

Vili Rinne

Betonielementtipintojen etuoikaisu ja oikaisu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

23.4.2013

Tekijä(t) Otsikko	Vili Rinne Betonielementtipintojen etuoikaisu ja oikaisu
Sivumäärä Aika	38 sivua + 2 liitettä 29.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Työpäällikkö Markku Kairi Lehtori Kimmo Sani
<p>Tämä insinöörityö tehtiin YIT Rakennus Oy:n ARK -yksikölle. Työn keskeisin tavoite oli selvittää syitä, jotka johtavat etuoikaisu- ja oikaisutöiden kustannusylityksiin. Työ rajattiin rakennuksen sisäpuolella tehtävään kuivientilojen betonisten seinäpintojen etuoikaisu- ja oikaisutyöhön. Tutkimuksen pohjaksi oli selvitettävä etuoikaisu- ja oikaisutyön menetelmä ja nykyinen toimintamalli. Tämän selvittämiseksi oli tutkittava alan kirjallisuutta, YIT:n sisäisiä tiedostoja ja tehtävä haastatteluja eri tahoilla.</p> <p>Työn keskeinen kysymys oli, että miksi oikaisutöitä tehdään, vaikka teoriassa työvaihetta ei ole edes olemassa. Työn tuloksena laadittiin parannusehdotuksia, joiden avulla etuoikaisu- ja oikaisutöiden kustannusylitykset saataisiin kuriin. Parannusehdotuksia syntyi laskennan, hankinnan ja rakentamisvaiheen osa-alueilla. Näitä kaikkia yhdistää se, että yrityksen sisällä tulisi olla selkeä ja yhtenäinen linja etuoikaisu- ja oikaisutöiden, sekä niihin liittyvien työvaiheiden sisällöstä ja laatutasosta. Tämä mahdollistaa työn tavoitteen määrittämisen, alihankinnan tai sisäisen työkaupan sopimisen, työn suunnittelun, johtamisen ja -valvonnan. Parannusehdotukset laadittiin tutkimuksen edetessä ilmenneiden kustannusylityksiin johtavien syiden pohjalta. Työn haasteena on se, miten tuloksen voidaan viedä konkreettisesti tuotantoon. Haastavan siitä tekee se, ettei työn tulos ole esimerkiksi konkreettinen ohjekortti, tarkastuslista tai taulukko.</p>	
Avainsanat	etuoikaisu, oikaisu

Author(s) Title Number of Pages Date	Vili Rinne The pre-smoothing and smoothing work of the concrete elements 38 pages + 2 appendices 29 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction engineering
Specialisation option	Industrial engineering
Instructor(s)	Operations Manager Markku Kairi Lecturer Kimmo Sani
<p>This thesis was made for YIT construction PLC's Architectural unit. The main objective of the thesis was to clarify the reasons which lead into cost overruns in pre-smoothing and smoothing work. The study was limited to deal with pre-smoothing and smoothing work done to concrete walls in indoor conditions. The pre-smoothing and smoothing work principles and the current operation model had to be clarified for the basis of the study. Studying the literature related to topic, YIT's internal data and interviews was done to clarify the principles and the operation model of the process.</p> <p>The main question concerning the thesis was why the smoothing work is done in the first place, although in theory such a work phase does not exist. As a result of the study, several improvement proposals were made, which will help to control the cost overruns of the pre-smoothing and smoothing processes. Improvement proposals were made within the accounting, procurement and building stages. These phases are bound together by the fact that there should be a clear and uniform method of work within YIT related to pre-smoothing and smoothing work and the work stages related to process and quality standards. This enables determining the objective of the work, choosing between subcontracting or internal work transactions, designing, management and surveying of the work. The reasons for cost overruns discovered during the process were the basis for the improvement proposals made. How to have concrete actions made on the basis of the results of the study was the main challenge, because there were no instruction cards, check lists or work sheets made as a result of the study.</p>	
Keywords	pre-smoothing, smoothing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kuivientilojen etuoikaisu- ja oikaisutyö	3
2.1	Etuoikaisu- ja oikaisutyöhön vaikuttavat työvaiheet	3
2.2	Edeltävän työvaiheen vastaanotto	4
2.3	Työnsuunnittelu	4
2.4	Työn aloitusedellytykset ja vaadittavat olosuhteet	6
2.5	Työn sisältö ja toteutus	6
2.6	Työmenetelmät ja työmenekki	8
2.7	Käytettävät työvälineet, materiaalit ja menekit	10
2.8	Laatu, sen valvonta ja ongelmat	11
2.9	Työturvallisuus	13
3	Etuoikaisu- ja oikaisutyötä edeltävät työvaiheet	14
3.1	Betonielementtituotanto	15
3.1.1	Betonielementtituotannon vaikutukset etuoikaisu ja oikaisutyöhön	15
3.1.2	Betonielementtituotannon toleranssit	17
3.1.3	Betonielementtituotannon laadunvalvonta	20
3.2	Elementtiasennus	20
3.2.1	Elementtien vastaanotto	20
3.2.2	Elementtiasennuksen vaikutukset etuoikaisu ja oikaisutyöhön	21
3.2.3	Elementtiasennuksen laadunvalvonta	25
4	Etuoikaisu- ja oikaisutöiden jälkeen tehtävä tasoite- ja maalaustyö	27
4.1	Edeltävän työn vastaanotto	27
4.2	Työn sisältö	27
4.3	Laatu ja toleranssit	28
5	Tutkimustulokset ja kehitysehdotukset	29
5.1	Laskenta	29
5.2	Hankinta	30
5.3	Elementtiasennus	32
5.4	Työnjohtaminen	33
6	Johtopäätökset	35

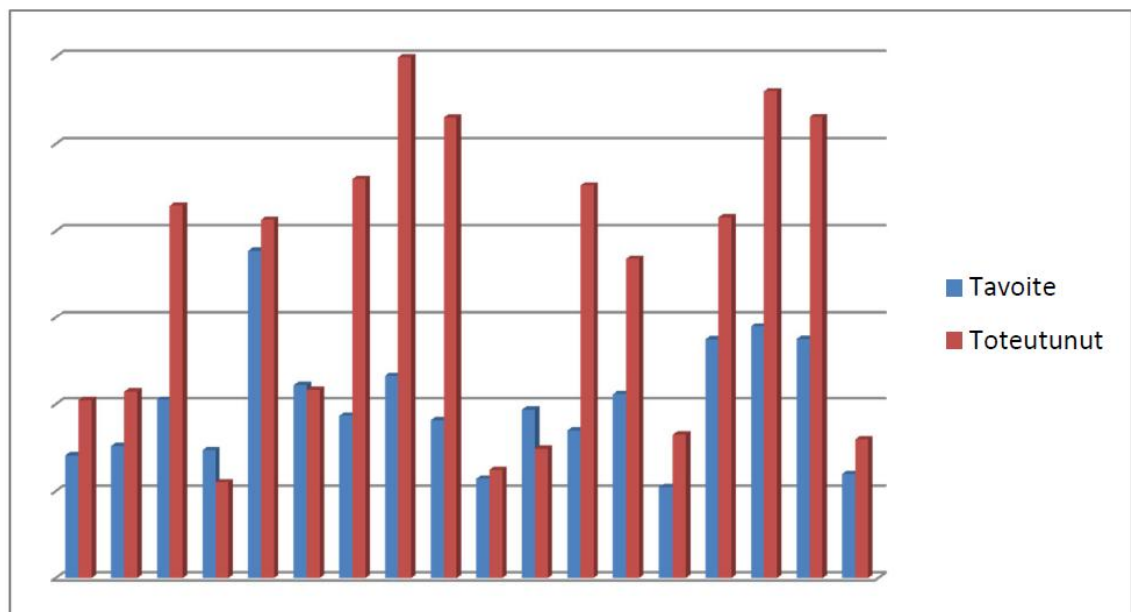
7	Yhteenveto	36
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Tartuntaraportti Saint-Gobain Weber Oy Ab	
	Liite 2. Tartuntaraportti Lakan Betoni Oy	

1 Johdanto

Tarve tälle tutkimustyölle tuli toistuvista kustannusylityksistä etuoikaisu- ja oikaisutöiden osalta. Työvaihe herätti ajatuksia siitä, että onko sille edes tarvetta, vai onko se vain vakiintunut käytäntö, jossa tehdään sekä edeltävien ja tulevien työvaiheiden töitä. Tämän pohjalta lähdettiin etsimään vastauksia siihen, onko tällaista työvaihetta toleranssien mukaan teoriassa olemassa, vai onko se vain muiden työvaiheiden virheiden korjaamista ja kenen pitäisi vastata oikaisutöissä syntyvistä kustannuksista.

Tarkemmin tutkimustyön kohteeksi tässä on rajattu asuinkerrostalojen sisäpuolisissa kuivissa tiloissa tehtävät betonielementtipintaisten seinien etuoikaisu- ja oikaisutyöt. YIT:n ARK -yksikössä tämän hetkinen tilanne on se, että kuivientilojen etuoikaisutyölle varatut kustannukset ylittyvät keskimäärin noin 70 %. Taulukossa 1 on esitetty 18 viimeisimmän toteutuneen hankkeen kustannuksia kuivientilojen etuoikaisu- ja oikaisutöiden osalta pylväskaavion avulla. [14.]

Taulukko 1. Etuoikaisu- ja oikaisutöiden kustannuskuvaaja hankekohtaisesti. [14.]



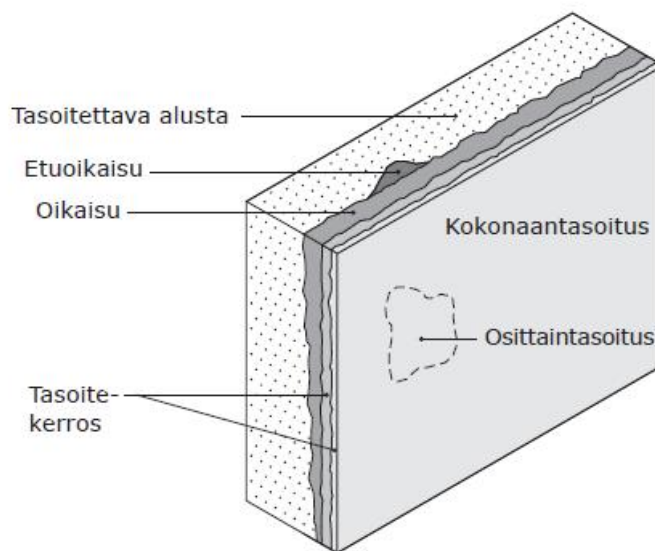
Hankekohtaisesti oikaisutöiden toteutuneet kustannukset ovat pahimmillaan olleet kolminkertaiset tavoitteeseen nähden. Tarkastelluista hankkeista vain kolmessa etuoikaisutyölle varatut kustannukset ovat riittäneet. Otoksen kaikkien kohteiden tavoitteen

ja hankkeen laajuuden välinen suhde on suurusluokkaa sama. Tarkastelusta on jätetty pois kohteet, joiden yleinen laatutaso on otoksen muita kohteita selvästi parempi. [14.]

Tämän insinööriyön tavoite on saada selville syitä, jotka johtavat oikaisutöiden kustannusylityksiin ja niiden kautta miettiä kehitysideoita kustannussäästöjen saavuttamiseksi. Työssä tutkitaan kaikkia niitä työvaiheita, jotka vaikuttavat jollakin tavalla valmiin maalipinnan syntymiseen. Tutkimustyö ulottuu aina betonielementtituotantoon asti. Suurin paino-arvo tässä insinööriyössä on kuitenkin etuoikaisu- ja oikaisutyöllä. Työssä pohditaan oikaisutöiden tarpeellisuutta, niihin vaikuttavia toleransseja sekä pyritään löytämään syitä lähes poikkeuksetta tapahtuviin kustannusylityksiin. Kustannusylityksiin johtavien syiden avulla mietitään parannusehdotuksia, joilla voitaisiin pienentää oikaisutöissä syntyviä kustannuksia. Tutkimustyön apuna on Rakennustiedon aiheeseen liittyvät julkaisut, YIT:n sisäiset tiedostot ja eri tahoilla tehtävät haastattelut.

