



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Kim Saarenkukka

Paikallaväluseinien muottien kustan- nus- ja työsuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-
ohjelma

Mestarityö

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Kim Saarenkukka Paikallavaluseinien muottien kustannus- ja työnsuunnittelu. 44 sivua + 2 liitettä 30.8.2018
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohdon tutkinto ohjelma
Ammatillinen pääaine	Talonrakennus
Ohjaajat	Betonitekniikan lehtori Juha Virtanen, Metropolia AMK Toimitusjohtaja Mika Häyrinen, Jerodos Oy
<p>Opinnäytetyöni tilaajana on Jerodos Oy. Yritys keskittyy paikallavalu rakentamiseen Etelä-Suomessa ja Päijät- Hämeessä. Opinnäytetyöni tavoitteena oli saada tietoa, että mitä kaikkea työnsuunnittelussa tarvitaan eri urakka vaiheiden aikana. Lisäksi vertailla eri betoni valumuottien ominaisuuksia sekä näiden kustannustoteutuksia. Työssä vertailtiin kolmea eri kohdetta, joista kaksi rakennettiin suurmuoteista ja yksi kappaletavarasta.</p> <p>Tutkimusmateriaaleina käytettiin eri kirjallisuuden lähteitä rakennusalan käsikirjoista ja muottivalmistajien käyttöoppaista. Vertailun tulokset kasattiin kohteiden toteutuneista kustannuksista ja arviolaskelmista.</p> <p>Opinnäytetyössä hyödynsin omia havaintojani kirvesmiehentyössä kappale tavaramuottien ja suurmuottien työntekovaiheessa. Opinnäytetyöstä saadaan käsitys, että mitä kaikkea asiakirjoja tarvitaan urakatyön eri vaiheiden alkaessa. Aihe alueet sisältävät betonityönjohtajalle tarvitsevat käsitteen minkälaisia asiakirjoja urakkamuodoissa tarvitsee. Opinnäytetyöstä on apua myös työnjohdolle. Aihe alueissa perehdytään myös erilaisiin muottivalmistajien järjestelmämuotteihin ja näiden ominaisuuksiin.</p> <p>Opinnäytetyöni liittyy keskeisesti betonitöiden työnjohtamiseen ja kustannuksiin.</p>	
Avainsanat	työnsuunnittelu, paikallavalu rakenne, muottikustannukset

Author Title	Kim Saarenkukka Cost and Work Planning of Concrete Wall Mold
Number of Pages Date	44 pages + 2 appendices 30 August 2018
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	House Building Site Management
Instructors	Juha Virtanen, Senior Lecturer Mika Häyrinen, General Manager
<p>My thesis was commissioned by Jerodos Oy. The company focuses on local casting construction in Southern Finland and Päijät-Häme. The aim of the study was to find out what is all the work needed in the job planning phase. In Addition, the properties of different concrete molds and their cost realization were compared. The study compared three different objects, two of which were built from large-format and one from woods-format.</p> <p>Various literature sources such as construction manuals and mold manufacturers manuals were used as research materials. The result of the comparison is compiled from the actual cost and value calculation of the properties.</p> <p>The study also benefits from the observations of the author in carpentry work during the work of woods and large molds. The thesis gives an idea of what documents are needed at the beginning of the various stages of the contract work, including what concepts and documentation the concrete supervisor needs to be familiar with in different forms of contracts. The thesis is also helpful for supervisors. The subject areas also provide an insight into various mold manufacturer formwork systems and their properties focusing on the management and costs of concrete work.</p>	
Keywords	work planning, casting structure, mold cost

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Jerodos Oy	2
3	Paikalla valettavien betoniseinien muottitekniikat	3
3.1	Kappaletavaramuotti	3
3.2	Järjestelmämuotit	6
4	Työnsuunnittelu	11
4.1	Työnsuunnittelun sisältö	11
4.2	Työnsuunnittelu	14
4.3	Laadunvalvonta	17
4.4	Työnaikainen riskikartoitus ja minimointi	19
5	Hankkeen kustannushallinta	20
5.1	Kustannusarvion tekeminen	21
6	Kustannustutkimus	24
6.1	Kaitaan metroaseman kappaletavaramuotit	24
6.2	Kalatataman puiston suurmuotti ja pintalautaverhoilu	29
6.3	Keravan monitoimitalon väestönsuojan suurmuotti	34
7	Tulokset ja yhteenveto	38
	Lähteet	42

Liitteet

Liite 1. Muottisuunnitelma Doka Finland Oy

Liite 2. Keravan monitoimitalon mittapöytäkirja

Lyhenteet

CE	(Conformité Européenne) Merkintä, jolla valmistaja tai valtuutettu edustaa tuotteen vakuutta. Tuote täyttää EU:n direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset.
Doka	Doka Finland Oy. Paikallavalubetonimuottien toimittaja ja vuokraaja.
ITB	Itsetasautuva betonimassa. Betonimassa, joka tasautuu oman painon avulla.
Peri	Peri Suomi ltd Oy. Paikallavalubetonimuottien toimittaja ja vuokraaja.
SFS	Suomen standardisoimisliitto.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Jerodos Oy. Opinnäytetyön aiheeksi valittiin: Miten pystyisi saamaan näkyviin vaihtoehtoisten rakentamistapojen erot paikallavalurakentamisessa. Miten kustannukset koostuvat eri urakoiden osa-alueista ja kuinka paljon nämä kustannuserot näkyvät urakan valmistuttua. Tutkimus aloitettiin syventymällä siihen, että kuinka suuri mahdollinen muottikustannusero tulisi olemaan. Toteutuksessa käytettiin paikallavaluseinissä kappaletavamuottia tai järjestelmämuottia. Lisäksi opinnäytetyössä avataan kahden suurimman järjestelmämuottivalmistajan järjestelmien eri ominaisuuksia. Opinnäytetyöhön valittiin yrityksen kolme eri urakkakohtetta. Urakkakohteissa kahdessa valittiin muottityöhön järjestelmämuotti ja yhdessä kohteessa kappaletavamuotti. Työssä vertaillaan näiden molempia muottitekniikoita ja miten valittu muotti vaikuttaa urakoiden hintaan niiden valmistuttua.

Tässä työssä esitellään eri toteutettuja muottitekniikoita yrityksemme kohteissa ja näiden urakoiden kustannuksista. Opinnäytetyön aluksi esitellään erilaisia paikallavalumuottirakenteita. Lisäksi käydään läpi, miten erilaisia muottitekniikoita käytettäessä huomioidaan työvaiheiden järjestys, materiaalien määrät ja kustannukset. Lisäksi työssä paneudutaan työsuunnitteluun ja laadun valvontaan, jotta saadaan mahdollisia säästöjä eri urakoista. Yrityksemme on tehnyt aikaisemmin suuria betonityökohteita, joissa vastaan tulee erilaisia betoniseiniä. Näiden kustannuslaskentaan vaikuttaa moni erillinen osa-alue ja osa kohde. Opinnäytetyöllä yritetään saada selkeämpää linjaa sekä helpottaa tulevaisuudessa määrälaskentaa tarjousten yhteydessä.

2 Jerodos Oy

Jerodos Oy perustettiin Helsingissä tammikuussa vuonna 1994. Perustajana toimi silloinen yhtiönomistaja ja toimitusjohtaja Taisto Häyrinen. Yritys toimi ensimmäisinä vuosina rakennusalan perustyötehtävissä Uudellamaalla kahdella työntekijällä, jotka sisälsivät muottilaudoitusta sekä muita runkovaiheeseen kuuluvia oheistöitä. 2000-luvun alkupuolella yritys alkoi erikoistumaan paikallavalurakentamisessa perustuksiin, paikallavaluseiniin ja paikallavaluportaisiin. Lisäksi yritys alkoi laajentumaan ja palkkasi lisää ammattiosaajia. Näinä aikoina yritys laajensi liiketoimintaansa Uudeltamaalta Kanta-Hämeeseen asti. Lahdessa aloitettiin tekemään urakkatyömaita sekä pääurakoitsijan toimesta rakennusalan eri työtehtäviä aliurakoitsijana tuntitehtävissä.

Vuonna 2017 yrityksessä vaihtui sukupolvi ja yrityksen toimitusjohtajaksi nimitettiin Mika Häyrinen ja rahasto-osaston johtajaksi Toni Häyrinen. Toimisto siirrettiin pääkaupunki seudulta Orimattilaan, josta kaikki toiminta on alkujaan lähtenyt liikkeelle. Jerodos Oy toimii nykyään pääsääntöisesti alihankkija eri rakennusliikkeiden hankkeissa. Suurimpia toimijoita näistä ovat YIT Suomi, Skanska ja SRV. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 125 henkilöä, joista 17 henkilöä on työnjohdollisissa tai hallinnollisissa tehtävissä. Lisäksi yrityksessä työskentelee noin viidestä eri maasta tulevia työntekijöitä.

Yrityksen toiminta-alue on laajentunut Uudeltamaalta Hämeenlinnaan ja Lahteen päin viime vuosina, mikä takaa paremmat työmahdollisuudet. Lisäksi Jerodos Oy:llä on omana kalustonaan yksi hiab-auto ja neljä kurottajaa, joiden kokoluokat vaihtelevat 16 metristä aina 25 metriin asti. Näihin kurottajiin löytyvät täydelliset asennuskalustot suurmuottien asennukseen, sekä tavallisten materiaalien siirtoihin ja lastaukseen. Yrityksessä on yksi täysipäiväinen autokuski, joka ajaa yrityksen omistamaa kuorma-autoa. Yrityksellä on tällä hetkellä noin kymmenen henkilöä työntekijöistä ja työnjohtajista, jotka pystyvät ajamaan yrityksen hallinnoimia kurottajia tarpeen mukaan.

Yrityksen suurimpia kohteita ovat olleet 2000-luvulla Kampin kauppakeskus Helsingissä, Nesteen Sköldvik Porvoossa ja Gasum Oy:n mittausasema Imatralla. Näiden lisäksi

viime vuosien suurimpia kohteita, jossa Jerodos Oy on ollut mukana, ovat Helsingin Olympiastadion ja kauppakeskukset Redi sekä Tripla.

3 Paikalla valettavien betoniseinien muottitekniikat

Tässä luvussa kerrotaan yrityksemme käytössä olevista muottitekniikoista. Yrityksemme käyttävät muottien tekemiseen puutavarasta tehtäviä kappaletavaramuotteja sekä valmismuotteja, joita vuokraamme Doka Finland Oy:ltä sekä Peri Suomelta. Doka Finland on yrityksen pitkäaikainen yhteistyökumppani monessa eri kohteessamme.

3.1 Kappaletavaramuotti

Kappale tavara muottien teko vaatii enemmän työtä kuin suurmuottityö. Kappaletavaran ominaisuuksia ovat muun muassa monimuotoisuuden helpompi työstettävyys, erikoismuodot sekä pienien muottien kustannustehokkuus. Kappaletavara muotin käyttö muotteina on kalliimpaa kuin suurmuottien tekeminen suuremmissa seinissä. Keveyden ja kestävyuden kannalta kappaletavarasta tehty muotti säästää aikaa sekä rahaa ahtaissa ja monimutkaisissa paikoissa.

