

Muottitekniikoiden käyttöalueet allas- rakentamisessa

Samuli Turunen

Opinnäytetyö

28.11.2011 **Kuopiossa**

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Samuli Turunen			
Työn nimi Muottitekniikoiden käyttöalueet allasrakentamisessa			
Päiväys	28.11.2011	Sivumäärä/Liitteet	58 + 8
Ohjaaja(t) pt. tuntiopettaja Kimmo Anttonen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savo-Karjalan Vesihuolto Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tutkia muottitekniikoiden käyttöalueita allasrakentamisessa. Erityisesti tutkittiin vaneri- ja kasettimuottitekniikoiden kustannuseroja allasrakenteissa. Tavoitteena oli laatia kustannusvertailun avulla graafiset kuvaajat molempien muottitekniikoiden erilaisista kustannus-alueista. Näiden graafisten kuvaajien avulla oli tarkoitus päätellä, milloin kannattaa käyttää vane-ri muottia ja milloin kasettimuottia.</p> <p>Opinnäytetyössäni tehtiin Excel-pohjaiset kustannuserittelytaulukot, joiden avulla pystytään eritte-lemään ja vertailemaan molempien muottitekniikoiden kustannuksia. Lisäksi näiden kustannuserit-telytaulukoiden avulla luotiin yhden sivun kokoiset koontilomakkeet, joihin olennaiset tiedot kus-tannuksista keräytyvät automaattisesti. Erittelytaulukoiden avulla pystytään vertailemaan molem-pien muottitekniikoiden hintaa suhteessa altaan korkeuteen. Saatujen laskelmien perusteella luo-tiin erialisiin lähtöarvoihin perustuvia graafisia kuvaajia.</p> <p>Tuloksena saatiin laskentataulukkoja ja graafisia kuvaajia. Näiden laskentataulukoiden ja kuvaajien perusteella voidaan päätellä, mitä muottia kannattaa kulloinkin käyttää. Laskelmien perusteella todettiin, että suurehkoissa suorakaiteen muotoisissa altaissa kasettimuottitekniikalla toteutetut altaat tulevat edullisemmiksi. Tärkeimpiä huomioitavia seikkoja ovat vaneri- ja kasettimuottien työkustannukset sekä kasettimuottien nosto- ja rahtikustannukset. Työn tulos antaa yritykselle tietoa, milloin kannattaa käyttää kasettimuottia.</p>			
Avainsanat Betoni, kasettimuotti, vanerimuotti, lautamuotti, allasrakenne, kustannusvertailu.			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Samuli Turunen			
Title of Thesis The Range of Form Technique Usage in Reservoir Structures			
Date	28 November 2011	Pages/Appendices	58 + 8
Supervisor(s) Mr Kimmo Anttonen, Principal Lecturer			
Client Organisation/Partners Savo-Karjalan Vesihuolto Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The topic of the thesis was suggested by the CEO of Savo-Karjalan Vesihuolto Ltd Mr. Olli Jääskeläinen. He suggested studying the differences in costs of plywood sheeting and sheeting-panel forms in the range of reservoir structure usage. The goal was to make a cost comparison table with both form work. Based on these results the objective was to make a graph that would show the costs of the frame work in question. The purpose of these graphs was to be able to tell when to use plywood sheeting form and when sheeting-panel form.</p> <p>In this project there were made two Excel cost comparison tables. With the help of these comparison tables it was possible to compare the different costs of each form work and to make graphs that indicate the costs of different frame work in different situation. In these graphs the cost of the form work in question is compared to the height of the reservoir.</p> <p>Based on the graphs it was possible to come to the conclusion that it is cheaper to build reservoirs out of sheeting-panel forms. This conclusion stands only when the reservoir is rectangular and fairly large. The main things to take into account when using plywood sheeting forms are labour expenses. Main things to take into account when using sheeting-panel forms are labour expenses, transport charges and lifting costs. The outcomes of this thesis help the company to decide which frame work to use.</p>			
<p>Keywords Concrete, sheeting-panel form, plywood sheeting form, board form, reservoir structure, cost comparison.</p>			
Public			



ALKUSANAT

Tämä insinööryö tehtiin Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:lle. Haluan kiittää yritystä aiheesta ja hyvästä tuesta prosessin aikana. Erityisesti haluan kiittää yrityksen toimitusjohtajaa Olli Jääskeläistä sekä päätoimista tuntiopettajaa Kimmo Anttosta. Haluan myös kiittää Eero Ylhäistä ja Lasse Heiskasta haastattelujen antamisesta.

Kuopiossa 24.11.2011

Samuli Turunen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	7
1.2	Savo-Karjalan Vesihuolto Oy	7
2	KÄYTETTÄVÄT MUOTTITEKNIIKAT	8
2.1	Pohjatietoja	8
2.2	Lautamuotti	9
2.2.1	Yleistä lautamuotista	9
2.2.2	Lautamuotin teko	10
2.2.3	Tarvittava kalusto ja tarvikkeet	12
2.3	Vanerimuotti	14
2.3.1	Yleistä vanerimuotista.....	14
2.3.2	Tarvittava kalusto ja tarvikkeet	16
2.3.3	Vanerimuotin teko	17
2.4	Kasettimuotti	22
2.4.1	Yleistä Kasettimuotista.....	22
2.4.2	Tarvittava kalusto ja tarvikkeet	23
2.4.3	Kasettimuotin kokoaminen	24
3	ERI MUOTTITEKNIIKOIDEN KUSTANNUKSET	32
3.1	Vanerimuotti	32
3.1.1	Materiaalimenekit ja -kustannukset	32
3.1.2	Työmenekit ja -kustannukset.....	34
3.2	Kasettimuotti	35
3.2.1	Materiaalikustannukset ja –menekit.....	35
3.2.2	Työmenekit ja -kustannukset.....	37
3.3	Yhteenveto kustannuksista	38
4	TULOSTEN KÄSITTELY JA ANALYSOINTI.....	39
4.1	Vanerimuotin kustannuserittelytaulukko ja sen sisältö	39
4.2	Laskennan virheet ja mahdolliset epätarkkuustekijät vanerimuotin kustannuserittelyssä	45
4.3	Kasettimuotin kustannuserittelytaulukko ja sen sisältö.....	46
4.4	Laskennan virheet ja mahdolliset epätarkkuustekijät kasettimuotin kustannuserittelyssä	49
4.5	Vaneri- ja kasettimuottien kustannusvaihtelut ja graafiset kuvaajat.....	50
5	POHDINTA.....	55

LIITTEET

Liite 1 Vanerimuotin kustannuserittelytaulukko ja kustannusten koontitaulukko

Liite 2 Kasettimuotin kustannuserittelytaulukko ja kustannusten koontitaulukko

Liite 3 Ramirent Oy:n rahtikustannustaulukko

Liite 4 Suomen Maastorakentajat Oy:n edustajan Eero Ylhäisen haastattelu

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Sain opinnäytetyön aiheen Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:n toimitusjohtajalta, joka kehotti tutkimaan eri muottitekniikoiden mahdollisia kustannuseroja allasrakentamisessa. Lähtökohtana opinnäytetyössä on, että jos tutkimustyössä saadaan hyödyllistä tietoa eri muottitekniikoiden käyttöalueista, voidaan sitä myöhemmin käyttää apuna yrityksen kustannuslaskennassa ja urakkasuunnittelussa. Aihe koskettaa osin myös kesän 2010 työharjoitteluani. Itse olen sitä mieltä, että työstä saattaa olla konkreettista hyötyä niin Savo-Karjalan Vesihuollolle kuin muillekin yrityksille, minkä vuoksi otin aiheen mielelläni vastaan. Opinnäytetyöni taustatietona käytetään myös kahta tekemääni henkilöhaastattelua. Työtäni varten haastattelen Suomen Maastorakentajat Oy:n työpäällikköä Eero Ylhäistä sekä Savo-Karjalan Vesihuolto Oy:n mittakirvesmiestä Lasse Heiskasta. Taustatietolähteinä käytän myös alan kirjallisuutta, Raturkorteja sekä omaa kokemusta muottitekniikoiden käytöstä.

Allasrakenteet ovat yleensä aina betonisia ja enimmäkseen paikalla valettuja, minkä vuoksi tarvitaan erilaisia muottitekniikoita, työryhmän osaamisen ja työtavan kustannustehokkuuden mukaan. Opinnäytetyön tavoitteena on saada tietoa mahdollisista optimikäyttöalueista eri muottitekniikoilla, ja niiden kustannuksista kulloisessakin vaihtoehdossa. Tavoitteena on siis saada selville, minkä kokoisessa altaassa tulisi käyttää mitäkin muottitekniikkaa. Tätä tietoa voidaan sittemmin hyödyntää jo urakoiden laskentavaiheessa. Tavoitteena on myös saada yksinkertaiset graafiset kuvaajat näistä optimialueista, mikäli niitä saadaan eriteltyä.

1.2 Savo-Karjalan Vesihuolto Oy

Savo-Karjalan Vesihuolto Oy on kuopiolainen maa- ja vesirakennusalojen rakentamiseen erikoistunut, vuonna 1985 perustettu yritys. Yrityksen liikevaihto on n. 5 milj. euroa. Pääasiassa yritys toimii Savo-Karjalan ja Keski-Suomen alueella. Yrityksellä on sähkö-, koneiso- ja rakennuosastot. Yrityksen toimitilat sijaitsevat Leväsellä Kuopiossa. Yrityksen rakennuspuolen ominta osaamisaluetta ovat erilaiset allasrakenteet.

2 KÄYTETTÄVÄT MUOTTITEKNIIKAT

2.1 Pohjatietoja

Muottityö käsittää muottien esivalmistuksen, pystytyksen, tuennan, sidonnan, muottien purun ja puhdistuksen sekä muut muottityökunnan tekemät työt kuten mittaus, telinetyö, muotin irrotusaineiden levittäminen, työsaumojen, läpimenojen, varausten teko ja kiinnikkeiden asennus sekä tarvikkeiden siirto, järjestely ja sitominen. (Mäki, Koskenvesa, Sahlstedt, & Penttilä 2009, 80.)

Insinööriyössä käsiteltävät muottitekniikat ovat lautamuotti tekotapansa puolesta, sekä vanerimuotti ja kasettimuotti kokonaisuudessaan. Kustannusten ja käyttöalueiden vertailu on tehty ainoastaan vaneri- ja kasettimuottitekniikoilla. Muut muottitekniikat, kuten suurmuotit jätetään pois, koska ne eivät järkevästi sovellu kyseessä olevan kokoluokan (pienehköt altaat) allasrakentamiseen, eikä suurmuottikalusto ole vertailukelpoinen suhteessa vanerimuottiin.

Pääasiallisesti altaat ovat muodoltaan suorakaiteen muotoisia tai joskus pyöreitä. Joskus altaat voivat olla hyvinkin monimuotoisia ja vaikeasti toteutettavissa. Silloin muotit joudutaan yleensä aina tekemään kappaletavarasta. Pyöreissä altaissa yleisin muottitekniikka on lautamuotti, koska altaan muodon takia kasettimuotin käyttö, olisi hankalaa tai mahdotonta. Varsinkin pienissä pyöreissä altaissa on erittäin hankalaa käyttää kasettimuottia, joka koostuu vakiokokoisista suorista palasista. Pyöreitä altaita voidaan tehdä myös vanerista, jota pystytään taivuttamaan, mikä on kuitenkin suhteellisen hankalaa ja työlästä verrattuna lautamuotin tekemiseen. Kasettimuotti tai vanerimuotti voi tulla kysymykseen, jos altaan koko on huomattavan suuri, milloin yksittäinen suora segmentti voi olla 300 mm leveä, ja kuitenkin lopputuloksena saadaan pyöreä allas. Tehtäessä pyöreää allasta kasetein tulee altaan säteen olla suuri, yli 20 m. Suorakulmion muotoisissa altaissa ei taas ole järkevää käyttää lautamuottia, koska sivut ovat suorina, jolloin voidaan käyttää isompia osia kuten vaneria tai kasettia. Koska sekä vaneri- että kasettimuotti ovat nopeampia tehdä kuin lautamuotti, sekä siksi, että altaiden yleisin muoto on suorakaide, on opinnäytetyössä käsitelty pääasiallisesti vain vaneri- ja kasettimuottitekniikoita. Kerron kuitenkin jäljempänä, kuinka lautamuotti pääpiirteissään tehtäisiin, koska käytännössä vanerimuotti on lautamuotin johdannainen, jossa muottilaudat on korvattu vanerilevyillä.

Tässä työssä käsitelty allas on suorakaiteen muotoinen helpohkosti toteutettavissa oleva keskikokoinen allas. Altaiden tekotapana tässä työssä on käytetty, sitä tapaa, että koko altaan muottityö tehdään kerralla, jolloin kaikki seinät valetaan yhdellä kertaa. Mikäli ei ole pakko tehdä työsaumaa, altaat valetaan yleensä aina yhdellä kertaa, jotta turhia epätiivelyskohtia ei pääse syntymään. Jos altaan seiniä ajatellaan valettavaksi yksi seinä kerrallaan, tulisi se luultavasti kasettimuotilla tehtäessä vieläkin edullisemmaksi, joten sen kustannustarkastelu ei erikseen ole tarpeen.

2.2 Lautamuotti

2.2.1 Yleistä lautamuotista

Ennen lautamuottityön aloittamista tulee alapuoliset rakenteet olla valmiina, tarkastettuna ja tarkemitattuna. Pohja on oltava valmis muottityötä varten, sekä materiaalit ja tarvikkeet oltava valmiina työmaalla. Lopputilanne tulisi olla se, että muotit on purettu ja materiaalit lajiteltu puhdistettuna. Lopullinen työ on tarkastettu ja hyväksytty. (*Ratu 21-0269.*)

Lautamuotti rakennetaan työmaalla kappalepuutavarasta. Muottipintana toimivat laudat ja tukirakenteina käytetään useimmiten puuta tai joskus metallia. Lautamuotti on hyvin vapaasti rakennettavissa ja muunneltavissa, eikä sitä tehtäessä vaadita suurta mittatarkkuutta. Lautamuottia käytetään nykyisin pääasiassa ulkonäkövaatimusten takia tai silloin, kun rakenteen muoto sitä erityisesti vaatii.

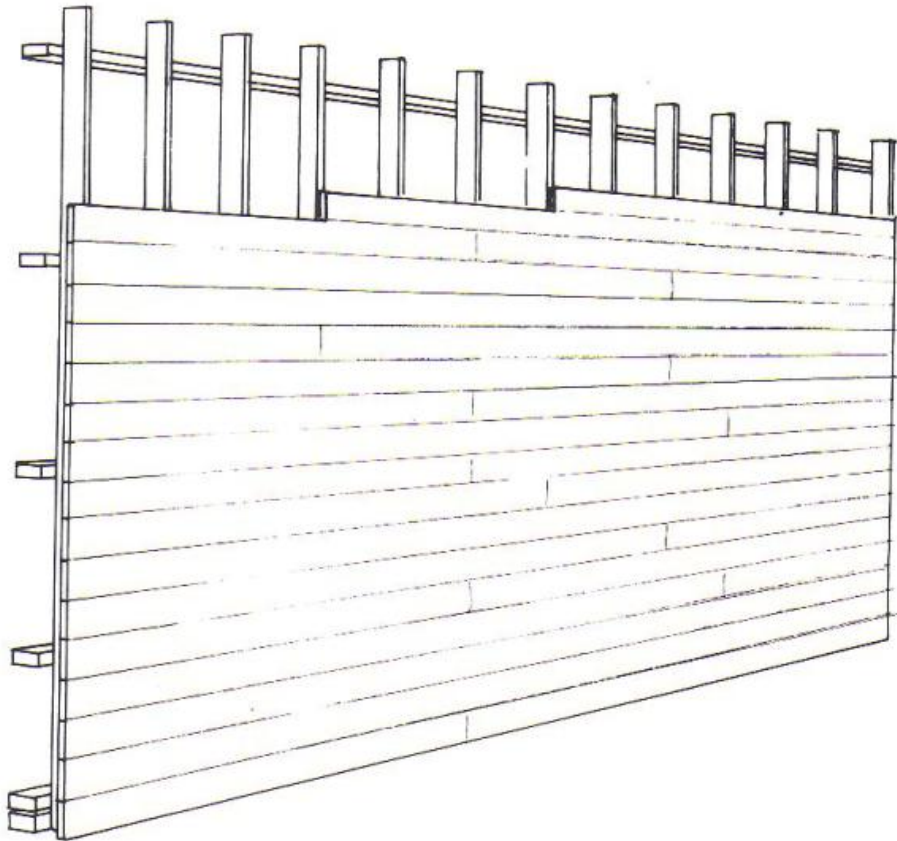
Lauta- tai levymuottia käytetään allasrakentamisessa silloin, kun rakenteet ovat hyvin monimuotoisia ja pienipiirteisiä, eikä valukertoja ole useampaa kuin yksi tai muutama. Käytettäessä lautaa muotin pinnassa pitää huomioida, että laudan tulee aina olla uusi ja puhdas. (Betonikeskus ry. 2004, 31.) Vaikka Ratu-kortisto sanoo, että muottitekniikoiden kehittymisestä huolimatta ovat lauta- ja levymuottirakenteet säilyttäneet kilpailukykyä paikallarakentamisessa (Ratu 06-3029 1994, 1), ei lautamuotin käyttö allasrakentamisessa ole kovin perusteltua. Koska allasrakentamisessa seinät ovat usein isoja ja pinta-alat suuria, eikä pinnoille ole asetettu arkkitehdillisiä vaatimuksia, käytetään allasmuottien pintana muottivaneria. Allasrakentamisessa lautamuottia käytetään silloin, kun rakenteen muoto sitä jostain syystä vaatii. Tällaisia muotoja voivat olla pienisäteiset pyöreät altaat tai erittäin monimuotoiset ja mutkikkaat altaat.

Lautamuotin käyttäminen ei vaadi erikoista nosto- tai työstökalustoa. Lautamuotin tekemiseen tarvitaan, karkeasti ajateltuna, vain puutavaraa, vasara, nautoja ja saha. Lautamuotin teko on hitaampaa kuin vaneri- ja kasettimuotin, koska yksittäisiä palasia on niin paljon. Myös Ratu-kortiston työaikameneikki on lautamuotilla suurempi, kuin vaikkapa vaneri- ja kasettimuotilla.

2.2.2 Lautamuotin teko

Muottityön esivalmistus lautamuottia valmistettaessa on lähestulkoon olematon ja pystytys tapahtuukin kappaletavarasta rakentamalla paikan päällä. Pystyyn tuenta tapahtuu kappaletavarasta, yleensä 50x100 mm:n kokoisesta laudasta, vinotuentana altaan pohjasta ja ympäröivistä maapenkereistä. Kahden muottiseinän sidonta toisiinsa tapahtuu sidetappien eli muottisiteiden avulla (kuva 8). Muotit puretaan päinvastaisessa järjestyksessä, kuin ne on rakennettu. Muotteja tarvitsee puhdistaa vain, jos muottilautoja aiotaan käyttää uudelleen. Vaikka valumuotissa käytetyt laudat ovat puhdistuksen jälkeen kohtuullisen hyväkuntoisia, ei betonisia muottilautoja useinkaan käytetä enää uudelleen. Irrotusaineita ei yleensä lautamuotissa käytetä, koska laudat ovat sahalautaa eli ns. karvalautoja, jolloin muottiöljy imeytyy puuhun eikä siitä ole välttämättä samanlaista hyötyä kuin esimerkiksi muottivanerin pinnalla. Muottilaudat on kuitenkin hyvä kastella ennen valua, jolloin betonista haihtuva kosteus ei imeydy lautoihin, eivätkä muottilaudat pääse turpoamaan liikaa. Kastelu hidastaa myös muotia vasten olevan betonin kuivumista, koska muotti ei ime niin paljon kosteutta betonista. Hitaampi kuivuminen ehkäisee myös pintahalkeilua. Läpimenot, varaukset sekä muut työt tapahtuvat lähestulkoon samalla tavalla, kuin missä tahansa muoteissa, joskin niiden teko on luultavasti helpointa juuri lautamuottiin, koska muotin turmeltumisesta ei ole haittaa.

Vaakalauδοitus (kuva 1) on yleisin lautapintaisissa muoteissa käytetty lautojen suunta. Sen teossa käytetty työjärjestys on helpompi kuin pystylauδοitetussa seinässä. Pystylauδοitus (kuva 2) tulee kysymykseen, kun seinä on esimerkiksi kaareva. (Kava ja 2001, 196.) Allsrakentamisessa vaakalauδοitus tulee kysymykseen erittäin harvoin, koska pyöreitä altaita rakentaessa käytetään juuri pystylauδοitusta.



Kuva 1. Periaatepiirros vaakalaudoitetusta lautamuotista. Kuvasta puuttuu solkien tuuplanket, jotka näkyvät kuvassa 6. (Kavaja 2011, 198). Kuva kirjasta Rakennuksen puutyöt, Rakennustieto Oy 2011, © Reino Kavaja ja Rakennustieto Oy. Lupa kuvan käyttöön saatu.

Muottipintana lautamuotissa käytetään yleensä 22x100 mm:n kokoisia lautoja, olipa kyseessä sitten vaaka- tai pysty-laudoitus. Muottipinnan taakse tulee ns. pystytuet eli pystykoolaus. Pystytuet tulevat kohtisuoraan muottipintaa vastaan (vaakalaudoitettu lautamuotti). Pystytukien taakse tulee vielä ns. vaakajuoksut eli soljet, jotka taas tulevat kohtisuoraan pystyjuoksuihin vastaan. Pystytuet koostuvat vähintään 25x100 mm:n kokoisista laudoista ja 50x100 mm:n kokoisista laudoista, joista joka toinen pystylauta on paksumpi ja joka toinen ohuempi. Lautoja tulisi olla riittävän tiheään, esimerkiksi 200 mm:n välein. Pystytuet asennetaan muottilaudoitusta vasten siten, että 25 mm leveä tai 50 mm leveä sivu tulee muottilaudoitusta vasten. Koolauslautoja tulee noin 200 mm:n välein (keskeltä keskelle). Näiden pystykoolausten päälle tulee vielä soivot, joita asennetaan aina kaksi päällekkäin (kuva 6) siten, että väliin jää noin 1,5 cm:n rako. Rako jätetään, jotta sidontatapat mahtuvat niiden välistä, kuitenkin siten, että

kiristyskiiloille jää riittävästi tukipinta-alaa (kuva 8). Viimeisenä muottiseinä tuetaan vinosti ympäröivään maapenkereeseen tai mahdollisesti altaan esivalettuun lattiaan eli ns. roskavaluun. Vaakatuennan eli solkien määrä tulee olla muotin alapäässä tiheämpää, kuin muotin yläpäässä, koska muotin alapäähän kohdistuu suurin valupaine. Soljissa ja vinotuennassa käytetään vähintään 50 x 100 mm:n kokoista, yhtenäistä kappalepuutavaraa. Kulkusillat ja kaiteet tehdään myös kappalepuutavaraa muotin taakse. Kulkusiltojen tuennassa on syytä käyttää esimerkiksi 50x100 mm:n kokoista puutavaraa ja vaikkapa vaneria. Kulkusillat voidaan tehdä vaikkapa kolmiotukien avulla muotin takapuolelle. Kolmiotuki voidaan rakentaa solkien päältä, joista saa hyvän tuen. Kolmiotuki tulee olla n. 1,5 m:n välein. Kolmiotukien päälle tulee laittaa 400 mm:n välein, poikkisuuntaan kolmiotukiin nähden, 50x100 mm:n kokoisia lautoja pystyyn. 50x100 mm:n koolauksen päälle ruuvataan vanerit. Kulkusilta voidaan tehdä vanereita käytettäessä 1 200 mm leveäksi, koska vanerit ovat yleensä sen levyisiä. Toisaalta voidaan käyttää myös 50x100 mm:n kokoisia lautoja vierekkäin, leveä puoli alaspäin. Tällöin on kolmiotukia oltava riittävän tiheään. Kulkusiltoja tehtäessä tulee muistaa, että kaiteet kannattaa tehdä 1 100 mm korkeiksi. Puolella välissä kaidetta (550 mm) tulee olla myös poikkikaide ja alhaalla työtasossa tulee olla 100 mm:ä korkea potkulista (22x100 mm:n lauta pystyssä), jotta työkalut eivät pääse putoamaan alas.