2 Kuivientilojen etuoikaisu- ja oikaisutyö

Betonielementtipintojen etuoikaisulla ja oikaisulla tarkoitetaan pintojen karkeaa oikaisua ennen tasoitus- ja maalaustyötä. Etuoikaisutyön tarkoitus on valmistella pinnat oikaisu- ja tasoitustyötä varten. Siihen sisältyy purseiden ja kolojen oikaisu piikkaamalla, hiomalla ja laastilla tai tasoitteella. Oikaistaviksi pinnoiksi voidaan tulkita kaikki sellaiset seinäpinnat, joiden valmiille pinnalle määritettyä mittatarkkuutta tai riittävää tartuntaa ei ole saavutettavissa tasoituksella. Oikaisutyö sisältää niin sanotun linjarioikaisun. Kuvassa 1 on havainnollisesti esitetty betonirakenteisen seinän rakennekerrokset ja siitä ilmenee myös käytettävien termien merkitys. [1.] [8.]



Kuva 1. Betonirakenteisen seinän rakennekerrokset ja käytettävät termit [8.]

2.1 Etuoikaisu- ja oikaisutyöhön vaikuttavat työvaiheet

Etuoikaisu- ja oikaisutyötä edeltäviä ja siihen vaikuttavia työvaiheita ovat elementtien valmistus ja asennus. Elementtien valmistus- ja asennustarkkuus määrittävät etuoikaisu- ja oikaisutyön tarpeen. Laadukkaat elementit ja oikein tehty asennus vähentävät oikaisutöiden tarvetta huomattavasti. [1.] [8.]

Oikaisu- ja etuoikaisu työstä on laadittava tehtäväsuunnitelma tai kevyempi ennakkosuunnitelma. Suunnitelma tulee laatia jo hyvissä ajoin ennen työkokonaisuuden aloittamista. Tehtäväsuunnitelmassa on selkeästi rajattava ja määriteltävä työkokonaisuuteen kuuluvat työt. Työkokonaisuutta suunniteltaessa on otettava selvää, mitä työvaiheita laskenta on määrittänyt kuuluvaksi työkokonaisuuteen. Näin voidaan varmistaa tulevien kustannuksien ohjautuminen oikeille litteroille. Suunnitelmassa on selvittävä myös tehtävän aikataulu, laatuvaatimukset, työturvallisuusasiat, potentiaalisten ongelmien analyysi, käytettävät materiaalit ja työryhmä. [7.]

Ennen työn aloittamista on tehtävä myös työvaihekohtainen laadunvalvontasuunnitelma. Suunnitelmassa määritetään, mitä laadunvalvonta menetelmiä käytetään ja miten usein niitä tehdään. Tehtävät laadunvalvontatoimenpiteet voidaan tehdä joko Rakennustiedon, YIT:n tai tarkastusasiakirjan ohjeiden mukaisesti.

Aloituspalaveri pidetään ennen työn aloittamista. Aloituspalaveri on viimeinen mahdollisuus varmistua siitä, että työntekijä todella osaa ja on ammattitaitoinen suorittamaan työn. Palaveriin tulee osallistua vähintään työnsuorittaja / suorittajat sekä työnjohto. Aloituspalaverissa on käytävä läpi työn aikataulu, käytettävä kalusto ja materiaalit, suunnitelmat ja tehtäväsuunnitelma, laadunvarmistus, mallityö ja työturvallisuusasiat. Palaverista on laadittava muistio. [1.] [7.]

Piirustuksista on selvittävä kiinteiden kalusteiden ja kotelointien sijainti sekä työaikainen tuenta ja väliaikainen putoamissuojaus. Kiinteiden kalusteiden ja koteloiden taakse jääviä seinäpintoja ei ole tarpeellista oikaista. Oikaisun tarpeen kartoittamisella säästetään kustannuksissa.

Vastaanottopöytäkirjasta on ilmentävä suoritettujen tarkastusten, vastaanotettavan työn hyväksyminen tai puutteet, virheet ja jälkitarkastukset. Valmistajakohtaisista ohjeista on erityisesti selvittävä ja huomioitava käyttöturvallisuustiedote, varastointi, ominaisuudet ja käyttöohjeet. [7.] [8.]

2.4 Työn aloitusedellytykset ja vaadittavat olosuhteet

Jotta piikkaus- ja hiontatyöt voidaan aloittaa, on elementtiasennuksen oltava valmis niiltä osin, jossa töitä aiotaan tehdä. Laasti- ja tasoitetöiden aloittaminen edellyttää lisäksi, että kohteen vesikatto on tiivis, ikkunat asennettu ja lämpötilan on oltava välillä +10°C...+25°C. Lämpö pitää kytkeä päälle vähintään viikkoa ennen laastin levittämistä, jotta kivrakenteet ehtivät lämpenemään riittävästi. Työstettävän alustan tulee olla pölytön, sula, kostea ja lämmin. Laastilla käsitelty pinta on suojattava kovalta ilmavirtaukselta, jotta laasti ei kuivuisi liian nopeasti. [7.] [8.]

2.5 Työn sisältö ja toteutus

Etuoikaisu ja oikaisu on usein luontevaa toteuttaa samana urakkana. Työtä varten on tehtävä tarveselvitys, jossa tarkastetaan kaikki tasoitettavaksi määritetyt pinnat. Tarkastus tulee suorittaa mittalauta ja kiila -menetelmällä RT-kortin 14-11039 mukaisesti. Tällä menetelmällä voidaan helposti mitata pinnan tasaisuutta. Menetelmässä käytetään 2 metriä pitkää suoraa mittalautaa, jonka molemmissa päissä on 2 cm korkeat korokelaput. Pinnan tasaisuutta mitataan kiilalla, jossa on mitta-asteikko ± 2 cm. Mitta-asteikon 0 -arvo sijaitsee kiilan siinä kohdassa, jossa se on 2 cm paksu. Tässä menetelmässä kiilaa siirtämällä mittalaudan ja seinän välissä saadaan mitattuja tasaisuusarvoja ja seinäpinnasta. Tarkastuksessa havaitut mittapoikkeamat kirjataan tarkastuspöytäkirjaan. Poikkeaman syy on selvitettävä ja tarkastettava, onko se sallittujen toleranssien mukainen. Mikäli mittapoikkeama ei ole toleranssien mukainen, on siitä reklamoitava asianomaista. Oikaistavat kohdat on merkittävä konkreettisesti seiniin ja muille pinnoille. [8.] [12]

Oikaisutöitä ei katsota tahdistaviksi työvaiheiksi, joten niitä ei ole määritetty yleisaikataulussa. Ne voidaan sovittaa yleisaikatauluun niin, etteivät ne estä tai hidasta muita työvaiheita. Erityisesti on huomioitava tasoitetöiden aloitusajankohta.

Etuoikaisu on valmisteleva työvaihe oikaisulle ja tasoitukselle. Se sisältää paiseiden, purseiden ja kolojen tasaamisen piikkaamalla, hiomalla ja laastilla tai tasoitteella. Kuvassa 3 on esimerkki seinäpinnassa olevasta kolosta, joka vaatii etuoikaisua. [8.]



Kuva 3. Seinässä vajaaksi jäänyt juotosvalu on etuoikaistava ennen pinnan tasoittamista [Vili Rinne]

Etuoikaisun tarkoitus on valmistella pinnat niin, että oikaisu ja tasoittaminen on mahdollista toteuttaa. Etuoikaisuvaiheessa käsitellään karkeat ja pienialaiset pinnan poikkeamat, joten se ei sisällä linjarioikaisua. [8.]

Oikaisulla varmistetaan, että pinnat täyttävät tasoitustyön aloitusedellytysten vaatimat toleranssit. Tasoitettavien pintojen sallitut mittapoikkeamat on määritelty MaalausRYL 2012:ssa tai urakka-asiakirjoissa. Oikaisutyö sisältää ns. linjarioikaisun. Siihen sisältyy suurten pintojen epätasaisuuksien oikaisun laastilla tai tasoitteella, pitkää linjaria apuna käyttäen. Tietyissä tilanteissa oikaisu on tehtävä hiomalla [8.]

Suurille betonipinnoille on tarvittaessa tehtävä kauttaaltaan ylihionta pintakäsittelyn riittävän tartunnan saavuttamiseksi. Betonielementin muottia vasten valetussa pinnas-

sa tartuntaominaisuudet ovat paremmat verrattaessa elementin hiertopintaan. Yleinen käsitys on, että hiertopinnan tartuntaominaisuuksia heikentää oleellisesti pintaan muodostuva sementtiliimakerros. Tänä päivänä valtaosassa elementtiteollisuutta käytetään itsestään tiivistyvää betonia, eli IT-betonia. Sen etuina on se, ettei sitä tarvitse täryttää tai vibrata, eikä pintaa tarvitse hiertää ja liipata. Tästä syystä elementin pintaan ei muodostu sementtiliimakerrosta. IT-betonilla valettujen betonielementtien tartuntaominaisuuksista ja elementin kuivumisesta on tehty elementtitehtaiden aloitteesta tutkimuksia. Tutkimusten mukaan IT-betonia käytettäessä sementtiliimakerroksella ei ole tartuntaa heikentävää vaikutusta eikä se vaikuta betonin kuivumisaikaan. [13.]

Etuokaisu- ja oikaisutyön urakkaan voidaan sisällyttää myös muita töitä, jotka on luontevaa toteuttaa samanaikaisesti ja samana urakkana. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi märkätilojen ja kattojen oikaisutyöt, elementtisaumojen vahvikekankaiden asennus sekä erilaiset pohjustustyöt. Eri työvaiheiden yhdistäminen samaan urakkaan kuitenkin hankaloittaa työssä aiheutuvien kustannuksien ohjaamista oikeassa suhteessa oikeille litteroille.

2.6 Työmenetelmät ja työmenekki

Oikaisutöissä yleisesti käytettäviä tuotteita ovat pohjusteet, laastit ja tasoitteet. Tuotteita tulee käyttää tuotteen valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Erityisesti huomiota on kiinnitettävä sekoitussuhteisiin ja -menetelmiin, käyttöaikaan ja -lämpötilaan, alustan suurimpaan sallittuun kosteuteen sekä enimmäiskerrospaksuuksiin. [8.]

Kuivissa olosuhteissa ja ohuita ainepaksuuksia tehdessä on huomioitava jälkihoidon tarve. Myös jälkihoidossa on noudatettava valmistajan antamia ohjeita. Yleinen jälkihoidokeino on jälkikostutus. [8.]

Betonipintojen etuoikaisun työmenekkiä käsittelee Ratu 0408 -ohjekortti, Aikataulukirja 2013 sekä Rakennustöiden menekit 2010 julkaisu. Julkaisuissa etuoikaisutyön työvaiheita ovat aloittavat työt, hionta, etuoikaisu ja paikkaus, ruiskubetonointi ja lopettavat työt. Ruiskubetonointi on täyselementtikerrostalorakentamisessa todella harvinainen työvaihe, joten sitä ei käsitellä tässä insinööriyössä. [5.]

Taulukossa 2 on esitetty Rakennustöiden menekit 2010 -julkaisun mukaiset työmenekit T3 aikoina. Samat työmenekit ovat myös Aikataulukirja 2013 julkaisussa ja Ratu 0408 -ohjekortissa. Suoritemääräkerroin määräytyy työstettävän pinnan määrästä. Rakennustöiden menekit 2010 julkaisussa betonipintojen etuoikaisun karkeaksi työsaavutukseksi on määritetty 70 m² / tv / RAM. [5.]

Taulukko 2. Työmenekit ja suoritemääräkertoimet [7.]

	Aloittavat työt		Hionta	Etuoikaisu ja paikkaus	Ruiskubetonointi	Lopettavat työt
	Siirrot	Mittaukset				
tth / m ²	0,006	0,003	0,008	0,03	0,018	0,003

Oikaistavaa betonipintaa m ²	≤1000	2000	4000	≥8000
Suoritemääräkerroin	1,10	1,05	1,00	0,95

Taulukossa 2 esitetyillä siirroilla tarkoitetaan työpisteeseen vietävien materiaalisien ja työvälineiden siirtämistä työkohteeseen. Mittauksilla tarkoitetaan työn tarpeen selvittämistä mittaamalla seinien vinouksia ja epätasaisuuksia. Lopettavat työt ovat esimerkiksi työvälineiden puhdistamista, työstä tulleiden jätteiden siivoamista ja telien purkamista. Suoritemääräkertoimeen vaikuttaa kohteen koko. Kerroin on sitä pienempi, mitä suurempi kohde on. Tässä ajatuksena on se, että kun sama työ toistuu useasti, niin samalla työn ajallinen edistyminen nopeutuu. [5.]

