

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Mikko Tukiainen

MUURAUSTYÖALUSTAN TEKNILLISTALOUDELLINEN TEHOKÄYTTÖ

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2018

**OPINNÄYTETYÖ****Joulukuu 2018****Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Tikkarinne 9

80200 JOENSUU

+358-13-260 6800

Tekijä(t)

Mikko Tukiainen

Nimeke

Muuraustyöalustan teknillistaloudellinen tehokäyttö

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään julkisivumuuraustyötä ja siinä käytettävien työalustojen ominaispiirteisiä vaikutuksia työn kulkuun. Opinnäyte antaa lukijalle kattavan näkemyksen laadukkaan ja kustannustehokkaan muuraustyön aikaansaamiseksi. Työn tärkeimpänä tavoitteena on aikaansaada lukijalle mielikuva, kuinka monta huomioon otettavaa seikkaa julkisivumuuraustyön työskentelyalustan valinnassa on. Työalustojen teknillistaloudellisen vertailun helpottamiseksi työn keskeisimpien tulosten perusteella valmistetaan pikavalintataulukoita, jotka ovat työn liitteenä. Haastattelut ja havainnot on kerätty joensuulaisilta rakennustyömailta.

Työn tulosten perusteella muuraustyöalustan menetelmävalintaa pyritään helpottamaan ja poistamaan valitusta työskentelymenetelmästä muuraustyötä ja laadukasta lopputulosta haittaavia tekijöitä.

Työn lopputulokseksi saatiin raporttimuotoinen julkisivumuurausta käsittelevä kokonaisuus, jonka liitteenä on pikavalintataulukoita, joista lukija saa apua työmaalla tehtävään menetelmävalintaan.

Kieli

suomi


Sivuja 55

Liitteet 1

Liitesivumäärä 17

Asiasanat

mastolavanostin, teline, laskelma, laatu, muuraus

	<p><b>THESIS</b>  <b>December 2018</b>  <b>Degree Programme in Civil Engineering</b></p> <p>Tikkarinne 9 FIN 80200 JOENSUU  FINLAND  Tel. 358-13-260 6800</p>
<p>Author(s)  Mikko Tukiainen</p>	
<p>Title  Effective Techno-Economic Use of Bricklaying Platform</p>	
<p>Abstract</p> <p>This thesis deals with the façade bricklaying work and the working platforms used in it for the work flow. The thesis gives the reader a comprehensive view of high-quality and cost-effective masonry. As a whole, the main objective of the work is to provide the reader with an idea of the number of points to be taken into account in the selection of the work platform of the facade work. To facilitate the technical comparison of the work platforms on the basis of the most important results of the work, the shortcut tables that are attached to the work were prepared. Interviews and observations were collected on construction sites in Joensuu region.</p> <p>Based on the results of the work, the method selection of the masonry work platform is sought to be facilitated. Furthermore, the work aimed at removing the factors that hinder the bricklaying work and high quality outcome from the chosen working method. The result of the work was a report form entity dealing with façade masonry, with attached shortcut tables from which the reader can get help in the choice of methods on the site.</p>	
<p>Language  Finnish</p>	<p>Pages 55  Appendices 1  Pages of Appendices 17</p>
<p>Keywords  bricklaying, work platform, calculation, quality</p>	

## Sisältö

1 Johdanto.....	5
1.1 Työn tausta .....	5
1.2 Työn tavoite .....	5
1.3 Työn rajaus .....	6
2 Opinnäytetyön menetelmät ja toteutus .....	7
2.1 Työn tarpeellisuus.....	7
2.2 Aiemmin aiheesta tehdyt opinnäytetyöt .....	7
2.3 Tiedonhankinta .....	7
2.4 Kustannushallinta .....	8
2.5 Haastattelut.....	9
3 Muuraustyöalustan pikavalintalaskuri.....	11
3.1 Laskurin ulkoasu.....	11
3.2 Lähtökohta .....	11
3.3 Laskurin menetelmävaihtoehdot .....	12
3.4 Pikavalintalaskurin koekäyttö.....	12
4 Telineen ja mastolavan erikoispiirteet työalustana .....	13
4.1 Menetelmävalinnan peruslähtökohta.....	13
4.2 Muurauksen työtekniikka telineiltä ja mastolavanostimilta.....	15
5 Julkisivumuuraustelineet .....	17
5.1 Julkisivumuuraustelineet Joensuussa.....	17
5.1.1 Telinevuokraamot ja asennuspalvelut .....	18
5.2 Telinetyypin vaikutus muuraustyössä .....	19
5.2.1 Nykyaikaiset telinetyypit .....	19
5.2.2 Moduulijärjestelmätelineiden saatavuus ja merkkien keskeiset erot .....	20
5.2.3 Perinteisen Haki-telineen ja järjestelmätelineen eroavaisuudet .....	20
5.2.3 Telinetason leveys.....	21
5.2.4 Materiaalin nosto telineille .....	22
5.3 Teline muurausalustana.....	23
5.4 Muurauksensolilta työskentely .....	24
5.5 Telineen asentamisessa huomioitava.....	24



# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Työ sai alkunsa vuonna 2009 Tuotannonsuunnittelun ja ohjauksen perusteet-opintojaksolla kun yliopettaja Hannu Tyrväisen johdolla pohdimme, millä teknisillä ja taloudellisilla perusteilla valinta rakennustelineiden ja henkilönostimien välillä tapahtuu. Päätin tutkia aihetta tarkemmin opinnäytetyön muodossa.

Aloin systemaattisesti etsiä joensuulaisia työkohteita, joissa julkisivumuuraustöitä suoritettiin. Työmaita tarkkaillessani havaitsin monissa kohteissa parantamisen varaa laadussa ja työturvallisuudessa julkisivumuuraustyön osalta. Tämän puutteen totesin johtuvan pääasiassa kahden viime vuosikymmenen saatossa Joensuun mittapuulla täysin uudistuneesta vuokratilustokannasta. Moderneista mastolavanostimista ja telinekalustosta aiheutuu erikoispiirteitä esimerkiksi työn laatuun, työsaavutukseen, työturvallisuuteen ja työssä jaksamiseen.

Työ jäi aikanaan viimeistelyvaiheeseen, kun jouduin keskeyttämään opiskelut enkä halunnut julkaista opinnäytettä, kun valmistumisestani ei ollut takeita. Vuosien kuluessa nostinten ja telineiden käytössä työalustoina on sama ongelma säilynyt ja jopa pahentunut. Minua on harmittanut menneinä vuosina työskennellä telineiden ja nostimien puolesta huonosti organisoiduilla työmailla, koska yleensä pienellä menetelmävalinnan hienosäädöllä työkohde olisi ollut ihanteellinen. Tästä syystä päätin nyt julkaista opinnäytteen, kun siihen viimein oli mahdollisuus.

## 1.2 Työn tavoite

Työn raporttiosuuden tavoitteena on toimia helppolukuisena ammattijulkaisuna antaen työnjohdolle innovatiivisen näkökulman julkisivumuuraustyön ja työssä

käytettävän nostolaite- ja telinekalustovalinnan onnistumiseen vaikuttavista seikoista. Pää tavoitteena oli aluksi laatia pikavalintalaskuri mastolavanostinten ja rakennustelineiden vuokrakustannusvertailuun muuraustyössä. Muuraustyö osoittautui kuitenkin niin monesta asiasta riippuvaksi kokonaisuudeksi, että pikavalintalaskuri on vain yksi tärkeä osa kokonaisuutta.

Tavoitteenani opinnäytteessä on hallita julkisivumuuraustyön kokonaisuus jossa työalustan teknillistaloudellinen menetelmävalinta on ratkaisevana tekijänä. Menetelmävertailuun perustuvaa työskentelyolosuhteiden parantamista tutkin siksi, että muurari pystyisi häiriöttä keskittymään työsuoritukseensa. Näin päästäisiin parempaan laatuun, työturvallisuuteen ja tehokkuuteen.

Menetelmävertailun onnistumisella saavutettu etu on kaikkien osapuolten yhteinen. Työni tavoite ei ole se, että työskentelyolosuhteita optimaaliseksi tehostettaessa muuraustyöryhmän ansioita vastaavasti pienennetään.

### **1.3 Työn rajaus**

Työssä käsitellään mastolavanostinten ja muuraustelineiden aiheuttamia erityispiirteisiä tekijöitä, joita työnjohdon ja työntekijöiden on syytä ottaa työskentelyssään huomioon. Työssä keskitytään seuraaviin asioihin:

- pikavalintalaskurin kehittämiseen
- muuraustelineiden ja mastolavojen teknillistaloudelliseen vertailuun vaikuttavien tekijöiden havainnollistamiseen menetelmävalinnassa
- laadukkaan julkisivumuuraustyön etenemiseen telineiltä ja mastolavanostimilta
- muuratun julkisivun laatuun ja visuaaliseen struktuuriin
- työturvallisuuteen vaikuttaviin tekijöihin.

## **2 Opinnäytetyön menetelmät ja toteutus**

### **2.1 Työn tarpeellisuus**

Työlle on käytännön tarvetta vuokraamoalan asiakaspalvelun tehostamisen lisäksi myös työmailla ja rakennusliikkeiden toimistoissa. Joensuun seudulla työnjohdolle on tyypillistä toimia minimaalisilla resursseilla rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Esimerkiksi urakkalaskennassa paikallisyriksen kustannuslaskijalla ei ole tarpeeksi aikaa pelkkään vuokrakalustovertailuun julkisivumuurauksessa.

Vuokrakalustovalinta suoritetaan paikallisyriksen urakkalaskentavaiheessa monessa tapauksessa pelkästään kokemukseen perustuen jopa ilman riittäviä laskelmia. Tämä johtaa siihen, että muuraustöiden tullessa akuutimmiksi menetelmiä joudutaan harkitsemaan vielä uudestaan.

### **2.2 Aiemmin aiheesta tehdyt opinnäytetyöt**

Aihetta on tutkittu eri näkökulmista useassa opinnäytetyössä jotka löytyvät Theseus-tietokannasta osoitteesta [www.theseus.fi](http://www.theseus.fi). Pääsääntöisesti olemassa olevat opinnäytetyöt mastolavanostimista ja telineistä antavat hyvää teoriatietoa itse henkilönostokoneiden ja telineiden teknisistä yksityiskohdista tai kustannuksista. Laaja- alaisesti menetelmiä vertaavaa teknillistaloudellista vertailua tai erillistä menetelmiä vertaavaa laskuria ei lukemistani opinnäytteistä löytynyt.

### **2.3 Tiedonhankinta**

Perehdyin vuosina 2009-2011 Joensuun mittakaavalla merkittävimpien muuraustyömaiden työmenetelmiin saadakseni tietoutta pikavalintalaskurin toteuttamiseen. Työn kulkua tarkkailin seitsemällä eri julkisivumuuraustyömaalla Joensuussa.



Havaintojeni pohjalta rajasin benchmarking-menetelmään perustuvalla vertailtavalla työmaiden ja työmenetelmien välisiä erikoispiirteisiä heikkouksia ja vahvuuksia. Objektina vertailussa oli vahvimmin vuokrakalustovertailu ja työmenetelmävertailu. Tutkimusmenetelmä tiedonhankinta oli pääasiassa empiirinen tarkoittaen, että kävin työmailta seuraamassa työmenetelmiä ja työsuoritusten etenemistä. Kirjallisesta tuotannosta, kuten RILin julkaisuista ja materiaalitoimittajien oppaista hain rajoituksia muuraussuoritteiden kulkuun ja suoritusten tehostamiseen. Minua kiinnosti, onko täysin mahdotonta nostaa tuotantolukemia vai onko esimerkiksi sementin hydrataatio tai jokin muu seikka rajoittavana tekijänä. Tutkimukseni mukaan teknisesti tuotannon tehostaminen on mahdollista.

Joensuun kaupungin keskustasta ja sen esikaupunkialueilta tutkin sekä valokuvasin tiiliverhottuja uusien ja vanhojen rakennusten muurattuja julkisivuja. Julkisivuista hain pääasiassa työvirheitä, jotka voivat aiheutua käytetystä menetelmästä ja työalustoista.

Valokuvia rakennustyömailta ja rakennuksista sekä telineistä ja nostimista kertyi kaikkiaan yli 1500 kappaletta. Valtaosan näistä olen kuvannut itse ja muutamia kymmeniä kuvia olen saanut eri tahoilta. Valokuvilla pyrin havainnollistamaan, kuinka pienistä asioista laadukas tiilijulkisivu koostuu ja mitä erityishuomioita esimerkiksi työturvallisuuteen tulee kiinnittää.

## **2.4 Kustannushallinta**

Taulukoiden laadinnassa kustannusvertailussa käyttämäni vuokrahinnat ovat suuntaa antavia. Rahtien ja autonosturipalveluiden hinnat sain joensuulaisilta kuljetusalan yrityksiltä. Kustannusseurantaa tai kustannusvertailua en työmailta yritystason vuokraushinnoilla suorittanut, koska jokaisella yrityksellä ja konevuokraamolla on luonnollisesti omat keskinäiset sopimushintansa. Yrityskohtaiset hinnat ja yritysten keskeiset sopimukset ovat tämän työn kannalta toisarvoisia, koska lähtökohtana otaksun huonon työmenetelmän tai väärän kaluston olevan samassa suhteessa täysin yhtä kallis jokaiselle yritykselle vuokraushinnasta riippumatta.

Työmenekkevvertailuja suoritin pääasiassa Joensuun seudun rakennustyömaiden työmaamestareilta ja ennen kaikkea muurareilta haastattelemalla saamani tiedon perusteella. Työnjohtajilta ja muurareilta haastatteluissa saamani työsaavutustieto oli, montako tiiltä työmaalla päivittäin keskimäärin muurattiin. Lisäksi tietona mainittiin pääsääntöisesti aina, olisiko jotakin voitu tehdä toisin ja mikä työtä on hidastanut. Näistä johdin tuloksen m<sup>2</sup>/tv ja vertailin tuloksia Aikataulukirja 2016: n [1] esittämiin työmenekkeihin, sekä työsaavutuksiin. Vertailujen tulosten perusteella päätin mm. Joensuussa käytetyn mastolavakaluston soveltuvuuden kyseiseen tehtävään. Pääasiassa vanha Hek MS3000 tyyppinen mastolavakalusto oli riittävä nostokapasiteetiltaan. Nykyinen Scanclimber-mastolavakalusto oli monessa tapauksessa mallisarjaltaan ja kapasiteetiltaan liian pieni, eli menetelmä oli väärin valittu.

## 2.5 Haastattelut

Haastatteluosuuden työstäni suoritin soveltamalla Leadership syväjohtamismenetelmää [2]. Syväjohtamismenetelmän ”neljä kulmakiveä” (luottamuksen rakentaminen, inspiroiva tapa motivoida, älyllinen stimulointi ja ihmisen yksilöllinen kohtaaminen) auttoivat haastattelutilanteissa vapauttamaan ilmapiiriä nopeuttaen ydintietojen saamista.

Haastattelin muuraustöihin liittyen yli kolmeakymmentä eri ammattiluokkiin kuuluvaa henkilöä. Joensuun mittaluokassa pidän tätä haastattelujen määrää tarpeeksi suurena antamaan näkemyksen muuraustyön kulusta ja kaluston kehittämistarpeesta.

Haastattelut suoritin sekä alaisena, että vertaisena työnjohdon ja työntekijöiden kanssa toimien. Arvokkaimman tietoni muurareilta sain usealla työmaalla kirvesmiehenä tai mittakirvesmiehenä ollessani. Tällöin kuulin lähes päivittäin heidän suorasanaiset mietteensä materiaaleista, työmenetelmistä ja niiden onnistumisesta. Nämä ovat kokemukseni mukaan asioita, joita alainen ei tule työnjohdolle normaaleissa olosuhteissa sanoneeksi. Siksi pidänkin niitä työni laadun kannalta hyvinä näkökulmina.

Haastattelujen perusteella osasin tarkastella ongelmallisia ja työtä hidastavia kohtia tiilijulkisivuista, sekä työmenetelmistä. Tarkoitukseni oli myös saada alustava selvitys nykyaikaisten telineiden ja mastolavanostimien soveltuvuudesta saneerauskohteisiin ja siitä, voidaanko saneerauskohteissa vuokrakustannukset laskea samalla taulukolla, kuin uudishankkeessa.

Teknistä tietoutta muuraustyön valmistelun vaikutuksesta onnistumiseen ja vaihtoehtoisista menetelmistä muunmuassa mittauksissa sain haastattelemalla mittamiehiä. Apumiehet kertoivat haastatteluissa oman näkemyksensä ja kokemuksensa onnistuneista, sekä epäonnistuneista suorituksista vuosien varrella.

Telineasentajia, konevuokraamoiden asentajia ja silloista Ramirent-konevuokraamon aluemyyntipäällikkö Hyttistä haastattelin lähinnä asiakkaan, sekä asiakaspalvelun näkökulmasta. Näin perehdyin heidän työskentelyynsä useilla joensuulaisilla työmailta, jopa sellaisillakin, jotka eivät kuulu julkisivumuuraustyöhön mitenkään vaan ovat tärkeitä esim. sääsuojauksen kannalta.