Vertailukohteessa seinän paikallavalumuotti toteutettiin kappaletavarasta sen haastavuuden takia. Seinämuotin yläpinta liittyi kohteessa kallion ulkopintaan, jossa olivat kalliotartunnat kiinnitettyinä katosta. Kappaletavaran muottisuunnittelu on monesti vaikeampaa, koska se tehdään monesti suoraan kohteessa paikan päällä pitkistä puutavarasta.

Muottitavaran laskenta tehdään laskemalla osa-alueen leveys, joka jaetaan 300-600 mm riippuen pinnasta käytettävästä levystä. Näin saadaan tietoon tulevan pystykoolauksen kappalemäärä. Kappalemäärä kerrotaan aina korkeudella, josta saadaan tarvittava määrä suoraa puutavaraa. Vaakakoolaus lasketaan korkeus jaettuna 600 mm. Vaakakoolauksen lukumäärä kerrotaan muotin pituudella. Kappaletavarasta tehtävässä muotissa huomioidaan muottilukkoja varten tarvittavat tupla puut, joka lisää vaakakoolauksen lukumäärän tuplaan. Muottilukkojen pysyvyys varmistetaan tuplapuilla, joiden välistä laitetaan muottitanko, johon kiinnitetään muottilukko (Betoniteollisuus Ry).

Tarvittavan pintalevyn määrä saadaan laskettua neliöistä pituus kertaa korkeus. Jokaisessa muotissa on kaksipuolta, joten määrät kerrotaan kahdella jokaisessa muotissa. Malliseinässä pituudet olivat 21 metriä leveys ja 3 metriä keskitettykorkeus. Puutavaraa tarvittiin yhteensä 420 metriä pystykoolausta, 420 metriä ja vaneriä kohteeseen meni 126 m². Nämä määrät ovat realistisia menekkejä. Kuvassa 9 työkoko on kokonaisuudessa kuvattu valmiina.

Ongelmana kappaletavarassa on hukkamäärät. Kohteessa esimerkiksi tehdään 3 metriä korkea pystykoolausta. Yhdessä rautakaupassa myytävässä normaalissa puunipussa on puiden pituudet 4,3 metriä. Yhdestä puusta pystytään näin ollen tehdä yksi pystytuki. Hukkapituudet vaihtelevat jokaisesta pystystä puusta yhdestä kahteen metriin asti. Näitä syntyneitä hukkapituuksia pystytään yleensä hyödyntämään yrityksiä toisilla työmailla esimerkiksi anturoiden muotituksen yhteydessä.



Kuva 1. Kappaletavaran työmuotti Kaitaan metroasemalla.

Kohteessa tehtävässä seinässä menekki puutavarassa on siis 4,3 metriä, koska hukka-
materiaalia ei pystytä hyödyntämään. Yhteensä menekki työkohteessa on pystykoolauk-
seen 602 metriä lankkua, vaakakoolaukseen 420 metriä suoraa lankkua ja muottivaneria
216 neliömetriä.

Kappaletavaramuotin käytön ympäristövaikutukset ovat huomattavasti huonommat kuin
muottijärjestelmien vaikutukset. ”Kappaletavarasta tehtyjen muottien puutavara, muotti-
vaneri sekä metalliosat käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen.

Kappalesahatavarasta tehdyt muotit ovat epäekologisia, koska niitä käytetään yleensä vain kerran” (Rakennustiesäätiö RTS 2010, s.146). Käytettävästä puutavarasta kierrätykseen kelpaamattomat jätteet käsitellään ja kuljetetaan valmistajien sekä viranomaisilta saatujen ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Puhtaat ja pintakäsittelemättömät puut voidaan kuljettaa kierrätysasemille, joista ne viedään poltettavaksi lämmön tai sähkön tuottamiseen. (Rakennustiesäätiö RTS 2010, s.146).

3.2 Järjestelmämuotit

Suurmuottien toimittajana toimii useissa kohteissamme Doka Finland. Lisäksi käytämme muutamia Peri Suomen valismuotteja osassa kohteita. Järjestelmämuottien käyttö yrityksemme kohteissa takaa helpon ja nopean asennuksen yksinkertaisten seinien ja väestönsuojien rakentamisessa. Järjestelmämuoteista Doka Frami Xlife, Framax Xlife ja Peri DUO monikäyttömuottijärjestelmiä saadaan siirrettyä ja koottua käsi näiden keveyden ansiosta. Järjestelmämuotit ovat tehty kestämään suurta painetta ja nopeuttamaan asennusta. Järjestelmämuotteja, joita yrityksemme käyttää Dokalta:

- Doka-järjestelmämuotti Frami

Frami-muottijärjestelmällä muottien asennus käy helposti myös ilman nosturia. Ominaisuuksina järjestelmässä on hyvä kuormitus ja pitkä käyttöikä. Frami on taloudellinen kaikkiin muotituksiin seinissä. Frami-järjestelmä voidaan kuormittaa jopa 2700 millimetriin tai 67,5 kN/m² asti. Korotetuilla muoteilla valupaine ei saa ylittää 40 kN/m². Järjestelmä säästää aikaa ja kustannuksia helpolla kiinnityksellä. Muotit kiinnitetään kiristimillä mistä tahansa kohdasta toisiinsa kiinni. Ankkuri pulttauksia tarvitaan vain kaksi kappaletta 2,7 metriä korkeisiin muotteihin. Järjestelmällä pystytään tekemään juostavasti nurkat, seinäliitokset ja seinienpäädyt. Kaikkiin liitoksiin löytyy asianmukaiset muotit ja taloudelliset ratkaisut. Betonoinnissa pystytään hyödyntämään järjestelmän omia betonityötasoja. Työtasoilla saadaan työskentely työturvalliseksi (Doka Finland Oy 01/2008, 6-9).

- Järjestelmämuotti Framax Xlife

- Järjestelmämuotti Framax Xlife plus



Kuva 2. Framax Xlife -suurmuotti ja suurmuottitarvikkeet, Keravan monitoimitalo.

Framax Xlife plus -ominaisuuksia on nopea työnkulku sekä yksipuolinen ja kartiomainen ankkurijärjestelmä. Mahdollisesti kolmannes asentamiseen ja purkamiseen käytettävästä ajasta säästetään. Työvaiheiden vähentyminen säästää aikaa. Putkien ja kartioiden asentamista ei tarvitse tehdä. Erinomainen kustannustehokkuus vanhoilla ja uusilla tuoteominaisuuksilla. 1,35 metrin ankkurointivälit mahdollistavat jopa 12 prosentin kustannussäästöt muottien ankkuroinnissa ja jälkitöissä. Xlife plussan käsittely on tehty

helpoksi ja työjärjestys saadaan suunniteltua johdonmukaisella tavalla. Nelikulmainen suurmuotti mahdollistaa korotuksia vaaka- ja pystytasossa vakio kokoisilla muoteilla. Näkyvät pinnat saadaan harmoniseksi säännöllisellä ankkuri- ja saumauskuviolla. Muottisaumat kulkevat järjestelmällisesti aina pysty- ja vaakasuunnissa. Symmetrinen ankkurikuvio keskitetyllä ankkurikohtalla. Aikaan saadaan tyylikkäänt ankkurointikohtat tasaisesti kartiomaisilla jäljillä (Doka Finland Oy 01/2017, s.9-11).

Lisäksi joissakin kohteissa käytämme myös Perin järjestelmämuotteja:

- MAXIMO-järjestelmämuotti

Maximo-järjestelmämuotti on uudenaikainen muottijärjestelmä, jossa hyödynnetään nopeaa ja yksinkertaista asennusta. Maximo-järjestelmämuotissa käytetään kartiomaisia MX-sidepultteja, jotka asennetaan yhdeltä puolelta ilman väliputkia. Uudessa järjestelmässä sidepultit ovat järjestelmällisesti sijoitutte harvemmalle alueelle ilman, että maksimi valupaine laskee vanhemman mallin alapuolelle. Betonipinnasta saadaan siisti sauma ja tyylikäspinta sidepulttijaon ansiosta. Muottijärjestelmä saadaan myös lämmitettyä PERI MXH-järjestelmällä, joka takaa hyvän laadun myös talvibetonoinnissa. Järjestelmämuotit ovat yhteen sopivia Peri Trio-järjestelmän kanssa, jossa voidaan hyödyntää MX- ja DW-sidontapultteja. Järjestelmämuottien suurin sallittu valupaine on 80 kN/m². Se takaa varman ja nopean betonoinnin. Maximo-järjestelmässä muotit saadaan asennettu pysty- ja poikkisuunnassa yhteen sopivien kasettien avulla. Muottikoot vaihtelevat pituussuunnassa 600 mm aina 3300 mm asti ja leveysuunnassa 300 mm aina 2400 mm asti.



Kuva 3. Peri MAXIMO -muottijärjestelmä (Peri GmbH Formwork Scaffolding Engineerin 01/2014)

- Duo-monikäyttömuotti

Peri Duo -monikäyttömuotti on valmistettu komposiittimateriaalista, joka takaa tuotteelle kevyen ja kestävä rakenteen. Vastatakseen tuotteen vaatimuksia ja turvallisuksia on Peri lisännyt tuotetta optimoidakseen lisäaineita tarpeen mukaan. Duo-monikäyttömuotti on uusi innovatiivinen muottijärjestelmä, joka sopii erilaisiin rakennuksiin perustuksista aina holveihin asti. Järjestelmä on sataprosenttisesti kierrätettävää materiaalia ja valmistuksessa kaikki raaka-aineet hyödynnetään tuotteeseen. Järjestelmän etuja ovat kevyt paino, joka nopeuttaa työskentelyä ilman nostokalustoa. Materiaali on kosteutta kestävä, joten näin ollen menetä muotoaan työskentelyn aikana eikä betonoidessa. Se on juostava ja monipuolinen, joten sillä voidaan toteuttaa seiniä, pilareita ja holveja.

Duo-monimuottijärjestelmän kokoluokat vaihtelevat leveydeltään 150 millimetrin jaolla alkaen 150 millimetristä aina 900 millimetriin asti. Korkeutta Duo-muotilla on kahta eri

kokoa 600 millimetriä ja 1350 millimetriä. Kiinnitysmuoteissa on yksinkertainen liitinsysteemi, joka asentaa muotin aina oikeaan kohtaan. Liitin on kahvanmuotoinen, joka takaa nopean kiinnityksen ja pienen kiinnitystilan. Liittimillä voidaan yhdistää muotit aina yhteen sivuttais- ja pystysuunnassa. Duo-järjestelmää voidaan myös kasata pystyyn ja siirrellä nostokalustolla. Duo-nostolenkin maksimi kapasiteetti on 200 kg, joten voidaan hyödyntää kustannustehokkaammin pienempiä nostureita tai hiab-autoja. Duo-monimuottijärjestelmälle annetut raja-arvot ovat 5400 millimetrin korkeus ja maksimivalupaineeksi 50 kN/m². Näillä taataan tuotteen toimivuus normaaleissa paikallavalu seinissä. Holvin teossa järjestelmää voidaan käyttää aina 300 millimetrin paksuisiin holveihin saakka. Pilareiden valupaine 550mm x 550mm duo-järjestelmällä on 80 kN/m² mikä pitää järjestelmän kilpailukykyisenä (Peri GmbH Scaffolding Engineering 01/18, s.3-42).



Kuva 4. Peri Duo-monimuottijärjestelmän havainnollistamiskuva (Peri GmbH Scaffolding Engineering 1/18).

