

Tuomas Paaso

JULKISIVUTYYYPIN VALINTA PERUSTAJAURAKOITSIJAN NÄKÖKULMASTA

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Kesäkuu 2020

TIIVISTELMÄ

Tuomas Paaso: Julkisivutyypin valinta perustajaurakoitsijan näkökulmasta (Selection of facade from developers perspective)

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Rakennustekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma

Kesäkuu 2020

Työn tarkoituksena on löytää perustajaurakoitsijan kerrostalokohteelle sopivin julkisivutyyppejä sekä määrittää tarvittavat kriteerit vertailua varten. Vertailtaviksi vaihtoehtoisiksi valittiin muurattu, rapattu ja puupaneloitu julkisivu. Riittäväillä pohjatiedoilla voidaan tehdä tarvittavat johtopäätökset kaikissa vertailtavissa tutkimuksen osa-alueissa, joista parhaiten pärjäävä julkisivutyyppejä valitaan kerrostalokohteeseen. Tutkimuksen tulee vasta kysymyksiin: Mikä on sopivin julkisivutyyppejä kerrostalokohteelle perustajaurakoitsijan näkökulmasta? Mitkä ovat tärkeimmät kriteerit, joilla vertailua voi tehdä eri julkisivutyyppejä välillä?

Teorian ja vertailevien menetelmien aineistona käytettiin pääasiassa Ratu-kortiston aineistoa ja alan kirjallisuutta. Kustannuslaskennassa julkisivumateriaalien hinnat saatiin kahdelta eri rautakaupalta, joiden tarjouspyynnöistä laskettiin keskiarvot kaikille käytettäville materiaaleille. Vuokratilustalon hinnoissa tiedusteltiin kahta rakennuskonevuokraamoaa, joista saatiin vuokratilustalon hinnat sekä työmaalla tapahtuvien siirtojen ja töstöjen hinnat.

Julkisivutyyppejä eri työvaiheet ja toteutusmenetelmät eroavat toisistaan, siksi työn alussa lukijaa johdatellaan eri julkisivutyyppejä materiaalien ominaisuuksiin ja työvaiheisiin. Työajan laskennassa perehdytään julkisivutyyppejä eri työvaiheiden kestoon ja kuinka suuren osuuden työvaiheet vievät kokonaisajasta. Jokaisessa eri julkisivutyön keston laskennassa käytettiin kahta eri kokoonpanolla olevaa työryhmää, joissa rakennusammatti- ja rakennusmiesten määrät vaihtelivat. Tällöin saadaan realistinen kuva työn kokonaiskestosta sekä siihen vaadittavasta työvoimasta. Kustannuslaskentaosuudessa työlle määritettiin hinta kustannusperusteisesti, työn kestoista saatujen tulosten perusteella. Vuokratilustalon kustannukset muodostuivat kuukausivuokrasta ja työmaalla tapahtuvista pystytyksistä sekä siirroista. Materiaalikustannukset saatiin Ratu-kortiston ja materiaalivalmistajien esittämien menekkien sekä rautakauppojen hintatarjouksien avulla. Laatuvaatimukset määriteltiin kirjallisuudesta saatavien tietojen pohjalta, ne vertailivat itse julkisivumateriaalin, töstettävän pinnan, työvaiheiden ja rakentamisajankohdan asettamia laatuvaatimuksia.

Saatujen tulosten pohjalta puupaneloitu julkisivu on työkestoltaan kaikista lyhyin. Kokonaistyöaika oli vain noin puolet mitä rapatulla julkisivulla, kun työ suoritetaan samankokoisella työryhmällä. Kustannuslaskujen perusteella kalleimmaksi julkisivuratkaisuksi tulee muurattu ja halvimmaksi puupaneloitu, sen ollessa 43 % muurattua halvempi. Julkisivujen asettamien eri vaatimusten pohjalta ei voida todeta tietyn julkisivun olevan toista parempi.

Avainsanat: työvaiheet, vertailevat menetelmät, työaika, kustannukset, laatuvaatimukset

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	1
1.3 Aiheen rajaus	2
1.4 Tutkimuksen rakenne ja menetelmät.....	2
2. VERTAILTAVAT JULKISIVUT	3
2.1 Taustatietoa julkisivuista	3
2.2 Muurattu julkisivu	4
2.3 Muuraustyön sisältö	4
2.4 Rapattu julkisivu.....	5
2.5 Rappaustyön sisältö.....	6
2.6 Puuverhoiltu julkisivu.....	7
2.7 Puuverhoustyön sisältö	7
3. JULKISIVUOITA VERTAILEVAT MENETELMÄT	10
3.1 Kerrostalokohde.....	10
3.2 Työn kesto	11
3.2.1 Muurattu julkisivu	11
3.2.2 Rapattu julkisivu.....	14
3.2.3 Puuverhoiltu julkisivu	17
3.3 Kustannuslaskenta.....	20
3.3.1 Muuratun julkisivun kustannukset	22
3.3.2 Rapatun julkisivun kustannukset	23
3.3.3 Puupaneloidun julkisivun kustannukset.....	25
3.3.4 Kokonaiskustannukset	27
3.4 Julkisivujen asettamat vaatimukset	28
3.4.1 Vaatimukset työstettävälle alustalle	29
3.4.2 Materiaaleja koskevat vaatimukset	30
3.4.3 Työskentelyltä edellytettävät vaatimukset	32
3.4.4 Sääolosuhteiden asettamat vaatimukset.....	35
4. JULKISIVUTYYPIN VALINTA KOHTEESEEN	37
4.1 Työn keston tulokset	37
4.2 Kokonaiskustannusten tulokset.....	38
4.3 Päätelmät julkisivujen asettamista vaatimuksista	39
4.4 Lopulliset johtopäätökset.....	40
5. YHTEENVETO.....	41

5.1	Tulosten yhteenveto.....	41
5.2	Käytettyjen kriteerien vertailu	42
5.3	Loppupohdinta	42
LÄHTEET	44

1. JOHDANTO

Julkisivu on rakennuksen näkyvin osa. Varsinkin kerrostaloissa seinäpinta-alan ollessa suuri, on julkisivulla merkittävä vaikutus rakennuksen kokonaisilmeen kannalta. Siksi julkisivua valittaessa tulee kiinnittää pelkän hinnan lisäksi huomiota asennettavuuteen, työhön liittyviin vaatimuksiin sekä muihin ominaisuuksiin.

1.1 Tausta

Tutkimus liittyy perustajaurakoitsijan kerrostalohankkeeseen, jossa pyritään löytämään sopivin julkisivuvaihtoehto. Tutkittavia kriteerejä tulee olla tarpeeksi, jotta vertailua voidaan tehdä eri julkisivutyyppeiden välillä. Vertailtaviksi julkisivutyypeiksi valittiin tähän työhön muurattu, rapattu ja puupaneloitu julkisivu.

Aihetta tutkittaessa tulisi saada ymmärrys siitä, mikä on sopivin julkisivuvaihtoehto kerrostalokohteelle. Perustajaurakoitsijoille tämä tieto on tärkeää, kun julkisivutyyppeihin saa itse vaikuttaa. Tällöin tulee siis valinta tehdä monien kriteerien mukaan, eikä pelkästään hinta ole määräävä tekijä.

