

Alexi Mäkelä

# MASTOLAVAN JA RAKENNUSTELI- NEEN KUSTANNUSVERTAILU JULKISI- VURAKENTAMISESSA

Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Kandidaatintyö  
Tammikuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Aleksi Mäkelä: Mastolavan ja rakennustelineen kustannusvertailu julkisivurakentamisessa  
(Mast climber and scaffolding cost comparison in facade construction)

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Rakennustekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma

Tammikuu 2020

---

Julkisivutöihin sopii joskus työalustaksi mastolava sekä rakennusteline. Silloin kun näin on, on hyödyllistä tietää, kumpi on parempi vaihtoehto. Tässä työssä tutkitaan näiden kahden vaihtoehdon kustannuseroja. Erytisesti keskitytään pystytyksien, siirtojen ja purkujen kustannuksiin. Työssä tarkastellaan myös jonkun verran käytön eroavaisuuksia. Työn tavoitteena on selvittää, onko rakennusteline vai mastolava halvempi vaihtoehto julkisivurakentamisessa.

Työ tehtiin kirjallisuustutkimuksena. Ratu-kortisto on tärkein lähtöaineisto. Työmenekkejä ja hintoja ei löytynyt paljoa, joten työssä on käytetty useita oletuksia ja arvioita. Tutkimus aloitettiin tutkimalla minkälaisia mastolavoja ja rakennustelineitä on käytössä, ja miten ne toimivat. Tämän jälkeen siirryttiin selvittämään mastolavan ja rakennustelineen pystytyksiä ja purkua. Seuraavaksi tutkittiin miten mastolavoja ja rakennustelineitä siirretään. Siirtojen jälkeen tutkittiin mastolavan ja rakennustelineen käytön eroja.

Kustannusvertailun tekemiseksi työssä käytettiin esimerkkirakennusta. Esimerkkirakennus oli nelisivuinen 26 m korkea ja 20 m leveä. Laskuissa tarkisteltiin pystytyksien, siirtojen ja purkujen kustannuksien summaa, jossa on huomioitu työntekijöiden kustannukset sekä vuokratkustannukset. Laskuissa halvimmaksi tuli Kosmos SC4000 hinnalla 2674 €, jonka jälkeen oli Maxus SC5000 hinnalla 2800 €. Julkisivuteline tuli huomattavasti kalliimmaksi kuin mastolavat hinnalla 4023 €. Muurausteline oli kallein ratkaisu hinnalla 5021 €. Jos rakennustelineet eivät ole siirrettävissä kokonaisuudessaan, hinta olisi yli kolminkertainen. Siirtövälillä ei ollut mastolavojen hintoihin juurikaan vaikutusta.

Tuloksia ja työmenekkejä arvioiden voitiin päätellä, että mastolavat ovat halvempi vaihtoehto korkeissa rakennuksissa ja rakennustelineet ovat halvempia matalissa rakennuksissa. Päädyttiin myös tulokseen, että on paljon muuttujia, jotka vaikuttavat työskentelyalustan valintaan. Vaikka molemmat mastolava sekä rakennusteline sopisivat työtehtävään, toinen ei pakolla sovi työympäristöön.

Työvaiheessa eri töillä on eroja työntekoajassa, jotka vaikuttavat kustannuksiin. Näistä ei ole valmista tietoa löydettävissä. Aiheesta voisi tehdä jatkotutkimuksen, joka selvittäisi työnopeuseroja ja näiden avulla kokonaisten julkisivutöiden kustannuksia. Tutkimukseen voisi ottaa materiaalikustannuksetkin mukaan.

Avainsanat: mastolava, rakennusteline, pystytys, siirto, purku, kustannusvertailu

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Työn tausta .....	1
1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymys .....	1
1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn toteutus .....	2
2. MASTOLAVA .....	3
2.1 Rakenne ja toiminta .....	3
2.2 Käyttöönotto (pystytys) .....	4
2.3 Käyttö .....	5
2.4 Siirto .....	7
2.5 Purku .....	9
3. RAKENNUSTELINE .....	10
3.1 Erilaiset rakennustelineet .....	10
3.2 Käyttöönotto .....	11
3.3 Käyttö .....	12
3.4 Siirto .....	13
3.5 Purku .....	13
4. PYSTYTYKSIEN, SIIRTOJEN JA PURKUJEN KUSTANNUKSET .....	15
4.1 Kustannuksien laskeminen .....	15
4.2 Esimerkkikohde .....	15
5. YHTEENVETO .....	21
LÄHTEET .....	23

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Julkisivutöissä tarvitaan usein työskentelyalusta, joka mahdollistaa työn tekemisen eri kerrokorkeuksilla. Lyhytkestoisissa töissä, kuten esimerkiksi julkisivun paikkauksissa, käytetään tavallisesti nivelpuominostimia tai saksilavoja. Pitkään koko seinän matkalla ja eri korkeuksissa työskenneltäessä käytetyimmät ratkaisut ovat joko mastolava tai rakennusteline. Molemmilla on omat etunsa ja käyttökohteensa. Tässä työssä tutkitaan, kumpi on halvempi julkisivurakentamisessa.

Julkisivurakentamisessa on monia erilaisia töitä, kuten esimerkiksi muuraus, kivityöt, korjausrakentaminen ja rappaus. Kun kohteessa voi käyttää kumpaa tahansa, mastolavaa ja rakennustelinettä, kumpi on parempi vaihtoehto?

## 1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymys

Työ on tehty, jotta saadaan kuva siitä, kumpi on halvempi vaihtoehto. Voisi olettaa, että mastolavan ja rakennustelineen kustannuksia voisi helposti verrata, mutta siinä on yllättävän monta muuttujaa. Työn tavoitteena on myös selittää, minkälaisia mastolavat ja rakennustelineet ovat sekä niiden eroavaisuuksia.

Kandidaatintyön tutkimuskysymys on:

Ovatko mastolavan vai rakennustelineen pystytykset, siirrot ja purut halvempia?

Työ myös vastaa kysymyksiin:

Miten mastolavan ja rakennustelineen pystytys, siirto ja purku tehdään?

Mitä eroja on mastolavalla ja rakennustelineellä työnteossa?

Kuinka merkittävästi vuokratustannukset vaikuttavat kokonaiskustannuksiin?

### 1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn toteutus

Tutkimus toteutetaan kirjallisuustutkimuksena. Ratu-kortistosta saadaan työmenekkejä, joilla lasketaan kustannuseroja. Koska materiaalia kaikista työmenekeistä ei ole, on pitänyt tehdä arvioita niistä. Kustannuserojen konkretisoimiseksi työssä lasketaan esimerkkikohde.

Kandidaatintyön aihe olisi hyvin laaja, joten sitä on rajattu. Ensin on rajattu olosuhteet ideaalisiksi tarkoittaen, että ei ole tuulta, on kesä, on täydellinen sää ja maaperä on täydellinen molempien vaihtoehtojen asennukseen. Mastolavoja on myös monta erilaista, joten tulokset on rajattu kahdelle eri mastolavalle. Mastolavat ovat Kosmos SC4000 ja Maxus SC5000. Laskujen helpottamiseksi julkisivu on rajattu suorakaiteen muotoiseksi.

