

Topi Tolvanen

Muottimateriaalien vertailu perustusurakassa

Muottimateriaalien vertailu perustusurakassa

Topi Tolvanen
Opinnäytetyö
2024
Rakennusmestari
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Tekijä: Topi Tolvanen

Opinnäytetyön nimi: Muottimateriaalien vertailu perustusurakassa

Työn ohjaaja: Jarmo Erho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 23

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan muottimateriaalin valinnan vaikutusta perustusurakan kulurakenteeseen. Työssä tärkeimpänä tavoitteena on löytää tiettyyn kohteeseen kustannustehokkain ja kokonaisvaltaisesti paras ratkaisu.

Tarkastelun kohteeksi keskittyivät itse tehty puumuotti ja valmismuottijärjestelmä. Tarkastelu suoritettiin materiaalien hintavertailulla ja työmenekin vertailulla, joilla saatiin tarkempi suuntaa antava hinta-arvio.

Tavoitteena työlle oli saada laajempi käsitys materiaalien hintojen vertailuun, jolloin saadaan tarkempi näkemys siitä, pystyttäisiinkö materiaalin valinnalla tehdä taloudellista hyötyä laadusta tinkimättä.

Työn tuloksena todettiin valmismuottijärjestelmä vertailun pohjalta käytettäväksi. Muottimateriaalien neliöhinnoissa oli huomattavia eroja toisiinsa. Puumuotti ei tullut vertailussa valittavaksi, koska sen käyttöikä on huomattavasti pienempi kuin valmismuottijärjestelmän. Tämä nostaa neliöhintaa huomattavasti puumuotin kohdalla ja laskee valmismuottijärjestelmän neliöhintaa. Tuloksena todettiin myös, että muottijärjestelmä oli kustannustehokkaampi kokonaisuutena puumuottiin verrattuna.

Asiasanat: perustustyöt, muottimateriaali, muottijärjestelmä

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Management

Author: Topi Tolvanen
Title of thesis: Comparison of Form Materials in Foundation Work
Supervisor: Jarmo Erho
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024
Number of pages: 23

This thesis work examines the choice of form materials in foundation work and how it affects the cost structure.

The focus of the study is a comparison between a self-made wooden form and a form system. Material prices and labour requirement were compared, which gave an indicative price estimation.

The goal for this thesis was to get a bigger picture in cost structure and find out if it can be used to get economic benefits without compromising on quality.

As a result of the thesis, it was stated that a form system is used in this contract because it is more efficient and more cost effective compared to a self-made form.

Keywords: formwork, form materials, formsystem

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	MUOTTIMATERIAALIVAIHTOEHDOT	7
	2.1 Paikalla tehdyt muotit	7
	2.2 Valmismuottijärjestelmä.....	9
	2.2.1 Nostotyön haasteet	10
	2.2.2 Muottijärjestelmien suunnitelmien haasteet ja ratkaistut	11
3	MUOTTIVAIHTOEHTOJEN VERTAILU TYÖMAALLA	16
	3.1 Valmismuottien hinnat	16
	3.2 Paikalla tehtyjen puumuottien hinnat	18
	3.3 Muotittaminen.....	20
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
	LÄHTEET.....	23

1 JOHDANTO

Perustusrakentaminen käsittää pääasiassa rakennuksien ja rakennelmien alapuolisia maata vasten tulevia tukia. Perustusten tehtävä on kantaa ja jakaa rakennuksen tuottamaa kuormaa tasaisesti maapohjaa vasten. Perustukset toimivat myös osaltaan rakennuksen kosteudenpoistajana, sillä ne nostavat rakennuksen maapohjasta ylös, jolloin vesi ja kosteus jäisivät kapilaarikerrokseen eivätkä tällöin nousisi rakenteisiin.

Perustuksia on erilaisia, mutta toimintaperiaate on kaikissa sama. Perustustapa vaihtelee kohteen mukaan, koska maaperän vaikutus perustamistapaa valittaessa on suuri. Rakennuksen rakentamistapa määrittää myös suurelta osin perustuksien toteutustavan, koska rakennukset voidaan rakentaa teräsrungoista tai betonielementeistä. Tämä vaikuttaa suurelta osalta rakennuksen kokonaispainoon.

Muottimateriaalin valinnalla on suuri merkitys perustusurakassa. Muotin valinnassa on hyvä huomioida materiaalin kestävyys, hinta ja materiaalin työstettävyys. Halpa materiaali ei välttämättä tule pitkällä aikavälillä sittenkään halvemmaksi, sillä sitä ei ole välttämättä helppo työstää tai se ei kestä useaa valukertaa. Materiaalin valintaa tulisikin tutkia, mikä olisi sopiva kyseiseen työhön ja mikä olisi kustannustehokkain vaihtoehto.

Tavoitteena tälle opinnäytetyölle oli pyrkiä käsittämään materiaalin valinnan vaikutusta perustustyössä. Työstä päätettiin tutkia materiaalinvalinnan vaikutusta eritoten kustannuksien kannalta.

2 MUOTTIMATERIAALIVAIHTOEHDOT

Materiaalivalinnan tarkastelu on tarpeellista silloin, kun

- lasketaan urakkaa
- aloitetaan uusi urakka
- kohteessa on mukana erikoisrakenteita
- kohteessa on paljon erikokoisia ja -mallisia rakenteita
- kohteen aikataulut on tiukka.

Materiaalivalinnan vaikutus on todella suuri isommissa kohteissa, jolloin on suositeltavaa tarkastella eri vaihtoehtoja. Puumuotti saattaa vaikuttaa halvalla, mutta usein pitkällä aikavälillä valmismuottikalustolla saadaan suurempi säästö. Valmismuottikalustoa käyttämällä työajasta vähenee muottien teko, uusiminen ja mahdolliset jäte- ja kierrätysmaksut. Vuokrakalusto tuodaan suoraan kohteeseen ja palautetaan suoraan vuokraamolle käytön jälkeen.