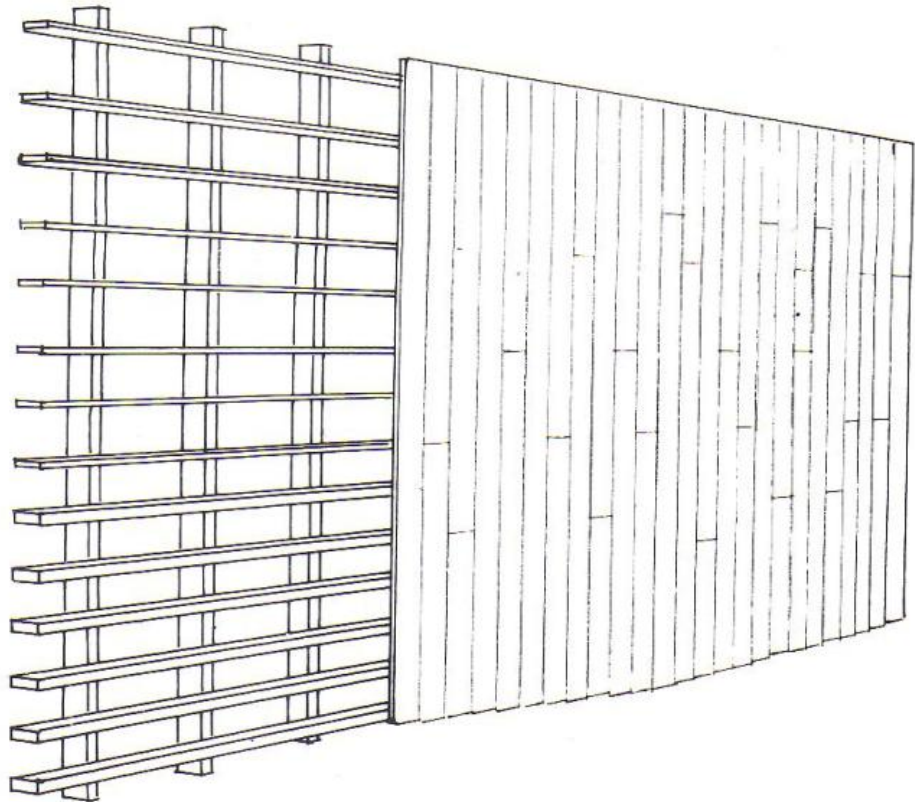
2.2.3 Tarvittava kalusto ja tarvikkeet

Lautamuottia tehtäessä tarvitaan seuraavia tarvikkeita ja kalustoa:

- 22x100 mm:n kokoista puutavaraa muottipinnaksi ja kulkusiltojen potkulistoiksi
- 25x100 mm:n kokoista puutavaraa pystykoolaukseen
- 50x100 mm:n kokoista puutavaraa pystykoolaukseen, vinotuentaan ja kulkusiltoihin
- 75 mm ja 100 mm pitkiä nauvoja kiinnitykseen
- työkaluja, kuten vasara, leka, moottorisaha, metrimitta, linjalankaa, vaaituskone, vatupassi, rautakanki yms.
- muottisiteitä ja muottilukkoja (kuva 7)
- mahdollisesti telineitä ja tikkaita, sekä turvavaljaita yms. putoamissuojaimia (korkeissa muoteissa)

- muotin kasteluvälineet, kuten ruisku tai vesiletku
- akkuporakone ja ruuveja.

Puutavara tilataan yleensä isoissa erissä työmaalle tuotuna. Paikallinen puutavaran toimittaja tuo tilatun puutavaran työmaalle ja purkaa sen haluttuun kohtaan. Tässä vaiheessa kannattaa jo miettiä, missä puutavaraa tarvitaan, jotta voidaan kerralla purkaa kuorma mahdollisimman lähelle. Puutavaraa voidaan siirtää työmaalla käsin tai mahdollisesti isompia eriä kaivinkoneella tms. työkonella. Lautamuotin teossa ei siis tarvita erillistä nostokalustoa. Nauloja tarvitaan työmaalla aina, joten niitä kannattaa tilata paljon kerralla. Kaikkea mahdollista, mitä lautamuotin teossa tarvitaan, on vaikea arvioida, mutta edellä mainitut tarvikkeet ovat tärkeimmät.



Kuva 2. Periaatepiirros pystylaudoitetusta lautamuotista. Kuvasta puuttuvat solkien tuplaukset, jotka näkyvät kuvassa 6. (Kavaja 2011, 198) Kuva kirjasta Rakennuksen puutyöt, Rakennustieto Oy 2011, © Reino Kavaja ja Rakennustieto Oy. Lupa kuvan käyttöön saatu.

2.3 Vanerimuotti

2.3.1 Yleistä vanerimuotista

Muottitekniikoiden kehitymisestä huolimatta ovat lauta- ja levymuottirakenteet säilyttäneet kilpailukykynsä paikallarakentamisessa. Suuri joustavuus ja soveltuvuus erilaisiin käyttötilanteisiin, helppo työstettävyys, hyvä saatavuus, keveys ja edullinen hinta sekä ammattitaitoinen työvoima ovat jatkuvan menestyksen selittäjiä. Myös tulevaisuudessa säilyttänevät lauta- ja levymuotit sijansa rakentamisessa. (Rakennustieto Oy. 1994, 1.)

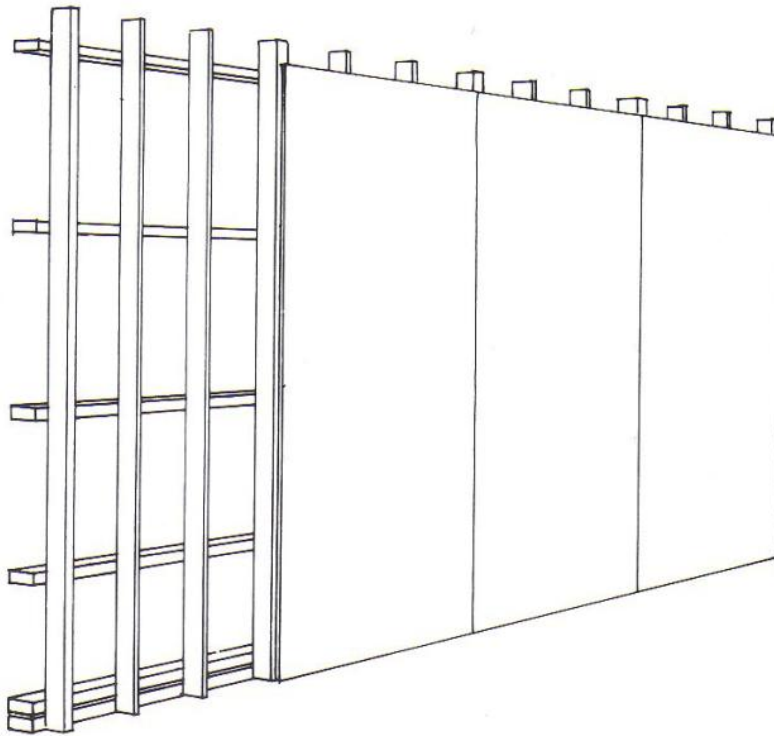
Vaikkakin Ratu-kortiston tieto on vuodelta 1994, on se mielestäni edelleen osittain paikkansapitävää. Varsinkin allasrakentamisessa juuri muottitekniikan joustavuus, helppo työstettävyys ja hyvä saatavuus ovat suuria etuja rakentamisen sijoittuessa usein kohteisiin, jossa kasettikaluston saaminen voi olla hankalaa tai erityisen kallista. Isot yritykset, joilla rakennusvolyymi on suuri, voivat ostaa kasettikalustoa omaksi, jolloin kasettimuottien käyttö on perustellumpaa, koska muotit saadaan aina työmaalta toiselle varmasti, eikä niistä synny juuri muita kuin korjaus- ja kuljetuskustannuksia. Pienemmissä yrityksissä on usein järkevää ostaa puutavara paikalliselta toimittajalta läheltä rakennuspaikkaa ja tehdä pienien altainen muotit paikanpäällä. Allasrakenteita tehtäessä joudutaan aina käyttämään jonkin verran vanerimuotteja. Esimerkiksi viistevaluja tai muita ”poteroita” tehtäessä ei ole mahdollista eikä järkevää käyttää muita kuin vanerimuottia. Isoja seinäpintoja valettaessa kasettimuotti voi tulla kilpailevaksi vaihtoehdoksi ja jopa edullisemmaksi. Tähän on paneuduttu enemmän luvussa 4.

Vanerimuotti on allasrakentamisessa yleisemmin käytetty muottitekniikka kuin lauta-muotti. Vanerimuotissa muottilaudat on korvattu tasakokoisilla, yleensä 1 220x2 440 mm:n tai 1 220x1 220 mm:n kokoisilla, vanerilevyillä. Käytetty vaneri voi olla filmi-vaneria tai puhdasta vaneria ilman mitään pinnoitetta, kuten koivu- tai havuvaneria. Muuten käytettävät materiaalit ovat samoja kuin lautamuotissakin ja myös rakenne on samantapainen kuin vaakalaudoitetussa lautamuotissa. Vanerimuotin käyttö allasrakentamisessa on perusteltua varsinkin silloin, kun paikka on kasettimuotille ahdas tai muuten kasetein vaikeasti toteutettavissa (paljon kulmia). Yleensä vaneria ja kappale-tavaraa käytetään myös kasettimuotin lisänä täydentämässä niitä kohtia, joihin kasettimuotin osat eivät käy. Vanerimuotti on lautamuottia jäykempi, nopeampi ja sitä voidaan käyttää lähestulkoon milloin vain. Jos vanerimuottia käytetään kaarevissa

pinnoissa, tulee säteen olla riittävän suuri, jotta vaneri saadaan taivutettua muotoon helposti.

Käytettäessä vanerimuottia päästään lautamuottiin nähden helpommalla, koska vanerimuottia tehtäessä on mahdollista valmistaa muotit osittain etukäteen, jolloin työn tekeminen nopeutuu huomattavasti. Tietyllä tavalla tämä esityö tekee vanerimuotista kasettimuotin, jolloin kasetit on vain itse tehty työmaalla kappaletavarasta. Varsinkin allasrakentamisessa, missä seinät ovat kohtalaisen korkeita, on hyvä että muotteja voidaan valmistaa mahdollisimman pitkälle maan tasossa, esimerkiksi muottipöydällä. Näin ollen ei tarvita korkealle ulottuvia telineitä tai nostolaitteita niin paljon, mikä vähentää tapaturmariskiä sekä nopeuttaa työn suoritusta huomattavasti. Muottien keveydestä johtuen ne voidaan kantaa kohteeseen, nostaa pystyyn ja rakentaa loppuun käsin. Vasta, kun yksittäinen ns. siivu on yli 4 m korkea, joudutaan siivut tekemään kahdessa osassa, jotta yksittäisen siivun paino ei olisi liian suuri kannettavaksi. Varsinkin allasrakentamisessa näitä valmiita siivuja tehdään usein tarkoitukseen valmistetulla muottipöydällä. Muotin 1 220 mm leveitä osia eli siivuja, voidaan tehdä muun työn sivussa, vaikka pohjavalun kuivumista odottaessa. Tämä esivalmistus vaihe nopeuttaa varsinaisen muotin rakentamista ja näin ollen koko muotin valmistamista.

Vanerimuotteja on myös ostettavissa tai vuokrattavissa valmiiksi tehtyinä. Esimerkiksi Muottikolmio Oy vuokraa ja myy Malthus-kasettimuottijärjestelmää, joka on periaatteessa samanlainen vanerimuotti, jota allasrakentamisessa yleisesti käytetään. Malthus-kasetit ovat filmivanerista ja 50x100 mm:n puutavarasta tehtyjä valmiita tasamittaisia kasetteja. Ongelma valmiissa järjestelmässä on se, että sen siirtoon ja säilytykseen tarvittaisiin paljon tilaa ja varsinkin yrityksen, joka työskentelee useilla eri paikkakunnilla ympäri Suomea, on hankala kuljetella kalustoa työkohteesta toiselle. Puurunkoisissa Malthus-kaseteissa on myös se ongelma, että ne eivät ole läheskään yhtä säilyviä ja kestäviä kuin metalliset kasettimuotit. Valmiiden puurakenteisten kasettien tekeminen, säilyttäminen, korjaaminen ja kuljettaminen maksaisi niin paljon, ettei niiden käyttö allasrakentamisessa olisi kustannustehokasta.



Kuva 3. Periaatepiirros vanerimuotista. Kuvasta puuttuvat solkien tuplaukset, jotka näkyvät kuvassa 6. (Kavaja 2011, 198). Kuva kirjasta Rakennuksen puutyöt, Rakennustieto Oy 2011, © Reino Kavaja ja Rakennustieto Oy. Lupa kuvan käyttöön saatu.

2.3.2 Tarvittava kalusto ja tarvikkeet

Vanerimuottia rakennettaessa tarvitaan seuraavanlaisia tarvikkeita ja kalustoa:

- 25x100 mm:n kokoista puutavaraa pystykoolaukseen ja kulkusiltojen potkulistoiksi
- 50x100 mm:n kokoista puutavaraa pystykoolaukseen, vinotuentaan ja kulkusiltoihin
- esimerkiksi 1220x2440 mm:n kokoisia ja 12 mm paksuja koivuvanerilevyjä sekä muottiöljyä
- samat tarvikkeet ja työkalut kuin lautamuottia rakennettaessa, sekä lisäksi muottivanereiden puhdistukseen tarvittavia välineitä, kuten petkele, harja ja vesiletku
- lähestulkoon aina tarvitaan jonkinlaiset alumiinitelineet ja työtaso sekä turvaljaat yms. putoamissuojaimia.

Vanerimuottia tehtäessä ja tarvikkeita hankittaessa on hyvä pitää mielessä tekotapa. Kun tiedetään, että vanerimuottia tehtäessä voidaan muotti osittain esivalmistella maassa, tulee tarvikkeet sijoittaa lähelle muottisiivujen tekopaikkaa. Puutavara ja vanerit kannattaa sijoittaa mahdollisimman lähelle itse muottia, kuitenkin niin ettei niistä ole haittaa. Vaneria toimittaa luultavimmin sama paikallinen puutavaran toimittaja. Muottiöljyä saa usein paikallisilta toimittajilta.

2.3.3 Vanerimuotin teko

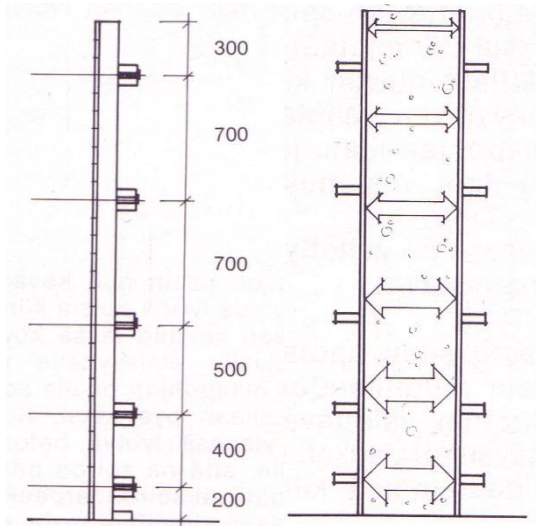
Kuten edellä jo mainittiin, vanerimuotti rakennetaan osittain maassa siten, että riittävä määrä vanerilevyjä liitetään yhteen vaaditun korkeuden saavuttamiseksi. On hyvä, että muotti on aina hieman korkeampi kuin itse seinä, jolloin ylin korko on helpommin hallittavissa. Myös seinän yläpinta on helpommin hallittavissa ja tehtävissä, kun muotti tehdään hieman korkeammaksi kuin itse valmis seinä. Myöhemmin esitetyissä laskelmissa oletettu seinä on aina 200 mm matalampi kuin rakennettu muotti. Vanereiden yhteen liittäminen tapahtuu naulaamalla vanereiden reunoihin vähintään 25x100 mm:n paksuiset laudat (tarvittaessa paksummat). Näitä ns. siivuja liitetään sitten toisiinsa vierekkäin pystyyn, jolloin muodostuu halutun kokoinen ja korkuinen yhtenäinen muottipinta.

Vanerit kannattaa öljytä, jolloin ne irtoavat betonista helpommin ja niitä voidaan mahdollisesti käyttää uudelleen myöhemmin. Muotteja öljyettäessä tulee muistaa, että muottiöljyä ei saa joutua raudoitukseen, jotta teräksien tartunta betoniin ei heikkene. Muotit tulee siis öljytä ennen pystyyn laittamista. Jos muotti ainoastaan kastellaan, ei teräksille aiheudu haittaa. Vanereita aseteltaessa tulee myös kiinnittää huomiota vanerin syysuuntiin. Vanerin näkyvät poikkisytyt tulee asettaa siivun leveyssuuntaan, jolloin vaneri ei taivu niin paljoa (kokemusperäinen havainto). Yleensä käytetään vähintään 12 mm paksua ja 1 220x2 440 mm:n kokoista vaneria. Ohuempaa vaneria ei useinkaan käytetä, koska se vääntyilee helpommin ja näin ollen tarvittaisiin lisää pystytukia. Optimaalisesta vanerin paksuudesta ja pystytukien määrästä ei ole tutkimustietoa, ja yleensä käytetäänkin juuri tiettyä hyväksi havaittua tekniikkaa. Pelkät ohuet laudat vanerien reunoilla eivät kuitenkaan riitä, vaan tuentaa levyjen takana tulee olla huomattavasti enemmän. Kun vanerin (1 220x2 440 mm) reunoilla on 25 mm paksuiset laudat, tulee vanerin keskelle sekä neljännesosalinjoille eli n. 300 mm päähän molemmista reunoista naulata 50x100 mm:n kokoista puutavaraa. 50x100 mm:n lau-

dat naulataan siten, että 50 mm leveä sivu on vaneria vasten. Samoin 25x100 mm:n laudat naulataan 25 mm leveä sivu vaneriin päin. Näin muodostuu 50 mm leveä ja 100 mm paksu tuki. Vanerin takana on 50 mm leveä tukipinta 300 mm välein olettaen, että aina kaksi siivua naulataan yhteen, jolloin molempien siivujen reunassa olevat 25 mm paksuiset laudat muodostavat yhteen naulattuna 50 mm tukipinnan. Tuentaa on syytä lisätä vielä siten, että jokaiseen väliin naulataan 25 mm paksuinen lauta samalla tavoin pystyyn, ohuempi sivu vaneriin, kuten muutkin pystytuet. Näin tehtynä (kuva 4) on vanerin takana n. 150 mm välein pystytuki, jolloin betonin aiheuttama valupaine (kuva 5) saadaan siirrettyä vaaka- ja vinotuennan kautta maahan tai haluttuun pisteeseen (kuvan 6 oikea alalaita).



Kuva 4. Kuvassa on vastavaluseinän vanerimuotti, jossa on helposti nähtävissä vanerimuotin pystytuenta sekä ns. siivut 1 220 mm välein. Kyseisessä muotissa on käytetty 1 220x1 220 mm:n kokoisia vanerilevyjä. Kuva Savo-Karjalan Vesihuolto Oy.



Kuva 5. Kuvassa näkyvät vaakatuken eli solkien paikat ja etäisyydet sekä muottia vasten kohdistuva valupaine. Mitat ovat millimetrejä ja valupaineen suuruutta kuvaa nuolen paksuus. (Kavaja 2011, 206). Kuvat kirjasta Rakennuksen puutyöt, Rakennustieto Oy 2011, © Reino Kavaja ja Rakennustieto Oy. Lupa kuvien käyttöön saatu.



Kuva 6. Kuvassa kasettimuotin ja vanerimuotin liittymäkohta. Kuvassa on hyvin havaittavissa vaakasuojet, vinotuenta maapenkereeseen sekä muottilukkoja. Kuva Savo-Karjalan Vesihuolto Oy.

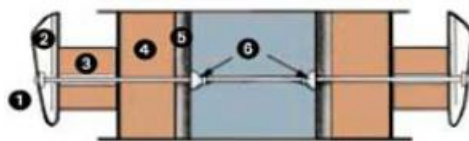
Vaakatuotet (kuva 6) eli aiemmin mainitut soljet tehdään samalla tavoin kuin vaakalautoitetussa lautamuotissakin (kuva 1) eli 50x100 mm:n kokoisesta puutavarasta naulataan vaakatuotet kiinni vanerimuotin pystykoolaukseen (kuva 5). Vaakatukia tulee kaksi päällekkäin siten, että väliin jää n. 15 mm rako sidontatappeja (kuva 8) varten. Vaakatuotenta on tiheämpää muotin alapäässä ja harvenee muotin yläpäähän (kuva 4), kuitenkin siten että tukia on vähintään n. 700 mm välein. Alapäässä tukia kannattaa olla 300 mm välein tai jopa tiheämmässäkin, koska betonin aiheuttama valupaine on suurimmillaan juuri muotin alapäässä, aivan kuten lautamuotissa (kuva 4). Jos seinä valetaan kahden muotin väliin, jolloin muotit tulevat toisiinsa kiinni muottisiteillä, ei vinotuennan tarvitse ottaa suuria voimia vastaan. Seinässä, jonka molemmilla puolilla on muotti, vinotuennan tärkein tehtävä on pitää muotit ja seinä pystyssä.

Jos seinä kuitenkin valetaan siten, että muotti on vain toispuoleinen, on kyseessä ns. vastavalu. Tällaisissa, esimerkiksi jo olemassa olevaa seinää vasten valettavissa seinissä, on pidettävä huoli, että vinotuotenta on riittävä vastaanottamaan ne voimat, joita muotille kohdistuu. Vastavaluissa ei kappalepuutavara ole välttämättä enää riittävän lujaa tai sitä jouduttaisiin käyttämään niin suuria määriä, ettei se olisi enää kannattavaa. Tällöin on mietittävä toisenlaisia tukimuotoja, kuten esimerkiksi teräksisiä kolmiojalkoja tai -tukia (kuva 7). Yleensä kuitenkin altaan seinä valetaan molemmin puolin muotitettuna, jolloin vinotuotentaan riittää normaali 50x100 mm:n kokoinen kappalepuutavara. Vinotuotenta tulee tehdä ympäröiviin maapenkereisiin siten, että muotissa on aina 2 metrin välein vinotuki, joka on toisesta päästä tuettu maahan tai altaan pohjaan. Alle 4 metriä korkeissa muoteissa riittää kaksi vinotukea 2 metrin välein. Yli 4 metriä korkeissa muoteissa tulee olla kolme vinotukea, 2 metrin välein.