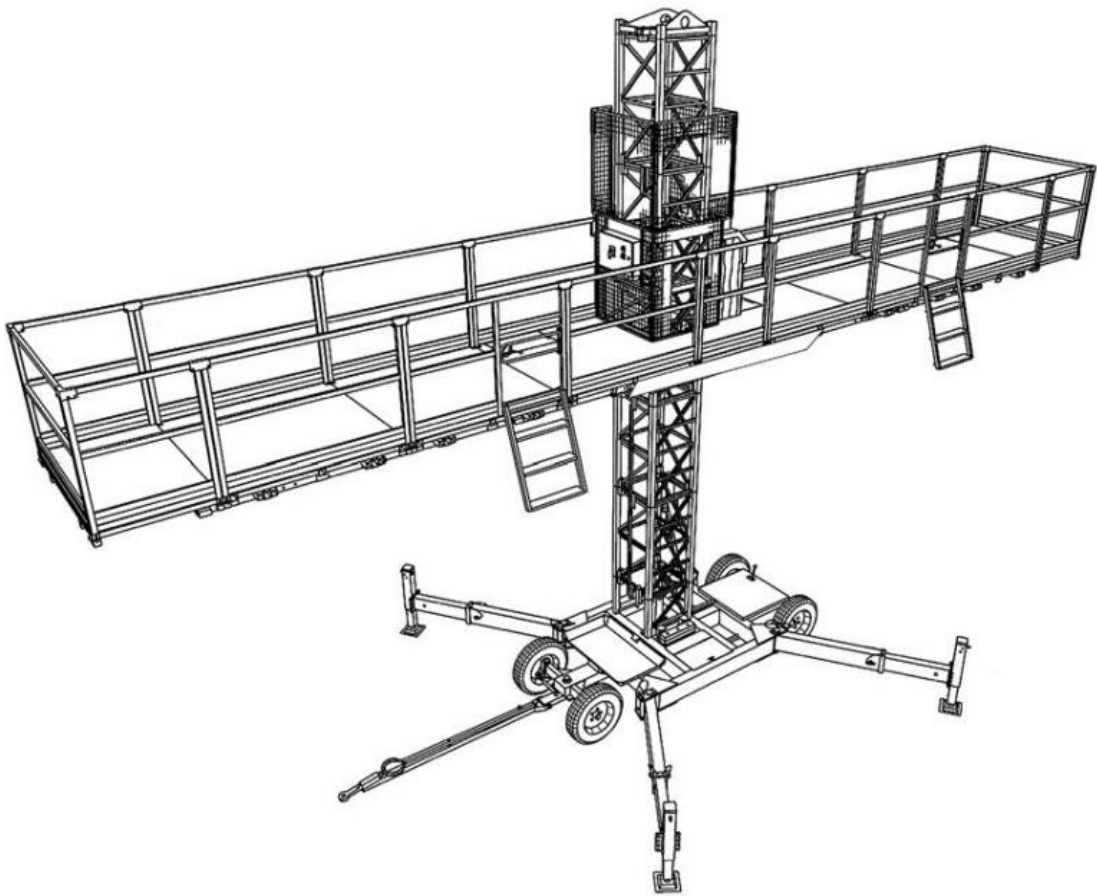
Teoria-osuudessa on myös esitelty kehäteline ja räystääteline. Koska kehätelineestä ei löydy paljoa tietoa ja räystääteline ei ole soveltuva moneen julkisivutyöhön, niitä ei ole huomioitu laskuissa.

Kandidaatintyön rakenne on seuraavanlainen. Luvussa 2 esitellään mastolavan rakennetta ja toimintaa, pystytystä, käyttöä, siirtoa ja purkua. Luvussa 3 käydään läpi erilaisia rakennustelineitä sekä rakennustelineiden pystytystä, käyttöä, siirtoja ja purkua. Luku 4 sisältää yleistä tietoa kustannuslaskuista ja esimerkkikohteen laskemisen.

## 2. MASTOLAVA

### 2.1 Rakenne ja toiminta

Mastolavan rakenne koostuu alustasta, mastosta ja työlavasta. Kuvassa 1 on mastolava Kosmos SC4000:tta. Kuvasta 1 nähdään miltä mastolava näyttää vapaasti seisovana.



**Kuva 1.** Kosmos [1, s. 1]

Mastolavan työalava liikkuu mastoa pitkin ylös ja alas. Mastolavaa ohjataan työalavalla olevalla ohjauspaneelilla. Mastolavalla voi myös pysähtyä mihin korkeuteen haluaa. Alustaa käytetään siirtoihin ja se tukee mastoa.

## 2.2 Käyttöönotto (pystytys)

Oleellinen osa mastolavojen käytössä on niiden pystytys työn alussa. Mastolava tarvitsee pystytykseen ja käyttöön tietyn minimimäärän tilaa seinästä poispäin ja seinän leveyden suunnassa. Mastolava täytyy ankkuroida seinään ja pystyttää maahan tukevasti, jos seinä on liian korkea vapaasti seisoville mastolavalle.

Alustan muoto ja maaperän koostumus vaikuttavat pystytykseen. Tasainen ja kantava maaperä helpottaa pystyttämistä. Säällä on myös vaikutusta, sillä lumi ja jää vaikeuttavat pystytystä.

Molemmat Kosmos SC4000:tta ja Maxus SC5000:tta pystytetään samalla tavalla [1, 2]. Ainoa ero on siinä, kuinka korkealle lavoilla saa nousta ilman seinään ankkurointia. Kosmosta voidaan käyttää 15 m korkeudessa ilman seinään ankkurointia, ja Maxusta voidaan käyttää 13–18 m korkeudessa riippuen lavapituudesta. Sekä Kosmosta että Maxusta voidaan käyttää 25 m korkeudessa huippuankkuroinnilla. [3,4]

Jos masto on korkeampi kuin huippuankkuroinnin maksimikorkeus, masto ankkuroidaan seinään. Molemmat mastot ankkuroidaan samoilla korkeuksilla. Ensimmäinen seinäankkuri on maasta korkeudella 0,8–3,2 m, josta seuraava ankkuri on 2,5 m korkeammalla. Kolmas ankkuri on 10 m toisen ankkurin yläpuolella, jonka jälkeen ankkurivälin maksimi on 12,5 m. [1,2]

Ennen pystytystä valmistellaan pystytysalusta. Alustan täytyy olla tasainen ja mastolavan painon kestävä painumatta. Jäätyneen maan päälle ei saa pystyttää mastolavaa. Aluslevyt tukijalkojen alla parantavat alustan kantavuutta. Kosmoksen ja Maxuksen täytyy käyttää aluslevyjä [1, s. 75; 2, s. 94]. [5]