1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on määrittää sopivin julkisivutyyppi perustajaurakoitsijan kerrostalokohteeseen. Valinta tapahtuu vertailemalla julkisivuja eri kriteereillä, jotka ovat perustajaurakoitsijan kannalta tärkeitä. Riittäväillä pohjatiedoilla voidaan tehdä tarvittavat johtopäätökset valintaan liittyen. Tutkimus siis pyrkii esittämään tärkeimmät kriteerit, joilla julkisivuja voidaan vertailla keskenään, sekä löytää tarvittava tieto sitä varten. Lopuksi kriteerien tutkimustuloksista tehdään johtopäätökset ja löydetään sopivin julkisivutyyppi kerrostalokohteelle.

Tutkimusongelmana työssä voidaan pitää sopivan julkisivutyypin löytämistä kerrostalokohteelle. Työn tulee vastata kysymyksiin: Mikä on sopivin julkisivutyyppi kerrostalokohteelle perustajaurakoitsijan näkökulmasta? Mitkä ovat tärkeimmät kriteerit, joilla vertailua voi tehdä eri julkisivutyyppeiden välillä?

1.3 Aiheen rajaus

Työssä tutkitaan muurattuja, rapattuja sekä puupaneloituja julkisivutyyppejä kerrostalorakentamisessa. Eri julkisivutyypeistä esitellään tietyt rakenneratkaisut, jotta kustannus- ja työmenekkilaskenta voidaan tehdä. Esimerkkikohteen runko- ja eristeratkaisu on sama jokaista julkisivutyyppeä tutkittaessa, joten työssä ei kiinnitetä huomiota miten eri runko- tai eristevaihtoehto vaikuttaisi valintaan. Kohteelle määrätään kerrosten lukumäärä ja julkisivun pinta-ala, jotta vertailu on mahdollista.

Kohteen julkisivutyön toteutukselle ei ole määrätty tiettyä ajankohtaa, vaan työssä otetaan huomioon eri vaihtoehtojen soveltuvuus eri vuodenajoille. Työn tarkoituksena on kertoa yleisellä tasolla julkisivuvaihtoehtojen valintakriteereistä. Julkisivutyypien ominaisuuksia vertailtaessa otetaan huomioon sekä rakenteelliset että rakentamistekniset seikat. Vertailua ei kumminkaan syvennetä ulkonäön puolelle, mikä ei olisikaan mahdollista kirjallisuustutkimuksessa. Julkisivujen ominaisuuksista etsitään muita vertailtavia kriteerejä työn hinnan ja keston lisäksi.

1.4 Tutkimuksen rakenne ja menetelmät

Alussa työn tausta esitellään ja kerrotaan yleistietoa julkisivuista. Tämän jälkeen jokaisesta vertailtavasta julkisivutyypistä kerrotaan erikseen keskeisimmät tiedot, jotka kiinnostavat perustajaurakoitsijaa. Samalla käydään läpi julkisivujen työvaiheet, joita tarvitaan vertailevissa menetelmissä.

Työvaiheiden kertomisen jälkeen aletaan käsittelemään kriteerejä, joilla julkisivuja voidaan vertailla. Miten eri julkisivuratkaisut eroavat toisistaan, ja kuinka ottaa huomioon merkittävimmät kriteerit, joilla vertailua on järkevää tehdä. Alussa esitellään perustajaurakoitsijan kerrostalokohteen lähtötiedot. Tämän jälkeen käsitellään työnkesto- ja kustannuslaskentaa sekä julkisivujen asettamia vaatimuksia. Näiden tietojen pohjalta esitetään tulokset kriteereittäin ja tehdään valinta julkisivutyypistä. Lopuksi tutkimuksesta tehdään yhteenveto, jossa kerrotaan ydinsisältö tuloksista sekä pohditaan vertailevien kriteerien painoarvoja.

Tutkimus suoritetaan kirjallisuustutkimuksena, eli ei ole tarvetta haastatteluille tai tieteellisille kokeille. Tarvittavat tiedot löytyvät alan julkaisuista ja opinnäytetöistä. Rakennusaika- ja kustannuslaskennan lähtötietomateriaalit löytyvät pääosin Raturkortistoista, itse laskenta suoritetaan Excel-ohjelmalla.

2. VERTAILTAVAT JULKISIVUT

Tässä osiossa esitellään kaikki julkisivutyypit, joita työssä vertaillaan. Alussa kerrotaan tarvittavat taustatiedot julkisivuista, kuten minkälaisia tehtäviä julkisivuilla on ja mitkä kriteerit julkisivuissa kiinnostavat perustajaurakoitsijaa. Tämän jälkeen syvennyttään julkisivutöihin ja kerrotaan oleelliset tiedot vertailevia menetelmiä varten. Näitä ovat kaikki ne työvaiheet, joita käytetään kustannus- ja työaikalaskennassa sekä vaatimusten vertailussa.

2.1 Taustatietoa julkisivuista

Rakennetun ympäristön merkittävimpanä osatekijänä voidaan pitää rakennusten julkisivuja. Näkyvimpanä pintana rakennuksessa julkisivut muodostavat yleisilmeen, joka paljastaa rakennuksen iän, käyttötarkoituksen, rakennustekniikan ja -materiaalit. (Suonto 1997, s. 7)

Julkisivulla on aktiivisia ja passiivisia tehtäviä. Toiminnallisiksi tehtäviksi voidaan katsoa tilojen erotus ulkoilmasta sekä niiden suojaus sään vaikutuksilta. Suomessa tämä tarkoittaa sade- ja tuulensuojaa sekä lämmöneristystä. Julkisivun passiivinen tehtävä on kertoa rakennuksen merkityksestä, sisällöstä ja käyttötarkoituksesta, eli julkisivu on rakennuksen luonteen antava ulkopinta. Julkisivut muodostavat talon seinien lisäksi ympäröivän ulkotilan, katutilan, pihapiirin tai aukion rajat. (Suonto 1997, s. 8) Julkisivun ulkonäkö on rajattu pois tästä tutkimuksesta, sillä keskitytään muihin perustajaurakoitsijaa kiinnostaviin kriteereihin.

Julkisivut jakaantuvat paikallaanrakennettuihin ja tehtaalla valmiiksi tehtyihin elementtirakenteisiin. Paikallaan rakennettuihin julkisivuihin lukeutuvat kaikki perinteisimmät ja pisimpään käytetyt tyypit, kuten hirsirakenteinen, muurattu, rapattu ja puupaneloitu ratkaisu. (Suomi rakentaa 2019) Nykyään käytetään myös keraamisia laattoja julkisivupintana (ABL 2019, s. 13). Elementtijulkisivut jätettiin tässä tutkimuksessa pois, sillä haluttiin vain vertailla julkisivuja, jotka antavat yhtenäisen ilmeen koko kerrostalolle. Siksi tutkimuksessa esitettävät julkisivut ovat kaikki paikan päällä rakennettavia. Tällöin vertailua voidaan tehdä samoista näkökulmista, kuten työmaalla käytetyn rakentamisajan ja siitä muodostuvien kustannusten pohjalta.

