

Jani Holmberg

Paikallavalutyöt korjausrakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto

Mestarityö

17.11.2017

Tekijä(t) Otsikko	Jani Holmberg Paikallavalutyöt korjausrakentamisessa
Sivumäärä Aika	35 sivua + 1 liite 17.11.2017
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Juha Virtanen Työpäällikkö Ilkka Laakeristo
<p>Opinnäytetyö tehtiin Peab Oy:n Etelä-Suomen korjausrakentamisen yksikölle. Opinnäytetyö käsittelee korjausrakentamisen työmaalla esiintyviä erikoispiirteitä kun raudoitetaan, muotitetaan ja betonoidaan uusia tai vahvistetaan vanhoja rakenteita. Selvitetään, mitä täytyy huomioida kyseisiä työvaiheita suunnitellessa ja mitä vaihtoehtoja toteuttamiseen on. Tarkoituksena oli dokumentoida työvaiheen aikana vastaan tulleet ratkaisut ja ongelmat. Opinnäytetyö toteutettiin suorittamalla kyseiset työvaiheet As Oy Munkkiniemen Koneen työmaalla.</p> <p>Työssä käytiin läpi työvaiheittain työsuunnittelusta muotin purkuun, mitä erikoispiirteitä tuli vastaan kun ollaan tekemisissä vanhojen rakenteiden kanssa. Työvaiheittain käytiin läpi esiin tulleet haasteet ja niihin mahdolliset ratkaisut. Työn jälkeen analysoitiin, kuinka voisi toimia toisin. Työssä ei käsitellä talvibetonointia.</p> <p>Työn lopputuloksena analysoitiin referenssikohteen onnistumiset ja epäonnistumiset ja saatiin laadittua paikallavalun toteutusohje referenssikohteessa, jossa on työhön ryhtyvälle oleellista tietoa jokaista työvaihetta varten. Lisäksi teokseen kerättiin sellaista hyväksi havaittua ammattitietoa kokeneilta kirvesmiehiltä, joita ei kirjoista löydy vaan kulkee kokeneiden tekijöiden mukana.</p> <p>Referenssikohteessa onnistuttiin minimoimaan betonihukka, käyttämällä mittamiehen takymetriä seinävarausten merkkäämiseen ja jälkitöissä. Epäonnistuttiin it-betonivalussa, betonointinopeudessa ja porauksiin käytettävän ajan arvioinnissa.</p>	
Avainsanat	Paikallavalu, korjausrakentaminen, muottityö, betonointi

Author(s) Title	Jani Holmberg Concrete work in situ in renovation site
Number of Pages Date	35 pages + 1 appendice 17 November 2017
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor(s)	Juha Virtanen, Senior Lecturer Ilkka Laakeristo, Project Manager
<p>This thesis was made for Peab Oy Southern Finland renovation unit. Thesis deals with specialties that occurs in renovation site when making rebar reinforcement, formwork and casting new structures or reinforcing old structures. What need notice when plan this particular task and what are the alternative possibilities for execution. The aim was to document the solutions and problems encountered during the work period. The thesis was conducted by completing the particular work phase in housing company Munkkiniemen Kone site.</p> <p>The work is carried out through from work planning to taking out the formwork and what specialties came when dealing with old structures. We will go through the challenges and solutions for each work phase, as well as the ideas that came to my mind after work and what I would have done otherwise. The research does not include winter concreting.</p> <p>The result of the work was to analyze the successes and failures at reference site and manage to make concrete cast implementation guide at reference site. Where are the relevant information for the work to be done for each work phase. Thesis also include this traditional knowledge that you can't read from books that only experienced builders know.</p> <p>In the reference site it was succeed to minimize the waste of concrete, measure man used tacheometer to mark wall reservations and supplementary work. Failed to do self-compacting concrete, concrete speed and drilling time evaluation.</p>	
Keywords	Concrete cast, renovation site, formwork, concreting

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja rajaus	2
1.2	Toteutus ja tavoite	2
2	Case As Oy Munkkiniemen Kone	3
2.1	Historia ja organisaatio	3
2.2	Paikallavalu-urakan urakan sisältö	4
3	Paikallavalurakentamisen vaiheet	6
3.1	Esivalmistelu	6
3.2	Muotitus	9
3.3	LVIS-työt	11
3.4	Raudoitus	12
3.5	Betonointi	13
3.6	Muotin purku	14
4	Paikallavalutöiden erityispiirteet referenssikohteessa	16
4.1	Porausten aikataulu ja työmenekki	16
4.2	Injektioletkun asennus	18
4.3	Varausten mitoitus	20
4.4	Muotin ankkurointi seinään	22
4.5	Raudoituksen suunnittelu ja tarkastus	25
4.6	Betonointityöt	26
4.6.1	It-betonin haasteet	28
4.6.2	Vanhan tekniikkakuilun vahvistaminen	30
4.7	Muotin purku ja jälkityöt	31
5	Betonointitöiden onnistumiset ja epäonnistumisten analysointi	31
5.1	Referenssikohteen onnistumiset	31
5.2	Referenssikohteen epäonnistumiset	32
6	Yhteenveto	33

Liitteet

Liite 1. Paikallavalun toteutusohje referenssikohteessa.

Lyhenteet

Ø16	Harjateräksen halkaisija
#100	Raudoitusverkon silmäkoko
Congrid	Mobiilisovellus laadunvarmistukseen ja TR-mittaukseen
DWG	Cad-ohjelmien käyttämä tiedostomuoto
JM	Juoksumetriä
Koolinki	Yleisesti 50x100 runkopuu
LVIS	Lämpö, Vesi, Ilma ja Sähkö
Pex	Ristisilloitettu polyeteeni putki, suomeksi muoviputki, missä liikkuu kylmää tai kuumaa käyttövettä.
PV	Paikallavalu
Pöllönsilmä	Naula-ankkuri, lyöntiankkuri.
SR-3	Luokiteltu kaupunkikuvallisesti merkittäväksi rakennukseksi

1 Johdanto

Työ painottuu merkittävältä osin omiin kokemuksiin, havaintoihin ja tapahtumiin referenssikohteessa. Minkälaisia asioita täytyy huomioida kun tehdään paikallavaluja korjausrakentamisen työmaalla. Työssä ei ole juurikaan viittauksia betoninormeihin tai muuhun kirjallisuuteen. Asiatunteva rakennusmestari tai insinööri tietää tavanomaiset menetelmät tai osaa ne etsiä. Työ käsittelee täten vain paikallavalujen erikoispiirteitä. Tässä opinnäytetyössä esille tuomiin pohdintoihin en löytänyt vastauksia internetin valtavirralla tai jos löytyi, niin todella monien mutkien kautta ja silti vastaus oli hiukan epäselvä tai siitä ei ollut apua minun ongelmaan. Työssä olevat pohdinnat, kokemukset ja epäonnistumiset ovat kohdekohtaisia havaintoja, mutta toivon, että se saa lukijan miettimään toteuttamaansa työtä ja jopa muuttamaan jokapäiväistä tekemistä. Jos työssä esittämät asiat olisi minulla ollut käytettävissä kun työvaiheita suunniteltiin ja toteutettiin, niin olisin säästynyt muutamalta harmaalta hiukselta.

Korjausrakentamisen työmaa on aina vähän erilaisempi kuin uudistyömaa. Vanhoja piirustuksia saattaa olla useita eri revisioita kun tiloihin ollaan tehty muutoksia tai niitä ei ole viety suunnitelmiin ollenkaan. Myös suunnitelmien puuttuminen kokonaan saattaa olla mahdollista. Vanhat rakenteet vastaavat suunnitelmia jossain kohtaa ja kun samaa rakennetta puretaan metrin päästä, voi sisältö olla jotain ihan muuta ja yllätyksiltä ei voida välttyä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on dokumentoida, mitä erikoispiirteitä tulee vastaan kun tehdään rakennustöitä liittyen vanhoihin rakenteisiin. Kaikki tässä työssä esitetyt tilanteet tulivat vastaan referenssikohteessa. Toivon, että näillä onnistumisilla ja vastoinkäymisillä ja niistä kirjoittamalla joku säästyy isommalta päänvaivalta.

Opinnäytetyö toteutetaan suorittamalla paikallavalutyövaihe referenssityömaalla ja tämän jälkeen analysoidaan, missä onnistuttiin ja missä epäonnistuttiin sekä olisiko joku työvaihe ollut parempi suorittaa jollain toisella tavalla. Näiden tietojen avulla saadaan laadukas opinnäytetyö siitä, mitä pitää ottaa huomioon kun kyseiseen työhön ryhdytään.

Aikaisempi kokemus betonointitöistä on ollut kaatolattioita ja jotain pienempiä valuja kuten ontelosaumavalut ja yksittäisiä vanhojen porraskokkeiden umpeen valuja, jotka on

suoritettu muiden työvaiheiden ohessa. Tämä oli ensimmäinen kerta, kun vastuullani oli johtaa betonointityötä laajemmassa mittakaavassa.

1.1 Tausta ja rajaus

Rakennusliike Peab Oy:n Etelä-Suomen korjausrakentamisen yksikössä työskentelee 49 toimihenkilöä. Liikevaihto vuonna 2016 oli 37 miljoonaa euroa. Pääasialliset urakat ovat keskisuuria tai suuria linjasaneerauksia ja vaativia peruskorjauskohteita.

Yksikössä on ollut viime vuosina useita työmaita, joissa on vahvistettu betonirakenteita kuten Kampin huippu, Tapiolan koulu ja lukio, As Oy Munkkiniemen Kone ja As Oy Flyy-geli. Nykyinen rakennusalan trendi osoittaa että tämän kaltaiset kohteet vain lisääntyvät varsinkin pääkaupunkiseudulla.

Työssä keskitytään korjausrakentamisen työmaalla esiin tuleviin erityispiirteisiin kun toteutetaan paikallavaluja mantteloimalla vanhoihin rakenteisiin tai tehdään kokonaan uusia rakenteita. Työstä on pois rajattu euromääräiset kustannukset ja keskitytään enemmän toteutus tapoihin ja niiden valintoihin ja kuinka kyseinen toteutustapa vaikuttaa ajallisesti sekä taloudellisesti työmaahan. Työssä ei käsitellä talvibetonointia, koska työt tehtiin umpinaisen vaipan sisällä, jossa oli käytössä vanhan talon lämmitysjärjestelmä.

1.2 Toteutus ja tavoite

Mestarityön tavoitteena on selvittää, mitä vaihtoehtoja on kun ryhdytään toteuttamaan vanhan rungon rakenteiden vahvistamista betonirakenteilla. Ja mitä pitää ottaa huomioon toteutuksen suunnittelussa.

Toteutuksessa käytettiin apuna urakka-asiakirjoja

- Rakennusselostus
- Rakenteiden suunnitteluperusteet
- Rakennetyypit

- Rakennedetailjit raudoituksesta
- Työnaikaiset tuennat.

Lisäksi perehdyttiin Ratu-kortteihin ja käytiin keskusteluja urakoitsijan kanssa mahdollisista toteutustavoista ja niiden vaikutuksista urakkaan. Referenssikohteessa suoritettiin paikallavalutyövaihe, jonka jälkeen pohdittiin, missä onnistuttiin ja missä epäonnistuttiin.

2 Case As Oy Munkkiniemen Kone

2.1 Historia ja organisaatio

Kone Oy:n vanha pääkonttori on rakennettu 1973, suunnittelija toimi Keijo Petäjä. Talo on perustettu kaivinpaalujen varaan ja runko on paikallavalua. Bruttoala on noin 8750 m² ja kerroksia on 7. Talo on luokiteltu kaupunkikuvallisesti tärkeäksi ja sillä on SR-3-luokitus.



Kuva 1. 1972 otettu kuva Kone Oy:n uuden konttorin rungon paikallavalun aikana [1.]

Kone Oy:n muuttaessa 2001 Espoon Keilalahteen talon omistus siirtyi Polar-kiinteistölle, Auratum Oy hankki vuonna 2009 rakennuksen itselleen ja järjesti arkkitehtikilpailun vuonna 2012, jolla haettiin suunnitelmia, joilla vanha toimistotalo muutettaisiin asunnoiksi. Voittajasuunnitelman laati arkkitehtiryhmä A6 ehdotuksellaan Park Ave.