Pystytysalustan ollessa kunnossa voidaan aloittaa pystytys. Osittain asennettu työlava pystytetään 200–300 mm etäisyydelle seinästä. Kaikki tukijalat vedetään ulos ja käännetään oikeaan asentoon, minkä jälkeen alustaa nostetaan, kunnes pyörät ovat noin 30 mm korkeudella pystytysalustasta. Lavasta tehdään halutun pituinen lisäämällä siihen lavajaksoja. Kun ensimmäinen mastojakso on asennettu, kytketään mastolavaan sähkö. Tarkistetaan syöttövirran vaihekytkennät, induktiivinen turvakytkin, alarajakytkin, äänimerkin induktiiviraja ja hälytyspainonapin toiminta. Kolmannen mastojakson jälkeen asennetaan hälyttimen toinen vastakappaletanko. Turvajarrun tarkistus on tehtävä viidennen mastojakson asennuksen jälkeen. Yläkatkaisijan vastakappale asennetaan maston huippuosaan ja toiseksi viimeiseen mastojaksoon. Lopuksi asennetaan mastonsuojat. [1,2]

Jos halutaan tehdä pidempi mastolava kuin yksimastoisen suurin lavapituus, tarvitaan kaksi mastoa. Kaksimastoinen lava asennetaan muuten samalla tavalla kuin yksimastoinen, mutta kaksi mastolavaa kiinnitetään toisiinsa ja asennetaan ohjauskaapeli ja asennetaan tasausvipu. Mastolavat kiinnitetään, kun ensimmäinen mastojakso ja välilavajaksot on asennettu. Lopuksi asennetaan ohjauskaapeli ja molempien lavojen seuraava mastojakso, minkä jälkeen asennetaan tasausvipu. [1,2]

Työmenekki mastolavan pystytykselle ja purkamiselle on yhteensä 16 tth/kpl [6]. Pystytykselle ei löydy pelkkää pystytysaikaa, mutta voidaan arvioida, että purkaminen on hiukan nopeampaa. Rakennustelineiden purkaminen on noin 2/3 pystytyksen ajasta [5]. Soveltamalla tätä saadaan mastolavan pystytyksen työmenekiksi 10,7 tth/kpl. Mastolavan korkeus, ankkurointitapa ja lavapituus vaikuttavat tähän.

## 2.3 Käyttö

Mastolavaa käytetään yleensä Muuraus- ja kivitöihin. Mastolavaa käytetään myös, kun tehdään metalli- ja lasijulkisivuja. Mastolavaa voi myös käyttää julkisivukorjauksissa.

Mastolavoilla ei mielellään haeta rakennusmateriaaleja, koska siirtymisen aikana ei voi tehdä työtä ja mastolavat ovat hitaita kulkemaan alas ja ylös. ”Mikäli työmaalla käytetään mastolavaa, täytyy sen lisäksi olla muita laitteita materiaalien nostoihin työn kestäessä. Mastolavan liikkuminen on hidasta ja materiaalien noutamisen sillä tulee tapahtua ainoastaan luonnollisten taukojen (esim. ruokatunnin) yhteydessä.” [7, s. 52] Mastolavan Kosmos SC4000:tta nousunopeus on 6 m/min ja mastolavan Maxus SC5000:tta nousunopeus on 7 m/min [3,4]. Jos rakennus olisi 100 m korkea, kestäisi Kosmoksella noin 28 min kulkea alas ja ylös 100 m:iin, johon vielä lisättäisiin materiaalin lastaamisen aika.

Mastolavalle voi myös nostaa rakennusmateriaalit torninosturilla, mikä nopeuttaa työntekoa huomattavasti. Toinen tapa tuoda materiaaleja mastolavalle on tuoda ne kerrokseen, joka on lähellä mastolavan korkeutta, josta ne tuodaan mastolavalle. Tämä tapa vaatii, että materiaalit saadaan siirrettyä kerroksesta mastolavalle jotenkin. Esimerkiksi parvekkeelta, missä ei ole seiniä, voidaan materiaalit helposti siirtää mastolavalle. Kuvassa 2 mastolavalle siirretään materiaalit parvekkeelta, mihin ne on tuotu rakennushissillä. Kolmas tapa kuljettaa materiaaleja mastolavalle on pystyttää tavarahissi, jolta pystyy siirtämään materiaaleja mastolavalle, mastolavan viereen. Epäkäytännöllistä tässä tavassa on se, että tavarahissiä pitää siirtää aina kun mastolavaakin siirretään. [8]





**Kuva 2.** Materiaalien siirto parvekkeelta mastolavalle [8, s. 14]

Mastolava voi olla millä vain korkeudella, mihin mastolavalla voi nousta, joten työtä voi tehdä lähes samassa asennossa koko ajan. Hyvä työasento nopeuttaa työntekoa ja on tärkeä työntekijälle. Mastolavojen määrä voidaan yleensä valita työntekijöiden määrään sopeutuen.

Mastolavan toiminta tarkistetaan joka päivä silmämääräisesti. Tähän kuuluu kiinnitysten, nostimen, jarrujen ja turvalaitteiden tarkistus. [5]

Mastolavan nostokapasiteetti riippuu lavapituudesta ja mastolavan mallista. Kaksimastoisella mastolavalla on enemmän nostokapasiteettia pidemmällä lavapituudella kuin yksimastoisella mastolavalla. Taulukossa 1 on esitetty Kosmoksen ja Maxuksen nostokapasiteetin ja lavapituuden yhteyttä.

Taulukko 1. *Mastolavan lavapituuden vaikutus nostokapasiteettiin [3,4]*

<b>Mastolava</b>	<b>Lavapituus (m)</b>	<b>Nostokapasiteetti (kg)</b>
Yksimastoinen Kosmos	4,2	2 000
	7,4	1 700
	10,5	1 400
	12,5	1 200
	13,75	900
Kaksimastoinen Kosmos	11,9	4 200
	15,1	3 800
	19,9	3 250
	23,1	2 775
	26,3	2 515
	31,4	2 065
Yksimastoinen Maxus	4,1	2 700
	7,3	2 300
	10,5	1 900
	13,7	1 500
	16,9	1 000
Kaksimastoinen Maxus	12,6	5 000
	20,6	4 000
	28,6	3 000
	35,0	2 200
	40,6	1 500

Mastolava ei välttämättä mahdu jokaiseen väliin. Esimerkiksi jos kaksi parveketta on 4 m:n etäisyydellä toisistaan, Kosmoksen eikä Maxuksen minimilavapituudet, jotka ovat taulukossa 1, mahdu parvekkeiden väliin. Tällöin käytetään mieluummin rakennusteli-  
nettä.

