



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sami Markus Lammi

# HUONEISTOJEN VÄLISTEN KIVIRAKENTEISTEN SEINIEN VERTAILU

Tekniikka ja liikenne  
2009

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun rakennustekniikan koulutusohjelmassa kevään 2009 aikana. Opinnäytetyön tilaajana toimi Skanska Talonrakennus Oy/Pohjanmaan alueyksikkö.

Työn ohjaajana on toiminut Vaasan ammattikorkeakoulussa yliopettaja Marja Naaranoja. Yrityksen puolesta ohjaajana toimi Pohjanmaan aluejohtaja Raimo Virtanen. Osoitan kiitokseni yritykselle mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö. Kiitän myös kaikkia niitä, jotka ovat avustaneet työn tekemisessä, informaation hankkimisessa sekä motivoimisessa.

Hämeenlinnassa 17.11.2009

Sami Lammi

VAASAN AMMATTIKOKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

**TIIVISTELMÄ**

Tekijä	Sami Lammi
Opinnäytetyön nimi	Huoneistojen välisten kivrakenteisten seinien vertailu
Vuosi	2009
Kieli	suomi
Sivumäärä	37 + 8 liitettä
Ohjaaja	Marja Naaranoja

---

Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena vertailla, mitä muita vaihtoehtoja betonielementtien sijaan voidaan käyttää kivrakenteisissa huoneistojen välisissä seinissä. Kerätty tieto oli peräisin kahden keskenään hyvin samanlaisen kohteen rakentamisesta. Vertailussa tavoitteena oli löytää kokonaistaloudellisesti edullisin ja vaivattomin väliseinäratkaisu betonielementin tilalle rakentajan kannalta.

Tietoa väliseinäratkaisuista kerättiin opinnäytetyön aiheen antaneen yrityksen omasta kustannustietokannasta, haastatteluista, alan kirjallisuudesta, internetistä ja omasta seurannasta. Kerättyjä tietoja yhdistettiin omaan tietämykseen. Opinnäytetyön perusteella luotettavammaksi ja huomattavasti vaivattomammaksi, pääura-koitsijan kannalta, valittiin suurmuotti sekä kohteessa valmistetut muotit. Suurmuotin etuna oli selkeästi nopein asennettavuus, mutta kohteessa valmistettujen muottien monikäyttöisyys on joissain kohteissa välttämättömyys. Kustannuksiltaan kohteessa valmistetut muotit ovat neliöhinnoiltaan kalliimpia kuin betonielementit. Kuitenkin edellä mainittu monikäyttöisyys muuttaa muottien kustannuksia halvemmaksi.

---

Asiasanat harkot, muotit, betonielementti, vertailu

VAASA POLYTECHNIC  
Construction Engineering

## ABSTRACT

Author	Sami Lammi
Topic	Comparing the Connecting Walls of Stone-Built Apartments
Year	2009
Language	Finnish
Pages	37 + 8 appendices
Name of Supervisor	Marja Naaranoja

---

The purpose of the project is to compare what options can be applied in addition to precast wall panels for separating partition walls in stone-built small houses. Information used for the study relates to two rather similar building projects. The goal was to find the most economic and feasible partition wall solution to replace the cast wall panels.

Information on feasible solutions for the comparison of the wall types was collected from the database of the client company, the interviews, literature of the field, by browsing the internet and through personal observations. Information gathered was subsequently considered against personal experience. Based on the research among the most reliable and unproblematic solutions, were discovered collapsible portable formwork forms along with in-situ cast forms, from the contractors viewpoint. Among strengths of the portable formwork were proved by far shorter installation times. On the other hand, the on site cast forms are valuable in particular cases due to their versatility. In-situ forms were found more expensive per square meter than precast wall panels. Nevertheless, thanks to the versatility of the in-situ forms, their overall cost is more favourable.

---

Keywords concrete blocks, concrete forms, precast wall panels, comparison

## SISÄLLYS

### ALKUSANAT

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1 JOHDANTO .....	7
2 TEORIA .....	8
3 HARKOT .....	10
3.1 Yleistä.....	10
3.2 Betonimuottiharkot .....	10
3.3 Muurattavat harkot.....	12
3.3.1 Leca-harkkojen asennus .....	13
3.2.2 Siporex-harkon asennus .....	14
3.2.3 Työturvallisuus leca- ja siporex-harkkojen asennuksessa .....	15
4 PAIKALLAVALUSEINÄT .....	16
4.1 Kohteessa valmistetut muotit .....	17
4.1.2 Muottien valmistus .....	17
4.1.3 Muottien asennus .....	17
4.1.4 Työturvallisuus kohteessa valmistettujen muottien asennuksessa .....	18
4.2 Järjestelmämuotit.....	19
4.2.1 Asennus.....	20
4.2.2 Työturvallisuus järjestelmämuottien asennuksessa .....	21
4.3 Suurmuotit.....	21
4.3.1 Suurmuottien asennus .....	23
4.3.2 Työturvallisuus suurmuottien asennuksessa .....	24
5. MUURATUT VÄLISEINÄT.....	25
6 TUTKIMUS .....	26
6.1 Vertailun perusteet.....	26
6.1.1 Betonimuottiharkot .....	26
6.1.2 Leca- ja siporex-harkot .....	27
6.1.3 Kohteessa valmistetut muotit .....	28
6.1.4 Suur- ja järjestelmämuotit .....	29

6.1.5 Muuratut seinät .....	30
7 ESIMERKKIKOHDE .....	31
8 YHTEENVETO.....	34
LÄHDELUETTELO.....	36
LIITTEET.....	37

## 1 JOHDANTO

Skanska Oy on perustettu vuonna 1994. Skanska Oy on osa Skanska-konsernia ja sen alaisuudessa ovat rakentamispalvelut Suomessa ja Virossa. Rakentamispalveluihin kuuluvat talonrakentaminen, talotekniikkapalvelut sekä maa- ja ympäristörakentaminen. Talonrakentamisesta ja talotekniikkapalveluista vastaa Suomessa Skanska Talonrakennus Oy, maa- ja ympäristörakentamisesta huolehtivat Skanska Infra Oy ja Skanska Asfaltti Oy. Virossa näistä toiminnoista vastaa Skanska EMV AS. Asuntojen projektikehitystä hoitaa yhteispohjoismainen yksikkö, jonka toiminnoista Suomessa ja Virossa vastaa Skanska Kodit Oy. Toimitilojen projektikehityksestä vastaa Skanska Commercial Development Finland Oy, joka on osa pohjoismaista toimitilaprojektikehitysyksikköä. Julkisen ja yksityisen sektorin elinkaarihankkeisiin on erikoistunut Skanska Infrastructure Development. Suomessa toimialaa edustavat Tieyhtiö Nelostie ja Tieyhtiö Ykköstie.

Skanska Talonrakennus Oy:llä on SFS-EN ISO 9001:2000 –sertifikaatti, RALAPätevyys, sertifioitu ympäristöjärjestelmä SFS-EN ISO 14001:1996 sekä sertifioitu työturvallisuusjärjestelmä OHSAS 18001.

Opinnäytetyön tilaajana on Skanska Talonrakennus Oy. Aiheen opinnäytetyöhön antoi Vaasan aluejohtaja Raimo Virtanen. Tavoitteena on löytää paras betonielementit korvaava tapa kivirakenteisille huoneistojen välisille seinille pientalorakentamisessa. Tärkeimmät kohdat tässä aiheessa ovat kustannustehokkuus sekä laatu. Huoneistojen välisten kiviseinien tiedot on kerätty kahdesta eri pientalokohteesta, omista kokemuksista sekä alan kirjallisuudesta. Haastattelujen avulla kerättiin tietoja rakennusmateriaalien hinnoista, työmailla hyviksi havaituista ratkaisuista sekä mahdollisista ongelmatilanteista. Haastatteluihin valittiin kolmetoista (13) rakennusalan eri tehtävissä toimivaa henkilöä. Edustettuna olivat työntekijät, työnjohtajat, yrityksen omistajat, rakennustarvikemyyjät sekä eri alihankkijoiden edustajat.