Käytössä olevan nostolaite- ja telinekaluston oikeellisuutta vertasin työnjohdon ja työntekijöiden havaintoihin etsiessäni yleispätevää sääntöä kalustovertailun lähtökohdaksi. Haastattelutulosten ja omien työmailta keräämieni havaintojen perusteella kokosin näkemykseni kalustoratkaisuista, jotka monessa tapauksessa olivat kompromisseja työnjohdon ja työntekijän vaatimuksista. Työnjohdon vaatimukset työalustasta olivat pääsääntöisesti kustannustehokkuus ja kaluston saatavuus. Työntekijän vaatimukset kalustolta olivat työhön soveltuvuus ja työskentelyn helpottuminen. Haastattelujen keskeisenä tuloksena mainittakoon, että kompromisseissa tingittiin ensisijaisesti työntekijän vaatimuksista. Keskeinen havaintoni oli, ettei kokonaiskustannuksiltaan tehokas työalusta välttämättä ole halvin tai saatavuudeltaan lähinnä työkohdetta oleva vaihtoehto.

## **3 Muuraustyöalustan pikavalintalaskuri**

### **3.1 Laskurin ulkoasu**

Mielestäni teknillistaloudellisen pikavalintataulukon on syytä olla ulkoasultaan pelkistetty. Laskelmien etenemisen on oltava looginen ja yksiselitteisesti ymmärrettävä. Verrattavat menetelmät on asetettava omiin laskelmiinsa, taulukoihinsa tai sarakkeisiinsa niin, että niistä voi verrata kustannustekijöitä tasapuolisesti. Näin toimintaperiaatteeltaan täysin eri menetelmistä, kuten mastolavanostimista ja telineistä saadaan keskenään vertailukelpoisia. Vertailukelpoisuus voi myös vaatia ulkoasultaan hyvinkin erityyppisten taulukoiden käyttöä. Valitsin tässä tapauksessa pääsääntöiseksi taulukkotyyppiä kumulatiivisesti etenevän laskelman, vaikka alkuperäisenä visionani oli viivanomogrammi.

### **3.2 Lähtökohta**

Lähtökohtana laskentataulukkoa hahmotellessani kokeilin teknillistaloudellista vertailulaskelmaa muun muassa Klara5-kustannushallintaohjelmistolla saadakseni kuvan siitä, onnistuuko työalustojen menetelmävertailu nykyisillä kustannushallintaohjelmistoilla. Huomasin nopeasti, etteivät olemassa olevat laskentaohjelmat sinällään ole tarkoitettu käytettäväksi pelkästään menetelmien väliseen nopeaan kustannusvertailuun. Kustannushallintaohjelmien tarkoituksena on pääsääntöisesti koko rakenteen kustannuksien laskeminen.

Laskelman lähtökohdaksi asetin helppokäyttöisyyden ja laskutoimitukset pyrin tekemään yhteenlaskuksi. Tavoitteena oli pikavalintainen Excel-tili, jonka kustannusmuuttujia, kuten asennushintoja pystytään vaivattomasti säätämään tarvittaessa. Tili voidaan täyttää sekä tulosteesta, että tietokoneella. Paperiversiolla pikavalintalaskuri antaa esimerkiksi työnjohtajalle vapauden verrata työmenetelmiä saaden tiliä kumulatiivisesti nopean kustannusvertailun vuokrakalustosta.

Taulukko toimii aputyökaluna tehostaen sähköisen työkalun, kuten kustannushallintaohjelmiston tehoa. Taulukosta saadut kustannukset voidaan tarvittaessa jaotella erinäisiin muotoihin ja syöttää ne käytössä olevaan kustannushallintaohjelmistoon sen merkistä, mallista ja tietoteknisistä ominaisuuksista riippumatta.

### **3.3 Laskurin menetelmävaihtoehdot**

Laskurissa ensisijaisena menetelmävaihtoehtona on mastolavanostin, jonka kustannukset lasketaan kokonaisuudessaan (liite 1, 6). Tämän jälkeen kustannuksia verrataan ylimalkaisesti telineisiin haettaessa menetelmävalintaa. Tällöin katsotaan telinelaskurin seinäneliömäärästä vaihtoehdoisen telineen vuokra, joka kerrotaan vuokra-ajalla (liite 1, 9). Suoritetaan yhteenlasku vuokrakustannuksista ja telineasennuksista koituvista kustannuksista. Useassa tapauksessa pelkästään nämä tiedot riittävät nopeaan menetelmävertailuun.

Mikäli telineitä on kuitenkin tarpeen käyttää esimerkiksi paikoissa, joihin mastolavanostinta ei voi asentaa, tarkastetaan lisäksi erillisistä laskureista telineiden rahdit, apulaitteet ja mahdolliset sääsuojat (liite 1). Telinelaskurissa ei ole huomioitu telinetyössä kuluva huomattavasta ajasta aiheutuvia telineiden vuokrakustannuksia jotka tulee arvioida tapauskohtaisesti.

### **3.4 Pikavalintalaskurin koekäyttö**

Kehittelemääni laskuria ja sen sisältämiä taulukoita on koekäytetty Joensuun seudulla vuokraamo-, toimisto- ja työmaaolosuhteissa julkisivumuuraustyön menetelmävertailussa monissa yrityksissä. Koekäytön perusteella tuli kyseeseen pienet parantelut etupäässä ulkoasun yksinkertaistamisessa.

Koekäytössä huomattiin, että varsinkin mastolavojen osalta laskuri soveltuu menetelmävertailu- ja kustannustarkistelutyökaluksi kaikille julkisivumuuraustyömaan osapuolille. Pikavalintalaskuria pyydettiin monessa rakennusliikkeessä saatavaksi myös sähköisessä muodossa, jolloin kustannukset saataisiin laskettua ja litteroitua helpommin.

## 4 Telineen ja mastolavan erikoispiirteet työalustana

### 4.1 Menetelmävalinnan peruslähtökohta

Telineen käytön ensisijaiseksi menetelmävalinnaksi asettaa urakkaohjelmassa oleva vaatimus sääsuojauksesta kuten esimerkiksi sopimus Kuivaketju10-toimintamallin noudattamisesta. Isomman volyymin paikkakunnilla, kuten Helsingissä sääsuojaus on ollut jo kauan merkittävässä osassa menetelmävalinnan rajaamisessa. Työn kokonaisuutta pyritään korostamaan myös hiljaisemmilla seuduilla sääsuojauksen keinoin. Trendi on jo osoittanut, että sääsuojaus yleistyy lähitulevaisuudessa myös esimerkiksi Joensuun seudulla.

Seinän sääsuojaus tulee monessa tapauksessa rajoittavaksi tekijäksi mastolavalta tehtävään työhön ja se siirtää menetelmävalinnassa työnjohdon ajatukset telineisiin, koska ajatuksen tasolla telineet tuntuvat olevan helpommin suojattavissa erilaisin peittein. Suojauksen tarve yllättää työmaan harvemmin kauniilla säällä vaan monessa tapauksessa pressuja levitellään kovalla kiireellä tuulessa ennen sadetta. Telinepeitteitä sen sijaan ei tarvitse asentaa, kuin kertaalleen. Tämä seikka vie monen mestarin valinnan esim. syysateita odottavan työmaan menetelmävalinnan telineiden puolelle.

Yit Rakennuksen Joensuussa sijainneella pienkerrostalotyömaalla Hek Ms3000-mastolavanostimeen tutustuessani huomioin, että puurunkoiset sivuseinät oli suojattu kevytpeitteellä (kuva 1). Näin he suojelivat syysateelta keskeneräisen seinän tuulensuojavillan, tuuletusraon, sekä samalla tuoreen muurauksen. Tämä työ on yleensä alistettu kirvesmiehille ja se on suoritettu samalla, kun tuulensuojavillat on asennettu. Pressun rullaus ylös muurauksen tieltä on vastaavasti alistettu muuraustyöryhmän tehtäväksi. Järkevästi tehtynä työvaihe ottaa vain muutamia minutteja muuraustyöryhmän aikaa ja takaa rakenteen korkean laadun. Pressua ei kuitenkaan tule asentaa kiinni juuri muurattuun seinään, ettei työ tärveltyisi pressun hangatessa esim. tuulen voimasta muurausta ja jotta tiilien, sekä muurauslaastin kosteus pääsisi haihtumaan ulkoilmaan häiriöittä.

Mikäli vaatimusta rakennuksen tai rakenteen täydellisestä sääsuojauksesta ei esitetä, voidaan lähtökohtaisesti aina muuraustyö suorittaa kustannustehokkaammin mastolavanostimelta. Nopeasti tarkasteltuna rakennus voi vaikuttaa pohjamuodoltaan niin hankalalta, että mielikuva mastolavasovelluksen käytöstä tuntuu kohtuuttoman kalliilta. Tämä mielikuva muodostuu pääasiassa siirtotyössä käytettävän autonosturin kalliin tuntivuokrahinnan takia.



Kuva 1. Mastolavanostin Hek Ms 3000.

Menetelmävalinnan tärkein taloudellinen osa on huomioida laskelmin kokonaiskustannukset, ei pelkästään yksittäistä kustannustekijää kuten autonosturia. Telineratkaisussa rakennuksen hankalalla pohjamuodolla on mastolavanostimia suurempi vaikutus kokonaiskustannuksiin, koska telinetyötä on suoraan seinää enemmän ja työ on normaalia hitaampaa.

Julkisivumuuraustyössä telineratkaisut ovat siis nykyään erikoistapauksia ja ne tulevat ensimmäisenä vaihtoehtona esimerkiksi silloin kun työ on saneeraustyötä, joka suoritetaan talvella tai muutoin vaativissa olosuhteissa (kuva 2), kuten kaupunkien ydinkeskustoissa. Telineratkaisu muodostuu valinnaksi myös silloin, kun mastolavanostimen käyttö todetaan mahdottomaksi esimerkiksi yhtenäisen parvekelinjan vuoksi tai mastolavanostinsovellusta ei osata hyödyntää oikeaoppisesti (kuva 3).



Kuva 2. Sääsuojattu moduulijärjestelmäteline asennettuna ajoluiskan päälle  
(Kuva: Antti-Pekka Kortelainen).

#### 4.2 Muurauksen työtekniikka telineiltä ja mastolavanostimilta

Telineiltä muuraustyö tehdään yleensä telinetaso kerrallaan, useita työsaumavälejä vaakasuunnassa. Mastolavalta suoritettavassa työssä on tapana tehdä työsaumaväli kerrallaan alhaalta ylös asti. Telineet antavat hiukan vapautta ja pelivaraa työryhmille ja työn tahdistamiselle. Teoriassa yhdellä kertaa telineiltä voidaan hoitaa kaikki työvaiheet pellityksistä kittauksiin ilman, että erillisiä henkilönostimia on tarpeen käyttää.

Käytännössä esimerkiksi moduulijärjestelmätelineistä jotakin huonoa puolta etsittäessä on vain se, että telineet tulee ankkuroida seinään kiinni normaalisti neljän metrin välein vaakasuunnassa [3]. Monesti tiili joudutaankin jättämään pois ankkurin paikalta. Tämä edellyttää henkilönostimen käyttöä paikkamuurauksessa.

Mastolavanostimelta tapahtuva muuraus saattaa vaikuttaa telineeltä muurattuun verrattuna niin nopeasti korkeussuunnassa etenevältä, että laastin pelätään olevan vielä liian sitoutumatonta kuormitukseen nähden ja muurin pelätään pullistuvan tai sauman litistyvän [4]. Tämä ei kuitenkaan ole osoittautunut ongelmaksi varsinkaan hyvin imevällä punatiilellä muuratessa ja sauman



litistymisen riski on olemassa, mikäli tiilen imu on todella huono esimerkiksi tiilen ollessa jäässä [5]. Muurin pullistumista voi tapahtua, jos tiilisiteitä on käytetty liian vähän ja muurin ulkoreunan laasti pääsee liian varhain jäätymään epätasaisesti sisäreunan laastiin nähden [6].



Kuva 3. Moduulijärjestelmäteline konsolilla Joensuun Aittarannassa 2011.

## 5 Julkisivumuuraustelineet

### 5.1 Julkisivumuuraustelineet Joensuussa

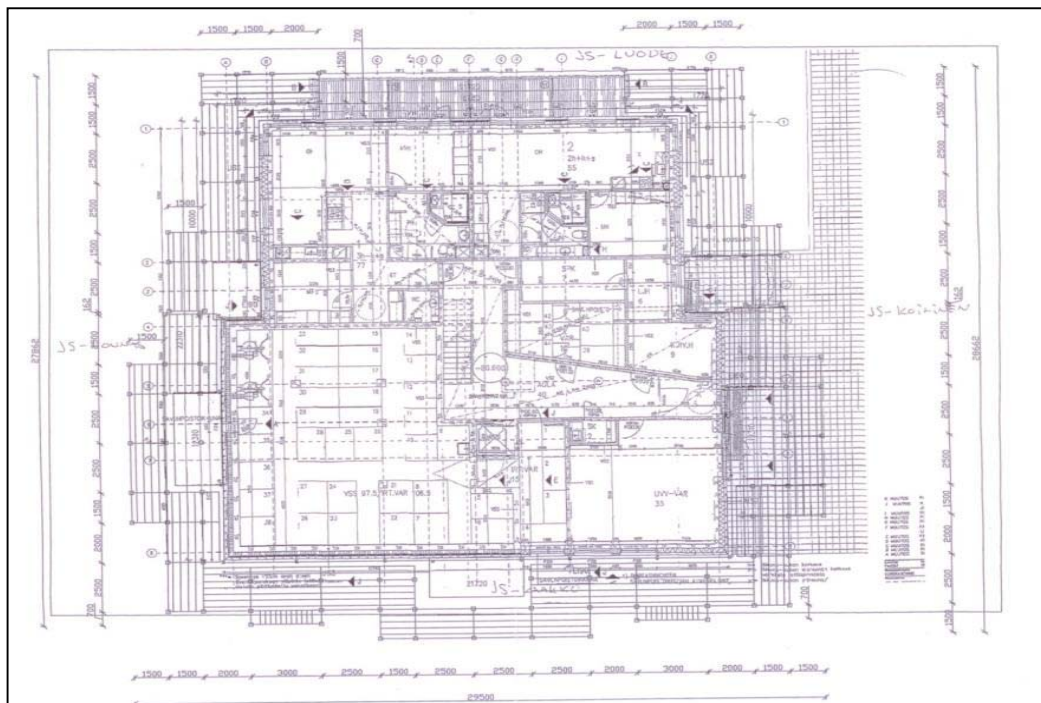
Tietous nykyaikaisten telineiden tehokkaasta käytöstä muuraustyössä on Joensuun alueella yleensäkin melko vähäistä. Harvempi työmaamestari on tutustunut nykyaikaisiin moduulijärjestelmätelineisiin, koska työt on totuttu toteuttamaan pääasiassa Haki-telineiltä. Haki-telineet soveltuvat vielä tänäkin päivänä työskentelyyn kohteissa, joissa telinetyö on vähäistä, korkeudeltaan matalaa, etenemissuunnaltaan horisontaalista ja teline pystytetään omana työnä (kuva 4). Isompien telinekokonaisuuksien kasaaminen omana työnä ei ole kannattavaa, koska työ vaatii aivan omaa ammattitaitoaan ja nykyisin myös omantyyppisensä telineratkaisun. Tätä ammattitaitoa ei valitettavasti ole läheskään jokaisella rakennustyömaalla, jossa telineitä kasataan.



Kuva 4. Hakitelineet tehokkaassa käytössä rakennusmiesten kasaamina.

### 5.1.1 Telinevuokraamot ja asennuspalvelut

Telinevuokraamo toimittaa tarvittavat suunnitelmat, telineet ja järjestää asennuspalvelun. Sovittuna ajankohtana asennuspalvelun erikoisammattimiehet tulevat pystyttämään, sekä purkamaan telineet. He pystyvät suoriutumaan työstään tehokkaasti ilman jatkuvaa opastusta ja valvontaa. Telinetyön ollessa aivan oma ammattialansa, on kokemus osoittanut, ettei tavallinen apumies työstä useimmiten selviydy tai jos selviytyy niin työskentely käy hitaasti. Apumiesten opastaminen ja työn jatkuva valvominen sitoo rakennusliikkeen työnjohdon telinetyön edistämiseen tarpeettoman pitkäksi ajaksi.



Kuva 5. Telinevuokraamon suunnittelijan laatima telinesuunnitelma näyttää tyypillisesti tällaiselta.

Asennuspalveluiden ammattitaitoiset telineasentajat tekevät työtään pääasiassa urakalla. Ammattimiehet osaavat tulkita tarvittavia asiakirjoja ja työohjeita oikeaoppisesti, sekä toimia niiden edellyttämällä tavalla (kuva 5). He käyttävät työssään tottuneesti turvavarusteita ja tuntevat työnsä riskit tarkasti, eikä heitä pelota korkeissakaan olosuhteissa.

Ammattimies ei tee telinettä viallisista osista, kuten moni rakennusliikkeen omana työnä telinettä kasaava monesti tulee tehneeksi edes tietämättään kyseisen osan vialliseksi (kuva 6). Viallinen osa tarkoittaa, että osa on käyttökelvoton ja voi



aiheuttaa jopa hengenvaaran telineillä työskennellessä. Telineosissa viat eivät välttämättä ole hyvinkään isoja. Joskus jopa rutussa oleva putki tai itse tehty korjaustyö työmaaolosuhteissa esim. hitsaamalla voivat aiheuttaa vakavan vaaratilanteen. Kyseessä on vakava asia, koska työmaan putoamisonnettomuudet ovat työtapaturmista yleisempiä ja yleensä ne ovat myös tuhoisia.