## 2.4 Siirto

Mastolavaa siirrettäessä työlava ajetaan alas asti. Mastolava irrotetaan seinästä, jos se on siihen ankkuroitu. Jos mastolavan masto on tarpeeksi matala, voidaan se siirtää purkamatta mastoa. Korkeamastoisista mastolavoista irrotetaan masto, ja kuljetetaan se erikseen. Mastolavan alustaa saadaan liikutettua vetolaitteella tai nosturilla. Kuvassa 3 mastolavaa nostetaan torninosturilla. Kun mastolava on halutussa paikassa, se täytyy kiinnittää tarvittaessa seinään. [5]



**Kuva 3.** Torninosturi siirtämässä mastolavaa [8, s. 23]

Kun mastolavaa siirretään nosturilla, voidaan työmenekin olettaa olevan sama kuin telineellä. Työmenekki on siis 0,4 tth/kpl [6]. Jos täytyy irrottaa ankkurointi tai masto ja kiinnittää ne takaisin uuteen paikkaan, työmenekki on suurempi. Mastolavan maston irroitukselle, purkamiselle, kokoamiselle ja kiinnitykselle ei löydy tarkkoja työmenekkejä. Rakennushissille löytyy nämä työmenekit, ja voidaan olettaa niiden olevan lähes samanlaisia. Maston ja kiinnitysten purku työmenekki on 0,3 tth/m. Maston kokoaminen ja kiinnitys sähkövinssillä 0,3 tth/m. [5]

Mastolavan siirtämiselle ilman nosturia ei löydy työmenekkejä, mutta voidaan olettaa sen olevan hitaampaa kuin nosturilla siirto. Tämän takia arvioidaan siirron työmenekin olevan 0,6 tth/kpl, joka on 150 % nosturisiirron työmenekki 0,4 tth/kpl [6]. Mastolavan siirtämiselle ilman nosturia pätee samat maston purku ja kokoamisen työmenekit kuin nosturisiirrolle.

## 2.5 Purku

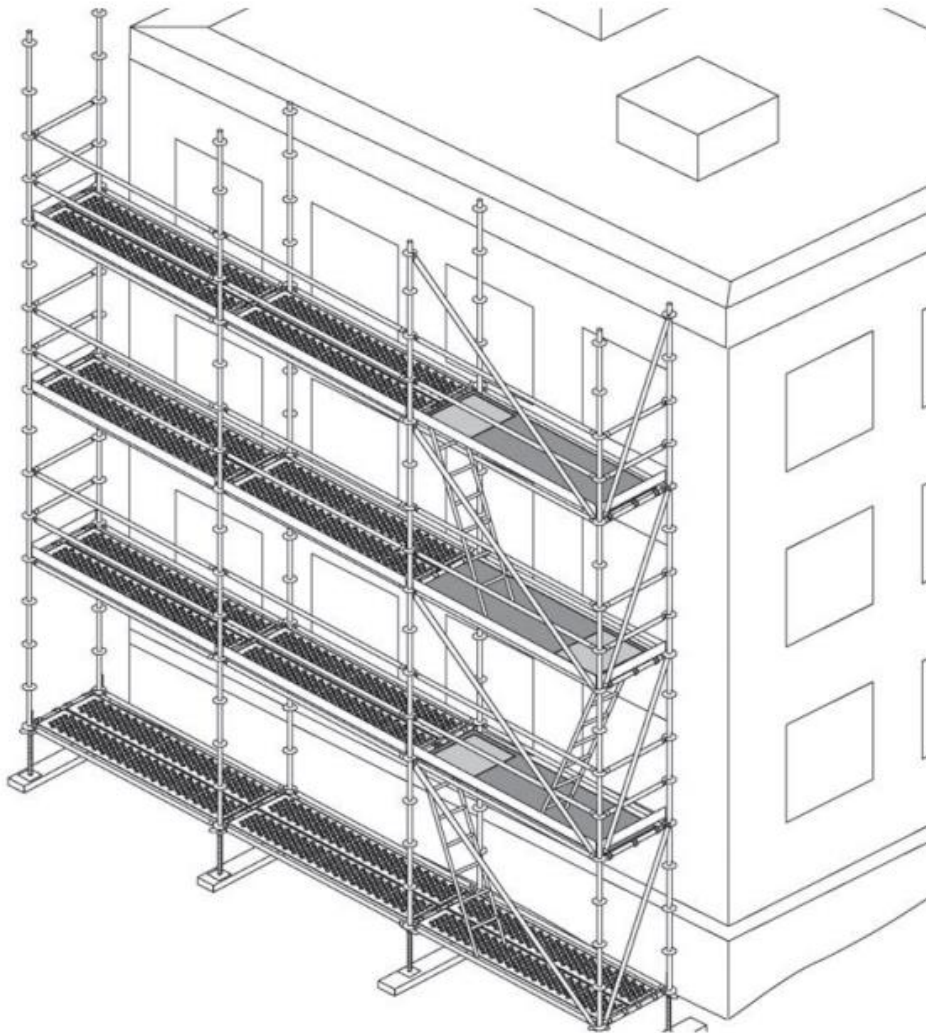
Kun mastolavalla tehtävä työ on tehty, se puretaan. Kaikki vaihtoehdot puretaan samalla tavalla kuin ne pystytetään, mutta päinvastaisessa järjestyksessä. Lavan pitää olla las-kettu kumivaimentimien päälle ennen kaiteiden irrotusta. [1,2]

Mastolavan purkamisen työmenekki on sisällytetty pystytyksen ja purkamisen työmenek-kiin, joka on 16 tth/kpl [6]. Soveltamalla tähän samaa periaatetta kuin mastolavan pysty-tykseen, saadaan purkamisen työmenekiksi 5,3 tth/kpl.

## 3. RAKENNUSTELINE

### 3.1 Erilaiset rakennustelineet

Erilaisia telineitä käytetään erilaisiin työtehtäviin. Räystääteline on nopein pystyttää, ja kehäteline on hieman hitaampi pystyttää kuin räystääteline. Julkisivuteline on vielä hitaampi pystyttää kuin kehäteline, ja muurausteline on hitain näistä. Kuvassa 4 on julkisivuteline. Telineille käytetään syvyyksiä 0,7 m ja 1,1 m, ja muuraustelineelle käytetään syvyyttä 1,4 m. [9]



**Kuva 4.** *Julkisivuteline [9, s. 2]*

Rakennustelineen pystykannattajat ja vaakakannattajat pitävät telineen koossa. Jos kannattajat eivät riitä telineen koossa pitämiseen, telinettä vahvistetaan poikki- ja vaakasiiteillä. Telineeseen kuuluu myös työtasot. Kaikille paitsi maantasaiselle kerrokselle tulee myös suojakaiteet ja jalkalistat turvallisuuden vuoksi. Nousutie voi rakennustelineessä olla kuvan 4 mukainen tikastorni tai porraselementti telineen vieressä.

Julkisivutelineitä ja kehätelineitä käytetään, kun tehdään rappausta, pelti- ja muotolevytyötä ja julkisivukorjauksia. Räystäätelineitä nimensä mukaisesti käytetään vain katon rajassa työskenneltäessä, koska siinä ei ole työtasoja muualla kuin telineen ylimmässä osassa porrastornin lisäksi. Muuraustelineitä käytetään muuraustöissä.