Perustajaurakoitsijan kannalta on tärkeää saada eri julkisivutyypeistä tietoja, joiden pohjalta on järkevää tehdä vertailua, jotta sopivin julkisivutyyppi saadaan valittua kerrostalokohteeseen. Tärkeimmät asiat julkisivuista liittyvät työmaalla tapahtuviin

työsuorituksiin. Julkisivuista tulee siis tietää pelkän kokonaiskustannusten lisäksi työsuoritukseen kuluva kokonaisaika ja mitä vaatimuksia eri julkisivutyypit asettavat työntekijöille sekä käytettäville materiaaleille. Eri julkisivujen työvaiheisiin liittyvät riskit on myös otettava huomioon. Työsuoritukseen kuluva aika on hyvä ottaa huomioon, sillä mitä nopeammin julkisivutyöt saadaan valmiiksi, sitä aiemmin samaan työskentely-ympäristöön liittyviä työvaiheita voidaan aloittaa ja työnjohdon resursseja vapautuu muuhun käyttöön. Julkisivuihin liittyvät vaatimukset on myös hyvä ottaa huomioon, jotta saadaan selville mihin julkisivutyyppeihin liittyy eniten mahdollisia riskejä.

2.2 Muurattu julkisivu

Tiilestä voidaan valmistaa erilaisia julkisivuja, joiden kustannukset ja rakennusajat eroavat toisistaan. Muuraustiiliä on olemassa eri kokoisia ja eri valmistustavalla tehtyjä, mitkä vaikuttavat saatavuuteen ja kustannuksiin. Työstötavoilla on merkitys kokonaistyöaikaan ja kustannuksiin. Näitä tekijöitä ovat erilaiset limitykset, saumavahvuudet, saumamuodot ja eriväristen tiilien käyttö samassa julkisivupinnassa. (Tiili-info, Tiilijulkisivun ulkonäkö 2020) Tässä tutkimuksessa muuratuksi julkisivuvaihtoehdoksi valittiin punasävyinen poltettu tiili, jota on runsaasti tarjolla kotimaisilla markkinoilla. Tiili on rei'itetty RT75, ja sen dimensiot ovat 285x135x75 mm. Tiilen muuraukseen käytetään tavanomaista laastia m100/600. (RT 35-11136 2013, s. 1)

Työssä käytettävä muurattu julkisivu toimii kuorimuurina lämmöneristeen ulkopuolella ja se on sidottu muuraussiteillä ulkoseinän sisäkuoreen, eli betonielementtirunkoon (Pentti 1997, s.28). Kuorimuri on puhtaaksi muurattu, eli siihen ei tehdä päälle mitään rappauksia. Muurauksen ja lämmöneristeen välissä käytetään 40 mm ilmarakoa. (Tiili-info, Suunnitteluohjeet 2020) Tällä ratkaisulla ehkäistään kosteuden kertymistä eristeen ulkopintaan ja aikaansaadaan rakenteen kuivanapito.

2.3 Muuraustyön sisältö

Julkisivumuurauksen työvaiheet voidaan jaotella aloittaviin töihin, julkisivumuuraukseen ja lopettaviin töihin. Aloittaviin töihin sisältyvät materiaalien siirrot sekä koneiden ja kaluston valmistelu. (Ratu 1196-S 2001, s. 2)

Kaikkien julkisivutyyppeiden materiaalien siirroissa otetaan vain huomioon työmaalla tapahtuvat siirrot, eikä oteta mukaan tehtaalta ja vähittäistavarakaupasta muodostuvaa kuljetusketjua työmaalle. Materiaalin siirto työmaalla tapahtuu saatavissa olevan kaluston mukaan, torni- tai ajoneuvonosturilla, kuorman purusta mahdollisimman lähelle

työkohdetta. Materiaalien siirrossa työpisteellä apuna käytetään myös tiilikärryjä sekä kottikärryjä.

Koneiden ja kaluston valmisteluvaiheessa muuraukseen tarvittava välineistö, kuten laastisäiliö sekä -pumppu tuodaan työmaalle ja asennetaan käyttökuntoon (Ratu 1196-S 2001, s. 2). Koko julkisivutyöhön verrattuna muurauskaluston asennus ei vie merkittävästi aikaa, joten sitä ei oteta huomioon työmenekki- tai kustannuslaskennassa.

Kaikissa tutkittavissa julkisivutyöissä käytetään työpisteellä mastolavanostinta, joka toimii vaadittuna työskentelyalustana kuten telineet. Mastolavan asennukseen kuluva aika ei ole merkittävä ja sen toteuttaa ulkopuolinen asennusryhmä. Siksi mastolavan työmenekkiä ei ole otettu huomioon työajan laskennassa. Tämän jälkeen tehdään mittaukset. Siinä asennetaan tarvittavat ohjaimet linjalangan asennusta varten sekä valmistellaan muut mittausvälineet työpisteellä.

Seuraavana työn vaiheena on julkisivumuuraus, joka jakautuu laastinvalmistukseen sekä julkisivumuuraukseen ja -saumaukseen. Lopuksi viimeisessä työvaiheessa työkohteet siivotaan. (Ratu 1196-S 2001, s. 2) Muuraustyö on esitetty kokonaan työvaiheineen alla olevassa listassa (Ratu 1196-S 2001, s. 2).

Aloittavat työt:

- Julkisivumateriaalin purkaminen työmaalla ja siirto työpisteelle
- Muurauskaluston valmistelu ja mastolavan asennus työpisteelle
- Mittaukset

Julkisivumuuraus:

- Laastinvalmistus
- Muuraus ja saumaus

Lopettavat työt:

- Työkohteen siivous

2.4 Rapattu julkisivu

Rappausta valittaessa tulee ensin ottaa huomioon monia tekijöitä, kuten käyttöolosuhteet, rappausalustan rakenne ja työmenetelmät (RT 33-10386 1990, s. 2). Näiden tekijöiden pohjalta valitaan sopivin rappaustyyppi. Lisäksi rappaustyyppillä, -materiaalilla ja -pinnan työstötavalla on merkitystä rakennusaikaan ja kustannuksiin. (RT 33-10386 1990, s. 2). Työssä rapatuksi julkisivutyypiksi valittiin kolmikerrosrappaus, joka

koostuu tartunta-, täyttö- ja pintarappauksesta. Työajan ja kustannusten minimoimiseksi pintarappauksen materiaaliksi valittiin värjätty jalolaasti, jossa väriaine sisältyy itse laastiin ja erillistä maalausta ei tarvita. (Pyysalo 1997, s. 734)

Ensimmäisen kerroksen, eli tartuntarappauksen, tehtävään kuuluu toimia tartuntapintana seuraavalle kerrokselle sekä tasata rappausalustan ominaisuuksia. Tartuntarappauksella on ohut kerrospaksuus n. 2 mm ja sen tulee peittää 90 % alustasta. Suurin raekoko tälle rappauskerrokselle on maksimissaan 3–4 mm. Seuraavan kerroksen, eli täyttörappauksen, tehtävänä on tasata ja oikaista alustan epätasaisuudet sekä antaa sopiva tartuntapinta pintarappaukselle. Täyttörappauskerroksen paksuus on tavallisesti 1–20 mm. Viimeisimpänä kerroksena on pintarappaus, joka muodostaa kolmikerrosrappauksen uloimman kerroksen. Pintarappauksella saadaan aikaan haluttu ulkonäkö laastin runkoaineen laadun, rakeisuuden, levitystavan ja värin avulla. (RT 33-10386 1990, s. 2)