Työmenekkiin keskeisesti vaikuttavia seikkoja ovat elementtien ja elementtiasennuksen mittapoikkeamat ja laatu. Työmaan siisteydellä, päällekkäisillä työvaiheilla ja sääolosuhteilla on vaikutusta työn etenemiseen. Myös työntekijöiden ja työnjohtajien motivaatio, ammattitaito ja kokemus vaikuttavat oleellisesti työn aikataulussa ja kustannustavoitteessa pysymiseen. [1.]

Oikaisutoissa työmenekin määrittämistä laskentavaiheessa vaikeuttaa se, ettei ole tiedossa etuoikaistavan ja oikaistavan betonipinnan määrää. Yleisesti tavoitteen määrittäminen perustuu arvioon työn määrästä ja parhaana arviona voidaan pitää toteutuneiden hankkeiden jälkilaskentatietoja. [14.]

2.7 Käytettävät työvälineet, materiaalit ja menekit

Mittauksissa tulee käyttää mittalauta- ja kiilamenetelmää RT-kortin 14-11039 mukaisesti. Lisäksi mittauksiin tarvitaan erimittaisia alumiinilinjareita. Lyhyitä linjareita tarvitaan ikkuna- ja ovipieliin suoruuden tarkastamiseen, kun taas pitkiä linjareita tarvitaan suurten seinäpintojen suoruuden tarkastamiseen. [8.]

Paiseiden ja purseiden tasoittaminen vaatii piikkaus- ja hiomakonetta. Hiomakonetta käytettäessä on tarkastettava, että käytettävien hiontalaikkojen suurin sallittu kierrosnopeus ei ylitä kyseisellä koneella. Pölynhallintaan vaaditaan lisäksi imuri ja laitteisiin sopiva kohdepoisto. [7.]

Oikaisutyöissä laastin sekoittamiseen tarvitaan vispiläkone ja lisäksi sekoitusastioita. Laastin levittämiseen tarvitaan erilaisia lastoja ja linjareita. Katonrajassa tehtävää oikaisutyötä varten tarvitaan työtaso tai telineet. Katonrajassa tehtävää työtä varten tarvitaan työpukki tai teline. Tarvittaessa joudutaan tekemään suojauksia ja osastointeja, joita varten tarvitaan suojausmuovia ja puurimaa. [7.]

Koska etuoikaisussa käytettävät materiaalit ovat pysyviä rakennusmateriaaleja, on ne harmonisoidun rakennustuoteasetuksen mukaisesti CE-merkittävä 1.7.2013 alkaen. CE-merkin on oltava tuotteen suunnitellun käyttötarkoituksen mukainen. Lisäksi käytettävien tuotteiden tulee täyttää haihtuvien yhdisteiden ja hiukkaspäästöjen osalta sisäilmastovaatimukset. Tuotteen kelpoisuus voidaan todeta pakkauksen mukana tulevasta kuormakirjasta, jossa on vaaditut viranomaisten ja valmistajan merkinnät. [8.]

Käytettävien tuotteiden ominaisuuksissa on erityisesti kiinnitettävä huomioita niiden soveltuvuuteen haluttuun käyttötarkoitukseen ja eri materiaalien yhteensopivuuteen. Lujuuden ja tartuntaominaisuuksien minimiarvojen on täytyttävä. Riittävän tartunnan saavuttamiseksi alusta voidaan kostuttaa tai pohjustaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. [8.]

Tuotteiden kuljetuksessa ja varastoinnissa on noudatettava tuotteen valmistajan ohjeita. Tuotteet on varastoitava niin, että ne on suojattu sateelta ja maakosteudelta. Lisäksi käyttövalmiiden laastien ja tasoitteiden jäätyminen on estettävä. [8.]

Laasteissa ja tasoitteissa käytettävä vesi on oltava puhdasta. Yleisenä sääntönä voidaan pitää, että veden on oltava juomakelpoista. Käytettävän veden lämpötilan tulee olla alle +40 °C. [8.]

Materiaalimenekki on määritetty Ratu 0408 -ohjekortissa ja Rakennustöiden menekit 2010 -julkaisussa. Materiaalimenekkiin vaikuttaa erityisesti elementtien ja elementtiasennuksen toleranssit ja laatu. Materiaalimenekin määrittäminen laskentavaiheessa on hankalaa, sillä oikaisun tarve on suoraan verrannollinen edeltävien työvaiheiden virheisiin ja puutteisiin. Paras tapa arvioida materiaalimenekki on tutkia toteutuneiden kohteiden jälkilaskentatietoja. Taulukossa 3 on Ratu 0408 -ohjekortin mukaiset oikaisu- ja paikkauslaastimenekit. [7.]

Taulukko 3. Materiaalimenekit [7.]

	Helppo	Normaali	Vaativa
kg / m ²	0,2	0,5	1,0

Taulukon 3 määritelmät helppo, normaali ja vaativa kuvaavat juuri elementtien ja niiden asennuksen laatutasoa. Jos elementit ja niiden asennus ovat laadukkaita, päästään luokkaan helppo, jolloin etuoikaisu- ja oikaisutyön määrä sekä käytettävän materiaalin määrä pienenevät. [7.]

2.8 Laatu, sen valvonta ja ongelmat

Etuoikaistun ja oikaistun pinnan on täytettävä sille asetetut vaatimukset. Keskeisin vaatimus oikaisutyölle on oikaistavien pintojen suoruus. Se on helposti työmaalla mitattavissa yksinkertaisin menetelmin. Vaadittava mittatarkkuus on aina tarkastettava sopimusasiakirjoista. Lisäksi pinnan on oltava riittävän luja ja siitä pitää olla poistettu purseet sekä tartuntaa heikentävät epäpuhtaudet ja pöly. Mikäli oikaisutyön yhteydessä elementtisaumoihin on kiinnitetty vahvikekangas, tulee sen olla rypytön ja riittävän lujasti kiinni alustassa. [1.] [8.]

Pinnan suoruuden raja-arvot on määritetty MaalausRYL 2012:ssa. Tasoitettavan pinnan tasaisuuden sallitut poikkeamat katsotaan asuntorakentamisessa tavallisesti luokan B mukaan. Pinnan tasaisuuden suurin sallittu poikkeama saa olla 8 millimetriä 1,5

metrin matkalla. Erilaisten pintojen ja vaatimusluokkien suurimman sallitut mittapoikkeamat on esitetty alla olevassa taulukossa 4. YIT:llä tasoite ja maalaustyön urakkajaliitteessä tasoitettavan pinnan suurimmaksi sallituksi mittapoikkeamaksi on määritetty 10 millimetriä 2 neliömetrin matkalla. [9.] [15.]

Taulukko 4. Tasoitettavan alustan tasaisuuden sallitut mittapoikkeamat [9.]

Alusta	Laatutekijä (Lähde)	Mitattava suure	Vaatimus	mm
Betonipinta • muottia vasten paikalla valettu pinta	pinnan käyryys ja aaltoilu (by 47)	suurin mittapoikkeama / 1,5 m	Luokka AA	3
			Luokka A	5
			Luokka B	8
			Luokka C	8
• muottia vasten valettu elementtipinta	pinnan käyryys ja aaltoilu (by 47)	suurin mittapoikkeama / 1,5 m	Luokka AA	2
			Luokka A	5
			Luokka B	8
			Luokka C	8
Muurattu pinta • tiili- tai harkkomuuraus	pinnan käyryys (RunkoRYL 2010)	tasaisuus RT 14-11039:n mukaan	Luokka 1	± 4
			Luokka 2	± 6
			Luokka 3	± 8
Rapattu pinta	tasaisuus (RunkoRYL 2010)	tasaisuus RT 14-11039:n mukaan	Luokka 1	± 3
			Luokka 2	± 5
			Luokka 3	± 7
Rakennuslevypinta	pinnan käyryys (RunkoRYL 2010)	suurin sallittu poikkeama / 200 mm	Luokka 1	± 1
			Luokka 2	± 1
			Luokka 3	± 2
		/ 1000 mm	Luokka 1	± 3
			Luokka 2	± 4
			Luokka 3	± 6
/ 2000 mm	Luokka 1	± 4		
	Luokka 2	± 6		
	Luokka 3	± 10		

Laadun kannalta yleinen ongelma on pinnoitteen huono tartunta alustaan ja pinnan tasaisuuden laatu poikkeamat. Tasaisuuden laatu vaihtelun ehkäisykeino on säännöllinen ja ennalta suunniteltu työnaikainen laadunvalvonta. Laatu poikkeamiin on puututtava välittömästi niiden ilmetyä. Näin voidaan ennaltaehkäistä tulevaisuudessa samojen virheiden syntymistä. Huonoon tartuntaan vaikuttavat pinnoitettavan alustan epäpuhtaudet kuten pöly ja rasva. Liian kuiva alusta saattaa kuivattaa pinnoitteen liian nopeasti, jolloin tartunta heikentyy ja pinnoite alkaa halkeilla ja lohkeilla. Joidenkin pinnoitteiden ohjeissa opastetaan käyttämään alustan ja pinnoitteen välissä erillistä tartuntaainetta, jolla on oleellinen merkitys pinnoitteen kiinni pysymisen kannalta. Pinnoitteen valmistajan ohjeiden mukaisia ainepaksuuksia on noudatettava, sillä liian ohuet tai paksut ainevahvuudet saattavat heikentää pinnoitteen kokonaislujuutta. [1.] [8.]

2.9 Työturvallisuus

Etuoikaisu- ja oikaisutyössä on noudatettava lakia koskevia työturvallisuusmääräyksiä ja työmaan yleisiä työturvallisuus ohjeita ja -määräyksiä. Työhön liittyvät turvallisuusseikat on käyty läpi aloituspalaverissa ennen varsinaisen työn aloittamista. Urakkasopimukseen on kirjattava turvallisuutta koskevat seikat, kuten käytettävät henkilökohtaiset suojaimet, putoamissuojaus ja noudatettavat turvallisuusasiakirjat. Käytettäviä suojaimia on suojakypäriä, silmäsuojaus, suojakäsineet, suojavaatetus, turvakengät sekä tarvittaessa kuulosuojaus ja hengityssuojain. Tämän lisäksi korkealla ja putoamisvaarallisella alueella työskenneltäessä on käytettävä henkilökohtaista putoamissuojausta. Urakkasopimukseen on syytä lisätä sakkokäytäntö turvallisuuslainlyöntien varalle. Oikaisutöiden aikataulusuunnittelussa on huomioitava myös turvallisuusseikat. Samanaikaisesti tehtävät työvaiheet eivät saa aiheuttaa vaaratilanteita työmaalla. [7.]

3 Etuoikaisu- ja oikaisutyötä edeltävät työvaiheet

Etuoikaisua ja oikaisua edeltäviä työvaiheita ovat betonielementtien valmistus ja asennus. Tänä päivänä valtaosa uusien asuinkerrostalojen rungoista tehdään betonielementeistä. Alla olevassa kuvassa 4 on ulkoa kuvattu betonielementeistä rakennettu kerrostalon runko. [1.]



Kuva 4. Betonielementtirunko [Vili Rinne]

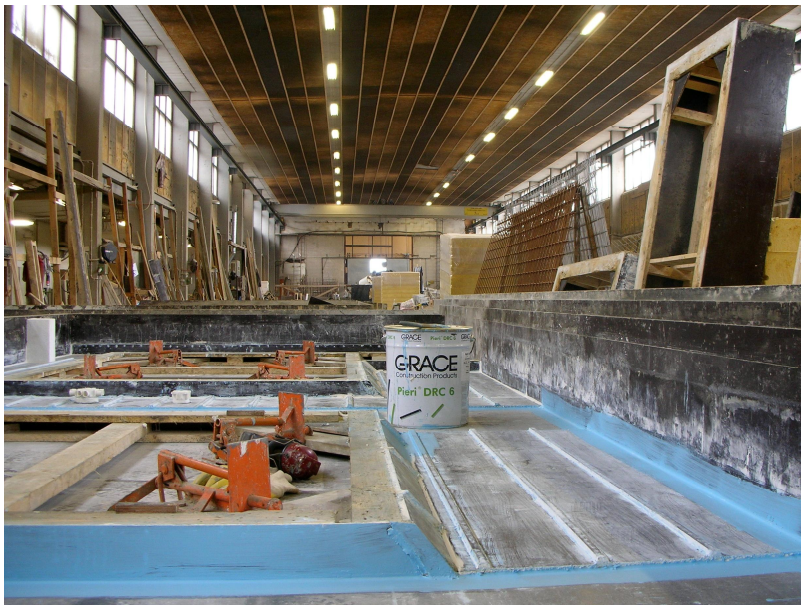
Oikaisutöillä tarkoitetaan elementtien valmistuksessa ja/tai asennuksessa tehtyjen virheiden korjaamista, joka on usein kallista, työlästä ja aikaa vievää. Suunnittelulla ja työnaikaisella laadunvalvonnalla voidaan huomattavasti parantaa työn huolellisuutta ja samalla vähentää virheiden määrää. Betonielementtien ja elementtiasennuksen laadulla on keskeinen vaikutus etuoikaisun ja oikaisutyön tarpeeseen työmaalla. [3.]