### **3.2 Käyttöönotto**

Rakennusteline tarvitsee pystytykseen ja käyttöön tietyn minimimäärän tilaa seinästä pois päin ja seinän leveyden suunnassa. Rakennusteline täytyy ankkuroida seinään ja pystyttää maahan tukevasti, jos seinä on liian korkea vapaasti seisoville rakennustelineelle.

Samalla tavalla kuin mastolavoilla, täytyy ennen rakennustelineen pystytystä valmistella telineiden pystytyspaikka. Alustan täytyy olla tasainen ja kestää rakennustelineen paino ilman painumista. Jäätäneen maan päälle ei saa pystyttää telinettä. Aluslevyt auttavat vähentämään painetta telinejalkojen alla. [5]

Rakennustelineen pystytys aloitetaan kiinnittämällä pystykannattajat pohjalevyihin, jonka jälkeen kiinnitetään poikki- ja vaakakannattajat pystykannattajiin. Kannattajien suoruus on tarkistettava. Työtasot asennetaan paikoilleen. Telineen jäykistämiseen käytetään vaaka- ja vinositeitä. Teline myös ankkuroidaan seinään kyseisen telineen ohjeen mukaan, jollei teline ole vapaasti seisova. Telineen nousuteiksi asennetaan portaat ja portaiden kulkuaukko suojataan. Telineeseen täytyy myös asentaa putoamissuojat ja jalkalistat. [5]

Eri telineillä on eri pystytystyömenekit. Työmenekkeihin vaikuttaa myös telineen syvyys sekä pystytyksen vaativuus. Valitaan helppo pystytys, koska tämä on ideaalisissa olosuhteissa. Pystytyksen työmenekit ovat taulukossa 2. [9]

Taulukko 2. Telineiden pystytys työmenekit [9]

Telinekorkeus (m)	Telinetyyppi ja syvyys (m)	Työmenekki (tth/teline-m <sup>2</sup> )
alle 16	Julkisivuteline 0,7	0,074
	Julkisivuteline 1,1	0,082
	Räystäesteline 0,7	0,058
	Räystäesteline 1,1	0,064
	Kehäteline 0,7	0,066
	Kehäteline 1,1	0,073
	Muurausteline 1,4	0,102
16–26	Julkisivuteline 0,7	0,080
	Julkisivuteline 1,1	0,089
	Räystäesteline 0,7	0,062
	Räystäesteline 1,1	0,069
	Kehäteline 0,7	0,071
	Kehäteline 1,1	0,079
	Muurausteline 1,4	0,110

### 3.3 Käyttö

Rakennustelineellä on nopea työskennellä, jos työntekijöitä on paljon ja rakennus on korkea, koska telineillä pystyy tehdä työtä monella tasolla yhtä aikaa. Rakennusteline pystytetään yleensä koko julkisivun leveydelle. Rakennusteline on yleensä pystytetty seinälle, jossa tehdään työtä, tai rakennuksen kaikille seinille. Rakennusteline tarkistetaan viikoittain ja aina kun siihen tehdään muutoksia. [5]

Rakennustelineillä materiaalia voi tuoda jatkuvasti ilman erillistä nostokonetta, jos on työntekijä sitä varten. Erilliselläkin nostokoneella voi nostaa materiaaleja työtasolle. Rakennusteline yleensä peittää koko julkisivun, joten jos sen viereen asennetaan tavarahissi, sitä ei tarvitse siirtää ennen kuin koko julkisivu on valmis ja teline siirretään. [8]

Rakennusteline kestää kuormaa yleensä 150–200 kg/m<sup>2</sup>, ja muurausteline noin 400 kg/m<sup>2</sup>. Telineen eri kerroksia ei saa kuormittaa samasta kohtaa enemmän kuin maksimikuorman verran. [10]

Rakennustelineellä työskennellään eri asennoissa, koska rakennustelineen taso ei muutu. ”Telineiden käyttö hidastaa työtä huomattavasti, eikä niiden käyttöä suositella hankalien työskentelyasentojen takia.” [11] Tämä suora viittaus liittyy kivitöihin, mutta se soveltuu muihinkin töihin.

Työskentelynopeus mastolavalla ja rakennustelineellä vaihtelee. Joissain tapauksissa mastolavalla on nopeampi työskennellä kuin telineellä ja joskus toisin päin. Työmaan olosuhteet, työntekijöiden määrä ja materiaalien siirto tavat vaikuttavat tähän.

### 3.4 Siirto

Siirtojen suhteen rakennustelineitä on kahdenlaisia. Yksi on siirrettävä ja toinen ei. Siirrettävän rakennustelineen täytyy olla koottu siirtoja suunnitellen. Rakennusteline, jota ei siirretä, puretaan osiksi, osat siirretään pystytyspaikkaan ja pystytetään rakennusteline. [9]

Siirrettävä teline siirretään kokonaisena nosturilla. Telineen siirtoon ei löydy täsmällistä työmenekkiä, mutta vertaamalla muita torninosturin nostoja voidaan arvioida työmenekin olevan noin 0,4 tth/kpl. Jos teline on ankkuroitu, täytyy se irrottaa ja kiinnittää uuteen paikkaan, mikä tekee työmenekistä suuremman. Arvioidaan ankkuroinnin irrottamisen ja kiinnittämisen olevan yhteensä 0,010 tth/m<sup>2</sup> [9]. [6]

Jos teline ei ole siirrettävä, siirtotyömenekki koostuu purkutyömenekin, siirtotyömenekin ja pystytystyömenekin summasta. Telinemateriaalin siirtotyömenekki nipuissa on 0,006 tth/teline-m<sup>2</sup> ja käsin siirrettynä 0,24 tth/teline-m<sup>2</sup>. [5]

### 3.5 Purku

Rakennusteline puretaan päinvastaisessa järjestyksessä kuin pystytyksessä: puretaan ylhäältä alaspäin irrottamatta ankkureita ja tukia ennen kuin kaikki paino ankkureiden ja tukien päältä on pois. On tärkeää pitää telineet vakaana purun ajan. [5]

Rakennustelineiden purkutyömenekit on myös jaoteltu helppoihin ja vaikeisiin vaativuuksiin, mistä käytetään vain helppoa tässä ideaalissa tapauksessa. Purkamisen työmenekit ovat taulukossa 3. [9]



Taulukko 3. *Telineiden purkamisen työmenekit [9]*

<b>Telinekorkeus (m)</b>	<b>Telinetyyppi ja syvyys (m)</b>	<b>Työmenekki (tth/teline-m<sup>2</sup>)</b>
alle 16	Julkisivuteline 0,7	0,044
	Julkisivuteline 1,1	0,049
	Räystäesteline 0,7	0,035
	Räystäesteline 1,1	0,038
	Kehäteline 0,7	0,040
	Kehäteline 1,1	0,044
	Muurausteline 1,4	0,061
16–26	Julkisivuteline 0,7	0,048
	Julkisivuteline 1,1	0,053
	Räystäesteline 0,7	0,037
	Räystäesteline 1,1	0,041
	Kehäteline 0,7	0,043
	Kehäteline 1,1	0,047
	Muurausteline 1,4	0,066

## 4. PYSTYTYKSIEN, SIIRTOJEN JA PURKUJEN KUSTANNUKSET

### 4.1 Kustannuksien laskeminen

Kustannuksia laskettaessa otetaan huomioon vuokratustannukset ja työntekijäkustannukset. Työvaiheiden kustannukset laskettaisiin samalla tavalla, mutta työmenekkejä ei ole määritetty.