Kuva 6. Telineasentaja käyttämässä tavarahissiä telineosien nostoon. Yhdellä kertaa nousee vain 18 pystysalkoa, joten hissi on kovassa käytössä.

## 5.2 Telinetyypin vaikutus muuraustyössä

### 5.2.1 Nykyaikaiset telinetyypit

Telinetyyppejä on käytännössä karkeasti jaettuna neljä: perinteiset Haki-telineet, moduulijärjestelmätelineet konsolilla varustettuna, moduulijärjestelmätelineet ilman konsolia ja modulikehätelineet. Modulikehätelineitä (kuva 8) ei missään tapauksessa tule valita muuraustyömaalle, koska jo moduulijärjestelmätelineet ilman konsolia (kuva 9) ovat osoittautuneet liian kapeiksi muuraustyön kulun kannalta. Haki-telineet taas jäävät valtaosin rakennusliikkeen omana työnä

kasaamatta kerrostalokohteissa ja asennuspalvelut suhtautuvat heikosti Hakien kasaamiseen. Heillä on omat pääasialliset valtamerkkinsä, joita he kasaavat. Puhuttaessa nykyaikaisista muuraustelineistä on useimmiten kyseessä modulijärjestelmätelineet konsolilla varustettuna (kuva 10).



Kuva 8. Moduulikehäteline 1.

### 5.2.2 Moduulijärjestelmätelineiden saatavuus ja merkkien keskeiset erot

Moduulijärjestelmätelineitä Suomessa on saatavilla vuokrauskäyttöön Telinekatajalta Layher ja Rentalta Allfix. Cramo vuokraa Layheria ja Ulmaa, Ramirent Plettacia ja Peri Suomi ltd edustaa Peri UP-telineitä.

Saksalainen Layher toi markkinoille moduulitelineen. Layherista on sovellettu saksalainen Plettac, josta espanjalainen Ulma on sovellettu. Telineiden keskinäiset erot ovat näennäisesti melko vähäisiä ja esimerkiksi patenttitekniillisistä syistä muutamat nivelet ja lukitsimet eroavat toisistaan merkittävimmin. Kukin merkki vastaa vain omista telineosistaan ja vaikka telineosat kävisivät toisiinsa merkistä riippumatta johtaa tuotteiden sekakäyttö tuotevastuun raukeamiseen.

### 5.2.3 Perinteisen Haki-telineen ja järjestelmätelineen eroavaisuudet

Perinteiset Haki-telineet pystytetään muuraustyön edetessä ja lavoja nostellaan sitä mukaa kun työ etenee (kuva 4). Näin telineille voidaan nostaa laasti esim. torninosturin suppilossa ja annostella se suoraan paljuihin. Samoin tiililetkat

voidaan laskea suoraan paikoilleen ilman minkäänlaista henkilötyönä karräten tapahtuvaa vaakasiirtoa. Tämä asia sotkee monen käsityksen moduulijärjestelmätelineiden käytöstä, koska materiaalien pystysuuntaisten siirtojen tekeminen on lähes mahdotonta nykyaikaisilla telinejärjestelmillä.



Kuva 9. Moduulijärjestelmäteline



Kuva 10. Moduulijärjestelmäteline konsolilla

Moduulijärjestelmätelineet pystytetään kerralla koko tarvittavalle alueelle siis seinälinjalle tai seinälinjoille. Koko rakennus siis voidaan kattaa telineillä kerralla. Kun telinetasoja on päällekkäin useita, tulee torninosturin käyttö esimerkiksi laastin ja tiilien nostoihin ilman sivuttaissiirtoja täysin mahdottomaksi. Telinemiesten odotuttaminen työmaalla telineen asennusta varten muuraustyön edetessä ei ole tavanomaisella kerrostalotyömaalla kustannustehokasta. Tämän takia voidaan vaihtoehto moduulijärjestelmätelineen pystyttämisestä työn edetessä karsia menetelmävalinnasta, ellei työmaalla satu olemaan niin ammattimaisia apumiehiä, jotka työstä moitteetta suoriutuvat. Tavanomaisesti näin ei ole.

### 5.2.3 Telineason leveys

Käytettäessä moduulijärjestelmätelineitä merkistä riippumatta on huomioitava, että muurarin on kyettävä häiriöttä muuraamaan myös sillä välin kun apumies karrää lisää laastia paljuihin tai tuo uusia tiililetkoja muurarin käyttöön. Telineen on siis oltava leveä ja moduulijärjestelmäteline ei valitettavasti sitä itsessään ole (kuva 11). Siispä muuraustyöhön on kehitetty muurauskonsoli, jonka päällä muurari seisoo telineen ja seinän välissä. Näin varsinainen telinetaso on

kokonaan apumiehen käytössä ja muurari sopii hyvin muuraamaan seinää ilman, että edes telineen pystyputki merkittävästi haittaa hänen suoritustaan.



**Kuva 11. Moduulijärjestelmäteline on leveydeltään sopiva moniin asennustöihin. Ilman muurauskonsolia teline ei kuitenkaan sovellu käytettäväksi muuraustyöhön.**

#### 5.2.4 Materiaalin nosto telineille

Materiaalin nosto telineille voidaan tehdä, joko tavarahissillä, henkilötavarahissillä, kurottajalla tai hätätapauksessa vinssillä (kuva 13). Mikäli työmaalla on käytettävissä torninosturi tai käytetään pääasiallisena nostokoneena kurottajaa, voidaan telineeseen tehdä telinesuunnittelijan suunnitelman mukaisia lastauslippoja ja lastausportteja (kuva 12).

Lähtökohtaisesti lastauslipat eivät saisi sijaita päällekkäin, jos lipan päälle lasketaan tarvikkeita sinkin varassa ylhäältä alaspäin. Kurottajaa käytettäessä tämä ei muodostu mitoittavaksi tekijäksi, koska kurottajalla voidaan tehdä helposti myös pieniä vaakasuuntaisia siirtoliikkeitä. Kurottajan käyttöä mitoittaa käytännössä, kuinka pienellä pihamaalla tai esimerkiksi kadun varressa kurottaja saadaan tarpeeksi etäälle telineestä, että nosto voidaan onnistuneesti suorittaa.





Kuva 12. Tehdastekoinen lastausportti helpottaa telineen käyttöä.



Kuva 13. Vinski soveltuu varanostokoneeksi.

### 5.3 Teline muurausalustana

Merkittävänä tekijänä nykyaikaisilta telineiltä muurattaessa on se, ettei moduulitelineeltä lähtökohtaisesti tule muurata ilman muurauskonsolia. Ilman muurauskonsolia on tosin mahdollista suorittaa esimerkiksi nauhaikkunoiden katkaisemaa tai muutoin vähäistä ja matalaa muurausta. Muuraustyö onnistuu moitteetta telineiltä, jos teline on käyttöön soveltuva ja huolellisesti suunniteltu. Pelkän kuormitustiedon vertailu vuokrahintaan telinemallin valinnassa saattaa johtaa menetelmän huonoksi siksi, että telineestä tulee helposti liian kapea. Tämä tarkoittaa, että tiili- ja laastipalvelun toiminta ei onnistu ilman muurarin siirtymistä pois laastipalvelun edestä ja sittenkin tiili- ja kottikärryjen käsittely ahtaalla telineellä on vaivalloista.

Muurari nostaa muurausta kerralla maksimissaan noin puolentoista metrin korkeuteen siis hartialinjansa tasaan, jonka jälkeen perinteisillä Haki-telineillä lavakorkeutta on nostettu 1,5 m. Siksi telineitä on tehty sitä mukaa kun työ on edennyt. Telinetyön ajan muurari on muurannut varamestaa. Nykyään telineet on kasattu valmiiksi koko seinälle moduliperiaatteella 2 m tasovälein.

Ilman erillistä muurauskonsolia muurari joutuu nostamaan kohtuuttoman korkealle jokaisen telinetason ylemmät varvit. Muuraustyön noustessa



hartialinjan yli tulee muurari vetäneeksi muurausta vaistomaisesti aavistuksen itseensä päin. Seinästä tulee siis vino. Vastaavasti seuraavalta telinetasolta muurari joutuu kumartumaan kohtuuttomasti alaspäin asentaakseen ensimmäiset varvit alemmalta tasolta muuraamiensa tiilien päälle. Samalla hän oikaisee huomaamansa vinouden vetämällä muurausta runkoon päin. Tämä kaikki valitettavasti näkyy aaltomaisena laatupoikkeamana valmista muuraustyötä katsottaessa tottumattomankin silmään. Nykyaikaisena erikoispiirteenä on tavanomaista asentaa julkisivuun tehostevalaisimia, jotka valaisevat seinää pystysuunnassa paljastaen siitä kaikki pienimmätkin työvirheet tehden laadukkaasta työstä keskinkertaista.

#### **5.4 Muurauskonsoliilta työskentely**

Työskennellessä muurauskonsolin päältä aloitetaan muuraus siten, että konsoli on telinelavan tasossa tai vaihtoehtoisesti puoli metriä alempana (kuva 10). Siitä muurataan puolitoista metriä korkealle. Jos konsolia on alaspäin laskettuna, se siirretään takaisin telinelavan tasalle ja muurausta korotetaan puoli metriä, jolloin ollaan normaalissa lähtökorossa. Ylempää konsolia lasketaan puoli metriä. Muurataan puolitoistametriä korkealle. Nostetaan konsoli, muurataan puoli metriä korkeammalle ja lasketaan seuraavan tason konsoli. Noustaan taas seuraavalle ja seuraavalle telinetasolle kunnes ollaan halutussa lakikorkeudessa. Aikaa kahdelta apumieheltä konsolin siirtämiseen menee noin puoli tuntia /työsaumaväli/konsolin siirtokerta [7]. Voidaan siis sanoa, että työ sitoo apumiehiä reilusti.

#### **5.5 Telineen asentamisessa huomioitava**

Ennen telinetarvikkeiden saapumista työmaalle on järjestettävä toimiva logistiikka ja riittävät varastointitilat vastaanottaa telinetarvikkeet. Työmaalle saapuvien telinetarvikkeiden määrä saattaa yllättää työnjohdon. Jos telineseinäneliöitä on esimerkiksi 2500 m<sup>2</sup> tarkoittaa se, että telinetarvikkeita tulee työmaalle neljä täyspitkää yhdistelmä- ajoneuvollista. Kuorman purku varastointialueella tapahtuu esimerkiksi pyöräkuormaajaa apuna käyttäen, joten myös koneen liikkumiselle on varattava riittävästi tilaa. On huomioitava, että

telinetarvikkeita joudutaan mahdollisesti ottamaan työmaalle useammassa erässä. Toinen huomioitava asia on telineiden purkamisesta syntyvä tilantarve.

Telinetarvikkeet on syytä ottaa hallitussa järjestyksessä erilliselle järjestelyalueelle, jossa telineosat pakataan fakkeihin ja lavoihin vuokralleantajan määräämällä tavalla (kuva 14). Telineosien purkutyön aikana on ehdottoman huolellisesti valvottava, ettei telineosista muodostu sekalaista kasaa työmaalle. Mikäli tällainen telinevuori pääsee työmaalle syntymään, on kokemus osoittanut, että sen lajittelu työllistää useita henkilöitä tarpeettoman pitkäksi ajaksi.



Kuva 14. Telinetarvikkeita työmaalla.

Ennen telinetyöhön ryhtymistä tulee vielä varmistaa, että telinetasojen tulisi lähtökohtaisesti olla rakennuksen ympärillä samalla tasolla. Näin ei aina kuitenkaan tapahdu vaan joskus telineiden kulmaukseen jää tasojen välinen korkoero, johon tyypillisesti rakennetaan luiska laastin karräystyötä varten. Tulisikin huolellisesti tarkastella, onko maanpinnan väliaikainen kevyt leikkaus ennen telinetyön aloittamista kustannustehokkaampaa, kuin rakentaa jokaiselle telinetasolle luiska karräystyön mahdollistamiseksi.

Muuraustarvikkeiden vaakasiirrot tulee suorittaa pääasiassa maan pinnalla ja vaakasiirtojen määrää telineillä on syytä rajoittaa. Siksi laastipalvelun toimimisen

kannalta on tärkeää huomioida tavarahissien lopullinen sijoitus lähtökohtana suunniteltaessa telineratkaisua. Rakennuksen ollessa pohjamuodoltaan runsaasti kulmia sisältävä korostuu vaakasiirtojen aiheuttama haitta entisestään. Vahinkojen riski, kuten laastin tai tiililetkan kaatuminen telinetasojen kulmauksissa kasvaa huomattavasti, mikäli telineellä karräykseen sisältyy useampia kääntymisiä kulmien taakse.

On suositeltavaa valita henkilötavarahissejä pelkkien tavarahissien sijasta, ettei apumiesten tarvitse kohtuuttomasti käyttää telineen nousuportaita työvuoronsa aikana. Näin ollen toisen apumiehen tilapäinen poissaolo ei aiheuta häiriötilaa ja hetkellisesti yksi apumies pystyy hoitamaan laastipalvelua ilman työn katkeamista.

Tavarahissejä käytetään myös telineosien nostamiseen. Tällöin on huomioitava, että kaikki tarvittavat osat eivät välttämättä pituutensa puolesta mahdu henkilötavarahissiin. Telinetyössä voidaankin siten tarvita erillistä nostokonetta, kuten kurottajaa tai tavarahissiä (kuva 6).

## **6 Mastolavanostimet**

### **6.1 Mastolavanostimet Joensuussa**

Työmailla muurareita haastatellessani havaitsin, että monet muurarit kokevat telineeltä suoritettuun muuraustyöhön verrattuna työsaavutuksen kasvavan noin 10 - 30 % oikeaoppisesti valittua mastolavaa käyttäen. Lavatyyppejä työmaalle valitessa nostokapasiteetin mitoitus on käytännössä onnistunut useimmiten vain Hek Ms3000-mastolavalla (kuva1).

Mastolavoilta muuraustöitä tehneet ovat tutkielmani mukaan pääsääntöisesti sitä mieltä, että vuokrauskäytöstä poistuneet kaksimastoiset Hek Ms3000-mastotyölavat saisivat tulla takaisin ammattimiesten käyttöön. Vuokrauskäytössä olevista nykyaikaisista yksimastoisista mastolavoista syntynyt huono mielipide

johtuu käytännössä siitä, etteivät joensuulaiset muurarit ole pääsääntöisesti työskennelleet oikeaoppisesti mitoitettulla mastolavoilla. Massiivisia kaksimastoisia ”Hyteciksi” maahantuojan toiminimen mukaan nimitettyä HekMs3000-mastolavaa muistelllessaan muurarit kertoivat seuraavia asioita:

- Työergonomia Ms3000-mastolavassa oli parempi johtuen kaksitasoisesta työlavasta.
- Apumies oli tiilien kanssa ylemmällä tasolla poissa muurarin tieltä.
- Ms300-mastolavat eivät huojuneet raskaassakaan kuormassa.
- Nostokapasiteetin ollessa 3500 kg muurari pystyi todella koviin työsaavutuksiin häiriöttömän työskentelyn seurauksena.
- Työlavan pituus jopa 17 m.

Nykyisin konevuokraamoilla Joensuussa on tarjota muuraustöihin pääasiassa vain Scanclimber-mastolavanostimia. Ramirentin vuokraamia pienempiä mallisarjoja oli vuonna 2011 saatavilla Kuopion kalustokeskuksesta. Suuremmat mallisarjat sijaitsivat Tuusulan kalustokeskuksessa. Nykyaikaiset mastolavanostimet kuten Scanclimberit eivät huoju kohtuuttomasti raskaastikaan kuormattuna, mikäli nostintyyppi on valittu, sekä ennen kaikkea harustettu seinälle oikein. Lisävarusteena Scanclimbereihin on saatavilla muurauskonsoli, josta muurari voi olla ergonomisesti 30 cm alemmalla työtasolla, kuten Ms3000-mastolavallakin.



Kuva 15. Mastolavanostimen muurauskonsoli.

Joensuulaisilla työmailla kiinnitin huomiota käytettävän useimmiten liian pieniä yksimastoisia työlavoja. Kantavuudeltaan pienet työlavat eivät olleet kapasiteetiltaan soveliaita pitkän työlavan käyttöön muuraustyössä tai raskaassa asennustyössä (kuva 16). Ne on suunniteltu lähtökohtaisesti kevyeen asennustyöhön, kuten villoitukseen tai muuraustyöhön pelkästään pienellä lavapituudella. Näitä nostokapasiteetiltaan pieniä, mutta kuitenkin pitkällä työlavalla varustettuja asennuskäyttöön tarkoitettuja mastolavoja on saatavilla eräistä konevuokraamoista myös Joensuusta.

Menetelmää harkittaessa pienikapasiteettisen työlavan aiheuttaman työnopeuden hidastumisen ajatellaan virheellisesti kompensoituvan muina kustannussäästöinä, kuten rahtina tai vuokratukustannuksina. Mastolavatyypin kapasiteetilla on kuitenkin niin iso vaikutus työskentelyyn, että epäonnistunutta mitoitusta seuraa häiriötila, joka hidastaa työmaan aikataulun odotettua kehitystä ja siten pidentää väistämättä myös vuokra-aikaa.