2.1 Paikalla tehdyt muotit

Puumuottimateriaaliksi valikoitui öljytty vaneri. Öljytty vaneri kestää 4–5 valukertaa ennen kuin se tulee vaihtaa. Materiaalin kestävyys vaikuttaa myös ilmankosteus. Kesällä kuivina aikoina muotti saattoi kestää enemmän kuin 5 valukertaa. Syksyn tullen ja kosteuden kasvaessa muotti ei kestä niin hyvin. Muotti imee kosteutta niin valetun betonin kuin ilmankin kautta.

Talvella puumuotti oli huomattavasti riskialttiimpi työn suorituksen kannalta. Jos puumuotti jouduttiin jättämään viikonlopun ajaksi paikoilleen, puumuotti oli usein ehtinyt tarttua betonin pintaan niin tiukasti, että jouduimme tekemään ylimääräistä työtä betonin pintaa putsaten. Muottisiivuihin jouduttiin myös vaihtamaan vanerilevyt, koska ne hajosivat purkutyön aikana.

Perusrakenteita tehdessä tulee olla todella tarkka, ettei rakenteiden alle jäävään tilaan jää eloperäistä materiaalia. Tämä voi johtaa sisäilmaongelmiin rakennuksissa tulevaisuudessa. Rakenteiden alle jääviin tiloihin tulee siis kiinnittää tarkkaan huomiota. Tällä ehkäistään se, että rakenteita

jouduttaisiin saneeraamaan tulevaisuudessa ennenaikaisesti. Näin myös rakennukset kestäisivät niiden suunnitellun käyttöiän mukaisen ajan.

Materiaaliksi olisi voitu myös valita filmivaneri, mutta tässä urakassa vaihtoehtoa ei nähty kannattavaksi rakenteiden vaativuuden takia. Muottisiivuja jouduttiin leikkaamaan erikokoisiksi rakenteiden erilaisuuksien takia. Näin ollen filmivaneri olisi tullut todella suureksi kustannukseksi. Filmivanerin hinta on xx,xx €/m² ja öljytyn vanerin hinta on x,xx €/m². Tällä ratkaisulla onnistuttiin säästämään rahaa, eikä materiaalihukka kasvanut suuremmaksi. Pystyimme hyödyntämään leikattuja osia suurelta osin uusiokäyttöön, jolloin saimme materiaalimenekkiä pienemmäksi.

Filmivanerin ja valmismuotin pintaan pitää suihkuttaa muottiöljyä. Muottiöljy ei ole kustannukseltaan kallis, sillä yhdestä muottiöljysäiliöstä riittää useaan eri käyttökertaan. Öljyttyyn vaneriin ei tarvinnut käyttää muottiöljyä sen pinnan ollessa epätasaisempi ja sen ollessa valmiiksi öljytty. Puumuottiin käytimme tukipuina sahattua puuta, jonka koko oli 47 x 100. Hinta oli tarkastelun aikana x,xx €/jm.

Puumuotissa olisi todella paljon positiivisia puolia verraten valmismuottijärjestelmään. Muottia on helpompi siirtää ja muotin muokattavuus mahdollistaa sen monipuolisen käyttötarkoituksen. Se ei ole sidoksissa yhteen käyttötarkoitukseen, ja sitä on helpompi soveltaa toisiin valutöihin tarpeen vaatiessa. Puumuotti on kevyempi kokonaisuus, jolloin sitä on helpompi liikutella työkohteesta toiseen. Puumuotista saadaan helposti kustannustehokas, kun kilpailuttaa materiaaleja useammasta eri paikaista.

Tässä kohteessa tuli myös pohtia asiaa muotin suorudenkin kannalta, sillä valettujen pintojen tuli olla suorita elementtien tiukan asennustoleranssin takia. Puumuotti on valmismuottijärjestelmään verraten paljon heikkorakenteisempi ja voi aiheuttaa mahdollisesti pullistuneita pintoja, joita ei ollut varaa syntyä.

2.2 Valmismuottijärjestelmä

Toiseksi vaihtoehdoksi valikoitui valmismuottijärjestelmä. Kyseisen muotin valintaan vaikutti sen helppokäyttöisyys ja toimintavarmuus. Tilatessa muottikalustoa työmaalle muottikaluston toimittajat tekevät muottisuunnitelman, josta muotti on helppo kasata toimintavalmiuteen. Muottisuunnitelmalla varmistetaan muotin kestävyys valun aikana ja että valetuista pinnoista saadaan vaatimuk-sien mukaisia. Muottisuunnitelmaan lasketaan suunnittelun yhteydessä valupaine, joka muotin tu-lee kestää suunnitelmien mukaisesti kasattuna.

Aloimme suunnitella valmismuottijärjestelmän käyttöä tässä kohteessa, koska olimme todenneet sen olevan todella kustannustehokas ratkaisu muissa kohteissa. Valmismuottitoimittajien kalusto loistaa sen käytettävyydessä, sillä se mahdollistaa muottikierron nopean rytmin. Muottien purku on todella nopeaa, sillä niitä ei tarvitse purkaa kokonaan vaan ne voidaan siirtää isompana kokonai-suutena. Tämä nopeuttaa muottien siirtoa ja vähentää purkutyön aikaa pois verraten puumuottiin. Puumuotti tulisi purkaa pienempiin osiin, mikä syö aikaa kokonaisuudesta. Vertailussa valmismuot-tikalusto oli kustannustehokkaampi ratkaisu kyseiseen työkohteeseen.