Vuokratustannuksia lasketaan kaavalla

$$\text{vuokratustannus (€)} = \frac{\text{työaika (tth)}}{\text{työntekijöiden määrä (tt)}} \times \text{vuokrahinta} \left(\frac{\text{€}}{\text{h}}\right). \quad (1)$$

Työntekijäkustannus lasketaan kaavalla

$$\text{työntekijäkustannus (€)} = \frac{\text{työaika (tth)}}{\text{työntekijöiden määrä (tt)}} \times \text{työntekijäkustannus} \left(\frac{\text{€}}{\text{h}}\right), \quad (2)$$

Jos työntekijöillä ovat samat työntekijäkustannukset. Summaamalla kaava (1) ja kaava (2) saadaan laskettua pystytyksien, siirtojen ja purkujen kustannukset.

Telineiden työmenekissä on käytetty yksikköä teline-m<sup>2</sup>, joka lasketaan kaavalla

$$\text{teline-m}^2 = (\text{telineen leveys (m)} + 2 \times \text{telineen syvyys (m)}) \times \text{telineen korkeus (m)}. \quad (3)$$

Kaavassa (3) on 2 x telineen syvyys, koska teline-m<sup>2</sup> sisältää myös telineiden sivujen m<sup>2</sup>. Telineiden ankkurointien irrotukseen ja kiinnitykseen käytetään julkisivun m<sup>2</sup>:ä, koska telineen syvyys ei vaikuta ankkureiden määrään. Mastolavojen maston purkamisen ja kokoamisen työmenekissä on käytetty yksikköä tth/m, jossa m on maston purettavan osuuden korkeus.

Rakennustelineen ja mastolavan kustannuksia on vaikea verrata, koska työmenekissä on paljon muuttujia, jotka riippuvat työmaasta. Luvussa 4.2 Lasketaan esimerkkinä yhden talon pystytyksien, siirtojen ja purkujen kustannukset. Esimerkkikohteelle on valittu kerrostalolle mahdolliset mitat. Esimerkin tarkoitus on konkretisoida mastolavan ja rakennustelineen kustannuseroja.

### 4.2 Esimerkkikohde

Esimerkkirakennuksen korkeus on 26 m, sivun pituus on 20 m ja sivuja on 4. Rakennuksessa ei ole parvekkeita tai muita ulokkeita, jotka olisivat tiellä. Esimerkkitapauksessa on neljä työntekijää molemmissa tapauksissa, jotta työnopeus olisi suunnilleen sama. Käytössä on kaksi mastolavaa eli kaksi työntekijää per mastolava. Telineetyössä on 4 työntekijää. Siirto nosturilla, mastolavan siirto ilman nosturia ja telinemateriaalin siirto

nipussa tehdään yhdellä työntekijällä esimerkissä. Työntekijöiden kustannukseksi on arvioitu 30 €/h, joka sisältää sosiaalikulut.

Rakennusteline pystytetään yhdelle sivulle ja siirretään seuraavalle, kun työ on tehty yhdellä sivulla. Rakennusteline siis pystytetään neljä kertaa, siirretään kolme kertaa ja puretaan neljä kertaa.

Lasketaan esimerkkiin myös siirrettävä rakennusteline, jonka leveys on 5 m. Näitä telineitä työmaalla on 4. Ne siis pystytetään kerran, jokainen siirretään kolme kertaa ja puretaan kerran. Siirtoja on yhteensä 12. Laskuissa pystytykseen ja purkuun käytetään samaa menettä kuin siirtämättömässä telineessä.

Käytetään esimerkissä mastolavaa Kosmos SC 4000:tta ja Maxus SC5000:tta, jotta saadaan kuva mastolavojen kustannuseroista. Valitaan lavapituudeksi 10,5 m, jotta saadaan kokonainen julkisivu tehtyä kahdella mastolavalla. Mastolavoja siis pystytetään kaksi kertaa, siirretään kuusi kertaa ja puretaan kaksi kertaa. Tietoa, kuinka korkea mastolavaa voi siirtää, ei löydy, joten arvioidaan sen olevan 15 m, joka tekee maston purettavaksi osuudeksi 11 m.

Käytetään esimerkissä julkisivutelineitä, jonka syvyys on 1,1 m, ja muuraustelineitä, jonka syvyys on 1,4 m. Käyttämällä Skanskan konevuokrauksen hakitelien hintoja voidaan laskea rakennustelineen neliöhinnaksi 0,46 €/m<sup>2</sup>/päivä. Tämä on 1,1 m syvän telineen hinta. Työtason neliöhinta on noin 0,06 €/m<sup>2</sup>/päivä, joten lisäämällä se 1,1 m:sen telineen hintaan saadaan suunnilleen 1,4 m syvän telineen hinta. 1,4 m syvän telineen hinta on 0,52 €/m<sup>2</sup>/päivä. Hakitelien ovat 3 x 3 m, minkä takia koko rakennusteline on 21 m leveä ja 27 m korkea.

Kosmoksen hinta on 72,78 €/päivä, ja Maxuksen hinta on 99,25 €/päivä. Tähän hintaan sisältyy 20 m mastoa ja 4,2 m lavaa. Tarvitaan 5 kappaletta 1,25 m korkeita mastonjatkeita ja 4 kappaletta 1,6 m leveitä lavanjatkoja. Tällöin Kosmoksen hinta on 94,98 €/päivä ja Maxuksen hinta on 121,45 €/päivä. Kun muunnetaan päivähinnasta tuntihinnaksi, jaetaan päivähinta kahdeksalla tunnilla, koska se esittää paremmin vuokrahintaa työpäivässä. Taulukossa 4 on vuokrausten tuntihinnat, joissa on koko julkisivun peittävän telineen tuntihinta, ja mastolavoilla on laskettu tuntihinta kahdella lavalla. [12]

Taulukko 4. Vuokrauksen tuntihinnat

Työtaso	hinta (€/h)
Julkisivuteline	32,60
Muurausteline	36,78
2 Kosmosta	23,74
2 Maxusta	30,36

Hintojen selvityksen jälkeen lasketaan työmenekit pystytyksille, siirroille ja puruille. Työmenekien kokonaismäärät on koottu taulukkoon 5. Käyttäen kaavaa (3) saadaan laskettua telineiden työmenekit.