Kulkusillat ja kaiteet tehdään samalla tavoin kuin lautamuotissa. Naulaaminen voidaan suorittaa naulapistoolilla tai irtonauloilla naulaamalla. Kokemusperäisesti tiedetään, että galvanoiduilla (kuumasinkityillä) irtonauloilla naulattaessa saadaan hyvä ja varma pito kappaleiden välille, eikä se ole juurikaan naulapistoolilla naulaamista hitaampaa, varsinkin jos käytettävissä ei ole kaasunaulapistoolia. Talvella naulapistoolien käyttövarmuus on yksi syy, miksi niiden käyttöä saatetaan vältellä. Vanerimuotin purkamisen nopeaa, joskin siitä syntyy paljon puujätettä, jota ei useinkaan voida käyttää uudelleen. Purkamisen tapahtuu käänteisesti, aivan kuten lautamuotissakin.



Kuva 7. Kuvassa on toista seinää vasten tehty muotti eli ns. vastavalun muotti, ja sen tuenta teräksisin kolmiojaloin. Taustalla näkyy kasettimuotin valmista kulkusiltaa. Kuva Savo-Karjalan Vesihuolto Oy.



1. Pulttiin stansattu teräsprikka
2. Kiila
3. Vaakajuoksut
4. Pystyjuoksut
5. Muottipinta
6. Muovikartio varmistaa oikean seinämäpaksuuden ja katkaisee pultin oikeasta kohdasta.



Kuva 8. Periaatepiirros muottisiteestä (Kiinnike-Kolmio Oy:n [www-sivu.](http://www.sivu.fi)). Lupa kuvan käyttöön saatu.

Kuvassa 8. on esitetty periaatepiirros yleensä käytettävistä muottisiteistä, joita nykyään saadaan kohtuuhintaan esivalmistettuna. Nämä muottisiteet ovat valmiiksi juuri oikean mittaisia, jolloin saadaan täsmälleen halutun paksuinen seinämä. Valmiit

muottisiteet ovat helppokäyttöisiä ja niiden käyttäminen nopeuttaa muotin kasausta huomattavasti. Muottisiteitä saa myös valmiiksi vesi- ja kaasutiiviinä, jolloin siteen keskellä on metallinen laippa. Allasrakentamisessa on käytettävä juuri näitä kaasutiiviitä muottisiteitä.

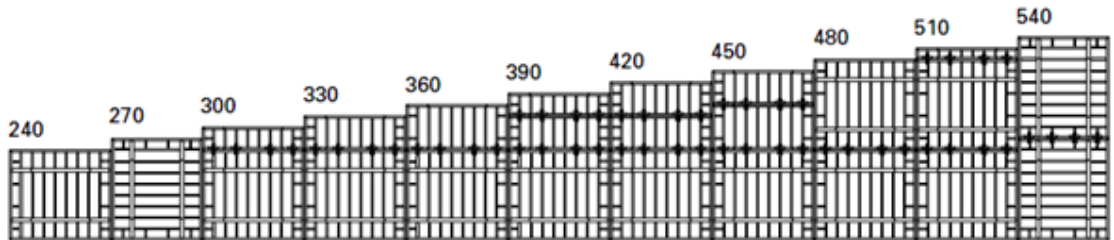
2.4 Kasettimuotti

2.4.1 Yleistä Kasettimuotista

Kasettimuottijärjestelmä koostuu valmiiksi tehdyistä metallikaseteista, joissa muottipinta on yleensä vaneria. Kasetit ovat yleensä teräs- tai joskus myös alumiinirunkoisia (Pahkala, Rossi, Viita, & Vuorinen, 1998, 16). Allasrakentamisessa on järkevintä käyttää metallirunkoisia kasettimuottijärjestelmiä, koska rakenteet ovat usein suoraviivaisia eikä betonipinnalle ole tiukkoja vaatimuksia (Betonikeskus ry. 2004, 32). Kasettimuotti ei ole läheskään yhtä joustava muottitekniikka kuin paikalla tehtävät lautat tai vanerimuotit, vaikkakin nykyiset järjestelmät ovat yllättävän monipuolisia ja muunneltavissa (kuva 9). Kasettimuottien käyttö edellyttää aina nostokalustoa, mikä aiheuttaa lisäkustannuksia. Toisaalta valmiiden kasettien asentaminen on nopeampaa ja siten aikataulu nopeutuu ja kustannukset vähenevät. Kasetit ovat käytettävissä useaan kertaan, mikä on myös yksi kustannuksia laskeva tekijä. Huolellisella öljyämällä ja puhdistuksella voidaan yhdellä muottivanerilla valaa n. 15 kertaa/puoli eli yhteensä yhdellä vanerilla voidaan valaa 30 kertaa ennen sen vaihtamista. Metallikasettien runko kestää huolellisesti käsiteltynä periaatteessa ikuisesti. Kasettimuottien tehokas käyttö vaatii käyttäjiltään harjaantumista, kokemusta ja oikeita työmenetelmiä. Kasettimuottijärjestelmän käyttö vaatii huolellista ennakkosuunnittelua ja etukäteen tehdyt muottisuunnitelmat. Valun jälkeinen puhdistustyö ja muottien kasaaminen taakoiksi vaativat myös paljon työvoimaa, etukäteiskasauksen lisäksi. Puhdistus onkin yksi kustannuksia lisäävä tekijä, kun verrataan kasettimuottia vanerimuottiin.

Kasettimuottijärjestelmää käytettäessä on muistettava, että altaat eivät voi olla kovin monimuotoisia tai pieniä. Varsinkin, jos allas on pieni ja pyöreä, on kasettimuottien käyttö hankalaa. Kasettimuottikalustoa vuokraavat yritykset taas sijaitsevat kaikki Etelä-Suomessa, mikä hankaloittaa kasettijärjestelmien käyttöä. Rahtikustannukset keskeemmälle Suomea, sekä kasettien saatavuus, ovat tekijöitä, joiden takia kasettimuottien käyttö ei ole aina mahdollista tai järkevää. Usein kuitenkin kasettimuottijärjestelmän nopea kasaaminen ja purkaminen, ovat ratkaisevia tekijöitä, miksi niitä

halutaan käyttää. Yritykselle omaksi hankittu kasettimuottikalusto voi tulla kysymykseen silloin, kun tehdään usein juuri tietyn tyyppisiä rakenteita, jolloin suoritetaan paljon vanhan toistoa. Usein altaat ja rakenteet ovat hyvin erilaisia, jolloin on vaikea ostaa juuri sopivaa määrää muottikalustoa omaksi. Muottikaluston kuljetus ja ylläpito on myös kallista, minkä vuoksi usein päädytäänkin vuokraamaan kalustoa.



Kuva 9. Periaatepiirros kasettimuottijärjestelmästä (Peri Suomi Ltd Oy:n [www-sivu](http://www.peri.fi)). Lupa kuvan käyttöön saatu

2.4.2 Tarvittava kalusto ja tarvikkeet

Kasettimuottia tehtäessä tarvitaan seuraavanlaista kalustoa ja tarvikkeita:

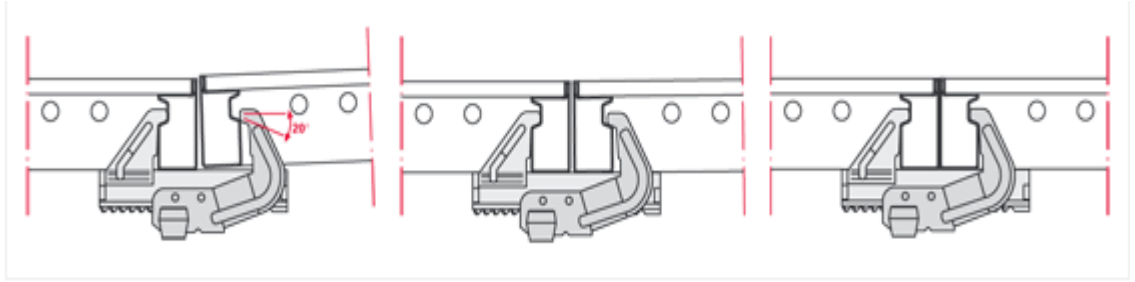
- hyvä muottisuunnitelma ja sen mukaiset kasetit
- muottilukkoja ja muottisiteitä seinien sidontaa varten
- välikeputkia, jotta muottisiteet voidaan ottaa pois valun jälkeen
- rakennustelineet ja puutavaraa kulkusiltoja varten (50x100 mm)
- putoamissuojaimia sekä alumiiniset tikkaat tai rakennustelineet asennusta varten
- vanerilappuja tai vastaavasti muovisia asennuspaloja kasettien alle, suoraan asentamista varten
- eri kokoista puutavaraa mahdollisten rakojen tukkimiseksi, sekä porakone ja betoniproppuja
- työkaluja kuten vasaroita, lekoja, rautakankia, vatupassi jne.
- nostokalustoa, kuten torninosturi, mobiilinosturi tai kuorma-auto, joka on varustettu kuormausnostimella
- muottiöljyä ja ruisku sekä mahdollisesti radiopuhelimia yms. asennusta jouduttavia apuvälineitä.

Kasettimuottia rakennettaessa tärkeimpiä ovat oikeat suunnitelmat ja kasetit. Seinämä kootaan valmiiksi maassa suunnitelman levyisinä palasina suunniteltuun korkeuteen, minkä jälkeen ylös asti valmis lohko nostetaan paikalleen. Paikalleen asentamisessa tarvitaan neopreenisia asennuspaloja tai vanerilappuja, jotta muotti saadaan vaakasuoraan alustalleen. Kasettilohkoja nostettaessa tarvitaan aina nostokalustoa, sekä putoamissuojaimet, henkilölle joka irrottaa tarraimen muotista. Yleensä tarvitaan myös samoja työkaluja kuin vanerimuottia rakennettaessa, sekä telineet.

2.4.3 Kasettimuotin kokoaminen

Kasettimuotteja käsiteltäessä ja kasattaessa on tärkeintä muistaa työturvallisuusmääräykset ja oikeat menetelmät. Koska työskennellään painavien osien kanssa, joskus hyvinkin korkealla, on työtapaturvavaara aina suuri. Tahdistavana tekijänä kasettimuottia kasattaessa on usein nosturi ja työryhmän kokemus kasettimuottien kasamisesta. Kuten edellä on jo mainittu, kasetit ovat valmiita metallirankaisia ja vaneripintaisia muotteja, joita toimittajilla on yleensä tiettyinä standardikokoisina palasina (kuva 9). Yleensä suurimmat palaset ovat n. 2,4x2,7 m ja pienimmät n. 0,3x0,6 m.

Muotin rakentaminen kaseteista on kohtalaisen nopeaa ja yksinkertaista, kunhan työryhmällä on kokemusta kasettimuottitöistä, sekä ammattitaitoinen ja käyttökohteeseen soveltuva nostokalusto ja nostohenkilöstö. Palasia kootaan maassa yhteen siten, että saadaan halutun korkuisia siivuja eli seinän osia, joita nostellaan sitten muottisuunnitelman mukaisille paikoille ja sidotaan yhteen BFD- muottilukoilla eli ns. krokotiileilla (kuva 10). Muottisuunnitelmien tulee olla huolellisesti suunniteltuja ja etukäteen tarkastettuja. Huonoissa muottisuunnitelmissa korokepalat eivät ole saman levyisiä kuin alla olevat palaset, jolloin jokainen palanen on nostettava paikoilleen yksitellen. Hyvässä muottisuunnitelmassa muotit on suunniteltu määräk korkeuteen asti saman levyisinä, jolloin päällekkäiset muotit voidaan kasata yhteen jo maassa. Näin ollen, joka nostolla saadaan valmista, määräkorkuista muottiseinämaa. Muottikalustoa vuokraavilla yrityksillä, kuten Peri Suomi Ltd Oy:llä ja Ramirent Oy:llä on tarjottavana palvelu, joka toimittaa muottisuunnitelman haluttuun kohteeseen, jolloin toimittaja itse osaa lähettää tarvittavat osat ja suunnitelmat suoraan työmaalle. Suunnitelmat voidaan myös tehdä itse, samoin, kuten tarvittavien osien tilaaminen. Yleensä vuokraava yritys toimittaa suunnitelmat ilmaiseksi, jolloin suunnitelmien tekeminen itse ei ole tarpeen.



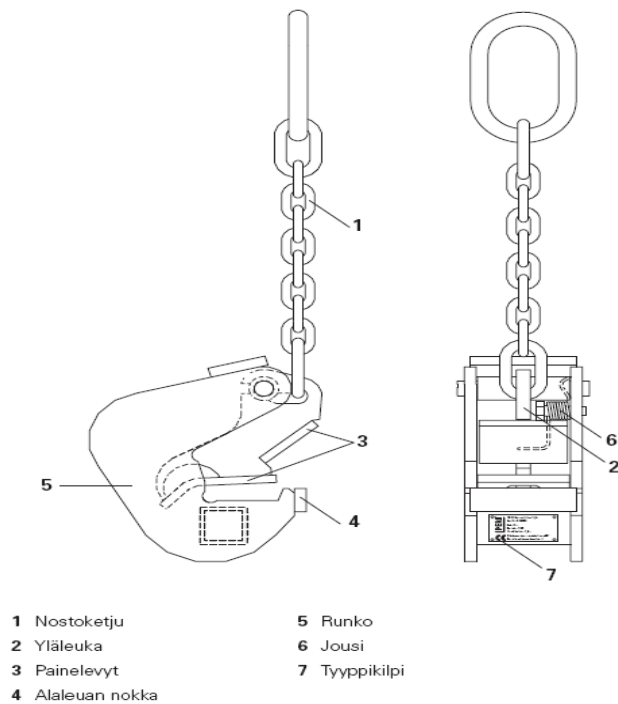
Kuva 10. BFD- muottilukolla kasettien sitominen toisiinsa on nopeaa ja vaivatonta. (Peri Suomi Ltd Oy:n [www-sivu.](http://www.sivu.fi)). Lupa kuvan käyttöön saatu.

Muotit tulee öljytä huolellisesti, sekä ylimääräiset reiät tukkia kumisilla tai muovisilla tulpilla, jotta betoni ei pääse muottisiteille tarkoitettuihin reikiin (siniset tulpat kuvassa 11). Muotit tulee öljytä jo maassa ennen nostoa, jotta muottiöljy ei joudu kosketuksiin raudoituksen kanssa. Kulkusillat ja -tasot (kuvat 13 ja 14) kannattaa asentaa muottien takapuolelle jo maassa, jolloin paikalleen noston jälkeen on aina yksi osa suoraan ylös asti valmiina. Muottilukkoja tulee asentaa erillisen muottisuunnitelman mukaisille pakoille. Muottien tuenta pystyyn tapahtuu metallisilla, eri pituuksiin säädettävillä vinoituilla, jotka on helppo kiinnittää muottiin ja irrottaa siitä (kuva 14 oikeassa ylä-laidassa). Jos on mahdollista, tulee vinotuen jalkaosa pultata esimerkiksi altaan latti-
aan, ettei tuki pääse luiskahtamaan ja siten koko seinä kaatumaan.



Kuva 11. Kuvassa näkyvät siniset pisteet muotissa ovat tulppia, joiden avulla estetään betonin pääseminen muottisiteille tarkoitettuihin läpivienteihin. Kuva Savo-Karjalan Vesihuolto Oy.

Kasettimuotteja kasattaessa tulee muistaa valjaiden käyttö silloin, kun tilanne sitä vaatii, sekä äärimmäinen varovaisuus nostojen yhteydessä, ettei henkilövahinkoja pääse syntymään. Kasettien nosto paikoilleen tapahtuu erikseen siihen tarkoitetuilla nostotarraimilla eli ns. "saksilla", joilla muotti otetaan yläpäästään kiinni. Sakset (kuva 12) ovat toimintatavaltaan sellaiset, ettei muotti voi irrota niistä, ellei muotti ole paikoillaan ja joku irrota saksia muotista. Tarranten nostokapasiteetti on ilmoitettu niiden tyyppikilvissä. Tyyppikilpeen merkittyä nostokapasiteettia ei saa ylittää, jolloin tarranten ja niihin kiinnitettyjen ketjujen kestävyys määrittelee nostettavien seinäosien koon.



Kuva 12. Muottien siirtelyyn käytettävä nostotarrain. Kun muottia nostetaan ja ketjuun kohdistuu vetoa, lukittuu tarrain siten, ettei se pääse irtoamaan ennen kuin ketjuun kohdistuva veto on poistettu. Tarranta kiinnitettäessä tulee huolehtia, että se on kunnolla paikoillaan. (Peri Suomi Ltd Oy:n [www-sivu.](http://www.sivu.fi)). Lupa kuvan käyttöön saatu.

Kun kasetteja asennetaan paikalleen, tulee muistaa, että niiden tulee olla mahdollisimman vaakasuorassa. Jos palaset jäävät aina pahasti vinoon, alkaa seinämä porrastamaan, eikä sitä enää saada kulmassa yhdistettyä tiiviisti. Kasettimuotin asennustilannetta varten kannattaakin ajaa valmiiksi vanerilappuja, joiden avulla muotti voidaan asettaa anturan päälle vaakasuoraan. Mahdolliset raot alapäässä voidaan tukkia proppaamalla pitkä lauta tai lankku aivan kiinni muotin alapäähän anturan päälle (kuvan 14 muottiseinämän alapäässä). Näin ollen betoni ei pääse pursuamaan muotin alta. Kasettien välit ovat melko tiiviitä, eikä niihin yleensä pääse betonia. Myös kasettien päädyt on silti syytä öljyt.

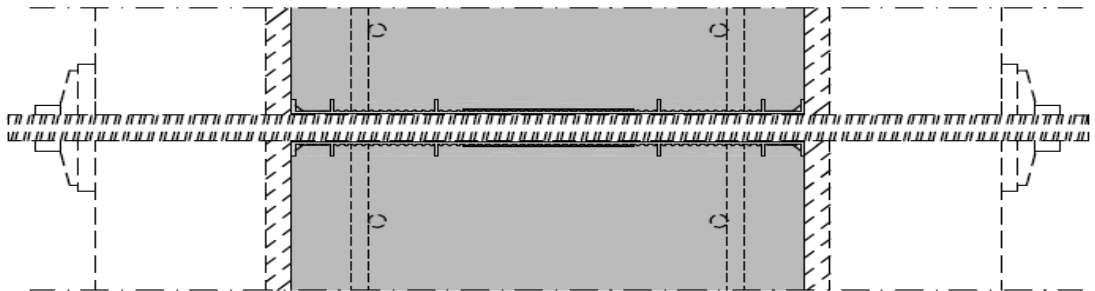


Kuva 13. Kuvassa oikealla valmista kasettimuottia, joka on tuettu pystyyn altaan lattiasta. Kuva Savo-Karjalan Vesihuolto Oy.

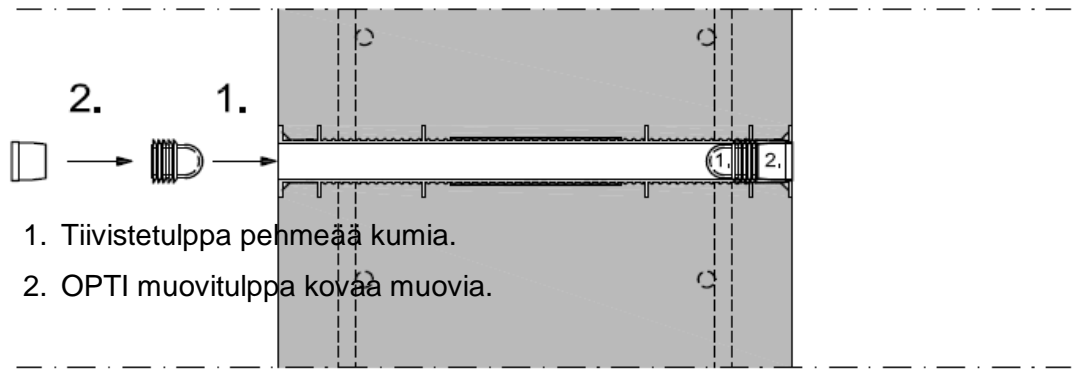
Varausten ja läpimenojen tekeminen kasettimuottia rakennettaessa on hankalampaa kuin vanerimuottia tehtäessä, koska muottivaneria ei saisi turmella. Varsinkin vuokra-alustoa käytettäessä muottivaneriin ei ole suotavaa porata reikiä tai kiinnittää mitään, koska vanerin turmeltumisesta aiheutuvat veloitukset ovat yleensä suuria. Tehdävät varaukset ja läpimenojen paikat kannattaakin sitoa kiinni raudoitukseen, jolloin muotin turmeltumista ei synny. Ongelmana on varauksen tai läpimenon tarkasti paikalleen mittaaminen.



Kuva 14. Kuvassa oikealla kahden muotin välissä näkyy välikeputkia sekä muottisiteitä, jotka menevät muottien läpi. Muottiseinämän alapäässä näkyy lauta, jolla seinämän alapäähän asennustilanteessa syntynyt rako on tukittu. Kuva Savo-Karjalan Vesihuolto Oy

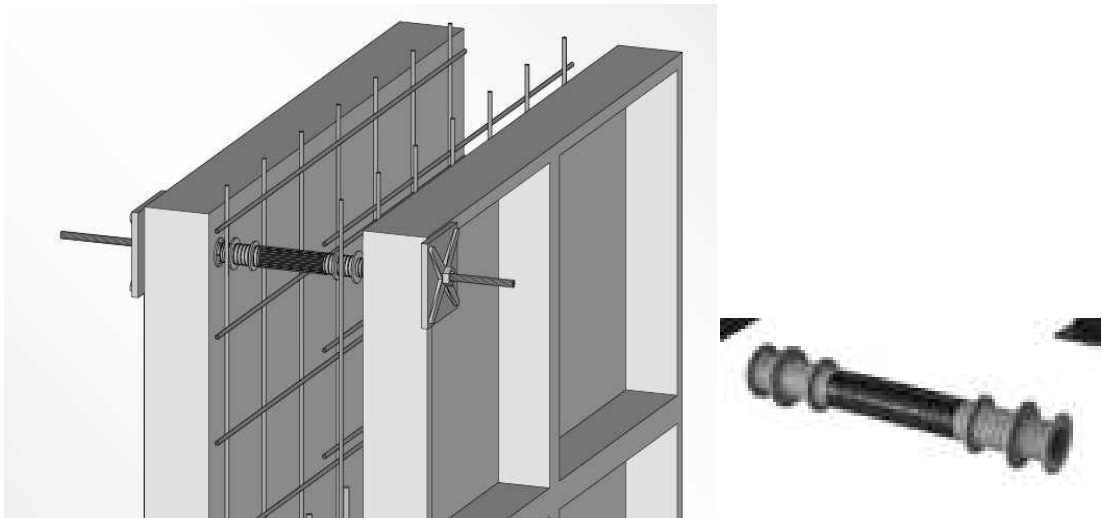


Kuva 15. Periaatepiirros välikeputken toiminnasta ja muottilukosta kasettimuotissa. (Semtun Oy:n www-sivu.). Lupa kuvan käyttöön saatu.