Muotteja saa erikokoisina omien tarpeiden mukaan. Toimittajilta saa tarpeen mukaan muottisuun-nitelman, jolla muotti on mahdollista kasata haastavampiin rakenteisiin oikeaoppisesti ja niiden kestävyys saadaan näin varmistettua.

Valmismuottijärjestelmät aikaisemmissa valukohteissa olivat suoriutuneet todella hyvin, ja niiden käytettävyyttä olivatkin asentajat kehuneet. Muotitustyö on todella nopeaa muottien ollessa todella hyvin muokattavissa, ja niitä voidaan asentaa yhden asentajan voimin. Tällöin toinen voi purkaa edellistä kohdetta. Asentajien jakaminen nopeuttaa työtä huomattavasti, jolloin muottikierto saa-daan mahdollisimman kustannustehokkaaksi.

Muottijärjestelmän rungon rakenne on todella kestävä ja jäykkä, joten sillä voidaan mahdollistaa suorita valupintoja. Tässä tarkastelussa ratkaisevana tekijänä olivat suorien pintojen mahdollista-minen, jottei valettuja pintoja tarvitse alkaa enää työstämään valujen kovetuttua. Pintojen tuli olla suorita, jotta elementti saatiin asennettua. Valmismuotikalustolla voi valaa useaan otteeseen, jolloin materiaalihukkaa ei synny. Muotin pintaan ruiskutetaan muottiöljyä, jolla saadaan muotti irtomaan valetusta pinnasta sen kovetuttua.

2.2.1 Nostotyön haasteet

Puumuottia mietittiin materiaaliksi pitkien nostomatkojen takia. Muottijärjestelmä on huomattavasti painavampi, mikä johti nostotyötapaan pureutumista, jotta nostot saataisiin tehtyä mahdollisimman turvallisesti ja tehokkaasti. Nostotapaa suunnitellessa tulimme siihen johtopäätökseen, että valmis-muotti on turvallisempi nostaa, koska niitä saadaan liikuteltua ce-hyväksytyillä nostotyövälineillä. Nostomatka aiheuttikin hieman haasteita, mutta saimme ne ratkaistua muottijärjestelmän monipuolisuuden vuoksi. Muotin saa purettua pienempiin paloihin, jolloin paino pienenee ja pidemmän nostomatkan riskit saadaan minimoitua. (Siltala 2023.) Huomasimme kuitenkin, että muottikalusto olikin kokonaisuudessaan todella kevytrakenteinen, mikä mahdollisti sen nostamisen kokonaisena paikoilleen.

2.2.2 Muottijärjestelmien suunnitelmien haasteet ja ratkaistut

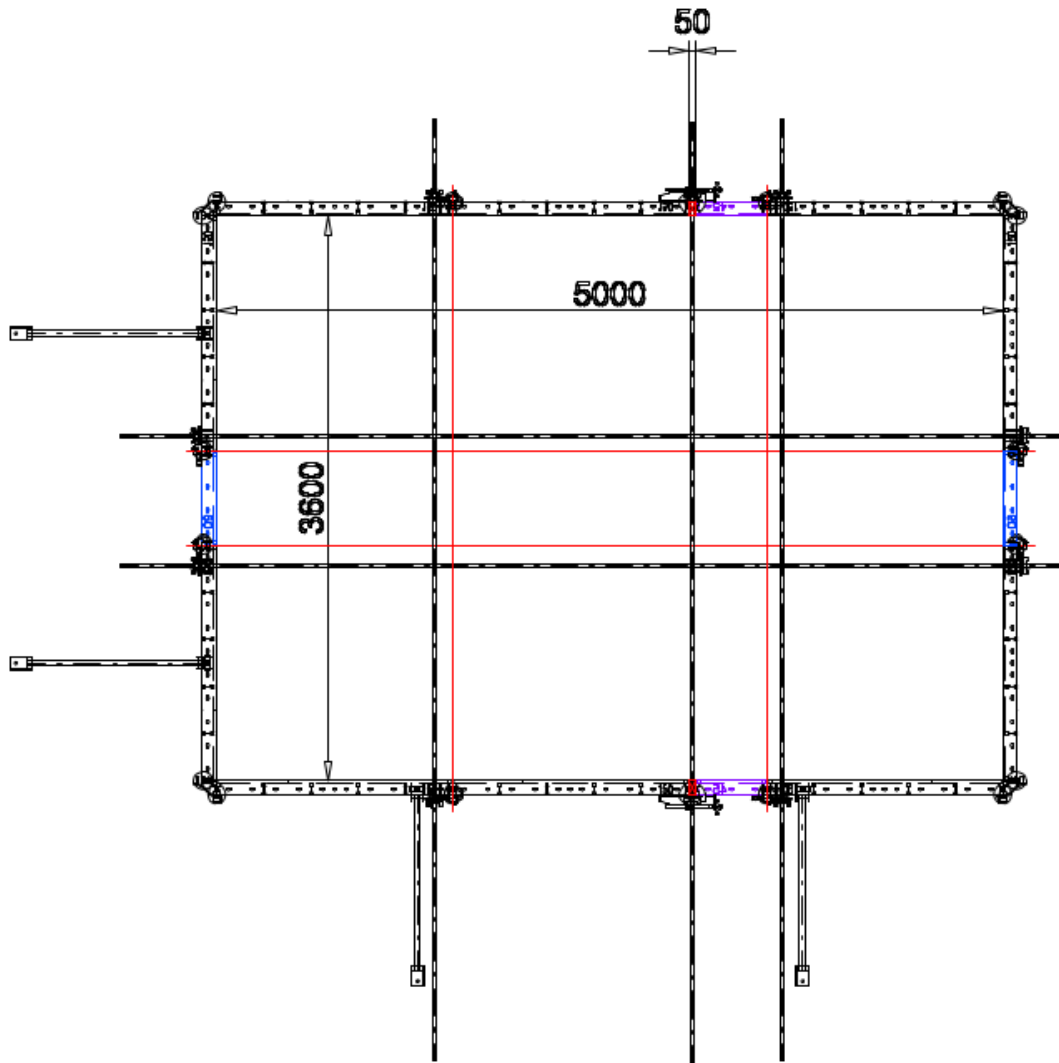
Tilasimme toimittajalta muottisuunnitelman, joka tulikin todella ripeällä aikataululla. Ensimmäisessä suunnitelmassa oli muottien alapuolen kiinnitys toteutettu reikävanteella. (Kuva 1.) Reikävanne oli käyttökohteeseen huono ratkaisu sen hinnan takia. (Kuva 2.) Reikävanteen hinta olisi ollut xx % koko muottikaluston vuokrahinnasta. Tästä syystä jouduimme hylkäämään tämän toteutustavan.