4 Työsuunnittelu

Työsuunnitteluluvun avulla muodostetaan, mitä työsuunnittelu tarkoittaa rakennusurakassa. Työsuunnitteluun sisältyvien eri vaiheiden käsitykset ja näiden vaiheisiin vaadittavien suunnitelmien laatiminen urakan edetessä.

4.1 Työsuunnittelun sisältö

Töiden aloituksessa huomioidaan, että kaikista tulevista töistä ovat tarvittavat asiakirjat täydennetty ja suunnitelmat laadittu. Töiden vaatimia asiakirjoja ovat (Talonstrakennustollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, s.2):

- Työmaanpäiväkirja
- Työseloste
- Aloituspalaverin muistio
- Rakennepiirustukset
- Valmistajakohtaiset ohjeet
- Valmistajan hyväksymät tuotetodistukset.

Työmaanpäiväkirjan pitäminen jokaisessa kohteessa on pääurakoitsijan vastaavan mestarin pakollinen päivittäinen työtehtävä. Työmaanpäiväkirjaa laadittaessa käydään päiväkohtaisesti läpi työntekijöiden määrä työmaalla, aloitetut uudet työt, käynnissä olevat työt ja valmistuneet työt. Lisäksi kaikki työmaata koskevat tapaturmat ja muut tapahtumat kirjataan ylös työmaanpäiväkirjaan. Työmaanpäiväkirjaan pitää merkitä urakoitsijoiden, viranomaisten, tavarantoimittajien ja asiantuntijoiden huomautukset työmaalla tapahtuvasta toiminnasta. Työmaanpäiväkirjan pitäjä on vastuullinen huolehtimaan kuittauksellaan asian huomauttamisesta vastuullisille osapuolille. Työmaanpäiväkirja esitetään kohteen valvojalle hänen sitä pyytäessä. Valvoja kuittaa aina päiväkirjan vastaanottaneeksi. Pääurakoitsija voi velvoittaa myös muut rakennushankkeen osapuolet ylläpitämään päiväkirjaa YSE 1998 ehtojen mukaisella tavalla (Rakennustieto 2019).

Työselostus kohdennetaan rakennettavaan rakennusosaan. Tällä työselostuksella saadaan kohdennettua rakennusosan tuleva laatuluokka. Ilman työselostusta laatuluokka on esimerkiksi betoniseinissä huonoin mahdollinen luokka. Työselostuksia voidaan tehdä myös rakennusosan eri kohdistukseen, jossa vaaditaan tarkempia laatukriteerejä ja toleransseja. Tällaisia voivat olla puhtasvalupintaiset palkit, jotka jäävät näkyville ilman pinnoitetta. Työselostuksen laatuluokat tulevat RYL laatuvaatimusten mukaisella tavalla. Toleranssit ja pintakriteerit kerrotaan yksityiskohtaisesti jokaiselle rakennusosalle.

Työselostuksessa ilmoitetaan kohteen yleistiedot ja työnlaajuuden määrittämiseksi kuvaamalla työjärjestys, työtavat, menetelmät ja luettelo noudatettavista määräyksistä ja asiakirjoista (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS).

Rakennushankkeen pakollisia laadittavia asiakirjoja työhön kohdistuvista suunnitelmista ja riskeistä ovat (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, s.2).

- Laatusuunnitelma
- Aluesuunnitelma
- Yleisaikataulu, hankinta-aikataulu ja työvaihe aikataulu
- Tehtäväsuunnitelma
- Putoamissuojaussuunnitelma
- Muottisuunnitelma
- Nostosuunnitelma
- Teline työsuunnitelma
- Betonointisuunnitelma

Työvaihesuunnitelmassa mainitaan kaikki työvaiheet ja niihin tarvittavat laitteet. Työsuunnitelmasta kannattaa tehdä mahdollisimman laaja ja tarkka. Työmiehet lukevat työsuunnitelman läpi ja toimivat sen mukaisesti. Jos työsuunnitelma on laadittu hyvin, se auttaa työn organisoinnissa ja toteutuksessa. Työsuunnitelmassa käy ilmi kohde, työvaiheet, riskit, ennalta ehkäisevät toimenpiteet, käytettävät työkonet ja laitteet sekä suojaimet. Työvaihesuunnitelmaa tehtäessä huomioidaan mahdolliset työkonet ja laitteet mitä töiden toteutukseen tarvitaan. Nostokaluston tarve huomioidaan, jos kyseessä on vaativa nostopaikka. niin voidaan tehdä nostosuunnitelma ennen aloitettavaa työtä pois. Työvaihesuunnitelmassa käydään myös läpi tavaroiden varastointi, joka helpottaa suurmuottien kasausta ja kuljetusta. Työkohteet ovat monesti pieniä ja tilaa on vähän tarjolla. Näin saadaan tilantarve hyödynnettyä maksimaalisesti.

Tehtäväsuunnitelma laaditaan työkohtaisesti. Siinä esitellään työvaihe aikataulu, laatuvaatimukset, työturvallisuus toimenpiteet, mahdolliset ongelmat ja riskit, joita työssä voi ilmaantua. Lisäksi tehdään kooste käytettävistä materiaaleista ja työkonista. Suunnitelmassa ilmoitetaan myös käytettävän työryhmän koko. Tehtäväsuunnitelma toteutetaan töiden aloituksesta ja töiden lopetukseen.

Putoamissuojaussuunnitelmassa esitellään kirjallisesti sitä, millä tavoin ehkäistään mahdollinen tavaroiden tai henkilöiden putoaminen. Suunnitelmassa huomioidaan rakennettavan kohteen erityispiirteet ja rakennusvaiheessa käytettävät suojaimet, menetelmät ja periaatteet. Työkohteessa sovelletaan menetelmiä eri tehtävissä putoamisohjeen mukaisesti. Suunnitelmaa täydennetään tarvittaessa työkohteen mukaisella tavalla (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, s.2).

Muottisuunnitelmassa huolehditaan siitä, että tarvittavat määräykset ja niille asetetut ohjeet täyttyvät. Muottisuunnittelija suunnittelee muottityön yhdessä työmaan esimiehen kanssa yhteistyössä. Suunnittelussa käytetään käytettävissä olevia rakennepiirustuksia. Muottisuunnitelman tarvitsee täyttää tarvittavat määräykset työturvallisuudesta.

Nostotyösuunnitelmaa laadittaessa noudatetaan siihen annettuja säädöksiä ja ohjeita. Nostotyösuunnitelmasta laaditaan kirjallinen asiakirja, jossa mainitaan kaikki alla olevat kohdat ja kuitataan allekirjoituksilla. Nostotyösuunnitelmasta tulee käydä ilmi tarvittavat tiedot:

- Vastuuhenkilöt
- Nostettavan materiaalin paino, nostokohdat ja painopiste
- Nostokalusto, nostoapuvälineet ja nostomenetelmät
- Mahdolliset maan vahvistukset
- Henkilöstön opastukset ja ohjeet
- Turvallisuuteen liittyvät ohjeet ja suojaetäisyydet nostaessa.

Nostotyösuunnitelma laaditaan tarvittaessa nostoyrityksen esimiesten kanssa. Kohteessa otettava huomioon ahtaat tilat ja pitkänosto etäisyys (Marko Heikkiniemi s. 11-14).

Telityösuunnitelmassa noudatetaan määräyksiä. Telineet on rakennettava ja suunniteltava niin, että riittävä lujuus ja jäykkyys toteutuvat. Sekä seisotavakavuus varmistuu pysytys- ja purkuvaiheissa. Lisäksi teline ei saa menettää seisotavakavuutta telineiden käytön aikana. Telineet toteutetaan erillisten suunnitelmien perusteella. Suunnitelmat ovat laatineet telineiden asiantuntijat. Asiantuntijat laativat suunnitelmat telineiden ja kuluteiden lujuuslaskemilla ja tekevät telineelle piirustukset. Piirustuksia noudatetaan telineiden kokoamisvaiheessa, milloin voidaan todeta telineen täyttävän määräykset (Reijo S Lehtinen ja Rakennusteollisuus Oy, s. 131-133).

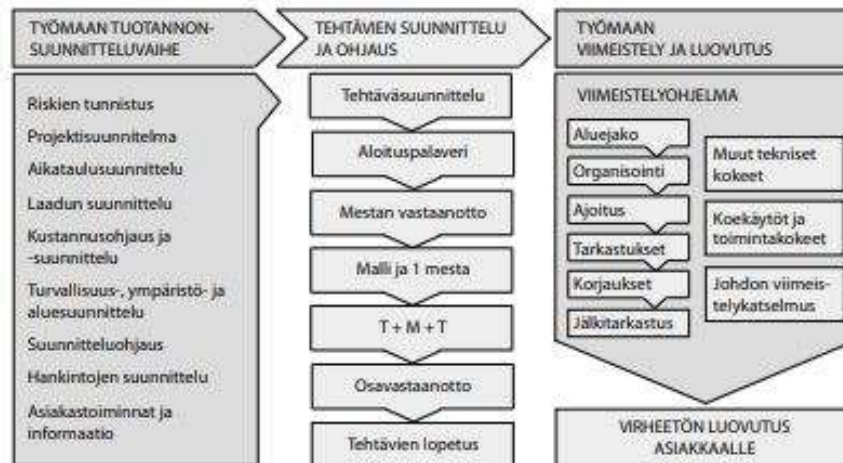
4.2 Työsuunnittelu

Ennen töiden aloitusta on pidettävä aloituspalaveri, jossa käydään läpi kaikki työhön liittyvät materiaalit. Näitä ovat materiaalia koskevat työsuunnitelmat, varastointi paikat, sääsuojaus, vastuuhenkilöt työmaalla. Lisäksi selvitetään yrityksen laadunvarmistus ja työturvallisuus. Aikataulusta laaditaan katselmus töiden yhteensopivuuteen. Aloituspalaverista tehtävään muistioon kirjataan kaikki palaverissa käsitellyt asiat ja mukana olleet henkilöt. Muistio liitetään urakkasopimuksen lisäksi myös työmaa-asiakirjoihin. Tarjous-

ja sopimusvaihe pitää sisällään laadunvarmistukseen oleellisia asioita esimerkiksi tarjouspyynnön ja liiteasiakirjojen laatimisen.

Rakentamisen aloituksen valmisteluvaiheessa syvennyttään riskien kartoittamiseen ja laadunvarmistuksen suunnitteluun sekä sen tarkentamiseen. Aloituskokouksen tarkastusasiakirjan ja työvaihe aikataulun laatiminen määrittää myös laatuun vaikuttavia tekijöitä, jotka otettava huomioon rakentamisen aloittamisessa. Liian tiukaksi tehty aikataulu voi vaikuttaa laadun heikkenemiseen sekä kustannusten nousuun.

”Tuotannosuunnittelun käynnistyessä suunnitelmat käydään läpi rakennettavuuden näkökulmasta ja suunnitelmia tarkennetaan. Työmaaolosuhteita ja työmaatoimintaa ohjataan sellaiseksi, ettei häiriöitä ja poikkeamia synny. Mahdolliset ongelmat eliminoidaan poistamalla niiden syyt. Ongelmiin varaudutaan etsimällä vaihtoehtoisia toimintatapoja. Työmaan organisaatio, vastuut työnaikaisesta ohjauksesta ja laadunvarmistuksesta suunnitellaan siten, että mahdolliset poikkeamat havaitaan ajoissa ja niihin puututaan.” (Talorakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016, s.13.)