1. Tiivistetulppa pehmeää kumia.
2. OPTI muovitulppa kovaa muovia.

Kuva 16. Periaatepiirros välikeputkesta valun jälkeen, kun muotit on poistettu. Kuvassa on esitetty reiän vesitiivis tukkiminen. (Semtu Oy:n [www-sivu.](http://www.seltu.fi)). Lupa kuvan käyttöön saatu.



Kuva 17. Kaksi muottipintaa vastakkain, missä välissä on käytetty Pentaflex® OPTI vesitiivistä välikeputkeä. Vieressä on suurennettu kuva välikeputkesta. (Semtu Oy:n [www-sivu.](http://www.seltu.fi)). Lupa kuvan käyttöön saatu.

Muottien metallisissa rungoissa on valmiiksi reikiä, joiden läpi kaksi muottiseinämää kiinnitetään kierretankojen ja lukkojen avulla toisiinsa (kuvat 15, 16 ja 17). Ylimääräiset reiät tulee tulpata (kuva 11), jotta betoni ei pääse täyttämään reikiä, koska tällöin kasettimuotin mutkaton käyttö jatkossa estyisi. Kahden seinämän väliin asennetaan välikeputket eli ns. tutit (kuva 17), jotka estävät betonin kosketuksen kierretankoihin, jolloin ne saadaan purettua valun jälkeen. Välikeputket voidaan myös tehdä halutun mittaiseksi esimerkiksi sähkö- tai viemäriputkesta. On olemassa myös valmiita välikeputkia, jotka voivat joskus olla kohtalaisen kalliita. Allasrakentamisessa vaaditaan

aina kaasutiiviitä välikeputkia (kuva 15), jolloin ne kannattaa ostaa valmiina. Valmiita välikeputkia käytettäessä saadaan nopeasti juuri haluttu seinämävahvuus ja tiiveys. Kun muotit on purettu, tukitaan välikeputkien kohdille jääneet reiät kaasu- ja vesitiiviisti (kuvat 14).

Kun kasettimuottia lähdetään purkamaan, kannattaa purkaminen aloittaa päinvastaisessa järjestyksessä kuin kasaaminen. Seinämän vinotuenta ei saa löysätä ennen kuin kyseinen muotti on kiinnitetty tarraimin nostolaitteeseen. Joskus joudutaan vinotuenta lisäämään, jotta seinämä ei pääse kaatumaan purkamisen aikana. Purkamisessa tulee olla varovainen, ettei muotti pääse kaatumaan kenenkään päälle. Puretut muotin nostetaan määräkorkuisina takaisin kasaamispaikalle tai erikseen määrätylle purkupaikalle, missä muotit puhdistetaan ja pestään. Puhdistamiseen on hyvä käyttää esimerkiksi petkelettä ja painepesuria. Tehokkaalla painepesurilla saadaan hyvin etukäteen öljyitty muotti puhdistettua erittäin tehokkaasti. Kun muotit on purettu kokonaan ja kaide- ja kulkusiltaelementit on irrotettu, pinotaan kasetit taakoiksi seuraavaa käyttöä varten. Jos muotteja ei enää käytetä, pinotaan ne sopivan kokoisiksi kasoiksi metallivanteiden avulla odottamaan kuljetusta.



Kuva 18. Kuvassa on nähtävissä hyvin kasettimuotin muottilukkoja ja muottisiteitä. Muottilukot ovat hieman erilaisia kuin BFD –lukot, vaikka toimintaperiaate on sama. Kuva Savo-Karjalan Vesihuolto Oy.

3 ERI MUOTTITEKNIIKOIDEN KUSTANNUKSET

Tässä osiossa kerron, mistä vaneri- ja kasettimuottitekniikoiden kustannukset tulevat. Olen eritellyt kustannuksia materiaalikustannuksiin ja työkustannuksiin sekä niihin liittyviin menekkeihin. Osiossa selvennetään periaatetasolla kustannusten muodostumista ja mahdollisia ongelmia ja riskikohtia yleisesti. Tarkempaa kustannusvertailua ja varsinaista työn tavoitetta on esitelty jäljempänä luvussa 4. Puhuttaessa esimerkiksi kasettimuottien rahtikustannuksiin.

Materiaalikustannusosiossa ei kummankaan muottitekniikan kohdalla ole lähdetty erittelemään työkalujen yms. tarvikkeiden osuutta, joita käytetään myös muissa töissä ja jotka oletetaan jo hankituiksi. Näitä ei myöskään tarvitse suuremmalti eritellä, koska sekä vaneri- että kasettimuotissa tarvitaan samoja tarvikkeita, eikä niiden osuus kokonaishinnasta ole merkittävä.

3.1 Vanerimuotti

3.1.1 Materiaalimenekit ja -kustannukset

Vanerimuotin suurimmat materiaalimenekit koostuvat puutavaramenekistä ja vanerimenekistä. Näistä materiaalimenekeistä koostuvat myös suurimmat materiaalikustannukset. Puutavaraa tarvitaan useampaa eri kokoa sekä paksuuden että leveyden suhteen. Puutavaran pituus kannattaa miettiä tarkkaan. Esimerkiksi pystyjuoksuja tehtäessä on suotavaa, että puutavara on täyspitkää, jolloin ei tarvita jatkoksia. Esimerkkialtaassa tämä tarkoittaa sitä, että kun muotti on 3,3 m korkea, tulee puutavaran olla vähintään 3,3 m pitkä. Puutavaran hinta riippuu puutavaran pituudesta ja koosta, sekä siitä, kuinka puutavara on höylätty. Joskus saattaa olla sellainen tilanne, että höylättyä puutavaraa saa edullisemmin, kuin höyläämätöntä. Se että puutavara onkin höylättyä eikä höyläämätöntä on yleensä eduksi puutavaraa käsiteltäessä. Jos käytetään höylättyä puutavaraa, tulee puutavaran lujuus varmistaa, ettei käytetä liian kevyttä tavaraa. Yleisesti kuitenkin höyläämätön puutavara on höylättyä puutavaraa edullisempaa. Tärkeintä puutavaraa tilattaessa on miettiä, mihin sitä ollaan käyttämässä, ja mikä olisi edullisinta käyttötarkoitukseen soveltuvaa puutavaraa. Esimerkkialtaassa puutavara on pääasiassa 25x100 mm:n, 50x100 mm:n ja 50x150 mm:n

kokoista höyläämätöntä puutavaraa. Puutavaraa tarvitaan lähes aina tuhansia metrejä, joten on erittäin tärkeää kysyä paikallisilta puutavarantoimittajilta tarjoukset toimituksista. Hyvin neuvotellulla tarjouksella voidaan saada jopa kymmenien prosenttien alennuksia. Jos alennus puutavaran ja vanerin hinnassa olisi esimerkiksi 10 %, olisi vanerimuotin muottikustannuksen kokonaishinta noin 4 % edullisempi.

Muottivaneri on suurin yksittäinen materiaalimenekki vanerimuottia tehtäessä. Muottivanerien osuus materiaalikustannuksista on suunnilleen saman verran kuin puutavaran osuus. Vanerin menekki on sama käytettiinpä mitä vanerilaatua tahansa. Vanerin hintaan vaikuttaa oleellisesti vanerin laatu. Edullisimpia vanerilaatuja on normaalilaatuinen havuvaneri ja kalleimpia vanerilaatuja ovat pinnoitetut vanerit, kuten esimerkiksi filmivaneri. Kalliimpien filmivanereiden käyttöä kannattaa harkita silloin, kun tehdään useita muotteja, jolloin voi olla mahdollista käyttää vanerilevyjä uudelleen. Usein on kuitenkin niin, että purettaessa muottia vanerit vioittuvat helposti eikä niitä silloin voida käyttää uudelleen. Esimerkkialtaassa on käytetty laskelmissa normaalia 12 mm paksuista havuvaneria. Vanerin paksuutta kasvattamalla voidaan vähentää pystytuennan määrää. Luultavasti vanerin paksuuden kasvattaminen ei oleellisesti vaikuta puutavaran menekkiin, vaan enemmänkin vanerin ostokustannuksiin. Näin ollen on tuskin mielekästä kasvattaa vanerin paksuutta.

Toiseksi suurimman materiaalikustannuksen vanerimuottia rakennettaessa muodostavat muottisiteet ja -lukot. Muottisiteitä tarvitaan yleisesti noin kolme muottisidettä muottineliölle valunopeuden ollessa alle yhden metrin tunnissa. Muottilukkoja taas tarvitaan kaksinkertainen määrä, koska jokaiseen muottisiteeseen tarvitaan kaksi muottilukkoa. Muottisiteiden ja -lukkojen hinta määräytyy paljolti sen mukaan, mistä ja minkälaisia muottisiteitä tai -lukkoja ostetaan. Aikaisemmin luvussa 2.3.3. esitetyn mukaisia muottisiteitä myyvät nykyisin useat eri valmistajat. Koska valmistajia on useita, myös hinnat vaihtelevat valmistajan mukaan, jolloin hyvällä tarjouskilpailutuksella saatetaan saada huomattavia alennuksia, aivan kuten puutavaraa ostettaessa. Allasrakentamisessa on vielä otettava huomioon, että altaat on tehtävä lähes aina kaasutiiviiksi, jolloin on käytettävä hieman kalliimpia kaasutiiviitä muottisiteitä. Muottilukkoja hankittaessa on yrityksen järkevää hankkia muottilukot itselleen, jolloin ne ovat aina käytettävissä. Koska muottilukkoja voidaan käyttää uudestaan lukemattomia kertoja, ei niiden vuokraaminen joka kerta erikseen ole järkevää. Esimerkkialtaan laskelmissa muottilukkojen hinnaksi on kuitenkin otettu vuokrahinta, koska on mahdollista sanoa yhden ostetun muottilukon kustannusta juuri yhden käyttökerran osalta. Koska valmiiksi tehdyt muottisiteet ovat aina juuri oikean mittaisia ja niillä saadaan

aina haluttu seinämävahvuus automaattisesti, on muotin kasaaminen niitä käytettäessä paljon nopeampaa. Näin ollen, vaikka muottisiteet tehtäisiin itse, ei konkreettista säästöä synny, koska materiaaleissa saavutettu säästö ei korvaa valmissiteiden työajassa tuottamaa säästöä.

Muita pienempiä materiaalimenekkejä ovat mm. pientarvikkeet, muottiöljy ja lähes aina rakennustelineet yms. asennustasot. Näistä pienemmistä tarvikkeista on vaikea antaa tarkkoja menekkejä tai eriteltyjä kustannuksia. Esimerkkialtaassa pientarvikkeet on huomioitu kokonaissummana. Muottiöljystä voidaan tosin sanoa, että sen menekki on n. 0,03 litraa muottineliölle, riippuen muottipinnan karheudesta. Muottiöljyjä valittaessa on hyvä muistaa, että on olemassa hyvin erilaisia muottiöljyjä. Allasrakentamisessa ja varsinkin puhdasvesialtaita tehtäessä on erittäin tärkeää huolehtia siitä, että muottiöljyt eivät sisällä mitään myrkyllisiä kemikaaleja. Nykyisin on saatavissa hyvinkin ympäristöystävällisiä muottiöljyjä. Esimerkkialtaan kokosiin yli kolmen metrin seinämäkorkeudella olevien altaiden muotitukseen tarvitaan aina rakennustelineet. Usein yrityksillä on omia telineitä, joita käytetään. Esimerkkitapauksessa olen laskenut tietyn vuokrahinnan mukaan rakennustelineet osaksi muottikustannusta.

Materiaaleja hankittaessa on muistettava myös suhdanteiden ja vuodenaikojen vaihtelut. Talvella tarvikkeet ja puutavara ovat usein edullisempia kuin kesän sesonkiaikana. Joskus voi olla jopa niin, ettei esimerkiksi puutavaraa ole saatavilla juuri sellaisena kuin haluttaisiin, mikä voi aiheuttaa taas lisäkustannuksia. Näin ollen, jos on mahdollista, kannattaa hankintoja tehdä etukäteen silloin, kun rakennusmateriaali on edullisimmillaan. Suhdanteiden vaikutus vaikuttaa myös muihin osa-alueisiin, eikä sen vaikutusta suoranaisesti muottikustannuksiin pystytä kovin tarkasti arvioimaan. Materiaalit ovat myös edullisempia silloin, kun ostetaan isoja määriä kerralla. Näin ollen kannattaa harkita voidaanko ostaa isoja määriä tavaraa varastoon. Allasrakentamisen alueella, missä työpiste vaihtuu kohtalaisen usein, ei usein ole järkeä ostaa tavaraa varastoon, koska kuljetuskustannukset työmaalle nousevat niin suuriksi. Ostojen keskittäminen edullisempaan vuodenaikaan, sen sijaan, on täysin mahdollista.

3.1.2 Työmenekit ja -kustannukset

Suurimman yksittäisen kustannuksen koko vanerimuotin kustannuksista muodostavat työkustannukset. Kuten aiemmin on jo mainittu, on menekkeinä käytetty Raturkortiston työmenekkejä, koskien muotin työkustannusten laskentaa. Suurimmat me-

nekit muottityössä ovat luonnollisesti pystytys ja purku. Pystytys vie hieman pitempään kuin purkaminen. Työmenekkejä laskettaessa on olennaista muistaa oikeat TL3-lisäaikakertoimet ja suoritelmääräkerroin, riippuen altaan koosta. Myös talven vaikutus tulee erikseen huomioida, mikäli sen vaikutuksen arvioidaan olevan siinä määrin merkittävää. Esimerkilaskelmissa kokonaistyökustannusta laskettaessa on yhden työntekijän keskituntiansioon arvioitu mukaan kaikki ne kustannukset, joita työntekijästä yritykselle kertyy, kuten sosiaalikulut, työeläkemaksut, päivärahat jne. Näihin kuluihin on sisällytetty myös väliaikaisasunnon vuokrakustannukset silloin, kun työmaa on vieraalla paikkakunnalla. Yrityksen toimialasta johtuen tilanne on lähestulkoon aina se, että yrityksen on hankittava työntekijöilleen väliaikainen asunto siltä paikkakunnalta, missä kulloinkin työmaa on. Esimerkilaskelmissa työryhmän kokona on käytetty kolmea henkeä, koska myös kasettimuotin kustannuksia laskettaessa on käytetty työryhmän kokona kolmea henkeä.

Todellisuudessa juuri työryhmän kokemuksella on suurin vaikutus työkustannusten määräytymisessä. Kokenut työryhmä tekee esimerkkialtaan kokoisen muotin huomattavasti nopeammin kuin kokematon työryhmä. Näin ollen tulee aina erikseen pohtia työryhmän ammattitaito ja työskentelynopeus suhteutettuna käytettävissä olevaan aikaan. Tuntikustannus henkilöä kohden ei juuri muutu, koska työntekijät ovat eri puolilta Suomea. Jos kaikki olisivat samalta paikkakunnalta, jossa työmaa sijaitsee, olisi tuntikustannus henkilöä kohden huomattavasti alhaisempi, koska väliaikaisasuntoa ei tarvittaisi. Toisaalta myös kokeneemmat työntekijät ovat yleensä kalliimpia kuin kokemattomammat. Kokeneempien työntekijöiden nopeampi työskentely korvaa kuitenkin sen, mikä korkeammassa tuntiansiossa menetetään. Työkustannuksiin vaikuttavat myös mahdolliset suhdannevaihtelut, joskin niiden merkitys on enemmänkin työvoiman saatavuudessa.

3.2 Kasettimuotti

3.2.1 Materiaalikustannukset ja –menekit

Kasettimuotin materiaalikustannukset muodostavat suunnilleen kolmanneksen muottikaluston kustannuksista, kun mukaan ei lasketa rahtia. Kasettimuotin materiaalikustannukset koostuvat pääasiassa pelkästään kasettikaluston vuokrasta ja rahtikustannuksista. Muottikalustoon kuuluvat itse kasetit, muottilukot, muottisiteet yms. tarvikkeet. Kasettimuottikaluston hinta vaihtelee joitakin senttejä muottineliötä kohden, riip-

puen vuokraajasta. Hinta on kuitenkin likipitään sama yrityksestä riippumatta, jolloin ainoan eron saa pyytämällä tarjouksen jokaiselta yritykseltä erikseen. Muottikaluston lisäksi tarvitaan välikeputkia ja muottiöljyä, joita saa myös muottikalustoa vuokraavilta yrityksiltä. Molemmista kannattaa kuitenkin kysyä erikseen tarjous, jolloin voidaan säästää rahtikustannuksissa ja mahdollisesti tuotteiden hinnassa. Kasettimuotteja käytettäessä tarvitaan myös nostotarraimet, joita saa vuokrattua muottikaluston mukana. Nostotarrainta vuokrattaessa kannattaa kuitenkin pohtia, olisiko viisaampaa hankkia yritykselle omat tarraimet. Ainakin silloin, kun kasettikalustoa vuokrataan usein, kannattaa nostotarrain hankkia yritykselle omaksi. Samoin on myös muottiöljyä ruiskuttavan ruiskun laita. Ruiskun kustannus on hyvin minimaalinen, ja koska sitä voidaan käyttää myös muihin käyttötarkoituksiin, kuten veden ruiskuttamiseen, kannattaa se ehdottomasti hankkia yritykselle omaksi.

Rahti muodostaa merkittävän osan kasettimuottikaluston hinnasta. Vaikka kasettikalustoa vuokraa Suomessa useampikin yritys, kuten Ramirent Oy ja Peri Suomi Ltd Oy, niin ongelmana on kaluston sijainti, ei niinkään vuokrakaluston hinta. Lähestulkoon kaikki muottikalustoa suurissa määrin vuokraavat yritykset sijaitsevat pääkaupunkiseudulla. Yrityksillä on toimipisteitä useissakin kaupungeissa, mutta kalustovarastot sijaitsevat pääsääntöisesti Etelä-Suomessa. Tämä aiheuttaa ongelmia varsinkin niille yrityksille, joiden toimialue on huomattavasti pohjoisempaa. Tästä johtuen yritys joutuu ottamaan huomioon, muottikaluston vuokrausta suunnitellessa, että missä päin Suomea rakennuskohde on ja kuinka paljon rahti sinne maksaa. Rahdin osuus muottikaluston vuokrasta nousee erityisen suureksi silloin, kun joudutaan vuokraamaan suuria määriä muottikalustoa. Suuria määriä kalustoa vuokrattaessa ei koko muottimäärää tarvikkeineen saada rakennuspaikalle samassa rahdissa, vaan joudutaan ostamaan useita rahteja. Rahtikustannukset nousevatkin helposti merkittäväksi tekijäksi sen kannalta, kannattaako muottikalustoa lähteä vuokraamaan. Rahteja laskettaessa on otettava huomioon, että kalusto on toimitettava myös takaisin vuokraavalle yritykselle. Muottikalustoa vuokraavilla yrityksillä on usein omia sopimuksia joidenkin kuljetusliikkeiden kanssa. On kuitenkin suositeltavaa kilpailuttaa muottikaluston kuljetus ainakin muutamalla kuljetusyrityksellä. Työssäni olen rahtikustannusten laskemiseksi käyttänyt taulukkoa, joka on liitteessä 1. Ramirent Oy:llä on muottikalustovarasto myös Oulussa, josta tulee lyhyempi matka Jyväskylään kuin Hyvinkäältä.

Yhtenä suurimmista materiaalikustannuksista voidaan tässä tapauksessa pitää nostokustannuksia. Kasettimuottien kasaamiseen tarvitaan aina nostokalustoa, jonka

hinta määräytyy sen mukaan, kuinka isoa nostokalustoa tarvitaan. Jos on kyseessä suuri työmaa, jossa tarvitaan paljon myös muuta nostoapua, voi tulla kysymykseen torninosturi. Nykyään pieniä torninostureita saa varsin edullisesti, jolloin nostokustannus kasettimuottia rakennettaessa jää hyvin minimaaliseksi. Toisaalta jos työmaa on sellainen, ettei nostokalustoa tarvita jatkuvasti, voi nostokustannus nousta suureksi. Työmailla, joilla tarvitaan nostaa isoja muottiosia kauas, joudutaan hankkimaan autonosturi. Näissä tapauksissa juuri alaan korkeus ja ympäröivä maasto määräävät, millaista nostoapua tarvitaan. Autonosturi voi tulla koosta riippuen hyvinkin kalliiksi. Usein kuitenkin riittää, että työmaalle tilataan kuormausnostimella varustettu kuorma-auto (ns. hiabauto). Tällainen nostoauto ei ole välttämättä paljon pientä autonosturia edullisempi. Nostoauton (hiabauto) etu on se, että sillä voi myös kuljettaa muotteja ja kalustoa tarpeen vaatiessa. Usein kaluston siirtely ei ole kovin suotavaa, koska auton aseointi vie paljon aikaa ja lisää näin merkittävästi työaikaa ja kustannuksia. Nostokaluston tarve ja saatavuus on aina selvitettävä ja arvioitava kohteen mukaan. Sen osuus voi siis olla hyvin vaihteleva.

3.2.2 Työmenekit ja -kustannukset

Kasettimuottia rakennettaessa työkustannukset muodostavat suurimman yksittäisen kustannuserän. Työkustannus kasettimuottia kasattaessa on reilu kolmannes koko kasettimuotin kustannuksesta. Työkustannukset muodostuvat samalla tavalla muotin kasaamisesta ja purkamisesta kuin vanerimuotissakin. Kasettimuottia käytettäessä on myös muottikaluston puhdistus ja kasaaminen taakkoihin otettava huomioon menekkejä laskettaessa. Opinnäytetyön lähtökohtana oli käyttää työaikamenekkeinä Ratu-kortiston tietoja, joiden mukaan kasettityö on jopa hitaampaa kuin vanerimuottityö. Käytännössä on kuitenkin pystytty osoittamaan, että kasettimuotin rakentaminen on huomattavasti nopeampaa kuin vanerimuotin rakentaminen. Kokeneella työryhmällä voidaan sanoa sen olevan parhaillaan puolet nopeampaa kuin Ratu-kortin arvot antavat ymmärtää. Työmenekkiin vaikuttaa myös paljon se, millaiset muottisuunnitelmat on tehty. Jos suunnitelmat ovat huonot, koituu niiden virheellisyydestä yleensä lisäaikakustannuksia. Esimerkiksi, jos suunnitelmat ovat sellaiset kuten aikaisemmin mainittu, että korokepalat eivät käy symmetrisesti alla olevien palasten kanssa, joudutaan korottaminen tekemään eri nostolla. Tämä johtaa työajan pidentymiseen sekä nostoauton lisääntyneeseen tarpeeseen ja näin ollen kokonaiskustannusten merkittävään nousuun. Voidaankin sanoa, että suurin vaikuttaja työkustannuksiin on juuri työryhmän kokemus ja suunnitelmien hyvä taso. Hyvillä suunnitelmilla ja kokeneella

työryhmällä saadaan rakennettua muotti hyvin nopeasti. Kun vielä optimoidaan rakennuskohteeseen soveltuvin nostokalusto, saadaan työ kustannukset minimoitua.