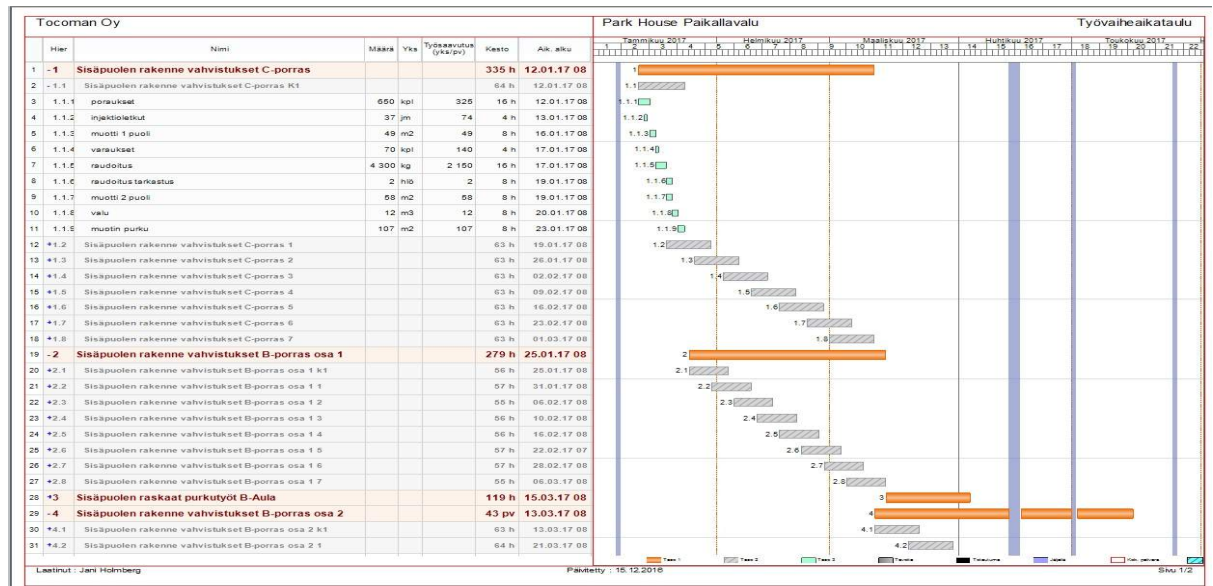
Kuva 2. Arkkitehtiryhmä A6 Oy ehdotus As Oy Munkkiniemen Koneen julkisivusta, edessä uudisosa Town House ja takana saneerattava osa Park House [2.]

Pääurakoitsijaksi valikoitui Peab Oy ja kokonaisurakan hinnaksi 35 milj. euroa ja urakka-aika on lokakuu 2016 - maaliskuu 2019. Peab Oy on aikaisemmin tehnyt Auratum Oy:lle muun muassa As Oy Lauttasaaren metallin. Auratumin puolelta rakennuttajapäällikkönä toimii Antti Vuorela. Kohteen vastaavamestari on Toni Salojärvi ja rakennesuunnittelusta vastaa Insinööri-toimisto Lauri Mehto Oy.

Kohde sisältää vanhan saneerattavan osan, joka kulkee nimellä Park House, jossa on 83 asuntoa 7 eri kerroksessa. Lisäksi tontille tulee uudisosa Town House, jossa on 2 maanalaisista parkkitasoa ja 11 asuntoa, jotka ovat 3-kerroksisia. Talot ovat yhteydessä toisiinsa maanalaisella kanaalilla.

2.2 Paikallavalu-urakan urakan sisältö

Urakka-aika paikallavalu työlle oli 2.1.2017-19.5.2017. Vanhan toimistotalon rungon vahvistamisurakka sisältää harjaterästä 81 500 kg, betonia 845 m³, injektointilettoa 900 jm, tartuntatappireikiä 15000 kpl, seinämuottineliöitä 1240 m² ja holvimuottineliöitä 180 m². Valettavia holveja 35 kpl ja seiniä 98 kpl. Urakkaan kuului myös yksi uusi hissikuilu, joka toteutettiin paikallavaluna muiden töiden yhteydessä.



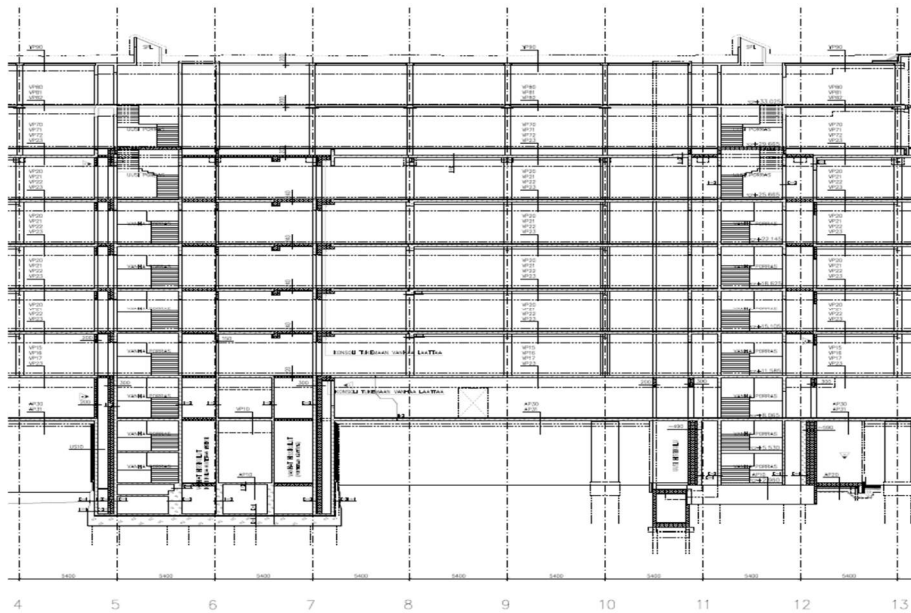
Kuva 3. Työvaiheikataulu, mistä avattu c-portaan yhden kerroksen työt.

Urakan suunnitteluvaiheessa pyydettiin urakkatarjouksia laudoitus- ja betonointityöstä ja niitä saatiin 3 kpl. Urakoitsijaksi valikoitui Arikoli Oy. Heidän puolelta nimettiin 2 kokenutta kirvesmiestä nokkamiehiksi, toinen vastasi C-portaasta ja toinen B-portaasta. Heidän vastuullaan oli johtaa työryhmiä, joiden keskiaverto vahvuus oli 4-6 miestä. Raudoitus- ja urakoitsijaksi valittiin Scandinavian Finland Oy ja raudoittajia oli 2 miestä porrashuonetta kohden.

Peabin hankintoihin kuului

- työjohto
- raudotteet
- laudoitustarvikkeet
- kiinnitystarvikkeet
- injektointitarvikkeet.

Työt päädyttiin toteuttamaan niin, että molempia porraskuiluja vahvistettiin samaan aikaan. B-portaassa ei voitu betonoida kaikkia rakenteita yhdellä kertaa. Ensimmäisellä kierroksella täytyi jäykistää päätyseinät, jonka jälkeen purku-urakoitsija suoritti vanhan hissikuilun kantavienseinien purkutytöt ja tämän jälkeen päästiin tekemään toinen kierros, jossa tehtiin vanhan hissikuiluun holvi ja muut aukkojen umpeenvalut.



Kuva 4. Yleisleikkaus Park Housesta, vasemmalla B-porras ja oikealla C-porras

3 Paikallavalurakentamisen vaiheet

Korjausrakentamisessa on monia ominaispiirteitä, jotka erottavat sen uudisrakentamisesta. Oppaita ja työohjeita löytyy uudisrakentamisen betonirakentamisesta monia, mutta julkaisuja betonirakentamisesta korjauskohteessa on vähemmän markkinoilla.

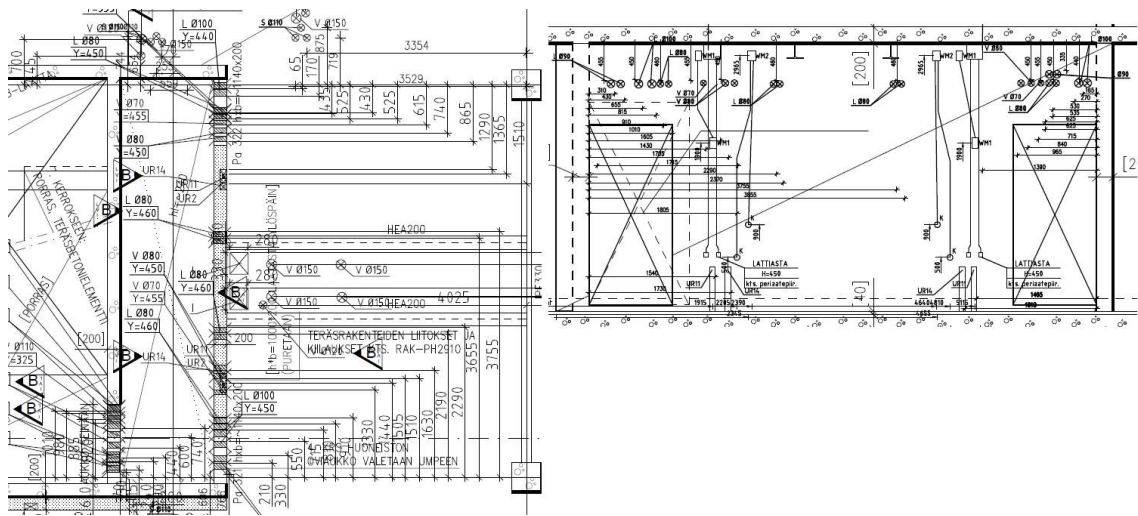
3.1 Esivalmistelu

Työt aloitettiin tekemällä tehtäväsuunnitelma, jossa käytiin läpi

- suunnitelmat
- kustannukset
- aikataulu
- työturvallisuus
- aloitusedellytykset.

Suunnitelma-asiakirjat on käytävä ensimmäisenä läpi, jotta voidaan olla varmoja, että on piirustukset ja detaljit, millä voidaan rakentaa. Tähän projektiin kannattaa ottaa mukaan

myös paikallavalu-urakoitsijan työnjohto ja heidän nokkamiehet, he tulevat itse työn suorittamaan ja sillä on suuri vaikutus työn onnistumiseen, että he pääsevät myös vaikuttamaan toteutuksen suunnitteluun. Asiakirjoista väritettiin kohdat, joista vaadittiin tarkempia detaljeja tai kokonaan uusia leikkauksia. Voidaan myös ehdottaa vaihtoehtoista rakennustapaa. Todella hyvä esimerkki oli reikäkuvat, niistä ei puuttunut yhtään reikää, mutta ne olivat olemassa vain tasomuodossa. Toteutuskelpoiset ehkä, mutta todella aikaa vievässä muodossa työmaaolosuhteisiin. Päädyimme pyytämään betonoitavista seinistä naamakuvat, johon reiät on merkattu. Tähän kuvaan myös saatiin sähkömiehen rasiat ja putket, tämä tieto ei ollut tasoreikäkuvassa vaan olisi pitänyt olla sähkökuvat vielä erikseen.



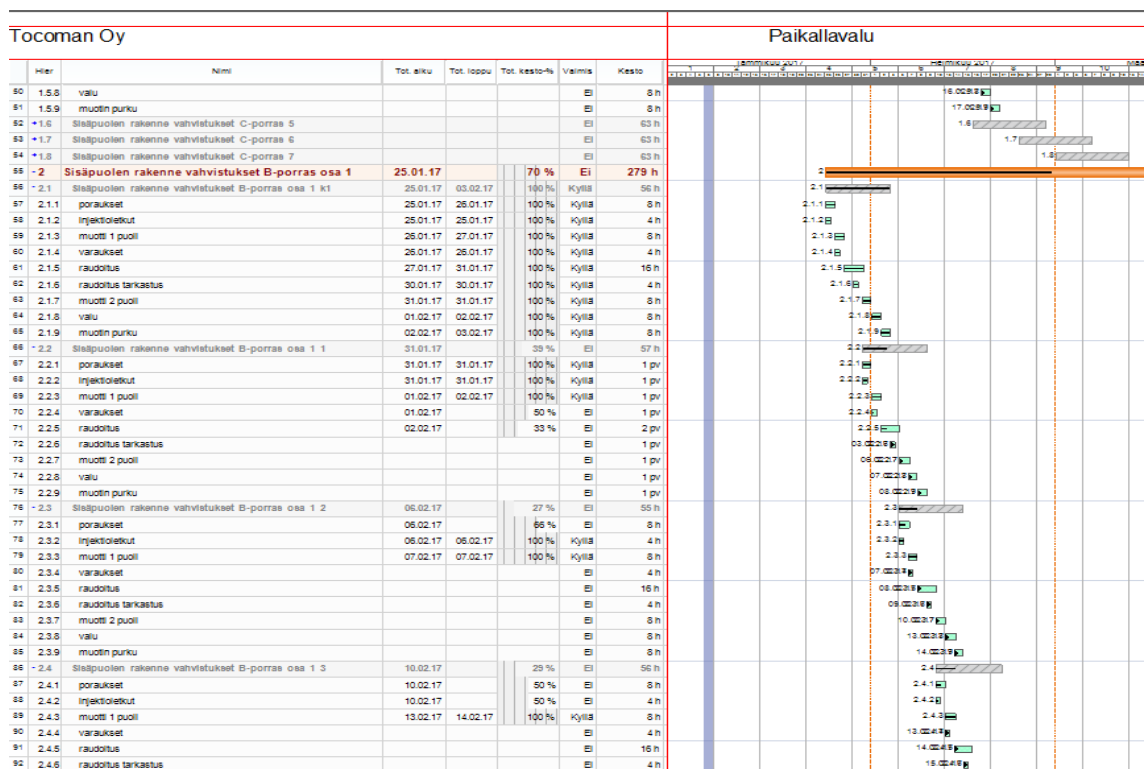
Kuva 5. Vasemmalla alkuperäinen taso reikäkuva ja oikealla naamakuva samasta kohtaa. [3.]