2.5 Rappaustyön sisältö

Julkisivurappaustyö jaotellaan muuraustyön tapaisesti aloittaviin töihin, julkisivurappaukseen ja lopettaviin töihin. Aloittavat työt eritellään materiaalien siirtoon, koneiden ja kaluston valmisteluun sekä suojaukseen. (Ratu 1196-S 2001, s.18)

Seuraavana vaiheena julkisivurappauksessa on pinnan esikäsittely, jossa puhdistetaan ja kostutetaan rapattava pinta. Tämän jälkeen on vuorossa kolmikerrosrappaus, jossa ensimmäisessä vaiheessa asennetaan rappausverkko ennen tartuntarappausta. (Ratu 1196-S, 2001, s. 18) Työn aikana tulee huomioida tartuntarappauksen riittävä kovettuminen, 1–2 vuorokautta, ennen seuraavaa rappauskerrosta. Seuraavaksi täyttörappauksessa pintaan ruiskutetaan maksimissaan 20 mm kerros laastia ja se tasataan oikolaudalla suoraksi vetämällä, sekä tarvittaessa puuhierretään varovasti, jolloin pintaan ei jää tartuntaa heikentävää sideainekalvoa. Lopuksi pintaan tehdään pintarappaus. Kaikissa rappausvaiheissa laasti levitetään seinään rappauspumpulla. (RT 33-10386 1990, s. 2) Viimeiseksi lopettaviin työvaiheisiin kuuluu työkohteen siivous ja jätteiden lajittelu sekä suojausten purku ja jälkihoito (Ratu 1196-S 2001, s. 18). Rappaustyö on esitettyinä työvaiheineen alla olevassa listassa (Ratu 1196-S 2001, s. 18).

Aloittavat työt:

- Julkisivumateriaalin purkaminen työmaalla ja siirto työpisteelle
- Rappauskaluston valmistelu ja mastolavanostimen asennus työpisteelle

- Mittaustyö ja linjalautojen asennus
- Liittyvien rakenteiden suojaus

Julkisivurappaus:

- Pinnan esikäsitteleminen: puhdistus, kostutus
- Tartuntarappaus ja rappausverkon asennus
- Rappauslaastin valmistus
- Täyttö- ja pintarappaus

Lopettavat työt:

- Työkohteen siivous
- Suojausten purku ja jälkihoito

2.6 Puuverhoiltu julkisivu

Kerrostalarakentamisessa kantavana rakenteena on yleensä käytetty betonia, joten puun käyttö on rajoittunut puuverhouksiin parvekkeiden taustaseinissä ja ikkunanauhojen umpiosissa. (Saari 1997, s. 32) Tässä työssä puuverhoiltu julkisivu on otettu mukaan, jotta tulisi käsitys siitä, pystyykö se ominaisuuksillaan kilpailemaan rapatun ja muuratun julkisivun kanssa.

Rakennusaikaan ja kustannuksiin puupanelointityössä vaikuttavat käytettävä ulkoverhoustyyli sekä verhouslauta. Tässä työssä puujulkisivu tehdään vaakaverhouksena, täyspontillisesta muotohöllytyksestä ulkoverhouslaudasta UTV, jonka mitat ovat 28x170 mm (Ratu 0418 2013, s. 4). Verhouslauta on pohjamaalattua, jolloin se säilyy paremmin työmaaolosuhteissa sekä vähentää työvaiheita ja nopeuttaa koko työprosessia.

2.7 Puuverhoustyön sisältö

Puuverhouksessa työvaiheet jaotellaan myös aloittaviin töihin, julkisivun puuverhoukseen ja lopettaviin töihin. Aloittavat työt etenevät samassa järjestyksessä kuin rappauksissa, mutta suojausta ulkoseinään ei tarvitse vielä tehdä. (Ratu 1196-S 2001, s. 10) Puuverhoustyö ei sotke muita rakenteita kuten rappaustyö, joten ikkunoita ja muita ulkoseinään liittyviä rakenteita ei tarvitse suojata kuin vasta maalausvaiheessa.

Julkisivun puuverhouksessa tehdään tarvittavat mittaukset, työstetään puumateriaali, asennetaan runkotolpat eristyksen väliin, koolataan ulkoseinä ja asennetaan

ulkoverhous (Ratu 1196-S 2001, s. 10). Sitten tehdään tarvittavat mittaukset ja suunnitellaan lautajako. Varmistetaan ulkoverhouslautojen kosteus, joka saa enintään olla 18 paino-%. Tämän jälkeen tehdään tarvittavat työtöt verhousmateriaalille eli katkaisut ja muotoleikkaukset. Lisäksi maalataan ulkopintaan jäävät katkaisukohtat kahteen kertaan samalla pintakäsittelyaineella, jolla ne on alun perin maalattu. Seuraavaksi koolausvaiheessa kiinnitetään pystysuorat naulauspuut tuulensuojalevyn päälle runkotolppien kohdalle sekä aukkojen ja nurkkien pieliin.

Verhouksen asennusvaiheessa aluksi kiinnitetään seinän alin lautarivi, jonka tulee olla tarpeeksi suora, pitkä ja hyvälaatuinen, jotta ulkoverhouksesta tulee mahdollisimman laadukas. Alinta lautaa saa kaventaa vain kolmanneksen leveydestään urapontin puolelta. Kaventamisella aikaansaadaan alalaitaan tippanokka, joka ohjaa mahdolliset vedet pois laudasta. Aluslaudan jälkeen kiinnitetään muut verhouslaudat. Kiinnitykset tapahtuvat aina jokaisen naulauspuun kohdalla, siten että yli 95 mm leveät laudat kiinnitetään aina kahdella naulalla, mutta kapeammissa laudoissa riittää vain yksi. Yhdellä naulalla kiinnittäessä se tulee noin kolmanneksen päähän laudan alaosaan. Jatkokset vaakaverhouksessa tehdään päätyponttijatkoksin eli liitoksessa tulee kummassakin laudassa olla päätypontit. Jatkoksen ei kumminkaan tarvitse olla pystykoolauksen kohdalla.

Ulkoverhouksen asennuksen jälkeen suoritetaan julkisivun maalaus. Työvaiheen alussa maalattavasta pinnasta suojataan kaikki ikkunat ja aukot. Tämän jälkeen julkisivu maalataan kahteen kertaan. Maalauksen aikana varmistetaan, että jatkoskohdat, saumat ja naulankannat saavat yhtenäisen maalipinnan. Lopuksi mahdolliset työnaikaiset suojaukset poistetaan ja työkohte siivotaan sekä jätteet lajitellaan. (Ratu 0418 2013, s.9–12) Alla on esitetty puuverhoustyön vaiheet (Ratu 1196-S 2001, s. 10).