3.3 Yhteenveto kustannuksista

Hyvistä ostotaidoista on usein apua. Esimerkiksi tarjouksia pyydetessä voi helposti kertoa yritykselle A, mitä toinen yritys B on tarjonnut. Tämän jälkeen voidaan kysyä yritykseltä A haluaako tämä vastata yrityksen B tekemään tarjoukseen. Tämän voi toistaa uudelleen toisinkin päin, jolloin hintaa voidaan saada vielä alemmas. Usein tällainen menettely koetaan jostain syystä hyvien tapojen vastaiseksi, eikä sitä välttämättä tehdä. Tarjous mistä tahansa kalustosta tai materiaaleista määräytyy paljolti juuri hyvien neuvottelutaitojen pohjalta. Tarjoukseen vaikuttaa myös rakentamisen ajankohta. Sesonkiaikana, kuten kesällä, on muottikalusto ja puutavara usein paljon kysyttyä ja niitä voi olla vaikea tai jopa mahdotonta saada. Tästä johtuen kannattaa, mikäli mahdollista, pyytää tarjoukset mahdollisimman ajoissa, jotta saatavuus varmistuu. Jos tilauksen vahvistaminen jätetään liian myöhään, voi käydä niin, että muottikalustoa, haluttua puutavaraa tai tarviketta ei ole saatavilla. Tämä johtaisi siihen, että jouduttaisiin vaihtamaan materiaaleja tai jopa muottitekniikkaa, jolloin kustannukset luultavasti nousisivat suunnitellusta ja näin ollen tehtäisiin tappiota. Tärkeintä kustannusten hallinnassa onkin hyvä kilpailutus ja hyvät etukäteissuunnitelmat.

4 TULOSTEN KÄSITTELY JA ANALYSOINTI

Opinnäytetyöni varsinaisena tavoitteena oli selvittää, kumpi muottitekniikka on edullisempi, vanerimuotti vai kasettimuotti. Samalla oli tarkoitus tutkia, onko olemassa jonkin tietty raja, jolloin kannattaa vaihtaa muottitekniikasta toiseen vai olisiko toinen kokonaisuudessaan edullisempi. Osiossa esittelen laatimieni Excel-pohjaisten kustannuserittelytaulukoiden sisältöä. Taulukoiden avulla olen suorittanut kustannusvertailun vaneri- ja kasettimuottitekniikoilla. Näissä taulukoissa hinta muuttuu muottiseinämän korkeuden mukaan. Näiden kustannusvertailujen avulla olen laatinut graafiset kuvaajat molempien muottitekniikoiden kustannuksista erilaisissa tilanteissa. Kaikki Excel-taulukot ja graafiset kuvaajat ovat itse laatimiani, mistä johtuen olen esitellyt taulukot vain kuvina ja tekstinä. Kaikki taulukot ja laskentatyökalut tulevat yrityksen käyttöön. Osana analysoin myös saamiani tuloksia ja otan kantaa mahdollisiin virheisiin, puutteisiin ja laskennan epätarkkuustekijöihin. Viimeisenä tässä osiossa esittään jatkotoimenpide-ehdotukset koskien opinnäytetyötäni. Osana laatimiani Excel-taulukoita ovat myös koontitaulukot (liitteet 1 ja 2), joihin kerääntyy kaikki tarvittava kustannustieto. Nämä lomakkeet eivät ole käytön kannalta olennaisia. Lomakkeet ovat tulostettavissa helposti yhdelle sivulle, jolloin eri tekniikoiden hintoja on helppo vertailla paperilla. Laskelmissa käytetty esimerkkiallas on perustiedoiltaan samanlainen kuin aikaisemmin luvussa 3 esitellyt allas. Myös näissä laskelmissa allas sijaitsee oletetusti Jyväskylässä.

4.1 Vanerimuotin kustannuserittelytaulukko ja sen sisältö

Laatimani vanerimuotin kustannuserittelytaulukko (liite 1, sivu 1) sisältää kuusi erillistä kohtaa. Jäljempänä olen selostanut tarkemmin tämän kokonaistaulukon eri osia. Taulukko on suojattu ja suojausavain on annettu vain sille henkilölle, jonka tehtäviin muottikustannusten laskenta kuuluu. Taulukon suojaus voidaan toki purkaa, jolloin voidaan muuttaa mitä tahansa taulukon rakenteessa, mutta sen saa suorittaa vain suojausavaimen haltija. Yleisessä käytössä taulukko toimii siten, että kaikki keltaiset solut ovat sellaisia, joiden tiedot täytyy antaa erikseen, aina kohteen vaihtuessa. Valkeiden solujen tietoja ei voi, eikä tarvitse muuttaa. Punertavien solujen tietoja voidaan muuttaa tarvittaessa, mutta niitä ei ole välttämätöntä muuttaa. Vihreiden solujen tiedot laskeutuvat itsestään, eikä niitä pysty muutamaaan. Vihreät solut ovatkin ns. tuloksia. Punainen kolmio yksittäisen solun oikeassa ylä laidassa tarkoittaa, että kyseisestä solusta ja sen sisällöstä on annettu kommentti tai lisätietoa. Kommenttiruutu aukeaa,

kun kursoria pitää hetken aikaa paikallaan solun päällä. Näihin kommenttiruutuihin on mm. kirjattu tietoa siitä, mistä hintatieto on hankittu tai mistä kyseisen solun arvo tulee ottaa. Kommentit toimivat ohjeena laskijalle.

Ensimmäisenä osana vanerimuotin kustannuserittelytaulukkoa ovat kohdetiedot (kuva 19). Tähän kohtaan taulukkoa kerätään perustiedot kohteesta, jotta jälkilaskentaa suoritettaessa tiedetään, mistä kohteesta on kyse. Kohdetietoihin kirjataan mm. osoitteet, työnumero ja laskija. Aika kohtaan kirjataan laskennan aloittamisajankohta.

1				
2	Kohdetiedot			
3	Kohteen nimi:	Kiteen jäteveden puhdistamo		
4	Rakennuspaikan osoite:	Kalapolku 2 a2	98469	Kitee
5	Tilaaaja:	Kiteen kaupunki		
6	Tilaaajan osoite:	Kaupungintalo 2 a2	98469	Kitee
7	Urakoitsija:	Savo-Karjalan Vesihuolto Oy		
8	Työnumero:	12365		
9	Aika:	5.10.2011	Muokattu:	21.11.2011
10	Paikka:	Kuopio		
11	Laskija:	Samuli Turunen		

Kuva 19. Vanerimuotin ja kasettimuotin kustannuserittelytaulukoiden kohdetieto-osio. Tähän osaan kirjattavat tiedot siirtyvät myös automaattisesti koontilomakkeille (liitteet 1 ja 2). Tämä osio on molempien muottitekniikoiden erittelytaulukoiden kohdalla sama. Kuva Samuli Turunen.

Toisena osana erittelytaulukkoa ovat lähtötiedot (kuva 20). Tähän kohtaan taulukkoa kerätään altaan tiedot, kuten seinän ja muotin mitat. Taulukko laskee automaattisesti tarvittavat pinta-alat siniseen soluun. Taulukossa on mahdollisuus antaa oma arvio tarvittavasta muottipinta-alasta tai käyttää taulukon antamaa pinta-alaa. Muottipinta-alan antaminen on yksi tärkeimmistä taulukon tiedoista, koska kaikki jäljempänä tulevat laskut perustuvat osittain tämän solun arvoon. Myöhemmin graafisissa kuvaajissa on kustannustiedot suhteutettu seinäpinta-alaan, jonka taulukko laskee automaattisesti muottipinta-alan yläpuoliseen soluun. Betonin määrän taulukko laskee automaattisesti. Samalla betonin määrä myös kirjautuu koontilomakkeeseen (liitteet 1, sivu 2).

Lähtötiedot						
	Leveys (m)	Pituus (m)	Korkeus (m)	Vahvuus (mm)	Pinta-ala (m ²)	Betoni m ³
Altaan ulkomitat	5,0	15,0	3,1	300	124 m ²	37,2 m ³
Altaan sisämitat	4,4	14,4	3,1		117 m ²	10,00 % Hukka %
YHTEENSÄ:					241 m ²	40,92 m ³
Ulkokuoren muotti	5,0	15,0	3,3	300	132 m ²	
Sisäpuolen muotti	4,4	14,4	3,3		124 m ²	
YHTEENSÄ:					256 m ²	
Seinäpinta-ala (m ²):					241 m ²	
Muottipinta-ala (m ²):					257 m ²	

Syötä tähän muottipinta-ala joko solusta L10 tai oma arvio (pakko antaa arvo)

Kuva 20. Vanerimuotin ja kasettimuotin kustannuserittelytaulukoiden lähtötieto-osio, jossa annetaan altaan perustiedot. Molemmassa erittelytaulukoissa tämä osio on samanlainen. Tästäkin taulukosta tiedot kerääntyvät koontilomakkeille. Kuva Samuli Turunen.

Kolmantena osana erittelytaulukkoa ovat varsinaiset materiaalitiedot (kuva 21). Osiossa on eritelty suurimmat materiaalitavikkeet, kuten vaneri, puutavara ja muut tarvikkeet. Puutavara on jaettu kokonsa ja käyttötarkoituksensa mukaan eri osiin. Annetut arvot ovat yleisiä, käytössä olevia arvoja, eikä niitä tarvitse välttämättä muuttaa. Kaikilla kohdilla ei ole vaikutusta lopullisiin laskelmiin, mutta esimerkiksi vanerin koko vaikuttaa menekkiin. Tarvittava lisätieto solun sisällön merkityksestä on liitetty soluun kommentiksi. Yleisesti nämä tiedot vaikuttavat kappalemäärämenekkiin.

Materiaaliteidot					
Materiaali:	Kohde:	Leveys (mm)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	
Vaneri 1220x2440	Muotti	1220	2440	12	
YHTEENSÄ:					
Lauta 25x100 mm ²	Pysykoolaus	100	5000	22	
	Potkuiistat	100	5000	22	
YHTEENSÄ:					
Lauta 50x100 mm ²	Pystykoolaus	100	5000	50	
	Vinotuet	100	5000	50	
	Kulkusillan tuenta	150	5000	50	
	Kulkusillat ja kaiteet	100	5000	50	
YHTEENSÄ:					
		Leveys (mm)	Pituus (mm)	Halkaisija (mm)	
Muut tarvikkeet	Muottiside	-	860		
	Muottilukko	-	-	-	
	Rakennustelineet x 2	700	1900	-	
	Zipdeck-alutyötaso 5,0 m	700	5000	-	
	Muottiohjy				

Kuva 21. Kustannuserittelytaulukon materiaalitieto-osio. Tässä osiossa voidaan muuttaa tarvittavien materiaalien tietoja. Perustiedot kuten materiaalit ja kohde kirjautuvat koontitaulukkoon. Kuva Samuli Turunen.

Neljäntenä osana vanerimuotin erittelytaulukkoa ovat materiaalimenekit (kuva 22). Tässä osiossa on suurimmaksi osaksi tietoa, jonka taulukko laskee automaattisesti ja joka on ns. informatiivista. Tärkeimmät muutettavissa olevat solut tässä osiossa, ovat hukkaprosenttia osoittavat solut. Niihin tulee antaa arvioitu hukkaprosentin määrä, jotta taulukko pystyy laskemaan todelliset materiaalimenekit ja materiaalikustannukset. Alempana kuvassa olevaan menekkikohtaan tulee antaa muottisiteiden ja muottilukkojen menekki, jonka jälkeen taulukko laskee automaattisesti kappalemäärät. Samoin alhaalla on muutettavissa muottiöljyn menekki. Muottiöljyä kuluu sitä enemmän, mitä karheampi vaneri on, joten muottiöljyä tarvittava määrä on hallittavissa menekkiä suurentamalla. Osan oikeassa laidassa on annettu Ratu-kortin ohjeellinen hukkaprosentti kyseiselle materiaalille. Hukkaprosentti on kuitenkin aina muutettavissa, mikäli jälkilaskenta osoittaa muuta.

Materiaalimenekki					
Pinta-ala (m ²)	m ²	m	kpl	Hukka %	Hukka RATU:ssa
2,98	283	-	95	10,0 %	10,0 %
	283		95		
0,00	-	1414	283	10,0 %	10,0 %
0,00	-	97	19	10,0 %	10,0 %
		1510	302		
0,01	-	707	141	10,0 %	10,0 %
0,01	-	644	39	10,0 %	10,0 %
0,01	-	147	29	10,0 %	10,0 %
0,01	-	484	97	10,0 %	10,0 %
		1981	306		
	Menekki kpl/m ²	L/m ²	kpl \ L	Hukka %	Hukka RATU:ssa
-	3	-	810	5,0 %	-
-	6	-	1619	5,0 %	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
		0,04	12	20,0 %	-

Kuva 22. Kustannuserittelytaulukon materiaalimenekkiosio. Osittain näiden tietojen pohjalta taulukko laskee materiaalikustannukset. Myös tästä osiosta tärkeimmät tiedot kuten, menekit yksiköittäin ja kappaleittain, kirjautuvat koontitaulukkoon. Kuva Samuli Turunen.

Viidentenä osana vanerimuotin erittelytaulukkoa ovat työmenekit (kuva 23). Tässä osiossa on eritelty työaikamenekit työvaiheittain. Menekit ovat Ratu-kortin 06-3029 arvoja, mutta niitä voidaan muuttaa haluttaessa. Jälkilaskennan tuloksena onkin hyvä korjata juuri näitä arvoja, koska työajan ja työkustannusten vaikutus kokonaishintaan on merkittävä (katso kuva 24). Suoritemääräkerroin tulee antaa kuvassa 23 esitetyn

taulukon mukaisesti, kohteen koon mukaan. Samoin tulee antaa työntekijöiden määrä ja hinta. Hinnan tulee olla arvonlisäveroton hinta. Talven vaikutus voidaan huomioida suurentamalla suoritemääräkerrointa tai lisäämällä pystytykseen 0,04 tth/m². Esimerkkilaskelmissa tämän osion hinta sisältää kaikki ne kustannukset, joita työnantajalle työntekijästä aiheutuu. Kuten aikaisemmin on jo mainittu, sisältyy näihin kustannuksiin myös väliaikaisasunnon vuokra, sähkö- ja vesilaskut yms. Koska Ratu-kortin arvossa pystytystyöhön ei ole huomioitu kulkusiltojen ja kaiteiden tekoa, olen huomioinut sen laskelmissa lisäämällä pystytystyöhön 0,05 tth/m². Työryhmän koko Ratu-kortin mukaan annetuille työmenekeille on kaksi henkilöä. Laskelmissani olen käyttänyt työryhmän kokona kuitenkin kolmea henkilöä, koska kasettimuotissakin on käytetty kolmea henkilöä. Lisäksi työ on seinäneliometriä kohden edullisempi, jos työntekijöitä on kahden sijaan kolme.

Työmenekki							
Mittaus, aloitus tth/m ²	Pystytys tth/m ²	Purku ja puhdistus tth/m ²	TL3-kerroin	Suoritemääräkerroin	Työntekijöitä	Hinta €/tth	Yht. tth
0,07	0,25	0,20	1,12	1,025	3	37,0 €	137,0
Kokonais tth/m ²			0,52	Suoritemääräkerroin			
				Muottityön määrä, m ²	Kerroin		
				0 - 100 m ²	1,10		
				100 - 200 m ²	1,05		
				200 - 400 m ²	1,00		
				400 - 800 m ²	0,95		
				> 800 m ²	0,90		

Sisältää kulkusiltojen rakentamisen 0,05tth/m²

Kuva 23. Kustannuserittelytaulukon työmenekiosio, jossa voidaan eritellä työaika-menekit työvaiheittain. Osiossa tulee myös antaa, kohteesta riippuen, suoritemääräkerroin, työntekijöiden määrä ja keskituntihinta. Tästäkin osiosta tiedot, kuten keskituntihinta ja muottityöhön tarvittava aika, kirjautuvat koontilomakkeelle. Kuva Samuli Turunen.

Kuudentena ja tärkeimpänä osana erittelytaulukkoa on hintaosio (kuva 24). Taulukossa tulee antaa erikseen hinta kaikille materiaaleille. Taulukon arvoina olen laskelmissani käyttänyt eri materiaalitoimittajien www-sivuilta saatuja hintatietoja. Osa hintatiedoista on saatu kysymällä toimittajalta puhelimitse, sekä kokemuseräisesti jälkilaskennan tuloksena. Tekemieni henkilöhaastatteluiden perusteella oletan, että laskelmissani käyttämäni hinnat ovat lähellä oikeita hintoja. Esimerkiksi 50x100 mm:n kokoisen puutavaran hinta 1,19 €/m kuulostaa todelliselle. Todellisuudessa hinnat saattavat olla alhaisempiakin, kun tarvikkeet ja materiaali kilpailutetaan aina erikseen. Tämä osio on koko erittelytaulukon tärkein osio. Osion loppuun taulukko laskee automaattisesti kyseisen altaan hinnan seinäneliometriä kohden. Altaan tietoja ja erilai-

sia kustannuksia muuttamalla, on juuri tämä neliökustannus saatu muuttumaan. Myöhemmin esitetyt graafiset kuvaajat on laadittu näistä altaan koosta riippuvista neliöhinnoista. Kuten kuvasta näkyy, on työkustannusten osuus vanerimuottia rakennettaessa yli kolmanneksen kokonaiskustannuksista. Siksi juuri työkustannusten ja työaikamenekin tarkka laskeminen ovat olennaisia lopullisen hinnan määräytymisessä. Jo pienetkin muutokset työntekijöiden tunti hinnassa tai työaikamenekeissä vaikuttavat merkittävästi neliöhintaan. Pientarvikkeet on esimerkkilaskelmissa arvioitu tietynä summana muottineliötä kohden. Summaa tulee tarkentaa, mikäli se on liian pieni tai suuri. Pientarvikelisän osuus ei tosin ole merkittävä.

Hinta			
	Hinta €/yks.	yks.	Hinta (alv 0%)
	8,62 €	m ²	2 440,59 €
			2 440,59 €
	0,50 €	m	706,75 €
	0,50 €	m	48,40 €
			755,15 €
	1,19 €	m	841,03 €
	1,19 €	m	765,77 €
	1,19 €	m	174,53 €
	1,19 €	m	575,96 €
			2 357,29 €
	Hinta €/yks		Hinta (alv 0%)
	1,90 €	kpl	1 538,15 €
	0,06 €	Päivä	582,88 €
	27,40 €	Päivä	219,20 €
	10,04 €	Päivä	80,32 €
	2,20 €	L	27,14 €
PIENTARVIKELISÄ:	0,50 €	m ²	128,50 €
Yht. Työpäivää	Työkustannus/päivä	Kok.työkustannus	
6	844,72 €	5 068,30 €	
YHTEENSÄ:	Hinta alv 0%	13 197,51 €	
	HINTA / SEINÄ m ²	54,58 €	
	Alv:n osuus 23 %	3 035,43 €	
	Hinta Alv 23%	16 232,94 €	

Sisältää työkustannukset kaikkine kustannuksineen (asuntojen vuokrat, sos.kulut gms.)

Kuva 24. Kustannuserittelytaulukon hintaosio. Tähän osioon tulee antaa kunkin materiaalin yksikköhinta, kuten ensimmäisellä rivillä olevan vanerin hinta neliötä kohden. Kaikkien yksikköhintojen tulee olla arvonlisäverottomia hintoja. Kuvasta näkyy, että kokonaistyökustannusten osuus vanerimuotin kokonaiskustannuksista on yli kolmanneksen. Tästäkin osiosta hintatiedot kirjautuvat koontitaulukkoon. Kuva Samuli Turunen.

4.2 Laskennan virheet ja mahdolliset epätarkkuustekijät vanerimuotin kustannuserittelyssä

Lähtökohtana ja pohjatietona opinnäytetyössä toimi kaksi tekemääni henkilöhaastattelua. Toisen haastattelun (liite 4) pohjalta oli odotettavissa, että kustannus tulisi olemaan vanerimuotilla 50–60 €/m². Koska kustannus on oletetun välin sisällä, en usko, että laskentataulukossa on suuria virheitä tai puutteita. Täysin tarkkaa laskentataulukkoa ei saada laadittua muuten kuin usean kohteen tarkkoja jälkilaskentataulukoita apuna käyttäen. Koska yrityksellä ei ollut käytössään riittävästi jälkilaskentatietoa, ovat laatimani laskentataulukot osittain olettamuksien pohjalta tehtyjä. Laskentataulukkoa käytettäessä on tärkeintä muistaa, kuinka vanerimuotti tehdään. Kun pidetään mielessä vanerimuotin tekotapa ja suurimmat kustannuserät, voidaan suurimmat kustannuserät osoittaa melko tarkasti. Näin ollen kustannuserittelytaulukko toimii mielestäni riittävällä tarkkuudella. Koska lähtökohtana oli tehdä kuvaajat muottitekniikoiden kustannusalueista, voidaan mielestäni laatimiani taulukoita käyttää tämän perustiedon laatimiseen luotettavasti. Lähtökohtana ei ollut tarkoitus saada tarkkoja hintatietoja, vaan suuntaa antavaa tietoa kustannusalueista.

Yksi tärkeimmistä tutkimistani seikoista oli muotin korkeuden vaikutus hintaan. Laskentataulukossa on huomioitu automaattisesti altaan koon suureneminen, eikä sen avulla siis saatu riittävää tietoa kustannusalueista. Kun muottiseinämän korkeus sidottiin suhteessa muotin hintaan seinäneliometriä kohden, saatiin syntymään eroja eri muottitekniikoiden välille. Vanerimuottia tehtäessä korkeuden vaikutusta hintaan on hankala arvioida tarkasti. Esimerkilaskelmissani ja kuvaajissa olen huomionut korkeuden vaikutuksen lisääntyvänä työaikamenekkinä. Olen lisännyt työaikamenekkiin 0,01 tth/m² aina kun altaan korkeus lisääntyy 0,3 m. Voidaan hyvin olettaa, että korkeuden kasvaessa myös työ hidastuu. Esimerkiksi yksittäiset siivut tulisivat 6 m korkeissa muottiseinissä niin painaviksi, ettei niitä jaksettaisi nostaa miesvoimin pystyyn. Tämän takia joudutaan korkeissa seinissä tekemään siivut kahdesta osasta, mikä taas hidastaa työtä. Kaikki työaikamenekit on tietysti sidottu altaan mittoihin, jolloin työaika määräytyy tehtävistä muottineliöistä, mutta silti on oletettavaa, että työ hidastuu, kun korkeus kasvaa. Muita suuria eroja ei matalalla ja korkealla muotilla oletettavasti ole. Puutavaraa tarvitaan kulkusiltojen rakentamiseen ja vinotuentaan hiukan enemmän. Tätäkin on huomioitu laskelmissa. Myös rakennustelineiden tarve lisääntyy korkeissa altaissa. Koska altaat ovat yleensä aina yli 2,5 m korkeita, tarvitaan kuitenkin jonkinlaiset rakennustelineet. Niinpä muotin kasvaessa korkeutta ei rakennustelineistäkään koidu suurta lisäkustannusta. Usein yrityksellä on oma te-

linekalusto, jolloin sen osuutta neliöhintaan on vaikea määrittellä. Laskelmissa te-
linekustannus on otettu huomioon vuokrahintana vuorokautta kohden. Muottilukkojen
kustannus on arvioitu myös vuokrahinnan avulla. Todellisuudessa kustannus olisi
huomattavasti pienempi.