Tavoitearviosta kerättiin käytettävissä olevat rahat ja niiden perusteella tehtiin hankintoja, kuten päätettiin vuokraamisen sijaan ostaa yritykselle omat tärysauvat ja muutettiin toteutustapoja. Jos tässä vaiheessa näyttää, että rahat eivät riitä työnsuorittamiseen, ryhdyttäisiin etsimään vaihtoehtoisia toteutustapoja, joilla säästöjä voisi syntyä ja päästäisiin tavoitteisiin. Myös suunnitelmien kehitys on yksi vaihtoehto, ehdotetaan tilaajalle jotain toista tapaa tehdä työ, joka on meille nopeampi, jolloin säästetään työssä tai vaihtoehtoisia materiaalia jolloin säästetään materiaalikustannuksissa. Se ei tarkoita, että jos tavoitearviossa on varattu 10000 euroa rahaa ja laskemasi ennuste näyttää, että menee 9900 euroa ettei vaihtoehtoisia toteutustapoja tai suunnitelman kehitystä kannattaisi tehdä. Täytyy muistaa, että 10000 euron urakkaan ei kannata omia työtunteja kovin montaa uhrata. Kesken urakan täytyy osata reagoida, jos näyttää, että suunniteltu toteutustapa ei olekaan hyvä, että se vie aikaa ja rahaa niin se voidaan vielä muuttaa.

Aikataulu laadittiin Tocoman aikatauluohjelmalla. Pohjana käytettiin vastaavan mestarin suunnittelemaa yleisaikataulua. Paikallavalutyöt olivat referenssikohteessa tahdistava työvaihe, koska kollega suoritti vanhan vesikaton ja siellä sijaitsevien konehuoneiden purut ja sen työn jälkeen hänen oli määrä aloittaa vanhan rakennuksen korotus, jota ei pystyttäisi aloittamaan elleivät betonirungon vahvistukset olisi valmiit.

Työvaiheaikataulun rakentaminen alkoi kirjoittamalla kaikki työvaiheet ylös ja miettimällä lohkojaot kerroksittain. Lisäksi haettiin määriä tavoitearviosta ja siitä puuttuvia määriä laskettiin työmaalla, jotta saataisiin mahdollisimman tarkka aikataulu ja sillä olisi helppo seurata työvaiheen edistymistä urakan aikana.

Seuranta suoritettiin alussa viikoittain, yleensä maanantai ja torstai päivisin ja kun työvaiheet rupesivat tulemaan rutiinilla ja tarkat työmenekit hahmottumaan siirryttiin seuraamaan kerran viikossa torstaisin.



Kuva 6. Työvaiheen seuranta-aikataulu vko 7.

Työturvallisuutta mietittiin työsuunnittelun kautta, esimerkiksi poraamiseen liittyvät välineet ja tarvikkeet käytiin läpi ja keskusteltiin urakoitsijan kanssa, millä tavoilla rasi- ja

voidaan vähentää kuormittavissa töissä. Hyvä esimerkki tähän oli kun suoritetaan katto-reikien porausta, työn rasittavuutta saatiin helpotettua huomattavasti tolppaporateli-neellä.



Kuva 7. Tolppaporateline käytössä, tästä ei työasento mukavammaksi muutu.

Aloitusedellytykset syntyvät näistä kaikista edellä mainituista vaiheista, jos suunnitelmat ovat kunnossa ja niillä voidaan rakentaa. Kustannuksien kautta toteutustavat on lyöty lukkoon. Aikataulu on laadittu ja hyväksytetty urakoitsijalla ja sitoutettu hänet siihen. Työ-turvallisuuteen liittyvät pelisäännöt on käyty läpi tekijöiden kanssa. Työt voidaan aloittaa.

3.2 Muotitus

Muottitöitä voidaan tehdä monella eri tavalla sekä seinää että holvia. Seinämuottivaihto-ehdot ovat

- Paikalla tehdyt lauta- ja levymuottijärjestelmät
- Suurmuotti

- Kasettimuotti
- Järjestelmä muotit
- Vakiopalkki- ja muottilevyjärjestelmät. [4, s.215.]

Holvimuotti vaihtoehdot ovat

- Paikalla tehty lauta- ja levymuottijärjestelmät
- Puupalkkimuotit
- Vakiopalkit ja muottilevyjärjestelmät
- Kannatinpalkkijärjestelmät
- Holvin kasettimuottijärjestelmä
- Pöytämuotti. [4, s.219.]

Se, mikä tapa valitaan, niin siihen vaikuttaa betonoitavan rakenteen paksuus, korkeus, leveys, käytettävissä oleva tila, toistojen määrä ja tarvitseeko muottiin asentaa valuleukoja, valunatsoja, ylempään holviin valureiät vai voiko seinän valaa ylhäältä vapaasti.



Kuva 8. 1. Valuleuka, 2. Valunatsa, 3. Holviin porattu tai piikattu reiät seinän valua varten 4. Seinä voidaan valaa ylhäältä ilman esteitä.

Referenssikohteessa päädyimme toteuttamaan muottiseinät kappaletavarasta, pysty- ja vaakajuoksut tehtiin täyskanttisesta koolingista ja muottivanerina käytettiin 12 mm filmivaneri (vesivaneri). Filmivaneriin päädyttiin sen kestävyys takia, joka perustui ihan omiin kokemuksiin. Töiden suorittamisen jälkeen päädyimme johtopäätökseen, että olisi normaalista havuvanerista tehty muotti kestänyt saman ajan ja tämä on yksi kokeilu, mikä tullaan tulevaisuudessa kokeilemaan. Holvimuotin teimme Dokan vakiopalkeilla ja levynä yllä mainittu filmivaneri. Holvikaluston miettimiseen ei käytetty paljon aikaa, koska määrä referenssikohteessa oli niin vähäinen, päädyimme järjestelmään, joka oli urakoitsijalle tuttu.

3.3 LVIS-työt

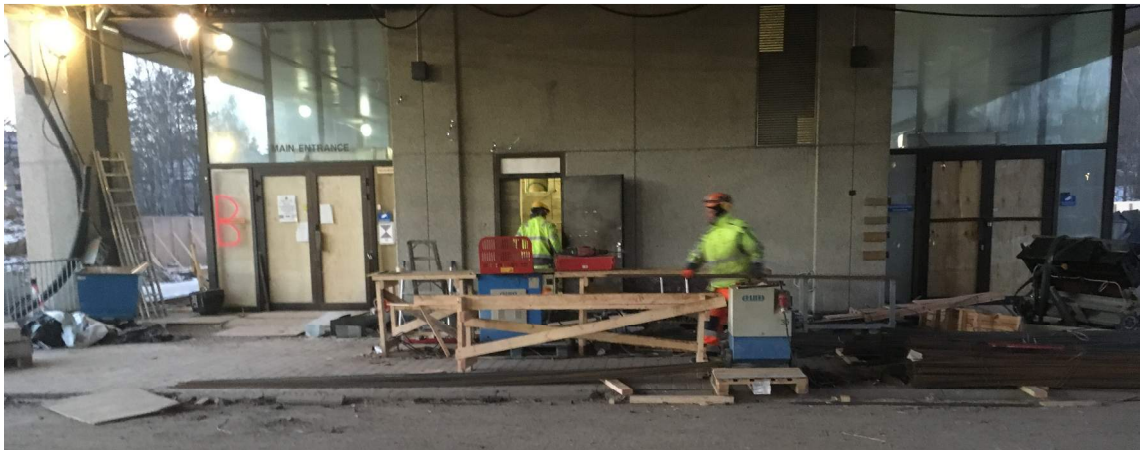
LVIS-työt paikallavalurakenteissa on suurimmaksi osaksi varausten tekoa. Sähköurakoitsija laittoi rasiat niille merkattuihin paikkoihin ja putkitti ne. Ilmanvaihtourakoitsija asensi seinien ja holvien läpimenevät ilmanvaihtoputket muotteihin ennen niiden sulkemista, tämän tehtävän voi myös tehdä ammattitaitoinen kirvesmies muottityön yhteydessä. Putkiurakoitsija asentaa seiniin pex-putkille suojaputket vain tässä vaiheessa ja myöhemmin asennetaan pexit. Myös putkiurakoitsijan läpiviennit voi asentaa kirvesmies. Referenssikohteessa betonoidut lattiat eivät olleet valmista pintaa vaan niiden päälle tuli vielä eriste ja pintavalu. Tästä johtuen putkiurakoitsijan ei tarvinnut asentaa lattiavaluihin lattia- ja lämmitysputkia tai kaivoja. Sähköurakoitsijan ei tarvinnut lattiavaluun asentaa lattia- ja lämmityskaapeleita.



Kuva 9. Sähköputkituksia ja rasioita raudoitetussa seinässä. Lisäksi varaukset pex-putkille ja hana- ja kulmarasioille.

3.4 Raudoitus

Raudoitusyöt voidaan tehdä valmiilla verkoilla ja tehtaalta toimitetuilla hakasilla. Toinen vaihtoehto on, että otetaan suoraa rautaa työmaalle, jolloin raudoittajat taivuttavat itse hakaset ja tartuntateräkset. Hakasten taivuttamiseen työmaalla voidaan joutua tilanteissa jos uudet seinät liittyvät vanhoihin seiniin eikä hakasen tarkkaa mitta voida määrittää etukäteen. Myös kappaletavarasta seinän tekeminen voi tulla ajankohtaiseksi jos raudoituksessa käytettävän raudan halkaisija on iso ja sen silmäkoko on pieni. Esimerkiksi yhden vakiokokoisena (5m x 2,35m) Ø16#100 verkko painaa noin 190 kg, näiden siirto käsi voimin on haastavaa kun työskennellään sisätiloissa, missä nostovälineet ovat rajalliset. Raudoitusyön suorittamiseen tarvitaan lisäksi raudoituskoneet. Markkinoilla on ns. multikoneita, jotka pystyvät katkomaan ja taivuttamaan, mutta niiden katkaisu- ja taivutuskapasiteetti on rajallinen. Referenssikohteen raudoitusyöt toteutettiin erillisillä koneilla. Raudoituskoneet vaativat voimavirtaa toimiakseen ja tämä täytyy huomioida suunnitteluvaiheessa.



Kuva 10. Raudoituspaja pihalla urakan alkuvaiheessa, edessä katkaisu- ja takana taivutuskone.

3.5 Betonointi

Ennen varsinaista valupäivää tehdään valuvalmistelut, käydään työmaalla läpi urakoitsijan kanssa, mitkä muotit ja holvit betonoidaan, ettei valupäivänä tarvitse käyttää aikaa tähän vaan voidaan keskittyä betonointiin. Urakoitsija tarkastaa, että tärysauvat toimivat. Tämän jälkeen mestari laskee tarvittavan määrän betonimassaa ja varataan valupäivä soittamalla tehtaalle muutamaa päivää ennen valua. Tätä varten kohteen rakennekuvista on selvitettävä, mitkä ovat betonirakenteen vaatimukset.

BETONIRAKENTEET:

Toteutusluokka:	3
Toleranssiluokka:	1
Betoni:	C30/37 (paikallavalut yleisesti) C30/37 (julkisivut) C35/45 (parvekkeet) C40/50 (liittopilarit)
Betoniteräksset:	T = A500HW E = B600KX
Betonipeitteen nimellisarvo:	Julkisivut ja parvekkeet: 35 mm Sisätilat: 20 mm seinät ja pilarit, (liittopilarit 15mm) 35 mm laatat 45 mm palkit, leveys ≤ 200 mm 35 mm palkit, leveys ≤ 300 mm 30 mm palkit, leveys ≤ 500 mm
Rasitusluokat:	XC4, XF1 (julkisivut) XC4, XF3 (parvekkeet) XC1 (sisätilat)
Suunniteltu käyttöikä:	50 v, uudet julkisivut ja täydentävät rakenteet 100 v, uudet runkorakenteet ja perustukset

Kuva 11. Rakennekuvan yläkulmasta löytyvät tiedot josta poimitaan valuun täsmäivät kriteerit. [3.]

Tilausta tehdessä täytyy tietää kokonaismenekki ja minkä kokoisia kuormia otetaan ja otetaanko ne tietyin väliajoin vai soitosta. Lisäksi täytyy tietää, minkä kokoista letkua kuljettajan täytyy varautua ottamaan mukaan. Työmaalla yleisemmin käytettyjen letkujen koot vaihtelevat 2 tuumasta 4 tuumaan. 2 tuumasta on helpompi käsitellä ja siirrellä mutta siitä ei tule läpi isommalla kivellä varustettu betonimassa. Pumpun koot vaihtelevat 20 m - 56 m, jos valu suoritetaan ylemmissä kerroksissa, niin tarvitaan isompi pumppu ettei käy niin, että pumpun masto ylettää vain 5 kerrokseen ja loput 3 kerrosta vedetään letkua. Liian isoa pumppua ei kannata ottaa turhaan, siitä syntyy ylimääräisiä kustannuksia ja sen pystyttäminen vie enemmän tilaa tontilla. Tilausta tehdessä täytyy huomioida ison pumpun perään ja linjaan jäävän betonin määrä tilausta tehdessä, 56 pumpun

perään ja linjaan kannattaa varata vähän reilu kuutio. Betonointityössä käytettävä letkun koko vaikuttaa asiaan onko sinulla kerroksessa 25 metriä 2 tuuman letkua vai 100 metriä 4 tuuman letkua. Tilauskeskukseen soittaessa mainitsee muotteihin menevän määrän, tarvittavan pumpun ja linjan pituuden jolloin he osaavat kertoa arvion ylimääräisestä betonista.