Olimme toimittajaan yhteydessä suunnitelman mahdollisesta toisesta toteutustavasta. Kävimme yhdessä mahdollisia vaihtoehtoja lävitse ja löysimmekin mahdollisen ratkaisun. Muottisuunnitelman saapuessa oli alapään kiinnitys ratkaistu terästangolla ja kiinnitysmuttereilla. (Kuva 3.) Tässä ratkaisussa törmättiin kuitenkin erilaiseen ongelmaan, sillä terästangot olivat 6 m pitkiä ja valukohdeet olivat ahtaissa kaivannoissa. Kaivantoa olisi pitänyt leventää kohtuuttoman paljon. (Kuva 4.) Terästangon asennus olisi onnistunut muotituksen yhteydessä, kun muotit olisivat olleet irti toisistaan, jolloin tangon olisi voinut ujuttaa yläkautta. Tankoa ei olisi kuitenkaan valun jälkeen enää saatu suoraan vedettyä pois ahtaiden kaivantojen takia, joten jouduimme suunnittelemaan vaihtoehtoisia ratkaisua terästangolle. (Lempinen 2023.)

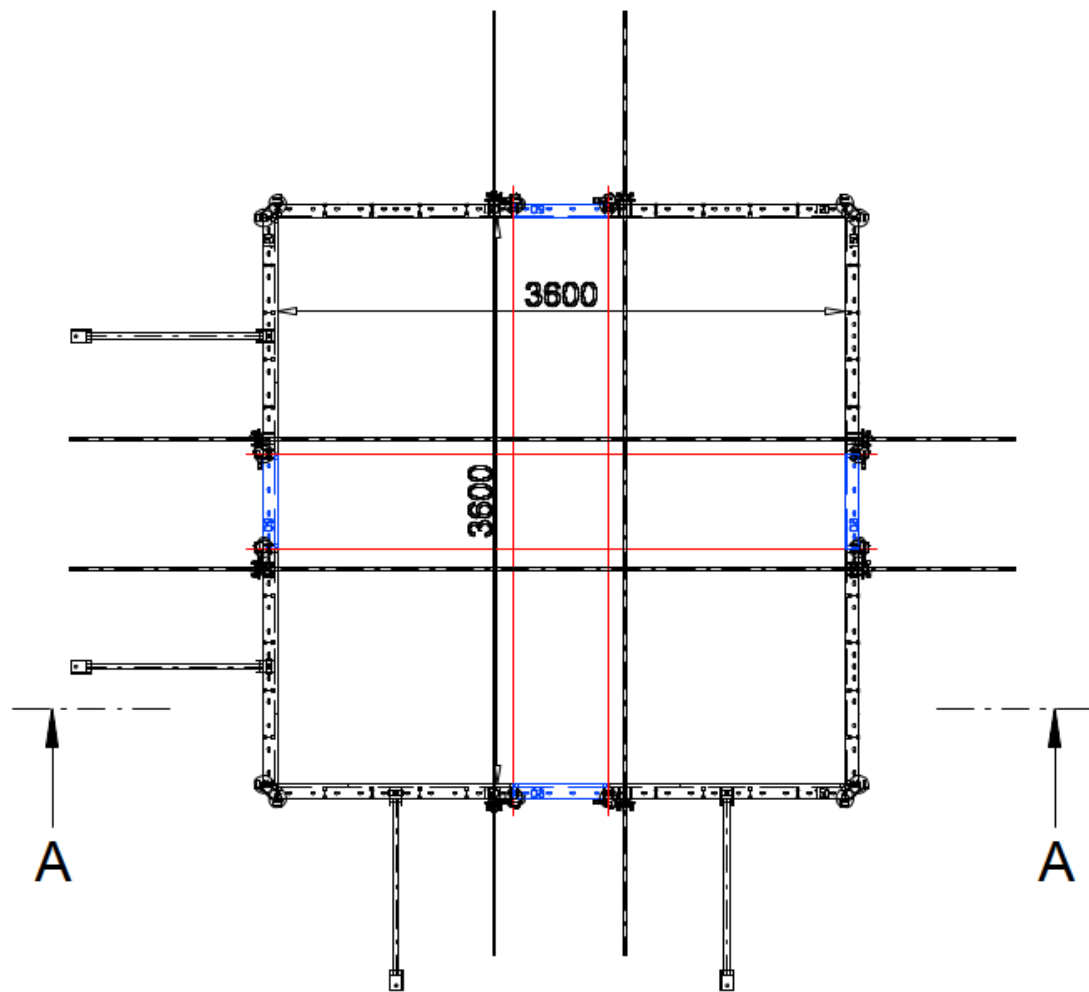
Päädyimme miettimään alapään sidontaa alumiinitangoilla. Alumiinitangonkin olisi joutunut ujutamaan yläkautta, mutta tämäkin osoittautui tarkemmassa tarkastelussa haasteelliseksi. Tangot olisi pitänyt laittaa muottiin ennen raudoitusta. Mietimme muotin kasaamista maanpäällä. Maanpäällä kasaamisessa ongelmana olisi tullut alumiinitankojen vääntymisen, sillä ne eivät kestä vääntöä suurissa määrin johtuen alumiinin pehmeystä.