4.3 Kasettimuotin kustannuserittelytaulukko ja sen sisältö

Laatimani kasettimuotin kustannuserittelytaulukko (liite 2, sivu 1) sisältää viisi erillistä
kohtaa, joista kaksi ensimmäistä ovat samanlaisia kuin vanerimuotin kustannuseritte-
lytaulukossa. Solujen värit ja perusrakenne ovat samanlaisia kuin vanerimuotin taulu-
kossa. Taulukon yleinen käyttö tapahtuu myös samalla tavalla kuin vanerimuotin kus-
tannuserittelytaulukossa.

Ensimmäisenä osana kasettimuotin kustannuserittelytaulukkoa on aivan samanlainen
kohdetieto-osio (kuva 19) kuin vanerimuotin erittelytaulukossa. Taulukkoon tulee kir-
jata samat tiedot, samalla tavalla. Toisena kohtana kasettimuotin erittelytaulukossa
on samanlainen lähtötieto-osio (kuva 20) kuin vanerimuotin erittelytaulukossa. Nämä
kaksi osiota eivät siis muutu käytettiinpä kumpaa tahansa erittelytaulukkoa.

Kolmas osio on kasettimuotin kustannuserittelytaulukossa erilainen kuin vanerimuotin
erittelytaulukossa. Kasettimuotin kustannuserittelytaulukon kolmantena osana on
muottikustannusosio (kuva 25). Tässä osiossa annetaan tiedot tarvittavasta muottika-
ludesta, mahdollisesta puutavarasta, välikeputkista, muottiöljystä sekä rahti- ja nos-
tokustannuksista. Ensimmäisellä rivillä annetaan vuokrattavan muottikaluston määrä.
Tätä arvoa annettaessa tulee muistaa, että arvo tulee määrittää aina erikseen. Keltai-
sen solun arvo määrää, mikä lopullinen hinta seinäneliometriä kohden tulee olemaan.
Esimerkiksi, jos muottipinta-ala on yhteensä 500 m² ja halutaan allas rakentaa kah-
dessa osassa, voidaan tämän solun arvoksi laittaa 250 m². Tällaisessa tilanteessa
kustannus seinäneliometriä kohden tulisi huomattavasti pienemmäksi, koska ei tarvit-
sisi vuokrata niin paljon muottikalustoa. Vaikka kyseisen solun arvoa pienennetään,
ei sen muuttaminen vaikuta työkustannuksiin alentavasti. Muottikaluston hinta, 0,5 €
neliölle vuorokaudessa, on saatu kysymällä sitä muottikaluston toimittajilta. Kasetti-
muotissa tarvitaan puutavaraa lähinnä kulkusiltojen ja kaiteiden tekoa varten. Puuta-
varan hintana on käytetty samoja hintoja kuin vanerimuotin puutavaraa laskettaessa.
Välikeputkien hinta on saatu erään toimittajan katalogista. Välikeputkien kokonaishin-
nassa kartioiden osuus on 0,6 € ja itse putken osuus 0,9 €. Muottiöljyn menekki ja

hinta on laskettu samalla periaatteella kuin vanerimuotin erittelytaulukossa. Menekki on saatu kasettimuotteja toimittavalta yritykseltä. Koska kasettimuotteissa käytetään sileämpää filmivaneria, on myös muottiöljyn menekki pienempi.

Rahti on laskettu Ramirent Oy:n rahtikustannustaulukon (liite 3) mukaan Hyvinkäältä Jyväskylään toimitettuna. Taulukossa on määritelty toimituksien hinnat eri paikkakunnilta toisille. Hintaluokka määräytyy sen mukaan, kuinka paljon muottikalustoa voidaan kertakuormassa kuljettaa. Esimerkiksi hintaluokassa 4 voidaan kuljettaa kerralla 300 m² muottikalustoa, kun taas hintaluokassa 1 voidaan kuljettaa vain 100 m² muottikalustoa kerrallaan. Ramirent Oy vuokraa muottikalustoa Hyvinkäältä ja Oulusta. Arvonlisäveroton hinta hintaluokan 4 rahdille Hyvinkäältä Jyväskylään on 550 €. Laskelmissa tulee huomioida, että muottikalusto tulee myös palauttaa, jolloin rahtikustannus tulee maksettavaksi kahteen kertaan. Jos muottikalustoa vuokrataan yli 300 m², joudutaan kalusto toimittamaan työmaalle usealla rahdilla. Tällöin rahtikustannukset nousevat jälleen.

Viimeisellä rivillä on laskettu nostokustannus erikseen. Nostokustannuksen vaikutus kasettimuotin kokonaishintaan on merkittävä, jolloin nostokoneen menekkiä tulee miettiä erittäin tarkasti. Laskelmissani olen käyttänyt omaa arviotani siitä, kuinka kauan nostoautoa tarvitaan suhteessa työaikaan. Käyttämälläni menekillä 0,12 tth/m², nostoauton tarve on n. 80 % muottityön kestoajasta. Käyttämäni hinta kuvan laskelmassa on suhteellisen kallis. Yleensä nostoauton kustannus on n. 60–85 €/tunti.

Muottikustannus								
		vuokrattava muotti määrä (m ²)	Vuokra-aika (vrk)	Hinta/yks/vrk	yks.	Hinta (alv 0%)		
Muotin vuokra MANTO330 tai vastaava		257	8	0,50 €	m ²	1 028,00 €		
		Menekki (m)	Hukka %	Hinta/yks	yks.	Hinta (alv 0%)		
Kulkusillat		97	10,00 %	0,50 €	m	48,40 €		
Lauta 22x100		484	10,00 %	1,19 €	m	575,96 €		
		Menekki (kpl/m ²)	Kok. menekki	Hukka %	Hinta/yks	yks.	Hinta (alv 0%)	
Välikeputki+kartiot		1	1,1	10,00 %	1,50 €		424,05 €	
		Menekki (L/m ²)	Kok. menekki	Hukka %	Hinta/yks	yks.	Hinta (alv 0%)	
Muottiöljy		0,03	0,04	20,00 %	2,85 €	L	29,30 €	
		Mistä	Mihin	Tuonti	Vienti			
		0	0	Hyvinkää	Jyväskylä	550,00 €	550,00 €	
Rahti		4	1	Hyvinkää	Jyväskylä	550,00 €	550,00 €	
				Menekki tth/m ²	Yht. tth	Hinta/yks	yks.	Hinta (alv 0%)
Hiab-autonostin				0,12	37,99	80,00 €	tth	3 039,59 €

Kuva 25. Kasettimuotin kustannuserittelytaulukon muottikustannusosio. Tästäkin taulukosta tärkeimmät tiedot kirjautuvat automaattisesti kasettimuotin koontilomakkeeseen (liite 2, sivu 2). Kuva Samuli Turunen.

Neljäntenä kasettimuotin erittelytaulukossa on työmenekkiosio (kuva 26). Tämä osio on lähes samanlainen kuin vanerimuotin erittelytaulukossa. Tässä osiossa voidaan muuttaa muottityön eri työvaiheiden työaikamenekkejä. Arvot ovat Ratu-kortiston arvoja. Menekkejä voidaan muuttaa, mikäli siihen jälkilaskennan tuloksena nähdään tarvetta. Olen huomionnut myös kasettimuotin työmenekeissä kulkusiltojen ja kaiteiden teon. Kulkusiltojen ja kaiteiden teko on huomioitu taulukossa lisäämällä pystytykseen 0,03 tth/m².

33	Työmenekki					
34						
35	Esivalmistus tth/m²	Mittaus tth/m²	Pystytys tth/m²	Purku tth/m²	Puhdsitus ja öljyäminen	TL3-kerroin
36	0,04	0,03	0,28	0,10	0,02	1,12
37	Kokonais tth/m ²	0,47				
38						

Kuva 26. Kasettimuotin kustannuserittelytaulukon työmenekkiosio. Tästäkin osiosta kokonaistyömenekki ja TL3-lisäaikerroin kirjautuvat automaattisesti koontilomakkeeseen. Pystytyksessä on huomioitu kulkusiltojen ja kaiteiden tekeminen. Kuva Samuli Turunen.

Viimeisenä osana kasettimuotin kustannuserittelytaulukkoa on työ kustannusosio (kuva 27). Viimeisessä osiossa määritellään viimeiset tiedot työ kustannuksen laskemista varten. Talven vaikutus voidaan huomioida erikseen lisäämällä 0,04 tth/m² kyseiseen soluun. Suoritemääräkerroin katsotaan oheisesta taulukosta. Suoritemääräkerroin pienenee vasta, kun muottityötä on suhteellisen paljon. Kasettimuottityön työryhmään kuuluu yleensä 3 työntekijää. Työssäni olen käyttänyt työryhmän kokona juuri kolmea henkilöä, koska se on Ratu-kortin ohje kasettimuottityön menekkejä laskettaessa. Työntekijöiden hinta määräytyy samalla tavoin kuin vanerimuotin erittelytaulukossa. Kokonaishinta määräytyy myös samalla tavalla suhteessa seinäpinta-alaan. Kasettimuotin kustannuserittelytaulukossa on vielä lisänä solut, johon on laskettu edullisempi työ kustannus. Tämä edullisempi kustannus on laskettu, koska kokemukseräisesti voidaan osoittaa, että todellisuudessa kasettimuotin rakentaminen on nopeampaa kuin Ratu-kortin arvoilla laskettuna. Tästä lisää jäljempänä.

Työkustannus									kasettimuottien kasaaminen on nopeampaa, mitä RATU-kortisto ehdottaa.
Talven vaikutus	Suoritemääräkerroin	Työntekijöitä	Hinta €/tth	Yht. tth	Yht. Työpäivää	Työkustannus/päivä	Kok.työkustannus		
0	1,10	3	37,0 €	139,3	6	859,11 €	5 154,64 €	4 123,71 €	
Kokenut työryhmä				111,5	5				
Suoritemääräkerroin				YHTEENSÄ:					
Muottityön määrä, m ²	Kerroin					Hinta alv 0%	11 399,94 €	9 761,09 €	
0 - 500 m ²	1,10					HINTA / SEINÄ m ²	47,39 €	37,98 €	
500 - 1000 m ²	1,05					Alv:n osuus 23 %	2 621,99 €		
1000 - 2000 m ²	1,00					Hinta Alv 23%	14 021,92 €		
2000 - 4000 m ²	0,95					Sisältää työkustannukset kaikkine kustannuksineen (asuntojen vuokrat, sos.kulut)			
> 8000 m ²	0,90								

Kuva 27. Kasettimuotin kustannuserittelytaulukon työkustannusosio. Kuva Samuli Turunen.

4.4 Laskennan virheet ja mahdolliset epätarkkuustekijät kasettimuotin kustannuserittelyssä

Kuten aikaisemmin luvussa 4.2 kerroin, oli työn yhtenä lähtökohtana tekemäni henkilöhaastattelu (liite 4). Haastattelun pohjalta oli odotettavissa, että kasettimuotin kustannus tulee olemaan 40–50 €/m². Koska kasettimuotin kokonaiskustannus on kyseisellä välillä, voidaan olettaa, ettei taulukko sisällä suuria virheitä tai puutteita. Muottikalustosta laadittu taulukko on oletettavasti hyvinkin tarkka. Nosto-, rahti- ja työkustannusten puolesta taulukko ei ole aivan yhtä tarkka. Kokonaisuutena arvioisin taulukon olevan kuitenkin riittävän tarkka, jotta voidaan verrata kasettimuotin hintaa vanerimuotiin.

Muottikaluston osalta hinnat ovat oletettavasti tarkkoja. Muottien vuokrahinta on kysytty kahdelta eri toimittajalta, joista molemmat antoivat lähes saman hinnan. Myös muottiöljyn menekki on saatu kyseisiltä toimittajilta. Kulkusiltoihin tarvittava puutavara on myös helposti laskettavissa. Ongelmia kaluston vuokraamisessa tulee vasta, kun muottikalustoa vuokrataan vähemmän kuin varsinaista seinää on tehtävänä. Kun toistojen määrä on suuri, ei sen vaikutusta työaikaan voida täysin erittelytaulukossa ottaa huomioon. Myöhemmin esitetyissä kuvaajissa on toistoja kuvattu sillä, että muottikalustoa on vuokrattu 60 % ja 40 % kokonaiseinäpinta-alasta.

Olellainen osa kasettimuotin kustannuksista on rahtikustannuksia. Rahtikustannukset on erittelytaulukossa laskettu Ramirent Oy:n rahtikustannusluettelon (liite 3) perusteella. Voidaankin siis olettaa, että rahtikustannukset on pystytty arvioimaan melko tarkasti. Rahtikustannukset ovat iso kustannus, joten niiden määrittämisessä tulee olla tarkkana. Kuten aikaisemmin jo mainitsin, on nostokustannukset arvioitu oman arvioni mukaan. Oletan, että arvioni nostokustannuksista on korkeampi kuin todelli-

suudessa. Olettamukseni myös on, että nostokustannukset on arvioitu riittävällä tarkkuudella lopputuloksen saavuttamiseksi. Yksi epätarkkuustekijä nostokustannuksissa on tuntihinta. Tuntihinta vaihtelee yleisesti 60–85 €. Nostoauton tuntihinta vaikuttaa ratkaisevasti lopulliseen kokonaishintaan. Myöhemmin esitettävistä graafisista kuvaajista käy ilmi, mikä vaikutus nostokaluston hinnalla on. Toinen nostokustannuksiin vaikuttava epätarkkuustekijä on nostoauton tarve muotin rakentamisajasta. Nostoauton tarve onkin arvioitava ja työssäni se on yleensä 80 %.

Suurin epätarkkuustekijä kasettimuotin kustannuserittelytaulukossa ovat työkustannukset. Ratu-kortin mukaiset menekit ovat yleisen käsityksen mukaan liian suuria. Olen yrittänyt tuoda laskentataulukossa esille tätä virheellistä Ratu-kortiston tietoa laskemalla erikseen ns. kokoneemman työryhmän työkustannukset. Laskentataulukossa kokenut työryhmä on 20 % nopeampi kuin varsinainen työryhmä. Suurimmat epätarkkuustekijät tuloksien oikeellisuudessa liittyvätkin juuri tähän. Kohdan 4.5 graafisista kuvaajista kuitenkin nähdään, että kun työmenekkejä tarkistetaan oikeammiksi, kasettimuotin kustannukset vain laskevat huomattavasti. Näin ollen en näe taulukossa toimintaongelmia tai virheellisiä tietoja, jotka vaikuttaisivat oleellisesti lopputulokseen. Uskon, että taulukkoa voidaan käyttää myöhemmin tarkkojen kustannuslaskelmien laskemiseen kunhan sitä kehitetään jälkilaskennan avulla eteenpäin.

4.5 Vaneri- ja kasettimuottien kustannusvaihtelut ja graafiset kuvaajat

Tässä osiossa esittelen varsinaisen työni lopputulokset. Tavoitteena oli tuottaa graafiset kuvaajat vaneri- ja kasettimuottitekniikoilla tehtyjen altaiden kustannuseroista. Lähtökohtana olen käyttänyt laatimiani Excel-tilukoita, joita on edellä esitelty. Taulukon arvoja muuttamalla on kerätty arvoja, joiden pohjalta jäljempänä esiteltävät käyrästä on muodostettu. Yleisinä vertailukohtina käytin kulloinkin kyseessä olevan muotin hintaa seinäpinta-alaa kohden verrattuna muotin korkeuteen. Muotin korkeudet ovat 2,7 m:stä 6 m:iin, 0,3 m välein. Muottien korkeudet on valittu kasettimuottijärjestelmän perusteella, jossa pienimmät kasetit ovat leveydeltään 0,3 m. Olen huomoinut työn hidastumista, kun muotin korkeus lisääntyy. Työn hidastuminen on huomioitu lisäämällä kasettimuotin työaikamenekkiin 0,01 tth/m² aina, kun joudutaan liittämään kasetteja toisiinsa. Lähtökohtana olen pitänyt sitä, että tehdään yksi sauma. Sen takia 2,7 m korkeassa seinämässä on työaikamenekestä vähennetty 0,01 tth/m², koska sen korkuisessa seinämässä ei ole yhtään saumaa. Vanerimuotissa korkeuden

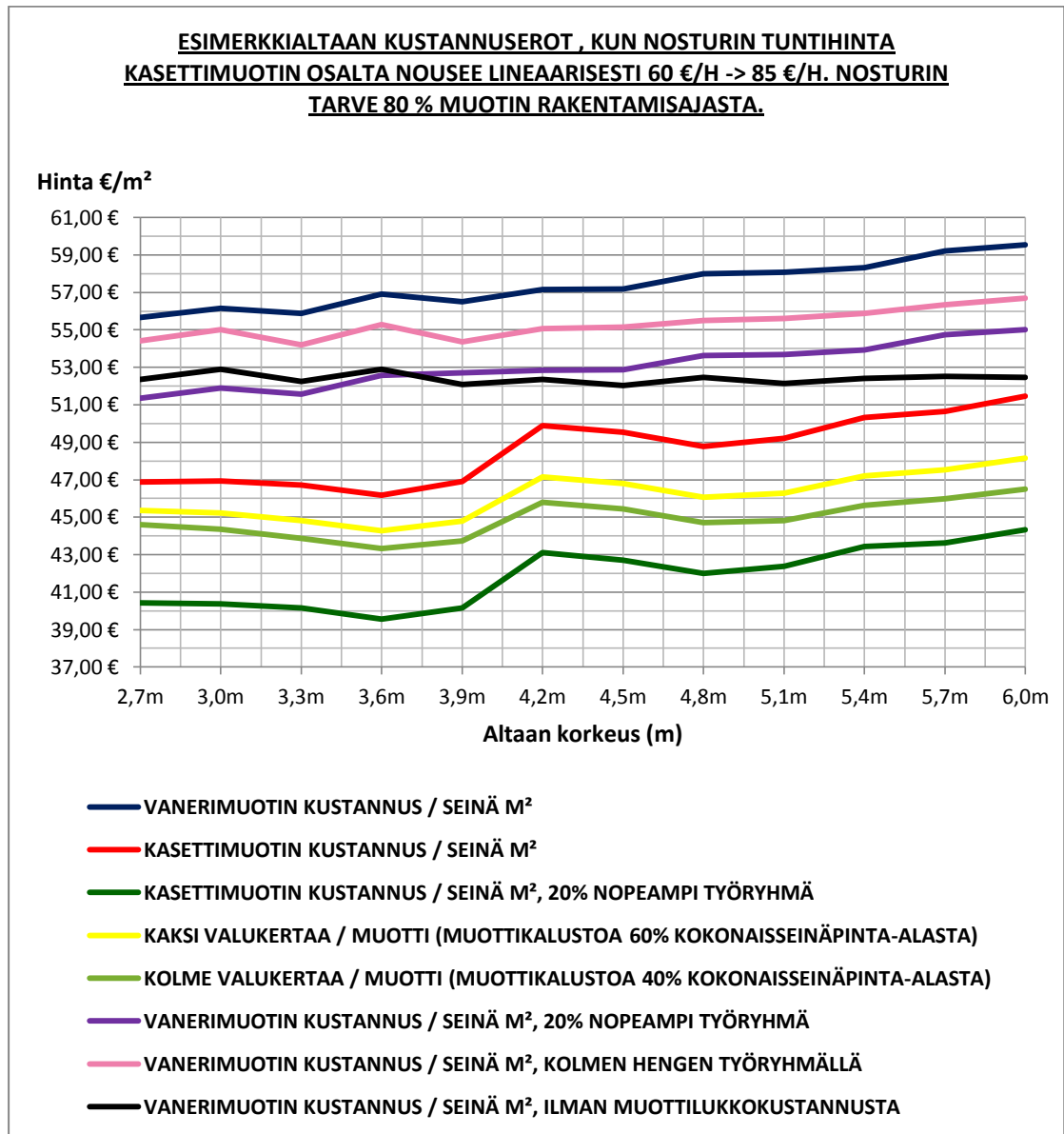
hidastama työ on huomioitu lisäämällä aina korkeuden vaihtuessa työaikamenekkiin 0,01 tth/m².

Kuviossa 1. on esitetty vaneri- ja kasettimuottien hinnan muutos muottiseinän korkeuden mukaan. Kuviossa on esitetty hinnan muutosta erilaisissa tilanteissa. Sinisessä eli ylimmässä käyrässä on esitetty vanerimuotin kustannus verrattuna seinäpinta-alaan perustilanteessa. Kyseisessä käyrässä ei ole muutettu laskentataulukon arvoja kuinkaan. Ainoastaan työaikamenekkiä on lisätty altaan korkeuden mukaan. Toisessa eli vaaleanpunaisessa käyrässä on esitetty vanerimuotin kustannus silloin, jos vanerimuottia tehdessä käytetään kolmen hengen työryhmää. Notkahdukset hinnassa 3,3 m ja 3,9 m kohdissa johtuvat suoritemääräkertoimen arviosta. Jos suoritemääräkerroin interpoloitaisiin tarkasti, olisi kuvaaja suorempi. Huomattavaa on, että toisen kuvaajan perusteella vanerimuotin kustannuksen kasvu kolmen hengen työryhmällä hidastuu korkeuden lisääntyessä. Ylhäältä päin kolmannessa eli mustassa käyrässä on esitetty tilanne, jossa muottilukoille ei ole laskettu vuokrahintaa. Merkittävää on, että vaikka työmenekkiä on lisätty altaan kasvaessa korkeutta, ei sen vaikutus näy kuvaajassa. Toisin sanoen, muottikustannukset vanerimuotilla ilman vuokra-kuluja ovat kohtalaisen tasaiset korkeudesta riippumatta. Ylhäältä päin neljännessä eli violetissa käyrässä on esitetty vanerimuotin kustannus silloin, kun työryhmä on 20 % nopeampi. Oletuksena on, että tällainen ryhmä on kokenut vanerimuottien rakennusryhmä.

Ylhäältä päin viidennessä kuvaajassa on esitetty kasettimuotin kustannukset normaalitilanteessa. Työmenekkiä on ainoastaan lisätty aiemmin kerrotulla tavalla, aina kasettien liitoskohdan mukaan. Kaikissa näissä kasettimuottia kuvaavissa käyrissä on nostokustannuksen tuntihintaa lisätty lineaarisesti seinämäkorkeuden kasvaessa. Suuri nousu juuri 4,2 m kohdalla johtuu siihen sattuvasta saumakohtasta sekä esimerkkialtaan tapauksessa muottineliöiden kasvusta. 4,2 m korkean seinän tapauksessa tarvittavan muottikaluston määrä ylittää 300 m², mikä tarkoittaa rahtikustannuksissa kahta toimitusta molempiin suuntiin. Siksi kyseisessä kohdassa on havaittavissa merkittävä hinnan nousu. Kuudennessa ja seitsemännessä käyrässä on esitetty tilanteet, joissa muottikalustoa vuokrataan vähemmän. Nämä käyrät kuvaavat ns. useamman valukerran tilanteita.