**Kuva 16. Kuvan kattoasennustyöhön kapasiteetiltaan liian pieni mastolavanostin vaati rinnalleen saksilavanostimen, että haluttuun lavapituuteen päästiin. (Kuva: Timo Ruotsalainen)**

Vuokratukustannuksissa ja rahdissa isompaa mallisarjaa olevat koneet eivät ole kuitenkaan lopputuloksen kannalta merkittävästi kalliimpia. Vuokrahinta kuoleutuu nopeasti varsinkin työmaatekniikan säästöinä, koska

isompikapasiteettista työlavaa voidaan kuormittaa ja hyödyntää kerralla reilummin. Näin esimerkiksi tiiltä ja laastia ei tarvitse olla jatkuvasti täydentämässä työn edetessä ja mm. aputyön osuus pienentyy. Työn kulkua siis rajoittaa oikeaoppisesti vain laatu ja muurarin työsaavutus- ei konetekniikka.

## **6.2 Hankinta- ja kalustosuunnitelma**

Aikataulukirja 2008 [8], Aikataulukirja 2013 [9] ja Aikataulukirja 2016 [10] sisältävät täysin saman kirjoituksen luvussa ”Yleisaikataulu T4, työlajit”, jossa kehoitetaan käyttämään pohjana hankinta- ja kalustosuunnitelmaa laadittaessa työlajipohjaista T4-yleisaikataulua. On kuitenkin ehdottomasti muistettava, että TL3-lisäaikakertoimella saatu T4 työsaavutus ohjaa menetelmävalinnan vääräksi, koska kalustoa valitessa tulisi kiinnittää huomiota maksimityötehoon - ei keskimääräiseen työtehoon.

Alimitoitettu kalusto siis väistämättä tekee mahdottomaksi päästä pieneen T3-työmenekkiin kun samalla lisääntynyt häiriöherkkyys kasvattaessa TL3-kerrointa johtaen pieneen T4-työsaavutukseen. Tästä syystä kalustosuunnitelmaa laadittaessa olisikin syytä olla jopa optimistinen työsaavutusta arvioidessaan, ettei kalusto tule missään tilanteessa kapasiteetiltaan liian vaatimattomaksi.

## **6.3 Mastolavan nostokapasiteettivaatimus muuraustyössä**

Työskentelyä seurattaessa voidaan todeta, että pitkiä yksinkertaisia suoria seiniä muuratessa muurarin suorituskyky on huipussaan ja liian pienen mastolavan suorituskyky minimissään. Seinällä, jossa haittoja ei juuri ole ja työsauman väli on pitkä, pienentyy työmenekki T3. Tiilien kulutus laskennalliseen keskiarvoon verraten nousee vähintäänkin, jollain työvuoron neljänneksellä hetkellisesti yllättävän kovaksi. Muuraustyön edetessä parhaiden työpäivien työsaavutus on normaalisti helpoissa kohteissa urakkatyössä noin 1200 NRT tiiltä/tv/RAM ja MRT tiiltä muuratessa jopa 1600 tiiltä/tv/ RAM.

NRT tiilen painaessa 3,2 kg kappale ja asennuksessa tarvittavan laastin painaessa 1,7 kg/tiili tulee 78 tiiltä sisältävän letkan painoksi laasteineen n. 380 kg. Tämä siis tarkoittaa sitä, että muurari muuraa 15 lekaa päivässä - kutakuinkin

1,8 letkaa tunnissa. Muurareita on tavallisesti samalla mestalla kaksi, joten käytännössä 4 letkaa kuluu tunnissa. Tämä tarkoittaa sitä, että työlavalle tunnin tarpeeksi tarvitaan nostokapasiteettia pelkille tiilille ja laastille n. 1350 kg. Lisäksi on huomioitava raudoitteet ja työvälineet niin pelkät tunnin materiaalit painavat lähes 1500 kg. Otaksutaan, että kaksi muuraria ja yksi apumies painavat yhteensä noin 300 kg niin työlavan olisi kannettava vähintään 1800 kg tunnin työskentelyä kohden. Muurari työskentelee pääsääntöisesti kahden tunnin periodeissa, joten 3300 kiloa olisi toivottava kantavuus yhdellä täyttökerralla.

On myös huomioitava, että tiililetkojen sijainnilla toisiinsa nähden on suuri merkitys työsaavutukseen (kuva 19). Jos esimerkiksi tiililetkojen väli on 2 m, vähenee muurarin työsaavutus 100- 200 tiiltä päivässä verraten siihen, että tiililetka olisi aina välittömästi paljon vieressä kuten normaalisti [11].

#### **6.4 Mastolavatyypin valinta**

Mastolavaa valitessa muuraustyöhön on lähtökohtaisesti syytä huomioida, että Scanclimberin mallistosta vain Sc8000 ja Sc5000 ovat lähtökohtaisesti muurauskäyttöön tarkoitettuja. Mastolavan tyyppi mitoitetaan tarkastelemalla ensin julkisivupiirroksista ja muurauskaaviosta pisin työsaumaväli. Pisin työsaumaväli tarkoittaa normaalisti myös tarvittavaa lavapituutta. Pienilläkin mallisarjoilla päästään suuriin lavapituuksiin, mutta lavalle ei saada tarvittavaa kantavuutta. Onkin siis tarkistettava työmenekin kautta haluttu tiilien kulutus ja pääteltävä siitä kapasiteettivaatimus. Käytännössä tämä tarkoittaa seuraavaa:

Scanclimber Sc8000:

- Lavalla työskentelee kaksi muuraria ja T4-työsaavutus on Aikataulukirja2008 luokkaa eli n.690 NRT/RAM/tv. Tällöin Sc8000 maksimi lavanpituus NRT tiiltä muurattaessa on 16,9 m.
- Kaksi muuraria urakkatyössä T3 huipputeholla 1200 NRT/RAM/ tv lavapituuden maksimi on 13,7 m.

Scanclimber Sc5000:

- Yksi muurari T3 huipputeholla 1200 NRT/RAM/tv lavapituuden maksimi on 13,7m.
- Sama malli soveltuu rajoitetusti kahden muurarin työskentelyyn mikäli työsaavutus ja lavapituus ovat vähäisiä.

Scanclimber Sc1300 ja Sc4000:

- Käteviä lyhyillä lavapituuksilla (>4,2 m). Oikeaoppisesti harustettuina tehokkaita paikkamuurauksissa tai työsaavutukseltaan erittäin vaatimattomissa muuraustöissä. On huomattava, että Sc1300 ja Sc4000 malleja ei tule missään tapauksessa asentaa muurattaville seinille, joissa on pitkäkö työsauman väli (4,2-10 m) tai työsaavutus on korkea lyhyestä lavapituudesta huolimatta.

Sc5000twin tai Sc8000twin:

Nämä mallit ovat yksittäisistä nostimista kaksimastoisiksi asennussarjalla kytkettyjä malleja. Kaksimastoiset Scanclimber-mallistot ovat joensuulaisille ammattilaisille tuntemattomia, eikä esimerkiksi Ramirentin Joensuun toimipisteen kautta niitä ole vuokrattu vielä lainkaan. Kaksimastoisten mallien käyttöä tulisi harkita:

- Jos muurauksen halutaan etenemään yhtenäisenä työsaumavälinä esimerkiksi rakennuksen kulmassa ja muuraustyön laatuvaatimus on kova
- julkisivu on pitkä (esim. 40 m)
- autonosturipalvelua on huonosti saatavilla

## **6.5 Nostimen tehokas täyttö**

Nostimen täytön tulee ammattikäytössä tapahtua sillä aikaa kun yläapumies ja muurari ovat tauolla. Tämän onnistuminen taas edellyttää, että työlava on ehdottomasti laskettava alas täytön ajaksi ja kuormaus tehtävä ala-apumiehen



toimesta esim. etukuormaajatraktorilla, kurottajalla, Avant-pienkuormaajalla, torninosturilla tai työlavaa varten kehitetyllä LT500-tavaranoosturilla. Jos kuormaukseen on käytettävissä reilummin aikaa, voidaan kuormausta suorittaa mastolavan ollessa alhaalla myös mastolavaan kytketyllä vinssillä.

Vinssin käyttö materiaalien pääasiallisena nostokoneena soveltuu vain hätävaralle jos jotakin yllättävää tarvetta ilmaantuu, eikä pääasiallinen nostokone, kuten torninosturi ole käytettävissä. Näin yläapumies pystyy saamaan tarvitsemansa materiaalin työlavalle muurarin käytettäväksi ilman, että työlava on ajettava alas tai muuta nostokonetta kuten kurottajaa on tarve käyttää (kuva 17).



Kuva 17. Kun tarvikkeita nostetaan työn edessä häiriytyy muurarin työrytmi jokaisella nostolla.

## 6.6 Nostokapasiteetiltaan soveltumaton mastolava

Muuraustyöhön nostokapasiteetiltaan soveltumaton mastolava tuntuu muurarin mielestä huteralta ja heiveröiseltä, jolloin hänen keskittymisensä itse työskentelyyn häiriintyy. Pahimpana haittapuolena työn hidastumisen lisäksi on epävakaalta alustalta tehdyn työn visuaalisen lopputuloksen kärsiminen.[12]

Osaltaan vääranäntyyppisen työlavan käyttö yhdessä nykyisen rakennustyylin mukaisen rakennusten pykälikkään pohjamuodon kanssa selittää muurareiden vaatimattoman T4-työsaavutuksen, joka on muurareiden kertoman mukaan monessa tapauksessa miestä päälle noin 500-600 tiiltä/tv. Menetelmävalinnan epäonnistumisen seurauksena suurentunut T3-työmenekki johtaa muurarista riippumattomaan keskituntiansion romahtamiseen ja näin väärin mitoitettu työalusta tavallaan lisää odotustunteja jarruttamalla työn edistymistä (voidaan

mielestäni ilmaista jopa TL3-häiriötunteina). Työmenetelmän osoittautuessa vääräksi tulisi viipymättä neuvotella urakan katkaisemisesta ja suorittamisesta loppuun tuntityönä.

Joensuun seudulla muurareita haastatellessani havaitsin heidän keskimääräisen pidemmällä aikavälillä tapahtuneen urakkatyön T3-työmenekistä johdetun työsaavutuksen olevan nykyään suuruusluokkaa n. 800 tiiltä/tv, joka on käytännössä ammattimiehen parhaiden päivien T3-työsaavutuksesta puolet, kapasiteettia siis riittää. Muurarit toivovat saavansa työskennellä täydellä kapasiteetilla isoilla, helpoilla ja yksinkertaisilla seinillä nostaakseen T3-työsaavutustaan. Vastaavasti pieni pinta- alaiset, haittoja runsaasti sisältävät ja kulmikkaat seinät lisäävät työmenekkiä ja nykyisten alimitoitettujen mastolavanostinten aiheuttamat työtä hidastavat häiriötekijät syövät osaltaan T4-työsaavutusta.

Kapasiteetiltaan soveltumattoman, joskus vain 1000 kg kuormitettavan työlavan valintaa tehokkaaseen muuraustyöhön voidaan pitää epäonnistuneena. Silti sellaisia työmailla toisinaan on totuttu näkemään. Mikäli kapasiteetiltaan pienen työlavan materiaalitavetta onnistutaan täydentämään muurareiden työtä häiritsemättä esim. torninosturilla. Niin on huomioitava, että se sitoo työmaan torninosturin lisäksi ylä- ja ala- apumiehen likimain kokopäiväiseen käyttöön pelkästään laastien ja tiilien kanssa toimimiseen. Heikko kantavuus ja tiilien kova kulutus vaatisi käytännössä vajaiden letkojen jatkuvaa nostamista työlavalle.

Alimitoitettu mastolavanostin ei kestä kokonaisen letkan laskemista lavan reunaosaan käytettäessä asennustöihin tarkoitettua pitkää työlavaa pienessä nostimessa. Nostettaessa letkoja työmaan yli torninosturilla ei putoilevia tiilejä toivota olevan ollenkaan. Osittain tästä syystä täydet letkat on pakattu tehtaalla paksuun muoviin. Näin ollen täysien letkojen nostaminen on kohtuullisen turvallista ilman, että yhtään tiiltä putoaa nostotyön aikana. Vajaita letkoja tai esim. katkottuja osatiiliä letkanpohjalla nostaessa letkat on aina ehdottomasti verhottava huolellisesti pakkauskelmulla, joka taas työllistää jo kiireettöminäkin aikoina melkoisesti ala- apumiestä.

## 6.7 Esimerkki mastolavatyypin valinnasta erikoistapauksessa

Kuvan 18 päätyseinän vasen puoli on noin metrin sisempänä oikeaa, pidempää puolta. Vasemman puoleisella 5 metriä pitkällä osalla on näin ollen haittana kaksi kulmaa, mikäli työsauma halutaan parvekelaatan reunaan ja sokkelin korkoeron kohdalle ei tule liikuntasaumaa. Oikean puoleisella osuudella suoraa seinää on noin 8 metriä ja lisäksi yksi kulma parvekelaatan reunaan saakka. Talon kummatkin päädyt ovat samanmalliset.

Kustannustehokkain vaihtoehto:

- yhdelle työlavalle työskentelemään kaksi muuraria ja apumies
- päätyseinä tulee muurata kerralla koko leveydeltään
- työlavan siirtoja on oltava minimaalisesti

Nämä vaatimukset asettavat ensisijaiseksi menetelmävalinnaksi Sc 8000-mastolavanostimen, joka täytyy asentaa samaan linjaan pidemmän, eli oikeanpuoleisen seinälinjan kanssa. Oikeanpuoleisen pitkän seinän osalle asennetaan -30 cm madaltava muurauskonsoli. Vasemmalle puolelle asennetaan pelkästään teleskooppilavanlevike lavan lattian +-0 korkoon.

Työskentelyä voidaan tahdistaa aloittamalla kummankin muurarin toimesta pohjavarvien tasauksella, jonka jälkeen muuraus aloitetaan yhteistyönä vasemmalta puolelta nostamalla muurausta esim. kolmella varvalla oikeanpuoleista pohjavarvia ylemmäs. Näin työergonomia on lähtökohtaisesti sama molemmilla muurareilla. Vasemmalle puolelle jää työparista nopeampi muurari ja hitaampi muurari siirtyy oikealle puolelle. Näin kulmikasta seinää muuraava muurari on lähtökohtaisesti 3 varvia suoraa seinää muuraavaa muuraria edellä ja työasento on kutakuinkin samanlainen kummallakin muurarilla. Heidän työnsä tahdistuu etenemään loppuseinän osalta samassa tahdissa yhtenäisesti ilman työsaumoja.

Mikäli helpommalla osalla oleva muurari saa hitaammin edistyvän muurauksen kiinni ja joutuu kohtuuttomasti odottamaan, voidaan työtä tarvittaessa tahdistaa kerralla useamman varvin verran. Näin työn tuloksesta saadaan korkealaatuisempi työsaumojen vähenemisen ja materiaalien tasalaatuisuuden vuoksi.



Kuva 18. Päätyseinän muoto tekee mastolavatyypin valinnasta hankalan ja aiheuttaa helposti yhden turhan mastolavan siirtokerran.

## 6.8 Mastolavan sääsuojaus

Työlava voidaan suojata lisävarusteena saatavalla sääsuojateltalla (kuva 19), jota voidaan lämmittää säteilylämmittimillä. Näin ollen työryhmä on säältä suojassa ja työskentely onnistuu kovallakin pakkasella, koska säteilylämmittimien ansiosta muuraustyön saumaaminen ei muodostu työtä mitoittavaksi tekijäksi ja lämmitys saadaan kohdistettua helpommin pistemäiseksi, kuin telineiltä työtä suoritettaessa. Ainoa huono puoli on, ettei itse työtä voi suojata säältä kovinkaan tehokkaasti ja esim. äkillinen vesisade voi rajoittaa muurausta huuhtomalla tuoreen laastin saumoista. Tämä aiheuttaa vähintäänkin sen, että työnjälki on rumaa, koska tiilet sotkeutuvat laastiin. Muuraustyö on siis alttiimpana luonnonvoimien häiriöille, kuin sääsuojatulta telineiltä suoritettu työ.

Talviaikaan kuuman laastin ja mahdollisesti lämmitettyjen tiilien saaminen lämpimänä työpisteeseen on useimmiten mitoittavana tekijänä ja tästä syystä pakkasen tahtookin pysäyttää työskentelyn kaikilta työalustoilta tehtävän muuraustyön jo  $-12^{\circ}\text{C}$  [13].



Kuva 19. Sääsuojattu mastolava. (Kuva: Timo Rasimus)



## 6.9 Mastolavan siirto

Monella työmaalla mastolavoja on vuosien saatossa vedetty pyöräkuormaajalla, kaivinkoneella, traktorilla tai kuorma-autolla siirtokulujen minimoinniksi. Nykytietämyksen valossa työmaaolosuhteissa yleensä nostaminen (kuva 20) on helpoin, turvallisin ja taloudellisin vaihtoehto siirtää mastolavanostinta. Tasamaalla ja suoralla sivulla ajomoottoreilla tai koneella vetäen suoritettu siirto voidaan tietyin edellytyksin tehdä. Yleensä edellytyksenä siirrolle on maston lyhentäminen vähintään puolesta välistä tai maston irrottaminen kokonaan. Maston lyhentämiseen on kuitenkin syytä käyttää esim. autonosturia tai kuorma-auton järeää kappaletavara- nosturia työn tehokkuuden takaamiseksi. Tämä seikka puoltaa sitä, että nostaminen on nopea ja turvallinen vaihtoehto sille, että puolenkymmentä miestä työskentelee koko työvuoron yrittäessään siirtää tukijalkojen poiston jälkeen liikuteltaessa herkästi heilahtelevaa työlavaa useimmiten epätasaisella alustalla.