Kuva 5. Tuotannosuunnittelu rakentamisen erivaiheissa. (Talorakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016. s.13)

Tilaaaja pitää yrityksen kanssa vastaanotto tarkastuksen, jossa käy ilmi voidaanko kohde luovuttaa yritykselle ja pystytäänkö työt aloittamaan.

Yrityksemme tekee jatkuvaa laadunvalvontaa työpäivien aikana kohteissa. Laadun poikkeamat ja laadunvarmistukseen tehtävät toimenpiteet kirjataan ylös työmaapäiväkirjaan. Laatuun vaikuttavat laadunvalvontakokeet toteutetaan näiden asiakirjojen vaativilla ominaisuuksilla ja ohjeilla. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, s.21)

”Työn aikana tehtävässä laadunvarmistuksessa. Työnjohto tarkistaa muottien kuntoja ja raudoituksia. Lisäksi ennen tuplausta tarkistetaan muotinpuhtaus. Työnjohto tarkistaa varaukset kuvan kanssa, että kaikki tarpeelliset asiat ovat paikallaan. Muotin suoruus tarkistetaan ennen betonointia ja betonoinnin jälkeen. Laadunvalvonta auttaa laatukriteerien täyttymisessä ja toleransseissa pysymistä” (Mika Häyrinen, Jerodos Oy, toimitusjohtajan keskustelu).

Työn aikana tarkistetaan öljytty muottipinta ja pohjan puhtaus. Lämmityslankojen asennuksen paikallaan pysyminen tarkistetaan ennen muotin tuplausta. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, s.21).

Pääurakoitsija ja työnjohto yhdessä tarkastavat ja määrittelevät milloin muotit saadaan purkaa pois. Yleensä betoni saavuttaa 60% nimellislujuuden noin kahdessa vuorokaudessa. Muotit saadaan purkaa pois, kun betoni on saavuttanut vähintään 60% nimellislujuuden. Muotteja ei saa purkaa pois ennen kuin vastaava työnjohtaja ja betonityönjohtaja antavat luvan purkaa (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012).

Työn luovutuksesta tehdään pääurakoitsijalle itselleen luovutusasiakirja. Asiakirja pitää sisällään luovutusvalmiuden esitarkastuksen, virhe-, puute- ja vahinkotarkastukset, vastuun jaon, virheiden, puutteiden ja vahinkojen korjauksen, jälkitarkastukset, luovutusvalmiuden toteamisen ja loppusiivouksen (Toni Valtonen. s.17).

4.3 Laadunvalvonta

Työkohteen aikaista työsuunnittelua tehdessä otetaan huomioon tarvittavat suunnitelmat, joita työssä tarvitaan. Paikallavalu betonitöissä tehtäviä työsuunnitelmia ovat mm. työvaiheen toteutus-, betonityö-, betonointi- ja työturvallisuussuunnitelma.

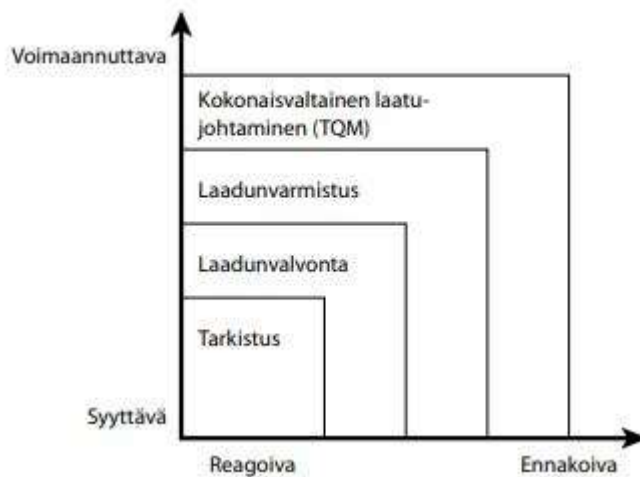
Kohdetta suunniteltaessa on otettava huomioon tarvittavat työkohtaiset työsuunnitelmat. Lisätietoa työsuunnitelmista ja toteutussuunnitelmista saadaan rakennusalan oppaista ja ohjekirjoista. Näitä ovat muun muassa BET-oppikirjat. Suunnitelmia tehdessä on hyvä katsoa virallisia määräyksiä RunkoRyl:stä sekä käyttää apuna oheista kirjaa. Kirjapainokset uusitaan aina uusimpien normien mukaan muutosten jälkeen. Apua suunnitteluasiakirjoihin löytyy myös Rakennustieto Oy:n RT kortisto ohjeista ja säädöksistä.

Muottityötä tehdessä on tärkeää tarkistaa ennen muottien tuplausta työkohteessa sijaitsevien varausten, raudoitusten ja putkitusten suunnitelmien täyttyminen. Talviolosuhteissa pakkasella tehdään huolellinen tarkistus jäätä ja lumesta ennen muottien tuplausta. Muottituplauksen jälkeen suojataan muotti, jonka avulla estetään lumen ja jään kertyminen muottien sisälle. Mahdollinen jään kertyminen muottiin tuplauksen jälkeen on höyrytettävä pois ennen betonointia (Talonstrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, s.9).

Suunnitelmien oikeudenmukaisuudet ja käyttökelpoisuudet varmistetaan työnaikaisella valvonnalla. Lisäksi työn aikaisella tarkastuksella saadaan virheet ja työpiirustusten käyttökelpoisuudet havaittua. Työnjohtajan suoritettavan laadunvalvonnan ja laadun vaatimukset määritellään asiakirjoissa esitetyillä toteutusluokilla (Suomen Betoniyhdistys ry 2016).

Yrityksen työnjohtajien ja johdon rooli on keskeinen laadun kehittämisessä ja varmistuksessa. Johdon on selvitettävä laadunparannuksen periaatteet koko yritykselle ja ohjattava laadunparannusprosessia. Huomatessaan puutteita johdon on annettava palautetta henkilöstölle. Laadun kehittäminen on pitkäjänteistä ja vaiheittain etenevä prosessi. Laatujohdaminen edellyttää sitä, että yrityksen johto pitkä aikaisesti harjaantuu aiheeseen, sisäistää sen sekä ymmärtää laadun merkityksen (Talonstrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016).

Rakentamisen laatu keskittyy nykypäivä nopeaan ja halpaan rakentamiseen. Rakentamisen laatua voidaan katsoa monesta näkökulmasta. Esimerkkinä on halpa ja nopea työn valmistuminen tai töiden tekeminen hitaammin ja tarkemmin. Tuotannon laatu rakentamisessa on suunnitelmallista aikataulullisesti sekä kustannustavoitteellista. Lisäksi työt tehdään turvallisesti ja laatutavoitteellisesti. Tavoitteena on rakennusaikaisessa laadun valvonnassa tehdä työt suunnitelmien ja rakennustapojen mukaisella tavalla. Lisäksi huomioidaan tilaajan tarpeet ja toivomukset sekä toimitaan hyvän rakennustavan vaatimusten mukaan (Talorakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016).



Kuva 6. Kokonaisvaltainen laatujohtaminen (Talorakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016, s.7)

Rakenteiden laadunvalvonta paikallavalu seinissä kohdistuu suurimmilta osin muotti- ja tukirakenteisiin, raudoituksiin, betonoinnin suunnitelmanmukaisuuteen, tiivistymiseen, jälkihoitoon ja lämpökäsittelyyn (Talorakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016).

Betonointia ennen tehdään kirjallinen betonointityösuunnitelma. Lisäksi betonoinnista tehdään erillinen betonointipöytäkirja kyseisen kohteen betonoinnista. Talvella betonoinnissa pitää ottaa huomioon talvibetonointia koskevat määräykset. Lämpötilan laskiessa alle $+5^{\circ}\text{C}$:n tulee kaikki betonointia koskevat seinät tehdä talvibetonointia koskevien

määräysten mukaisesti, joista tehdään erillinen talvibetonointisuunnitelma. Betonointi tulee tehdä aina työsuunnitelman mukaisella tavalla, joka on laadittu ennen betonointia. Tällä suunnitelmalla saadaan aikaan laadun ja veloitteet täyttävä paikallavalu betoni-seinä (Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016).

4.4 Työnaikainen riskikartoitus ja minimointi

Ennalta arvaamattomia riskejä paikallavaluseinissä on muutamia. Näistä yleisimpiä ovat ankkuroinnin pettäminen ja muottilukkojen huono kiinnitys. Nämä asiat aiheuttavat laatu- poikkeamia kohteissa ja laatukriteerien pettämistä. Näiden aiheuttamien vaurioiden korjaaminen on kallista ja aikaa vievää.

Työn teknisiä laatuvaatimuksia katsotaan mittatarkkuusvaatimuksilla. Paikallavalurakenteissa käytetään yleensä normaalia luokkaa. Erikoisluokkaa voidaan vaatia ulkonäöllisissä ja mittatarkkuutta vaativissa kohteissa. Alla lueteltuna taulukkoon toleranssiluokkiin normaaleja sallittuja poikkeamia paikallavaluseinän rakenteissa (Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016, s.118).

Taulukko 1. Paikallavalu seinien toleranssiluokat (Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016, s.118)

Toleranssiluokat	Kellarin- seinät	Normaa- liluokka	Erikois- luokka
Korkeus (H)	±15mm	±10mm	±8mm
Pituus (L)	±15mm	±10mm	±8mm
Sivusijainti (S)	±20mm	±15mm	±10mm
Paksuus (b)	±10mm	±8mm	±5mm
Sivusijainti yläseinästä	±15mm	±10mm	±5mm
Sivusijainti alaseinästä	±15mm	±10mm	±5mm
Aukot mitat (H ja L)	-5, +15mm	-5, +15mm	-5, +15mm

Arvaamattomiin riskeihin kuuluu muottien kiinnikkeiden pettäminen. Muottiankkuroinnissa huomioidaan muottikiinnikkeiden tankoihin kohdistuva maksimi momentti. Ankkuroinnin varmistamiseksi tarkistetaan kiinnitys ja käytettävän materiaalin kestävyys. Kiinnitykseen käytetään valmistajan tai tilaan hyväksymiä CE-merkittyjä materiaaleja. Tällaisia materiaaleja ovat muun muassa:

- Hilti Hit sarjan kemialliset ankkurointimassat
- Sika AnchorFix sarjan ankkurointimassat.

CE-merkintä on Euroopan Unionin rakennustuoteasetuksen perusteella pakollinen kaikissa EU:n jäsenmaissa. Jäsenmaissa myytävissä rakennustuotteista täytyy löytyä CE hyväksyntä, jos tuotteilla on harmonisoitu tuotestandardi ja standardin siirtymäaika on päättynyt (Rakennustietosäätiö RTS 2013). CE-merkityissä rakennustuotteissa tavoitteena on parantaa tuotteiden vertailukelpoisuutta. Kaikki kiinteäksi luokitelluista rakennusosa tuotteista on löydyttävä merkintä. Lisäksi tuotteista voi löytyä SFS-EN-standardi, joka tarkoittaa Suomen standardisoimisliiton vahvistamia tuotteita (Ympäristöministeriö 2013).