Vaihdoimme alumiinitangot sileään 10 mm terästankoon. Tällä tangolla onnistuimme välttämään vääntymisen noston aikana. Teräs on kovempaa ja jäykempää materiaalia kuin alumiini, jolloin se kestää vääntövoimaa enemmän eikä menetä muotoaan nostojen aikana. Terästanko on parempi ratkaisu reikävanteeseen, koska se esijännittää muotin. (Siltala 2023.) Tällä minimoidaan muotin pullistuminen valun aikana. Reikävanne sitoo muotin aivan muotin alapinnasta, jolloin vääntövoimat keskittyvät hyvin pienelle alalle. Tangoilla vääntövoima voidaan jakaa tasaisemmin, jolloin voimat jakaantuvat tasaisemmin ja näin ollen pullistuminen voidaan minimoida. (Peuraniemi 2023.)

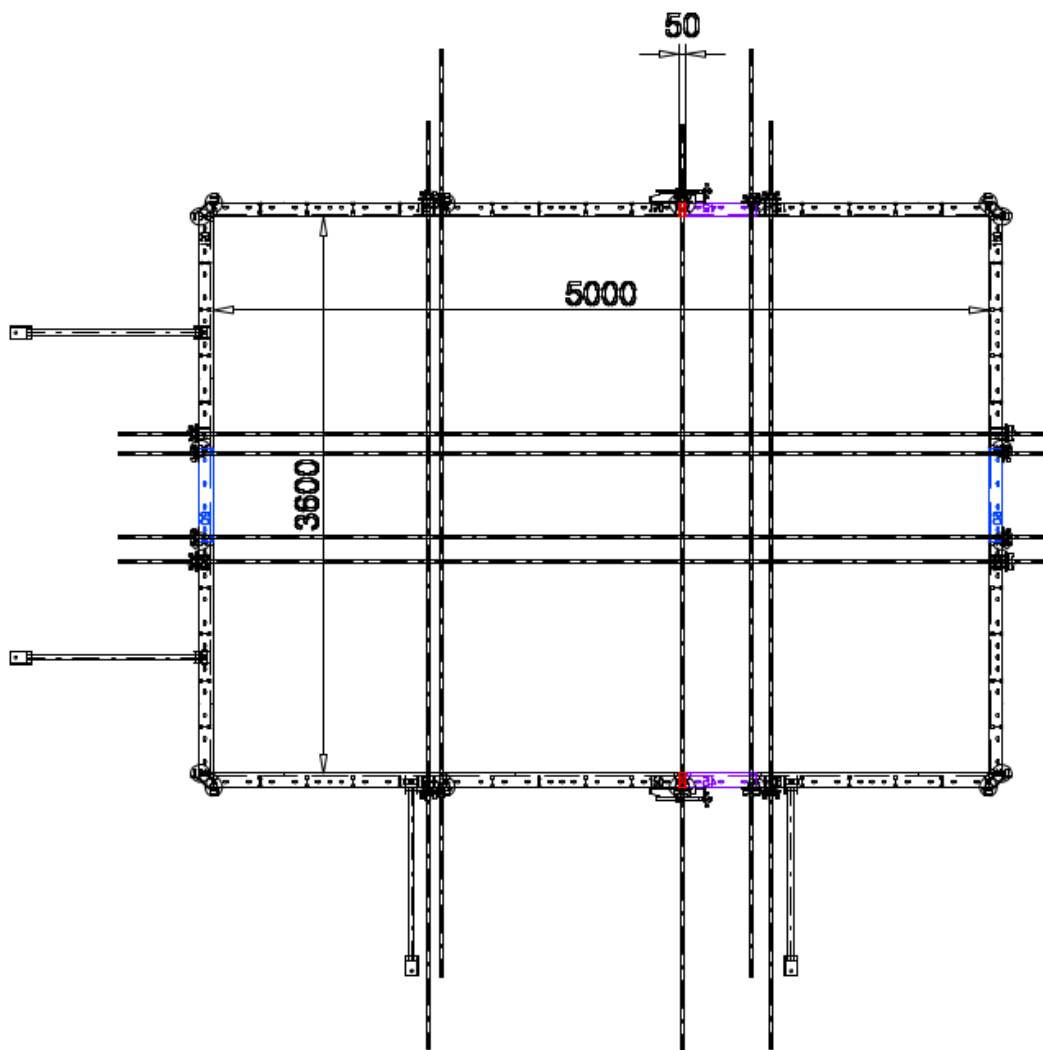
Kasasimme muotit maanpäällä, jossa siihen asennettiin alapuolen kiinnitys tangot ja lukot. Muotti nostettiin kokonaisena paikalleen, minkä jälkeen aloitettiin raudoitustyöt. Muottiin asennettiin yläpuolen kiinnitys raudoittamisen jälkeen. Näin saimme minimoitua mahdolliset haasteet jokaisen asennusvaiheen yhteydessä.