## 2 TEORIA

Suurin osa Suomeen tänä päivänä rakennetuista rivi- ja paritaloista ovat puurakenteisia. Monesti taloissa on kuitenkin kivirakenteinen huoneistojen välinen seinä. Seinä voi myös olla osa kantavaa rakennetta. Kivirakenteiset seinät tehdään yleensä ennen varsinaisen runkotyön aloitusta eli lattiaalaatan valmistuttua. Suurimmat edut joita kivirakenteisilla seinillä voidaan saavuttaa, ovat:

### Paloturvallisuus

- Kivirakenteet eivät sisällä palavaa materiaalia, joten palokuorma ei nouse. Myöskään palavista materiaaleista syntyviä kaasuja ja palamisjätteitä ei pääse syntymään.

Betoni on siis palamaton materiaali.

<URL:<http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/Betoni+ja+kestävä+kehitys/Paloturvallisuus/>>

### Äänieristys

- 200 mm vahvan betoniseinän ilmajäneneristävyyks on n.55dB. Vastaavan puu- tai teräsrunkoisen kipsilevyseinän vahvuus täytyisi olla yli 300 mm, jotta samaan ilmajäneneristävyyteen päästäisiin.

<URL:[http://www.puuinfo.fi/fi/?\\_\\_EVIA\\_WYSIWYG\\_FILE=1046&name=file](http://www.puuinfo.fi/fi/?__EVIA_WYSIWYG_FILE=1046&name=file)>

### Kosteudenkestävyys

- Home ei vaikuta betoniseinään samalla tavalla kuin puuhun ja kostuessaan betoni jopa entisestään vahvistuu.

<URL:<http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/Betoni+ja+kestävä+kehitys/Kosteudenkestävyys/>>

Kun rakennukseen on suunniteltu kivirakenteinen huoneistojen välinen seinä, tulee lattiaalaatassa olla tätä varten laattavahvike tai erillinen antura ja sokkeli. Tehdessä seinä puurakenteisena ja ei kantavana, kyseisiä vahvikkeita ei välttämättä



tarvitsisi. Kiviseinille vahvike (kuva 1) tai erillinen perustus on välttämätön suu-remman massan takia. Yleisimmät vaihtoehdot kiviseinien valmistukseen ovat:

- betonielementit
- paikallavalu muotteja apuna käyttäen
- betonimuottiharkot (valuharkot)
- muurattavat harkot

Seinä voidaan rakentaa myös moduulitiilistä mutta todella harvoin pientalokoh-teissa. Suurimmat syyt ovat korkeat kustannukset sekä melko hidas ja paljon am-mattitaitoa vaativa toteutus.



Kuva 1. Paikalla valettavan seinän kiinnitysraudoitukset ja laattavahvikkeen ura.

## **3 HARKOT**

### **3.1 Yleistä**

Kiviseiniin käytettäviä harkkoja on saatavilla kahta eri tyyppiä: muurattavia harkkoja sekä valuharkkoja. Yleisimmin käytetyt muurattavat harkot ovat siporex-harkot sekä leca-harkot. Valuharkoissa materiaalina on pääasiassa betoni ja harkkojen malli on pääsääntöisesti sama kaikilla harkkoja valmistavilla yrityksillä. Harkot ovat myös erittäin mittatarkkoja, mikä puolestaan helpottaa laadullisesti onnistuneen asennustyön suorittamista.

Harkkojen siirrot työmaalla on helpoin toteuttaa ajoneuvonosturilla tai kurottajalla. Jos liikkuminen työmaa-alueella onnistuu isoilla ajoneuvoyhdistelmillä, voidaan harkot purkaa autosta suoraan jokaiseen asennuskohteeseen.

Jos harkkoja joudutaan säilyttämään työmaalla pidempiä aikoja, harkkolavat olisi hyvä suojata. Talviolosuhteissa harkkojen suojaaminen lumelta ja jäältä on erittäin tärkeää.

### **3.2 Betonimuottiharkot**

Betonimuottiharkot ladotaan päällekkäin ilman kiinnityslaastia, joten harkkoja ei siis muurata. Asennuksessa on mahdollisuus käyttää myös pieniä muovikiiloja, joilla harkkojen asentoa voidaan tarvittaessa korjata. Muottiharkoissa on onkalot, jotka paikalleen ladottuna muodostavat yhtenäisen onkaloverkoston. Kuten muurattavissa harkoissa on ladottavissa betonimuottiharkoissa valmiina paikat raudoitusteräksille. Raudoitteet asennetaan paikoilleen harkkojen ladonnan edetessä. Vaakaraudoituksen lisäksi muottiharkkoihin voidaan asentaa pystyraudoitteita, jolloin kantokyky vaakavoimille lisääntyy. Raudoitukseen käytetään normaalia A500HW harjaterästä ja terästen suositellut paksuudet ovat Ø8 mm, Ø10 mm tai Ø12 mm. Raudoitus tulee aina tehdä rakennesuunnitelmien mukaan.

Ladottavien betonimuottiharkkojen tyypillisin korkeus on 200 mm. Seinäharkkojen pituus on tavallisesti 600 mm. Myös seinärakenteen kulmia, päätyjä ja aukkoja varten on omat harkkotyypinsä, joiden avulla esimerkiksi seinän päätyjen tukkiminen onnistuu helposti. Seinien päädyt voidaan tukkia betonivalun ajaksi myös lauta- tai levymuotilla. Seinää raudoitettaessa asennetaan 6000 mm:ä pitkä harja-

terässalko, johon on taitettu 90-asteen kulmassa noin 400 mm:n osa, joka asennetaan betonivaluharkon onkaloon. Tämän harjateräksen pää tulee jäädä ulos seinän päädyistä noin 300–400 mm. Tällä tavalla asennettua harjaterästä voidaan nyt hyödyntää päätymuotin tukemisessa. Päätymuottiin porataan reiät harjaterästen kohdalle ja muotin asennuksen jälkeen lukitaan päätymuotti muottilukoilla paikoilleen (kuva 2).



Kuva 2. Valuharkkoseinän päätymuotit.

Harkkojen mittojen vuoksi ladonnassa käytetään normaalisti 200 mm limitystä. Valmistajakohtaisesti on ohjeistettu, miten korkea seinä valuharkkoista voidaan latoa ennen seinän betonointia. Seinän korkeuden ollessa esimerkiksi 2800 mm, voidaan koko seinä latoa valmiiksi ennen betonointia. Tehtäessä useampia suurin piirtein samankokoisia seiniä, voidaan seinät latoa 1400 mm korkeuteen useamman seinän osalta ja betonoida valmistuneet osat. Tämän jälkeen jatketaan harkkojen asennusta tavoitekorkeuteen. Tällaisella menetelmällä ehkäistään alimmaisien betonivaluharkkojen rikkoutuminen. Ei kuitenkaan ole kiellettyä latoa seinää heti oikeaan korkeuteen.

Muottiharkkojen latomisen jälkeen onkalot valetaan täyteen notkealla betonimassalla noin metrin korkeissa erissä. Hyvin juokseva, notkistettu betonimassa täyttää muottiharkkojen onkalot, jolloin rakenteesta tulee tiivis ja ehjä. Valun aikana betonimassa tiivistetään huolellisesti halkaisijaltaan 20 mm sauvatäryttimellä, jotta ylimääräinen ilma ja tyhjä tila poistuvat massasta ja rakenteesta tulee tiivis. Sauvatäryttimen käytössä on hyvä olla varovainen. Liiallisella käytöllä voi mahdollisesti rikkoa harkkoja, jos paine harkon sisällä kasvaa liian suureksi. Putkessa on myös hyvä käyttää supistajaa, tällä tavalla betonimassan ohjaaminen valuharkon onkaloihin on helpompaa ja välttyään ylimääräisiltä puhdistus- ja siivoustöiltä. Seinän betonointiin käytettävän betonimassa tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- Notkeus oltava S4 (sVB 0-1). Pumppuautossa on myös hyvä olla mukana nesteytin-lisäainetta, jos betonoinnin yhteydessä joudutaan betonimassaa nesteyttämään notkeammaksi.
- Suurin suositeltu raekoko 200 mm betonivaluharkolle on 16 mm. Käytännössä kannattaa kuitenkin käyttää 8 mm raekokoa, näin estetään raudoituksista johtuvien ilmataskujen syntyminen.