Kappaletavaramuoteissa CE-merkitä on pakollinen muottivälikkeiden käytön yhteydessä. Muottivälikkeet jäävät osaksi betonia ja voivat alkaa ruostumisellaan syövyttää raudoitusta. Raudoituksen ruostuttua alkaa betoni pinnan halkeilu ja rapautuminen. CE-hyväksytyjä muottivälikkeitä ovat esimerkiksi MALTHUS-muottivälike.

Lisäksi riskitekijöitä ovat muottien huono tuenta. Muotit pääsevät liikkumaan paikaltaan, joka voi aiheuttaa laatukriteereistä poikkeamisen. Muottien paikalta liikkumisen ehkäisemiseksi varmistetaan ennen betonointia muottikiinnikkeiden ja tukien kiinnitys.

5 Hankkeen kustannushallinta

Työmaakohtaisen kustannushallinnan avulla muodostetaan käsitys työkohteen vaiheista, sekä siitä miten urakan eri vaiheissa hinta arviot koostuvat. Luvussa perehdytään

myös siihen, mistä kustannushallinta urakassa rakentamisen aikana koostuu ja mitä eri vaiheet pitävät sisällään.

5.1 Kustannusarvion tekeminen

Uuden urakkatyömaan aloituksessa perehdytään tulevan työmaan osa-aluekustannuksiin. Työmaasta koostetaan vaiheittain osa-alue selvitys, josta selviää mitä kustannushallinta aiheita hankkeeseen kuuluu. Urakan kustannuslaskenta muodostaa vaiheittaisen ketjun kohteesta. Yrityksen kustannuslaskennan katsotaan alkaneeksi siitä hetkestä, kun urakoitsija on vastaanottanut tilaajalta tarjouspyynnön käsiteltäväkseen. Yrityksen laskennan tavoitteena on määrittellä tarjouspyyntöasiakirjojen perusteella hankkeelle aiheutuvat todennäköiset kustannukset. Alla on lueteltu aiheet, jotka tulevat esiin kustannuslaskennassa. (Hannu Mönkkönen, s.6-10):

- Tarjouspyyntö
- Kustannusarvio kohteesta
- Tarjouslaskenta
- Tavoitearvio
- Tarkkailulaskenta
- Jälkilaskenta.

Kustannusarviolaskennassa otetaan huomioon asiat, jotka tulevat määrittämään urakan laajuutta ja hintaa. Kustannusarviot koostuvat kuudesta eri alueesta (Hannu Mönkkönen, s.6-10):

- Kustannusarvion tarkastuksen huomioiminen ennen laskennan aloittamista
- Tarjouspyyntöasiakirjoihin perehtyminen ja tarkastaminen

- Urakan jaottelu ja työnimikkeiden teko määräluetteloa varten
- Rakenneosien määrien mittaus
- Työnimikkeiden hinnoittelu
- Laskentamuisti ja huomautukset.

Yrityksemme työnjohto laskee urakan määrät annettujen rakennepiirustusten tai määräluettelon avulla. Urakka koostuu monesta eri osa-alueesta kuten mm: muotitus, raudointu, betonointi ja kallioankkurointi. Näille osa-alueille annetaan yksikköhinnat, joista koostuu lopullinen tarjoushinta.

Kustannukset jakautuvat paikallavalubetoniseinissä neljään osa-alueeseen. Työntekijöiden ja työnjohdon kustannukset, jotka koostuvat palkkatuloista ja matkakorvauksista työehtosopimuksen mukaisella tavalla. Seuraavana on muottivuokrat ja muottikustannukset. Kustannuksiin kuuluvat mukaan käytettävät materiaalit esimerkiksi laudat ja vanerit. Kolmantena kustannus eränä tulee nostoapuvälineet. Nostoapuvälineisiin luetaan mukaan esimerkiksi yrityksemme omat hiab-auto ja kurottajat. Näistä koneista muodostuu yleiskustannuksia polttoainekuluista ja korjauksista. Lisäksi työmaille voidaan joutua ostamaan palvelu ulkopuoliselta nosturiurakoitsijalta. Viimeinen kustannuserä on materiaalikustannukset. Materiaalikustannuksiin luetaan kaikki materiaali esimerkiksi käsityökoneiden korjaukset, muottiöljyt ja kiinnitystarvikkeet.

Alla olevassa esimerkki taulukossa on koostettu arvio samankokoisista seinistä, jotka on tehty kappaletavaramuotilla ja järjestelmämuotilla. Taulukon viimeisellä rivillä on laskettu molempien muottien kustannus yhdelle neliömetrille.

Taulukko 2. Malliesimerkki kustannusten jakautumisesta yksinkertaisessa seinässä.

Kustannusryhmä	Kappaletavaramuotti 72,9m ²	Järjestelmämuotti 72,9m ²
Työntekijät	1365€	525€
Nostokalusto 105/h	105€	315€
Muottikustannukset	1974,94	10,25€
Materiaali (kiinnitystarvike)	330€	235€
Kokonaiskustannus/m ²	47,66€/m ²	13,70€/m ²

Laskelmaa ei voida soveltaa yli 500 m² kohteissa, koska materiaalikulut kappaletavaramuotissa nousevat huomattavasti korkeammiksi kuin järjestelmämuotin kustannukset. Kohteissa, joissa on paljon pintojen korkeusvaihteluita järjestelmämuotin aika kolminkertaistuu muotinpohjien tukilaudoituksen takia. Lisäksi järjestelmämuotin nostokalusto kulut eivät nouse niin huomattavasti suurilla seiniä tehdessä. Järjestelmämuotteja saadaan yhden työvuoron aikana tehtyä 150 muottineliötä kolmenhengen työryhmällä kuin taas samankokoisella työryhmällä levymuottiseinää saadaan tehtyä vain 46,5 muottineliötä (Talorakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS, s.59-60).

6 Kustannustutkimus

Kustannusvertailu kohdassa tarkastellaan kolmen eri urakka kohteen tiettyjen työvaiheiden kustannuksia. Kustannuksista on tehty laskelmakohtaiset kustannukset toteutuneista tuloista ja menoista. Tuloissa on laskettu mukaan kaikki yrityksen lähettämät laskut tilaajalle. Menoissa on huomioitu yritykselle tulleet laskut, jotka on kohdennettu työmaahan. Näin saadaan aikaan todelliset kustannukset tuloista ja menoista. Valitut kohteet ovat Länsimetron työmaalta Kaitaan metroasema, johon yrityksemme toteutti kappaletavarasta ja IT betonista paikallavalu seinän. Toisena kohteena on Helsingin kaupungin Kalasataman puistohanke, johon yrityksemme teki Dokan toimittamista suurmuoteista ja mustasta betonista paikallavaluseiniä. Kolmantena on Keravan kunnan monitoimitalo, johon yrityksemme tekee anturoita ja muita paikallavalukohteita. Näistä vertailuun on otettu kohteen väestönsuojan seinien muotitus ja betonointi.

6.1 Kaitaan metroaseman kappaletavaramuotit

Yrityksemme kohde sijaitsee Kaitaan asemalla Espoon uudessa länsimetrossa. Paikalla valettavat seinät sijaitsevat metrolaiturin läheisyydessä toisessa kerroksessa. Kohteessa tehdään kappaletavaramuotit puusta ja vanerista. Seinät rakentuvat valetun holvin päälle, josta ne päättyvät tunnelin kattoon. Kohteessa kattoon on asennettu ohut metalliverkko, joka on ruiskubetonoitu. Katon epätasaisuuden vuoksi urakka päädyttiin toteuttamaan kappaletavarasta. Seinän yläpäästä tunnelin katosta tuodaan 25 mm harjaterässeinään, joka ankkuroi paikallavaluseinän yläpään kiinni kaatumisen estämiseksi.



Kuva 7. Kaitaan metroaseman työseinän muotti ja rauditus.

Työmuottia toteutettiin suunnitelmalla, joka on normaali seinämuotin periaate. Työt aloitettiin ensin työmuotin rungolla, johon tehtiin kahden metrin välein vinotuet puusta. Tukiin kiinnitettiin vaakakoolaus, johon pystyttiin ampumaan kiinni pystykoolaus. Kallion vastaisen liitoksen takia pystykoolaus jouduttiin toteuttamaan paikan päällä mitattuna. Paikan päällä mitattuna tarkoittaa työssä asiaa. Puut joudutaan mitoittamaan ja sahaamaan kohteessa erikseen työnvieressä. Eikä pystytä katsomaan rakennepiirustuksesta suoria mittoja ja sahaamaan puutavarat valmiiksi muualla. Kalliopinnan vaihtelu teki yläpään tukemisesta vaikeaa. Yläpään tukeminen toteutettiin vinotuella kallion katosta. Kuvassa yhdeksän esitetään käytetty tuenta. Näin saatiin tuettua muotti kestämään IT-betonista tuleva valupaine. IT-betonin valupaine on huomattavasti suurempi kuin normaalista betonista syntyvä paine. Muotin pystykoolaus ollessa valmis aloitettiin laittamaan pintaan

muottivaneria, joka oli kooltaan 1200 mm kertaa 1200 mm. Muottivanerin laitto aloitettiin alhaalta ylöspäin periaatteella, jolloin saadaan mahdollisimman paljon hyödynnettyä kokonaisvanereita. Ylhäällä vaneri jouduttiin muotoilemaan kallion linjojen mukaisesti ja loput täyttämään polyuretaanilla.



Kuva 8. Kaitaan metroaseman kallion ja muotin liitos.

Muotin teon kokonaiskestoksi tuli noin viikko. Työtunteja meni yhteensä noin 800 työtuntia kolmelta muottikirvesmieheltä ja kahdelta apumieheltä. Arvioitu muotinkasaus kesto oli ollut kolme viikkoa kokonaisuudessaan neljältä muottikirvesmieheltä. Kohteessa oli vaativia liitoksia ja lisä painetta muotinkokoamiseen antaa IT-betonivalu. Arvioitu aika ylittyi telinetöiden haastavuuden vuoksi viikolla. Muotin toisella puolella telineet pitivät välillä poistaa kuljetusten edestä ahtaiden teiden takia.

ITB tarkoittaa itsetasautuvaa ja tiivistyvää betonia. Itsetiivistyvien betoneiden ominaisuuksia ovat notkeus, hyvä valuvuus ja leviävyys. Betonimassa tiivistyy oman painon avulla ilman täryttämistä. Tiivistäminen oman painon avulla saadaan betoniin lisäämällä massaan lisähienoainesta ja tehokkaita notkistimia. Rakentamisessa IT-betonia voidaan

käyttää pysty- ja vaakarakenteissa. IT-betonin hyviä ominaisuuksia ovat myös huokoistettuna säänkestävyys, siistimmät pinnat ja tasavärisyys (Rudus Oy).



Kuva 9. Kaitaan metroaseman valmis kappaletavaramuotti.

Lopputuloksena kokonaishinta arviota tehdessä muotintyökustannukset alitettiin ja yritykselle jäi voittoa työstä muutama prosentti. Työkustannukset saatiin minimoitua ammattimiehillä ja säästöä tehtiin yhden kirvesmiehen vähennyksellä. Lisäkustannuksia

koitui kahdesta apumiehestä. Työt olivat alkuperäisesti laskettu neljälle ammattikirvesmiehelle. Muottityö oli kohteessa vaativaa ja lisäksi kustannuksia lisää telityöstä, johon palkattiin ulkopuolinen telineurakoitsija.