3.1 Betonielementtituotanto

3.1.1 Betonielementtituotannon vaikutukset etuoikaisu ja oikaisutyöhön

Betonielementtituotannossa mahdolliset työvirheet voidaan jakaa kolmeen osaan työn vaiheistuksen mukaisesti. Nämä työvaiheet ovat muottityö, raudoitustyö ja betonointityö. Elementtituotannossa tapahtuvista virheistä oikaisutöiden kannalta kriittisimpiä ovat muottitöissä ja betonointitöissä tapahtuvat virheet. [4.]

Elementtien muottityössä tyypillisiä virheitä ovat muotin kasauksessa tapahtuvat mittavirheet. Muotin ristimitassa saattaa olla heittoja, jotka eivät kuitenkaan suoraan vaikuta oikaisutöihin. Elementtien reunamuotit tehdään joko puusta ja vanerista tai käytetään metallimuotteja. Puumuottien ongelmana on niiden ns. väsyminen muottikierron johdosta. Muotin väsymisellä tarkoitetaan sen käyristymistä, suoruuden menettämistä ja pinnan tasaisuuden heikkenemistä. Suurempia ongelmia tuottaa puurakenteisten ikkuna- ja oviaukkomuottien vinous, ristimitan heitot, sivujen käyryys ja muotissa olevat naulauksen aiheuttamat kolot. Naulauksesta aiheutuvat kolot korostuvat ajan myötä, kun samaa muottia käytetään useaan otteeseen ja muotissa alkaa tapahtua väsymistä. Kuvassa 5 on sandwichelementin muottityövaihe, jossa valutoppareiden asennus on kesken. [4.] [13.]



Kuva 5. Sandwichelementin muotti [Vili Rinne]

Muotin puutteellinen tuenta aiheuttaa muotissa valuhetkellä muodonmuutoksia, jotka yleisesti esiintyvät elementin ja aukkojen reunojen pullistumina. Pullistuneet ikkuna- ja ovipielet on työmaalla oikaistava. Muotin on oltava riittävän tiivis, jotta betoni ei pääse pursuamaan ylimääräisistä aukoista ja koloista. Muotin pohjamateriaalina on suositeltavaa käyttää metallia. Metallimuotti ei väsy samalla tavalla kuin vaneripintainen muotin pohja. Niinpä metallipintaisella muotilla saadaan aikaan tasalaatuisempia seinäpintoja. [4.] [13.]

Betonoinnissa tehtäviä virheitä ovat käyttötarkoitukseen sopimattoman massan käyttäminen, huono tiivistäminen, muottien purkaminen ennen muotinpurkulujuutta, jälkihoidon laiminlyöminen sekä huolimaton pinnan hierto ja liippaus. Oikaisutöiden kannalta kriittiset virheet tehdään betonimassan tiivistys- sekä hierto- ja liippaustöissä. Huono tiivistys näkyy erityisesti käytettäessä patterimuottia väliseinien valmistamiseen. Patterimuotin aukkojen alareunaan saattaa helposti jäädä koloja, jonne betoni ei ole riittävästi tiivistynyt. Betonin hierrossa ja liippauksessa tapahtuvat työvirheet näkyvät yleisesti pinnan epätasaisuuksina. Kuvassa 6 on tilanne, jossa pinnan epätasaisuus on havaittavissa suoran linjarin avulla. [4.] [13.]



Kuva 6. Betonielementin pinnan epätasaisuus [Vili Rinne]

Nykyään betonielementtituotannossa on yleistynyt itsestään tiivistyvä betoni. IT-betonin etuna on se, ettei sitä tarvitse erikseen tiivistää. Vaakavaluissa IT-betoni levitetään tasaisesti muottiin ja lopuksi pinta tasataan maalitelalla. Tela jättää pinnan muhkuraiseksi. Kuvassa 7 näkyy, millainen pinta elementtiin muodostuu telausta käytettäessä. Joissain tapauksissa muhkurat saattavat olla liian suuria ja pinta joudutaan hiomaan tai oikaisemaan, koska tasoittaminen ei enää riitä muhkuroiden tasoittamiseen. [13.]



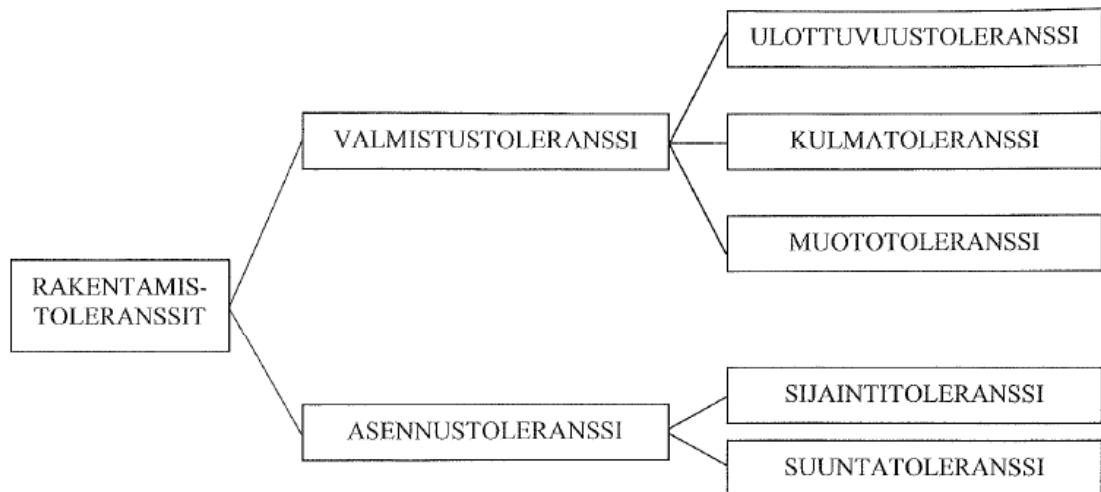
Kuva 7. IT-betonista tehdyn elementin pinta [Vili Rinne]

3.1.2 Betonielementtituotannon toleranssit

Betonielementtien tulee täyttää niille asetetut laatuvaatimukset. Keskeisin elementtien laatuvaatimus on mitattavissa olevat toleranssit. Toleranssilla tarkoitetaan mitan sallitua vaihtelua, eli tilaa, jonka rajojen sisällä kappaleen pisteen, viivan tai pinnan tulee sijaita. Betonielementtien toleranssit on määritetty julkaisuissa by 47 ja Betonielementtien toleranssit. Betonielementeistä käytetään kahta kansallista mittatarkkuusluokkaa, jotka ovat normaaliluokka ja erikoisluokka. Tavallisesti kerrostalorakentamisessa noudatetaan normaaliluokan toleranssivaatimuksia. [2.]

Toleransseista käytetään tarkempia käsitteitä, jotka ovat toleranssiväli ja toleranssileveys. Toleranssiväli ilmoitetaan rajamittojen avulla tai perusmitan ja sallittujen poikkeamien avulla. Perusmitalla tarkoitetaan suunnitelmissa ilmoitettua mitta ja poikkeamalla tarkoitetaan toteutuneen mitan ja perusmitan välistä erotusta. Toleranssileveydellä kuvataan rajamittojen erotusta. [2.]

Betonielementtien toleranssit -julkaisussa ei oteta kantaa elementtien asennustoleransseihin. Betonielementtien valmistukselle ja rakentamiselle julkaisussa on olemassa omat toleranssinsa. Alla oleva kuva 8 esittää, kuinka rakentamistoleranssit muodostuvat. [2.]

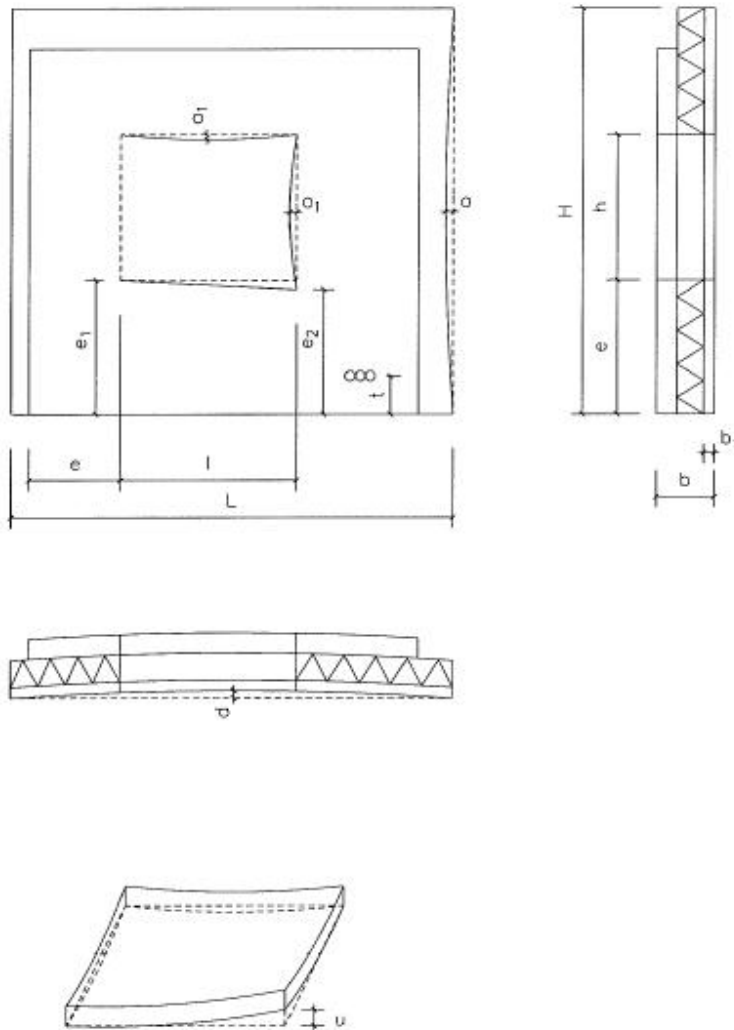


Kuva 8. Rakentamistoleranssin muodostuminen [2.]

Taulukkoon 5 on koottu Betonielementtien toleranssit -julkaisusta oikaisutöiden kannalta kriittiset betonielementtien valmistustoleranssit. Kuvan 9 tarkoitus on selkeyttää niiden merkitystä. Toleransseista elementin kierous ja käyristymä ovat selkeästi mitattavissa työmaalla. Mikäli kierous tai käyristymä ylittää sille asetetun mittatarkkuusvaatimuksen, on siitä reklamoitava elementtitehdasta. Jos kierous tai käyristymä mahtuu sallittuun valmistustoleranssin, mutta ei täytä tasoitetyön sopimusasiakirjoissa määritetyjä aloitusedellytyksiä, on pinta oikaistava. Elementtien paksuusvaihtelut ja kierous aiheuttavat elementtien liittymäkohtiin tasoeroja. Vinot ja käyrät ikkuna- ja ovismyygit näkyvät selkeästi valmiissa pinnassa. Vinoja ja käyriä smyygejä korostaa suoraan asennetut ikkuna- ja ovikarmit. [2.] [13.]

Taulukko 5. Betonielementtien valmistustoleranssit [2.]

MITTAUKSEN KOHDE	VALMISTUSTOLERANSSIT (Normaaliluokka)
Paksuus (b)	
sandwichhin kok. paksuus	± 8
sandwichin sisäkuori	- 5; + 10
väliseinä ja sisäkuori	± 5
Sivun käyryys, ovet ja ikkunat (a_1)	± 5
Kierous	± 15
Ovet ja ikkunat, kulmien sijainnin ero ($e_1 - e_2$)	10
Elementin käyristymä (d)	$L / 400$



Kuva 9. Seinäelementtien mitattavat suureet [2.]