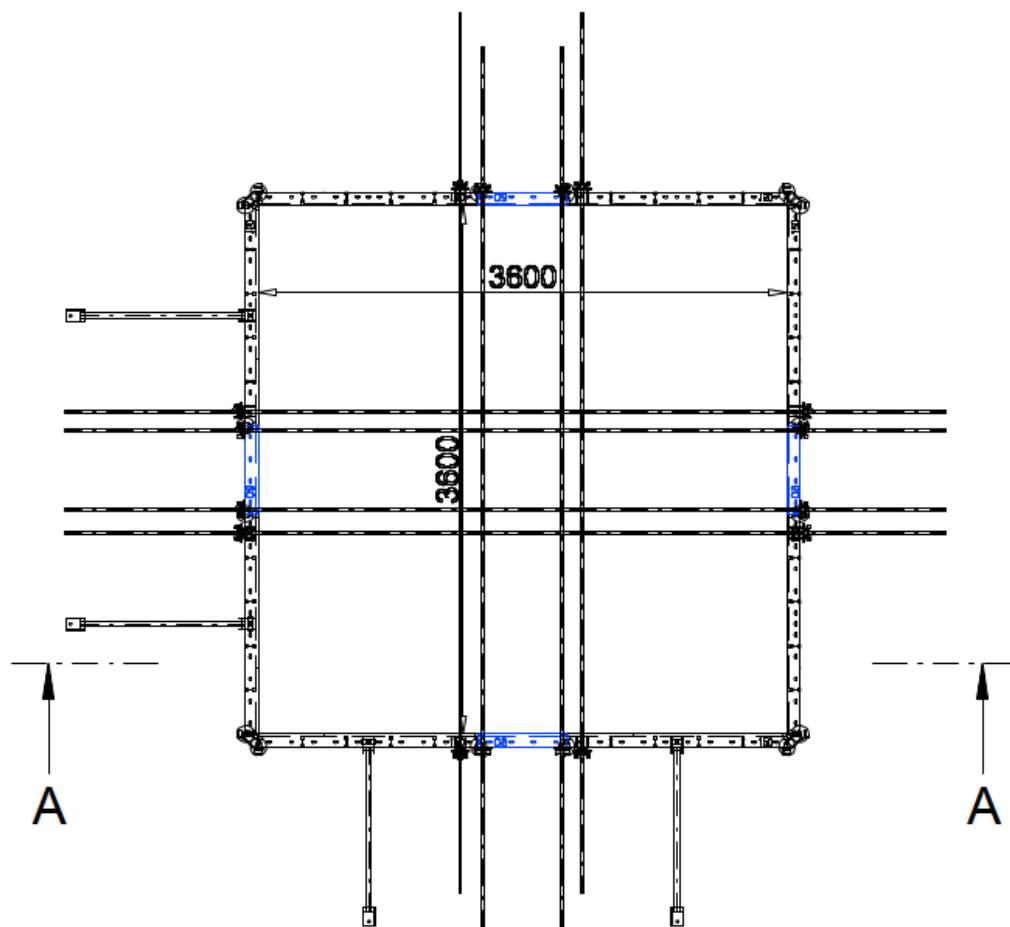
Kuva 1. MA1-muottisuunnitelma reikävanne merkitty punaisella (Muottisuunnitelma.)



Kuva 2. A1-muottisuunnitelma reikävanne merkitty punaisella (Muottisuunnitelma.)



Kuva 3. MA1-muottisuunnitelma alapuolen kiinnitys vaihdettu terästankoon (Muottisuunnitelma.)



Kuva 4. A1-muottisuunnitelma alapuolen kiinnitys vaihdettu terästankoon (Muottisuunnitelma.)

3 MUOTTIVAIHTOEHTOJEN VERTAILU TYÖMAALLA

3.1 Valmismuottien hinnat

Valmismuottijärjestelmän ensimmäisen suunnitelman mukaisesti tehtynä olisi kaluston vuokrahinnaksi tullut xxxxx,xx € ja neliöhinnaksi xx,xx €/m². Suurin osa tästä kustannuksesta tulee reikävan-teesta, joka olikin xx % kokonaishinnasta. (Taulukko 1.)

Muottijärjestelmän toisessa suunnitelmassa alapuolen kiinnitys vaihdettiin ankkuritankoihin, joka vaikuttikin kustannuksiin suuresti. Kaluston vuokrahinnaksi olisi tullut xxxx,xx € ja neliöhinnaksi x,xx €/m². (Taulukko 2.)

Vaihdettuamme alapuolen kiinnityksen 10 mm sileään teräkseen hinnan vaikutus oli suuri. Koko-naishinnaksi saimme xxxx,xx € ja neliöhinnaksi x,xx €/m². (Taulukko 3.)

Valmismuotteihin on laskettu x % särkymävara rikkoutumisen varalta alla esitetyissä taulukoissa. Rikkoutuessa materiaalin hinta tulee korvata vuokraajalle täysimääräisenä.