Referenssikohteen koekuutiosuunnitelmassa sanottiin että joka 5:nnestä valusta täytyy ottaa työmaalla koekuutio ja tämä täytyy ilmoittaa tilausta tehdessä, että he osaavat varata laborantin valuun.

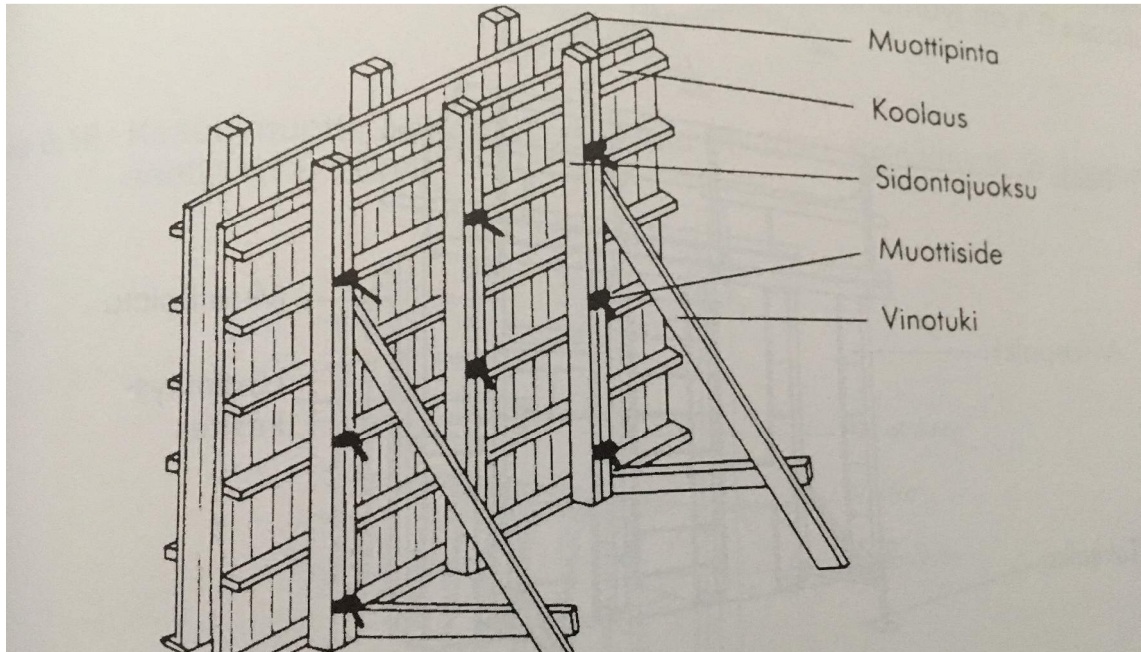
Valupäivät alkavat poikkeuksetta kello 7.00 pumpun saapumisella työmaalle ja tähän tulisi aina pyrkiä työmaalla. Jos olet varannut pumpun saapumisajaksi kello 11.30 niin se tulee yleensä joltain toiselta työmaalta. Tällöin jonkun toisen tekemiset vaikuttavat sinut aikatauluun, jolloin on mahdollista, että urakoitsijalle aiheutuu lisäkustannuksia ylitöistä.

Ensimmäinen sekoitussäiliöauto tontille klo. 7.30 jolloin on 30 minuuttia aikaa asettaa pumppuauto paikoilleen. Kohteen mestarin täytyy käydä tarkasti läpi pumppuauton kuljettajan kanssa, että pystytys tehdään sellaiseen paikkaan, jossa betoniauton tukijalan alla ei ole mitään kaivoja tai muuta pehmeätä maata. Työmaan vastaava mestari tai hänen alainen kuittaa betonipumppuauton pystytyspöytäkirjan. Tämän jälkeen siirretään letkut valukohteeseen, jos työmaalla on paljon valuja kannattaa betonitoimittajalta pyytää kohteeseen omat letkut jolloin tämä työ voidaan suorittaa jo edellisenä päivänä. Seiniä ryhdytään betonoimaan vuorollaan jokaista nousunopeuden ollessa 0,5 m – 1,0 m riippuen käytettävästä betonista ja muotin lujusominaisuuksista.

3.6 Muotin purku

Seinämuotin purkutyöt voidaan aloittaa jo valun jälkeisenä päivänä, jolloin irrotetaan muottilukot ja ne saadaan seuraaviin kerroksiin käyttöön. Kun betoni on saavuttanut purkulujuuden, voidaan aloittaa tukien ja koolausten purku. Poikkeuksena ovat vesi- tai kaasutiiviit rakenteet, muotin lukkoja ei missään tapauksessa kannata avata seuraavana päivänä, koska on riski, että tuoreen betonin ja läpivientikappaleen väliin pääsee muodostumaan halkeama ja haluttua tiiveyttä ei saavuteta. Jos valu on suoritettu perjantaina,

voidaan maanantaina muotin purku suorittaa täysin loppuun kerralla järjestyksessä: vinotuet, lukot, vaakakoolaus, pystykoolaus, sidetankojen katkaisu tai irrotus ja muottilevyjen irrotus. Tavarat siistiin nippuun ja seuraavaan kerrokseen.



Kuva 12. Seinämuotti havainnollistamassa purkujärjestystä. [4, s.215]

Holvimuotin purku voidaan aloittaa kun rakenteen nimellislujuudesta on saavutettu 60%-80%. Rakennesuunnittelija määrittää tämän arvon kohdekohtaisesti. Kun purkamislujuus on saavutettu, voidaan tuet, palkit ja levyt purkaa. Yleensä purun jälkeen holviin jätetään hiipuma pystytuet ja niiden määrä riippuu holvin koosta tai jossain kohteissa rakennesuunnittelija määrittää niiden määrän.



Kuva 13. Vasemmalla holvin jälkituenta ja oikealla työnalla oleva holvi.

4 Paikallavalutöiden erityispiirteet referenssikohteessa

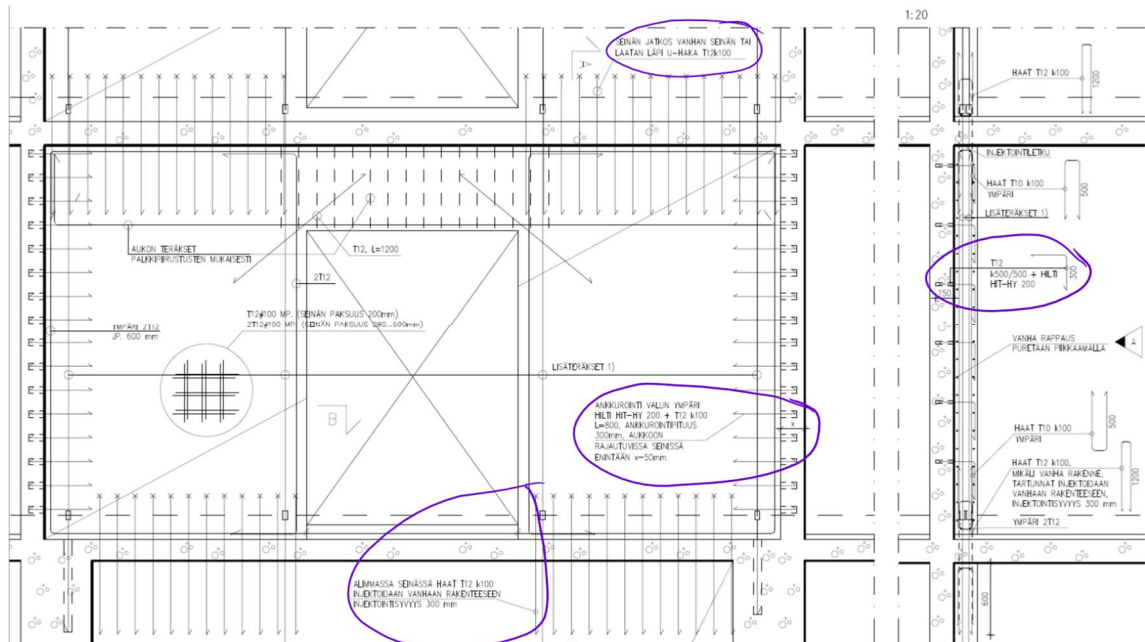
4.1 Porausten aikataulu ja työmenekki

Tähän työvaiheeseen menevän ajan olin arvioinut väärin ja siihen kuluva aika aiheutti resurssipulan ja kustannuksia syntyi laskettua enemmän. Aikataulun teko vaiheessa laskettiin että noin 600 reikää tekisi kahdessa päivässä. Jolloin päivässä pitäisi pystyä tekemään 300 kpl ja tunnissa 37,5 reikää eli noin yksi reikä 1,5 minuutissa. Tämä tuntui järkevältä ja sen mukaan suunniteltiin tarvittavat resurssit ja työhön käytettävät porakoneet. Ensimmäiset ongelmat ilmenivät jo toisella viikolla, urakoitsijan työntekijä ilmoitti olevansa sairaslomalla joka johtui tehdystä työstä. Pidettiin palaveri urakoitsijan työnjohdon ja toisen porarin kanssa, ilmeni että suunnitellussa työtahdissa ei pysytä. Tarvitaan lisää poraajia koska kukaan ei pysty poraamaan 40 tuntia viikossa ja työtä täytyy ruveta tahdistamaan. Tähän vaikuttaa reikien määrä ja niiden tiheys sekä vanhoissa rakenteissa esiintyvät raudat jotka hidastavat poraustyötä huomattavasti.



Kuva 14. Jossain tapauksissa tartuntaa ei saatu haluttuun jakoon jolloin jouduttiin tihentämään tartuntaa sen molemmin puolin.

Esimerkki: Alla olevan kuvan mukaan porataan reikiä 5 metriä leveään ja 3 metriä korkeaan seinään. 16 mm sds-max terällä porattavia reikiä tulee yhteensä 320 kpl, joista osa porattiin 100 mm syväälle ja osa läpi holvista.



Kuva 15. Detalji, johon ympäröity porattavat reiät. [3]

Ratkaisuksi referenssikohdeeseen tähän käsille todella rankkaan työhön oli, että kaikki urakoitsijan työntekijät osallistuvat työvaiheeseen. Jokainen vuorollaan porasi 2 päivänä viikossa ja muut päivät tehtiin omia töitä, kirvesmiehet muottitöitä ja rakennusmiehet muotin purkua sekä etuputsia. Alussa aiheutunut aikatauluviive saatiin kurottua kiinni ja lopulta työt saatiin suoritettua etuajassa. Parhailtaan aamun käskynjaosta taisi lähteä 7 urakoitsijan työntekijää porat kainalossa päivän askareisiin. Poraustyötä saatiin nopeutettua ja helpotettua hankkimalla Hiltin imuterät (onteloterä), ne eivät jumiudu poratessa rautaan eikä reikää tarvitse erikseen puhdistaa ennen raudoitustapin injektointia. Terää voi käyttää myös muiden valmistajien koneissa ja siihen liitettävä imurikin voi olla eri mallia.



Kuva 16. Hiltin imuterä TE-YD käytössä kun porataan tartuntoja vahvistettavaan seinään.

4.2 Injektioletkun asennus

Rakennesuunnittelija oli piirtänyt suunnitelmiin injektioletkun siltä varalta, jos uusi rakenne kutistuu niin paljon, että uuden ja vanhan väliin syntyy rako, jolloin kuorma ei siirry enää tasaisesti vanhasta rakenteesta uudelle.