Kuva 20. Nostaminen on tehokas ja turvallinen tapa siirtää mastolavaa.

## 6.10 Vaihtomesta

Muuraustyön kannalta vaihtomesta on tärkeä siksi, että muurari voi työskennellä senkin aikaa kun jonkun muun ammattiryhmän työmies tekee työtä mastolavalta. Useimmiten muurarin työn seisauttaa mittamies (kuva 22). Hän työskentelee työlavalla asentaessaan työsaumoihin ja aukkoihin nurkka- ja pielihjaimia. Mittamies myös merkitsee yleensä aina koron ja tiilijaon vähintäänkin nurkkaohjaimiin. Vaakasuuntaisen tiilijaon muurari jakaa useimmin itse tai yhteistyössä mittamiehen kanssa. Nämä työvaiheet käyvät tottuneelta mittamieheltä ja muurarilta nopeasti, eikä niistä saa muodostua mitoittavia työvaiheita. Tästä syystä muuraustyöryhmän ja mittamiehen laadukas yhteistyö on välttämätöntä. Mittaus ja ohjaimien asennus voidaan suorittaa seinälle mieluummin jo ennen, kuin muurari tulee mestalle tai vaihtoehtoisesti sitä mukaa kun työ etenee.



Kuva 21. Kaksi mastolavanostinta muodostaa tehokkaan vaihtomestan.

Muurari tarvitsee vaihtomestaa myös häiriön sattuessa ja työnkulun kannalta monesti työmaalla onkin järkevästi kaksi erillistä mastolavanostinta, joista toinen on yleensä pienempi. Pienempää nostinta käytetään työsaumaväleillä, joissa on

vähäinen työsaavutus. Järkevää on käyttää tätä pientä nostinta myös muihinkin työvaiheisiin kuten asennuksiin, villoitukseen ja kirvestöihin, koska se on hiukan isoa nostinta näppärämpi siirtää ja siirto onnistuu monessa tapauksessa työmaan omalla torninosturilla suoritettuna.



Kuva 22. Mittamies ja villoittaja vaihtomestalla.

### 6.11 Mastolavan asentamisessa huomioitava

Muuraustyö on rytmikästä toimintaa, joka perustuu samanlaisiin toistoihin. Näin ollen työrytmi sekoittuu jokaisen pysähdyksen takia. Apumies palvelee kumpaakin muuraria ja pyrkii tekemään sen ilman, että muurari joutuu hetkeksikään pysäyttämään työnsä. Tämä on merkittävä seikka tehokkaassa muuraustyössä, joka vaatii mastolavasovelluksen huolellista suunnittelua.

Harkitusti asennetun mastolavan masto toimii luonnostaan kahden muurarin työnjakajana. Kummallakin muurarilla on näin ollen selkeästi oma puoli työlavasta. Työ käy joutuisasti ja monesti muurarit suorastaan kilpailevat kumpi ennättää ensin muurata lankansa loppuun. Tämä yksinkertainen ajattelumalli vaatii kuitenkin käytännössä sen, että apumies hallinnoi itse työlavaa ja muurarit ovat muurauskonsolilla. Näin kaikille osapuolille on riittävästi tilaa toimia.



Maston ollessa asennettuna seinästä poispäin ilman lavan levennystä tai muurauskonsolia on apumies estynyt huoltamasta kahta muuraria heitä häiritsemättä. Apumies joutuu jatkuvasti kiertämään maston muurarin työskentelytilan läpi hoitaessaan työtään ja tämä häiritsee muurareita. Näin asennettu mastolava soveltuu kuitenkin käytettäväksi kun työlavalla työskentelee pelkästään yksi muurari (kuva 23). Apumiehelle jää aikaa kiertää maston aiheuttama kaventuma muuraria häiritsemättä.



**Kuva 23. Mastolava ilman muurauskonsolia ei muodosta tehokasta työalustaa muuraustyöryhmälle.**

Työlavan tiheän seinäharustuksen puuttuessa masto seinästä poispäin asennettuna ehdottomana vaatimuksena on vähäinen työsaavutus. Tiiliä ja laastia ei siis tarvita kerralla kovin paljoa, että nostimen ominaisuudet pysyvät hyvinä. Suositus tässä tapauksessa on lyhyt työlava.

Maston ollessa työlavan ulkoreunalla harustaminen rakennukseen onnistuu vain latvaharuksella. Tämä tekee työlavasta herkästi huteran tuntuisen, vaikka lava olisikin täysin määräysten mukaisesti asennettu. Näin asennettua työlavaa suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti vain kevyemmissä asennustöissä, kuten villoituksessa. Muurauksessa käyttöä suositellaan vain rajoitetusti [14].

Masto seinän puolelle asennettuna Scanclimberin työlava saadaan harustettua tukevasti seinään ja apumies sopii kulkemaan moitteettomasti maston takaa, mutta ilman muurauskonsolia masto tulee muurarin tielle. Maston taakse muuraaminen jättää herkästi jälkensä työn visuaaliseen lopputulokseen, kun muurari joutuu toimimaan epäergonomisesti työskennellessään. Ilman muurauskonsolia masto estää työsuorituksen moitteettoman kulun, eikä ole käytössä tehokas jos muurareita on vain yksi. Linjalanka kulkee maston takaa niin, että puoleessa välissä linjalankaa muurari joutuu kiertämään maston takakautta päästäkseen muuraamaan langan loppuun.

Käytettäessä työssä kahta muuraria ja lisävarusteena olevaa muurauskonsolia muurarit yltyvät hyvin muurata maston ja seinän välin, vaikkakin seinäharus vaatii jättämään aukon työtasoon seinän ja maston väliin. Lisäksi välillä oleva harus pakottaa jättämään muuraukseen pienen tyhjän aukon, josta maston harus on pultaten ankkuroitu kiinni seinään (kuva 24). Muurari muuraa puuttuvat tiilet haruksen poiston jälkeen. Tämä onnistuu joko mastolavalta tai jälkikäteen esimerkiksi nivelpuominostinta käyttäen. Yleensä muurari tekee tämän lisätyön keskituntiansiollaan ja muunmuassa tästä syystä urakoitsija yleensä haluaa käyttää mahdollisimman vähän haruksia.

## **6.12 Maston harustus**

Scanclimber työlavan latvaharus voi myös olla maksimissaan 6 m maston yläkorkoa alempana edellyttäen, että lava on harustettu 12,5 m välein. Käytännössä vain mielikuvitus rajaa lavan käyttöä ja harusten sijoittelua [15]. Jos mahdollista, kannattaa mastolavanostin muuraustöissä asentaa masto seinään päin. Muuraustyöhön yksimastoista lavaa käytettäessä olisi mastoon syytä asentaa yksi ”ylimääräinen” harus 12,5 metrin korkeuteen lavan huojumisen eliminoimiseksi ja työskentelymukavuuden maksimoimiseksi. Kuitenkaan se ei välttämätön ole jos latvaharus on alle 18 m korkeudessa ja pienemmässä mallissa 15 m korkeudessa [16].

Havaintojeni perusteella harustamisesta aiheutuu vähiten haittaa, jos harukset asentaa ikkuna- aukkojen kohtaan. Ikkuna- aukon alapielestä puuttuvien tiilien lisääminen käy paljon nopeammin, kuin keskellä seinää olevien haruksenreikien täyttömuuraus.

Haruksen asentamista ikkuna-aukosta rakennuksen sisälle ei ole kielletty minkään tahon puolesta, mutta kuitenkin niin ei työmailla jostakin syystä toimita. Harustus voidaan ankkuroida kiinni esim. ikkunapielen betoniseen sisävaippaan ja vaihtoehtoisesti huoneen sisällä lattiaan tai kattoon.

Jos työmaalla on jo asennettu ikkunat voidaan ikkunan karmi jättää paikalleen ja vain ikkunan pokat poistetaan väliaikaisesti. Ikkuna-aukko karmeineen suojataan väliaikaisesti esim. muovilla. Näin toimittaessa mastolavan haruksen ankkurit pystytään suunnitellusti esiasentamaan vapaassa, asennusryhmästä riippumattomassa aikataulussa turvallisesti ja hallitusti rakennuksen sisäpuolelta. Mitään erillistä paikkamuurausta ei enää haruksen jättämille aukoille tarvita. Betonisessa sisävaipassa, huoneen katossa tai lattiassa oleva reiänpaikkaus käy huomattavasti nopeammin, kuin ulkoseinällä sijaitsevan harusaukon täyttömuuraus (kuva 24).

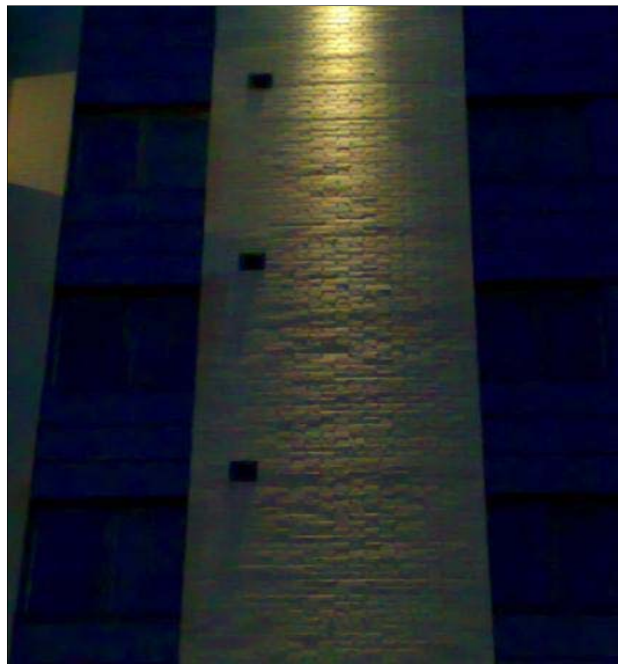


**Kuva 24. Mastolavanostimen latvaharustus.**

## 7 Tiilijulkisivun laatu ja visuaalinen struktuuri

### 7.1 Hyvä muuraustyön laatu

Hyvä muuraustyön laatu ei tarkoita sitä, että työtä tehdään hitaasti. Hyvä muuraustyö on yleisilmeeltään tasalaatuista. Katkokset työsuoritteessa aiheuttavat herkästi laatupoikkeaman yhteneväiseen struktuuriin (kuva 25). Työskentelyolosuhteiden ollessa jatkuvasti samat on myös työn kulku nopeampaa ja lopputuloksen odotettavissa olevan laadultaan tasaista. Edellytys laadukkaaseen lopputulokseen on, että työtä tehdään rytmikkäästi tasalaatuisesta materiaalista ilman turhia katkoksia.



Kuva 25. Luonnonvalossa arvoituna laadukas pinta voidaan seinän suuntaisella keinovalolla saada näyttämään keskinkertaiselta.

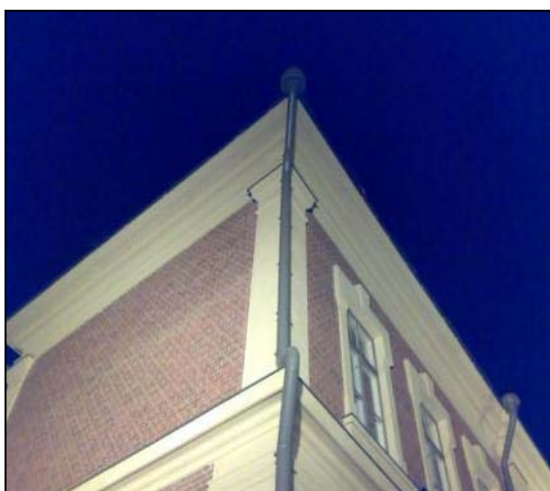
Työn nopeus ei tule siitä, että muurari tekee ammattitaitoonsa nähden liian kovalla tahdilla työtä. Työn nopeus tulee pikemminkin siitä, että muurari pystyy häiriöttä rytmittämään työnsä ammattitaitonsa edellyttämään työskentelynopeuteen ja pystyy tekemään samaa suoritetta kerralla mahdollisimman paljon. Se onko seinä lyhyt vai pitkä ei ole niinkään merkityksellistä, kuin se, että työn perussuoritus on joka varilla sisällöltään sama.

Valmiin muuraustyön laatuun vaikuttavat suuresti perinteisesti huomioidut seikat, kuten materiaalien laatu ja työntekijän ammattitaito. Työalustan laatua ei kuitenkaan ole totuttu pitämään syynä laatupoikkeamaan, vaikka sillä on merkittävä vaikutus työn lopputulokseen.

## 7.2 Laadunhallinta ja työalustan vaikutus laatuun

Työn lopputuloksen laatu riippuu myös telinetyypin tai käytetyn mastolavatyypin valinnan onnistumisesta. Vääränlaisen kaluston valinta jättää seinän visuaaliseen struktuuriin jälkensä, joka on monesti vähäinen ja täyttää tekniset laatuvaatimukset (kuva 25). Tietyissä valossa kuten aamuauringossa tai iltavalaistuksessa pienikin laatupoikkeama on erittäin hyvin näkyviä (kuva 26 ja kuva 27). Tästä syystä työmenetelmiin ja ennakoituun laadunohjaukseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota.

Muuraustyön laadunhallintaa tulee korostaa ennakoivasti laadunohjauksessa, jonka suorittaminen aloitetaan jo ennen työsuorituksen aloittamista. Työsuorituksen aikana laadunvalvonta on tarpeellista, että vähäisetkin laatupoikkeamat saadaan sulautumaan kokonaisuuteen ja työ vastaa visuaalisena kokonaisuutena mallityötä.



Kuva 26. Iltavalaistuksella korkealaatuisesta seinästä voidaan korostaa detaljeja.



Kuva 27. Keskinertaisesta työnjäljestä saadaan valaistuksella taidellisen elävä.



Laadunvarmistusvaiheessa tehtävät havainnot ovat sinällään jo aivan liian myöhäisiä. Muuraustyön ollessa luonteeltaan käsityötä on jokaisella muurarilla ominaispiirteinen työnjälkensä, jonka laadun tulisi olla tasaista huolimatta siitä onko se hyvää vai keskinkertaista. Paikallamuurattuja jo valmistuneita tiiliverhouksia puretaan äärimmäisen harvoin visuaalisen laadunpuutteen takia. Tästä syystä runsaasti laatupoikkeamia sisältäviä välttävänlaatuisia rakennuksia esiintyy jonkun verran.

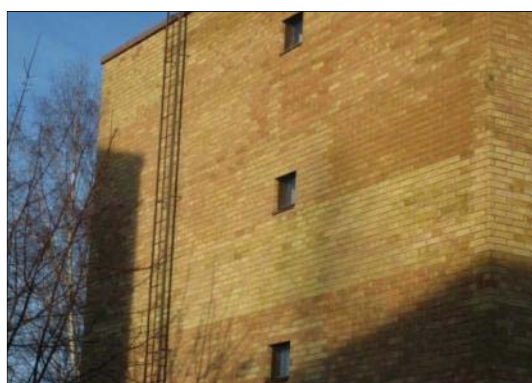
### 7.3 Materiaaleista johtuvien virheiden ennakointi

Materiaaleja tilatessa ja työalustaa kuormatessa on huomioitava, että samaa tuotantoerää olevat materiaalit on käytettävä samalle seinälle. Eri valmistuseriä ei tule sekoittaa samalla seinällä yhtenäisen visuaalisen laadun saamiseksi (kuva 28 ja 29). Materiaalien on riitettävä yhdelle seinälle kerrallaan vieläpä mieluummin niin, ettei katsoja voi arvostella useampaa seinää samalta katsomalta.

Jos eri seiniltä jää ylijäämämateriaalia eri tuotantoerien toimituksista ja ne on tarkoitus käyttää samaan julkisivuun yhdellä seinällä, on ne käytettävä huomaamattomaan paikkaan, kuten syvennykseen. Tässä tapauksessa ne sekoitetaan ehdottoman huolellisesti keskenään. Näin vähäiset sävyerot häivytetään, eikä huomattavissa ole eri toimituserien mahdollisia keskellä seinää ilmeneviä yhtenäisiä sävyeroja.



Kuva 28. Valmistuserien laatupoikkeamia



Kuva 29. Auringonvalossa sävyerot korostuvat huomattavasti

#### 7.4 Materiaalien varastointi ja laastin lisäaineet

Materiaalien on lähtökohtaisesti syytä olla tasalaatuisuuden lisäksi huolellisesti varastoituja. Tiilien tulee olla ehdottomasti sulia ja tasaisen kuivia. Näin saadaan tiileen tasainen imu, eikä seinästä ei tule laikukasta. Jos on epäiltävissä, että laastissa joudutaan käyttämään lisäainetta esimerkiksi pakkasen takia, tulee tämän lisäaineen olla valmistajan hyväksymää, eikä pelkästään vanhan kokemuksen kautta hyväksi koettua, kuten tenttua.