Aloittavat työt:

- Julkisivumateriaalin purkaminen työmaalla ja siirto työpisteelle
- Panelointikaluston siirto ja mastolavanostimen asennus työpisteelle
- Mittaukset

Julkisivun puuverhous:

- Puumateriaalin työstö
- Runkotolppien ja pystykoolauksen asennus
- Verhoustyö

Julkisivumaalaus:

- Materiaalien siirrot
- Ovien ja ikkunoiden suojaus sekä suojausten poisto
- Maalaus

Lopettavat työt:

- Työkohteen siivous

3. JULKISIVUTÖITÄ VERTAILEVAT MENETELMÄT

Vertailevissa menetelmissä käytetään sopivia näkökulmia, joista vertailua on järkevää tehdä eri julkisivutyypeille perustajaurakoitsijan kannalta. Työn keston ja kustannuslaskennan lisäksi on tuotu esille muitakin seikkoja, jotka ovat merkittäviä valinnan kannalta. Niistä selviää, mitä vaatimuksia eri julkisivutyypit asettavat itse työsuoritusta tekevälle urakoitsijalle sekä esimerkiksi työskentely-ympäristölle.

3.1 Kerrostalokohde

Tässä työssä perustajaurakoitsija on hankkinut itse tontin, jolle rakentaa kerrostalon. Tontti sijaitsee Tampereen alueella. Rakentamisajankohtaa ei ole vielä päätetty, joten vertailussa otetaan kesä- ja talviajankohta huomioon. Kerrostalokohteelle ei ole määritetty tiettyä julkisivutyyppejä, joten urakoitsijalle on tärkeää löytää sopivin vaihtoehto.

Kerrostalo on viisikerroksinen ja rungoksi on valittu betonielementtiratkaisu. Ulkoseinät ovat sisäkuorielementtejä, sekä kantavalta ja ei-kantavalta osalta. Eristeenä ulkoseinissä käytetään kivivillaa. Vertailussa ei siis oteta huomioon eri ulkoseinäeristeitä tai niiden asentamiseen liittyviä työvaiheita. Työmenekki- ja kustannuslaskennassa otetaan huomioon, että julkisivutöiden aikana työmaalla on käytettävissä torni- tai autonosturi, joka helpottaa julkisivumateriaalien ja työskentelyssä käytettävien mastolavojen siirtoja. Kerrostalon julkisivun alasta tietty osa on ikkunoita, mikä vaikuttaa materiaalilaskentaan, mutta ei välttämättä työmenekkilaskentaan. Taulukossa 1 on esitetty kohteen tiedot, joita tarvitaan jäljempänä julkisivuja vertailtavissa menetelmissä.

Taulukko 1 Kerrostalokohteen tiedot.

Kohteen tiedot	
Kerrostosten lukumäärä	5 krs
Rakennuksen piiri	84 m
Kerroskorkeus	3,5 m
Yhden kerroksen julkisivun pinta-ala	294 m ²
Julkisivun kokonaispinta-ala	1470 m ²
Ikkunoiden pinta-ala julkisivusta	20 %
Julkisivumateriaalin pinta-ala	1176 m ²

Taulukossa 1 ikkuna-alan osuus julkisivusta on päätetty olevan 20 %. Työmäärän laskennassa niissä julkisivutyypeissä, joista ei ole annettu ikkuna-aukoja huomioivaa työkerrointa, on käytetty julkisivumateriaalin pinta-alaa. Siinä ikkuna-alat on vähennetty

julkisivun kokonaisalasta. viisikerroksisen kerrostalon kokonaiskorkeudeksi tulee n. 18 m, kun kerroskorkeutena on 3,5 m.

3.2 Työn kesto

Osiassa selvitetään jokaisen julkisivutyypin työn kesto työvaiheittain sekä kokonaisuudessaan. Työn kesto ilmoitetaan kokonaisena työntekijätuntimääränä sekä jaotellaan eri työryhmille ja myös työryhmän sisällä työntekijäkohtaisesti, jotta tulisi käsitys, kauanko työtä kokonaisuudessaan tehdään työmaalla.

Jokaisen vertailtavan julkisivutyypin alussa ilmoitetaan laskennassa käytettävä julkisivuuala ja kertoimet. Tämän jälkeen esitetään työmenekit ja työn kesto työvuoroaikoina T3. Työmenekeistä laskettiin vielä 3–4 eri työryhmälle työn kokonaiskestot. Työryhmät koostuvat rakennusammattimiehistä, ram, ja rakennusmiehistä, rm. Tällöin hahmottuu paremmin kauanko työmaalla kyseinen työvaihe kestää. Siksi työryhmän koolla on suuri merkitys työn kokonaiskeston.

Työryhmien taulukoissa on pyritty siihen, että työt jakautuisivat tasaisesti rakennusammatti- ja rakennusmiehille, jolloin ei syntyisi odottelua työvaiheiden välillä ja saataisiin kokonaistyönkesto pysymään mahdollisimman lyhyenä. Töiden jaottelussa rakennusammatti- ja rakennusmiehen välillä on pyritty vaativista töistä antamaan suurin osa rakennusammattimiehelle ja vähemmän vaativat työt rakennusmiehelle. Työryhmistä valittiin kaksi parasta julkisivutyypeittäin kokonaistyöajan ja työtehokkuuden suhteen. Taulukoissa työvuoro, tv, on 8 tuntia pitkä työpäivä ja viikko koostuu viidestä työvuorosta. Lopulliset työn kokonaiskestot taulukoissa ovat määräytyneet joko rakennusammatti- tai rakennusmiehen mukaan, riippuen siitä, kummalla on pidempi kokonaistyöaika.

3.2.1 Muurattu julkisivu

Muuratun julkisivun työmenekkiin liittyvät kertoimet, sekä laskuissa käytettävä julkisivuuala on ilmoitettu taulukossa 2. Muuraustyötä voidaan tehdä talvella, joten talviolosuhteista aiheutuva työajan lisäkerroin on myös esitetty.

Taulukko 2. Muuraustyön kertoimet (Ratu 1196-S 2001, s. 4).

Muuraustyö	Menekki	Yksikkö
Käytettävä julkisivun pinta-ala	1470	m ²
Alasta johtuva korjauskerroin	0,97	
Lämpötilasta johtuva kerroin, talvi -5 °C	1,25	

Taulukossa 2 käytetään julkisivun kokonaisalaa, koska työmenekkiä laskettaessa ikkuna-aukot huomioidaan muurattavaan alaan. Ikkunapielien sekä ikkuna-aukkojen kannatinpalkkien muuraus on normaalia haastavampaa, joten otettaessa koko ikkuna-ala mukaan saadaan työmäärä kompensoitua oikeaksi. Seuraavaksi on laskettu julkisivualan ja korjauskertoimien avulla kokonaistyömäärä työntekijätunneissa, tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Muuraustyön menekki (Ratu 1196-S 2001, s. 3).