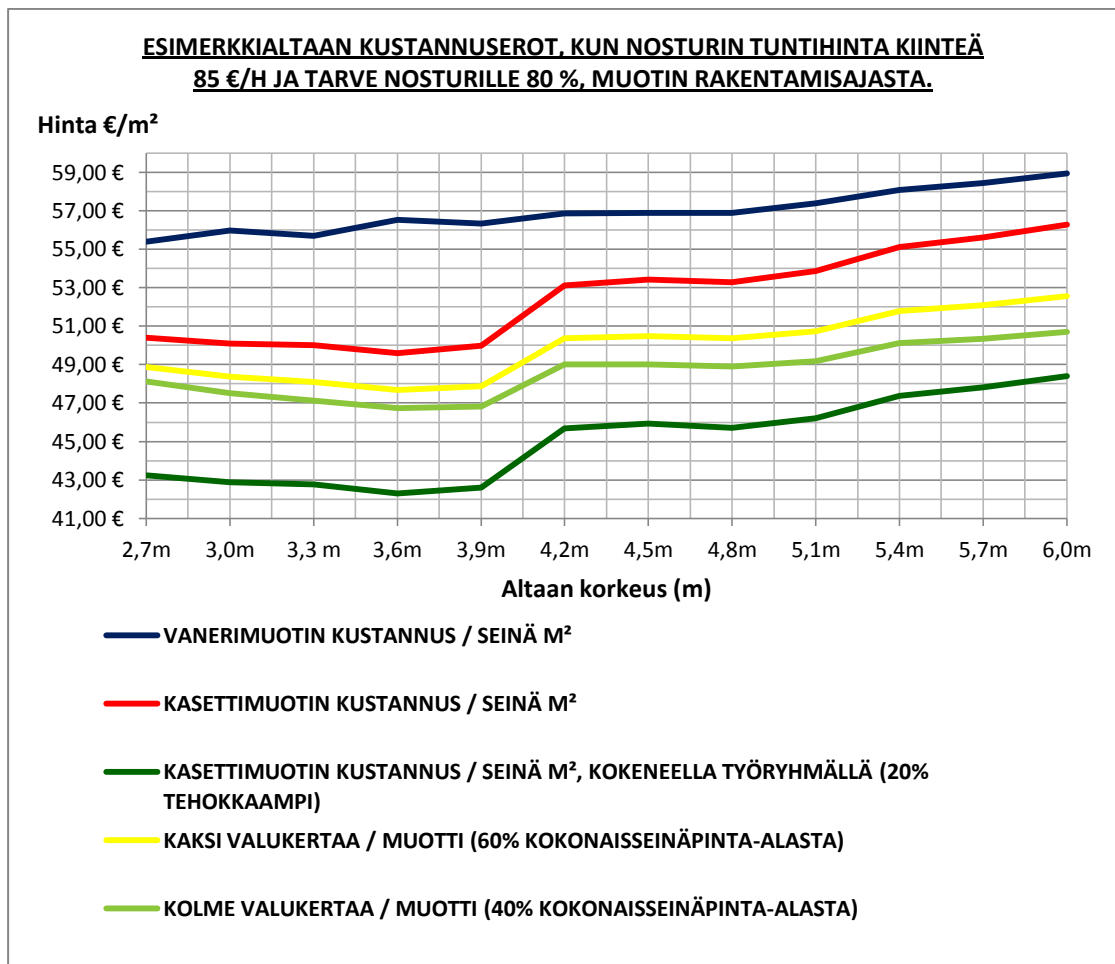
Kaikista merkittävin käyrä on alin, vihreä käyrä. Vihreässä käyrässä on esitetty tilanne, jossa työryhmä on oletettu 20 % nopeammaksi kuin normaalisti. Merkittäväntä tässä käyrässä on se, kuinka suuri ero nopeammalla ja normaalilla työryhmällä on.

Merkittäväksi sen tekee se tosiasia, että kuten aiemmin olen selostanut, on voitu osoittaa kokemukseräisesti, että Ratu-kortissa annetut työaikamenekit ovat kasettimuottia rakennettaessa liian suuria. Todellisuudessa on siis tilanne, että 20 % nopeampi työryhmä onkin lähempänä oikeaa työaika kuin työssä käsitelty ns. normaali työryhmä. Käyrästä on myös huomattavissa, kuinka paljon enemmän 20 % nopeampi työnopeus vaikuttaa kasettimuotin hintaan.



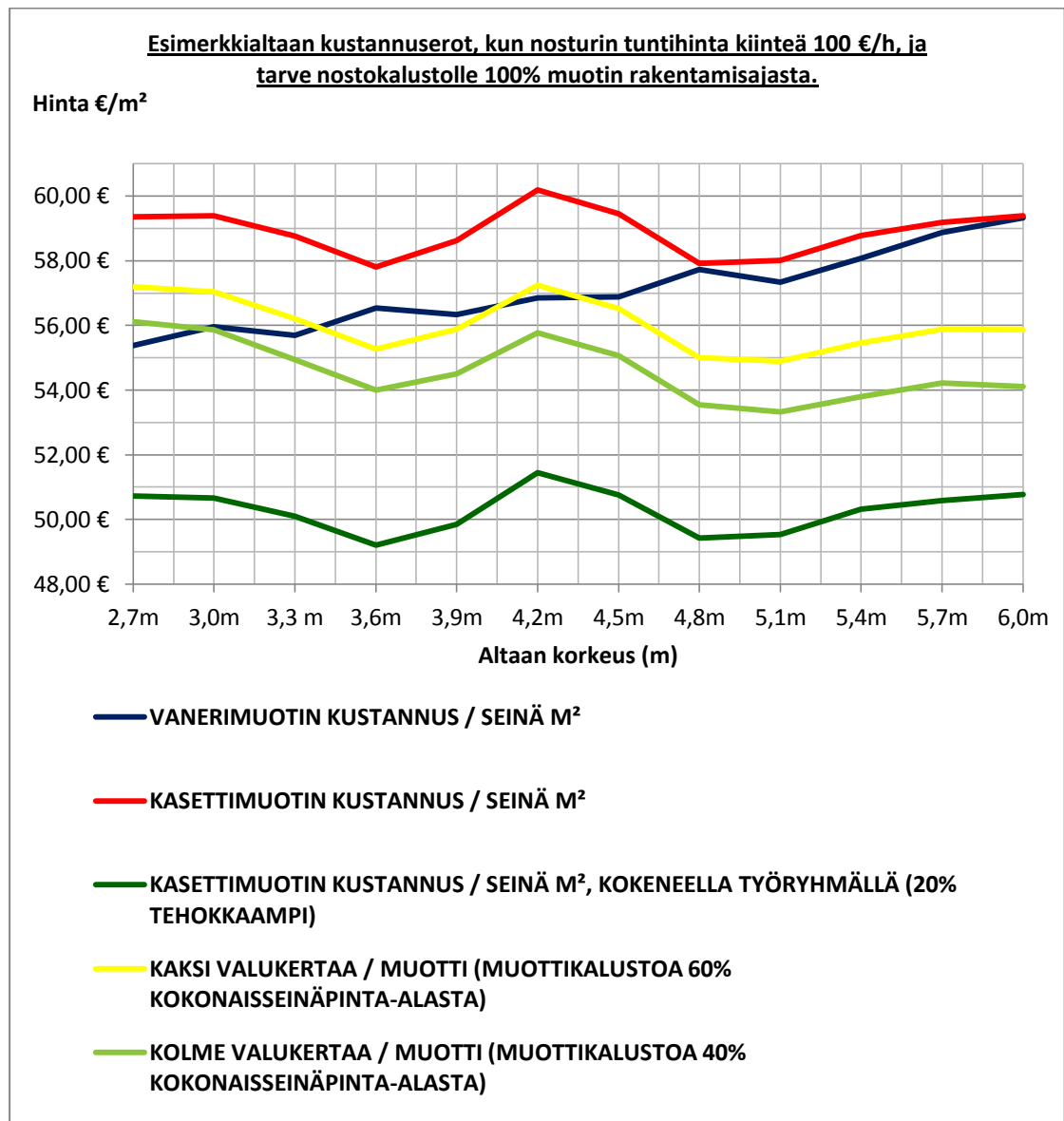
Kuvio 1. Kuviossa on esitetty molempien muottitekniikoiden erilaisia kustannusmuutoksia eri tilanteissa. Kuvio Samuli Turunen.

Kuviossa 2 on laskentataulukon perusarvoja hieman muutettu, jolloin on saatu hie-
man erilaiset kuvaajat. Kaikissa kuvion 2 kasettimuotin hintaa kuvaavissa käyrissä on
nostokustannus kiinteä 85 €/h. Kasettimuotin kustannuserittelyssä olen lisännyt työ-
aikaa 0,01 tth/m² joka kerta, kun muotin korkeus vaihtuu. Kuviossa on helposti nähtä-
vissä, milloin vuokrattavan kaluston määrä ylittää 300 m². Merkittävintä mielestäni on,
että vaikka olen kohtuuttomasti lisännyt kasettimuotin rakennuskustannuksia, on ka-
settimuotti siltikin edullisempi kuin vanerimuotin tekeminen. Vanerimuotin osalta kuvi-
on 2 käyrässä ei ole lisätty työaikameneä edelliseen kuvioon (kuvio 1) verrattuna.
Mielestäni vanerimuotin tekeminen saattaa hidastua jopa enemmän kuin 0,01 tth/m²,
kun muotin korkeus kasvaa. Jos työmenekkiä vanerimuottia rakennettaessa lisätään
korkeuden muuttuessa enemmän kuin 0,01 tth/m², niin vanerimuotin kustannus ka-
settimuottiin verrattuna kallistuu entisestään. Kuvion 2 kiinteä nostokustannus on
myös todellisuudesta poikkeava, koska yleensä matalissa alle 4 m korkeissa muotti-
seinämissä ei tarvita järeää nostokalustoa.



Kuvio 2. Vaneri- ja kasettimuotin kustannusten jakautuminen, kun nostokustannus on kiinteä 85 €/h. Kuvio Samuli Turunen.

Viimeisestä kuviosta (kuvio 3) käy hyvin ilmi, kuinka tärkeä nostokustannuksen oikea hinnoittelu kasettimuotin kustannuksia laskettaessa on. Kasettimuotin käyrien nostokustannus on nostettu todellista paljon korkeammalle. Tässä käyrästössä merkittävää on, että kun nostokustannus on 100 €/h ja nostokaluston tarve 100 % muotin rakentamisajasta, niin kasettimuotti tulee kalliimmaksi pienissä altaissa. Suurissa altaissa kasettimuotti tulisi melkein yhtä edulliseksi kuin vanerimuotti. Merkittävin seikka on mielestäni kuitenkin se, että vaikka kasettimuotin rakentamiskustannus on Ratu-kortin arvoilla tässä tapauksessa kalliimpaa, ei se todellisuudessa sitä ole. Tästäkin kuviossa nähdään, että 20 % nopeammalla kasettityöryhmällä kasettimuotin rakentamiskustannukset ovat huomattavasti edullisemmat kuin vanerimuotin.

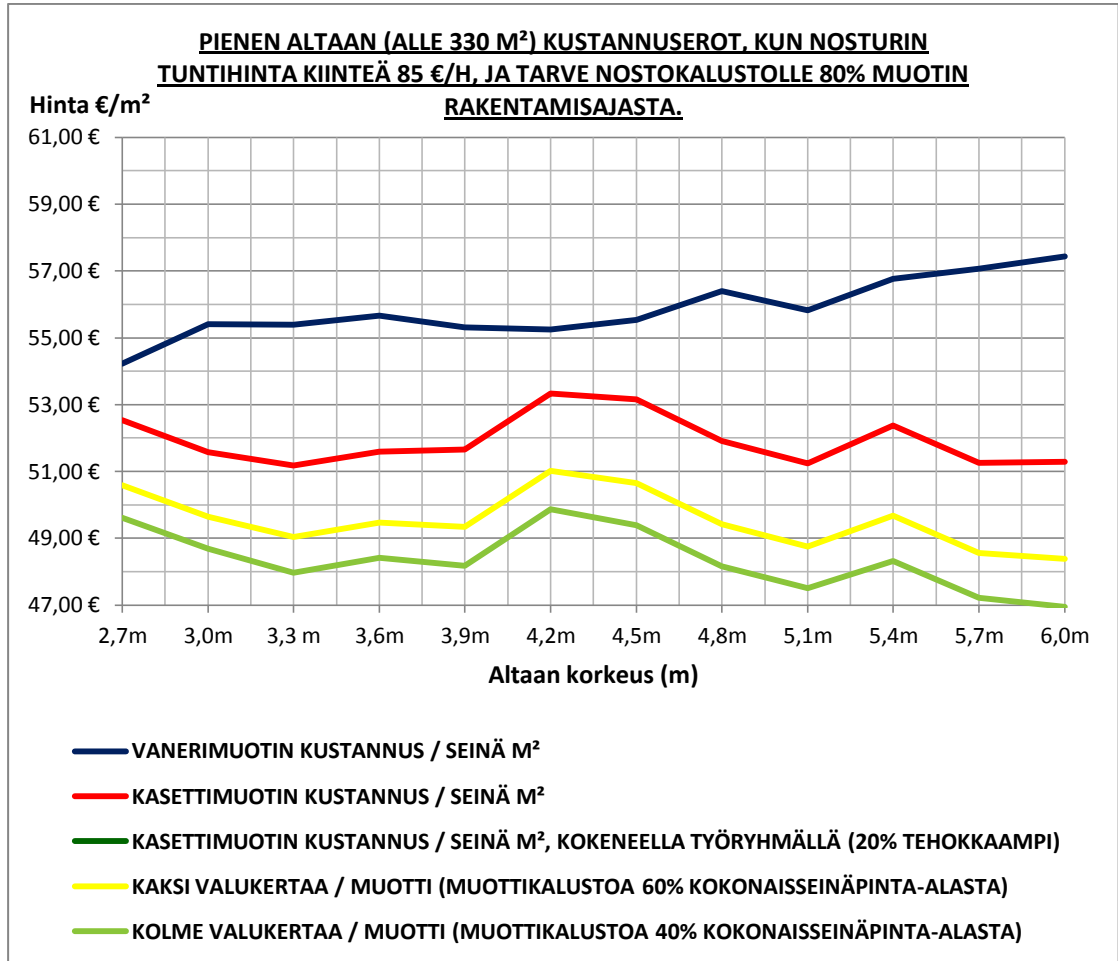


Kuvio 3. Kuviossa on esitetty kasettimuotin kustannukset, kun nostokustannus ja nostokaluston tarve ovat paljon todellista suurempia. Kuvio Samuli Turunen.

5 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli suorittaa kustannusvertailu vaneri- ja kasettimuottitekniikoiden osalta. Näiden kustannusvertailujen perusteella oli tarkoitus tehdä graafiset kuvaajat, joiden avulla pystyttäisiin päättämään, milloin kannattaa käyttää vanerimuottia ja milloin kasettimuottia. Mielestäni aiemmin esitetyn tiedon perusteella voidaan sanoa, että opinnäytetyöni täyttää sille asetetut tavoitteet. Tavoitteena oli muodostaa graafiset kuvaajat kustannusten muodostumisesta. Mielestäni graafiset kuvaajat kertovat halutun tiedon riittävällä varmuudella. Kaikista kuvioista (kuviot 1, 2 ja 3) voidaan tehdä se johtopäätös, että kasettimuotin käyttö allasrakentamisessa on yleisesti edullisempaa, kuin vanerimuotin käyttö. Täytyy muistaa, että laskelmat on tehty esimerkialtaalle, jonka muottipinta-ala 2,5 m korkealla seinällä on 210 m². 6 m korkean esimerkialtaan muottipinta-ala on taas 466 m². Osoittaakseni, että väittämani pitää paikkaansa, tein laskelmat (kuvio 4) pienelle altaalle, jossa 6 m korkean altaan muottipinta-ala on 326 m². Nosturin tuntihinnaksi asetin kalliin 85 €/h ja nostokaluston tarpeeksi 80 % muotin rakennusajasta. Tästä viimeisestä kuvioista (kuvio 4) nähdään, että vaikka kyseessä on pieni allas, tulee kasettimuottikalustolla rakentaminen edullisemmaksi.

Toisena tavoitteena oli etsiä mahdolliset muottitekniikoiden käyttöalueiden rajat. Työni pohjalta totean, että käyttöalueiden selkeää rajaa ei ole, vaan kasettimuottitekniikalla toteutetut altaat ovat edullisempia. Laskentaprosessi työssäni ei ole tietenkään aukoton. Esimerkkilaskelmat on suoritettu yksinkertaisille suorakaiteen muotoisille altaalle, jolloin kasettimuotin käyttö on helppoa ja vaivatonta. Jos allas on muodoltaan hankala tai monimuotoinen, eivät tekemäni laskelmat enää välttämättä päde. Muottitekniikkaa valittaessa tuleekin aina miettiä, onko kasettimuottikalusto järkevästi sovellettavissa kohteeseen. Mikäli näin on, voidaan suorittaa laskelmat sen käytön kannattavuudesta. Yleisesti ottaen työni lopputuloksena on siis se, että selkeissä ja yksinkertaisissa altaissa kasettimuottitekniikan käyttö on edullisempaa. Pienissä, pyöreissä ja monimuotoisissa altaissa, tulee vanerimuotti luultavasti edullisemmaksi.



Kuvio 4. Pieni allas, jossa korkeimman seinän muottipinta-ala 326 m². Nosturin tunti-
hinta on 85 € ja tarve nosturille 80 % muotin rakennusajasta. Kuvio Samuli Turunen.

Opinnäytetyöni pohjalta suosittelen jatkotoimenpiteiksi ainakin seuraavia toimenpitei-
tä. Laskentataulukon käyttöä kannattaa hyödyntää ja kehittää tulevissa rakennus-
hankkeissa. Jotta kustannuserittelytaulukoiden tietoja voidaan tarkentaa ja taulukon
oikeellisuutta täsmentää, tarvitaan tarkkaa jälkilaskentatietoa toteutuneista kohteista.
Kasettimuotin työaikamenekkien täsmentäminen todellista vastaaviksi olisi merkittävä
tieto laskennan kannalta. Lisäksi vanerimuotin kohdalla suosittelisin tehtäväksi vertai-
lun siitä, kannattaako vanerin paksuntaminen muottiseinämässä. Tulisi tutkia tuleeko
vanerimuotin tekeminen edullisemmaksi, jos käytetään paksumpaa vaneria ja vä-
hemmän pystyruuntaa. Lisäksi voitaisiin tutkia kustannuseroja suurmuotin ja kasetti-
muotin välillä. Kasetti- ja suurmuottitekniikoiden välillä voitaisiin myös tutkia, kannat-
taisiko niiden hankkiminen omaksi.

LÄHTEET

Betonikeskus ry. 2004. *Itsetiivistyvän betonin käyttö paikallvalurakenteissa*. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Kavaja, R., 2001. *Rakennuksen puutyöt*. 9. painos. Tampere: Rakennustieto Oy.

Kavaja, R., 2011. *Rakennuksen puutyöt*. 14. tarkistettu painos. Tampere: Rakennustieto Oy.

Kiinnike-Kolmio Oy:n www-sivu [viitattu 18.7.2011]. Saatavissa: <http://www.kiinnikekolmio.fi/?Tuotteet&id=327>.

Mäki, T., Koskenvesa, A., Sahlstedt, S. & Penttilä, H. 2009. *Rakennustöiden laatu*. 2009. Tampere: Rakennustieto Oy.

Pahkala, M., Rossi, V., Viita, S. & Vuorinen, P. 1998. *Kestävä Kivitalo, Paikallavaletut betonipinnat*. Lahti: Suomen Betonitieto Oy.

Puukeskus Oy:n www-sivu [viitattu 17.8.2011]. Saatavissa: www.puukeskus.fi.

Peri Suomi Ltd Oy:n www-sivu [viitattu 18.7.2011]. Saatavissa: <http://www.perisuomi.fi/>.

Ratu 06-3029. 1994. *Lauta- ja levyvuottirakenteiden suunnitteluohje*. [viitattu 9.8.2011] Saatavissa: www.rakennustieto.fi.

Ratu 21-0269. 2005. *Lautamuottityö*. Rakennustieto Oy [viitattu 15.11.2011] Saatavissa: www.rakennustieto.fi.

Ratu 21-0270. 2005. *Levyvuottityö*. Rakennustieto Oy [viitattu 15.11.2011] Saatavissa: www.rakennustieto.fi.

Ratu 21-0271. 2005. *Kasettimuottityö*. Rakennustieto Oy [viitattu 15.11.2011] Saatavissa: www.rakennustieto.fi.

Semtu Oy:n www-sivu. [viitattu 17.8.2011]. Saatavissa: www.semtu.fi.

Tixbit oil & chemicals Oy:n www-sivu [viitattu 17.8.2011]. Saatavissa: www.tixbit.com.