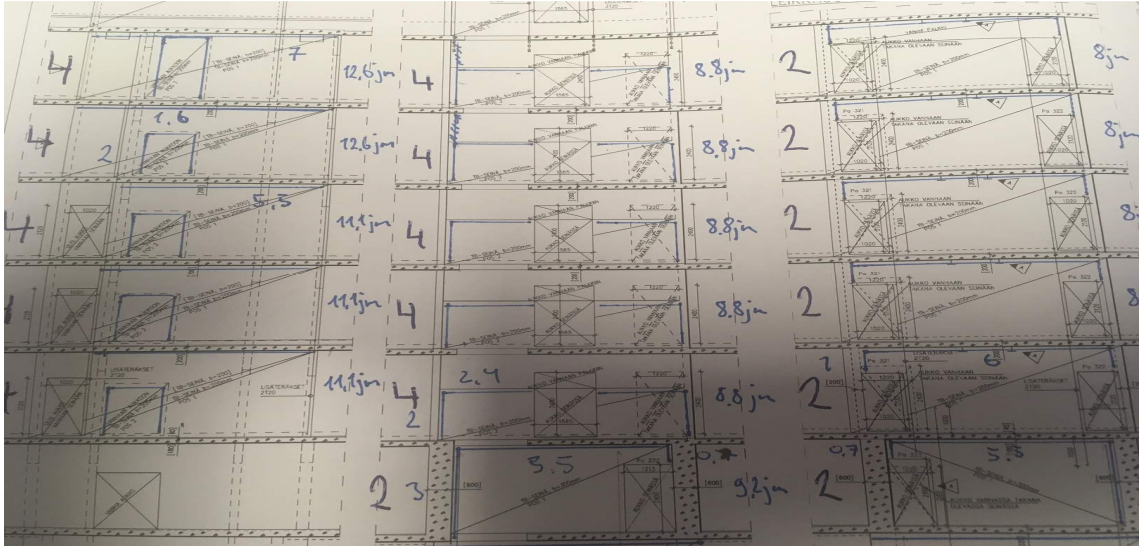
Injektioletkun asennustyö suoritettiin reikien porauksen jälkeen. Tätä ennen purkurakoitsija oli poistanut vanhat tasoitteet ja maalit niistä kohdista, joissa uusi rakenne liittyy vanhaan. Työvaiheessa tarvittavat asennustarvikkeet ovat iskeväporakone sds-plus päällä, 4,8 mm sds-plus terä, 4,8x16x35mm pöllönsilmä, kuumailmapuhallin, injektioletkua ja kiinnikkeitä. Valmistajakohtaisesti maksimipituus yhdelle linjalle vaihtelee 10 - 15 m. Myös injektioletkussa olevat mutkat vaikuttavat asennettavan linjan pituuteen.



Kuva 17. Injektointiletku asennettu paikalleen.

Urakoitsijan työntekijän kanssa käytiin yksi kerros läpi, mitä tehdään ja mikä tehtävän työn tarkoitus on. Tavarankäytön kuulussa pääurakoitsijalle oli hankintavaiheessa laskettu kerroksittain menekit, johon oli laskettu injektointiletkumenekki metreissä ja liitokseen tarvittavat holkit. Ja tämä kuva annettiin urakoitsijan asentajalle mukaan, johon hän samalla itse merkitsi tekemänsä paikat, jolloin pystyttiin seuraamaan työhön käytettyä aikaa. Ensimmäisen asennuksen valmistuessa pidettiin mallikatselmus, jossa tarkastettiin asennustapa ja kirjattiin mahdolliset puutteet ja sovitaan korjaustoimenpiteet niiden korjaamiseksi. Tällä varmistettiin, että tekijä tietää, mitä tehdään ja mahdolliset virheet saadaan korjattua heti alussa.

Yleisempiä virheitä injektointiletkun asennuksessa ovat liian pitkä matka yhdellä injektointiletku linjalla, 2 injektointiletku linjaa ei ole limitetty tarpeeksi keskenään tai injektointiletku on irti betonipinnasta. Asennusvauhti referenssikohteessa oli noin 30 j/m valmistaa injektointiletkua päivässä.



Kuva 18. Naama kuvaan merkattu injektointi letkujen asennuspaikat, lisäksi menekki metreinä ja liitosten määrä. [3.]

Työssä ei havaittu referenssikohteessa vastoinikäymisiä ja työ eteni suunnitellusti. Työ-
vauhdin nopeuttaminen olisi ollut mahdollista Hiltin valmistamalla akkutoimisella kiinni-
kepyksellä, jolloin poraus- ja pöllönsilmän lyöntiä ei olisi tarvinnut suorittaa.

4.3 Varausten mitoitus

Referenssikohteessa oli käytössä kokenut mittamies, jonka varustukseen kuului taky-
metri. Hänen vastuullaan oli mitoittaa seinät, holvit ja niihin tulevat varaukset niille suun-
niteltuihin paikkoihin, lisäksi valmiin pintojen metri korkojen merkkäminen oli hänen vas-
tuullaan. Mittapisteet täytyy sijaita valettavien rakenteiden läheisyydessä, jotta kirves-
mies voi varmistaa ovien ja holvien korot.

Ensimmäisten seinien kohdalla kirvesmies mittasi seinän varaukset mittanauhalla, mutta
se havaittiin todella hitaaksi työvaiheeksi. Asiaa suunniteltiin ääneen toimistolla ja koke-
nut mittamies ilmoitti, että hän voi viedä dwg-muodossa olevat naamareikäkuvat taky-
metriin ja merkata ne haluttuun muottiin muutamassa minuutissa.



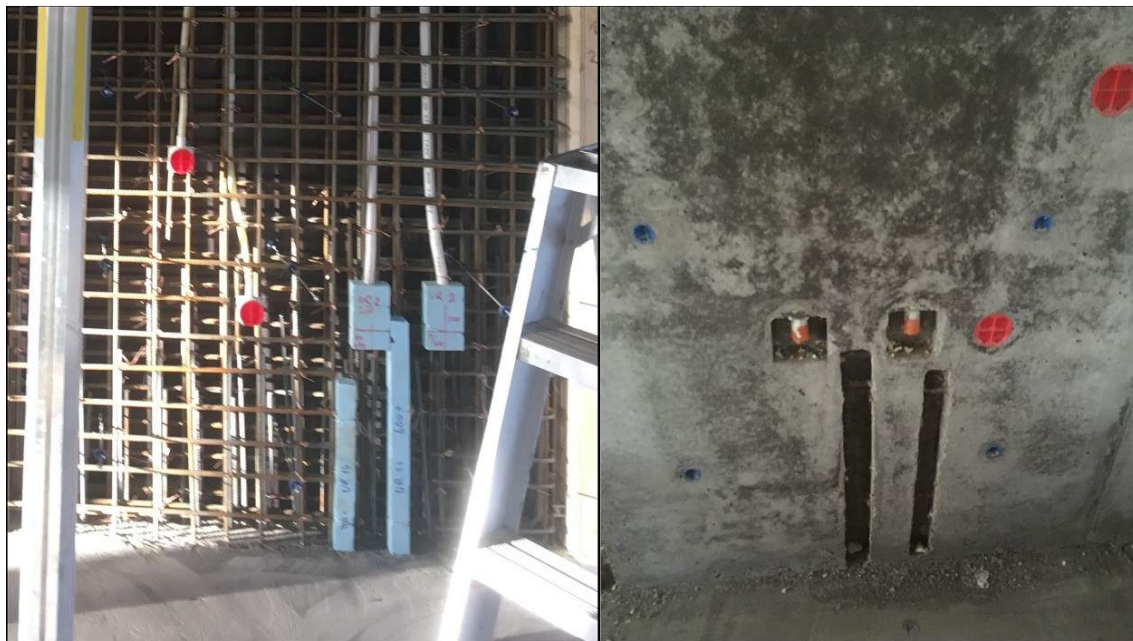
Kuva 19. Mittamies on merkannut muottiin reikäkuvan mukaiset varaukset kirvesmiehelle.

Kuvan 19 muotti on jo kertaalleen käytetty ja se on nostettu kerrosta ylemmäs samaan paikkaan käyttöön, jolloin varauksetkin ovat jo valmiiksi oikealla paikalla, toki mahdolliset asukasmuutokset täytyy huomioida.

Varausten tekemisessä tärkeässä roolissa oli kokenut kirvesmies, joka hoiti koko kohteen varaukset. Päätimme olla lävistämättä muotteja putkimiehen suojaputkilla ja sähköputkilla. Kokenut kirvesmies ehdotti, että valmistamme xps-eristeestä varausreiän, joka sitten valun jälkeen kaivetaan pois ja sieltä paljastuu putkenpää.

Referenssikohteessa asennusjärjestys oli todella tärkeässä roolissa, koska verkon silmäkoko on niin pieni, että putkitus ja varausten teko raudoituksen jälkeen on mahdotonta purkamatta jo tehtyä raudoitustyötä. Kaksipuolisessa muotissa asennettiin ensin toisen puolen muotti, johon merkattiin molempien puolien varaukset ja asennettiin muottipintaan tulevat varaukset samalla, tämän jälkeen raudoitettiin seinä kokonaan ja sitten asennetaan toiseen pintaan tulevat varaukset ja rasiat, tässä vaiheessa joudutaan

muokkaamaan raudoitusta, jotta rasiat saatiin mahtumaan muotin sisään. Toinen vaihtoehto on, että raudoitustyö suoritetaan niin, että raudoittaja jättää sähkömerkkien mukaisiin kohtiin isommat reiät mutta yleensä tämä hidastaa raudoitustyötä siinä määrin, että tähän ei kannata ryhtyä.



Kuva 20. Varaukset ennen muotin tuplausta ja valun jälkeen kun foamit poistettu.

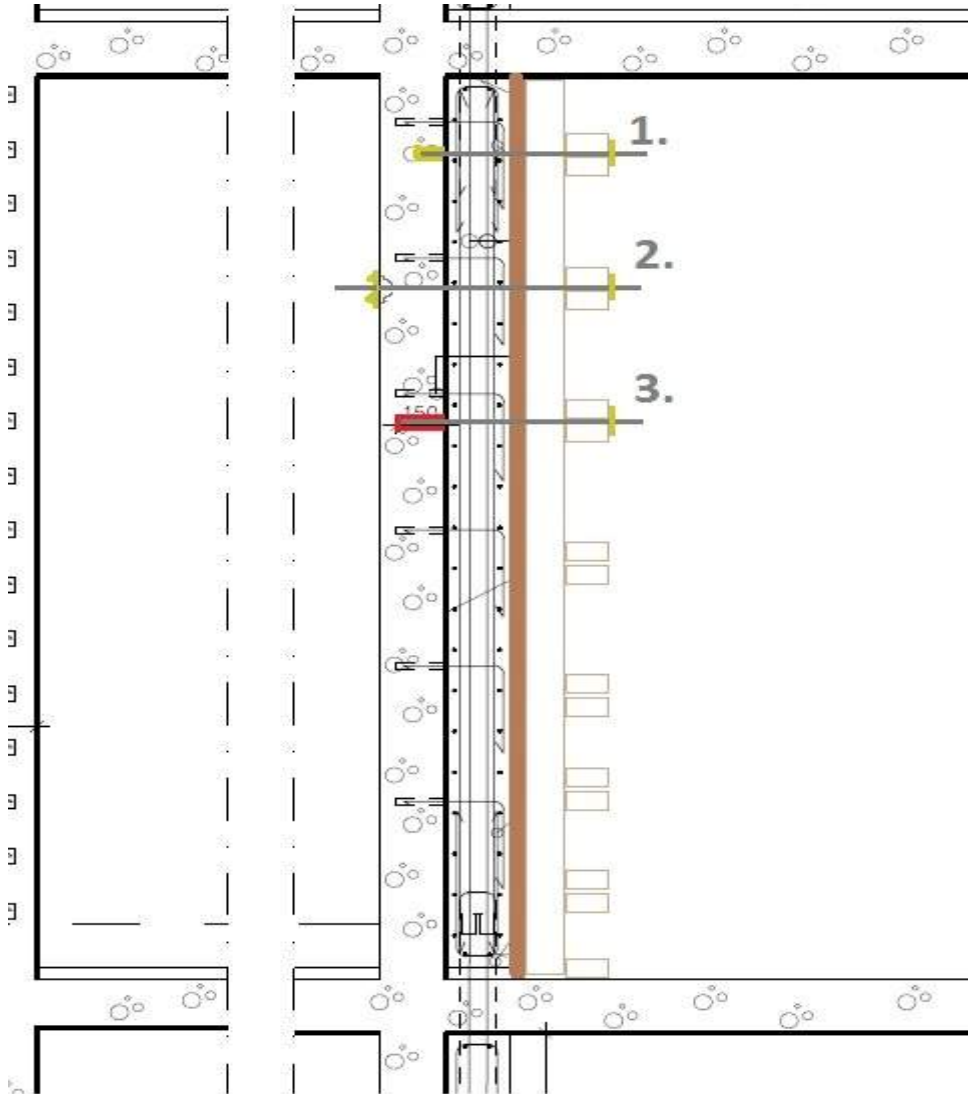
Referenssikohteessa vastoinkäymisiä varausten kanssa oli vähän, isoin ongelma paljastui aivan loppumetreillä kun havaittiin, että suunnittelijan piirtämä hanakulmarasian varaus oli suunniteltu liian pieneksi ja ne jouduttiin piikkaamaan isommaksi. Tämä asia olisi ratkaistu alussa, jos putkiurakoitsija olisi ollut käytössä tai työnjohtaja olisi perehtynyt asiaan paremmin. Referenssikohteessa varaukset tehtiin xps-eristeellä, työvaiheen kustannustehokkuutta voisi parantaa valmistamalla varaukset eps-eristeellä, jolloin varaukseen käytettävän materiaalin hinta olisi halvempi ja sen poistaminen betonivalusta nopeampaa.

4.4 Muotin ankkurointi seinään

Muotin ankkuroinnissa seinään oli monta vaihtoehtoa referenssikohteessa

- Dywidag-tangolle suunnitellun ankkurin poraus seinään

- Läpiporaus ja muottilukko molempiin päihin
- Reiän poraus seinään ja tangon injektointi seinään.