### **3.3 Muurattavat harkot**

Kevytsoraharkkojen valmistuksessa käytetään kevytsoraa, jonka ansiosta harkkojen paino kevenee ja harkkojen käsittely, muuraus sekä työstö helpottuvat huomattavasti. Väliseinissä käytetään tähän tarkoitukseen valmistettuja harkkoja, jotka yleisesti muurataan ohutsaumamuurauksella (usein puhutaan myös harkkojen liimaamisesta). Asennus poikkeaa kuitenkin ns. normaalista muuraamistyöstä.

Leca-harkkojen asennuksessa on mahdollisuus käyttää muurauskelkkaa (kuva 3) mutta harkot voidaan asentaa myös normaalisti muuraamalla.



Kuva 3. Harkkojen laastin levitykseen tarkoitettu muurauskelkka

Siporex-harkkojen valmistukseen käytetään hienoksi jauhettua hiekkaa, sementtiä, masuunikuonaa, alumiinijauhetta sekä vettä. Alumiinijauhe aiheuttaa kemiallisen reaktion, jolloin harkkoihin syntyy huokosia. Siporex-harkkojen asennuksessa harkot ”liimataan” tähän tarkoitukseen valmistetulla laastilla

### 3.3.1 Leca-harkkojen asennus

Leca-harkot asennetaan päällekkäin niin, että saumat limitetään eri kerroksissa eli vastaavasti kuin normaalissa tiilimuurauksessa. Harkot voidaan muurata paikoilleen muuraamalla tai muurauskelkkaa käyttämällä. Harkkoja muurattaessa muuraus aloitetaan raakavaletulta lattialta muurauslaastikerroksen päältä. Toisessa kerroksessa laastia laitetaan laastiuriin, jonka jälkeen seuraava harkko asennetaan laastin päälle. Myös harkkojen päätyihin levitetään laastikauhalla laastia ennen harkon paikalleen asentamista.

Muurauskelkkaa käytettäessä kelkka täytetään ohutsaumalaastilla ja vedettäessä kelkkaa edellisen harkkokerroksen päällä kelkka valuttaa laastia automaattisesti sopivan määrän, jonka jälkeen asennus jatkuu kuten muuratessa.

Harkoissa on urat raudoitusta varten (kuva 4) ja raudoitus asennetaan suunnittelijan ohjeiden mukaan. Raudoituksen tehtävä on lisätä seinän kantavuutta sekä vahvistaa seinää mahdollisia rasituksia vastaan.



Sähköputkien asennus harkkoseinään tapahtuu roiloamalla. Seinään ajetaan urat putkia varten, joko kulmahiomakonetta käyttämällä tai käyttötarkoitusta varten valmistetulla roilokoneella.

Harkkoseinän liitokset ulkoseiniin ja välipohjaan on hyvä tiivistää elastisella massalla hyvän äänieristyksen varmistamiseksi. Elastisen massan käyttö on ehdoton, koska kivi- ja puurakenteet elävät eri tavalla, jolloin saumat pääsevät liikkumaan. Yleensä harkkopinta tasoitetaan ja sen jälkeen maalataan, tapetoidaan tai laatoitetaan. Kevytsoraharkon huokoiseen ja karkeaan pintaan pintakäsittely tarttuu hyvin. Valmis harkkoseinä on hyvin ääntä eristävä ja kestävä seinäpinta.



Kuva 4. Esimerkki raudoituksen asentamisesta leca-harkkoon.

### 3.2.2 Siporex-harkon asennus

Siporex-harkot asennetaan lähes samalla tavalla kuin leca-harkotkin. Jokaisen vaakasauman väliin vedetään laastikelkalla laastia. Kelkka annostelee laastia so-

pivan määrän edellisen harkkokerroksen päälle, johon seuraava harkko asennetaan. Poikkeuksena siporex-harkoissa on päätyura, joka tulee täyttää saumaliimalla. Raudoitus poikkeaa muista harkkotyypeistä siinä, että uria tai muita koloja ei raudoitusta varten ole, joten ne joudutaan työstämään työn edetessä. Sähköputkien asennus tapahtuu samalla tavalla kuin leca-harkoissa (kuva 5).

### 3.2.3 Työturvallisuus leca- ja siporex-harkkojen asennuksessa

Yleisesti harkkotöissä esiintyviin työturvallisuusriskeihin kuuluvat harkkojen työstöstä johtuvat vaarat. Käytettäessä kulmahiomakoneita tai vastaavia laitteita harkkojen työstämiseen kuulosuojaimet, viiltosuojakäsineet sekä silmäsuojat ovat ehdottomat käyttää. Myös työskentelyasentoihin on hyvä kiinnittää huomiota, koska käsillä tehtäviä nostoja tulee työn edetessä todella paljon. Asennustelineenä tulee käyttää HAKI-telineitä tai vastaavia tukevia terästelineitä. Viimeisten harkkokerrosten asennus tapahtuu yli kahden metrin korkeuteen ja tällöin telineillä voidaan nostaa tarvittavat harkot valmiiksi. Tällä tavoin työskenteleminen ergonomisesti on mahdollista.



Kuva 5. Sähkörsioiden ja putkien roilotus siporex-seinään.

#### 4 PAIKALLAVALUSEINÄT

”Paikallavalu tarkoittaa, että kyseinen seinä valmistetaan suunnitellulle paikalleen muotteja apuna käyttäen. Muotti on väliaikainen rakenne, joka antaa betoni- ja teräsrakenteille muodon ja mitat sekä tukee ja suojaa betonimassaa betonoinnin ja kovettumisen aikana.”

(Betonitekniikan oppikirja 1991, 180)

Suunniteltaessa paikallavaluseinää, tulee huomioida vaaditut tekniset ja tuotantotavan vaatimukset sekä muottityöstä aiheutuvat kustannukset. Tärkeimmät tekniset vaatimukset ovat:

- tiiveys, ettei betonimassa pääse vuotamaan ulos muotista.
- riittävän luja ja tukeva rakenne, että valettu seinä pysyy annetuissa mitoissa.

Tuotannon asettamia vaatimuksia ovat:

- Työ on voitava suorittaa teknillisesti oikein ja turvallisesti.
- Muottien paino on oltava sellainen, että siirrot ovat mahdollisia olemassa olevalla kalustolla. Tässä on huomioitava muottien siirrot työmaalle, sekä siirrot työmaalla.
- Muottien tulee kestää mahdolliset ylimääräiset rasitukset. Esimerkiksi tuulen vaikutus, kun kyseessä on korkea muotti.
- Muotit on oltavat toteutettu siten, että ne on helppo puhdistaa.
- Muottien ulkoiset rasitukset eivät saa heikentää rakenteita varastoinnin aikana. Tällaisia rasituksia ovat esimerkiksi vesisade ja pakkanen.

(Betonitekniikan oppikirja 1991, 181–182)

Seinän betonivaluissa käytettävät muottityypit voidaan jakaa karkeasti kolmeen ryhmään: kohteessa valmistetut puumuotit, järjestelmämuotit sekä suurmuotit.



#### **4.1 Kohteessa valmistetut muotit**

Työmaalla valmistetut muotit ovat yleensä filmivaneripintaisia ja rungot 50\*100 mm lankkua. Muotteja suunniteltaessa on hyvä huomioida niiden käyttö useammassa eri kohteessa. Muottien pituus kannattaa mitoittaa kohteessa olevien paikallavaluseinien mukaan ja leveydessä on hyvä huomioida samojen muottien käyttö esimerkiksi sokkeleita, väestönsuojarakenteita tai muita kohteessa olevia valuja suunniteltaessa. Tällä tavalla muottien valmistuskustannukset saadaan pysymään pienempänä, koska samoilla muoteilla voidaan valaa useampi eri rakenne. Myös syntyvän rakennusjätteen määrä pysyy alhaisena, mikä osaltaan vähentää kustannuksia sekä työntekijäresurssien käyttöä.