Taulukko 1. Muottijärjestelmän ensimmäisen suunnitelman hintalaskelma

Muottijärjestelmä	yks	yks/€	€	m ²	€/m ²	
Vuokra	xx	pvä	xx,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
reikävanne	xx	kpl	xxx,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
ankkuritanko	xx	kpl	xx,xxx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
47x100	xxx	jm	x,x	xxx,xx	1094,08	x,xx
särkymävara	x	%		xxx,xxxx	1094,08	x,xx
			xxxxxx,xx€			xx,xx€

Taulukko 2. Muottijärjestelmän toisen suunnitelman hintalaskelma

Muottijärjestelmä 2.0		yks	yks/€	€	m2	€/m2
Vuokra	xx	pvä	xx,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
välikeputki	xxx	kpl	x,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
ankkuritanko	xx	kpl	xx,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
47x100	xxx	jm	x,xx	xxx,xx	1094,08	x,xx
Muovikartio	xxx	kpl	x,xx	xxx,xx	1094,08	x,xx
särkymävara	x	%		xxx,xxx	1094,08	x,xx
				xxxx,xx€		x,xx€

Taulukko 3. Muottijärjestelmän suunnitelmasta alapään kiinnitys vaihdettu terästankoon

Muottijärjestelmä 3.0		yks	yks/€	€	m2	€/m2
Vuokra	xx	pvä	xx,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
10mm terästanko	xxx,xxx	kg	x,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
ankkuritanko	xx	kpl	xx,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
47x100	xxx	jm	x,xx	xxx,xx	1094,08	x,xx
särkymävara	x	%		xxx,xxxx	1094,08	x,xx
				xxxx,xx€		x,xx€

3.2 Paikalla tehtyjen puumuottien hinnat

Yhden MA1-puumuotin valmistus olisi materiaalien osalta maksanut xxx,xx € ja sen neliöhinnaksi olisi tullut xx,xx €/m². (Taulukko 4.)

Muottikiertona ajateltiin 8 kappaletta muotteja, joka olisi maksanut xxxx,xx € ja sen neliöhinnaksi xx,xx €/m². (Taulukko 5.)

Muotteja olisi jouduttu uusimaan noin 3 kertaa urakan aikana, jolloin niiden hinnaksi olisi tullut kokonaisuudessaan xxxxx,xx € ja neliöhinnaksi x,xx €/m². (Taulukko 6.)

Yhden A1-puumuotin hinnaksi olisi tullut xxx,xx € ja neliöhinnaksi xx,xx €/m². (Taulukko 7.)

Urakaan olisi tarvittu 3 kappaletta kyseisiä muotteja, jolloin hinnaksi olisi tullut xxx,xx €/m² ja neliöhinnaksi xx,xx €/m². (Taulukko 8.)

Kokonaisuutena tähän urakkaan puumuottien hinnaksi olisi tullut xxxxx,xx € ja niiden neliöhinnaksi xx,xx €/m². (Taulukko 9.)

Neliöhinta määräytyy kokonaishinnan mukaan sekä valettavan määrän mukaan, joka olisi ollut xxxx,xx m² tässä kohteessa. Puumuotteihin on laskettu xx % materiaalihukka, koska materiaaleja ei voida koskaan laskea täysin tarkoin.

Taulukko 4. MA1-puumuotin hinta yhdeltä kappaleelta

MA1/kpl		yks.	yks/€	€	m ²	€/m ²
47x100	xxx,x	jm	x,xx	xx,xx	13,76	x,xx
ölj. Vaneri	xx,xx	m ²	x,xx	xxx,xx	13,76	xx,xx
tangot	xx,xxxx	kg	x,xx	xx,xx	13,76	x,xx
panieri	xx,x	m	x,xx	xx,xx	13,76	x,xx
Hukka	xx	%		xx,xx	13,76	x,xx
				xxx,xx€		xx,xx€

Taulukko 5. MA1-puumuotin hinta kahdeksalta kappaleelta

MA1/8kpl		yks.	yks/€	€	m2	€/m2
47x100	xxx,xx	jm	x,xx	xxx,xx	110,08	x,xx
ölj. Vaneri	xxx,xx	m2	x,xx	xxxx,xx	110,08	xx,xx
tangot	xxx,xxxx	kg	x,xx	xxx,xx	110,08	x,xx
panieri	xxx,x	m	x,xx	xx,xx	110,08	x,xx
Hukka	xx	%		xxx,xx	110,08	x,xx
				xxxx,xx€		xx,xx€

Taulukko 6. MA1-puumuotin hinnat koko urakalta

MA1/24kpl		yks.	yks/€	€	m2	€/m2
47x100	xxxx,x	jm	x,xx	xxxx,xx	1059,52	x,xx
ölj. Vaneri	xxx,xx	m2	x,xx	xxxx,xx	1059,52	x,xx
tangot	xxxx,xxx	kg	x,xx	xxxx,xx	1059,52	x,xx
panieri	xxxx,x	m	x,xx	xxx,xx	1059,52	x,xx
Hukka	xx	%		xxx,xx	1059,52	x,xx
				xxxxx,xx€		x,xx€

Taulukko 7. A1-puumuotin hinta yhdeltä kappaleelta

A1/kpl		yks	yks/€	€	m2	€/m2
47x100	xx,	jm	x,xx	xx,xx	11,52	x,xx
ölj. Vaneri	xx,xx	m2	x,xx	xxx,xx	11,52	xx,xx
tangot	x,xxx	kg	x,xx	xx,xx	11,52	x,xx
panieri	xx	m	x,xx	x,xx	11,52	x,xx
Hukka	xx	%		xx,xx	11,52	x,xx
				xxx,xx€		xx,xx€

Taulukko 8. A1-puumuotin hinta kolmelta kappaleelta

A1/3kpl		yks	yks/€	€	m2	€/m2
47x100	xxx,x	jm	x,xx	xxx,xx	34,56	x,xx
ölj. Vaneri	xx,xx	m2	x,xx	xxx,xx	34,56	xx,xx€
tangot	xx,xxx	kg	x,xx	xx,xx	34,56	x,xx
panieri	xxx	m	x,xx	xx,xx	34,56	x,xx
Hukka	xx	%		xx,xx	34,56	x,xx
				xxx,xx€		xx,xx€

Taulukko 9. Puumuottien kokonaishinta koko urakalle

Yhteensä		yks	yks/€	€	m2	€/m2
47x100	xxxx,x	jm	x,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
ölj. Vaneri	xxx,xx	m2	x,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
tangot	xxxx,xxx	kg	x,xx	xxxx,xx	1094,08	x,xx
panieri	xxxx,x	m	x,xx	xxx,xx	1094,08	x,xx
Hukka	xx	%		xxxx,xx	1094,08	x,xx
				xxxxx,xx€		xx,xx€

3.3 Muotittaminen

Urakan alkaessa muottimateriaali tuotiin työmaalle yhdellä kuormalla. Muotti- ja kiinnitysmateriaalit olivat pakattu omiin kuljetushäkkeihin, jolloin kuorman purku oli todella tehokasta. Materiaalien kuljetushäkkien ansiosta ne pystyttiin kuljettamaan suoraan työkohteeseen, jossa alkoi muottien kasaus.