Lisäainetta tulee lähtökohtaisesti käyttää vähintään koko työsaumalle tai mieluummin koko seinälle sävyerojen minimoimiseksi. On ehdottoman tärkeää varmistua lisäaineen aiheuttamasta ominaispiirteisestä reaktiosta. Esimerkiksi talvimuurauksessa laastin pinta voi joissakin tapauksissa päästä jäätymään ennen saumausta. Saumatessa muurausta kuumennetaan monesti esimerkiksi nestekaasupolttimella ja tällöin lisäaineistettua laastivettä saattaa valua tiilien pinnalle. Laastivesi kuivaa ennen harjausta yllättävän nopeasti nestekaasuliekin kuumuudessa tiilien pintaan (kuva 30) ja tämä jättää ikävän jälkensä valmiiseen työhön.



Kuva 30. Talvimuuraus voi yllättää kokeneenkin muurarin.

## 8 Työturvallisuus

Positiivinen asennoituminen työturvallisuuteen on parantumassa jatkuvasti ja työturvallisuus nähdään työnantajan, sekä työntekijän molemminpuolisena ammattitaitona. Perinteisesti pienehkö paikallisyrittäjä työnantaja on kehittänyt työturvallisuuden lähinnä vain lain vaatimusta välttävälle tasolle. Ammattimainen suuntaus on kuitenkin mennyt siihen, että myös työntekijä on entistä kiinnostuneempi omasta henkilökohtaisesta oikeudestaan hyvinvointiin työmaalla.

Kun työturvalliseen työskentelyyn panostetaan vahvasti työnantajan puolesta tarjoamalla asianmukaiset suojavarusteet ja opastus niiden käytöstä sekä työturvallisuuden edistämistä koulutusta kehittyä työturvallisuus hiljalleen enemmän työntekijälähtöiseksi. Näin ollen myös suojavarusteet tulevat työntekijän omasta vapaasta tahdosta rutiinin omaisesti mukaan päivittäiseen työskentelyyn. Osana tehokasta ammattimaista työskentelyä on riskien tunnistaminen ja niiden tunnistaminen. Hyvin koulutettu ammattilainen kykenee ennakoimaan yleisimmät riskitekijät, pyrkii suojautumaan riskiltä ja tiedottaa havaitsemastaan riskistä myös muita.

Ammattimies tietää myös, että turvakalustokin voi pettää ja hän osaa ottaa myös sen työssään huomioon. Työmailla tapaa myös työntekijöitä, jotka kokevat esimerkiksi kypäräpakon olevan pelkästään kiusantekoa työnjohdon toimesta. Työturvallisuuteen pakottaminen ei ole työntekijä- vaan työnantajälähtöistä ja siksi epätoivottavaa. Kaikkein olennaisinta ja tehokkainta työturvallisuudessa on saada työntekijät suojautumaan riskeiltä omasta vapaasta tahdostaan, eikä työnantajan tai tilaajan asettamasta pakosta johtuen.

Työturvallisuuteen ohjataan, siitä puhutaan ja työntekijöitä opastetaan työturvalliseen työskentelyyn, kuten asiaan nykyisin kuuluukin. Silti näennäisen työturvalliselle työmaalle työskentelemään mennessä on minullekin tarjottu



henkilökohtaiseen käyttöön jonkun toisen työntekijän vanha likainen kypärä, jota olisi syytä käyttää. Monesti tämäntyyppiset kypärät ovat olleet valmistajan suosittamalta käyttöiältään vanhaksi menneitä. Tällainen työturvallisuuteen ohjaus tuskin houkuttelee ketään ja antaa yrityksestä kyseenalaisen kuvan työntekijöiden ammatti- ja ammattipiireissä.

Työnantajan tulisi uusien työntekijöiden palkatessaan huomioida, että alkuun työturvallinen toimiminen tuntuu tottumattomasta henkilöstä suorastaan epämiellyttävältä ja työskentely saattaa alkuun käydä kankeasti suojavarusteiden pakonomaisen käytön takia. Työturvalliseen toimintaan ja laadukkaiden suojainten käyttöön tottuu kuitenkin nopeasti varsinkin jos työmaan ilmapiiri on kaikin puolin hyvässä hengessä työturvallisuushakuinen.

Paras palkinto työturvallisuudesta ei ole TR-mittauksesta saatu hyvä arvio tai työturvallisuuskilpailusta voitettu kunniamaininta vaan oman henkilökohtaisen terveyden ja työkyvyn säilyminen. Vahinko ei koskaan tule kello kaulassa ja työtapaturma on aina läsnä, teimmepä mitä tahansa (kuva 31). Työtapaturma johtuu monesti vain yhdestä pienestä liikkeestä tai virhearvioinnista, jota työntekijä ei normaalisti tule tehneeksi (kuva 32).



**Kuva 31. Hengenvaarallinen kulkutie mastolavanostimen alla.**

Toimittaessa korkeuksissa työalustasta riippumatta on yksikin harha- askel useimmiten liikaa ja johtaa työntekijän tapaturmaiseen kuolemaan tai ainakin vammautumiseen (kuva 33). Ihmismieli kuitenkin turtuu turvallisuuden tunteeseen ja työmaan edetessä riskeihin totutaan. Kun työtapaturma kohtaa työntekijän ja riski yllättäen palaa mieleen, on valitettavasti liian myöhäistä.



**Kuva 32. Asentaja kaapelikela työalustanaan.**



**Kuva 33. Kirvesmiehet ovat useimmiten hengenvaarassa asentaessaan telineitä puutteellisin tiedoin ja taidoin.**

Työmaihin tutustuessani havaitsin telinekorttien ja nostimien pystytyskatselmusten olevan pääosin kunnossa. Poikkeamat tulivat esiin tyypillisesti vasta työskentelyn jatkuessa. Telineillä yleisimmät puutteet olivat kaiteen tai jalkalistan puuttuminen osittain tai kokonaan. Mastolavalla tapahtuvan työskentelyn turvallisuuspuutteena tavallisia olivat huomiolippusiimat, jotka puuttuivat mastolavatyömaan ympäriltä yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kaikista seuraamistani kohteista. Työskentelyn alussa esimerkiksi uuteen paikkaan siirrettyä mastolavaa kierrettiin alkuun ilman lippusiimaakin, mutta vähitellen kulkutie meni jopa lavan alitse (kuva 31). Jokainen työmailla toiminut henkilö oli käsittääkseni tietoinen, että kymmenien metrien korkeudesta putoava tiili on tappavan vaarallinen.

Useimmiten työmailla ei kuitenkaan mielletä, että putoava esine ei välttämättä putoa suoraan laitteen alapuolelle vaan voi esimerkiksi tuulisella säällä leijailta yllättävän kauas [17]. Mielestäni pääasialliset työturvallisuuspuutteet johtuivat enemmänkin viitseliäisyydestä, kuin tiedon puutteesta.

Tutustuin Tapaturmavakuutuslaitosten liitto ry. ylläpitämään TOT-raportti tietokantaan[18] ja tutkiskelin kaikki vuodesta 1985 sinne kirjatut kuolemaan johtaneet telineitä ja työlavoja koskevat tapaturmat (taulukko 1). Raporteista voi päätellä, että valtaosin työtaturmat perustuivat inhimilliseen erehdykseen. Mastolavan ollessa työalustana monessa tapauksessa lavan reunan ulkopuolelle oli laitettu tilapäisesti esimerkiksi vanerilevy, joka oli unohtunut siirtää pois. Työn edetessä oli astuttu epähuomiossa osittain tyhjän päällä olevalle levyille ja pudottu.

**Taulukko1: Työympäristön aiheuttamat kuolemaan johtaneet työtaturmat talonrakennustoiminnassa vuosina 1975- 2010, [19, s.9]**

<b>Tapaturman aiheuttaja</b>	<b>Työympäristön aiheuttamat kpl</b>	<b>%</b>	<b>Osuus kaikista yhteensä 372 kuolemantapauksesta %</b>
Työtasot	111	46,8	29,8
Telineet	44	18,6	11,8
Tikkaat	20	8,4	5,4
Riipputelineet	16	6,8	4,3
Muotit	13	5,5	3,5
Elementit	33	13,9	8,9
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>237</b>	<b>100</b>	<b>63,7</b>

Telineissä vastaava yleinen syy oli telinetason tilapäiset muutokset (kuva 34).

Työn edetessä oli jouduttu väliaikaisesti siirtämään telineen rallia ja tästä johtuen työpisteellä työskennellyt tai työpisteeseen kuulumaton henkilö oli kulkiessaan pudonnut aukosta. Tästä syystä työtasolle pääsy tulisi evätä pienenkin muutoksen johdosta ja muutoksesta tulisi ilmoittaa näkyvästi esimerkiksi huomionauhalla. Tekninen vika sen oli vain harvoin varsinainen syy kuolemaan johtaneessa työtaturmassa.

Työturvallisuutta voitaisiin kehittää esimerkiksi telineiden osalta siten, että kaikenlainen turha kulkeminen telineillä rajattaisiin pois ja telineille nousu hoidettaisiin esimerkiksi henkilötavarahisseillä. Hissin käyttöä puoltaa sekin

seikka, että telineille johtavat nousuportaat (kuva 35) ovat tyypillisesti melko jyrkät ja talvella lumisina kokemuksen mukaan erittäin liukkaat.

Mikäli telinetasoihin tarvitsee tehdä työnaikaisia muutoksia, tulee ne suunnitella ja toteuttaa turvallisesti. Telineillä työskentelevät henkilöt tulee kouluttaa oikeaoppiseen työskentelyyn telineillä, eikä ulkopuolisia, kuten aliorakoitsijoita tule päästää telineille ennen huolellista perehdyttämistä. Ennen kasatun julkisivutelineen käyttöönottoa on syytä järjestää työntekijöille koulutusta, jossa muunmuassa telineen pystytystyössä ollut henkilö voisi hyvällä ammattitaidolla kertoa näkemyksensä telineeseen liittyvistä riskitekijöistä.



Kuva 34. Syöksytorven asennuksen jälkeen telinetaso on jäänyt korjaamatta.



Kuva 35. Alumiiniset portaat voivat yllättää liukkaudellaan.

Mikäli telineiden päälle rakennetaan katoksia (kuva 36) tulisi harkita onko mahdollista esikasata suurempia kokonaisuuksia maan pinnalla ja nostaa ne isompina kokonaisuuksina telineen päälle. Näin turhaa kiipeilyä telinetyössä voitaisiin välttää.



Kuva 36. Sääsuoajakatoksen asennustyöturvallisuusvarusteissa olisi kehittämistä.



Mastolavalta toimiessa on syytä käyttää ammattimaisen asennuspalvelun suorittamia asennus ja muutostöitä työlavassa. Useimpiin tarpeisiin on olemassa valmis ratkaisu ja lavaa voidaan tehdä osilla moduloida tarvittaessa hyvinkin laajasti. Työmaalla kyhättävien virtelmien tekeminen työlayan saamiseksi tarpeidenmukaiseksi on siis nykyään lähes poikkeuksetta tarpeetonta.

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyössä on käsitelty niin työalustojen, kuin työmenetelmienkin vaikutusta muuraustyön laadukkaaseen ja työturvalliseen edistymiseen. Keräämieni havaintojen perusteella olen tehnyt pikavalintalaskurin. Opinnäytetyössä on pyritty esittämään selkeästi epäkohtia, jotka voivat haitata julkisivumuuraustyössä laadukkaaseen lopputulokseen pääsemistä.

Opinnäytetyöhön asettamani tavoite oli haastava ja monitahoinen. Koen päässeeni asettamaani tavoitteeseen. Henkilökohtainen tavoitteeni oli herättää lukijan huomio työmenetelmävalinnan tärkeyteen ja saada hänet pohtimaan ratkaisuja innovatiivisesti useammalta taholta. Opinnäytetyön raportti on suunnattu pääasiassa työmaaolosuhteissa toimiville ammattilaisille.

Työn tärkein osatekijä oli kehittää teknillistaloudellinen pikavalintalaskuri, jossa onnistuin mielestäni hyvin. Työn kokonaisuudessa pikavalintalaskurin taulukot jäävät hiukan varjoon, koska panostin vahvasti seikkoihin, jotka tulee huomioida menetelmävalinnassa. Näin lukijalla on teknillinen mielikuva työmenetelmistä jo ennen taulukon täyttämistä ja hän saa taulukoista mielikuvalleen taloudellisen ratkaisun työmenetelmävalinnaltaan onnistumiseksi. Tavoittelin myös helposti luettavaa ja selkeää kerrontaa, joka toimisi ammattijulkaisuna. Koen päässeeni tässä tavoitteessa asettamalleni tasolle.

Työskentely edistyi hitaasti, koska raportoitavaa materiaalia kertyi huomattavan paljon enemmän kuin olin alun perin ajatellut. Keskeytin välillä opiskeluni vuosiksi ja työskentelin muiden projektien merkeissä. Syksyllä 2018 aloin työstää

opinnäytettä uudestaan, koska aihe oli edelleen akuutti ja minulle tarjoutui mahdollisuus jatkaa opintojani.

Raportti koostuu useammasta osatekijästä, joiden saaminen yhdeksi kokonaisuudeksi oli minulle henkilökohtaisesti hieman haastavaa. Haasteen toteutumiseksi käytin paljon aikaa itse raportin luonnosteluun. Tiedonkeräyksen suoritin vuosien 2009-2011 aikana. Varsinaisen muotoilun opinnäytteeksi ja työn päivityksen tämänhetkistä rakennustrendiä mukailevaksi tein syksyllä 2018.

Pikavalintalaskurin taulukoiden laadinta ulkoasultaan mahdollisimman yksinkertaiseksi oli mielestäni hankalampaa kuin taulukoiden luomisen muut vaiheet. Nykyiseen ulkoasuunsa taulukot laadin vuoden 2011 syksyllä. Taulukoissa merkittävänä puutteena näen pystytysnopeuslaskurin puuttumisen telineitä hinnoiteltaessa. Tämä seikka tekee telinelaskurin tämänhetkisen toimivuuden rajalliseksi.

Tietotekniikka on kehittynyt huomattavasti vuodesta 2011 esimerkiksi kosketusnäytöllisten äylaitteiden, puhelimien ja ohjelmistojen osalta. Vielä vuonna 2011 tietokoneen etäkäyttö puhelimella vaikutti kaukaiselta haaveelta tavanomaisen työmaahenkilöstön osalta. Nyt tietotekniikan merkitys ja erinäiset ohjelmistoja tukevat sähköiset taulukot ovat jo paikallisyrittäjänsäkin saatavilla, kun aiemmin käsikirjojen ja paperitulosteiden merkitys ohjelmistojen tueksi oli suurempi.

Työni lopputulosta pohdiskellessani ajattelen, että vähempi määrä tarkemmin rajattua tutkimustyötä olisi riittänyt perinteiseksi opinnäytetyöksi. Mikäli olisin asettanut työlleni pelkästään yhden tarkan ongelman ja olisin keskittynyt pohdiskelemaan vain sitä, niin uskoisin lopputuloksenkin olevan tarkempi ja tieteellisempi. Koin kuitenkin suoranaiseksi velvollisuudeksi kirjoittaa havaitsemistani seikoista kokonaisuuden, josta toivon olevan hyötyä kaikille rakennushankkeen osapuolille.

Työn edetessä esimerkiksi suurempikapasiteettisten mastolavanostimien saatavuus parantui Joensuun seudulla merkittävästi. Oli hienoa nähdä, että monet yhteistyötä tehneet tahot olivat entistä kiinnostuneempia näistä

järeämmistä työlavoista. Nyt vuosien kuluttua kuitenkin huomaa, ettei mitään eteenpäin vievää kehitystä ole varsinaisesti tapahtunut ja suurempikapasiteettiset mastolavanostimet ovat käyttämättöminä vuokraamoiden varastoissa. Tästä syystä tämä opinnäyte tulee akuuttiin tarpeeseen. Toivon opinnäytetyöni tarjoavan kaikille yhteistyökumppaneille mitä parhainta menestystä ja laadukasta muuraustyön kulkua tehokkaammilta työalustoilta.

Oppimisprosessina opinnäytetyön raportointiosuuden kokonaisuuden hallinta on ollut minulle vaikeaa. Tämän mielestäni liian laajan raportin saaminen sisällöltään lukijalle helposti ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi ja minua henkilökohtaisesti tyydyttäväksi julkaisuksi on hidastanut opinnäytetyön ja muun opiskeluni kulkua merkittävästi.

Raportointiprosessin tärkeimpänä varsinaisena oppina oli kerätyn aineiston huolellisen luonnostelun, jaottelun ja arkistoinnin merkitys. Kokonaisuuden kannalta turhan materiaalin karsiminen ja selkeämpi lopputuotteen hahmottaminen kehittyivät kirjoitustyön edetessä huomattavasti.

Rakennustelineet ja mastolavanostimet tulivat tutkiskelun välineinä minulle tuttaviksi ja koen työstä saamani tiedon kasvattaneen minua huomattavasti myös ammatillisesti. Tämän opinnäytteen työstäminen on antanut minulle myös tuntuman projektinjohtotyöhön, koska olen joutunut jäsentelemään rakennustyömaan eri ammattialojen julkisivumuuraustyötä koskevan yhteisen intressin samaan raporttiin.