##### **4.1.2 Muottien valmistus**

Tavallisin tapa valmistaa puumuotti on, kuten aiemmin kerrottiin, tehdä runko 50\*100 mm lankusta ja pinta filmivanerista. Filmivaneri joko sahataan työmaalla tarvittaviin mittoihin tai tilataan valmiiksi sahattuna. Levyyn rakennetaan kehä vanerin mattapintaiselle puolelle ja kehän väliin tukirakenne, joko muotin pysty- tai vaakasuuntaan. Levy kiinnitetään joko ruuvaamalla tai naulaamalla paineilmanaulainta käyttäen. Filmivanerin vahvuus valitaan tulevien valujen mukaan, mutta yleisimmin käytetyt vahvuudet ovat 18 mm ja 21 mm. Myös normaalia vanerilevyä voi käyttää, mutta filmipinnalla muottien puhdistus on helpompaa ja valujälki parempaa. Rungon voi myös valmistaa ohuemmasta tai vahvemmassa puutavarasta, mutta silloin joko muottien kestävyys heikkenee tai painoa itse muotille tulee liikaa.

##### **4.1.3 Muottien asennus**

Muottien asennus aloitetaan yleensä kiinnittämällä betonilaattaan merkittyyn seinän ulkoreunoihin 50\*100mm lankut, joiden päälle muotit asennetaan. Muottien tuennassa käytetään yleensä puutavaraa (yleensä 50\*100mm) ja/tai elementtönäreitä eli säädettäviä tukia. Muottien läpi asennetaan pyöröteräksiset tangot (miekat) ja valuholkit, joihin asennetaan muottilukot. Tällä estetään muottien le-

viäminen valun aikana. Seinän rauditus tehdään, kun toinen puoli muoteista on asennettu. Tässä vaiheessa myös tarvittavat putkitukset asennetaan.

#### 4.1.4 Työturvallisuus kohteessa valmistettujen muottien asennuksessa

Muottien painon takia niitä voidaan siirrellä käsivoimin, mutta työergonomia tulee ottaa huomioon. Oikeat nostotavat säästävät monilta ongelmilta. Tuentaan tulee kiinnittää paljon huomiota, ettei tuet pääse irtoamaan. Tukien kiinnitys muottiin tulee tehdä todella huolellisesti, myös muotteja varastoitaessa.

Putoamissuojaussuunnitelma tulee käydä läpi yhdessä työhön osallistuvien työtekijöiden kanssa ja putoamissuojauksesta tulee huolehtia.

Putoamis- ja liukastumisriski kuljettaessa jäisillä tai öljyisillä muoteilla ja kulku-teillä on myös asia, joka on hyvä huomioida kuten myös keliolosuhteet, esimerkiksi tuulen aiheuttama muotin heilahtamisriski.

Muotteja öljyttäessä tulee käyttää tarvittavaa suojaruustusta muottiöljyn roiskevaaran takia. Puhdistettaessa muotteja vaarana on betonikappaleiden ja pölyn joutuminen silmiin.



Kuva 6. Kohteessa valmistettujen puumuottien asennus (s.17).

## 4.2 Järjestelmämuotit

Järjestelmämuotteja (kuva 7) löytyy useammalta valmistajalta, mutta rakenne ja asennustavat ovat suurimmilta osin samanlaisia. Muottilohkot ovat yleensä teräs- tai alumiinirunkoisia ja puulevyypintaisia. Järjestelmämuoteista voidaan koota isoja yksiköitä, joiden siirtoon tarvitaan nosturia tai vaihtoehtoisesti siirretään osa kerrollaan käsivoimin.

Järjestelmämuottien selkeänä etuna on mittatarkkuus, jos asennus on tehty huolellisesti. Kyseistä muottikalustoa voidaan käyttää myös sokkelimuotteina, jos muotikoko on valittu tähän tarkoitukseen sopivaksi. Suunniteltaessa betonivalutöitä myös mahdollinen muottien muu käyttö tulisi huomioida.



Kuva 7. Järjestelmämuottien asennusta.

### Dokan Framax Xlife muotikokoja

Leveys x Korkeus

muotti 1,35x2,70m

muotti 0,90x2,70m

muotti 0,60x2,70m

muotti 0,45x2,70m

muotti 0,30x2,70m

muotti 1,35x3,30m

muotti 0,90x3,30m  
muotti 0,60x3,30m  
muotti 0,45x3,30m  
muotti 0,30x3,30m



Kuva 8. Järjestelmämuottien telineyksiköt.

#### 4.2.1 Asennus

Järjestelmämuottien asennus on hyvin samanlaista kuin kohteessa valmistettujen muottien. Järjestelmämuottien liittäminen toisiinsa tapahtuu kuitenkin eri tavalla. Kiinnitykseen tarvitaan muottivalmistajan omat kiinnitysosat. Tuentaan käytettävät vinotuet ovat myös muottikohtaisia.

Aluksi seinän paikka mitoitetaan tarkasti laattaan, jonka jälkeen muottien osia aletaan asentamaan mittaviivaan. Jos käytössä on nostokonekalustoa, voidaan valmiiksi kasattu muotti siirtää kokonaisuena paikoilleen.

Tarvittavien putkitusten, aukkojen ja vastaavien kohdat merkitään ja muotti öljytään. Raudoituksen valmistuttua muottiin asennetaan tuennat, valuholkit ja muottilukot. Muottien lukitus vaihtelee myös valmistajasta riippuen. Tämän jälkeen asennetaan päätystopparit ja kasataan toinen muottiseinä tai siirretään valmis muottiyksikkö paikoilleen. Muottilukot kiristetään ja tarkistetaan muotin mitat.

Tuennat tulee kiinnittää riittävän hyvin, ettei muotti pääse keliolosuhteiden tai muun takia kaatumaan. Tuennan kiinnityskohdat on hyvä huomioida laatta tehtäessä, ettei kiinnityskohdissa ole lattialämpöputkia tai muuta. Ennen betonivalun aloittamista asennetaan muottikalustoon kuuluvat telineosat (kuva 8).

Muottien purku aloitetaan löysäämällä muottilukot. Nosturia käytettäessä tässä vaiheessa toiseen muottiyksikköön kiinnitetään koukut ja tuennat poistetaan. Muotti voidaan nyt siirtää varastoon purettavaksi takaisin osiin tai seuraavaan kohteeseen. Muotit tulee puhdistaa ja öljytä heti käytön jälkeen sekä tarkistaa mahdolliset vauriot.

#### **4.2.2 Työturvallisuus järjestelmämuottien asennuksessa**

Siirreltäessä kokonaista kasattua muottia kova tuuli aiheuttaa eniten hankaluuksia. Suuren pinta-alan takia muotti tekee tuulen vaikutuksesta todella yllättäviä liikkeitä. Kun muottia asennetaan tai siirrellään osina käsivoimin, tulee työergonomiaan kiinnittää huomiota. Muut työturvallisuuteen liittyvät asiat tehdään samalla tavalla kuin paikalla valmistettujen muottien asennuksessa.

#### **4.3 Suurmuotit**

Suurmuotti (kuva 9) muodostuu kahdesta seinän korkuisesta muottipuoliskosta. Muottien valupintana on yleensä muottivaneri. Rungoltaan ne ovat terästä. Vanerit voidaan liittää toisiinsa ponttisaumoilla tai vaneri voi olla muotin kokoinen suurlevy. Suurmuotin pinnoissa voidaan käyttää myös teräslevyä tai alumiinilevyä. Muotteja saa myös valmiiksi asennetulla lämmityslaitteistolla, jolloin talvibetonoinnissa ei erillistä lämpölköjen asennusta tarvitse suorittaa. Suurmuotteja on valittavana eri kokoja ja muotin korkeutta voidaan lisätä joissain malleissa kasettimuoteilla. Ohessa esimerkkinä Ramirentin muottikokoja.



**MUOTTIKOOT (Ramirent/AP-Suurmuotti)**

(Korkeus x Leveys)

2850 x 2400

2850 x 3600

2850 x 4800

2850 x 6000

2850 x 7200



Kuva 9. Skanska Rakennuskoneen suurmuottikalustoa. Muoteissa on kiinteä lämmitysjärjestelmä.

### 4.3.1 Suurmuottien asennus

Ennen muottien asennusta tarkistetaan muottipintojen kunto ja tehdään tarvittavat korjaukset tai vaihdetaan pinnat kokonaan. Tässä vaiheessa on myös hyvä levittää pintoihin muottiöljy. On myös huomioitava asennuskohdassa ja sen läheisyydessä olevat haitat kuten lattiasta nousevat viemäriputket, sähköputket ja muut asennusta haittaavat tekijät. Suurmuottien, kuten kaikkien muidenkin muottityyppien asennus, aloitetaan mitoittamalla muotin asennuskohta sekä muottiin tulevien aukkojen, putkitusten ja vastaavien kohdat. Suurmuottien asennuksessa nosturin käyttö on välttämätöntä muottien suuren painon takia. Tästä syystä työturvallisuuden tuleekin kiinnittää erityistä huomiota.