Kaitaan metroaseman Linja 5 seinämuotti

Laskutus toteutuma	102 228,20 €		
Kustannus toteutuma			
	Määrä	Hinta	Kokonais hinta
Muottikustannukset	848,4 m2	14,44 € m2	12 250,90 €
Muottivälikkeet	1700 kpl	1,20 € kpl	2 040,00 €
Varaukset/kiinnikkeet	10 kpl	32,30 € kpl	323,00 €
Työkoneet	20 h	95 € h	1 900,00 €
Työntekijät työtunnit	800 h	32,30 € h	25 840,00 €
Kiinnitystarvikkeet	10	105,00 € kpl	1 050,00 €
Muut tarvikkeet	1	1 510,50 €	1 510,50 €
Muottilukot	1500 kpl	1,75 € kpl	2 625,00 €
Aliurakointi	1	34 200,00 €	34 200,00 €
Telinekulut	1	15 210,00 €	15 210,00 €
			96 949,40 €
Laskutus toteutuma	102 228,20 €		
Kustannus toteutuma	96 949,40 €		
Todellinen tulos	5 278,80 €		

Kuva 10. Kaitaan metroaseman kustannukset

6.2 Kalasataman puiston suurmuotti ja pintalauta verhoilu

Kalasataman puisto kohde sijaitsee Helsingin kalasatamassa kauppakeskus Redin läheisyydessä. Kohteessa rakennettiin sähkökeskuksen päälle betoninen paikallavalutasanne. Rakenne on pieni osa suurempaa hanketta.



Kuva 11. Kalasataman puisto. Suurmuotti ja lautapintaverhoilu.

Kalasataman puiston rakentaminen toteutettiin Dokan suurmuoteilla. Yhdelle näkyvälle sivulle tuli lisäksi lautapintaverhoilu, joka kiinnitettiin suurmuottien kylkeen kiinni listanauloilla. Listanaulojen käytöllä ehkäistiin tavallisten naulojen kannan näkyminen julkisivussa. Työkustannuksia kohteessa oli mm:

- Työmiehet ja työnjohto
- Suurmuotin ja laudan muottikustannukset
- Nostokalusto
- Kiinnitystarvikkeet ja yleistarvikkeet.



Kuva 12. Kalasataman puiston paikallavaluseinän muotti.

Kalasataman puiston hankeen urakka tehtiin kokonaishintaurakkana. Kokonaishintaurakka toteutetaan annettujen määrälaskelmien kustannusten perusteella ja

maksetaan maksuerissä sovittujen kohteiden osalta. Yksi maksuerä voi olla esimerkiksi ”töiden aloitus”. Viimeinen maksuerän kohde on yleensä ”Taloudellinen loppuselvitys pidetty”. Tällä maksuerä tavalla kohteen määrät eivät muutu ja työt pystytään tekemään alusta loppuun ilman viivästyksiä. Jos määrät kohteessa muuttuvat paljon näistä tehdään urakoitsijan toimesta lisäyötarjous pääurakoitsijalle, joka hyväksyy tarjouksen tilaajalta.

Nro	Selite	Määrä €, aiv U%
1	Kun työ on aloitettu 5%	34 279,74 €
2	Kun Talon perustukset on 25 % tehty	8 000,00 €
3	Kun Talon perustukset on 50 % tehty	8 000,00 €
4	Kun Talon perustukset on 75 % tehty	8 000,00 €
5	Kun Talon perustukset on pääosin tehty	8 000,00 €
6	Kun Talon kellarin krs seinistä on muottityöt aloitettu	8 000,00 €
7	Kun Talon kellarin krs seinistä on muottityöt 25 %	8 000,00 €
8	Kun Talon kellarin krs seinistä on muottityöt 50 %	8 000,00 €
9	Kun Talon kellarin krs seinistä on muottityöt 75 %	8 000,00 €
10	Kun Talon kellarin krs seinistä on muottityöt pääosin tehty	8 000,00 €
11	Kun Talon Vp ontelot tilattu	12 000,00 €
12	Kun Talon vp ontelot työmaalla	12 000,00 €
13	kun talon vp ontelot asennettu	12 000,00 €
14	kun talon vp ontelot saumattu	12 000,00 €
15	Kun Talon kellari krs lattia työt on aloitettu	8 500,00 €
16	Kun Talon kellari krs lattia työt on 25 %	9 500,00 €
17	Kun Talon kellari krs lattia työt on 50 %	9 500,00 €
18	Kun Talon kellari krs lattia työt on 75 %	9 500,00 €
19	Kun Talon kellari krs lattia työt on pääosin tehty	9 500,00 €
20	Kun Talon 1krs seinistä on muottityöt aloitettu	16 000,00 €
21	Kun Talon 1krs seinistä on tehtynä 25%	16 000,00 €
22	Kun Talon 1krs seinistä on tehtynä 50%	16 000,00 €
23	Kun Talon 1krs seinistä on tehtynä 75%	16 000,00 €
24	Kun Talon 1krs seinät on pääosin tehty	12 000,00 €

Kuva 13. Maksuerätaulukko malli.

Kalasadaman puiston kohde laskettiin yritykselle määräluettelolla, joka kilpailutettiin kohteen pääurakoitsijalla. Urakkahinta hyväksyttiin ilman muutoksia ja yrityksemme pääsi aloittamaan urakan. Kilpailutuksessa oli mukana muutama yritys, joista valittiin kohteeseen tuleva urakoitsija hinnan ja referenssien perusteella.

Määräluettelo

	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta	Hinta
Seinämuotti	465,64	m2	90	41 907,60 €
Anturamuotti	65,4	m2	52	3 400,80 €
Betoni	175	m3	35	6 125,00 €
Rauta	45000	kg	1,42	63 900,00 €
Sbkl 500*300 latkä	5	kpl	150	750,00 €
Portaan askelmat	72	jm	120	8 640,00 €
Portaan reunamuotti	40	jm	100	4 000,00 €
Portaan betoni	10	m3	80	800,00 €
Reunamuotit	25	jm	35	875,00 €
Liikuntasaumat	65	jm	50	3 250,00 €
Telineet	465	jm	50	23 250,00 €
Reuna viisteet	50	jm	15	750,00 €
				157 648,40 €

Lautamuotti

Kuva 14. Kalasataman puiston määräluettelo.

Urakasta laadittiin määräluettelo annettujen piirustusten perusteella. Määräluetteloon laskettiin mukaan kaikki kuviin liittyvät rakenteet ja varusteet. Määräluettelossa annettiin hinta jokaiselle osa-alueelle yksikkö hintana, joista koostuu laskettujen määrien mukaan kokonaishinta osa-alueelle. Kaikkien osakohteiden hinta lasketaan yhteen, josta koostuu urakan koko hinta-arvio ja annettu tarjous. Tarjouksessa ei oteta huomioon mahdollisesti muuttuvia tekijöitä kuten esimerkiksi ulkoverhoilu tai rakennemuutokset. Kokonaishintaurakassa muutos- ja lisätyöt laskutetaan erillisenä hintana töiden alkaessa. Nämä muutokset laskutetaan erillisenä mittapöytäkirjana pääurakoitsijalta. Kohteessa laskettiin hintoihin mukaan vaadittava nostokalusto suurmuoteille, joka nostaa seinämuottien neliö hintaa. Lisäksi työkohte oli yli 3,5 metriä korkea niin täytyy mukaan laskea erilliset telinyön kustannukset. Telityökustannukset lasketaan vuokratelineillä ja kahdella työntekijältä, jotka voidaan hankkia erilliseltä aliurakoitsijalta. Aliurakoitsija tekee telineet ammattimaisesti ja lakisääteisillä työturvallisuusvelvoitteilla. Näin telineistä saadaan turvalliset ja oikeanlaiset.

Urakkatarjous	Hinnat	Toteutuneet menot	
Seinämuotti	41 907,60 €	Henkilöstö	38 444,03 €
Anturamuotti	3 400,80 €	Materiaalit	17 051,00 €
Betoni	6 125,00 €	Muottivuokrat	9 813,69 €
Rauta	63 900,00 €	Nosto ja kalusto	8 831,00 €
Sbkl 500*300 lätkä	750,00 €	Telinevuokrat	3 457,10 €
Portaan askelmat	8 640,00 €	Yleiskulut	1 427,35 €
Portaan reunamuotti	4 000,00 €	Alihankinta	58 111,06 €
Portaan betoni	800,00 €		
Reunamuotit	875,00 €		
Liikuntasaumat	3 250,00 €		
Telineet	23 250,00 €		
Reuna viisteet	750,00 €		
Summat	157648,4		137 135,23 €
Toteutuneet tulot			
Koko urakka laskutus	145 350,00 €	Toteutuneet tulot	145 350,00 €
		Toteutuneet menot	137 135,23 €
		Erotus	8 214,77 €

Kuva 15. Kalasataman puiston toteutuneet kustannukset.

Urakan loputtua tehdään kohteesta loppulaskenta, jossa tarkistetaan kaikki maksetut aliorakoitsija kustannukset, muottikustannukset, nostokalusto kustannukset ja materiaali-kustannukset. Näistä saadaan lopullinen hinta toteutuneista menoista. Toteutuneet menot vähennetään toteutuneista tuloista, jotka olemme laskuttaneet pääurakoitsijalta. Näin koko urakasta saadaan lopullinen kirjanpito merkintä yrityksen sisällä. Koostetuista taulukoista saadaan laskettua urakka, joka tuotti taloudellista tappiota tai voittoa. Tämä urakka tuotti yritykselle taloudellista voittoa noin 5,65 prosenttia. Tuloksena on erittäin hyvä laskennallinen voitto yritykselle nykyisen kovan kilpailun takia Etelä- Suomessa.

6.3 Keravan monitoimitalon väestönsuojan suurmuotti

Keravan monitoimitalon kohde sijaitsee Keravan keskustan läheisyydessä. Töiden pääurakoitsijana toimii YIT Suomi Oy. Yrityksemme toteuttaa kohteessa paikallavalu anturat, tukimuurit ja väestönsuojat. Väestönsuojat toteutetaan kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa tehdään anturat, tukimuurit ja väestönsuoja. Toisessa osassa tehdään vain väestönsuoja, joka liittyy toisen väestönsuojan kylkeen irrotuskaistalla.



Kuva 16. Väestönsuojan suurmuotin pystytys.

Työt toteutetaan kolmella kirvesmiehellä ja Dokan Frami -suurmuoteilla. Urakka toteutettiin yksikköhintana. Yksikköhintaurakka tarkoittaa työtä, jossa urakasta maksetaan jokaista tehtyä määrää vasten tietty summa.

Väestönsuojassa töiden laajuus ja aikatauluttaminen ovat tärkeitä. Työmuuttia aloitettaessa on varauduttava kolmea työpäivää ennen nostokaluston tilaamiseen. Nostokalusto

on tärkeä osa suurmuottia tehdessä, koska yksi suurmuotti voi painaa sadasta kilosta kolmeensataan kiloon asti. Suurmuotteja asentaessa hiab-auto tai nosturi ovat pakollisia kustannuksia. Työmuottia tehdessä mittamiehen on hyvä olla valmiina merkitsemään varausten ja kalusteiden asennus kohdat työmuottiin. Kalusteiden asennus kohteessa alkoi heti kun työmuotti oli valmiiksi pystytetty kiireellisen aikataulun vuoksi.



