ JATKOTUTKIMUSHAASTEET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia ohjeistus yhdistelmä rakenteisen betonirunkotyövaiheen laadunvarmistusmenetelmistä, sekä kuvailla betonirunkotyövaiheen laadunvarmistusmenettelyjen toimintatapoja. Tavoitteena oli, että ohjeistusta hyödyntämällä voidaan jatkossa parantaa YIT:n työmaiden laadunvalvontaa, vähentää betonirunkovaiheisen työmaan laatuvirheiden määrää sekä se, että laatu poikkeamiin pystytään reagoimaan ajoissa.

Opinnäytetyöstä tehtiin kaksiosainen ja määräävänä tekijänä oli tuotos. Teoriaosuus yhdistyy kokonaisuuteen sekä tukee osaltaan tuotosta. Yhdistelmä rakenteinen betonirunkotyövaihe sisältää useita eri työvaiheita ja laajoja kokonaisuuksia. Laadunvarmistus ja laatu ovat myös käsitteenä todella laajat. Opinnäytetyön rajauksessa oli tavoitteena, että ohjevihko palvelee mahdollisimman paljon työmaata: työnjohtoa, asentajia ja aliurakoitsijoita. Näin ollen työn rajaus tehtiin keskittymällä paikallavaluholvien ja betonielementtiasennuksien laadunvarmistukseen. Teoriaosuudessa on ensin kuvailtu betonirakenteita ja rungon rakenteellista tehtävää. Tämän jälkeen on kuvailtu laadunvarmistusta rakennustyömaalla ja käsitelty viranomaisten ja urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteitä. Myös paikallavalun- ja betonielementtiasennuksen laatuvaatimukset ja työmenetelmät on kuvailtu sekä niiden lisäksi toleranssien määritelmät.

Tuotoksessa eli ohjevihkossa kuvailtiin ensin paikallavaluholvien ja betonielementtiasennusten laatuvaatimukset ja asennustoleranssit. Elementtien asennuksessa erityisen tärkeää on huolehtia, että mittavirhekasumia ei pääse syntymään. Asennustöitä ennen tarkistetaan mittapisteiden sijainnit. Suunnitelmien mukaiset asennuskorot viedään kerrokseen aina samasta mittapisteestä. Asennuskorot ja asennuslinjojen sijainnit määritetään luotettavia mittalaitteita apuna käyttäen. Seurantamittauksella varmistetaan asennuksen laatu. Laatuvaatimusten ja asennustoleranssien jälkeen tarkasteltiin eri valvontamenetelmiä ja kuvailtiin työvaiheittain käytettävät valvontamenetelmätaulukot. Laadunvalvontamenetelmiä on useita erilaisia. Työssä keskityttiin seuraaviin laadunvarmistusdokumentointitapoihin: mallityö ja dokumentointipohja mallityön tarkastukseen, valokuvaukseen ja betonirakenteiden kosteuden mittaamenetelmiin.

Työssä käsiteltiin laadunvarmistuksen toimenpiteet työvaihe- ja asiakohtaisesti jaoteltuna: työtä ennen, työn aikana ja työn jälkeen. Etukäteissuunnittelu on tärkeä työvaihe ja se korostuu varsinkin paikallavaluholveissa, jotka ovat olennainen osa rungon ja koko kohteen rakentamista. Paikallavaluholvien rakentamisessa tärkeää on työjärjestys ja yhteensovittaminen. Työvaiheet tulisi pitää jatkuvina, koska venyessään työvaihe venyttää koko rungon rakentamista. Laatu poikkeamat ja rakentamisen aikaiset laatu virheet voivat aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia ja lisätöitä. On tärkeää käydä läpi mahdolliset riskit huolella ennakkoon ja pohtia mahdollisen poikkeaman vaikutusta myöhempään työvaiheeseen sekä sitä, miten voidaan välttää kyseinen ongelma.

Nyky päivän rakentaminen on hyvin pitkälti aliurakoitua mikä tarkoittaa, että rakennustyömaalla voi olla pääurakoitsijan lisäksi monta eri aliurakoitsijaa. Tämä aiheuttaa paljon haasteita myös laadunvarmistuksessa ja laadunvalvonnassa. Ongelmakohtana on monesti AU:n itselle luovutus ja sen do-