Muotit nostetaan paikalleen niin, että alareuna on linjassa mitatussa kohdassa. Pystysuoruus säädetään muotin tukijaloissa olevilla säätöruuveilla (kuva 10) ja tämän jälkeen kiinnitetään tuuliketjut. Tuuliketjut on kiinnitettävä ja kiristettävä kiristimillä muotin taakse mahdollisimman kauaksi, kuitenkin vähintään 1,2 m päähän ennen nostokoukkujen irrotusta muotin kaatumisen estämiseksi. Ensimmäisen muotin asennuksen jälkeen asennetaan raudoitukset, putkitukset, sähköputket, päätyjen valustopparit ja muut varusteet. Muotin alaosan kierrekiristimet sekä tarvittavat valuholkit asennetaan paikoilleen. Toinen valmiiksi varusteltu muottipuolikas nostetaan paikoilleen ja asennetaan yläpään kierrekiristimet sekä valuholkit. Tämän jälkeen kierrekiristimien mutterit kiristetään ja betonivalu voidaan aloittaa.

Betonivalun kuivuttua riittävästi muoti puretaan avaamalla kiristimen mutterit, poistamalla kierretangot ja kiinnittämällä nosturin koukut muottiin. Tukijalkojen säätöruuveja löysätään sen verran, että muotit kallistuvat hiukan taaksepäin. Tämän jälkeen muotit voidaan nostaa seuraavaan valukohteeseen tai välivarastoon. Muotin valupinta on puhdistettava ja öljyttävä välittömästi sekä korjattava mahdolliset pintaan tulleet viat. On myös muistettava muotin oikea tuenta säilytyksessä ja uudella valupaikalla.



Kuva 10. Suurmuotin tukijalkojen säätöruuvit.

#### 4.3.2 Työturvallisuus suurmuottien asennuksessa

Kuten edellä mainittiin, tulee työturvallisuuteen kiinnittää erityistä huomiota muottien suuren painon takia. Tuuliketjujen kiinnityskohdat tulee valita siten, ettei irtoaminen ole mahdollista. Tässä voidaan käyttää myös liikuteltavia painoja, jotka yleensä ovat lenkillä varustettuja betonista valmistettuja kappaleita. Kiinnitystä varten voidaan myös lattiavalun yhteydessä asentaa laattaan valmiiksi kiinnityslenkki. Tällä estetään myös mahdollisten lattialämmitysjärjestelmien rikkoutuminen, mikä on mahdollista kun laattaan valun jälkeen porataan kiinnitystä varten reikiä.

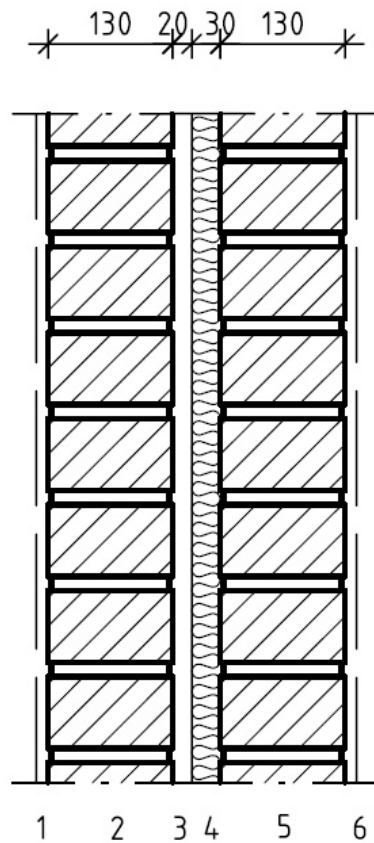
Putoamissuojaus suurmuoteissa on hyvin järjestetty, koska yleensä muoteissa on telineet kiinteästi asennettuna. Ainoastaan muottien pätyihin tulee asentaa kaikeet.

Keliolosuhteista kova tuuli aiheuttaa eniten ongelmia työturvallisuuden suhteen. Tällöin riskinä on muottien kaatuminen, varsinkin jos tuuliketjujen asennus on huolimattomasti toteutettu. Itse muottien betonoinnissa ja puhdistuksessa toiminta työturvallisuuden suhteen on sama kuten muidenkin muottien kanssa.



## 5. MUURATUT VÄLISEINÄT

Väliseinä voidaan valmistaa myös muuraamalla (kuva 11) esimerkiksi KAHI-tiilestä tai vastaavasta muurattavasta tiilestä. Muurattuja huoneistojen välisiä seiniä näkee enää harvemmin pientalokohteissa, syynä tähän ovat kustannukset sekä työhön kuluva aika (Liite 4).



Kuva 11. Esimerkki muuratusta seinästä.

## 6 TUTKIMUS

### 6.1 Vertailun perusteet

Rakennustarvikkeiden vertailussa huomioitiin kustannukset, asennusnopeus ja valmiin lopputuotteen laatu. Rakennustarvikkeiden hinnanmuutokset aiheuttavat kuitenkin sen, että tulokset ovat suuntaa antavia.

#### 6.1.1 Betonimuottiharkot

Betonimuottiharkkojen eli valuharkkojen selkeänä etuna on rakenteen kestävyys verrattuna muihin harkkorakenteisiin, koska harkot valetaan täyteen betonia. Seinä vastaa lähes valettua teräsbetoniseinää. Harkkoseinän raudoitus on helppoa, koska käytettävät raudoitusteräket ovat pääasiallisesti suoria. Asennusnopeus on harkoilla myös hyvä. Seinäneliön latomiseen, raudoitukseen ja valamiseen kuluu ammattimieheltä aikaa 0,52 h/m<sup>2</sup> (liite 8).

Suurimmat ongelmat ovat joidenkin valmistajien harkkojen mittatarkkuudessa. Myös laatta tai antura, mistä harkkoja latominen (asentaminen) aloitetaan, vaatii normaalia enemmän tarkkuutta.

Kustannuksia yhdelle 23 neliön seinälle tulee 1 162,67 € (Liite 1). Verrattuna betonielementin neliöhintaan harkkoseinä on halvempi (liite 8).

Betonimuottiharkkojen edut ja haitat:

edut:

- helppo asentaa
- tasainen ja hyvän tarttuvuuden omaava pinta jatkotöitä ajatellen
- mittatarkkuus (varauksin)
- asennusnopeus
- ei suuria työturvallisuusriskejä
- pieni määrä rakennusjätettä (lavat, rikkoutuneet harkot).

haitat:

- toimitusvaikeudet (toimittajakohtaisia)
- harkkojen hinta (liite 1)
- harkkojen kestävyys valuvaiheessa (toimittajakohtaisia)
- harkon paino (Lammin MH-200, 22 kg/kpl).

### **6.1.2 Leca- ja siporex-harkot**

Leca-harkot ja siporex-harkot ovat kevyitä ja helposti työstettäviä verrattuna betonimuottiharkkoihin. Ainoastaan sähköputkitukset joudutaan roiloamaan harkkoon. Harkkojen hankintakustannukset ovat pienet, 23 neliön seinän harkkojen materiaalikustannukset ovat 354,40 €(liite 2). Raudoitus tapahtuu suoria teräksiä käyttäen, mikä osaltaan pienentää kokonaiskustannuksia.

Leca-harkkojen asennus muuraamalla vaatii kuitenkin ammattimuurarin, jotta lopputuote on tarvittavan laadun omaava. Tämä osaltaan vaikuttaa kustannuksiin ja osaavan työvoiman hankintaan. Laskennallisesti työhön kulunut aika harkkoseinälle on 1,74 h/m<sup>2</sup> (liite 8) molemmilla harkkoilla.

Leca- ja siporex-harkkojen edut ja haitat:

edut:

- harkon paino helpottaa asentamista (Maxit RUH-200, 16 kg/kpl. Siporex 200x200x600, 15,7 kg/kpl )
- helppo työstää (varauksin)
- hankintahinta
- tasainen ja hyvän tarttuvuuden omaava pinta jatkotöitä ajatellen.

haitat:

- harkkoseinä on hidas toteuttaa
- hyvä lopputulos vaatii ammattilaista
- putkitusten roiloaminen.