Muuraustyö	Nimellinen työmenekki		Korjattu työmenekki		Työmenekki talvi	
Aloittavat työt:						
Tiilien siirto, nosturi	0,05	tth/m ²	0,05	tth/m ²	0,06	tth/m ²
Mittaustyö	0,07	tth/m ²	0,07	tth/m ²	0,08	tth/m ²
Yhteensä	0,12	tth/m ²	0,12	tth/m ²	0,15	tth/m ²
Julkisivumuuraus:						
Laastinvalmistus	0,20	tth/m ²	0,19	tth/m ²	0,24	tth/m ²
Julkisivumuuraus, puhtaaksi muuraten	0,46	tth/m ²	0,45	tth/m ²	0,56	tth/m ²
Yhteensä	0,66	tth/m ²	0,64	tth/m ²	0,80	tth/m ²
Lopettava työ:						
Siivous ja suojaus	0,02	tth/m ²	0,02	tth/m ²	0,025	tth/m ²
Työmenekki yhteensä	0,80	tth/m ²	0,78	tth/m ²	0,97	tth/m ²
	1176	tth	1142	tth	1427	tth

Taulukosta 3 on korjattuun työmenekkiin otettu huomioon julkisivun alasta johtuva korjauskerroin 0,97 taulukosta 2, mikä hieman pienentää työmenekkiä. Kun julkisivun ala on suuri, työmenekkiä pienennetään, koska työtä tehdessä työntekijä harjaantuu tekemäänsä työvaiheeseen ja näin ollen saa sen nopeammin tehtyä. Korjauskerroin sisältyy kaikissa työmenekkitaulukoissa vain itse päätyövaiheeseen. Aloittavista sekä lopettavista työvaiheista kerroin on jätetty pois, sillä oletetaan ettei työntekijällä kasva työtulos niissä samalla tavalla kuin päätyövaiheessa.

Taulukon 3 tuloksista nähdään, kuinka kokonaistyömenekistä noin puolet menee itse muuraukseen ja loput ajasta valmisteleviin sekä avustaviin töihin. Tällöin

muuraustyövaiheen optimoinnilla voidaan saada suuri vaikutus kokonaistyöaikaan. Laastinvalmistusvaiheen työmenekissä on otettu huomioon, että laasti pumpataan työpisteelle. Talvella työmenekki kasvaa ja muuraustyössä se on taulukon 3 mukaan 25 % suurempi kuin normaalisti. Kaikki työvaiheet sijoittuvat ulos, joten talvikerroin on otettu kaikissa työvaiheissa huomioon.

Muuraustyössä työryhmä 1 koostuu yhdestä rakennusammatti- ja rakennusmiehestä, työryhmä 2 koostuu kahdesta rakennusammattimiehestä ja yhdestä rakennusmiehestä sekä työryhmä 3 kolmesta rakennusammattimiehestä ja kahdesta rakennusmiehestä. Taulukossa 4 on esitetty muuraustyön kokonaiskesto työryhmälle 2.

Taulukko 4. Työryhmän 2 muurauksen kesto (Ratu 1196-S 2001, s. 3).

Muuraustyö Työryhmä 2 2ram+1rm	Korjattu työmenekki			Työmenekki talvella		
	ram	rm		ram	rm	
Aloittavat työt:						
Tiilien siirto, nosturi	47,5	23,8	tth	59,4	29,7	tth
Mittaustyö	66,5	33,3	tth	83,2	41,6	tth
Julkisivumuuraus:						
Laastinvalmistus	0,0	285,2	tth	0,0	356,5	tth
Julkisivumuuraus, puhtaaksi muuraten	655,9	0,0	tth	819,9	0,0	tth
Lopettava työ:						
Siivous ja suojaus	0,0	29,4	tth	0,0	36,8	tth
Työmäärä yhteensä	770,0	371,6	tth	962,5	464,5	tth
Työaika per	385,0	371,6	tth	481,2	464,5	tth
työntekijä	48,1	46,5	tv	60,2	58,1	tv
	9,6	9,3	viik.	12,0	11,6	viik.
Työn kesto yhteensä	9,6 viik.			12,0 viik.		

Taulukossa 4 muurari on kaikissa työvaiheissa mukana paitsi laastin valmistuksessa ja siivouksessa. On siis ajateltu, että muurausvaiheen aikana rakennusmies tekee laastia sekä siivoaa ja tekee suojaukset. Niissä työvaiheissa, joihin kummatkin osallistuvat on töistä jaettu 2/3 muurareille ja 1/3 rakennusmiehelle. Tässä taulukossa työn kokonaiskestoksi tuli muurarin kokonaistyöaika. Työn kokonaiskestoja tarkastellessa huomataan, että rakennusmiehen työmäärä on lähellä muurarin työn kestoa. Tällä työntekijäryhmällä kaikille riittää siis työtä yhtäjaksoisesti, eikä odottelua synny. Viimeiseksi laskettiin työryhmän 3 muuraustyön kokonaiskesto taulukkoon 5.

Taulukko 5. Työryhmän 3 muurauksen kesto (Ratu 1196-S 2001, s. 3).

Muuraustyö Työryhmä 3 3ram+2rm	Korjattu työmenekki			Työmenekki talvella		
	ram	rm		ram	rm	
Aloittavat työt:						
Tiilien siirto, nosturi	0,0	71,3	tth	0,0	89,1	tth
Mittaustyö	59,9	39,9	tth	74,9	49,9	tth
Julkisivumuuraus:						
Laastinvalmistus	0,0	285,2	tth	0,0	356,5	tth
Julkisivumuuraus, puhtaaksi muuraten	655,9	0,0	tth	819,9	0,0	tth
Lopettava työ:						
Siivous ja suojaus	0,0	29,4	tth	0,0	36,8	tth
Työmäärä yhteensä	715,8	425,8	tth	894,8	532,3	tth
Työaika per	238,6	212,9	tth	298,3	266,1	tth
työntekijä	29,8	26,6	tv	37,3	33,3	tv
	6,0	5,3	viik.	7,5	6,7	viik.
Työn kesto yhteensä	6,0 viik.			7,5 viik.		

Taulukon 5 työn kokonaiskestoksi saatiin 6 työviikkoa, eli noin 40 % vähemmän mitä työryhmälle 2. Pitää kuitenkin huomioida, että työryhmään 3 kuuluu kaksi työntekijää enemmän kuin työryhmään 2, siis suhteessa yli 50 % enemmän työntekijöitä. Työryhmässä 3 on myös rakennusmiehiä suhteessa enemmän mitä muurareita, siksi rakennusmiehille on annettu suhteessa enemmän töitä. Rakennusmiehet hoitavat tiilien siirron kokonaan ja auttavat muurareita ainoastaan mittauksissa. Työsuhde mittauksessa menee tasaisesti työntekijämäärän mukaan, eli 2/5 työtunneista menee rakennusmiehille ja 3/5 tunneista muurareille.

3.2.2 Rapattu julkisivu

Rapatun julkisivun työnkeston laskentaan liittyvät kertoimet on esitetty taulukossa 6. Erillistä talvimenekkiä ei ole julkisivurappaukselle laskettu, koska se vaatisi erillisen huputuksen ulkoilmasta sekä suojan ja seinän välisen ilmatilan lämmityksen (Ekholm 2003, s. 23). Nämä tekijät nostaisivat huomattavasti kustannuksia, jolloin tulos ei olisi vertailukelpoinen muiden vaihtoehtojen kanssa, jotka eivät erillistä lämmitystä tai huputusta välttämättä tarvitse. Eli tälle julkisivutyypille tulisi talvihintavertailuun huomattavasti enemmän kustannuksia muihin julkisivutyyppeihin verrattuna.