Taulukko 5. *Työmenekit*

<b>työ</b>	<b>Työmenekit (tth)</b>
Mastolavan pystytykset	21,4
Mastolavan siirrot nosturilla	2,4
Mastolavan siirrot muulla	3,6
Mastolavan siirtojen irrotukset ja kiinnitykset	39,6
Mastolavan purut	10,6
Julkisivutelineen pystytys	51,4
Muuraustelineen pystytys	65,2
Neljän julkisivutelineen pystytys	205,5
Neljän muuraustelineen pystytys	260,8
Julkisivutelineen siirrot nosturilla	4,8
Muuraustelineen siirrot nosturilla	4,8
Julkisivutelineen irrotukset ja kiinnitykset	15,6
Muuraustelineen irrotukset ja kiinnitykset	15,6
Julkisivutelineen siirrot nipuissa	10,4
Muuraustelineen siirrot nipuissa	10,7
Julkisivutelineen siirrot käsin	415,6
Muuraustelineen siirrot käsin	426,8
Julkisivutelineen purku	30,6
Muuraustelineen purku	39,1
Neljän julkisivutelineen purku	122,4
Neljän muuraustelineen purku	156,5

Taulukon 5 tuloksista huomataan, että telineen pystytyksiin ja purkuihin menee erittäin paljon aikaa. Taulukossa 5 on laskettu telineiden kaikki pystytykset ja purut. Jos käytetään siirrettäviä telineitä, pystytyksiin ja purkuun menee neljä kertaa vähemmän aikaa kuin siirtämättömiä telineitä käyttäessä, koska niitä ei tarvitse purkaa ja pystyttää siirron yhteydessä. Irrotuksilla ja kiinnityksillä on erikseen työmenekit, vaikka ne ovat osana mastolavojen ja siirrettävien telineiden siirtoja. Telineen siirto käsin on myös erittäin hidasta.

Yhden sivun pystytyksissä mastolava tarvitsee 21,4 tth ja julkisivuteline tarvitsee 51,4 tth. Kahden mastolavan siirto rakennuksen sivulta toiselle tarvitsee 14 tth ja siirrettävän julkisivu telineen siirto tarvitsee 6,8 tth. Jos teline puretaan ja pystytetään joka siirron yhteydessä, se vaatii paljon aikaa verrattuna kokonaisina siirrettäviin vaihtoehtoihin.

Mastolavojen purku yhdeltä sivulta tarvitsee 10,6 tth ja julkisivutelineen purku tarvitsee 30,6 tth.

Kun työajat ja tuntihinnat on selvillä, lasketaan vuokrahinnat ja lisätään niihin työntekijöiden kustannukset. Kustannukset eri töille ovat taulukossa 6. Kustannusten laskennassa on käytetty kaavoja (1) ja (2).

Taulukko 6. *Kustannukset eri töille*

<b>Työ</b>	<b>Kustannukset (€)</b>
Kosmoksen pystytykset	769
Maxuksen pystytykset	804
Kosmoksen siirrot nosturilla	100
Maxuksen siirrot nosturilla	108
Kosmoksen siirrot muulla	151
Maxuksen siirrot muulla	163
Kosmoksen siirtojen irrotukset ja kiinnitykset	1 423
Maxuksen siirtojen irrotukset ja kiinnitykset	1 489
Kosmoksen purut	381
Maxuksen purut	398
Julkisivutelineen pystytys	1 960
Muuraustelineen pystytys	2 556
Neljän julkisivutelineen pystytys	7 839
Neljän muuraustelineen pystytys	10 223
Julkisivutelineen siirrot nosturilla	300
Muuraustelineen siirrot nosturilla	321
Julkisivutelineen irrotukset ja kiinnitykset	595
Muuraustelineen irrotukset ja kiinnitykset	611
Julkisivutelineen siirrot nipuissa	650
Muuraustelineen siirrot nipuissa	713
Julkisivutelineen siirrot käsin	15 855
Muuraustelineen siirrot käsin	16 729
Julkisivutelineen purku	1 167
Muuraustelineen purku	1 533
Neljän julkisivutelineen purku	4 668
Neljän muuraustelineen purku	6 134

Taulukon 6 tuloksista nähdään, että telineen pystytyksiin ja purkamiseen menee paljon rahaa, jos työ tehdään siirtämättömällä telineellä. Telineen siirrot ovat toisaalta edullisempia kuin mastolavojen. Telineiden siirrot käsin ovat niin kalliita verrattuna nipuissa siirtoihin, että niitä ei olla huomioitu taulukossa 7. Taulukossa 7 on eri toteutustapojen pystytyksien, siirtojen ja purkujen yhteenlasketut hinnat.

Taulukko 7. *Yhteenlasketut kustannukset*

<b>Työtapa</b>	<b>Kustannus (€)</b>
Kosmos kustannus nosturilla siirrettäessä	2 674
Maxus kustannus nosturilla siirrettäessä	2 800
Kosmos kustannus muulla siirrettäessä	2 724
Maxus kustannus muulla siirrettäessä	2 854
Siirtämättömän julkisivutelineen kustannus	13 158
Siirtämättömän muuraustelineen kustannus	17 069
Siirrettävän julkisivutelineen kustannus	4 023
Siirrettävän muuraustelineen kustannus	5 021

Taulukosta 7 nähdään, että tähän rakennukseen halvin vaihtoehto on Kosmos- tai Maxus-mastolava. Huomataan myös, että mastolavan siirtovaihtoehdolla ei ole suurta vaikutusta kustannuksiin.

Seinän korkeuden kasvaessa rakennustelineiden työmenekit ja vuokrahinta kasvavat. Mastolavan menekit eivät paljon muutu rakennuksen koon muuttuessa, ja vuokrahinta on melkein suoraan verrannollinen mastolavojen määrään. Tästä voidaan päätellä, että rakennustelineet ovat halvempia kuin mastolavat matalissa rakennuksissa ja mastolavat ovat halvempia korkeissa rakennuksissa. Pystytyksen, siirtojen ja purun kustannuksien merkitys vähenee, mitä kauemmin niitä tarvitaan työnteossa, jolloin vuokratustannuksien ero tulee oleellisemmaksi kuin työntekijätuntien ero.

Lasketaan vielä työvaiheen kustannukset, kun otetaan huomioon työntekijöiden kustannukset ja vuokratustannukset. Viikossa maksetaan vuokra viitenä päivänä. Työntekijöille maksetaan kahdeksasta tunnista päivittäin viitenä päivänä viikossa. Oletetaan, että työnteke mastolavoilla ja rakennustelineillä vie yhtä paljon aikaa. Taulukossa 8 on esitetty työvaiheen kustannukset eri työvaiheen kestoilla.