### 6.1.3 Kohteessa valmistetut muotit

Muotit valmistetaan yleensä 18-21 mm:n filmivanerista, 50\*100 mm:n puurungolla. Muotti on tällöin tarpeeksi kestävä ja valupinnan laatu pysyy hyvänä. Muottien etuina on monikäyttöisyys verrattuna muihin muottivaihtoehtoihin tai harkkoihin.

Kun muottien käyttö suunnitellaan kohteeseen sopivaksi, voidaan samaa muottisarjaa käyttää käytännössä kaikissa kohteen valuissa. Muotteja suunniteltaessa niiden paino on hyvä huomioida. Kevyempiä muotteja on mahdollista siirrellä ilman avustavia koneita. Suurin kustannus tulee muottien valmistuksesta, tämän jälkeen kuluja ei synny kuin kunnossapidosta muottien osalta.

Muottien käytössä suurin haitta on se, etteivät muotit ole kovin pitkäikäisiä. Käytäntö on osoittanut, että samoja muotteja voidaan käyttää n. 10 kertaa. Muottien käyttöikä voidaan pidentää kunnostamalla muotteja. Muottien neliöhinta, 89,89 €/m<sup>2</sup> (liite 4), on korkea. Muottien monikäyttöisyyden vuoksi neliökustannukset alkavat laskea.

Paikalla valmistettujen muottien edut ja haitat:

edut:

- muotit ovat työmaan ”omat” eli vuokrakuluja ei kerry
- voidaan valmistaa työmaakohtaisia muottikokoja
- oikein suunniteltuna muotit ovat monikäyttöiset
- helppoja käsitellä.

haitat:

- lyhyt käyttöikä
- muotit ovat käytön jälkeen yleensä rakennusjätettä
- kallis, jos betonivaluja on vähän.

#### 6.1.4 Suur- ja järjestelmämuotit

Suur- ja järjestelmämuotteja käytetään yleensä enemmän isommissa rakennuskohdeissa. Rivi- ja paritalokohteissa, joissa asuntoja on useita, voidaan kyseisillä muotteilla päästä hyvään tulokseen. Suurmuottien käyttöä puoltaa varsinkin asennuksen nopeus, 0,65 h/m<sup>2</sup> (liite 8). Järjestelmämuottien etuna on monikäyttöisyys, koska muotteja on mahdollista saada useamman kokoisina ja muotteja voidaan liittää elementeiksi. Tällöin kustannuksia lisää nosturin käyttö. Järjestelmämuotteja on saatavilla alumiinirunkoisina, jolloin yksittäisten muottien siirto onnistuu lihasvoimin. Molemmat muotit ovat myös työturvallisuutta ajatellen kiitettäviä. Suurmuoteissa on kiinteä teline, suoja kaiteineen ja järjestelmämuotteihin kuuluu valmistajakohtaiset teline- ja kaideosat.

Suurmuottien ongelmana on muottien paino, joka vaatii nosturin käyttöä. Sama ongelma on järjestelmämuottien kohdalla, jos muotteja ei pureta valujen välissä osiin. Molemmat ovat myös pääsääntöisesti vuokrattavia, joten muottien ollessa jostain syystä käyttämättömänä kuluja kertyy kuitenkin. Pienemmissä kohteissa, jossa betonivaluja ei välttämättä onnistuta tekemään jouhevasti, turhia kuluja syntyy koko ajan.

Suur- ja järjestelmämuottien edut ja haitat

edut:

- hyvä muottipinta (järjestelmämuotit)
- nopeus
- kustannukset, jos haittoja ei ole (liite 8).

haitat:

- muottien paino vaatii nosturin käyttöä, joka lisää kustannuksia
- varastointi työmaalla.

### 6.1.5 Muuratut seinät

Muurattu seinä on nykyään harvemmin vastaantuleva rakenne rivi- tai paritalo-kohteissa. Suurimmat syyt ovat yksinkertaisesti kustannukset ja työhön kuluva aika. Esimerkiksi Kahi-tiilestä muuratun seinän neliöhinta on 82,67 €/m<sup>2</sup> ja aika 2,56 h/m<sup>2</sup> (liite 8). Muurattu seinä vaatii ammattimuurarin, joka omalta osaltaan nostaa kustannuksia.

Muuratun seinän edut ja haitat.

edut:

- tiilien hyvä saatavuus

haitat:

- korkeat kustannukset
- hidas

## 7 ESIMERKKIKOHDE



Kuva 12. As Oy Vaasan Kotihonka.

Kyseisessä kohteessa (kuva 12) on kolme paritaloa, joissa kaikissa on paikalla valettu huoneistojen välinen seinä. Lisäksi on myös autokatos, väestönsuoja ja tähän liitetty varasto. Kohteen kustannusarvio oli laskettu betonielementeillä, mutta kustannussyistä toteutus muutettiin paikalla valuksi.

Paikallavalumuotit valmistettiin kohteessa ja mitoitettiin niin, että samoja muotteja voitiin käyttää sokkeleissa, väestönsuojassa, autokatoksessa sekä huoneistojen välisissä seinissä. Tällä tavoin saatiin aikaan myös toimiva muottikierto. Samalla muottisarjalla valettiin talojen sokkelit, väestönsuojan sokkeli- ja seinävalut ja kaikki huoneistojen väliset seinät. Käytännössä katsoen koko kohteen kaikki valut suoritettiin samoilla muoteilla. Tällä tavoin rakennusjätteen määrä saatiin pysymään hyvin pienenä, koska muotteja voitiin käyttää useaan kertaan.

Jokaisen käyttökerran jälkeen muotit puhdistettiin ja öljyttiin mahdollisimman hyvin, jolloin valujälki pysyi hyvänä koko kohteen ajan. Muottipintojen korjauksia kohteen edetessä ei suurimmissa määrin ollut. Myöskään muottien rikkoutumisesta syntyneitä ongelmia ei esiintynyt.



Kuva 12. Ensimmäisen seinän muotit pystytetty (s. 32).

Työmaalla valmistettujen muottien etuna oli myös se, ettei muottien käytöstä ker-  
tynyt valmistamista lukuun ottamatta enää kustannuksia.





Kuva 13. Viimeisen seinän valu.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tarkoitus oli selvittää millaisia vaihtoehtoja betonielementeille löytyy pientalojen huoneistojen välisissä seinissä. Tärkeimpinä asioina työssäni olivat muiden kivirakenteisten seinien kustannukset, työhön kuluva aika sekä valmiin tuotteen laatu verrattuna betonielementteihin. Huomioin myös muita seikkoja, jotka vaikuttavat valmiiseen tuotteeseen. Työturvallisuus on myös huomioitu. Kerätty tieto oli peräisin kahdesta paritalokohteesta, joissa itse olin mukana. Käytin hyväksi myös muista vastaavista kohteista kerättyä tietoa sekä paljon omakohtaista kokemusta.

Suurimmat ongelmat tietoja kerätessä olivat vuokramuottien kirjavissa hinnoiteluissa. Opinnäytetyö on kuitenkin kohdistettu Skanska Talonrakennus Oy:n käyttöön, joten käytin pääasiallisesti heidän vuokrahinnoitteluaan. Kaikkia tarvittavia hintoja ei kuitenkaan ollut tätä kautta mahdollisuus löytää, mikä aiheutti todennäköisesti kustannuseroja suuntaan tai toiseen. Esimerkkinä voisinkin ottaa järjestelmämuottien hinnoittelun. Pääsääntöisesti järjestelmämuottien toimittajana on ollut DOKA Finland Oy. Kuitenkin Skanskan kokoluokkaa oleva yritys solmii vuosija kausisopimuksia eri alihankkijoiden ja tavarantoimittajien kanssa. Tällöin on pääsääntöisesti käytettävä heidän tuotteitaan. Tämä vaikuttaa omalta osaltaan kustannuksien laskuun.