Kuva 21. 1. Dywidag-ankkuri seinässä, 2. läpiporaus ja mutteri molemmissa päissä ja 3. tanko injektoitu seinään.

Referenssikohteen suunnitteluvaiheessa vaikutti, että työtapa 2 olisi paras vaihtoehto, mutta koska kohteessa oli käytössä vielä vanhat hissikuilut, ei tartuntoja voinut porata käytössä olevaan hissikuiluun. Hissin poistumisen jälkeen olisimme joutuneet asentamaan työtasot jokaiseen kerrokseen, jotta kyseiset mutterit olisi päässyt kiristämään. Kun porataan betonista läpi, niin terän ulos tulopuolelta irtoaa aina pala betonia ja tämä jouduttaisiin myöhemmin täyttämään kuivalaastilla ennen tasoitus- ja maalaustöitä. 2 vaihtoehdossa ainut rakenteeseen jäävä osa olisi ollut dywidag-tangon suojaputki, joten kustannukset muottimateriaalien osalta olisivat olleet minimaaliset.

Työtavassa 3 dywidag-tangon kiinnittämiseen tarvittava injektointimassa aiheuttaa kustannuksia ja muotin kiristämistä täytyy odottaa valmistajan ohjeiden mukaan 30 minuutista 4 tuntiin riippuen rakenteen lämpötilasta, jolloin injektointimassa on saavuttanut tarvittavan tartuntalujuuden ja muottilukko voidaan kiristää. Työtavassa 3 suojauputki ja dywidag-tanko jää rakenteeseen pysyvästi.

Työtapaan 1 päädyttiin kustannus- ja aikataulusyistä. Seinään porattiin reikä, johon ankkuri työnnettiin, jonka jälkeen tanko kiristetään ruuvaamalla holkkiin ja muotti on heti suljettavissa. Rakenteeseen jää ankkuri ja suojauputki.



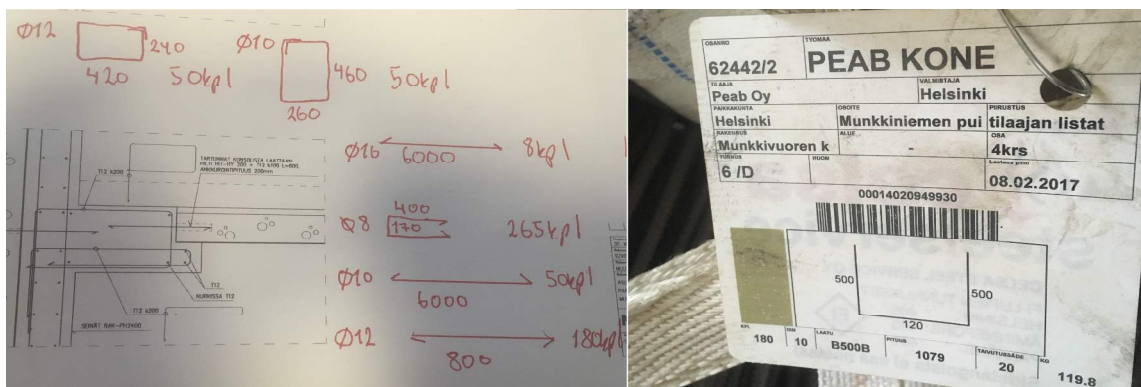
Kuva 22. Vasemmalla rakenteeseen kiristetty dywidag-ankkuri mallia 15 F 2128. Oikealla ankkuriin kiristetty dywidag-tanko.

Ankkurin asennus muotitusta varten aloitettiin raudoitustyön jälkeen. Ankkureita asennettiin n. 4 kpl per neliö ja poraukseen tarvittiin 32 mm sds-max-terä. Poraussyvyys vähintään 120 mm ja imuterällä porattua reikää ei tarvitse enää erikseen imurilla tai pumpulla puhdistaa vaan ankkuri voidaan suoraan asentaa reikään ja tanko perään. Kiristys suoritettiin Bahcon 8074 ergo -jakoavaimella. Lisäksi kokeiltiin jonkun tapaista patenttia etsimällä oikean kokoista hylsyä mutterivääntimeen, millä tangon olisi saanut kiristettyä, mutta siinä onnistumatta. Tankoja kannattaa seuraavana päivänä käydä kiertämässä kierroksen verran auki, jolloin niiden irrottaminen on helpompaa muotin purun aikana.

Seinissä, johon tuli molemmin puolin muotti, käytimme malthus-välikkeitä jos seinän paksuus sen salli, muissa tapauksissa käytimme yllämainittua dywidag-tankoa ja väliskeputkea.

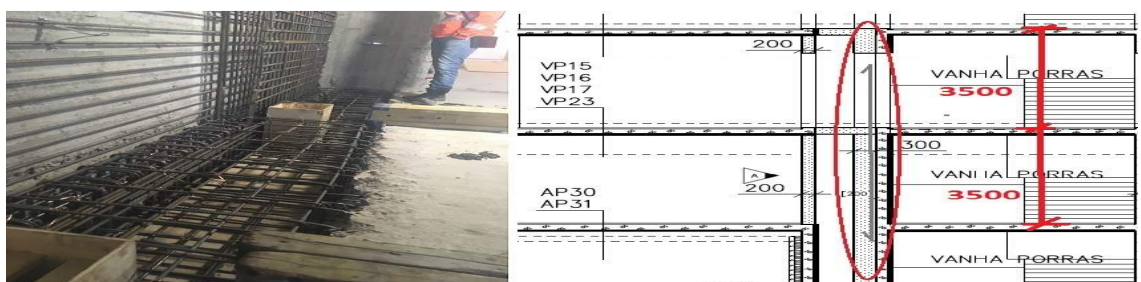
4.5 Raudoituksen suunnittelu ja tarkastus

Kohteen seinät, jotka olivat referenssikohteen pääasiallinen massa paikallavalutöistä oli piirretty $\varnothing 16\#100$ harjateräksillä molemmissa pinnoissa. Jos rakenteen paksuus oli enemmän kuin 280 mm ja alle 280 mm paksut seinät oli piirretty $\varnothing 12\#100$ harjateräksillä molemmissa pinnoissa. Tästä johtuen päädyttiin raudoitustyön seinän verkot tekemään kappaletavarasta. Hakasista ja tapeista tehtiin leikkuulistat työnjohtajan toimesta. Listat lähetettiin sähköpostilla raudoitustehtäälle, missä valmistettiin listan mukaiset hakaset, koukut ja tapit. Tämän jälkeen ne toimitettiin työmaalle pusseissa ja nipuissa jotka oli merkattu seinittäin ja kerroksittain.



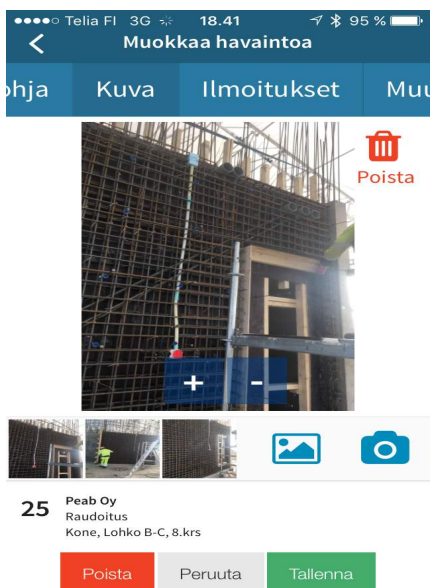
Kuva 23. Vasemmalla katkaisulista [3.] ja oikealla lappu joka on toimitetussa raudoituspussissa kiinni.

Läpi kerroksien kulkevat seinät raudoitettiin 6 metriä pitkistä tavarasta jolloin ei syntynyt hukkaa ja työvauhti pysyi verkkaisena.



Kuva 24. Vasemmalla 300mm paksu manteloitava seinä ja leukapalkki joka kannattelee vanhaa holvia, oikealla samasta kohtaa detailji jossa myös esitetty 6 metrin harjateräs. [3.]

Kohteen raudoitustarkastuksissa käytettiin Congrid-ohjelmaa, jonka käyttö onnistuu puhelimeella ja tabletilla. Lisäksi ohjelmasta on selainpohjainen versio, jolloin saadaan raudoitustarkastukset tulostettua paperille tai tallennettua pdf-muotoon yrityksen laatukansioon. Ohjelmaan on projektin alussa valmiiksi syötetty rakennuskohteen pohjakuvat, johon on helppo lisätä raudoitustarkastuksen sijainti ja tarkastuksessa otetut kuvat ja mahdolliset kommentit. Jos puutteita havaitaan, voidaan sille määrittää vastuuyritys ja pitääkö havaitut puutteet korjata heti, 3 päivässä vai 7 päivässä. Urakoitsija voi kuitata ohjelmalla puutteen korjatuksi ottamalla valokuvan kohdasta, jolloin tämä tieto tulee työnjohtajan sähköpostiin ja hän osaa tarvittaessa pyytää uuden raudoituskatselmuksen tai välittää tiedon että puutteet korjattu ja muotti voidaan sulkea. Urakoitsijoiden käyttöön on olemassa Congrid lite, joka on ilmainen.



Kuva25. Kuvankaappaus Congrid-ohjelman puhelinnäkymästä. 8 krs seinän raudoitustarkastuskuvat. [5.]

4.6 Betonointityöt

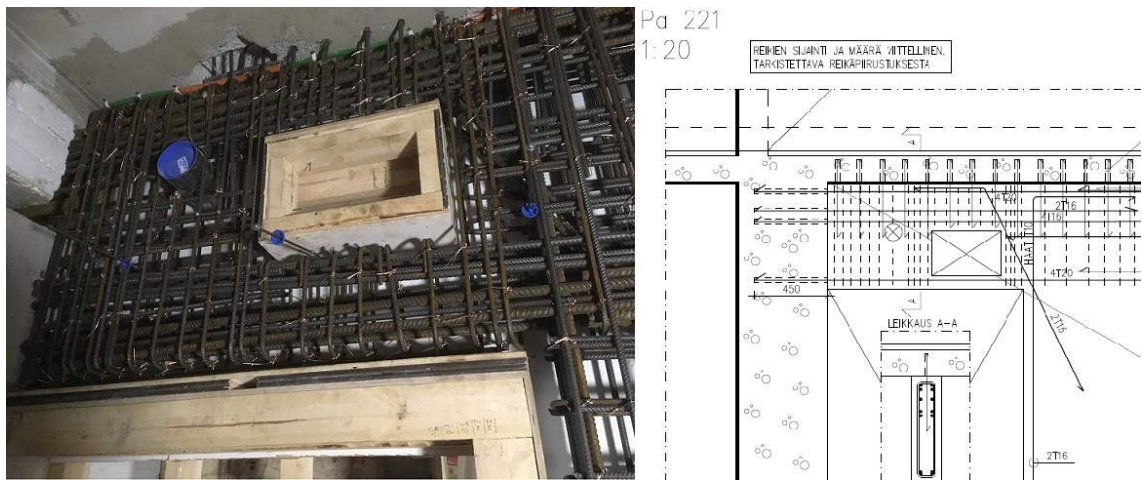
Betonivaluja oli referenssikohteessa yhteensä 34 kpl ja pääasiallisesti valut suoritettiin c30/37 xc3, xc4 100 vuotta 8 mm kivellä ja s4 jäykkyydellä johtuen tiheähköstä raudoituksesta, holvit valettiin c30/37, xc3, xc4, 100 vuotta, hieno 16 mm ja s3. Valuja oli 1-2 kertaa viikossa ja niiden koot vaihtelivat 8 m³ - 25 m³. Betonointinopeus oli todella hidasta, betonointipöytäkirja taulukosta laskettu keskiarvo valunopeus tunnissa oli noin 1,7 m³ /h. Työryhmä koostui 3 urakoitsijan betonimiehestä.