Taulukko 8. *Työvaiheen kustannukset*

<b>Työn kesto</b>	<b>Kosmos (€)</b>	<b>Maxus (€)</b>	<b>Julkisivuteline (€)</b>	<b>Muurausteline (€)</b>
1 viikko	5 750	6 015	6 104	6 271
2 viikkoa	11 500	12 029	12 208	12 542
3 viikkoa	17 249	18 044	18 312	18 813
4 viikkoa	22 999	24 058	24 416	25 084
5 viikkoa	28 749	30 073	30 521	31 355
6 viikkoa	34 499	36 087	36 625	37 626
7 viikkoa	40 249	42 102	42 729	43 897
8 viikkoa	45 998	48 116	48 833	50 168

Taulukon 8 tuloksissa halvin vaihtoehto on se, jolla on pienin vuokra, koska työntekijöiden kustannukset ovat samat joka vaihtoehdolla. Mitä kauemmin työvaihe kestää, sitä tärkeämmäksi vuokrakustannuksien ero tulee. Myös pystytyksien, siirtojen ja purkujen kustannuksien merkitys pienenee, mitä kauemmin työvaihe kestää.

## 5. YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli saada selvää mastolavan ja rakennustelineen kustannuseroista. Työ tehtiin, koska mastolavaa ja rakennustelinettä käytetään samanlaisissa kohteissa. Kustannuserojen lisäksi työssä selvitettiin miten mastolava sekä rakennusteline pystytetään, siirretään ja puretaan. Myös mastolavan ja rakennustelineen käyttöä käytiin läpi.

Kustannuseroja selvitettiin käyttämällä pystytyksien, siirtojen ja purkujen kustannuseroja. Työvaiheessakin on kustannuseroja, mutta tässä työssä niitä ei selvitetty.

Työvaiheessa on työnopeus eroja eri töillä, mitkä vaikuttavat kustannuksiin. Näistä ei ole valmista tietoa löydettävissä. Aiheesta voisi tehdä tutkimuksen, mikä selvittäisi työnopeuseroja.

Mastolavoja ja rakennustelineitä molempia käytetään julkisivurakentamisessa. Molemmilla on omat työkohteet, mutta on myös kohteita mihin molemmat sopivat. Molemmat pystytetään, ankkuroidaan, siirretään ja puretaan omilla tavoilla ja erilaisilla työmenekkeillä. Työmenekkejä ei löydy aivan kaikelle, joten täytyy tehdä arvioita ja olettamuksia, että saadaan kustannuksia laskettua.

Työnteossa mastolava on parempi työasennon ja mahdollisesti työnopeuden kannalta verrattuna rakennustelineeseen. Materiaaleja ei saada mastolavalle helposti, ellei ole nosturia siihen tarkoitukseen. Rakennustelineelläkin saadaan työtä tehtyä. Rakennustelineelle saadaan materiaaleja helposti, jos on siihen tarkoitettu työntekijä.

Korkeissa kohteissa mastolavan pystytys ja purku on huomattavasti nopeampaa. Matalissa kohteissa rakennustelineen pystytys ja purku on nopeampaa. Jos teline voidaan siirtää kokonaisena, telineen siirto on nopeampaa kuin mastolavan siirto.

Esimerkkilaskussa mastolava tuli halvemmaksi pystytyksien, siirtojen ja purkujen kannalta. Tämä tulos voi muuttua helposti talon mittojen, työntekijöiden määrän, palkan tai vuokrahintojen muuttuessa. Laskujen vuokrahinnat varsinkin voivat muuttua paljonkin, koska yrityksillä on yleensä omat sovitut hinnat vuokrayrityksien kanssa. Laskuissa myös ei ole otettu huomioon työtehtävän aikaa, mikä on mahdollisesti iso osa kustannuksia.

On siis vaikea poissulkea kumpaakaan vaihtoehtoa, koska mastolava on käytännöllisempi tai halvempi joissain vaihtoehtoissa, kun taas rakennusteline on käytännöllisempi tai halvempi toisessa.



Yleensä rakennusteline on halvempi matalissa ja leveissä kohteissa. Mastolava taas on yleensä halvempi korkeissa kohteissa. Tähän liittyy paljon muuttujia, jotka muuttavat tuloksia. On myös tärkeää, että valittu vaihtoehto soveltuu kohteeseen ja työtehtävään.

# LÄHTEET

- [1] SC4000 käyttö- ja huolto-ohjekirja. Oy Scaninter Nokia Ltd. 2008. Saatavissa: <https://www.ramirent.fi/vuokraa/fi-d6229e7/hissit-ja-mastolavat/3af82b4/mastolavat/008236022979/sc-4000-tyolava> > käyttöohje
- [2] SC5000 käyttö- ja huolto-ohjekirja. Oy Scaninter Nokia Ltd. 2002. Saatavissa: <https://www.ramirent.fi/vuokraa/fi-d6229e7/hissit-ja-mastolavat/3af82b4/mastolavat/008235018528/sc-5000-tyolava> > käyttöohje
- [3] Mast climbing workplatform Kosmos SC4000. Oy Scaninter Nokia Ltd. 2013. Saatavissa: <https://www.ramirent.fi/vuokraa/fi-d6229e7/hissit-ja-mastolavat/3af82b4/mastolavat/008236022979/sc-4000-tyolava> > Tekniset tiedot
- [4] Mastotyölava Maxus SC5000. Oy Scaninter Nokia Ltd. 2014. Saatavissa: <https://www.ramirent.fi/vuokraa/fi-d6229e7/hissit-ja-mastolavat/3af82b4/mastolavat/008235018528/sc-5000-tyolava> > tekniset tiedot
- [5] Nostot ja siirrot, Rakennustietosäätiö, RT S-1211, 2004.
- [6] Rakennustöiden menekit, Rakennustietosäätiö, RT KI-6017, 2010.
- [7] V. Ekholm, Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Espoo 2003, saatavissa: <https://www.vtt.fi/haku/Pages/results.aspx?k=mastolava> > T2214
- [8] H. Koski, Kerrostalon julkisivumuuraus työsuunnitteluopas, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Tampere 2003, saatavissa: [https://wienerberger.evia-net.fi/download.php/download/Document\\_data/369/Kerrostalon\\_julkisivumuuraus\\_opas.pdf?wbid=2](https://wienerberger.evia-net.fi/download.php/download/Document_data/369/Kerrostalon_julkisivumuuraus_opas.pdf?wbid=2)
- [9] Telinetyö, Rakennustietosäätiö, RT 0415, 2013.
- [10] A. Vasica, Rakennustelineet. Mitä pitää huomioida telineitä perustettaessa?, saatavissa: <https://telinekataja.fi/rakennustelineet-mita-pitaa-huomioida-telineita-perustettaessa/>
- [11] Muuraus- ja kivityöt 1997-2005, Rakennustietosäätiö, RT T-429, 2006.
- [12] Vuokraus hinnasto 2015, Cramo, saatavilla: <https://docplayer.fi/3831985-Vuokraus-hinnasto-2015-hinnasto-voimassa-1-6-2015-alkaen-suomi-mainio-paiva-tyomaalla.html>