Opinnäytetyöni osoitti, ettei huoneistojen välisten kiviseinien vertaileminen pelkästään seinän valua ajatellen ole helppoa. Betonielementti on nopein asentaa, mutta kustannukset ovat korkeat (liite 8). Työmaalla valmistettujen muottien kustannukset ovat laskelmissa myös korkeat (liite 4), mutta toisaalta muotteja voidaan käyttää työmaan muissakin valuissa. Tällöin kustannukset jakautuvat eri kohteisiin.

Päädyin lopputulokseen, jonka perusteella paras vaihtoehto betonielementtien korvaamiseen on:

Pelkästään seinien valuun suurmuotti on parempi nopeutensa ansiosta mutta jos valujen määrä ei ole suuri ja muotteja halutaan käyttää muissakin valuissa, suosittelun työmaalla valmistettuja muotteja.

## LÄHDELUETTELO

Lammi Kivitalot Oy/Kivilinna Oy, pystytyskurssi. Kesä 2006

Lampinen, Lasse. Honkavuori, Raimo 1991 Betonitekniikan oppikirja, Jyväskylä  
Gummerus Kirjapaino Oy

Paikallavaletut betonipinnat, suunnittelu ja toteutus 1998. Lahden Kirjapaino ja  
Sanomalehti Oy

Puuinfo 2007. [online] [viitattu 18.2.2007] Saatavilla www-muodossa:  
<URL:http://www.puuinfo.fi/fi/?\_\_EVIA\_WYSIWYG\_FILE=1046&name=file>

RT-Kortisto, Runko RYL, Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy

Suomen Betonitieto 2007. Tietoa betonista. [online] [viitattu 18.2.2007] Saatavilla  
www-muodossa:  
<URL:http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/Betoni+ja+kestävä+kehitys/Pal-  
oturvallisuus/>

Talonrakennustöiden menekit, 2005. Tampere Rakennustieto Oy

Tavoitelaskelma, As Oy Vaasan Kotihonka. Skanska Talonrakennus  
Oy/Pohjanmaa

Tavoitelaskelma, As Oy Vaasan Poutapiha. Skanska Talonrakennus  
Oy/Pohjanmaa

## **LIITTEET**

Liite 1. Valuharkkojen kustannukset ja työtunnit

Liite 2. Leca-harkkojen kustannukset ja työtunnit

Liite 3. Siporex-harkkojen kustannukset ja työtunnit

Liite 4. Kohteessa valmistettujen muottien kustannukset ja työtunnit

Liite 5. Järjestelmämuottien kustannukset ja työtunnit

Liite 6. Suurmuottien kustannukset ja työtunnit

Liite 7. Muurattujen seinien kustannukset ja työtunnit

Liite 8. Rakennusosien kustannus- ja aikavertailu

## LIITE 1

Kustannukset 8200\*2800mm teräsbetoniseinälle. Työntekijä kustannukset RAM 15,00€/h ja RM 12,00€/h. Työssä käytetään valuharkkoja

Valuharkkojen hintaan sisältyy rahat. Muut tarvikkeet sisältävät normaalit kirvesmiehen työkaluista koituvat kustannukset(työkalukorvaukset), sekä muut tarvikkeet(naulat, muottioljy, yms.). Työn hinnoittelussa ei ole huomioitu siirtoja. Kaikki tarvikkehinnat alv 0%.

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
Valuharkot 600*200*200	23	m2	18,1	416,30
Betoni K-30 #8 S4	3,1	m3	143,1	443,61
Rauditus Harjateräs A500HW 8mm	115	kg	0,74	85,10
				0,00
Muut tarvikkeet	1	a	50	50,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
YHT				995,01

Työ	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kok.menekki [tth]	EUR
Mittaus	0,03	23	0,69	10,35
Asennus	0,25	23	5,75	86,25
Betonointi	0,31	4,96	1,5376	23,06
Rauditus	1	4	4	48,00
			0	0,00
			0	0,00
			0	
			0	
YHT			11,98	167,66

Kokonaishinta/tuntimäärä yhdelle(1) seinälle	1 162,67	€	12	h
Kokonaishinta/tuntimäärä neljälle(4) seinälle	4 650,70	€	48	h
Kokonaishinta/tuntimäärä kahdeksalle(8) seinälle	9 301,39	€	96	h

## LIITE 2

Kustannukset 8200\*2800mm teräsbetoniseinälle. Työntekijä kustannukset RAM 15,00€/h ja RM 12,00€/h. Työssä käytetään LECA-harkkoja.

Seinä muurataan 200mm vahvalla harkolla. Muut tarvikkeet sisältävät normaalit kirvesmiehen työkaluista koituvat kustannukset(työkalukorvaukset), sekä muut tarvikkeet(naulat, muottiöljy, yms.). Työn hinnoittelussa ei ole huomioitu siirtoja. Kaikki tarvikehinnat alv 0%.

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
Leca Harkko RUH-200 200*498*195	237	kpl	1,20	284,40
Muurauslaasti M100/600 1000kg	600	kg	0,13	78,00
Rauditus Harjateräs A500HW 8mm	115	kg	0,74	85,10
Muut tarvikkeet	1	a	10,00	10,00
				0,00
				0,00
				457,50

Työ	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kok.menekki [tth]	EUR
Mittaus	0,12	23	2,76	41,40
Muuraus	0,6	23	13,8	207,00
Muurausaputyöt	0,84	23	19,32	231,84
Rauditus	1	4	4	60,00
			0	
			0	
			0	
			0	
YHT			39,88	540,24

Kokonaishinta/tuntimäärä yhdelle(1) seinälle	997,74	€	40	h
Kokonaishinta/tuntimäärä neljälle(4) seinälle	3 990,96	€	160	h
Kokonaishinta/tuntimäärä kahdeksalle(8) seinälle	7 981,92	€	319	h

## LIITE 3

Kustannukset 8200\*2800mm teräsbetoniseinälle. Työntekijä kustannukset RAM 15,00€/h ja RM 12,00€/h. Työssä käytetään Siporex-harkkoja.

Seinä muurataan 200mm vahvalla harkolla. Muut tarvikkeet sisältävät normaalit kirvesmiehen työkaluista koituvat kustannukset(työkalukorvaukset), sekä muut tarvikkeet(naulat, muottiöljy, yms.). Työn hinnoittelussa ei ole huomioitu siirtoja. Kaikki tarvikehinnat alv 0%.

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
Siporex-harkko 200 x 200 x 600	23	m2	16,33	375,59
Ohutsaumalaasti	220	kg	0,56	123,20
Rauditus Harjateräs A500HW 8mm	115	kg	0,74	85,10
Muut tarvikkeet	1	a	10,00	10,00
				0,00
				0,00
				593,89

Työ	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kok.menekki [tth]	EUR
Mittaus	0,12	23	2,76	41,40
Muuraus	0,6	23	13,8	207,00
Muurausaputyöt	0,84	23	19,32	231,84
Rauditus	1	4	4	60,00
			0	
			0	
			0	
			0	
YHT			39,88	540,24

Kokonaishinta/tuntimäärä yhdelle(1) seinälle	1 134,13	€	40	h
Kokonaishinta/tuntimäärä neljälle(4) seinälle	4 536,52	€	160	h
Kokonaishinta/tuntimäärä kahdeksalle(8) seinälle	9 073,04	€	319	h



## LIITE 4

Kustannukset 8200\*2800mm teräsbetoniseinälle. Työntekijä kustannukset RAM 15,00€/h ja RM 12,00€/h. Työssä käytetään paikalla rakennettuja levymuotteja.

Muottien hintaan sisältyy kaikki siihen tarvittava puutavara(50\*100 lankut ja filmivaneri). Muut tarvikkeet sisältävät normaalit kirvesmiehen työkaluista koituvat kustannukset(työkalukorvaukset), sekä muut tarvikkeet(naulat, muottiöljy, yms.). Työn hinnoittelussa ei ole huomioitu siirtoja. Kaikki tarvehinnat alv 0%.