Kuva 17. Väestönsuojan pakoluukku kalusteet.

Kalusteiden asentamiseen on hyvä varata muutama päivä. Kohteessa kalusteita tuli kaksi sarjaa eli kaksinkertainen määrä normaalia väestönsuojaa nähden. Tavallisesti väestönsuojassa on yksi ovi, kaksi pakoluukkua, viisi tai seitsemän läpivientiä vesiputkille, ilmastoinnille ja sähköjohdoille. Kalusteasennukset etenivät nopeasti kohteessa valmiiksi merkittyjen paikkojen ansiosta sekä nostokalusto oli valmiina työmaalla. Nostokalustoa tarvittiin väestönsuojan ovien asennuksessa ja paikalleen laitoissa.

Määräluettelo Keravan monitoimitalo

Nimike	Hinta	Yksikkö	Määrä	Huomautukset	Kokonaishinta
Vss-seinien muuttityö	55,00 €	m2	432 m2		23 760,00 €
Vss-holvin muuttityö	57,00 €	m2	320 m2		18 240,00 €
Vss-palkin muuttityö	55,00 €	m2	0 m2		- €
Vss-holvinpäälle nostojen teko	85,00 €	m2	25,6 m2		2 176,00 €
Vss-alapohjan holvityö liittolevyllä	38,00 €	m2	0 m2		- €
Vss-alapohjan holvityö muuttityönä	50,00 €	m2	160 m2	Purkulaskutustyönä	8 000,00 €
Vss-kalusteiden asennus	1 400,00 €	Ryhmä	2		2 800,00 €
Vss-sirpaleverkon asennus	15,00 €	m2	160 m2		2 400,00 €
Vss-betonointi	28,00 €	m3	165 m3		4 620,00 €
					61 996,00 €
Nostot ja siirrot					
Kurottaja	14 400,00 €	kpl		Sisältää kuskin ja työtunteja 160h/kk	
Hiab auto	19 200,00 €	kpl		Sisältää kuskin ja työtunteja 160h/kk	
Nosturiauto	24 000,00 €	kpl		Sisältää kuskin ja työtunteja 160h/kk	
Työnjohtaja	58,00 €	h			
Mittamies + takymetri	60,00 €	h			
Rakennusammattimies	48,00 €	h			
Rakennusapumies	38,00 €	h			
Raudoittaja	50,00 €	h			

Kuva 18. Keravan monitoimitalon määräluettelo.

Keravan monitoimitalolla toteutuneet määrät mitattiin tehtyjen töiden jälkeen ja koostettiin mittapöytäkirjaan. Mittapöytäkirja laskettiin kuvien mukaisesti ja tarkistettiin paikan päällä työmaalla. Toteutuneet määrät olivat samat kuin alkuperäisessä laskelmassa eikä määränvaihteluita ollut. Määrät eivät olleet muuttuneet työpiirustuksen ja laskentakuvien aikana. Monesti laskentakuvissa koostuu ongelmia projektin aikana tehtävällä laskennalla. Laskentakuvien määrät voivat kasvaa huomattavasti työpiirustuksiin nähden. Laskentakuvien on tarkoitus antaa noin suunnilleen määrät, joita pystytään hinnoittelemaan urakka tarjouksen aikana. Yksikköhinta voidaan kyseenalaistaa, jos laskenta piirustusten ja työpiirustuksen määrät ovat huomattavasti muuttuneet. Yksikköhintaa voidaan laskea tai nostaa tilanteen mukaan.

Tilaja: Yit Suomi		Urakoitsija: JERODOS OY					
Sopimus/tilaus nro:		Työkohde: Perustukset					
Projektin nimi: Keravan monitoimitalo		Työaika: syys-19					
Lähtö: MUOTTI- RAUDOITUS- JA BETONITYÖURAKKA		Mittausryhmä: (kurat+ paikan päällä)					
Lähtö: Kim Saarenkukka		Hyväksyjä:					
Päivätyöselitys ja nro:							
Kohta / Littera	pos	Nimike	Määrä	Yks	a-Hinta	yhteensä ALV 0%	huomautukset
		VSS-seinien muuttityö	432,00	m ²	55	23760,00	
		VSS-holvien muuttityö	160,00	m ²	57	9120,00	
		VSS-sirpaleverkon asennus	160,00	m ²	15	2400,00	
		VSS- kalusteiden asennus	2,00	ryhmä	1400	2800,00	
		VSS- alaspohja holvityö liittolevyillä	160,00	jm	38	6080,00	
		VSS- betonoimii	165,00	kg	28	4620,00	
		VSS- holvipäälle nostojenteko	25,60	m ²	85	2176,00	
YHTEENSÄ ALV 0%						50 956,00 €	

Kuva 19. Keravan monitoimitalon mittapöytäkirja. (Liite 2)

Monitoimitalon työmaalla pääurakoitsija kustansi nostokaluston, mikä teki säästöä urakakustannuksissa. Suurmuotin kasaamisessa pisin aika kului muottikaluston kokoamiseen. Asennusaika muotin pystyttämiseksi on hyvin pieni osa työkustannusten kokonaisuutta. Suurmuottien koosta riippuu asennukseen käytetty aika. Aika on noin alle minuutti yhdelle neliömetrille.

Toteutuneet hanke kustannukset

	Määrä	yksikkö	A-Hinta	yksikkö	Päivät	Summa
Muottikalusto	610	m ²	2,40 €	m ² /pvä	20	29 280,00 €
Työmiehet	32	h/pvä	27,00 €	h	17	14 688,00 €
Työkoneet	0	h	105,00 €	h	0	- €
Materiaalit	1 560,00 €					1 560,00 €
						Kustannukset yhteensä 45 528,00 €

Toteutunut urakka laskutus

Mittapöytäkirja 5 50 956,00 €

Toteutunut urakka laskutus	50 956,00 €
Toteutunut urakka kustannus	45 528,00 €
Laskennallinen voitto	5 428,00 €

Kuva 20. Keravan monitoimitalon toteutuneet kustannukset.

Keravan monitoimitalon toteutuneet kustannukset luokiteltiin loppuvaiheessa neljään eri osa-alueeseen: muottikustannukset, työmiesten kustannukset, materiaalikustannukset ja työkonekustannukset. Työmieskustannuksia kohteesta tuli enemmän kuin oli suunniteltu. Työmiehiä laskettiin alustavasti kolme henkilöä väestönsuojalla. Pääurakoitsijan halusi aikataulullisesti nopeuttaa väestönsuojan tekoa kiireen vuoksi. Väestönsuojaan laitettiin neljä työmiestä töihin, joka lisäsi kustannuksia yhden miehen verran. Toteutuneet kustannukset jäivät vielä voitolle 5428 euroa, joka säästettiin toteutuneissa työkonekuluissa. Työkoneiden kustannuksista olisi kertynyt väestönsuojan pystytyksen ajalle 10 080 euroa. Työkoneiden kustannuksien tullessa yrityksellemme urakka tulos olisi ollut saman verran tappiollista kuin tämän hetkinen voitto.

Kokonaista laskentaa urakasta ei saada laskettua vielä, koska kohde jatkuu opinnäyte työn tekemisen jälkeen vuodelle 2020. Yrityksemme urakan jälkeen työkohteessa tehdään taloudellinen loppuselvitys, josta selviää kaikkien osa alueiden yhteen laskettu urakka summa toteutuneista kuluista ja toteutuneista laskutuksista pääurakoitsijalle.

7 Tulokset ja yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kumpi rakennustapa olisi kustannustehokkaampi ja käytännönläheisempi yrityksen paikallavaluseinien rakentamisessa urakkakohteissa. Teoriaosiossa tiedon hankinnassa hyödynnettiin alan kirjallisuutta ja Rakennustiedon ohjekortteja ja säädöksiä. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös ympäristöministeriön lainsäädäntöihin rakennusalan osalta. Tietoa kerättiin eri toimijoiden verkkosivuilta työ- ja asennusohjeista.

Kirjoittaessani opinnäytetyötä kävin tutustumassa Doka Finland Oy:n toimintaan. Käynti Dokalla avasi vielä lisää ajatuksia suurmuottien toiminnallisuudesta ja näiden monipuolisesta kehityksestä vuosi vuodelta. Tuotekehityksellä saadaan suurmuottien ja holvi-muottien tekoa nopeammaksi sekä parannettua työtehokkuutta. Nykypäivänä muottitoimittajien kova kilpailu parantaa hintavertailua paikallavalu rakentamisessa, joka lisää pienyrittäjien kilpailukykyä paikallavalu rakentamisessa alenevien hintojen vuoksi.

Opinnäytetyöni aikana löysin kirjallisuudesta työhöni koskevia pakollisia säännöksiä, joita tulisi noudattaa rakennusaikaisessa työssä. Näistä tiedoista tulee olemaan paljon hyötyä tulevaisuudessa betonirakentamisen työnjohtamisessa. Lisäksi sain tietoa, mitä asioita pitää ottaa huomioon ennen urakan alkamista ja urakan aikaisessa työsuunnittelussa. Kaikki työsuunnittelusta löytämäni tieto parantaa omaa osaamistani työnjohdossa ja sen suunnittelussa.

Tutkimuksessa vertailtiin yrityksemme kolme eri työmaata, joissa tehtiin jokaisessa paikallavalubetoniseiniä. Näissä kohteissa hyödynnettiin kappaletavaramuotteja ja suurmuotteja. Kaikkien kohteiden työt sujuivat hyvin ilman suurempia haasteita. Vertailun tarkoituksena oli selvittää halvempi rakennus- ja kustannustehokkaampi toimintatapa.

Suurmuottien rakentamisessa huomioitiin käytetty aika ja työtehokkuus. Työtehokkuudet laskettiin aikataulukirjaa käyttäen ja tästä työtehokkuudesta ei jääty paljon jälkeä. Muutama työpäivä Keravan monitoimitalolla oli tuulinen. Tuuli vaikeuttaa suurmuottien paikalleen asennusta nosturilla. Tuuli vaikuttaa suurmuottiin voimakkaasti ja alkaa pyörittää muottia ympäri. Tätä varten muotteihin asennetaan turvanaru, jolla saadaan muotin pyörimys pysäytettyä ja pidettyä paikalla noston ajan. Toimintatapa on melkein sama kuin elementtiasennuksessa. Vertailussa kävi ilmi suurmuottien osalta halpuus ja nopea asennustehokkuus. Tuplaukseen käytetty aika oli alle puolet siitä mitä kappaletavara muoteista tehtyjen muottien tuplaus on. Kohteessa, jossa ei ole erikoismuotoisia kulmia ja kallion myötäisiä muotteja suositellaan käyttämään suurmuotteja. Kohteen rakennusaika lyhenee ja kustannustehokkuus kasvaa. Yksi suurimmista syistä edullisuuteen oli muottikaluston hinta ja nopea työtehokkuus. Suurmuottityöt toteutettiin vertailukohteissa nopeasti ja tehokkaasti. Työn riskeinä suurmuotissa on pitkä rauditus- ja varausten asennusaika. Muottivuokrat maksavat jokaiselta päivältä maanantaista lauantaihin. Järjestelmämuottien hintaan vaikuttaa myös huomattavasti urakan paikkakunta. Dokan ja Perin muottivuokraamoita ei ole Suomessa kaikilla suurilla paikkakunnilla. Näiden kuljetus kohteeseen maksaa suuria summia ja voi olla taloudellisempaa tehdä muotti esimerkiksi kappaletavarasta. Kappaletavaramuotin puut voidaan ostaa viereisestä rautakaupasta, jonka rahti maksaa alle 100 euroa. Samalle kohteelle voi järjestelmämuottien rahti maksu olla yli 1000 euroa. Tämä hintaero voi nostaa järjestelmämuotit kappaletavaramuottia kalliimmaksi vaihtoehdoksi.