Siinä missä toivon työn herättävän lukijassa mielenkiintoa tehokkaampaa julkisivumuurausta kohtaan, toivon myös jonkun opiskelijan saavan tästä useampia aihepiirejä sangen yleispiirteisesti tutkiskelevasta opinnäytetyöstä inspiraation omaan tutkimukseensa. Olisi hienoa jos joku kehittäisi tutkimusta eteenpäin ja käsittelisi tieteellisesti syvällisemmin yksittäistä aihepiiriä, kuten esimerkiksi julkisivun laatua ja visuaalista struktuuria.

## Lähteet

1. Kivimäki, C & Koskenvesa, A. & Sahlsted, S. 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki. Rakennustieto Oy.
2. Deep Lead Oy. 2012 Syväjohtaminen <http://www.syvajohtaminen.com/syvajohtaminen>, 5.5.2012.
3. Väisänen, J. 2011. Telineasentaja. Telinekatalja Oy. Haastattelu 31.5.2011.
4. Torvinen, P. 2011. Muurari. Rakennusliike Purmonen Oy. Haastattelu 18.11.2011.
5. Väänänen, S. 2011. Muurari. Haastattelu 13.11.2011.
6. Koljonen, S. 2011. Muurari. Haastattelu 25.9.2011.
7. Kareinen, J. 2011. Rakennusmies. Lemminkäinen Oy. Haastattelu 4.10.2011.
8. Mäki, T & Koskenvesa, A. 2008, 52. Aikataulukirja 2008. Helsinki. Rakennustieto Oy
9. Lindberg, R & Koskenvesa, A & Sahlsted, S. 2012, 52. Aikataulukirja 2013. Helsinki. Rakennustieto Oy.
10. Kivimäki, C & Koskenvesa, A. & Sahlsted, S. 2015, 52. Aikataulukirja 2016. Helsinki. Rakennustieto Oy.
11. Väänänen, S. 2011. Muurari. Haastattelu 13.11.2011.
12. Hassinen, K. 2011. Muurari. Skanska Oy. Haastattelu 4.11.2011.
13. Tukiainen, M. 2011. Muurari. Haastattelu 20.8.2012.
14. Hyttinen, K. 2011. Aluemyyntipäällikkö. Ramirent Oy. Haastattelu 2011.
15. Rasimus, T. 2011. Tuotepäällikkö. Scanclimber Oy. Puhelinhaastattelu marraskuu 2011.
16. Hyttinen, K. 2011. Aluemyyntipäällikkö. Ramirent Oy. Haastattelu 2011.
17. Mielonen, S. 2011. Työsuojeluvastaava. Aluehallintovirasto Työsuojelun vastuualue. Puhelinhaastattelu marraskuu 2011.
18. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 2012 TOT Tutkinta [www.tvl.fi/totti/](http://www.tvl.fi/totti/) 05.05.2012.
19. Markkanen, J. 2011. Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.



## **Liite 1**

### **Teline- ja mastolavalaskurin käyttöopas**

#### **1 Mastolavanostinlaskurin käyttö**

Mastolavakustannuksien määräytymisen keskeisiä tekijöitä laskelmassa ovat:

- ensiasennus ja purku, sisältää rahdin
- siirtojen määrä
- vuokrahinta
- apulaitteet

#### **1.2 Rahti**

Ramirent konevuokraamon Kuopion kalustokeskuksesta vuonna 2011 löytyivät pienet Scanclimber mallisarjat, kuten Sc1300, Sc4000, Sc5000. Mallisarjaa Sc8000 olevat vuokrakoneet sijaitsivat Tuusulan kalustokeskuksessa. Vuonna 2012 mallisarjaa Sc8000 on myös saatavissa Kuopion kalustokeskuksesta.

Asiakas maksaa edestakaisen rahdin kalustokeskuksen ja työmaan välillä. Ramirentillä on oma kuljetuskeskus, joka järjestää rahteja. Omatoimisesti kuljetusyrityksestä suoraan tilatussa tilausrahdissa kustannukset pääsääntöisesti nousevat jos rahtia on vain yhteen suuntaan. Joensuusta voidaan kuitenkin kohtuullisen kannattavasti käydä Kuopion kalustokeskuksesta mastolavanostin järeällä kappaletavaranoitella varustetulla ajoneuvoyhdistelmällä.

Perinteisesti yhdessä rahdissa on kulkenut yksi mastolavanostin lisävarusteineen ja laskuri on suunniteltu sen tiedon pohjalta. Teknisesti on mahdollista kuljettaa myös kaksi mastolavanostinta samassa rahdissa. Tällöin laskurin ensiasennuskustannuksia on asennustyön osalta harkittava uudelleen.

Mastolavanostin pystytetään työkohteeseen suoraan ajoneuvoyhdistelmästä. Tuusulan kalustokeskuksesta tuleva rahti on syytä tilata Ramirent konevuokraamon kuljetuskeskuksen kautta vuokraamon Joensuun varikolle kappaletavara/ kapelli tyypisenä suuntarahtina. Varikolla mastolavanostin siirretään järeällä kappaletavaranosturilla varustettuun ajoneuvoyhdistelmään, josta ensiasennus tyypillisesti suoritetaan. Käyttötarkoitukseen soveltuvalla nostolaitteella varustettuja yhdistelmäajoneuvoja on Joensuussa nykyisin kolme kappaletta, joten yhteistyö kuljetusliikkeen kanssa on merkittävässä osassa mastolavanostimen ensiasennuksen onnistumiseksi aikataulun puitteissa.

### 1.3 Ensiasennus- ja purkutyö

- Ensiasennustyön on suunniteltu tapahtuvan suoraan ajoneuvoyhdistelmästä sen omaa nostolaitetta käyttäen.
- Masto esikasataan mahdollisimman suuriksi kokonaisuuksiksi maassa tai ajoneuvon lavalla.
- Mastolavan perusyksikkö asennetaan työkohteeseen ja esikasattu masto kootaan, sekä harukset ankkuroidaan seinään.
- Mastolavalle suoritetaan käyttöönottotarkastus.
- Ensiasennustyö sisältää laskelmassa meno- ja paluurahdin, asennus- ja purkutyön ja yhdistelmäajoneuvon nosturityöstä aiheutuvat kulut.
- Ensiasennukseen ja purkutyöhön on varattu aikaa yksi työvuoro kumpaankin toimenpiteeseen.
- Ensiasennuksia voi olla vain yksi jos käytetään yhtä mastolavanostinta tai esimerkiksi kolme jos käytössä on kolme mastolavanostinta.
- Rakennuksen maksimikorkeus laskelmissa on seitsemän kerrosta, koska yleisesti Joensuun rakennuskanta on vain erikoistapauksissa tätä korkeampaa.

### 1.4 Siirtokustannukset

- Mastolavan siirtotyö on laskelmassa suunniteltu tapahtuvan autonosturilla.
- Autonosturin kuluina on huomioitu nostoon kuluva aika ja siirtymäaika. Autonosturityö sisältää kuljettajasta aiheutuvat kustannukset.
- Asennustyöryhmänä toimii kaksi vuokraamon asentajaa.

- Mastolavan masto irrotetaan mahdollisimman suurina kokonaisuuksina ja maston osat, sekä mastolava nostetaan autonosturilla seuraavaan työsaumaväliin.
- Masto pystytetään ja harustetaan tarvittavalla määrällä ankkureita.
- Suoritetaan käyttöönottotarkastus.

### 1.5 Siirtojen lukumäärä

- Julkisivumuurauskaaviosta ja arkkitehtikuvasta katsotaan liikuntasauojen paikat.
- Liikuntasaumaa pyritään käyttämään työsaumana ja se on mastolavan sijoittamisen lähtökohta. Arkkitehdin, valvojan ja rakennesuunnittelijan hyväksynnällä liikuntasauojen sijoitusta voidaan tarvittaessa muuttaa jos kyseessä ei ole rakenteellinen liikuntasauuma.
- Rakennuksen kulmiin muodostuu useimmiten työsauma ja kulmasta kulmaan työsaumaväli.
- Pisimmästä työsaumavälistä mitoitetaan useimmissa tapauksissa mastolavan lavapituus ja kapasiteetti.
- Tarkastellaan onko perusteltua käyttää eri mallisarjojen mastolavanostimia tai useampia samanmallisia mastolavanostimia.
- Lasketaan kuinka monta työsaumaväliä on. Työsaumavälien määrä tarkoittaa mastolavojen siirtokertojen määrää jos työlava ei ulotu kerralla useammalle työsaumavälille. Siirtokerrat on helppo laskea yhden mastolavanostimen mukaan, joten taulukossa esimerkiksi 10 siirtokertaa voi olla kahden mastolavanostimen siirtotyö viisi kertaa.

### 1.6 Vuokrahinnat

- Vuokrahinta sarakkeessa on eritelty Ramirent vuokrakaluston perushintainen mastolavanostin, tavaranostruri, vinssi ja sääsuojateltta kuukausivuokralla. Vuokrakuukausia taulukko käsittää 20 kappaletta. Näin ollen työmaan kestäessä esimerkiksi 32 kuukautta voidaan valita 20+12 kuukautta.

## 2 Telineelaskuri

Telinekustannuksien määräytymisen keskeisiä tekijöitä laskelmassa ovat:

- telineen malli
- vuokrahinta
- asennustyö
- rahti
- sääsuojausmateriaali, asennustyö
- apulaitteet

### 2.1 Telineelaskurin toimintaperiaate

Telineelaskurissa on seinäneliöihin perustuva vuokrahintajaottelu, jossa aputaulukkoina käytetään rahti- ja sääsuojalaskuria. Erillistä pystytysnopeuslaskuria ei ole. Lähtökohtana tulee tietää seinäneliöiden määrä ja kokonaisvuokra- aika, joka sisältää telineiden pystytyksessä ja purkamisessa käytetyn ajan. Telineiden tyyppikohtaisia vuokrahintoja voidaan laskea, joko kuukausi tai päivävuokra laskurilla.

### 2.2 Telineelaskurin käyttö

- Vuokra sarakkeesta valitaan seinäneliöiden mukaan tuhannet, sadat, kymmenet ja kymmenykset. Vuokra sarakkeen hinnat lasketaan yhteen ja summa kerrotaan tarvekuukausilla/ -päivillä.
- Vuokrahinta kirjataan yhteenlaskusarakkeeseen.
- Asennus sarakkeesta valitaan seinäneliöiden mukaan tuhannet, sadat, kymmenet ja kymmenykset. Asennushinnat lasketaan yhteen ja kirjataan yhteenlaskusarakkeeseen.
- Apulaite sarakkeessa on eritelty Ramirent vuokrakaluston perushintainen tavarahissi 750kg, henkilötavarahissi 1200kg ja vinssi. Vuokrakuukausia taulukko käsittää 12 kappaletta. Näin ollen työmaan kestäessä esimerkiksi 22 kuukautta voidaan valita 10+12 kuukautta. Apulaitesarake ei sisällä rahdin osuutta, joka on harkittava tapauskohtaisesti apulaitteiden määrän mukaan. Tarvittavien apulaitteiden kustannukset kirjataan yhteenlaskusarakkeeseen.

- Säsuojalaskurilla voidaan laskea samalla periaatteella, kuin telinelaskurilla tarvittavan säsuojan arvioitu kustannus. Kustannukset kirjataan yhteenlaskusarakkeeseen.
- Tyynelle ja tuuliselle päivälle on omat laskurinsa siitä syystä, että vähäinenkin tuuli hidastaa merkittävästi säsuojan asennusta. Säsuojan asennus toteutetaan tuntityönä. Tuntityö on muunnettu vastaamaan keskimääräistä asennuskustannusta seinäneliötä kohden.
- Rahtilaskurista valitaan käytetyn telineen mallin alapuolelta seinäneliömäärä, jonka oikealta puolelta löytyy rahtien määrä ja hintaerittely. Valitut kustannukset kirjataan yhteenlaskusarakkeeseen.
- Yhteenlaskusarake lasketaan ja saadaan arvonlisäveroton hinta.
- Kustannusvertailusivulla menetelmien välisiä hintoja voidaan vertailla taulukolla suppeasti rinnakkain ja laskelmaan voidaan lisätä tarvittavia kustannuseriä.

## Mastolavanostin Scanclimber sc1300, sc4000, sc5000, KUOPIO

ENSIASENNUS/kpl	€/h	työryhmä	TTH	ALV 0%	
Asennustyö (ensimmäinen)	48	2	8	768	0
Purkutyö(viimeinen)	48	2	8	768	0
Hiab nostolaite asennus	70	1	8	560	0
Hiab nostolaite purku	70	1	8	560	0
	<b>€/rahti</b>				0
Rahti työmaalle KUO- JNS	400	1	1	400	0
Rahti varikolle JNS- KUO	400	1	1	400	0
<b>SIIRROT/kpl</b>	<b>€/h</b>	<b>työryhmä</b>	<b>(n.2-4h)</b>	<b>ALV 0%</b>	<b>0</b>
Autonosturi kuljettajalla	120	1	4	480	0
Asennustyö	48	2	3	288	0

ENSIASENNUS	KPL	4	3	2	1	siirrä hinta	valinta
asennus ja purkutyö	HINTA	13824	10368	6912	3456	>	

## SIIRTOJEN MÄÄRÄ JA HINTA ALV 0%

vinkki:	SIIRROT	HINTA	SIIRROT	HINTA	siirrä hinta
jaa yhden lavan nostot	11	8448	1	768	>
lavojen määrällä ja	12	9216	2	1536	
laske esim. alekka'n oik. sarakkeessa	13	9984	3	2304	
	14	10752	4	3072	
	15	11520	5	3840	
	16	12288	6	4608	
vinkki:	17	13056	7	5376	
siirrä tarvitsemasi vuokrahinnat	18	13824	8	6144	
oikealle ja laske kaikki yhteen	19	14592	9	6912	
saadaksesi kokonaiskustannukset	20	15360	10	7680	

VUOKRAHINTA	1KK	2	3	4	5	siirrä hinta
Mastolava	1500	3000	4500	6000	7500	>
Tavaranoosturi	200	400	600	800	1000	
Vinssi	150	300	450	600	750	
Muurauskonsoli	150	300	450	600	750	
	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
Mastolava	9000	10500	12000	13500	15000	
Tavaranoosturi	1200	1400	1600	1800	2000	
Vinssi	900	1050	1200	1350	1500	
Muurauskonsoli	900	1050	1200	1350	1500	
	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	
Mastolava	16500	18000	19500	21000	22500	
Tavaranoosturi	2200	2400	2600	2800	3000	
Vinssi	1650	1800	1950	2100	2250	
Muurauskonsoli	1650	1800	1950	2100	2250	
	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	
Mastolava	24000	25500	27000	28500	30000	
Tavaranoosturi	3200	3400	3600	3800	4000	HINTA
Vinssi	2400	2550	2700	2850	3000	ALV0%
Muurauskonsoli	2400	2550	2700	2850	3000	ALV24%

## Mastolavanostin Scanclimber Sc 8000, Helsinki

ENSIASENNUS/kpl	€/h	työryhmä	TTH	ALV 0%	
Asennustyö (ensimmäinen)	48	2	8	768	0
Purkutyö(viimeinen)	48	2	8	768	0
Hiab nostolaite asennus	70	1	8	560	0
Hiab nostolaite purku	70	1	8	560	0
	€/rahti				0
Rahti työmaalle HKI - JNS	1000	1	1	1000	0
Rahti varikolle JNS- HKI	1000	1	1	1000	0
SIIRROT/kpl	€/h	työryhmä	(n.2-4h)	ALV 0%	
Autonosturi kuljettajalla	120	1	4	480	0
Asennustyö	48	2	3	288	0

ENSIASENNUS	KPL	4	3	2	1	siirrä hinta	valinta
asennus ja purkutyö	HINTA	18624	13968	9312	4656	>	

## SIIRTOJEN MÄÄRÄ JA HINTA ALV 0%

vinäkö:	SIIRROT	HINTA	SIIRROT	HINTA	siirrä hinta
jaa yhden lavan nostot	11	8448	1	768	>
lavojen määrällä	12	9216	2	1536	
ja laske yhteen	13	9984	3	2304	
esim. alekkain oikeassa sarakkeessa	14	10752	4	3072	
	15	11520	5	3840	
	16	12288	6	4608	
	17	13056	7	5376	
	18	13824	8	6144	
vinäkö:	19	14592	9	6912	
siirrä tarvitsemasi vuokrahinnat	20	15360	10	7680	
oikealle ja laske kaikki yhteen					
saadaksesi kokonaiskustannukset					

VUOKRAHINTA	1KK	2	3	4	5	siirrä hinta
Mastolava	2000	4000	6000	8000	10000	>
Tavaranoستuri	200	400	600	800	1000	
Vinssi	150	300	450	600	750	
Muurauskonsoli	150	300	450	600	750	
	6	7	8	9	10	
Mastolava	12000	14000	16000	18000	20000	
Tavaranoستuri	1200	1400	1600	1800	2000	
Vinssi	900	1050	1200	1350	1500	
Muurauskonsoli	900	1050	1200	1350	1500	
	11	12	13	14	15	
Mastolava	22000	24000	26000	28000	30000	
Tavaranoستuri	2200	2400	2600	2800	3000	
Vinssi	1650	1800	1950	2100	2250	
Muurauskonsoli	1650	1800	1950	2100	2250	
	16	17	18	19	20	
Mastolava	32000	34000	36000	38000	40000	
Tavaranoستuri	3200	3400	3600	3800	4000	HINTA
Vinssi	2400	2550	2700	2850	3000	ALV0%
Muurauskonsoli	2400	2550	2700	2850	3000	ALV24%