kumentointi. Se harvoin toimii niin kuin sen pitäisi. YSE 1998 mukaan: *”Urakoitsija tarkastaa itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun sekä korjaa mahdolliset puutteet ja virheet ennen tilaajalle tapahtuvaa luovutusta”*. Tämä tarkoittaa ja velvoittaa myös aliurakoitsijaa oman työn tarkastukseen. Itselleluovutuksen onnistuminen aliurakoitsijan toimesta vaatii pohjustusta jo urakkaneuvotteluissa, aloituspalaverissa ja työn aikana. On tärkeää saada varmistus, että AU:n työnjohto ja työntekijät sekä myös ”oma” työnjohto ymmärtää varmistettavat asiat ja niiden hyväksymiskriteerit. Työvaiheen laadunvarmistaminen edellyttää sitä, että tiedetään mitä vaaditaan. Tuotoksessa kuvailaan ja selvitetään aliurakoitsijan itselleluovutuksen velvoitteet, sen dokumentointi ja toiminta-ajatus. Runkovaiheen laadunvarmistuksen toimintaohjeista tehtiin taulukko. Taulukkoon on koottu keskeisimmät työvaiheet ja sisällöt, vastuuhenkilöt (kenelle työvaihe kuuluu) sekä viite (mistä selostuksesta kyseinen asia löytyy). Asiat ja vaiheistus on laitettu kronologiseen järjestykseen. Tuotoksen lopuksi on koottu runkovaiheen liittyvistä asiakirjoista listaus. Listaus on tehty YIT:n järjestelmässä olevan listauksen mukaisesti.

Opinnäytetyön tekeminen, perehtyminen runkovaiheen laadunvarmistukseen sekä esimerkkikohteessa suoritettu harjoittelujakso lisäsi omaa tietämystäni ja ymmärrystä runkotyövaiheesta. Opinnäytetyön ansiosta oma asenteeni ja suhtautuminen laatuun paranivat huomattavasti. Oman ammattillisen osaamisen ja taitojen lisäksi myös tiedonhaku, kirjoittaminen ja prosessityöskentely kehittyivät työn aikana. Jälkikäteen ajateltuna olisin voinut vieraila useammalla runkovaiheessa olevilla työmailla. Useammalta työmaalta olisin voinut saada laajempialaista tietoa ja näkemystä runkovaiheessa olevilta työmailta. Työni keskittyi lähinnä esimerkkikohteessa käytettyihin toimintatapoihin, rakennusalan kirjallisuuslähteisiin sekä YIT:n sisäiseen materiaaliin ja YIT:n laatu-koulutuksesta saataviin tietoihin ja lähteisiin. Myös haastattelemalla erikohteiden toimihenkilöitä olisin saanut mahdollisesti laajemman näkökannan ohjevihkon toimivuudesta.

Mielestäni saavutin opinnäytetyössäni asetetun tavoitteen, joka oli laatia selkeät ja toimivat ohjeet runkotyövaiheen laadunvarmistuksesta. Ohjevihkoa hyödyntämällä voidaan vähentää laaturvirheiden määrää sekä pystytään ennakoimaan laatu-poikkeamia ajoissa. Työn tilaajan kehityspuolen henkilöstö voi jatkossa kehittää ja hyödyntää työtäni tarpeidensa mukaan.

Jatkotutkimushaasteena voitaisiin pohtia kuvapankkia, joka vastavalmistuneilla työnjohtajilla olisi apunaan. Kuvapankkiin työmaiden työnjohtajat lisäisivät eteentulevia kuvia laaturiskeistä ja laatu-poikkeamista. Näin tietoa saataisiin jaettua, eivätkä kuvat jäisi vain omaan käyttöön tai pahimmassa tapauksessa ainoastaan tietokoneen kovalevylle vaille käyttötarkoitusta. Vastavalmistunut työnjohtaja tietää teoriassa esimerkiksi runkotyön johtamisen, mutta kuvapankista tuore työnjohtaja saisi konkreettisempaa apua.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

HARTIKAINEN, Niku, HÄMÄLÄINEN, Matti, KOKKONEN, Tommi, LAMBERG, Kari, LAHTINEN, Raija, LEHTINEN, REIJO S, LÖNNSTRÖM, Dennis, SOILA, Jukka-Pekka ja UTRIAINEN, Markku 2014. Rakennustöidenlaatu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

JUNNONEN, Juha-Matti 2001. Rakennushankkeen laadunvarmistus [verkkodokumentti]. [Viitattu 2015-12-15.] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>

KANKAINEN, Jouko ja JUNNONEN, Juha-Matti 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Tampere: Tammer-paino Oy.

KOISTINEN, Lauri, KIVIMÄKI, Kristian 2012. Betonointi Ratu 0403. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RAKENNUSTEOLLISUUS RT RY 2010. Rakennusalan toleranssit, toleranssien määritelmät ja suositellavat lukuarvot RT 02-10996. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RAKENNUSTEOLLISUUS RT RY 2002. Runkorakenteet, elementtirungot Ratu 1202-S. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RAKENNUSTEOLLISUUS RT RY 2002. Runkorakenteet, paikalla rakennettavat Ratu 1201-S. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SUOMEN BETONIYHDISTYS 2004. Betonitekniikan oppikirja BY 201. 5. uud. painos. Helsinki: Suomen Betonitieto.

SUOMEN BETONIYHDISTYS 2013. Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja-osa 1 BY 211. Helsinki: BY- Koulutus Oy.

YIT 2015. Perustietoa YIT:stä.[YIT Verkkosivu]. [viitattu 2016-01-09.] Saatavissa: [http://\(www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/Perustietoa_YITsta/YIT%20lyhyesti\)](http://(www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/Perustietoa_YITsta/YIT%20lyhyesti)