3.1.3 Betonielementtituotannon laadunvalvonta

Elementtien valmistajalla on oltava ympäristöministeriön hyväksymän toimielimen varmentama tehtaan sisäinen laadunhallintajärjestelmä. CE-merkki tulee korvaamaan tämän järjestelmän viimeistään 1.7.2013 mennessä. CE-merkittyjen tuotteiden tulee noudattaa harmonisoidussa tuotestandardissa olevia laatuvaatimuksia. [4.]

Tehtaalla muotti on aina tarkastaa ennen betonointia. Muotin reunojen ja aukkojen mittoihin sekä tuentaan on kiinnittää erityistä huomiota, jotta valmis tuote olisi suunnitelmiin mukainen. Raudoituksen suojaetäisyys on myös tarkastettava. Heti muotista purun jälkeen elementti on tarkastettava ja havaitut virheet korjattava ennen elementin toimitamista työmaalle. [4.]

3.2 Elementtiasennus

3.2.1 Elementtien vastaanotto

Elementtiasennuksen ensimmäinen työvaihe on elementtien vastaanotto. Kuormaa purettaessa tilaaja vastaanottaa elementit työmaalle. Vastaanottovaiheessa tilaajan on tarkastettava elementtien kunto ja sopimusasiakirjoissa sovittujen toleranssien täyttyminen. Yleensä vastaanoton suorittaa elementtiasennusryhmän henkilö, joka on mukana purkamassa elementtikuormaa. Havaitut virheet ja puutteet kirjataan kuormakirjaan, joka toimii samalla reklamaationa. [4.]

Käytännössä elementtien tarkastaminen on mahdotonta tai hankalaa elementtien vastaanottovaiheessa. Elementit toimitetaan pääsääntöisesti työmaalle aamulla ennen varsinaista työaikaa, jolloin työmaalla olosuhteet ovat huonot tarkastamisen kannalta. Todellisuudessa elementit kyetään tarkastamaan kunnolla vasta asennettuina. Aikataulullisista syistä johtuen virheellisiä tai puutteellisia elementtejä ei voida lähettää takaisin elementtitehtaalte korjattavaksi, vaan ne on asennettava paikoilleen sellaisenaan ja korjattava myöhemmin osana rakennuksen runkoa. [4.]

3.2.2 Elementtiasennuksen vaikutukset etuoikaisu ja oikaisutyöhön

Elementtiasennuksesta on laadittava kirjallinen elementtiasennussuunnitelma. Asennussuunnitelmassa on huomioitava mm. väliaikaisvarastointi, nostoapuvälineet, liitokset, asennusaikainen tuenta, tukipinnat, asennusjärjestys, laatu ja toleranssit. Ennen varsinaisen työn aloittamista työnjohto ja asennusryhmä käyvät yhdessä asennussuunnitelman läpi, jotta välttyttäisiin työnaikaisilta virheiltä, laatupoikkeamilta, väärinkäsityksiltä ja erimielisyyksiltä. Asennustyöstä laaditaan lisäksi urakkasopimus, jossa keskeinen osa on työkokonaisuuden sisältämät työt ja niiden laatutaso. [4.]

Elementtiasennuksen työvirheet, joilla on vaikutusta oikaisutöihin ovat asennuksessa syntyvät mittapoikkeamat sekä valusaumojen ja muiden täyttöjen epätasaisuudet. Oikaisutöiden kannalta kriittiset mittapoikkeamat ovat elementin pystysuoruuden- ja syvyysuunnan mittavaihtelut. Elementtiasennuksen mittatarkkuus on tarkastettava ja mahdolliset virheet korjattava ennen juotosvalua. Ennen valua elementtien pystysuoruutta voidaan korjata tonäreitä säätämällä ja syvyysuunnassa elementtejä voidaan liikuttaa asennuskankien avulla. Jos ulkoseinäelementti sisältää valmiin julkisivupinnan, niin täytyy elementti asentaa työmaalla julkisivupinnan mukaan tasaisesti. Tällöin kaikki elementtien valmistuksessa syntyneet mittapoikkeamat konkretisoituvat rakennuksen sisäpuolella. [13.] [16.]

Elementtien syvyysuuntaiset mittavaihtelut aiheuttavat seinäpintoihin hammastusta elementtien sauma kohdissa kuvan 10 mukaisesti. Tämä virhe on vaikea ja työläs korjata suoraksi seinäpinnaksi. Hammastusten häivyttämiseksi suuriakin seinäpinta-aloja joudutaan oikaisemaan joko oikaisulaastilla tai piikkaamalla ja hiomalla. [16.]



Kuva 10. Kahden elementin välinen syvyysuuntainen hammastus [Vili Rinne]

Pystysuoruudesta poikkeavat elementit korostavat kahden elementin välistä hammastusta. Pystysuunnassa vinoon asennetut elementit joudutaan korjaamaan oikaisemalla ne suoraksi oikaisulaastilla. Pahimmassa tapauksessa kaksi vierekkäistä elementtiä on asennettu syvyysuunnassa eri tasoon ja tämän lisäksi ne ovat eri suuntiin pystysuunnassa vinot. Tällaiset tilanteet ovat kuitenkin harvinaisia. [16.]

Elementtiasennuksessa tehtävissä saumavaluissa ongelmaksi muodostuu ns. kovat ja/tai vastaavasti vajaat valut. Kuvassa 11 on hyvä esimerkki tällaisesta tilanteesta. Kovaksi jääneet valut ovat näistä työläämpiä, koska ne joudutaan aina piikkaamaan ja/tai hiomaan tasaisiksi. Vajaaksi jääneet saumat joudutaan täyttämään oikaisulaastilla muun seinäpinnan kanssa samaan tasoon. Kuvassa 12 on esimerkki kahden elementin välisestä saumasta, joka on tehty sopimusasiakirjojen mukaisesti ja se ei vaadi etuoikaisua. [16.]



Kuva 11. Etuoikaisua vaativa seinäelementin ja ontelolaatan välinen sauma [Vili Rinne]



Kuva 12. Sopimusasiakirjojen mukaisesti tehty seinäelementin ja ontelolaatan välinen sauma [Vili Rinne]

Saumavalujen lisäksi ongelmaksi muodostuu tartuntavarausten ja muiden kolojen täytöt. Usein pienissä täytöissä ei käytetä valumuottia, mutta kuitenkin ainevahvuudet ovat isoja. Tästä syystä täyttöä ei voida tehdä kerralla valmiiksi, vaan hyvä lopputulos vaatii useamman täyttökerroksen. [16.]



Kuva 13. Epäonnistunut tartuntavarauksen täyttö [Vili Rinne]

Usein varaukset yritetään tehdä yhdellä täyttökerralla valmiiksi, jolloin käytettävä massa ei pysy varauksessa. Tyypillisesti betoni lähtee valumaan alaspäin, jolloin varauksen alaosa jää kovaksi ja yläosa jää vajaaksi. Kuvassa 13 on esimerkki elementtiasennuksen yhteydessä täytetystä tartuntavarauksesta, joka ei ole sopimusasiakirjojen mukainen. Epäonnistuneen varauksen pinta joudutaan etuoikaisuvaiheessa sekä hiomaan ja täyttämään vajaaksi jääneitä kohtia. Kuvassa 14 on elementtiasennuksen yhteydessä täytetty varaus, joka ei vaadi erillistä etuoikaisutyötä. [16.]



Kuva 14. Sopimusasiakirjojen mukaisesti tehty tartuntavarauksen täyttö [Vili Rinne]

3.2.3 Elementtiasennuksen laadunvalvonta

Elementtiasennustyönjohtajan työnaikaisella laadunvalvonnalla on keskeinen merkitys hyvän laadun saavuttamisen kannalta. Työnaikaisena laadunvalvontana voidaan pitää mittojen, suoruuksien, elementtien kunnon, muottien, raudituksen ja betonoinnin tarkastamista. Näistä oikaisutöiden kannalta keskeisiä osa-alueita ovat elementtiasennuksen mittatarkkuuden tarkastaminen ennen juotosvalua, elementtien kunnon seuranta ja valumuottien lujuuden silmämääräinen tarkastus. Tarkastuksista on tehtävä suunnitelma ja niitä on tehtävä säännöllisin väliajoin. Kuvassa 14 on esimerkki elementtiasennuksessa tapahtuneesta laatu poikkeamasta. [4.]



Kuva 15. Ontelolaatan ja seinäelementin välinen valukaista, jossa betonin tiivistäminen on epäonnistunut [Vili Rinne]

Työnaikaisen laadunvalvonnan keskeinen tarkoitus on ennaltaehkäistä laatu- ja tarkastusvirheiden syntymistä puuttamalla välittömästi jo tapahtuneisiin virheisiin ja puutteisiin. Havaitut virheet on korjattava välittömästi ja työnjohdon on yhdessä asennusryhmän kanssa mietittävä vaihtoehtoisia toimintatapoja, jotta samoja virheitä ei enää jatkossa syntyisi. Tehdyistä tarkastuksista on laadittava tarkastuspöytäkirja. Tarkastukset voidaan tehdä esimerkiksi YIT:n sisäisessä käytössä olevien laatu- ja tarkastuskorttien avulla. Vaihtoehtoisesti tarkastukset voidaan tehdä myös Rakennustiedon ohjeiden tai ympäristöministeriön tarkastusasiakirjan mukaisesti [4.]

4 Etuoikaisu- ja oikaisutöiden jälkeen tehtävä tasoite- ja maalaustyö

Tasoite- ja maalaustyöllä tarkoitetaan elementtiasennuksen ja oikaisutöiden jälkeen tehtäviä työvaiheita. Tasoitustyössä suoristetaan pieniä epätasaisuuksia, paikataan koloja ja tehdään seinästä tasainen ja yhtenäinen. Maalaustyöllä saadaan aikaan seinän lopullinen pinta. [11.]

4.1 Edeltävän työn vastaanotto

Ennen tasoitustyön aloittamista pinnat on tarkastettava. Niiden on täyttävä suunnitelma-asiakirjoissa määritetyt tasoitettavan alustan tasaisuuden ja lujuuden vaatimukset. Etuoikaisu- ja oikaisutyön vastaanotossa tulee olla paikalla pääurakoitsijan, etuoikaisu- ja oikaisutyön sekä tasoite- ja maalaustyön edustajat. Mahdollisista virheistä ja puutteista on reklamoitava kirjallisesti asianomaista. [4.]

4.2 Työn sisältö

Tasoitus on sisäseinille tehtävä yhdestä tai useammasta kerroksen koostuva rakennekerros. Sen tarkoitus on suoristaa epätasaisuudet ja muodostaa tasainen, sileä ja yhtenäinen pinta päälle tulevalle pintamateriaalille. Tasoitustyöhön sisältyy ennen varsinaista työtä tehtävät mittaukset, tavarasiirrot, suojaukset, tasoitettavan pinnan puhdistus ja mahdollinen esikäsittely. Varsinaiseen tasoitetyöhön sisältyy tasoitteen valmistaminen ja levittäminen, hionta ja jälkityöt. Tasoittamiseen ei yleisesti sisälly ohjurien tai linjarin kanssa tehtävää tasoitustyötä. Työn kannalta parhaat olosuhteet ovat +10...20 °C:n lämpötila ja noin 50...80 %:n ilman suhteellinen kosteus. Rungas veto, liian korkea lämpötila ja kuiva alusta pienentävät tasoitteen työstettävyyttä. [10.]

Tässä insinööritöissä maalauksella tarkoitetaan sisäseinille, tasoitteen päälle tehtävää pintakäsittelyä, joka normaalisti jää seinän lopulliseksi pinnaksi. Käsittelykertoihin vaikuttaa pinnan ulkonäkövaatimuksen ja käytettävän tuotteen ominaisuudet. Maalaustyöhön kuuluvia työvaiheita ovat mittaukset, tavarasiirrot, suojaukset, tarvittava hionta, pinnan puhdistus, esikäsittely, rajaukset ja maalaus. Tasoite- ja maalaustyölle on samat olosuhdevaatimukset. [9.]

4.3 Laatu ja toleranssit

Tasoitetulle pinnalle voidaan määrittää tasaisuus-, ulkonäkö- ja rasitusluokka. Näistä tasaisuusluokalla on suora vaikutus oikaisutyön laatuun. Mitä korkeampaa laatua tasoitetulta pinnalta vaaditaan, sitä korkealaatuisempi on myös oikaisutyön lopputuloksen oltava. Tasoitetun pinnan tasaisuusvaatimukset on määritetty RT 33-11043 -julkaisussa. Taulukossa 6 on tasoitetun pinnan tasaisuusvaatimukset luokittain. Kerrostalorakentamisessa käytetään yleisesti luokkaa 1. [10.]