Jaoimme työryhmän kolmeen osaan. Työryhmässä 1 ja 2 oli kaksi muottikirvesmiestä ja työryhmässä 3 oli yksi muottikirvesmies, joka vastasi raudoituksien hitsauksesta. Muottien kasauksen aloitti työryhmä 1, jonka aikana työryhmä 2 valmisteli työkohteeseen tarvittavia työvälineitä ja materiaaleja. Työryhmä 3 aloitti betoniraudoituksen hitsaamisen. Työryhmä 1:n saatua ensimmäinen muotti kasaan alkoivat he kasaamaan seuraavaa muottia. Työryhmä 2 aloitti muotin nostamisen paikalleen, minkä jälkeen muottiin nostettiin rauditus työryhmä 3:n saatua sen hitsattua.

Raudoituksen jouduimme ottamaan työmaalle irtotavarana sen suuren koon vuoksi. Raudoitteet tulivat kolmessa osassa. Pohjaverkkoihin hitsattiin tukipukit paikoilleen, minkä jälkeen rauditus nostettiin muotin sisään ja vasta sen jälkeen hitsattiin yläverkko. Yläverkon hitsauksen jälkeen asensimme yläpuolen kiinnitystangot ja muotti suoristettiin jokaiselta sivulta. Muottiin asennettiin

pulttiryhmää varten lankkukehikko, jonka päälle pulttiryhmää varten teräslevy, millä pultit saatiin pysymään valun aikana kohdallaan. Yläverkkoon hitsattiin tämän jälkeen tarvittavia tartuntarautoja. Tässä vaiheessa muotti oli betonointivalmis.

Betonoinnin aikana tuli kiinnittää huomiota muotin suoruuteen ja muotin kestävyys. Betonointi onnistui kuitenkin ongelmitta eikä ongelmiin törmätty. Betonoinnin jälkeen betonin pinta hierrettiin ja pulttiryhmien tarkkuus tarkistettiin, minkä jälkeen muotti suojattiin peitteillä

Muottien purkamisessa muottien kulmat poistettiin ja muottisiivut nostettiin sivuilta pois. Muottisiivut nostettiin pystyyn, josta ne kasattiin uudelleen ja nostettiin uuteen kohteeseen.

Kokonaisvaltaisesti kalusto oli oikea valinta tähän käyttökohteeseen. Saimme muotituksen ja purkamisen sujumaan hyvinkin nopeasti, mikä toteutti todella jouhevan muottikierron. Arvioimme säästäneemme xxx työtuntia pelkästään muottikaluston valinnalla. Muottikaluston valinnalla saimme myös urakan kokonaiskuluja pienemmäksi.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin muottimateriaalin valintaa perustusurakassa. Tarkoituksena oli saada mahdollisimman tarkkaa tietoa eri materiaalien vaikutuksesta kokonaiskustannukseen. Pohdimme myös eri materiaalien työkustannuksia ja työmenekkiä.

Valmis muottijärjestelmä pärjasi vertailussa odotettua paremmin, ja se tulikin tässä vertailussa valituksi ratkaisuksi. Valmismuottikaluston suhteen suurimpia ongelmia aiheutti muottien nostotyön suunnittelu johtuen muotin suuresta koosta ja sen painosta. Nostotyöt kuitenkin onnistuivat ajateltua helpommin, ja muotit saatiinkin paikoilleen todella jouhevasti. Muottijärjestelmän helppokäyttöisyys vaikutti suuresti sen valintaan. Hinta oli huomattavasti halvempi puumuottiin verrattuna, joten päädyimme muottijärjestelmän valintaan.

Puumuotti on materiaalina helppokäyttöinen ja kevyt, ja sitä on helppo muokata tilanteeseen kuin tilanteeseen. Tässä tarkastelussa se kuitenkin oli valmismuotteihin verraten huomattavasti kalliimpi, joten se ei valikoitunut materiaaliksi tässä tarkastelussa. Betonoitavien kohteiden kappalemäärä oli tässä urakassa todella suuri ja näin ollen kasvatti puumuotin neliöhintaa. Toisenlaisessa kohteessa puumuotti olisi voinut olla halvempi ratkaisu, jos betonoitavien kohteiden kappalemäärä olisi pienempi. Työssä esiteltiin työn tuloksia ja tuotiin esille mahdollisia ongelmakohtia ja niiden ratkaisuja.

LÄHTEET

Siltala, R. 2023. Mestek Oy, Toimitusjohtaja/Työpäällikkö keskustelu 16.10.2023.

Lempinen, V. 2023. Mestek Oy, Työmaapäällikkö keskustelu 6.11.2023.

Siltala, S. 2023. Mestek Oy, Kirvesmies keskustelu 1.10.2023.

Peuraniemi, T. 2023. Mestek Oy, Kirvesmies keskustelu 1.10.2023.

Muottisuunnitelma. Muottijärjestelmän toimittaja, suunnittelu.