Tutkimuksesta kävi ilmi, että kappaletavaramuotin hinnasta isoin kustannuserä oli muottitavaran hinta. Muottitavaran hinta on yli viisi euroa neliometri. Tähän lisäksi tulee kiinnitystarvikkeet ja sidontatarvikkeet. Yksi muotin tuplaukseen käytetty Malthus maksaa noin euron kappale. Näitä menee yhteen neliometriin neljä tai kuusi kappaletta riippuen seinän paksuudesta ja käytettävästä betonimassasta. Kustannuksia lisää myös työkooneet, jotka hajoavat helpommin kosteassa ilmassa. Työkustannukset eivät nousseet niin suuriksi kuin aluksi oli ajateltu. Tämä johtui erityisesti siitä, että työmiesten ammattitaito oli hyvä kappaletavaramuottia tehdessä. Kappaletavaran uudelleen käyttömahdollisuudet riippuvat purkumiesten ammattitaidosta. Purkumiehet purkavat muotin siististi ilman muottien rikkomista, jolloin voidaan nämä muotit käyttää uudelleen seuraavassa muotissa. Uudelleenkäyttö edellyttää myös samantapaisen muotin tekoa, koska materiaalit mitoitetaan erikoismittoihin. Erikoismittaisten muottien hukkamäärä on huomattavasti tavallista seinämuottia suurempi. Muottivaneria joudutaan työstämään erimuotoiseksi ja näistä jäävät hukat ovat mahdollisesti käyttökelvottomia leveydestä riippuen.

Urakkatöiden kannalta yksikköhinta urakka on parempi. Määrien vaihtelu ei vaikuta lisäksi muutostöihin niin paljon kuin kokonaishinta urakassa. Kokonaishinta urakassa voi mahdollisesti joutua tekemään monia lisää- ja muutostyö tarjouksia. Näiden tekeminen vie resursseja muusta työstä pois ja lisää kustannuksia palkkamenoissa. Yksikköhintaurakassa laskutetaan tehtyä työtä vastaan aina sovittu yksikköhinta. Nämä hinnat eivät lisää palkkakustannuksia erikseen ylimääräisten tarjousten tekemisen takia. Yksikköhintaurakka on molemmille urakan osapuolille tasavertainen ja yksinkertainen.

Tutkimustuloksista saadaan käsitystä urakkatyömaidemme mahdollisiin kustannussäästöihin betonityökohteissa. Opinnäytetyön tuloksia tullaan jatkamaan eri urakkatyömaiden aikana omana kirjanpitona opinnäytetyön jälkeen. Opinnäytetyön tulokset vaikuttavat muottivalintoihin tulevissa paikallavaluseinätyöissä. Rakennusalan alenevat hinnat vaikuttavat urakkahintoihin, joka takaa tiukan budjetin urakkatyömailla.

Laajempia tuloksia varten pitäisi tehdä suurempi kokonaisuus yrityksen kaikista työmaista ja näiden kuluista. Tutkimuksista kävisi ilmi työtehokkuus ja kalustokustannukset. Excel-taulukossa näitä tuloksia voidaan vertailla toisiinsa ja katsoa hintaan vaikuttavat

tekijät. Taulukosta kävisi ilmi, onko mahdollista jostain asiasta tehdä konkreettista kustannussäästöä urakan aikana esimerkiksi muottivalinnoilla.

Lähteet

Betoniteollisuus ry. Muottityöohje betonirakentamiseen. Betoniteollisuus ry verkkojulkaisu. Luettu 10.9.2019 <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/muottityo/>.

Betoniteollisuus ry. Betoni tyypit ja oikea betonin valinta. 2019. Betoniteollisuus ry verkkojulkaisu. Luettu 10.9.2019 <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/betonityypit-ja-oikean-betonin-valinta/>.

Doka Finland Oy 01/2008. Doka- järjestelmämuotti Frami 270. Käyttäjätietoa: asennus- ja käyttöohje. Luettu 21.9.2019.

Doka Finland Oy 01/2017. Muottimestarit. Järjestelmämuotti Framax Xlife plus. Käyttäjätietoa: Asennus- ja käyttöohje. Luettu 21.9.2019.

Doka Finland Oy 10/2012. Järjestelmämuotti Framax Xlife. Käyttäjätietoa: Asennus- ja käyttöohje. 22.9.2019.

Doka 11/2017. Foundation formwork Frami Xlife. User Information: Instructions for assembly and use. Luettu 22.9.2019.

Hannu Mönkkönen. 2012. Työnjohtajan tehtäväkohtainen kustannussuunnittelu. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta. Luettu 29.8.2019.

Marko Heikkiniemi. 2016. Asennustyönjohdon työtehtävät. Centria ammattikorkeakoulu. Theseus- tietokanta. Luettu 15.9.2019.

Martti Tiula, yliarkkitehti. Rakennusselostus ja työselostukset. Rakennustieto verkkojulkaisu. Luettu 10.9.2019 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010301.pdf>.

Mika Häyrinen, Jerodos Oy, toimitusjohtajan keskustelu. Käyty 18.9.2019.

Peri GmbH Formwork Scaffolding Engineering 10/2014. MAXIMO: Kasettimuotti MX-sidepultilla, joka asennetaan yhdeltä puolelta. Luettu 22.9.2019.

Peri GmbH Formwork Scaffolding Engineering 01/18. DUO: Kevyt järjestelmä seiniin, perustuksiin, pilareihin ja holveihin. Luettu 22.9.2019.

Rakennustieto 2019. Työmaapäiväkirjat: Varmista tiedonkulkutyömaalla pitämällä työmaa päiväkirjaa. Rakennustieto verkkojulkaisu. <https://www.rakennustieto.fi/tyomaa-paivakirjat>. Luettu 8.9.2019.

Rakennustiesäätiö RTS 2010. RT 14-11016 RunkoRyl 2010. Rakennustie Oy.

Rakennustietosäätiö RTS 2013. RT 20-11125 Rakennustuotteiden CE-merkintä ja muut tuotehyväksyntämenettelyt. Rakennustieto Oy.

Reijo S Lehtinen ja Rakennustieto Oy 2019. Rakennushankkeen työturvallisuus. Rakennustieto Oy.

Rudus Oy. Itsetiivistyvä betoni, ITB. Verkko esite. Luettu 2.10.2019 <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/erikoisbetonit>.

Suomen Betoniyhdistys Ry 2018. Betonitekniikan oppikirja 2018 by 201. Vaasa: Grano Oy.

Suomen Betoniyhdistys r.y. 2013. Betonirakentamisen laatuohjeet 2013 by 47. Vantaa: Multiprint Oy.

Suomen Betoniyhdistys ry 2016. Betoninormit 2016 by 65. Oy Fram Ab, Vaasa 2016.

Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS 2016. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Viro: Meedia Zone Oü.

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS. Ratu aikataulukirja 2016, 13. uudistettupainos. Rakennustie Oy. Verkkokirja.

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012. Ratu 0401: Suur- ja erikoismuottityö. Rakennustieto Oy. Talo-Ratu- Ohjekortti.

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2009. Ratu 1223-S: Rakennustöiden putoamissuojauksuunnitelma. Rakennustieto Oy. Talo-Ratu- Ohjekortti.

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012. Ratu 0397: Lautamuottityö. Rakennustieto Oy. Talo-Ratu- Ohjekortti.

Tommi Ryyppö. 2007. Maanalaisen betonirakentamisen erityispiirteet. Stadia Helsingin ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

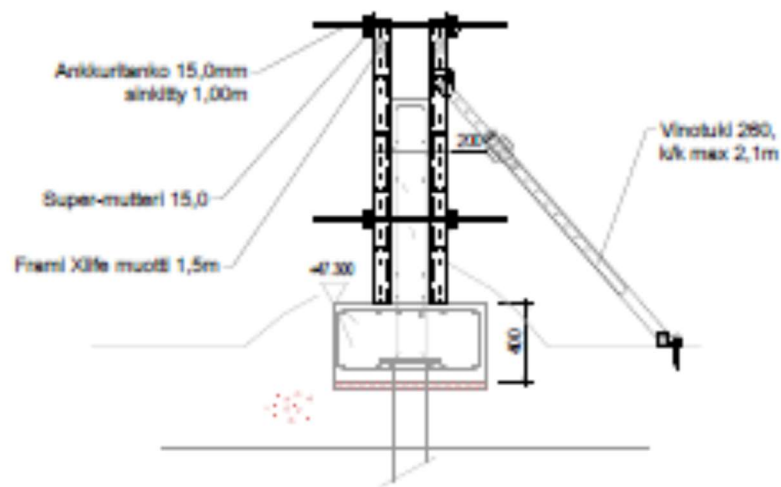
Toni Valtonen. 2013. Itselleluovutus asuntorakentamisessa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus- tietokanta. Luettu 7.9.2019.

Ympäristöministeriö 2016. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Julkaisu 29.12.2016, Päivitetty 23.5.2019. Luettu 27.9.2019.


Ympäristöministeriö 2013. Rakennustuotteiden tuotehyväksyntä: CE- merkintä. Julkaistu 13.8.2013. Verkkojulkaisu. Luettu 8.10.2019.

Leikkauskuva A-A

Leikkaus A-A 1:25



Muottisuunnitelman tekniset tiedot.

<h2>Valupaine</h2> <h3>FRAMI - Järjestelmämuotille</h3> <hr/> 40 kN/m² Käytössä 15,0 mm Doka ankkurointisysteemiä	
Kaikki suunnitelman mitat tarkoitetaan Mitat annettu millimetreinä!	
<h3>Tarkemmat tekniset yksityiskohdat</h3> <h3>Frami käyttäjätietoa oppaasta:</h3>	
Levyn muotoilu on puhtaaseen muotopintaan erittäin ohuet, tasaiset ja jättämättä aukkoja (varmistaa että muotoilu ei vaku muotopinnan pinnan käyttämällä muovivälineistä levityksestä). Lisäinen muotoilu käyttö pitää valmiin muotopinnan. Muistathan öljyä myös tangot!	
Ankkuritangot ja liitokset eivät näy yksityiskohtaisesti. Asennus viimeistään käyttöohjeen mukaisesti.	
	Turvallisuusohje Ankkurintankoa ei saa hitaata tai kourata!
Tämän suunnitelman kaikki on muutettava jatkossa järjestelmän "Doka käyttöohjeen" oppaassa annettuja suosituksia ja käyttöohjeita, mikä näkyy muuttamalla käyttäjien tai muuten henkilöiden tunnoilla tai tunnoilla.	
Turvallisuus oppaalla tarvittavat oppaat Doka yhtiön verkkosivulla.	
Tehostetut, lisämuutokset ja muut lisämuutokset eivät kuulu Doka vastuuseen. Tämän ja lisämuutosten käyttöä on suositeltavaa työturvallisuusnäkökulmasta ottaa ohjeita.	