Taulukko 6. Tasoitetun seinän ja katon tasaisuusvaatimukset [10.]

Tasoitettu seinä/katto	Suurin sallittu poikkeama (mittauspituus 2000 mm)			
	Luokka 0	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
	L0	L1	L2	L3
Pinnan tasaisuus	pinnat, joille asetetaan luokkaa L1 tiukemmat vaatimukset	± 3 mm	± 5 mm	pinnat, joille asetetaan luokkaa L2 väljemmät vaatimukset
Pinta rajoittuu toisiin rakennusosiin		± 2 mm	± 4 mm	

Taulukon tasaisuusluokkia voidaan käyttää esimerkiksi seuraavasti:

- L0 Maalattavat pinnat, joille asetetaan tavanomaista korkeammat tasaisuusvaatimukset
- L1 Maalattavat tai ohuen tapetin alustaksi tarkoitetut seinät ja sileät maalattavat katot
- L2 Kankaan tai paksun tapetin alustaksi tarkoitetut seinät ja ruiskutetut katot
- L3 Pinnat, joille asetetaan tavanomaista vähäisemmät tasaisuusvaatimukset

Valmiin maalatun pinnan on täytettävä sille sopimusasiakirjoissa määritetyn käsittelyyhdistelmän mukaiset vaatimukset. Ulkonäkövaatimuksille on kolmeasteinen luokitus. Yleisesti asuinkerrostalot kuuluvat ulkonäköluokkaan 2. Pinnan laatua ei voida arvioida mittaamalla, vaan sitä tarkastellaan silmämääräisesti. Tämä saattaa aiheuttaa osapuolten välillä erimielisyyksiä, koska arviointi on aistinvaraista ja selkeän rajan asettaminen on hankalaa. Valmiin pinnan arviointikriteereitä ovat luontainen ulkonäkö, pintakäsittelyn tasaisuus ja pinnan yhdenmukaisuus. Pintaa arvioidessa huomioidaan kokonaisuus, pohjarakenteen ominaisuudet, tuotteiden ominaisuudet ja työmenetelmät. Kaikki maalipinnalle tehtävä arviointi tapahtuu käyttöolosuhteita vastaavissa normaalivalossa, eli päivänvalossa tai yleisvalaistuksessa. Väri- ja kiiltoero voidaan tulkita haittaavaksi, jos se havaitaan yleissilmäyksellä. Yksittäisiä virheitä on tarkasteltava sellaiselta etäisyydeltä, jolta voidaan hahmottaa koko maalattu kokonaisuus. Yksityiskohtia taas tarkastellaan kohtisuoraan 1,5 metrin etäisyydeltä pinnasta. [9.]

5 Tutkimustulokset ja kehitysehdotukset

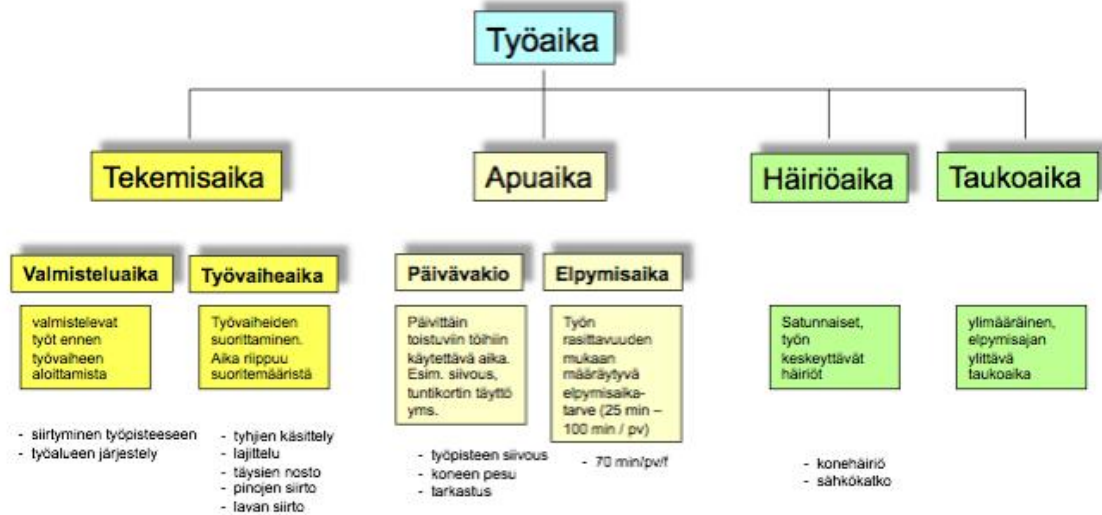
Tässä tutkimuksessa tuli esille syitä, jotka johtavat etuoikaisu- ja oikaisutyön kustannusylityksiin. Suurin osa niistä havaittiin työmaavierailuilla ja haastatteluissa. Työmaavierailut keskittyivät kahdelle YIT:n rakennustyömaa-alueelle, Espoon Ulappatorille ja Helsingin Konepajalle. Haastatteluja tehtiin useilla eri osa-alueilla. Tutkimuksessa haastateltiin YIT:n laskentaa, hankintaa, työnjohtoa ja työntekijöitä. Näiden lisäksi YIT:n ulkopuolelta haastateltiin betonielementtitehtaan edustajaa ja näkemystä haettiin myös rakennusalan ulkopuolelta haastatteleamalla tuottavuuskonsulttia. Tutkimuksessa huomattiin, että oikaisutöiden kustannusylityksiin löytyy syitä monilta osa-alueilta.

5.1 Laskenta

Tämän työn edetessä eräs henkilö totesi oikaisutöiden kustannuksien ylittyvän siitä syystä, että tavoitearvio on laskettu väärin. Tämä ei varmasti ole ainoa tai keskeisin syy kustannusylityksiin. Etuoikaisu- ja oikaisutyöt ovat laskennalle haasteellisia työvaiheita, koska tarkkoja laskentaperusteita ei ole tiedossa. Laskenta ei pysty etukäteen tietämään, miten paljon elementtien valmistuksessa ja asennuksessa tapahtuu työvireitä. Tällä hetkellä oikaisutöiden tavoitearvio perustuukin toteutuneiden hankkeiden jälkilaskentatietoon. [14.]

Laskennan ja työmaatoimihenkilöiden yhteinen työkalu on YIT:n sisäisessä käytössä oleva litterointiohje. Ohjeessa kerrotaan, mitä työvaiheita kuhunkin työkokonaisuuteen sisältyy. Yhdessä laskennan edustajan kanssa litterointiohjetta tutkittaessa todettiin, että sisäpuolisten kuivientilojen etuoikaisutyön osalta ohje vaatisi päivitystä ja tarkennusta. Ohjeessa on mm. ristiriitaisuutta lattiaita koskevan etuoikaisutyön osalta. [14.]

Laskennan tarkkuuden parantamiseksi sisäpuolisten kuivientilojen etuoikaisutyöt littera tulisi jakaa kahdeksi erilliseksi litteraksi kattojen ja seinien osalta. Mitä pienempään osaan työkokonaisuudet on jaettu, sitä helpompi on suunnitella ja seurata työtä ajan ja kustannuksien kannalta. Tämän lisäksi laskentaperusteita voitaisiin tarkentaa aikaan perustuvalla työnmittauksella. Siinä mitataan tarkasti kuhunkin työvaiheeseen kuluva aika. Työnmittausta tehdessä on syytä olla mukana työntekijän ja työnantajan edustaja. Taulukossa 7 on esitetty näkemys rakennusalan ulkopuolelta siitä, miten työaika muodostuu. [17.]



Taulukko 7. Työajan muodostuminen [17.]

5.2 Hankinta

Tutkimuksessa haastateltiin useiden eri tahojen edustajia hankinnasta aina työntekijöihin saakka. Lisäksi tutustuttiin tasoite- ja maalaustyön urakkarajaliitteeseen ja alan yleisiin laatuvaatimuksiin. Haastattelujen perusteella selvisi, että lähes kaikilla haastateltavilla oli eri käsitykset etuoikaisu- ja oikaisutyön sisällöstä ja laatutasosta. Oikaisutöiden ajallisten, taloudellisten ja laadullisten tavoitteiden saavuttamiseksi on tärkeää, että kaikilla osapuolilla on työn sisällöstä sama käsitys ja laadullisesti samat tavoitteet. Kaikkea tätä ohjaa tasoite- ja maalaustyöurakan sisältö ja tavoitteet.

Tällä hetkellä YIT:n käytössä oleva tasoite- ja maalaustyön urakkarajaliite on vuodelta 2008. Siihen on sisällytetty myös etuoikaisutyö. Valtaosa etuoikaisu- ja oikaisutöistä sekä tasoite- ja maalaustöistä tehdään erillisinä työurakoina ja lisäksi töille käytetään eri urakoitsijoita. Tästä syystä nämä kaksi työkokonaisuutta tulisi erottaa toisistaan ja laatia molemmille omat urakkarajaliitteet. [15.]

Uudisrakentamisen tarkoitus on tyydyttää käyttäjien tarpeita. Tästä syystä urakkarajaliite tulisi päivittää vastaamaan tämän päivän asiakkaiden koko ajan korkeampia vaatimuksia. Nykyisen urakkarajaliitteen pohjatietona on käytetty vanhoja Maalaus- ja SisäRYL:ejä, joka on yksi syy päivittämisen tarpeeseen. Uudemmat julkaisut ovat MaalausRYL 2012 ja SisäRYL 2013. Tämän hetkessä urakkarajaliitteessä ei ole selkeää

rajanvetoa tasoite- ja maalaustöiden aloitusedellytyksistä. Tämä aiheuttaa ristiriitaa tilaajan ja urakoitsijoiden välillä siitä, mikä työ kuuluu kenellekin. Välillä työmaalla näkee, että oikaisutyö on tehty ns. liian hyvin. Tämä tarkoittaa sitä, että tasoite ja maalaustyölle kuuluvia töitä on tehty etuoikaisu- ja oikaisutyönä. Toisinaan taas tasoiteurakoitsija reklamoi tilaajaa siitä, ettei tasoitettava pinta ole riittävän suora. Tasoite- ja maalaustyön urakkarajaliitteessä tulisi olla selkeästi kerrottu tasoitettavan pinnan aloitusedellytykset, jotka toimivat samalla oikaisutöiden laadun tavoitteina. [15.]

Etuoikaisu- ja oikaisutöiden sekä tasoite- ja maalaustöiden keskeinen päämäärä ja tavoite on tuottaa tasainen ja yhtenäinen seinäpinta. Tästä syystä parhaan lopputuloksen ja erityisesti joustavamman työnkulun kannalta työt tulisi teettää samana urakkana. Näin välttyttäisiin urakoitsijoiden välisiltä erimielisyyksiltä töiden sisällöistä ja tilaajan vastuulle jäisi työnaikainen valvonta ja vain valmiin tuotteen vastaanotto. [18.]

Betonielementtien tasoitettavalla pinnalla olevat, valmistustoleranssit täyttävät epätasaisuudet joudutaan usein oikaisuvaiheessa hiomaan tasaisiksi työmaalla. Tämä koskee erityisesti elementin aukkojen ja varauksien reunoilla olevia pinnan kohoumia ja IT-betonin työmenetelmistä johtuvia pinnan tasaisuuden vaihteluita. Toisinaan työmaalla tehtävään seinien ylihiontaan on syynä elementin pinnasta riittävän tartunnan saamiseksi poistettava sementtiliimakerros. Työmaalla hionta suoritetaan yleensä lattioiden ja seinien hiontaan tarkoitettulla sähköhiomakoneella, jossa on halkaisijaltaan noin 150 mm:n kokoinen betonipinnan hiontaan tarkoitettu laikka. Tässä työergonomia on huono, koska työtä joudutaan tekemään seinän koko korkeudelta. Lisäksi tilat ovat ahtaita, pölyn hallinta vaikeaa ja nurkkien työstäminen on hankalaa. Seinäpintojen hionta voitaisiin toteuttaa vaihtoehtoisesti jo elementtitehtaalla. Betonielementtiseinät, jotka vaelataan vaakatasossa, voitaisiin hioa muotin purun yhteydessä, ennen elementin pois nostamista. Näin toimittaessa hionta voidaan suorittaa lattiahiomakoneella, jossa laikan halkaisija on noin 400 millimetriä. Työ on huomattavasti nopeampi ja helpompi tehdä tässä vaiheessa, sillä betoni vielä pehmeää ja käytettävän koneen hionta-ala on suurempi. Tämän lisäksi lopputulos on tasaisempi laikan koosta ja työolosuhteista johtuen. [13.] [16.]