Taulukko 6. Rappaustyön kertoimet (Ratu 1196-S 2001, s. 19).

Rappaustyö	Menekki	Yksikkö
Käytettävä julkisivun pinta-ala	1176	m ²
Alasta johtuva korjauserroin	0,9	
Aukoista johtuva kerroin	1,1	
Lämpötilasta johtuva kerroin, talvi -5 °C	-	

Työajan laskennassa käytettävä pinta-ala on tässä julkisivuvaihtoehdossa seinäpinnan kokonaisala, jossa ikkunoiden ja aukkojen alat on vähennetty pois. Tämä on tehty sen vuoksi, että Ratu-kortistosta löytyy erikseen työmenekin kerroin rapattavalle ikkuna-aukolliselle pinnalle. Julkisivurappauksen työmenekit työvaiheittain on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Rappauksen työmenekki (Ratu 1196-S 2001, s. 20).

Rappaustyö	Nimellinen työmenekki		Korjattu työmenekki	
Aloittavat työt:				
Materiaalien siirrot	0,030	tth/m ²	0,030	tth/m ²
Mittaus ja linjalautojen kiinnitys	0,030	tth/m ²	0,030	tth/m ²
Ovien ja ikkunoiden suojaus , sekä suojausten poisto	0,030	tth/m ²	0,030	tth/m ²
Yhteensä	0,090	tth/m ²	0,090	tth/m ²
Julkisivurappaus:				
Rappausverkon asennus	0,250	tth/m ²	0,248	tth/m ²
Laastin valmistus	0,250	tth/m ²	0,248	tth/m ²
Tartuntarappaus	0,100	tth/m ²	0,099	tth/m ²
Täyttörappaus	0,250	tth/m ²	0,248	tth/m ²
Pintarappaus 2 kertaa ja pinnan hierto	0,200	tth/m ²	0,198	tth/m ²
Yhteensä	1,050	tth/m ²	1,040	tth/m ²
Lopettavat työt:				
Siivous	0,010	tth/m ²	0,010	tth/m ²
Työmenekki yhteensä	1,15	tth/m ²	1,14	tth/m ²
	1352	tth	1340	tth

Taulukossa 7 on muuraustöiden tapaisesti esitetty erikseen korjattu menekki, jossa rapattava ala on otettu työmenekissä huomioon. Työvaiheiden kokonaiskestoja tarkastellessa huomataan aloittavien töiden keston olevan lyhyempi kuin muurauksessa. Pienemmän työnkeston selittää vähemmän vaativampi mittaustyö kuin muurauksessa.

Kaikista taulukon 7 työvaiheista julkisivurappauksen osuus kokonaistyömenekistä on suurin, noin 80 %. Osuus on paljon suurempi kuin julkisivumuurauksessa. Rappauksen suuri osuus kokonaistyöajasta voi johtua monista eri työvaiheista, joita itse rappaukseen sisältyy. Julkisivurappauksessa onkin enemmän työvaiheita muuraukseen verrattuna.

Päätyövaiheen eli itse rappauksen osuuden ollessa suuri, on työryhmäkoonpanoissa rakennusammattimiehien osuus suurempi mitä muuraustyössä. Työryhmä 1 koostuu yhdestä rakennusammatti- ja rakennusmiehestä, työryhmä 2 koostuu kahdesta rakennusammattimiehestä ja yhdestä rakennusmiehestä, työryhmä 3 kolmesta rakennusammattimiehestä ja yhdestä rakennusmiehestä sekä työryhmä 4 neljästä rakennusammattimiehestä ja kahdesta rakennusmiehestä. Työryhmistä 2 ja 4 valittiin työn keston vertailuun. Taulukossa 8 on esitetty työn kokonaiskesto työryhmälle 2.

Taulukko 8. Työryhmän 2 rappauksen kesto (Ratu 1196-S 2001, s. 20).

Rappaustyö Työryhmä 2 2ram+1rm	Korjattu työmenekki		
	ram	rm	
Aloittavat työt:			
Materiaalien siirrot	17,6	17,6	tth
Mittaus ja linjalautojen kiinnitys	23,5	11,8	tth
Ovien ja ikkunoiden suojaus , sekä suojausten poisto	17,6	17,6	tth
Julkisivurappaus:			
Rappausverkon asennus	291,1	0,0	tth
Laastin valmistus	0,0	291,1	tth
Tartuntarappaus	116,4	0,0	tth
Täyttörappaus	291,1	0	tth
Pintarappaus 2 kertaa ja pinnan hierto	232,8	0	tth
Lopettava työt:			
Siivous	0,0	11,8	tth
Työmäärä yhteensä	990,2	349,9	tth
Työaika per	495,1	349,9	tth
työntekijä	61,9	43,7	tv
	12,4	8,7	viik.
Työn kesto yhteensä	12,4	viik.	

Taulukon 8 aloittavien töiden materiaalien siirroissa 1/2 töistä on rappaaajalle ja 1/2 rakennusmiehelle. Eli kantotöissä työskentelee vain toinen rappareista ja yksi rakennusmies. Samalla periaatteella on myös jaoteltu ovien ja ikkunoiden suojaus. Mittaustöistä on 2/3 rappaaajille ja 1/3 rakennusmiehelle, eli kyseiseen työhön osallistuu koko työryhmä ja työt on jaoteltu tasan kaikille työntekijöille. Kokonaiskestoksi työlle saatiin n.13 viikkoa, eli huomattavasti enemmän mitä samankokoisella työryhmällä

kestää julkisivumuuraus. Viimeiseksi on esitetty taulukossa 9 rappaustyön kesto työryhmälle 4.

Taulukko 9. Työryhmän 4 rappauksen kesto (Ratu 1196-S 2001, s. 20).

Rappaustyö Työryhmä 4 4ram+2rm	Korjattu työmenekki		
	ram	rm	
Aloittavat työt:			
Materiaalien siirrot	0,0	35,3	tth
Mittaus ja linjalautojen kiinnitys	23,5	11,8	tth
Ovien ja ikkunoiden suojaus , sekä suojausten poisto	0,0	35,3	tth
Julkisivurappaus:			
Rappausverkon asennus	291,1	0,0	tth
Laastin valmistus	0,0	291,1	tth
Tartuntarappaus	116,4	0,0	tth
Täyttörappaus	291,1	0	tth
Pintarappaus 2 kertaa ja pinnan hierto	232,8	0	tth
Lopettava työt:			
Siivous	0,0	11,8	tth
Työmäärä yhteensä	954,9	385,1	tth
Työaika per työntekijä	238,7	192,6	tth
	29,8	24,1	tv
	6,0	4,8	viik.
Työn kesto yhteensä	6,0	viik.	

Taulukon 9 työryhmällä vain mittaus ja linjalautojen kiinnitys on jaettu eri työntekijöille. Työvaiheesta 4/6 on rappareille ja 2/6 rakennusmiehille. Kaikki muut työvaiheet ovat pelkästään rakennusmiehille tai rappareille. Työn kokonaiskestoksi saatiin 6 viikkoa, eli alle puolet mitä työryhmällä 3. Pitää kumminkin huomata, että työryhmässä 4 on tuplasti enemmän työntekijöitä, mikä selittää puolet pienemmän kokonaistyöajan.