Materiaali+työ(Muotit)	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
Vaneri 18mm	46,88	m2	6,10	285,97
50*100mm puutavara	360	jm	1,30	468,00
Muut tarvikkeet	1	a	10,00	10,00
				0,00
Työ kustannukset	8	h	15,00	120,00
				0,00
				883,97

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
Muottilukot	46	m2	0,65	29,90
Muottien päätyjen stopparit(Filmivaneri 18mm)	1,12	m2	7,79	8,72
Betoni K30 #32 S3 Lisätty 8% hukkaa	4,96	m3	98,09	486,53
Rauditus A500HW 2350*5000 8-200	3,3	kpl	46,02	151,87
Rauditus A500HW 8mm hakaset	27	kg	0,74	19,98
Muottirassit(Terästanko muottien kiinnityksiin)	1	a	15	15,00
Muut tarvikkeet	1	a	10	10,00
				0,00
				0,00
YHT				722,00

Työ	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kok.menekki [tth]	EUR
Mittaus	0,05	46	2,3	34,50
Pystytys	0,28	46	12,88	193,20
Purku	0,15	46	6,9	103,50
Betonointi	0,31	4,96	1,5376	18,45
Puhdistus ja öljyäminen	0,075	46	3,45	51,75
Rauditus	1	4	4	60,00
				0,00
				0,00
				0,00
YHT			31,07	461,40

Kokonaishinta/tuntimäärä yhdelle(1) seinälle	2 067,37	€	39	h
Kokonaishinta/tuntimäärä neljälle(4) seinälle	5 617,56	€	154	h
Kokonaishinta/tuntimäärä kahdeksalle(8) seinälle	10 351,14	€	308	h

## LIITE 5

Kustannukset 8200\*2800mm teräsbetoniseinälle. Työntekijä kustannukset RAM 15,00€/h ja RM 12,00€/h. Työssä käytetään DOKA-järjestelmämuotteja

Järjestelmämuottien neliöhintaan sisältyy kaikki siihen tarvittavat osat(lukot, tuenta, lavat, yms). Muut tarvikkeet sisältävät normaalit kirvesmiehen työkaluista koituvat kustannukset(työkalukorvaukset), sekä muut tarvikkeet(naulat, muottiöljy, yms.). Työn hinnoittelussa ei ole huomioitu siirtoja. Kaikki tarvikkehinnat alv 0%.

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
DOKA-muotti(FRAMAX) Vuorokausihinta	46	m2	0,48	22,08
Muottien päätyjen stopparit(Filmivaneri 18mm)	1,12	m2	7,79	8,72
Betoni K30 #32 S3 Lisätty 8% hukkaa	4,96	m3	98,09	486,53
Rauditus A500HW 2350*5000 8-200	3,3	kg	46,02	151,87
Rauditus A500HW 8mm hakaset	27	kg	0,74	19,98
Muut tarvikkeet	1	a	15	15,00
				0,00
Ajoneuvonosturi	2	tuntia	62,4	124,80
				0,00
YHT				828,98

Työ	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kok.menekki [tth]	EUR
Mittaus	0,03	46	1,38	20,70
Asennus	0,25	46	11,5	172,50
Betonointi	0,31	4,96	1,5376	23,06
Purku	0,09	46	4,14	49,68
Puhdistus ja öljyäminen	0,02	46	0,92	11,04
Rauditus	1	4	4	60,00
			0	
			0	
YHT			23,48	336,98

Kokonaishinta/tuntimäärä yhdelle(1) seinälle	1 165,96	€	28	h
Kokonaishinta/tuntimäärä neljälle(4) seinälle	4 663,84	€	114	h
Kokonaishinta/tuntimäärä kahdeksalle(8) seinälle	9 327,69	€	227	h

## LIITE 6

Kustannukset 8200\*2800mm teräsbetoniseinälle. Työntekijä kustannukset RAM 15,00€/h ja RM 12,00€/h. Työssä käytetään suurmuotteja.

Suurmuottien hintaan sisältyy kaikki siihen tarvittavat osat(lukot, tuenta, lavat, yms). Muut tarvikkeet sisältävät normaalit kirvesmiehen työkaluista koituvat kustannukset(työkalukorvaukset), sekä muut tarvikkeet(naulat, muottiöljy, yms.). Työn hinnoittelussa ei ole huomioitu siirtoja. Kaikki tarvikkehinnat alv 0%.

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
Suurmuotti(Skanska Rakennuskone)Vuorokausihinta	46	m2	0,65	29,90
Muottien päätyjen stopparit(Filmivaneri 18mm)	1,12	m2	7,79	8,72
Betoni K30 #32 S3 Lisätty 8% hukkaa	4,96	m3	98,09	486,53
Rauditus A500HW 2350*5000 8-200	3,3	kpl	46,02	151,87
Rauditus A500HW 8mm hakaset	27	kg	0,74	19,98
Muut tarvikkeet	1	a	15	15,00
				0,00
Ajoneuvonosturi	2	tuntia	62,4	124,80
				0,00
YHT				836,80

Työ	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kok.menekki [tth]	EUR
Mittaus	0,02	46	0,92	13,80
Pystytys ja irroitus	0,08	46	3,68	55,20
Betonointi	0,31	4,96	1,5376	23,06
Puhdistus ja öljyminen	0,015	46	0,69	8,28
Rauditus	1	4	4	60,00
			0	
			0	
			0	
YHT			10,83	160,34

Kokonaishinta/tuntimäärä yhdelle(1) seinälle	997,14	€	15	h
--	--------	---	----	---

Kokonaishinta/tuntimäärä neljälle(4) seinälle	3 988,56	€	59	h
---	----------	---	----	---

Kokonaishinta/tuntimäärä kahdeksalle(8) seinälle	7 977,13	€	119	h
--	----------	---	-----	---

## LIITE 7

Seinä muurataan kaksinkertaisena, että tarvittava seinävahvuus saavutetaan. Muut tarvikkeet sisältävät normaalit kirvesmiehen työkaluista koituvat kustannukset(työkalukorvaukset), sekä muut tarvikkeet(naulat, muottiöljy, yms.). Työn hinnoittelussa ei ole huomioitu siirtoja. Kaikki tarvikehinnat alv 0%.

Materiaali	Menekki	Yks	Eur/yks	Yht.
NKH Väliseinätiili 270x130x75. 42kpl/m2	46	m2	19,74	908,04
Muurauslaasti M100/600 1000kg	3000	kg	0,07	216,00
Muut tarvikkeet	1	a	10,00	10,00
				0,00
				0,00
				0,00
				1134,04

Työ	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kok.menekki [tth]	EUR
Mittaus	0,06	46	2,76	41,40
Valmistelevat työt	0,36	46	16,56	198,72
Laastinvalmistus(Betonimyly)	0,47	46	21,62	259,44
Muuraus(Puolipuhhtaaksimuuraus)	0,38	46	17,48	262,20
Lopettavat työt(Siivous, yms)	0,01	46	0,46	5,52
			0	
			0	
			0	
YHT			58,88	767,28

Kokonaishinta/tuntimäärä yhdelle(1) seinälle	1 901,32	€	59	h
Kokonaishinta/tuntimäärä neljälle(4) seinälle	7 605,28	€	237	h
Kokonaishinta/tuntimäärä kahdeksalle(8) seinälle	15 210,56	€	475	h

## LIITE 8

Betonielementin hinta perustuu As Oy Vaasan Poutapihan tavoitelaskelmaan. Neliöhinta sisältää elementin, asennuksen sekä tähän tarvittavat materiaalit. Muissa vaihtoehdoissa, neliöhinta on laskettu yhden(1) seinäneliön kustannuksista. Työhön on verrattu yhteen(1) seinäneliöön kulunutta aikaa.

	€/m <sup>2</sup>	Erotus, verrattuna betonielementtiin
<b>Betonielementti</b>	67,97	0,00 €
Betonimuottiharkot	50,55	17,42 €
LECA-Harkot	43,35	24,62 €
Siporexharkot	49,31	18,66 €
Kohteessa valmistetut muotit	89,89	-21,92 €
Järjestelmämuotit(tässä DOKA-muotit)	50,69	17,28 €
Suurmuoti	40,35	27,62 €
Muurattu KAHI-tiiliseinä	82,67	-14,70 €
	h/m <sup>2</sup>	Erotus, verrattuna betonielementtiin
<b>Betonielementti</b>	0,135	0
Betonimuottiharkot	0,522	-0,387
LECA-Harkot	1,74	-1,605
Siporexharkot	1,74	-1,605
Kohteessa valmistetut muotit	1,7	-1,565
Järjestelmämuotit(tässä DOKA-muotit)	1,22	-1,085
Suurmuoti	0,65	-0,515
Muurattu KAHI-tiiliseinä	2,56	-2,425