5.3 Elementtiasennus

Elementtiasennuksessa pienillä teoilla voi olla suuri vaikutus oikaisutyön tarpeeseen. Asennusvaiheessa voidaan vaikuttaa mm. siihen, suoristetaanko seinä vinotukia säätämällä vai jälkeempään oikaisulaastilla tai poistetaanko ylimääräinen betoni tuoreena vai myöhemmin piikkaamalla ja hiomalla. Elementtiasentajilla tulisi olla näkemystä tulevista työvaiheista ja erityisesti oikaisutöistä, jolloin pienilläkin teoilla voidaan vähentää huomattavasti oikaisutöiden määrää. [16.]

Ennen elementtien saumavaluja elementtien suoruus on tarkistettava ja tarvittaessa ne on suoristettava. Asennuksen edetessä on seurattava, miten holvilla tehtävien valujen aiheuttama paine vaikuttaa alapuolella olevien seinäelementtien suoruuteen. Lisäksi seinäelementin vinotuet on kiristettävä niin, että toiselle aiheutuu puristusta ja toiselle vetoa, jotta niissä olevan säätömekanismin väljyys ei pääsisi myöhemmin vaikuttamaan elementin suoruuteen. [16.]

Elementtiasennuksessa tehtävät valut tulisi ajoittaa niin, että jälkityöt pystytään suorittamaan betonin ollessa vielä työstettävissä. Esimerkiksi elementtien pystysaumaparrit on irrotettava siinä vaiheessa, kun betoni on kovettunut niin, että se pysyy saumassa, mutta pinta voidaan vielä tasata. Näin seinäpinnasta on mahdollista saada tasoitettavan pinnan vaatimukset täyttävä ilman, että sitä joudutaan ensin oikaisemaan. Muussa tapauksessa ainoa keino pinnan tasoittamiseen on oikaisu laastilla tai piikkaus ja hiominen. [16.]

Elementtiasennuksen yhteydessä rakennuksen sisä- ja ulkopinnoille tulee betoniroiskeita ja pienistä raoista pursuaa ylimääräistä betonia. Nämä on poistettava betonin ollessa märkää, jolloin ne ovat poistettavissa ilman piikkausta ja hiomista. Hyvä esimerkki on kahden ontelolaatan välisestä saumasta juotosvalun yhteydessä pursuva betonilimu. Jos betonilimua ei poisteta ontelolaattojen välisestä viistetyistä saumasta ennen sen kovettumista, niin se joudutaan myöhemmin piikkaamaan ja hiomaan. Riittävän ajoissa valun jälkeen betonipurseiden poistaminen ontelolaattasaumojen alapinnasta onnistuu helposti esimerkiksi karkealla harjalla. Myös lattioille ja seinille roiskunut betoni on poistettava ennen sen kovettumista. [16.]

Elementtiasennuksessa käytetään ns. alamassaa, eli betonia, jolla tukitaan erilaisia varauksia sekä sitä käytetään elementtien välisissä vaakasaumoissa. Alamassalle on

tyypillistä, että sitä käytettäessä se ei säilytä muotoaan, vaan valahtaa hallitsemattomasti alaspäin. Betoni valmistetaan työmaalla ja sen kuiva-ainesta säilytetään siilossa työmaan pihalla. Siilon yhteydessä on annostelija, joka sekoittaa kuiva-aineksen ja veden. Sekoitin on noin puoli metriä pitkä ruuvi, joka pyöriessään sekoittaa kuiva-aineksen ja veden samalla, kun se annostelee käyttäjän haluaman määrän betonia. Kokemus on osoittanut, että betonista on mahdollista saada helpommin käsiteltävää ja paremmin muotonsa säilyttävää, jos betonin annetaan sekoittua pidemmän aikaa esimerkiksi tasosekoittimessa. Käytettäessä tasosekoitinta pelkkä kuiva-aines annostellaan siilosta ja vesi lisätään erikseen tasosekoittimeen. Massan on annettava sekoittua noin puoli tuntia. [16.]

5.4 Työnjohtaminen

Työmaan työnjohdolla on keskeinen rooli työvaiheiden ajallisen, laadullisen ja taloudellisen onnistumisen kannalta. Työnjohtamisessa tärkeää on työnaikainen laadunvalvonta ja työn vastaanotto. Laadun valvonnan on oltava ennalta suunniteltua ja havaittuihin virheisiin ja puutteisiin puututtava välittömästi. Tässä tutkimuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota elementtiasennustyön viimeistelyyn. Tartuntavaraukset, valukaistat, pysty- ja vaakasaumat on elementtiasennuksessa täytettävä sopimusasiakirjojen mukaisesti muun pinnan kanssa samaan tasoon. Vastuu työn laadunvalvonnasta on elementtiasennustyönjohtajalla, jonka on vaadittava asennusryhmältä työn loppuun asti saattamista. Usein elementtiasennuksen virheet ja puutteet korjataan etuoikaisu- ja oikaisutyöllä. Elementtiasennustyöurakan maksuerätaulukon mukaisesti urakan viimeinen erä on maksettava ulos vasta, kun työ on tehty valmiiksi sekä virheet ja puutteet on korjattu. Yhtenä maksuehtona voidaan pitää tartuntavarausten, valukaistojen, pysty- ja vaakasaumavalujen toteutumista ennalta sovittuun laatutasoon. [19.] [20.]

Etuoikaisu- ja oikaisutyön tehtäväsuunnittelusta/ennakkosuunnittelusta vastaa työlle nimitetty työnjohtaja. Tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa määritetään, mitä töitä työkonaisuuteen sisältyy ja mikä on vaadittu laatutaso. Betonielementtiseinien pinnasta on hiottava sementtiliimakerros pois seinän nopeamman kuivumisen ja tulevien pinnoitteiden riittävän tartunnan saavuttamiseksi. Tänä päivänä betonielementtiteollisuudessa on yleistynyt itsestään tiivistyvän betonin käyttäminen. IT-betonia käytettäessä betonin pintaan ei muodostu perinteisen betonin tapaan sementtiliimakerosta sen ominaisuuksista ja työmenetelmistä johtuen. Tasoitteen tartuntaominaisuuksista hiomattomalle IT-

betonipinnalle on tehty tartuntakokeita elementtien valmistajien ja tasoitevalmistajien toimesta, jotka todistavat, ettei betonielementin pintaa ole välttämätöntä hioa tartuntasyistä. Kahden eri tartuntakokeen raportit ovat tämän työn liitteinä (liite 1 ja liite 2). [13.]

Työnjohtamisen tärkeimpiin tehtäviin kuuluu työvaiheen ajallinen, laadullinen ja taloudellinen suunnittelu, tavoitteiden määrittäminen ja suunnitelmien toteutumisen seuranta. Seuranta on oltava reaaliaikaista ja siitä on raportoitava esimiehelle. Hyvänä käytäntönä voidaan pitää työmaan viikkopalaverin yhteydessä tehtävää viikoittaista työvaihekohtaista seurantaraportointia. Tässä työnjohtaja esittää kirjallisen raportin pohjalta työmaan vastaavalle työnjohtajalle työvaiheen sen hetkisen tilan. Kirjallista raporttia laadittaessa työnjohtaja joutuu miettimään, mitkä syyt ovat johtaneet poikkeamien syntymiseen ja miten tilanne on korjattavissa. Etuoikaisu- ja oikaisutöiden kohdalla raportointikäytäntö voisi auttaa yksikkötasolla syiden löytämisestä sille, miksi oikaisutöille varatut kustannukset ylittyvät keskimäärin 70 %. Kirjallisesta raportoinnista saattaa olla myös apua jälkilaskennassa ja tulevien hankkeiden suunnittelussa. [14.] [17.]

Työmaalla materiaali-, työ- ja konehankinnoista aiheutuneita kustannuksia ohjataan YIT:n litterointijärjestelmän mukaisesti työvaiheittain niille varatuille litteralle. Litteroinnin tarkoitus on seurata työvaihekohtaisesti toteutuneita kustannuksia. Toteutuneiden kustannuksien seuranta ei kuitenkaan toimi, jos litterointia tehdään väärin. Väärin tehty litterointi ei ole työmailla harvinaista. Syynä tähän on väärin käsitykset, välinpitämättömyys ja tietoisesti tehtävä väärin litterointi. Kustannuksien ylittyessä jonkin työvaiheen osalta, aletaan niitä ohjata tietoisesti muille litteroille. Tätä voidaan kutsua huonoksi litterointimoraaliksi. Usein esimerkiksi elementtiasennukseen kuuluvia jälkitöitä ja työvirheiden korjaamisesta aiheutuneita kustannuksia ohjataan etuoikaisu- ja oikaisutyö litteroille. Tämä antaa kuitenkin vääristynyttä tietoa työn toteutuskustannuksista ja haittaa myöhemmin tehtävää jälkilaskentaa. [20.]

Rakennustyömailla on yleistä, että sovitaan työkauppoja, eli työurakoita jostakin työkokonaisuudesta. Urakkaa laadittaessa rajataan jokin työkokonaisuus ja sovitaan sille kokonaishinta. Työkaupan keskeinen tarkoitus on, että kumpikin osapuoli hyötyy siitä ajallisesti ja taloudellisesti. Urakasta on aina tehtävä kirjallinen sopimus, jossa on määritetty mahdollisimman tarkasti työn ajalliset, laadulliset ja taloudelliset tavoitteet sekä työn sisältö ja mahdollisten lisätöiden hinta. Urakasopimusta tehdessä pyritään siihen, että urakkahinta sisältää kaikki työkokonaisuuteen kuuluvat työvaiheet ja urakan loppu-

summa maksetaan vasta, kun kaikki sovitut työt on tehty sovitun laatutason mukaisesti. Myös etuoikaisu- ja oikaisutöistä laaditaan usein työurakoita. Tästä herääkin kysymys, miten etuoikaisuutuille varatut kustannukset voivat ylittyä keskimäärin 70 %, jos työkonaisuudesta on sovittu työntekijän tai urakoitsijan kanssa työkauppa. [17.]

6 Johtopäätökset

Tässä insinööriyössä lähdettiin etsimään vastauksia siihen, onko etuoikaisu- ja oikaisutöitä teoriassa olemassa. Esimerkiksi rakennuspiirustuksissa näitä ei ole. Tarkoitus oli selvittää, että jääkö rakentamistoleranssien ja tasoitetyön aloitusedellytyksien väliin oikaisutöitä. Voidaan todeta, että toleransseihin vedoten oikaisutöitä on tehtävä. Betonielementtien valmistustoleranssit ovat niin suuret, että pahimmassa tapauksessa niiden summaantuessa elementtien asennuksessa ei ole edes teoriassa mahdollista saavuttaa rakentamistoleransseja. On kuitenkin todettava, että laadukkaalla elementtiasennuksella voidaan pienentää oikaisutöiden määrää huomattavasti. Elementtiasennuksen työnaikaisella laadunvalvonnalla on keskeinen rooli oikaisutöiden kannalta. Elementtiasennuksen laadunvalvonnassa on kiinnitettävä erityistä huomiota elementtien syvyysuuntaiseen sijaintiin, pystysuoruuteen sekä täyttöihin ja valuihin.

Insinööriyön edetessä syntyi parannusehdotuksia, joilla työmaalla tehtävien oikaisutöiden määrää ja kustannuksia voitaisiin pienentää. Näistä tärkeimpänä voidaan pitää työmaalla tehtävän seinien ylihionnan siirtämistä elementtien valmistusvaiheeseen, jossa elementit hiottaisiin elementtitehtaalla. Tällä voitaisiin saavuttaa paremman työn laadun, -tehokkuuden ja työergonomian lisäksi myös kustannussäästöjä.

Kaikissa töissä, niin myös etuoikaisu- ja oikaisutyössä kustannustehokkaan lopputuloksen savuttamiseksi on alusta asti oltava selkeä päämäärä. Oikaisutöiden kohdalla tämä tarkoittaa sitä, että tiedetään tasoitetyön aloitusedellytykset. YIT:n sisällä tulisi olla mahdollisimman yksiselitteisesti ja selkeästi tiedossa tasoiteurakoitsijan kanssa sovitut aloitusedellytykset. Käytännössä tämä tarkoittaa tasoite- ja maalaustyön urakkarajaliitteen päivittämistä ja siinä määritettyjen asioiden noudattamista jokaisessa tilanteessa.