PEAB										Työmaa											
BETONIPÖYTÄKIRJOJEN YHTEENVETO										Vastuuta työntekijästä I. lokaan betonityön johtaja											
Väljän jatkossa numero	Kokke	Vahvuuslaji määrä	Loppu- ja rakennus- loka	Nostokki s (V/B)	Suurin raskuus	Virtaus paksuus	Pakkauksen- laatu	Sementti	Lisäainetta	Muut omat- aineet	T5 Suunnitelma					Pöytäkirja					TOT litra
											Kokonaisto- kanta	Alueen- mlo	Lopetus- mlo	Alku- jatkos	Talokas- työt	Betonin- määrä	Alueen- mlo	Lopetus- mlo	Alku- jatkos	Talokas- työt	
7	9	3	17.2.2017	C30/37	s4	8					12,90	17,00	5,00	5,00	21,00	12,00	7,30	5,00	5,00	20,30	133,00
8	9	3	22.2.2017	C30/37	s4	8					7,00	3,00	2,00	1,30	10,00	7,00	3,01	2,07	1,31	10,02	126,00
9	9	3	24.2.2017	C30/37	s4	8					7,00	14,00	1,00	1,00	16,50	7,00	14,50	1,00	1,50	16,50	220,00
10	11	1	1.3.2017	C30/37	s4	8					7,00	16,30	3,30	3,30	19,60	6,00	16,51	10,51	10,51	19,60	171,00
12	14	1	3.3.2017	C30/37	s4	8					10,00	15,30	5,30	5,30	8,50	10,14	15,30	5,16	5,00	8,50	191,00
13	13	1	6.3.2017	C30/37	s3	16					12,00	15,30	3,30	3,00	16,70	12,00	17,00	5,00	5,00	16,70	194,00
21	14	1	10.3.2017	C30/37	s4	8					7,00	12,30	5,00	5,00	8,00	7,00	12,03	5,03	5,00	8,00	190,00
22	15	1	15.3.2017	C30/37	s3	8					7,00	15,30	6,30	6,00	7,00	1,35	18,35	10,55	10,00	18,35	165,00
23	16	1	19.3.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	10,30	10,00	14,00	7,00	18,30	11,00	10,50	18,30	170,00
24	17	1	22.3.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	8,30	8,00	8,50	7,00	16,30	8,00	8,00	11,00	145,00
25	18	1	24.3.2017	C30/37	s4	8					13,00	15,30	2,30	2,00	4,50	13,21	15,01	1,31	1,30	6,50	191,00
26	19	1	24.3.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	8,30	8,00	17,50	7,00	17,50	10,50	8,30	17,50	150,00
27	20	1	25.3.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	8,30	8,00	16,50	7,00	17,00	10,30	8,30	17,00	191,00
28	21	1	31.3.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	8,30	8,00	16,00	7,00	16,30	8,00	8,00	16,00	155,00
29	22	1	3.4.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	8,30	8,00	14,00	7,00	16,30	11,00	11,00	14,00	214,00
30	23	1	7.4.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	8,30	8,00	11,00	6,56	15,56	8,56	8,50	11,00	224,00
31	24	1	11.4.2017	C30/37	s4	8					13,30	16,30	5,00	4,30	19,00	13,34	20,14	6,41	6,00	19,10	177,00
32	25	1	13.4.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	8,30	8,00	16,50	7,00	16,50	9,50	9,50	16,50	156,00
33	26	1	20.4.2017	C30/37	s4	8					7,00	16,30	9,30	9,00	19,50	7,00	17,50	10,00	10,00	19,00	304,00
34	27	1	21.4.2017	C30/37	s4	8					12,00	13,95	1,95	1,95	15,00	12,00	14,90	1,90	1,90	15,00	198,00
35	28	1	22.4.2017	C30/37	s4	8					7,00	16,30	3,30	3,00	16,50	6,43	17,93	10,93	10,00	16,00	170,00
36	29	1	27.4.2017	s4	s4	8mm					12,00	16,00	4,00	3,50	22,00	12,00	16,32	4,32	4,00	22,00	141,00
37	30	1	28.4.2017	s4	s4	8mm					7,00	15,30	8,30	8,00	19,00	7,30	17,41	11,41	5,00	19,00	142,00
38	31	1	5.5.2017	C30/37	s4	8					7,00	13,30	6,30	6,00	12,50	7,00	14,30	7,00	7,00	12,50	222,00
39	32	1	15.5.2017	AAAPB s4	s4	8mm					13,00	17,30	4,30	4,30	22,00	13,11	17,23	4,12	4,00	22,00	252,00
40	33	1	19.5.2017	C30/37	s4	8mm					14,00	19,00	3,00	3,00	14,50	14,10	19,40	3,90	3,00	14,00	6,00
41	34	1	17.5.17	C 30/37	s3 in s4 & s 16						7,00	19,00	5,00	5,00	9,00	7,00	19,50	4,50	4,50	9,00	8,60
42	35	1	19.5.2017	C30/37	s4	8					7,00	16,30	5,30	5,00	14,00	7,00	16,30	5,00	5,00	14,00	1,50
43	36	1	19.5.2017	C30/37	s3	8					7,00	19,30	3,30	3,00	9,00	10,15	3,15	3,00	3,00	9,00	3,00
44	37	1	15.5.2017	AAAPB s4	s4	8					7,00	15,30	4,30	4,30	9,50	7,00	16,24	4,24	4,00	9,50	8,50
45	38	1	24.5.2017	C30/37	s3 s 24 & s 16						7,00	15,30	6,30	6,00	9,00	6,00	10,00	4,00	4,00	9,00	3,00
46	39	1	30.5.2017	C30/37	s3 s 4 & s 16						7,00	15,30	8,30	8,00	16,00	7,30	17,41	10,15	9,50	16,50	1,00
47	40	1	1.6.2017	C30/37	pakka- s4	16mm					10,00	11,00	4,00	4,00	12,00	9,51	10,91	4,56	4,41	12,00	4,00
48	41	1	8.6.2017	C30/37	s4	8					7,00	15,30	6,30	6,00	8,50	7,00	12,35	5,35	5,00	7,00	1,00
49	42	1	15.6.2017	C30/37	s3	16mm					10,00	11,30	1,00	1,00	10,45	10,00	11,45	1,45	1,00	11,00	5,00
50	43	1	1.6.2017	C40/50	s4	8					6,00	3,00	3,00	3,00	7,00	5,51	6,34	2,33	2,33	6,00	6,00
51	44	1	16.6.2017	C30/37	s2/4	16mm					12,00	16,00	4,00	4,00	12,00	16,33	4,27	4,00	4,27	16,00	45,00
52	45	1	19.6.2017	C30/37	s3	16mm					6,00	19,00	1,00	1,00	22,00	6,00	22,00	6,00	6,00	22,00	11,00
53	46	1	20.6.2017	C30/37	s4	8mm					12,00	17,00	5,00	4,30	18,50	13,01	19,01	5,93	5,30	17,00	1,00
54	47	1	22.6.2017	C30/37	s4	16					7,00	19,00	3,00	2,30	11,4	9,54	2,41	2,30	2,41	11,00	1,00
55	48	1	28.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	3,30	11,50	9,53	11,03	4,05	3,30	11,00	1,00
56	49	1	28.6.2017	C30/37	s4	8					6,00	3,00	3,00	3,00	8,00	5,54	6,91	3,02	3,00	8,00	1,00
57	50	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
58	51	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
59	52	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
60	53	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
61	54	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
62	55	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
63	56	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
64	57	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
65	58	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
66	59	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
67	60	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
68	61	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
69	62	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
70	63	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
71	64	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					10,00	14,00	4,00	4,00	12,00	10,81	14,41	4,00	4,00	12,00	1,00
72	65	1	29.6.2017	C30/37	s4	16					1										

4.6.1 It-betonin haasteet

Itsetiivistyväbetoni on betonia, joka tiivistyy painovoiman avulla. Se täyttää muotin ja ympäröi raudoituksen ilman mekaanista täryttämistä. Itsetiivistyvän betonin katsotaan saaneen alkunsa Japanissa, jossa sitä alettiin tutkia ja kehittää 1980-luvulla. [1, s.558.]

Referenssikohteessa päädyttiin urakan alkuvaiheessa valamaan kaksi muottia toisessa kerroksessa it-betonilla koska harjaterästä koko muotin tilavuudesta oli 38% ja oviaukon yläpuolella meni ylä- ja alapinnassa useampi paksumpi teräs. Tärysausvan käyttö olisi ollut mahdotonta ja holvaantumisvaara normaalilla betonilla olisi ollut liian suuri.



Kuva 27. Vasemmalla raudoitettu 2 krs väliseinä mikä valettiin it-betonilla. Oikealla raudoituskuvaa kyseisestä kohtaa. [3.]

Ennen valua työmaalla varmistettiin, että muotti varmasti kestää it-betonista tulevan valupaineen. Seiniä ryhdyttiin valamaan vuorotellen. Ensimmäinen seinä oli täynnä ja toisesta seinää puuttui noin 30 cm koko muotin matkalta. Kun muotista oli valamatta noin 15 cm valmiista pinnasta, kuului muotin alapäästä poks ja sitä seurasi useampi poksääni. Sen jälkeen ei kuulunut kuin tasasta lorinan ääntä ja todettiin, kuinka tuo 15 cm päässä ollut betonipinta karkasi kauemmaksi jättäen jälkeensä vain betonilla kyllästetyt harjateräkset.



Kuva 28. Vasemmalla räjähtänyt muotti josta massat valunut alakertaan ja oikealla kuva alakerrasta mihin massat kerääntyi.

Seuraava työvaihe oli muotin avaaminen toiselta puolelta, jotta saatiin rauditus pelastettua. Muotin avauksen jälkeen puhdistettiin painepesurilla rauditus sinne jääneestä betonista. Vaihrettiin muottivälkkeet uusiin, tarkastettiin muotissa käytetyt koolaukset ja ryhdyttiin sulkemaan muottia uudestaan.



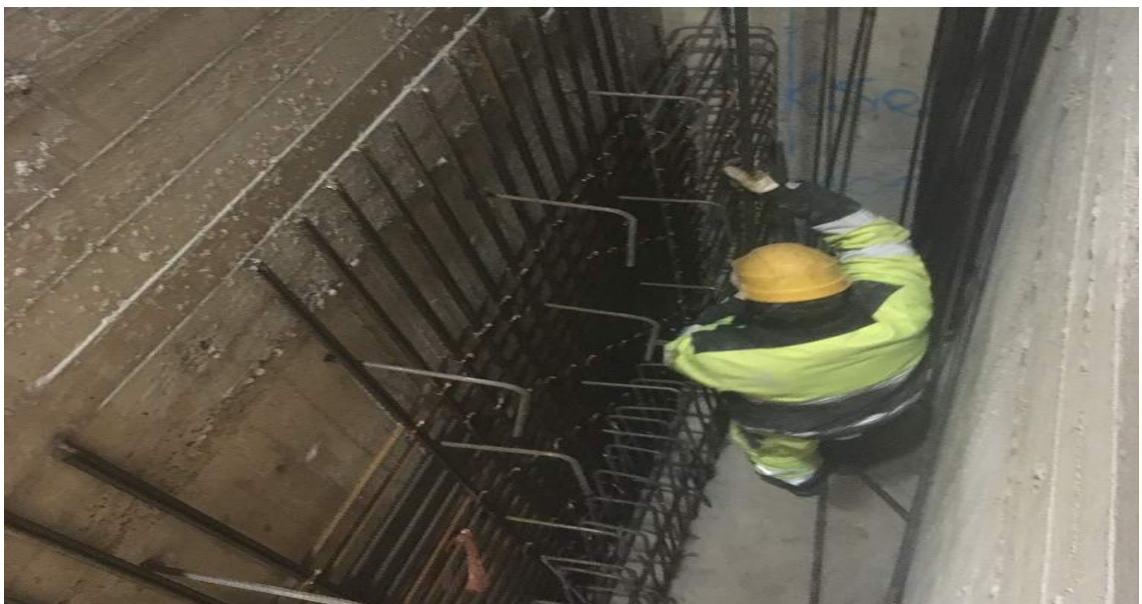
Kuva 29. Muotti purettu ja putsattu painepesurilla.

Muotin räjähtämiseen johtaneet tekijät, malthus-välikkeitä pitää it-betoni valussa olla normaalin 4 kpl/m² sijaan vähintään 6 kpl/m². Lisäksi osa välikkeistä oli vääntynyt muotintekovaiheessa ja niistä vaihdettiin ne, mitkä näyttivät olevan vääntyneitä kun olisi pitänyt vaihtaa kaikki. Vanhojen rakenteiden tukemisen käytettyjen kierretankojen takia vaakakoolaukseen jouduttiin tekemään lovia ja näissä kohdissa olisi pitänyt vinotukia lisätä ja myös vaakakoolausta.

Taloudelliset vahingot referenssikohteen räjäytetyllä muotilla. Muotin tekeminen kahteen kertaan, purku 2 kertaan, valu it-betonilla jonka kuutio hinta on 2 kertaa kalliimpaa kun normaalibetonin, valu normaalilla betonilla, it-betonin kaivaminen pois maanrakentajan toimesta montusta.

4.6.2 Vanhan tekniikkakuilun vahvistaminen

Alakerran vanhoissa tekniikka kuiluissa oli korkeutta 8 m, leveyttä 6 m ja syvyyttä 80 cm. Tilaan oli suunnitelmissa piirretty 30 cm paksu seinä. Suunnitteluvaiheessa pohdittiin pitkään, kuinka muotti tehdään kyseiseen tilaan kun raudoituksen jälkeen tilaa on jäljellä 50 cm ja kuinka se saadaan sieltä vielä purettua. Yksi työtapa oli että tilan muotti tehdään eps-eristeestä ja toinen vaihtoehto, että valetaan koko kuilu täyteen betonia. Urakoitsijan ohjeistuksella päädyttiin jälkimmäiseen vaihtoehtoon, jolloin raudoitustyön jälkeen vanhan tekniikkakuilun syvennys täytettiin betonilla ja hinta kuutiolta oli myös halvempi.



Kuva 30. B-puolen vanha tekniikkakuilu, raudoitustyöhön tilaa oli juuri sopivasti mutta muottia ei olisi enää mahtunut tekemään saati purkamaan.