## MUURAUSTELINE PLETTAC MODULI VARUSTETTUNA KONSOLILLA, PÄIVÄVUOKRA

€/seinä m <sup>2</sup>	€/seinä m <sup>2</sup>
0,4 Vuokrahinta / vrk	12 Asennus ja purku

## PÄIVÄVUOKRA

TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	VUOKRA YHT	ASENNUS YHT
1000	400	12000	100	40	1200	10	4	120	1	0,4	12		
2000	800	24000	200	80	2400	20	8	240	2	0,8	24		
3000	1200	36000	300	120	3600	30	12	360	3	1,2	36		
4000	1600	48000	400	160	4800	40	16	480	4	1,6	48		
5000	2000	60000	500	200	6000	50	20	600	5	2	60		
6000	2400	72000	600	240	7200	60	24	720	6	2,4	72		
7000	2800	84000	700	280	8400	70	28	840	7	2,8	84		
8000	3200	96000	800	320	9600	80	32	960	8	3,2	96		
9000	3600	108000	900	360	10800	90	36	1080	9	3,6	108		
10000	4000	120000											
tuhannet			sadat			kymmenet			kymmenykset			yhteenlaskut	

## APULAITTEET

	1kk	2	3	4	5	6	APULAITTEET	APULAITTEET		
Työmaahissi750kg	400	800	1200	1600	2000	2400	yhteenlaskut	SÄÄSUOJA		
Työmaahissi1200kg	1200	2400	3600	4800	6000	7200		RAHTI		
Vinssi	300	600	900	1200	1500	1800		VUOKRA		
	7	8	9	10	11	12		ASENNUS		
Työmaahissi750kg	2800	3200	3600	4000	4400	4800				
Työmaahissi1200kg	8400	9600	10800	12000	13200	14400		YHTEENSÄ		
Vinssi	2100	2400	2700	3000	3300	3600				

HINTA ALV0%



## MUURAUSTELINE PLETTAC MODULI VARUSTETTUNA KONSOLILLA, KUUKAUSVUOKRA

€/seinä m <sup>2</sup>	€/seinä m <sup>2</sup>	€/seinä m <sup>2</sup>
0,4 Vuokrahinta / vrk	12 Asennus ja purku	12 Vuokrahinta / kk

## KUUKAUSVUOKRA

TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	VUOKRA YHT	ASENNUS YHT
1000	12000	12000	100	1200	1200	10	120	120	1	12	12		
2000	24000	24000	200	2400	2400	20	240	240	2	24	24		
3000	36000	36000	300	3600	3600	30	360	360	3	36	36		
4000	48000	48000	400	4800	4800	40	480	480	4	48	48		
5000	60000	60000	500	6000	6000	50	600	600	5	60	60		
6000	72000	72000	600	7200	7200	60	720	720	6	72	72		
7000	84000	84000	700	8400	8400	70	840	840	7	84	84		
8000	96000	96000	800	9600	9600	80	960	960	8	96	96		
9000	108000	108000	900	10800	10800	90	1080	1080	9	108	108		
10000	120000	120000											
tuhannet			sadat			kymmenet			kymmenykset			yhteenlaskut	

## APULAITTEET

	1kk	2	3	4	5	6	APULAITTEET	APULAITTEET		
Työmaahissi750kg	400	800	1200	1600	2000	2400		SÄÄSUOJA		
Työmaahissi1200kg	1200	2400	3600	4800	6000	7200		RAHTI		
Vinssi	300	600	900	1200	1500	1800		VUOKRA		
	7	8	9	10	11	12		ASENNUS		
Työmaahissi750kg	2800	3200	3600	4000	4400	4800				
Työmaahissi1200kg	8400	9600	10800	12000	13200	14400		YHTEENSÄ		
Vinssi	2100	2400	2700	3000	3300	3600				

HINTA ALV0%

## MUURAUSTELINE PLETTAC MODULI, PÄIVÄVUOKRA

€/seinä m <sup>2</sup>	€/seinä m <sup>2</sup>
0,2 Vuokrahinta / vrk	9 Asennus ja purku

## PÄIVÄVUOKRA

TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/PÄIVÄ	ASENNUS TELINETYÖ	VUOKRA YHT	ASENNUS YHT
1000	200	9000	100	20	900	10	2	90	1	0,2	9		
2000	400	18000	200	40	1800	20	4	180	2	0,4	18		
3000	600	27000	300	60	2700	30	6	270	3	0,6	27		
4000	800	36000	400	80	3600	40	8	360	4	0,8	36		
5000	1000	45000	500	100	4500	50	10	450	5	1	45		
6000	1200	54000	600	120	5400	60	12	540	6	1,2	54		
7000	1400	63000	700	140	6300	70	14	630	7	1,4	63		
8000	1600	72000	800	160	7200	80	16	720	8	1,6	72		
9000	1800	81000	900	180	8100	90	18	810	9	1,8	81		
10000	2000	90000											
tuhannet			sadat			kymmenet			kymmenykset			yhteenlaskut	

## APULAITTEET

	1kk	2	3	4	5	6	APULAITTEET	APULAITTEET		
Työmaahissi750kg	400	800	1200	1600	2000	2400	yhteenlaskut	SÄÄSUOJA		
Työmaahissi1200kg	1200	2400	3600	4800	6000	7200		RAHTI		
Vinssi	300	600	900	1200	1500	1800		VUOKRA		
	7	8	9	10	11	12		ASENNUS		
Työmaahissi750kg	2800	3200	3600	4000	4400	4800				
Työmaahissi1200kg	8400	9600	10800	12000	13200	14400		YHTEENSÄ		
Vinssi	2100	2400	2700	3000	3300	3600				

HINTA ALV0%

## MUURAUSTELINE PLETTAC MODULI, KUUKAUSIVUOKRA

€/seinä m <sup>2</sup>	€/seinä m <sup>2</sup>	€/seinä m <sup>2</sup>
0,2 Vuokrahinta / vrk	9 Asennus ja purku	6 Vuokrahinta / kk

## KUUKAUSIVUOKRA

TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	ASENNUS TELINETYÖ	VUOKRA YHT	ASENNUS YHT
1000	6000	9000	100	600	900	10	60	90	1	6	9		
2000	12000	18000	200	1200	1800	20	120	180	2	12	18		
3000	18000	27000	300	1800	2700	30	180	270	3	18	27		
4000	24000	36000	400	2400	3600	40	240	360	4	24	36		
5000	30000	45000	500	3000	4500	50	300	450	5	30	45		
6000	36000	54000	600	3600	5400	60	360	540	6	36	54		
7000	42000	63000	700	4200	6300	70	420	630	7	42	63		
8000	48000	72000	800	4800	7200	80	480	720	8	48	72		
9000	54000	81000	900	5400	8100	90	540	810	9	54	81		
10000	60000	90000											

tuhannet                      sadat                      kymmenet                      kymmenykset                      yhteenlaskut

## APULAITTEET

	1kk	2	3	4	5	6	APULAITTEET	APULAITTEET		
Työmaahissi750kg	400	800	1200	1600	2000	2400	yhteenlaskut	SÄÄSUOJA		
Työmaahissi1200kg	1200	2400	3600	4800	6000	7200		RAHTI		
Vinssi	300	600	900	1200	1500	1800		VUOKRA		
	7	8	9	10	11	12		ASENNUS		
Työmaahissi750kg	2800	3200	3600	4000	4400	4800				
Työmaahissi1200kg	8400	9600	10800	12000	13200	14400		YHTEENSÄ		
Vinssi	2100	2400	2700	3000	3300	3600				

yhteenlaskut

HINTA ALV0%

## MUURAUSTELINE HAKI, KUUKAUSIVUOKRA

€/seinä m <sup>2</sup>	€/seinä m <sup>2</sup>
0,2 Vuokrahinta / vrk	6 Vuokrahinta / kk

## KUUKAUSIVUOKRA

TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/kk	VUOKRA YHT
1000	6000	100	600	10	60	1	6	
2000	12000	200	1200	20	120	2	12	
3000	18000	300	1800	30	180	3	18	
4000	24000	400	2400	40	240	4	24	
5000	30000	500	3000	50	300	5	30	
6000	36000	600	3600	60	360	6	36	
7000	42000	700	4200	70	420	7	42	
8000	48000	800	4800	80	480	8	48	
9000	54000	900	5400	90	540	9	54	
10000	60000							

tuhannet

sadat

kymmenet

kymmenykset

## APULAITTEET

yhteenlaskut

	1kk	2	3	4	5	6	APULAITTEET	APULAITTEET
Työmaahissi750kg	400	800	1200	1600	2000	2400	yhteenlaskut	SÄÄSUOJA
Työmaahissi1200kg	1200	2400	3600	4800	6000	7200		RAHTI
Vinssi	300	600	900	1200	1500	1800		VUOKRA
	7	8	9	10	11	12		ASENNUS
Työmaahissi750kg	2800	3200	3600	4000	4400	4800		
Työmaahissi1200kg	8400	9600	10800	12000	13200	14400		YHTEENSÄ
Vinssi	2100	2400	2700	3000	3300	3600		

HINTA ALV0%

## MUURAUSTELINE HAKI, PÄIVÄVUOKRA

€/seinä m <sup>2</sup>
0,2 Vuokrahinta / vrk

## KUUKAUSIVUOKRA

TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/vrk	TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/vrk	TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/vrk	TELIN SEINÄ m2	VUOKRA €/vrk	VUOKRA YHT
1000	200	100	20	10	2	1	0,2	
2000	400	200	40	20	4	2	0,4	
3000	600	300	60	30	6	3	0,6	
4000	800	400	80	40	8	4	0,8	
5000	1000	500	100	50	10	5	1	
6000	1200	600	120	60	12	6	1,2	
7000	1400	700	140	70	14	7	1,4	
8000	1600	800	160	80	16	8	1,6	
9000	1800	900	180	90	18	9	1,8	
10000	2000							

tuhannet

sadat

kymmenet

kymmenykset

## APULAITTEET

yhteenlaskut

	1kk	2	3	4	5	6	APULAITTEET	APULAITTEET
Työmaahissi750kg	400	800	1200	1600	2000	2400	yhteenlaskut	SÄÄSUOJA
Työmaahissi1200kg	1200	2400	3600	4800	6000	7200		RAHTI
Vinssi	300	600	900	1200	1500	1800		VUOKRA
	7	8	9	10	11	12		ASENNUS
Työmaahissi750kg	2800	3200	3600	4000	4400	4800		
Työmaahissi1200kg	8400	9600	10800	12000	13200	14400		YHTEENSÄ
Vinssi	2100	2400	2700	3000	3300	3600		

HINTA ALV0%



## SÄÄSUOJALASKURI

TELINEPEITE MYYDÄÄN VAIN 165 M2 PAKKAUKSISSA.

TELINEPEITTEEN ASENNUS TUNTITYÖNÄ,  
 TYÖRYHMÄ  
 TYÖRYHMÄN TYÖSAAVUTUS TUULINEN SÄÄ

48 €/H/RAM

3 RAM

30 m2/h

TYÖSAAVUTUS VAIHELEE HUOMATTAVASTI KELIOLOSUHTEIDEN MUKAAN!

TELINEPEITE	€/seinä m <sup>2</sup>	Myyntihinta	€/seinä m <sup>2</sup>	Asennus ja purku
	1		4,80	

## HINNASTO

TELINE SEINÄ m2	telinepeite €/m2	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	telinepeite €/m2	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	telinepeite €/m2	ASENNUS TELINETYÖ	TELINE SEINÄ m2	telinepeite €/m2	ASENNUS TELINETYÖ	MYynti YHT	ASENNUS YHT
1000	1000	4800	100	100	480	10	10	48	1	1	4,8		
2000	2000	9600	200	200	960	20	20	96	2	2	9,6		
3000	3000	14400	300	300	1440	30	30	144	3	3	14,4		
4000	4000	19200	400	400	1920	40	40	192	4	4	19,2		
5000	5000	24000	500	500	2400	50	50	240	5	5	24		
6000	6000	28800	600	600	2880	60	60	288	6	6	28,8		
7000	7000	33600	700	700	3360	70	70	336	7	7	33,6		
8000	8000	38400	800	800	3840	80	80	384	8	8	38,4		
9000	9000	43200	900	900	4320	90	90	432	9	9	43,2		
10000	10000	48000											
tuhannet			sadat			kymmenet			kymmenykset			yhteenlaskut	

## TUULINEN SÄÄ

HINTA ALV0%



### TELINERAHTILASKURI

Rahtiin sopii NOIN 700 seinä m2 telinetarpeita kerralla, Telinevarikko Helsingissä  
Mikäli teline+ konsoli tai HAKI niin rahtiin sopii NOIN 600 seinä m2 telinetarpeita kerralla

Rahti JNS - HKI 400km  
Rahti HKI - JNS 400km  
800km hinta **1000** €/rahti

		TELINELINE	TELINELINE+K			
		seinä m2	seinä m2	RAHTI	ALV 0 %	ALV 23 %
HKI- JNS	JNS- HKI	700	600	1	1000	1230
				1	1000	1230
				<b>YHT</b>	<b>2000</b>	<b>2460</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	1400	1200	2	2000	2460
				2	2000	2460
				<b>YHT</b>	<b>4000</b>	<b>4920</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	2100	1800	3	3000	3690
				3	3000	3690
				<b>YHT</b>	<b>6000</b>	<b>7380</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	2800	2400	4	4000	4920
				4	4000	4920
				<b>YHT</b>	<b>8000</b>	<b>9840</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	3500	3000	5	5000	6150
				5	5000	6150
				<b>YHT</b>	<b>10000</b>	<b>12300</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	4200	3600	6	6000	7380
				6	6000	7380
				<b>YHT</b>	<b>12000</b>	<b>14760</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	4900	4200	7	7000	8610
				7	7000	8610
				<b>YHT</b>	<b>14000</b>	<b>17220</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	5600	4800	8	8000	9840
				8	8000	9840
				<b>YHT</b>	<b>16000</b>	<b>19680</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	6300	5400	9	9000	11070
				9	9000	11070
				<b>YHT</b>	<b>18000</b>	<b>22140</b>
HKI- JNS	JNS- HKI	7000	6000	10	10000	12300
				10	10000	12300
				<b>YHT</b>	<b>20000</b>	<b>24600</b>

**RAHTILASKURI Kuopio- Joensuu****RAHDIN HAKU/ VIENTI JOENSUU - KUOPIO - JOENSUU**

Rahti JNS-KUO	150km			
Rahti KUO-JNS	150km			
	<u>300 km</u>	hintaa	<b>400</b>	€/rahti

	RAHTI	ALV 0 %	ALV 23 %
KUO- JNS	<b>1</b>	400	492
JNS- KUO	1	400	492
	<b>YHT</b>	<b>800</b>	<b>984</b>
KUO- JNS	<b>2</b>	800	984
JNS- KUO	2	800	984
	<b>YHT</b>	<b>1600</b>	<b>1968</b>
KUO- JNS	<b>3</b>	1200	1476
JNS- KUO	3	1200	1476
	<b>YHT</b>	<b>2400</b>	<b>2952</b>
KUO- JNS	<b>4</b>	1600	1968
JNS- KUO	4	1600	1968
	<b>YHT</b>	<b>3200</b>	<b>3936</b>
KUO- JNS	<b>5</b>	2000	2460
JNS- KUO	5	2000	2460
	<b>YHT</b>	<b>4000</b>	<b>4920</b>
KUO- JNS	<b>6</b>	2400	2952
JNS- KUO	6	2400	2952
	<b>YHT</b>	<b>4800</b>	<b>5904</b>
KUO- JNS	<b>7</b>	2800	3444
JNS- KUO	7	2800	3444
	<b>YHT</b>	<b>5600</b>	<b>6888</b>
KUO- JNS	<b>8</b>	3200	3936
JNS- KUO	8	3200	3936
	<b>YHT</b>	<b>6400</b>	<b>7872</b>
KUO- JNS	<b>9</b>	3600	4428
JNS- KUO	9	3600	4428
	<b>YHT</b>	<b>7200</b>	<b>8856</b>
KUO- JNS	<b>10</b>	4000	4920
JNS- KUO	10	4000	4920
	<b>YHT</b>	<b>8000</b>	<b>9840</b>

## PIKA KUSTANNUSVERTAILU

TELINEKALUSTO	HINNAT		HINNAT	
TELINE HAKI TAI PLETTAC MODULI APULAITTEINEEN				MASTOLAVANOSTIMET
	+			SCANCLIMBER SC1300, SC4000, SC5000 SIS. RAHTI APULAITTEINEEN
PLETTAC MODULI + KONSOLI APULAITTEINEEN			+	
	+			SCANCLIMBER SC8000 SIS. RAHTI APULAITTEINEEN
APULAITTEET ERIKSEEN			+	
	+			APULAITTEET ERIKSEEN
SÄÄSUOJAUS ERIKSEEN			+	
	+			LISÄRAHTI JNS- KUO / KUO- JNS
LISÄRAHTI JNS- KUO / KUO- JNS			+	
	+			LISÄRAHTI JNS- HKI / HKI- JNS
LISÄRAHTI JNS- HKI / HKI- JNS		HINTA		