Johtopäätöksenä todettakoon etuoikaisu- ja oikaisutöiden olevan pakollisia työvaiheita työmaalla, mutta niiden kustannustehokkuutta voidaan selvästi parantaa kehittämällä nykyistä toimintamallia ja kokeilemalla uusia toimintatapoja yrityksen sisällä.

7 Yhteenveto

Insinöörietyössä lähdettiin selvittämään syitä, jotka ovat johtaneet etuoikaisu- ja oikaisutöiden lähes poikkeuksetta tapahtuviin, suhteessa suuriin kustannusylityksiin. Tarkemmin lähdettiin selvittämään mm. oikaisutöitä koskevia toleransseja, onko työtä teoriassa olemassa ja kenelle oikaisutöistä syntyvät kustannukset kuuluvat. Insinöörietyössä perehdyttiin oikaisutöiden lisäksi työvaiheisiin, joilla on vaikutusta etuoikaisu- ja oikaisutöihin. Tällaisia työvaiheita ovat mm. elementtien valmistus ja -asennus sekä tasoite- ja maalaustyöt. Haastavan tästä työstä teki juuri se, että oikaisutöiden tarve on riippuvainen monesta eri seikasta sekä siitä on todella vähän kirjoitettua ja tutkittua tietoa. Työn tulokset perustuvat Rakennustiedon julkaisuiden, YIT:n sisäisten tiedostojen sekä haastattelujen perusteella saatuihin tietoihin. Työn tuloksena löydettiin varteenotettavia syitä, jotka johtavat etuoikaisu- ja oikaisutöiden kustannusylityksiin. Syitä kustannusylityksiin havaittiin monessa eri rakennusprojektin vaiheessa. Löydettyjen syiden pohjalta kehittyi myös selviä parannusehdotuksia. Jatkossa kustannusylityksien kuriin saamiseksi tämän työn tuloksia tulisi pohtia YIT:n tuotannon, hankinnan, ja laskennan johtoportaan tasolla ja miettiä jatkotoimenpiteitä, joilla tulokset voitaisiin konkreettisesti viedä tuotantoon. Konkreettisia toimia tulisi testata tuotannossa ja verrata niistä saatuja tuloksia nykytilanteeseen. Jotta testauksista saataisiin parhaat mahdolliset tulokset, tulisi testiryhmään valita henkilöitä, jotka ovat kiinnostuneita kehitystyöstä. Kuten kaikessa kehitystyössä, niin myös tässä suuri haaste on työmaan vakiintuneet käytännöt oikaisutöiden ja siihen liittyvien työvaiheiden osalta. Tämän takia yrityksen johdon tasolla tehtävien selkeiden linjanvetojen ja niiden noudattamisen merkitys on tärkeä. Aika tulee näyttämään, miten etuoikaisu- ja oikaisutöiden kustannukset tulevat kehittymään tulevaisuudessa. Siihen tulee tämän työn lisäksi vaikuttamaan mm. rakentamisen yleisen laadun kehittyminen, asiakkaiden vaatimukset ja -tarpeiden tyydyttäminen. Oma näkemykseni on, että työn tuloksista on jatkossa hyötyä etuoikaisu- ja oikaisutöiden kustannuksien kuriin saamisessa.

Lähteet

- [1.] Koskenvesa A., Mäki T., Sahlstedt S. 2008. Rakennustöiden laatu 2009, s. 100-107. Rakennustieto Oy
- [2.] Siniranta Jari. 2011. Betonielementtien toleranssit 2011. Suomen Rakennusmedia Oy
- [3.] Kivimäki C., Koskenvesa A., Koski H., Mäki T. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 82-83. Rakennustieto Oy
- [4.] 2010. RunkoRYL 2010, s. 155-161. Rakennustieto Oy
- [5.] Koskenvesa A., Mäki T., Palomäki J. 2009. Rakennustöiden menekit 2010, s. 50-53. Rakennustieto Oy
- [6.] Koskenvesa A., Lindberg R., Sahlstedt S. 2012. Aikataulukirja 2013, s.174-175. Rakennustieto Oy
- [7.] Kivimäki C., Koistinen L. 2012. Ratu 0408. Rakennustieto Oy
- [8.] 2012. SisäRYL 2013, 262-267. Rakennustieto Oy
- [9.] 2011. MaalausRYL 2012, 383-389. Rakennustieto Oy
- [10.] 2011. RT 33-11043. Rakennustieto Oy
- [11.] Kivimäki Christian. 2008. Ratu 72-0308. Rakennustieto Oy
- [12.] 2011. RT 14-11039. Rakennustieto Oy
- [13.] Suonpää Markku, Parma Oy, Työmaakorjaukset. Haastattelu 12.3.2013
- [14.] Harju Vesa, YIT-rakennus Oy, Laskentapäällikkö. Haastattelu 1.3.2013

[15.] 2008. Tasoite- ja maalaustyön urakkarajaliite. YIT-rakennus Oy

[16.] Kokki Aki, YIT-rakennus Oy, Elementtiasentaja. Haastattelu 22.3.2013

[17.] Örmä Teppo, HowKnow, Tuottavuuskonsultti. Haastattelu 15.3.2013

[18.] Loponen Seppo, YIT-rakennus Oy, Vastaava työnjohtaja. Haastattelu 1.3.2013

[19.] Liimu Kari, YIT-rakennus Oy, Vastaava työnjohtaja. Haastattelu 21.2.2013

[20.] Rapeli Juuso, YIT-rakennus Oy, Työmaainsinööri. Haastattelu 21.2.2013



12.1.2012

Kehitys/Aila Alakulju

TASOITTEIDEN TARTUNTA KIILTÄVILLE IT-BETONIELEMENTTIPINNOILLE

Seinien sisätasoituksissa elementtipinnat tasoitetaan ennen pinnoitusta weber. vetonit seinätasoihteilla. Testauksien mukaan tasoihteilla saavutetaan hyvä tartunta itsetiivistyvällä betonilla valettuihin elementtipintoihin,

Tartuntoja on testattu sekä laboratorioissa että käytännössä työmaalla. Lisäksi vuosien käytännön kokemus ja työmaakatselmuksset ovat osoittaneet, että ongelmia tartunnoissa ei ole esiintynyt.

1. Saint-Gobain Weber Oy:n kehityslaboratoriossa tehdyjä tartuntatuloksia:

Alustana Parman IT- betonilaatat

Tartunnat/MPa

	IT-betoni MPa	Murtuma	Liipattu pinta/MPa	Murtuma
weber.vetonit				
Tiilitasoite	0,65	70%B	0,7	
TT	0,6	30%B	0,75	
	0,6	Läh.Bet	0,75	
weber.vetonit				
Pohjatasoite	0,45	100% B	0,45	95% B
L	0,45	100% B	0,45	5% Bet
	0,5	100% B	0,45	
weber.vetonit				
Pintatasoite	0,75	100% B	0,65	100%B
LR+	0,7	100% B	0,6	100%B
	0,75	100% B	0,45	100%B
weber.vetonit				
Märkätilatasoite	1,45	40% B	0,7	Betonin
MT	1,65	60% Bet	0,8	Pinta
	1,7	Pinta	0,9	

2 (2)

12.1.2012

2. Työmaalla tehdyt tartuntatulokset:

Työmaalla olevien betonielementtipintoja ei ole pesty valun jälkeen.

Kohde: Roomankatu 5, Helsinki, Haahtelan työmaa
Tasoiutus: Vetonit L Pohjatasoite ja Vetonit LR+ Pintatasoite
Alusta: Parman betonielementti

Mallihuone

Tehtiin irtivetotartuntoja ruiskutetulle seinätasoihteelle 4 kpl valmiista mallihuoneesta. Viimeisenä pintana oli maali. Tartunnoista kaksi tehtiin ikkunaseinästä ja kaksi väliseinästä. Huoneessa kosteus oli ~47% RH ja lämpötila noin 30°C. Seinät oli tasoiitettu ja maalattu noin 7 vrk aikaisemmin.

Ikkunaseinä:	0,33 MPa
	Murtumat: 30% rajapinta Vetonit L ja Vetonit LR+ 70% Vetonit L
Väliseinä:	0,41 MPa
	Murtumat: 60% Vetonit LR+ 40% Vetonit L

Huone, jossa tasoiutus vasta tehty

Kuudennessa kerroksessa tehtiin myös tartuntoja kahdessa eri huoneessa, kummastakin kaksi kappaletta. Pinnat eivät olleet maalattuja. Tasoiustyö oli tehty 3 vrk aikaisemmin. Kosteus huoneissa oli ~54% RH ja lämpötila ehkä 25°C.

Huone 1:	0,51 MPa
	Murtumat: 100% Vetonit L
Huone 2:	0,47 MPa
	Murtumat: 50% Vetonit L 50% Vetonit LR+

Yhteenveto:

Tartuntatulokset ovat normaalit seinätasoihteelle. Murtumakohta aina tasoiitteen sisällä, joten todellinen tartuntatulokset on saatua arvoa suurempi.

Saint-Gobain Weber Oy Ab
Kehitys



Aila Alakulju
Kehityspäällikkö, julkisivut, seinät



LAKAN BETONI

Maarit Järvinen

Forssa
9.12.2005**IT-elementit ja tasoitustyöt**

IT-betonien eli itsestään tiivistyvien betonien käyttö on viime vuosina yleistynyt runsaasti niin valmishbetonituotannossa kuin elementtituotannossakin. IT-betonit valmistetaan käyttäen erittäin tehokkaita uuden tyyppisiä notkistavia lisäaineita ja tarkkaa kiviaineksen suhteitusta. Betonien vesisementtisuhde on perinteisiä betoneita alhaisempi ja ne myös sisältävät enemmän aivan hienoa kiviainesta. Kun betonin pintaa ei esim. elementtitehtaalla hierretä, mikä jouduttiin tekemään perinteisen tärytyksen/tiivistyksen jälkeen, tulee pinnasta usein hyvin tiiviin, tasaisen ja kiiltävänkin näköinen.

Kun rakennustyömaalla päästään tasoitusvaiheeseen, herättävät nämä varsin sileät ja osin kiiltelevät pinnat usein epäilyksen siitä tarttuuko tasoite niihin vai onko pinta hiottava perinteisemmän näköiseksi. Me Lakan Betonilla tutkimme aihetta yhteistyössä erään suuren rakennusliikkeen, Parman ja tutkimuslaitoksen kanssa jo muutama vuosi sitten. Kokeita on sen jälkeenkin jatkettu sekä tutkimuslaitoksella että yhteistyökokeiden muodossa Parman Forssan tehtaalla, jonka naapurissa tasoitetehtaamme sopivasti sijaitsee.

Näiden tutkimusten mukaan syytä huoleen ei yleensä ole. Tasoitteiden tartunta näihin tiiviin ja kiiltelevänkin näköisiin pintoihin on yleensä jopa parempi kuin perinteisiin betoneihin ja poikkeuksetta parempi kuin hiottuihin betoneihin. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että näissä IT-elementeissä on kuitenkin runsaasti ilmaa, mutta jakautuneena pieniin huokosiin. Huokosia voi tarkastella hyvin esim. luupilla. Lisäksi elementit ovat ns. janoisia, koska vesisementtisuhde on alhainen. Siksi ne imaisevat tasoitetta ja sen vettä ahnaasti sisään, mikä aiheuttaa ikävää kuplimistakin, mutta myös johtaa hyvään tartuntaan. Perinteisissä elementeissä pinta on hierron jäljiltä rikottu ja pintaan on nostatettu heikompaa ns. sementtiliimaa, jonka vesimäärä suhteellisen korkea ja tartunta heikompia. Työmaalia hiottuihin elementteihin taas jää pintaan herkästi pölyä, joka heikentää tartuntaa.

Kokeidemme ja kokemuksemme valossa emme suosittele työmaalla betonien /elementtien hiontaa, ellei niissä selkeitä nystermiä tai muita pinnan epämuodostumia tai jos niillä liikaa (esim. muottiöljy) tai jos pinta täysin lasimainen. Pöly on aina muistettava poistaa käsittelyilta pinnoilta huolellisesti esim. imuroimalla.

Terveisin

Maarit Järvinen
Tuoteryhmäpäällikkö
Lakan Betoni Oy
puh. 0207481352

LAKAN BETONI OY
PL 95
30101 Forssa