4.7 Muotin purku ja jälkityöt

Muotin purku ja jälkityöt referenssikohteessa sisältää muotin purun lisäksi niiden putsaus, lajittelu ja seuraavaan kerrokseen toimituksen, leukapalkkien piikkauksen, varaust-xps-eristeiden pois irrottamisen ja mahdollisten vajaiden muottien juotosvalun.

Purkuvaiheessa tuli palautetta pikanaulojen (fix-naula) käytöstä ja ne vaihdettiin betoni-ruuveihin. Lisäksi kirvesmiehiltä tuli palautetta kun samat muotit eivät tulleet ylempiin kerroksiin niille suunniteltuihin paikkoihin. Tämä ratkaistiin numeroimalla vanerit. Ja yksi muottikokonaisuus siirrettiin aina kerrallaan ylöspäin, jolloin ne pysyivät nipuissa.

Kerrosta siivotessa huomattiin, että puutavaran pituus oli aivan liian pitkä, huonekorkeus noin 3,4 metriä ja tavarantoimittaja oli toimittanut 4,7 metriä pitkää koolinkia jolloin hukkaa jäi 1,3 metriä jokaisesta puusta. Osa saatiin käyttöön pienempiin aukkoihin. Ylemmissä kerroksissa päädyttiin 3,6 metriä pitkään koolinkiin, jolloin hukka oli huomattavasti pienempi.

5 Betonointitöiden onnistumiset ja epäonnistumisten analysointi

5.1 Referenssikohteen onnistumiset

a) Varausten merkinnät seinämuottiin takymetriä hyväksikäyttäen

Kokeneella kirvesmiehellä meni yhden seinän varausten merkkaukseen 3 tuntia, samassa ajassa mittamies merkitsi yhdessä kerroksessa sijaitsevat 7 seinää. Tällä työnjaolla kirvesmies saa keskittyä muotin tekemiseen ja mittamies, joka muutenkin viettää aikaa tietokoneen ääressä seuraa projektipankkiin päivitettäviä piirustuksia ja näin ollen merkkaukseen aina viimeisimmät reikätiiedot.

b) Betonointi hukka

Betonimäärien laskemisessa auttoi toteumatieto, ensimmäisten valujen kohdalla seurattiin tarkasti, kuinka paljon massaa meni valettuihin rakenteisiin ja tämän perusteella tehtiin kaavio toimiston seinälle jossa oli yksilöity jokainen valuseinä

ja holvi. Tästä kaaviosta poimittiin valettavien seinien betonimäärät kun tiedettiin mitä seiniä ja holveja valettiin. Valuista jääneet ylimääräiset betonit pumpattiin vanhoihin kylpyhuonesyvennyksiin, jolloin hukka pysyi todella pienenä.



Kuva 31. Betonimäärät merkattu seinäkohtaisesti toteuman mukaan.

c) Jälkityöt

Varaukset osuivat kohdilleen ja niiden koot olivat tarvittavan kokoiset läpivietäville lämpö- ja viemäriputkille. Betonirakenteet eivät ole haljenneet eikä ole ollut syytä injektoida rakenteita. Seinissä ei ole havaittu pysty- tai vaakaheittoja ja pinnat on todettu betoniliiman hionnan jälkeen maalarin tasoitemiehelle kelpaavaksi alustaksi.

5.2 Referenssikohteen epäonnistumiset

a) 2. kerroksen it-betonivalu

Kustannusten takia tämä on tässä kategoriassa, it-valussa ainut epäonnistuminen oli se, että muotti ei kestänyt. Mutta siitä aiheutuneet tapahtumat ja opit, mitä tekijöille jäi, ovat arvokkaampia kuin nuo käytetyt eurot. Se, kuinka tätä tapahtu-

maa on analysoitu ja miksi se muotti ei kestänyt ja kenen vika se oli, ovat aiheuttaneet keskustelua monet kerrat työmaalla. Oliko muottisiteitä oikea määrä vai oliko ne viallisia, koolauspuiden kunto ja määrä, vinotukien määrä ja sijainti vai oliko valun nousuvauhti liian nopea. Näihin on vastauksia yhtä monta kun on kysymyksiä.

b) Porauksiin suunniteltu aika ja siihen suunnitellut resurssit

Työvaiheen arvioinnissa epäonnistuttiin aivan täysin. Työ tehtiin sille suunnitellussa ajassa mutta 2 miehen sijaan työtä teki 4-5 miestä. Ei siis kovin kustannustehokasta. Työn suunnitteluun ei löytynyt mitään apua Ratu-kortistosta ja pääurakoitsijan työnjohdolla ei ollut minkäänlaista kokemusta kyseisen työvaiheen suorittamisesta. Varma tieto tai edes joku suuntaa antava tieto, olisi pitänyt kaivaa väkisin jotain kautta, jotta olisi saatu verrattua työhön suunniteltua aikaa ja resursseja. Ja mahdollisesti välttää kyseinen ongelma.

c) Betonointinopeus

Betonointihitaus vaivasi referenssikohteen valuja koko urakan ajan. Tähän saatiin alussa pieni korjausliike kun vaihdettiin valussa käytetyn betonin koostumus 16 mm kivi ja jäykkyys s3 vaihdettiin 8 mm kiveen ja jäykkyys s4. Suurin ongelma oli, että valettavia seiniä ja holveja oli useampi kerroksissa ja koot olivat 1 m³ - 7 m³ ja valettavat seinät olivat samassa kerroksessa, mutta osa valettiin valuleualla ja osa holvilta, jolloin ne ovatkin eri kerroksissa. Tämän seurauksena betonilet-kun siirtoon meni aikaa suurin osa betonoinnista.

6 Yhteenveto

Paikallavalurakenteet korjauskohteessa ovat aina erityislaatuinen työ, täytyy osata mukautua tilanteen mukaan ja osata myöntää, että nyt ei ole toimiva ratkaisu ja täytyy kokeilla jotain vaihtoehtoja työtappaa. Vaikka kaikki olisi tehty oppikirjojen mukaan, niin vanhassa rakenteessa saattaa olla se heikko kohta joka muuttaa päivän aivan erilaiseksi

ja tilanne on päällä. Toki on työvaiheita, kun olet ideoinut jonkun aikaa säästävän työta-
van kirvesmiesten tai vastaavan kanssa ja näet, kuinka se helpottaa jotain työtehtävää
tai säästää kustannuksia. Tähän opinnäytetyöhön saatiin koottua niitä erikoisuuksia,
mitä tuli vastaan referenssityömaalla ja kuinka niitä pyrittiin ratkaisemaan ja miksi kysei-
siin ratkaisuihin päädyttiin.

Yhteenvedona on tehty paikallavalun toteutusohje referenssikohteessa [Liite1], johon on
koottu työvaiheittain huomiot, mitä täytyy selvittää, tarkistaa ja suunnitella kunkin työvai-
heen kohdalla.

Urakasta selvittiin puhtain paperein, työt saatiin ajallaan valmiiksi ja jälkitöitä näiden
osalta ei ole ilmennyt. Kokonaisuudessaan opettavainen työvaihe. Monta asiaa oppi itse
työvaiheen aikana ja vielä lisää opinnäytetyötä tehdessä.

Seuraavaksi vastuualueeksi tuli samalla tontilla sijaitsevan Town House uudismontun
betonointityöt joka sisältää 2 kellarikerrosta parkkihallia ja 11 kpl 3-kerroksisia asuntoja.
Ja betonoitavaa on yhteensä 4780 m³.



Kuva 32. Town House paalulaattavalu 840 m³ (32m*40m*0,66m). Kuvanotto hetkellä valua takana 1,5h.

Lähteet

- 1 SKY-FOTO Möller 1972, Helsingin kaupunginmuseo. Verkkosivu <https://hkm.finna.fi/Record/hkm.HKMS000005:km002hue> , luettu 22.10.2017.
- 2 Arkkitehtiryhmä A6 Oy:n havainnekuva. Verkkosivu, <http://www.a6oy.fi/projektit/munkkiniemen-puistotie-25/> , luettu 27.10.2017.
- 3 Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy. Rakennekuva As Oy Munkkiniemen Kone projektipankki.
- 4 Betonitekniikan oppikirja BY 201 2004. Suomen Betoniyhdistys ry.
- 5 Congrid applikaatiosta kuvankaappaus.
- 6 Peab Oy intranetti

Paikallavalun toteutusohje referenssikohteessa.

	Esvalmistelu	Logistikka / materiaalit	Poraukset
Selvitä	Selvitä menekit, älä luota vain ratu tai omaan tuntumaan. Kysy tekijöiltä, kollegoilta tai koulukaverilta. Älä tyydy näin se on aina tehty vastaukseen vaan pyydä perusteluja.	Hissin mitat ja maksiminosto kapasiteetti. Lisäksi huonekorkeudet että osaa tilata oikean mittaista materiaalia.	Jos vanhat kuvat saatavilla, kannattaa niistä selvittää onko porattavissa kohdissa isompia rautoja tiellä. Tällä säästää aikaa kun ei turhaa koitetaan raskaasti raudoitettun palkin kohdalle porata tappeja 100mm jaolla.
Varmista	Etta suunnitelmat ovat toteutuskelpoiset. Älä aja itseasi siihen tilanteeseen että tontilla on 10 tekijää ja sitten ruvetaan odottamaan jotain piirustusta.	Etta kalusto on vapaana sinä päivänä kun tavarat toimitetaan tontille ja että tähän projektiin on miehet vapaana	Etta tekijöillä on perustaidot poraukseen, kaikki eivät tiedä milloin ollaan osuttu rautaan ja pitää lopettaa poraus.
Suunnittele	Älä tyydy siihen suunnittelu vaiheessa että nämä asiat muuttuu ei kannata suunnitella. Se että niitä miettii ennestään ei ole ikinä pois toteutusvaiheessa.	Suunnittele materiaali virrat työmaalle ja niiden tarve, älä ota kaikkea tavaraa yhdellä kertaa jalkoihin pyörimaan.	Porajaan viikko ei saa pelkästään koostua porauksesta, suunnittele hänen viikkotehtävät niin että kadet saavat lepoa tasaisesti.
	Mittaus	LVIS työt	Raudoitus
Selvitä	Mitä mittapisteitä ja korkoja tekijät tarvitsee, enemmän on parempi kun vähemmän. Osa saattaa hävitä rakennustyömaan tohinassa.	Onko tarvittavat varaukset oikeasti tarvittavan isoja. Se että putki mahtuu ei ole koko totuus, pitää osata ottaa huomioon myös eristykset, palomansetit tai palopellit.	Raudoittajien kuvien luku taito. Tämä ei selviä kun antamalla kuvat käteen ja sanomalla että saa toteuttaa.
Varmista	Etta sovitut mittamerkit ilmestyy sovituihin paikkoihin sovittuna aikana eikä työt tämän takia keskeydy.	Varauksia ja LVIS asennuksia tekevällä on aina viimeisimmät kuvat, nämä korjaukset on huomattavasti helpompi tehdä ennen valua kun selvitä ilman piikkaukonetta.	Etta tontilla on aina tarpeeksi rautaa, 1 tn niput jokaista kokoa ei kustannuksena ole iso satsaus.
Suunnittele	Mittamies on yleensä työmaalla muidenkin käytettävissä joten oman työn sujumuuden takia on hyvä tietää ajoissa milloin tarvitsen mitäkin merkkejä. Oman työnsuunnittelu auttaa tässä kohtaa.	Oikea työjärjestys raudoitus ja muotitus töiden aikana. Jos varauksia ei suunnitellut laiteta niiden saaminen muotin sisälle voi olla todella hidasta.	Kerä yhteen nippuun ovi, palkki ja jatkos detailit. Raudoittajat osaavat kyllä pistää rautaa ristilin rastiin mutta kohdekohtaisia palkki detailleja he eivät tiedä.
	Muotitus	Valu	Muotin purku
Selvitä	Millä tavalla tekijät ovat tottuneet tekemään se pieni säästö tavarassa jonka saattaa saada voi sulaa siihen kun tekijät opettelevat täysin uuden kaluston käytön.	Onko tontilla jotain ylimääräistä vessakoppia tai pieniä valuja mihin saatt tarvittaessa ylimääräiset betonit.	Onko muotinpurkulujuus saavutettu ja muotti voidaan turvallisesti purkaa.
Varmista	Valetaanko it-betonilla vai normaalilla betonilla, tiheänä tarvittaessa välkkeitä ja koolausta	Betonitilaus aina sähköpostilla että jää jalki. Varmista työmaalla kalusto ja että itse tekijät ovat tietoisia valusta.	Jälkituenta, varsinkin jos yläpuolelle saatetaan varastoida tavaraa ja kuormittaa kyseistä kohtaa.
Suunnittele	Muotinkierto niin että tavaraa ei ole liikaa mutta ei myöskään niin vähän että miehet joutuvat odottamaan betonin kuivumista että saadaan muotti tavaraa.	Suunnittele kuormien koot valunopeuden mukaan. Suunnittele valujärjestys niin että täysia letkuja ei tarvitse vetää ylöspäin.	Käypurkajien kanssa läpi mitä ollaan tekemässä ja miksi muotti puretaan tiettyyn kohtaan ja että se tullaan käyttämään uudestaan. Anna työlle merkitys.