VANERIMUOTIN KUSTANNUERITTELYTAULUKKO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
2	Kohdetiedot															
3	Kohteen nimi:	Kiteen jäteveden puhdistamo				Lähtötiedot										
4	Rakennuspaikan osoite:	Kalapolku 2 a2	98469	Kitee		Leveys [m]	Pituus [m]	Korkeus [m]	Vahvuus [mm]			Pinta-ala [m ²]		Betoni m ³		
5	Tilaaja:	Kiteen kaupunki				Altaan ulkomitat	5,0	15,0	3,1			124 m ²		37,2 m ³		
6	Tilaajan osoite:	Kaupungintalo 2 a2	98469	Kitee		Altaan sisämitat	4,4	14,4	3,1			117 m ²		10,00 % Hukka %		
7	Urakoitsija:	Savo-Karjalan Yeshuolito Oy				YHTEENSÄ:						241 m ²		40,92 m ³		
8	Työnnumero:	12365				Ulkokuoren muotti	5,0	15,0	3,3			300				
9	Aika:	5.10.2011	Muokattu:	22.11.2011		Sisäpuolen muotti	4,4	14,4	3,3			300				
10	Paikka:	Kuopio				YHTEENSÄ:						132 m ²				
11	Laikija:	Samuli Turunen				Sisäpuolen muotti						124 m ²				
12						YHTEENSÄ:						256 m ²				
13						Sisäpinta-ala [m ²]:						241 m ²				
14	Materiaalitiedot					Muottipinta-ala [m ²]:						257 m ²				
15																
16	Materiaali:	Kohde:														
17																
18	Vaneri 1220x2440	Muotti	1220	2440	12	Leveys [mm]	Pituus [mm]	Paksuus [mm]	Pinta-ala [m ²]	283	m	kpl	Hukka %	Hukka RAUTUSSA	Hinta [kks. yks.]	Hinta (alv 0%)
19										283		95	10,0 %	10,0 %	8,621 m ²	2 440,59 €
20	Lauta 25x100 mm ²	YHTEENSÄ:								283		95	10,0 %	10,0 %	0,501 m	2 440,59 €
21		Psyykkoolaus	100	5000	22					1414		283	10,0 %	10,0 %	0,501 m	706,751 €
22		Potkullistat	100	5000	22					97		19	10,0 %	10,0 %	0,501 m	48,401 €
23	Lauta 50x100 mm ²	YHTEENSÄ:								1510		302	10,0 %	10,0 %	1,191 m	755,15 €
24		Psyykkoolaus	100	5000	50					707		141	10,0 %	10,0 %	1,191 m	841,031 €
25		Yinotuet	100	5000	50					640		39	10,0 %	10,0 %	1,191 m	761,841 €
26		Kulkusillan tuenta	150	5000	50					147		29	10,0 %	10,0 %	1,191 m	174,531 €
27		Kulkusillat ja kaiteet	100	5000	50					484		97	10,0 %	10,0 %	1,191 m	575,961 €
28		YHTEENSÄ:								1978		306	10,0 %	10,0 %	2 353,36 €	
29	Muut tarvikkeet	Muottiside		860		Leveys [mm]	Pituus [mm]	Halkaisija [mm]	Menekki kpl/m ²	Lm ²	kpl	L	Hukka %	Hukka RAUTUSSA	Hinta [kks. yks.]	Hinta (alv 0%)
30		Muottilukko							3		810		5,0 %	5,0 %	1,901 kpl	1 538,15 €
31		Rakennusteineet x 2	700	1900					6		1619		5,0 %	5,0 %	0,061 Päivä	582,88 €
32		Zipdeek-aiurgötaso	700	5000										27,401 Päivä	219,20 €	
33		Muottiliig								0,04		12	20,0 %		10,041 Päivä	80,32 €
34														2,201 L	27,14 €	
35	Työmeneikki													PIENTARVIKELISA:	0,501 m ²	128,50 €
36	Mitkaus, aloitus tthm ²	Pästytyt tthm ²	Puuku ja puhdistus tthm	TL3-kerroin	Suorittamääräkerroin	Työnoktiotä	Hinta tthh	Yht. tth	Yht. Työpäivää	Työkustannus/päivä/työkustannus					844,72 €	5 068,30 €
37	0,07	0,25	0,20	1,12	1,025	3	37,01	137,0	6							
38																
39																
40																
41																
42																
43																

1. Vanerimuotin kust. erittely

1a Vanerimuotin koontitaulukko

2. Kasettimuotin kust. erittely

2a Kasettimuotin koontitaulukko

3. Kustannusdiagrammit

Vane

241 m²
257 m²
Syois tässä muottipinta-ala
joko solista L10 tai oma sarvio
(pakko antaa arvo)

Hinta

KUSTANNUSTEN KOONTITAULUKKO



Puhtaasti vesilinjalla

Vanerimuotin materiaali- ja työmenekit sekä niiden kustannukset							
Kohdetiedot:	Kohteen nimi:	Kiteen jäteveden puhdistamo					
	Rakennuspalkan osoite:	Kalapolku 2 a2					
	Postinumero ja postitoimipaikka:	98469	Kitee				
	Tilaaja:	Kiteen kaupunki					
	Tilaajan osoite:	Kaupungintalo 2 a2					
	Postinumero ja postitoimipaikka:	98469	Kitee				
	Urakoitsija:	Savo-Karjalan Vesihuolto Oy					
	Työnumero:	12365					
	Palkka ja aika:	22.11.2011					
Laskija:	Samuli Turunen						
Ulkomitat:	Altaan lähtötiedot:						
	Leveys: (m)	Pituus: (m)	Korkeus: (m)	Pinta-ala: (m²)	Betoni m²:		
	5	15	3,1	124	40,92		
Sisämitat:	4,6	14,4	3,1	118			
Ulkomitat:	Muotin lähtötiedot:						
	Leveys: (m) a	Pituus: (m) b	Korkeus: (m) c	Pinta-ala: (m²)	Yhteensä muotti-m²		
	5	15	3,3	132	257		
Sisämitat:	4,6	14,4	3,3	125			
Vaneri 1220x2440	Tarvikemerkitt:			Ohjeet		Hinta (alv 0%)	
	Muotti	95	kpl	(pyöristys täysin levyihin)		-	
		283	m²	(pyöristys täysin m²:n ylöspäin)		2 440,59 €	
	Muut						
	YHTEENSÄ:						2 440,59 €
Lauta 25x100 mm²	Pysykoolaus	1414	m	(pyöristys täysin metreihin)		706,75 €	
	Potkuristat	97	m	(pyöristys täysin metreihin)		48,40 €	
	Muut						
	YHTEENSÄ:						755,15 €
Lauta 50x100 mm²	Pystykoolaus	707	m	(tellineet ulkomittojen mukaan)		841,03 €	
	Kukkulat ja kalteet	484	m			575,96 €	
	Vinotuenta	644	m			765,77 €	
	Kukkulien tuenta	147	m			174,53 €	
	YHTEENSÄ:						2 357,29 €
Muut tarvikkeet	Muottilaidet	810	kpl	(todellinen seinäpinta-ala ei muotti)		1 538,15 €	
	Muottilukko	1619	kpl	(taulukosta luettu-, tai itse annettu)		582,88 €	
	Muottilöly	12	L	(pyöristys täysin sileisiin)		27,14 €	
	Pientarvikkeita					128,50 €	
	Rakennustelineet	1,9x0,7	m			219,20 €	
	Zipdeck työtaso	0,7x5	m			80,32 €	
	YHTEENSÄ:						2 576,18 €
Työmenekki	tn/m²	tn yht.	Hinta €/tn	TL3-kerr.	SM-kerr.	Työpäivät	Kok. Työkustannus
	0,52	136,98	37,00 €	1,12	1,025	6	5 068,30 €
Kokonaiskustannukset	Hinta € / Muotti-m²:	54,58 €	YHTEENSÄ (alv 0%):				13 197,51 €
			YHTEENSÄ (alv23%):				16 233,00 €
			ALV 23%:				3 035,43 €

KASETTIMUOTIN KUSTANNUERITTELYTAULUKKO

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Kohdetiedot																			
3	Kohteen nimi:	Kiteen jäteveden puhdistamo																	
4	Rakennuspalkan osote:	Kalajoku 2 a2	98469																
5	Tilaaja:	Kiteen kaupunki																	
6	Tilajän osote:	Kaupungintalo 2 a2	98469																
7	Urakoitsija:	Savo-Karjalan Yeshuotit Oy																	
8	Työnnumero:	12385																	
9	Aika:	40821	Muokattu:	40869															
10	Paikka:	Kuopio																	
11	Lastija:	Samuli Turunen																	
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33	Työmeneikki																		
34																			
35	Erväalmistus tthm²	Määräys tthm²	3-syysyys tthm²	Puku tthm²	Puhdistus ja öljyminen TL3-kerroin	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²	Tähtäkkä tthm²
36	0,04	0,03	0,25	0,10	0,02	1,12	0	1,10	3										
37	Kokonaismäärä tthm²	0,44																	
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
1. Vanerimuotin kust. erittely 1a Vanerimuotin koontitaulukko 2. Kasettimuotin kust. erittely 2a Kasettimuotin koontitaulukko																			

Lähtötiedot		Leveys (m)		Pituus (m)		Paksuus (mm)		Pinta-ala (m²)		Betonim³	
Altaan ulkomat	5,0	15,0	3,1	300	124	37,2					
Altaan sisämät	4,4	14,4	3,1		117		10,00 %	Hukka %			
YHTEENSÄ:					241			40,92			
Ulkokoren muotti	5,0	15,0	3,3	300	132						
Sisäpuolen muotti	4,4	14,4	3,3		124						
YHTEENSÄ:					256						
Sisäpinta-ala (m²):	241				241						
Muottipinta-ala (m²):	257				257						

Muottikustannus		Muotin vuokra		MÄNTÖ330 tai vastaava		Muokattava muotti määrä (m²)		vuokra-ala (virk)		Hinnat	
Kalkuluslat	Lauta 22x100	97	10,00 %	484	10,00 %	1,19					
Lauta	50x100	494	10,00 %	1,91							
Yhteispinta-ala		1,1	10,00 %	1,50							
Menekki (l/m²)	Kok. menekki	0,03	20,00 %	2,89							
Menekki (l/m²)	Mihin	0,04	20,00 %	2,89							
Menekki (l/m²)	Mihin	0,12	37,99	80,00							

Suorittamääräkerroin		Suorittamääräkerroin		Suorittamääräkerroin	
Muottipinta-ala	0-500 m²	1,00			
	500-1000 m²	1,05			
	1000-2000 m²	1,00			
	2000-4000 m²	0,95			
	> 8000 m²	0,90			

Hinnat		Hinnat		Hinnat	
Hinnat	139,3	Yh. tth	6	Yh. Työpäivä	859,11
Yh. tth	111,5	5			
Yhteensä:					
Hinnat	11 399,59	Hinnat	9 761,09		
Hinnat	47,39	Hinnat	37,91		
Hinnat	2 621,99	Hinnat	14 021,92		

KUSTANNUSTEN KOONTITAULUKKO



Puhtaasti vesilinjalla

Vanerimuotin materiaali- ja työmenekit sekä niiden kustannukset							
Kohdetiedot:	Kohteen nimi:	Kiteen jäteveden puhdistamo					
	Rakennuspaikan osoite:	Kalapolku 2 a2					
	Posti numero ja postitoimipaikka:	98469	Kitee				
	Tilaaaja:	Kiteen kaupunki					
	Tilaaajan osoite:	Kaupungintalo 2 a2					
	Posti numero ja postitoimipaikka:	98469	Kitee				
	Urakoitsija:	Savo-Karjalan Vesihuolto Oy					
	Työnumero:	12365					
	Palikka ja aika:	22.11.2011					
Laskija:	Samuli Turunen						
Ulkomitat:	Altaan lähtötiedot:						
	Leveys: (m)	Pituus: (m)	Korkeus: (m)	Pinta-ala: (m²)	Betoni m³:		
	5	15	3,1	124	37,2		
Sisämitat:	4,6	14,4	3,1	118			
Ulkomitat:	Muotin lähtötiedot:						
	Leveys: (m) a	Pituus: (m) b	Korkeus: (m) c	Pinta-ala: (m²)	Yhteensä muotti-m²		
	5	15	3,3	132	257		
Sisämitat:	4,6	14,4	3,3	125			
Muotin vuokra MANTO330 tai vastaava	Tarvikemenekit:		Ohjeet		Hinta (alv 0%)		
	Vuokrattava muottimäärä (m²):	Vuokra-aika (vrk):	Hinta (€/m²/vrk):		-		
	257	11	0,50 €		1 413,50 €		
	Muita kuluja						
	YHTEENSÄ:				1 413,50 €		
Kulkusillat	Lauta 22x100	97 m	(pyöristys täysin metreihin)		48,40 €		
	Lauta 50x100	484 m	(pyöristys täysin metreihin)		575,96 €		
	Muut						
	YHTEENSÄ:				624,36 €		
Muut tarvikkeet	Nimike:	Menekki (kpl/m²):	Hinta (€/yks):	Ohjeet			
	Vestilivälike	707	4,60 €	(hinnat sisältää hukan)			
	Välikeputki+kartiot	484	0,95 €	(hinnat sisältää hukan)			
		Menekki (L/m²)					
	Muottioily	0,03	2,85 €	(hinnat sisältää hukan)			
	Muita kuluja						
	YHTEENSÄ:				1 598,28 €		
Muita kuluja	Rahti	550			1 100,00 €		
		Menekki (tth/m²):	Yht. tth	Hinta (€/tth):			
	Hilab-autonostin	0,12	37,99	80,00 €	3 039,59 €		
	YHTEENSÄ:				4 139,59 €		
Työmenekki	tth/m²	tth yht.	Hinta €/tth	TL3-kerr.	SM-kerr.	Työpäiviä	Kok. Työkustannus
	0,44	139,31	37,00 €	1,12	1,10	6	5 154,64 €
	Työryhmän koko:	3					
	Hinta € / Muotti-m²:	53,48 €	YHTEENSÄ (alv 0%):			12 930,37 €	
	YHTEENSÄ (alv 23%):					15 904,00 €	
	ALV 23%:					2 973,99 €	

RAMIRENT OY:N RAHTIKUSTANNUSTAULUKKO



Pikkien maikan kuljetushinnasto alv 0 %

Muutit, turvatekniikka ja telineet 15.3.2011

Hakitelneet

- HINTALUOKKA 1
 - Hakiporrastorni 2,0 m syöksyllä enintään 14,5 m korkeaa
 - Hakiporrastorni 1,5 m syöksyllä enintään 11,0 m korkeaa
 - Hakimuuraukseline enintään 100 m²
- HINTALUOKKA 2
 - Hakiporrastorni 2,0 m syöksyllä alle 35 m korkeaa
 - Hakiporrastorni 1,5 m syöksyllä enintään 30,5 m korkeaa
 - Hakimuuraukseline 100-300 m²
- HINTALUOKKA 3
 - Hakiporrastorni 2,0 m syöksyllä 35 m korkeaa
 - Hakiporrastorni 1,5 m syöksyllä 30,5 m korkeaa
 - Hakimuuraukseline enintään 500 m²

Järjestelmämuutit Framax, Manto, holkikalusto

- HINTALUOKKA 1
 - Holkikalusto alle 100 m²
- HINTALUOKKA 2
 - Holkikalusto 100-200 m²
- HINTALUOKKA 3
 - Järjestelmämuutit enintään 100 m²
- HINTALUOKKA 4
 - Järjestelmämuutit enintään 180 m²
- HINTALUOKKA 5
 - Holkikalusto enintään 600 m²
 - Järjestelmämuutit enintään 300 m²

Suurmuutit (AP ja Staanratz)

- HINTALUOKKA 1
 - AP 24-3,6 m (enintään 3 pania)
 - SH-muutit 3,6 m (enintään 5 pania)
- HINTALUOKKA 2
 - SH-muutit 3,6-7,2 m (enintään 3 pania)
 - SH-muutit 3,6-7,2 m (enintään 2 pania)
- HINTALUOKKA 3
 - AP 24-7,2 m (enintään 6 pania)
 - SF-muutit 3,6-7,2 m (enintään 4 pania)
- HINTALUOKKA 4
 - AP 24-7,2 m (enintään 8 pania)
 - SF-muutit 3,6-7,2 m (enintään 6 pania)

Elementit, taittuvat työtaseet

- HINTALUOKKA 1
 - Elementit RSK 8 (enintään 12 kpl)
 - Elementit RSK 6 (enintään 25 kpl)
 - Elementit RSK 4 (enintään 100 kpl)
 - Taittuvat työtaseet 300 (enintään 5 kpl)
- HINTALUOKKA 2
 - Elementit RSK 10 (enintään 10 kpl)
 - Elementit RSK 8 (enintään 5 kpl)
 - Taittuvat työtaseet 300 (enintään 10 kpl)
 - Taittuvat työtaseet 450 (enintään 5 kpl)

Taulukko ei sovelly kilpailutettaviin isojen kuljetuksiin. Seisätilat enintään 1 h laistausta ja 1 h purkua (HL 1-3). Seisätilat enintään 2 h laistausta ja 2 h purkua (HL 4). Odotus- ja laistumit 65 €/h. Nostotyöt tarvittavan nosturikon mukaan: 22-35 tnm 85 €/h, 35-48 tnm 100 €/h, 48-69 tnm 130 €/h. (Suurimmat eri sopimuksen mukaan)

Pidämme oikeuden hintojen tarkastukseen.

Mittä - mihin	Hyvinkää	Hämeenlinna	Järvenpää	Juvasjärvi	Ajaniemi	Kemi	Kokkola	Kouvola	Couppo	Lahti	Lappeenranta	Mikkeli	Oulu	Pk-seutu	Pori	Rovaniemi	Savijoki	Tempere	Tornio	Turku	Vaasa	
Pk-seutu	2800	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650
Hyvinkää	0	150	330	270	360	480	370	250	330	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
Hämeenlinna	150	0	330	280	360	470	350	230	310	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Järvenpää	330	330	0	360	450	570	450	330	410	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Juvasjärvi	270	270	270	0	360	450	330	210	290	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
Ajaniemi	480	480	480	480	0	570	450	330	410	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Kemi	370	370	370	370	370	0	450	330	410	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Kokkola	250	250	250	250	250	250	0	330	410	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Couppo	330	330	330	330	330	330	330	0	410	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Lahti	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Lappeenranta	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Mikkeli	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Oulu	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Pori	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Rovaniemi	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350	350	350
Savijoki	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350	350
Tempere/Tornio	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350	350
Tornio	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350	350
Turku	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350	350
Vaasa	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0	350	350	350

SUOMEN MAASTORAKENTAJAT OY:n EDUSTAJAN EERO YLHÄISEN HAASTATTELU**Kysymyspohja haastateltavalle**

Insinööri työ, Muottitekniikoiden käyttöalueet allasrakentamisessa

Haastateltava: Eero Ylhäinen, Työpäällikkö, Suomen Maastorakentajat Oy

1. Kertoisitteko yrityksestä pääpiirteittäin.

Suomen Maastorakentajat Oy on siltä-, teollisuus- ja voimalaitosrakentamiseen sekä vaativiin maarakentamiseen erikoistunut rakennusliike. Toimialueemme on periaatteessa koko Suomi. Henkilökuntaa yrityksellä on lähes 100 henk ja vuosittainen liikevaihto 15-20 milj€. Betonirakentaminen on yrityksen ominta aluetta.

2. Minkä kokoisia altaita yleensä rakennatte?**2.1. Jos on yleisimmin toistuvia kokoja, mitä ne ovat? (noin)**

Mitään vakio kokoja tai yleisimmin toistuvia kokoja ei ole.

2.2. Minkä kokoisia ja muotoisia altaat ovat?

Altaat ovat urakkakohteesta riippuen yleensä 500 m³ – 5.000 m³. Altaat ovat yleensä suorakaiteen muotoisia, mutta olemme toki rakentaneet useita pyöreitäkin altaita. Pyöreät altaat voidaan rakentaa kasettimuotein, kun säde yli 20 m ja suunnittelijalta on saatu lupa. Pienet altaat helpointa rakentaa vanerimuotilla.

2.3. Kuinka teidän mielestänne muoto ja koko vaikuttavat muottitekniikan valintaan?

Joka kohteessa tutkitaan ensin kasettimuottikaluston soveltuvuus ko. altaan rakentamiseen. Toissijaisena tulee sitten muottien teko ns. kappale tavarasta (vanerimuotti). Selkeämuotoiset ja suuremmat altaat soveltuvat parhaiten kasettimuotille.

3. Missä päin Suomea rakennatte?**3.1. Kuinka paljon sijainti vaikuttaa, jos se vaikuttaa?**

Toimialueemme on koko Suomi. Pääasiassa urakkakohteemme ovat Keski-, Itä- ja Kaakkois-Suomessa.

3.2. Miksi sijainti vaikuttaa ja mihinkä sitä verrataan? (Etäisyys Helsingistä / Kuopiosta)

Toimistomme (työpäällikköpisteet) sijaitsevat Jyväskylässä, Kuopiossa ja Mäntyharjulla. Toiminta n. 200km säteellä toimistoistamme on kustannustehokkainta.

4. Minkälaisella kalustolla rakentaminen tapahtuu?**4.1. Onko muottikalusto kappalepuutavarasta, vanerista ja kappalepuutavarasta vai käytätekö jotain muita muottijärjestelmiä?**

Rakennamme altaita kaikenlaisilla muoteilla ja muottikalustolla. Pyrimme rakentamaan selkeät altaat kasettimuoteilla ja vaikeamuotoiset, pienet altaat kappale tavarasta (vanerimuotti).

Kysymyspohja haastateltavalle

Insinööri työ, Muottitekniikoiden käyttöalueet allasrakentamisessa

Haastateltava: Eero Ylhäinen, Työpäällikkö, Suomen Maastorakentajat Oy

4.2. Mistä mahdolliset kasettijärjestelmät on vuokrattu / ostettu?

Meillä on omaa Manto-muottikalustoa n. 800 m². Lisäksi vuokraamme myös ulkopuolelta kalustoa, jolloin muukin muottikalusto tulee kyseeseen (mm. Peri, Trio, Doka)

5. Onko mahdollista saada kustannustietoja vertailukohteiksi?

5.1. Kertoisitteko materiaali ja työkustannuksia liittyen muottitöihin.

Kasettimuotteilla tehtöissä materiaali- ja työkustannukset ovat yhteensä 40 -50 €/m² (alv 0%). Kappalestavareista (vanerimuotti) tehtynä muottityön kustannus on 50 -60 €/m² (alv 0%). Työn osuus on aina merkittävä. Muotin osuus hinnasta on n. 10 -15 €. Kasettimuottikaluston vuokra on n. 1€/m², sisältäen puhdistukset ja rahdin. Kasettimuottitoimittaja tekee muottisuunnitelmat yleensä ilmaiseksi. Oman kaluston käytöstäkin veloitettava n. puolet vuokratilaston hinnasta.

5.2. Suoritatteko jälkilaskentaa ja jos suoritatte, kuinka hyödytte siitä? Jos ette onko jokin syy miksi?

Koko yrityksen toiminnan ajan olemme seuranneet sekä muottityön että muunkin rakentamisen kustannuksia. Täytyy tietää toteutuneet kustannukset uusien kohteiden urakkalaskentaa varten.

6. Henkilökohtainen mielipiteenne allasrakentamisessa käytettävistä muottitekniikoista. Mitä tulisi käyttää ja miksi?

Kannattaa käyttää kasettimuotteja aina kun on selkeämuotoinen allas (ei pilasteireita, syvennyksiä ym) ja kun kasettimuotteja voidaan kierrättää (vähintään 3-4 muottikiertoa samalla kalustolla samassa kohteessa).

7. Minkälaista nostokalustoa on ollut käytössä?

7.1. Onko ollut omaa vai aliurakoitsijan kalustoa?

Kasettimuotteja on kasattu ja purettu omalla järeällä hiab-autolla, autonosturilla, kurottajalla ja joskus jopa kaivinkoneella (ongelmana pieni ulottuvuus).

7.2. Minkälaisia kustannuksia on tuottanut?

Nostokustannukset sisältyvät kohdassa 5.1 esitettyihin muottikustannuksiin.

8. Missä kulkee raja milloinka kannattaa vaihtaa vanerimuotista kasettimuottiin?

Kysymyspohja haastateltavalle

Insinööriytyö, Muottitekniikoiden käyttöalueet allasrakentamisessa

Haastateltava: Eero Ylhäinen, Työpäällikkö, Suomen Maastorakentajat Oy

Tapauskohteisesti on laskettava (arvioitava) kustannukset etukäteen, kokemuksen perustuen. Kun kasettimuotteja voidaan kierrättää 3-4 kertaa samassa kohteessa, muotitus kannattaa tehdä useimmiten kaseteilla.

9. Mikä mielestänne vaikuttaa eniten muottitekniikan valintaan urakkalaskennassa?

Kokemus ja kustannustietous aikaisemmista kohteista.

10. Kuinka haasteellisena pidätte muottitekniikan valintaa ja kuinka merkittävänä laskennan kannalta?

Hinnoittelu voi joskus vaikuttaa koko urakan ratkaisuun. Isoissa altaissa on tuhansia muottineleitä ja muottityön kustannusero 10-20 €/m² (alv 0%) joten isoista summista puhutaan.

11. Kertokaa vapaasti, jos mieleen tulee jotain asiaan liittyvää.

Putkiläpivientien teko on hieman haasteellisempaa käytettäessä kasettimuotteja.