3.2.3 Puuverhoiltu julkisivu

Puuverhoillun julkisivun työmäärään vaikuttavat kertoimet sekä työskentelyyn laskettava ala on esitetty taulukossa 10. Pinta-alana on käytetty koko julkisivun alaa, koska erillistä työmäärän kerrointa ikkunoille ja aukoille ei löytynyt. Tällöin ikkunoiden ja aukkojen täytelista- ja reunustyöt on huomioitu ajallisesti laskennassa.

Taulukko 10. Puuverhoustyön kertoimet (Ratu 1196-S 2001, s. 11).

Puuverhoustyö	Menekki	yksikkö
Käytettävä julkisivun pinta-ala	1470	m ²
Alasta johtuva korjauserroin	0,9	
Lämpötilasta johtuva kerroin, talvi -5 °C	1,05	

Puuverhoustyön kokonaismenekki sekä työvaiheiden menekki on ilmoitettu taulukossa 11. Puuverhouksessa työvaiheita on vähemmän kuin muissa vertailtavissa julkisivutyypeissä. Lisäksi talvimenekki pystytään laskemaan, mitä rappaustyössä ei tehty.

Taulukko 11. Puuverhoustyön menekki (Ratu 1196-S 2001, s. 11; Ratu 0416 2014, s. 4).

Puuverhoustyön menekki:	Nimellinen työmenekki		Korjattu työmenekki		Työmenekki talvi	
Aloittavat työt:						
Materiaalien siirrot	0,030	tth/m ²	0,030	tth/m ²	0,032	tth/m ²
Mittaus ja linjalautojen kiinnitys	0,030	tth/m ²	0,030	tth/m ²	0,032	tth/m ²
Yhteensä	0,060	tth/m ²	0,060	tth/m ²	0,063	tth/m ²
Julkisivuverhouk:						
Pystyrunkotolppien asennus	0,140	tth/m ²	0,126	tth/m ²	0,132	tth/m ²
Yksinkertainen koolaus ja ponttilaudoitus	0,250	tth/m ²	0,225	tth/m ²	0,236	tth/m ²
Yhteensä	0,390	tth/m ²	0,351	tth/m ²	0,369	tth/m ²
Julkisivumaalaus:						
Materiaalien siirrot	0,005	tth/m ²	0,005	tth/m ²	0,005	tth/m ²
Ovien ja ikkunoiden suojaus, sekä suojausten poisto	0,030	tth/m ²	0,030	tth/m ²	0,032	tth/m ²
Maalaus	0,050	tth/m ²	0,050	tth/m ²	0,053	tth/m ²
Yhteensä	0,085	tth/m ²	0,085	tth/m ²	0,089	tth/m ²
Lopettava työ:						
Siivous	0,010	tth/m ²	0,010	tth/m ²	0,011	tth/m ²
Työmenekki yhteensä	0,55	tth/m ²	0,51	tth/m ²	0,53	tth/m ²
	801	tth	743,8	tth	781	tth

Taulukon 11 puuverhoustyön kokonaistyömenekki on muihin vertailtaviin julkisivutyyppeihin nähden pienin. Tämän selittää julkisivuverhouksen vähäiset työvaiheet, sekä itse koolauksen ja ponttilaudoituksen pieni työmenekki verrattuna muiden julkisivutyyppeiden päätyövaiheisiin. Yleensä itse julkisivupintamateriaalin työmenekki on suurin kaikista työvaiheista ja tässä tapauksessa kesto on alhainen, jolloin se vaikuttaa suuresti yhteenlaskettuun työmenekkiin.

Julkisivun suuresta alasta johtuva työn korjauskerroin on otettu huomioon vain panelointityössä, sillä maalaustyöhön ei ole olemassa korjauskertoimia. Talvimenekkiä tarkastellessa tulee ottaa huomioon, että julkisivumaalaus ei ole mahdollista talvella. Siksi maalaus joudutaan suorittamaan erikseen kesäaikaan, vaikka kaikki muut työvaiheet suoritettaisiin talvella.

Puupanelointityössä työryhmä 1 koostuu yhdestä rakennusammatti- ja rakennusmiehestä, työryhmä 2 koostuu kahdesta rakennusammattimiehestä ja yhdestä rakennusmiehestä sekä työryhmä 3 kolmesta rakennusammattimiehestä ja kahdesta rakennusmiehestä. Työryhmistä valittiin tutkimukseen vertailtaviksi työryhmät 2 ja 3. Taulukossa 12 on esitetty työryhmälle 2 kokonaistyömenekki.

Taulukko 12. Puupanelointityön kokonaiskesto työryhmälle 2 (Ratu 1196-S 2001, s. 11).

Puuverhoustyö Työryhmä 2 2ram+1rm	Korjattu työmenekki			Työmenekki talvella		
	ram	rm	tth	ram	rm	tth
Aloittavat työt:						
Materiaalien siirrot	22,1	22,1	tth	23,2	23,2	tth
Mittaus ja linjalautojen kiinnitys	44,1	0,0	tth	46,3	0,0	tth
Julkisivuverhoukset:						
Pystyrunkotolppien asennus	123,5	61,7	tth	129,7	64,8	tth
Yksinkertainen koolaus ja ponttilaudoitus	220,5	110,3	tth	231,5	115,8	tth
Julkisivumaalaus:						
Materiaalien siirrot	0,0	7,4	tth	0,0	7,7	tth
Ovien ja ikkunoiden suojaus, sekä suojausten poisto	22,1	22,1	tth	23,2	23,2	tth
Maalaus	73,5	0,0	tth	77,2	0,0	tth
Lopettava työ:						
Siivous	0,0	14,7	tth	0,0	15,4	tth
Työmäärä yhteensä	505,7	238,1	tth	531,0	250,0	tth
Työaika per työntekijä	252,8	238,1	tth	265,5	250,0	tth
	31,6	29,8	tv	33,2	31,3	tv
	6,3	6,0	viik.	6,6	6,3	viik.
Työn kesto yhteensä	6,3	viik.		6,6	viik.	

Taulukossa 12 aloittavien töiden materiaalien siirroista on jaoteltu 1/2 kirvesmiehelle ja 1/2 rakennusmiehelle, eli työhön osallistuu vain 1 kirvesmies ja rakennusmies. Julkisivuverhouksessa jaetuista töistä 2/3 on kirvesmiehille ja 1/3 rakennusmiehelle, eli kaikki osallistuvat töihin. Julkisivumaalauksessa ovien- ja ikkunoiden suojaustyö on jaoteltu samalla tavalla kuin materiaalien siirrossa. Työn kokonaiskeston huomataan olevan huomattavasti pienempi kuin muissa julkisivutyypeissä samalla työntekijäkokoopanolla. Viimeiseksi työn kokonaiskesto työryhmälle 3 on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Puupanelointityön kokonaiskesto työryhmälle 3 (Ratu 1196-S 2001, s. 11).

Puuverhoustyö Työryhmä 3 3ram+2rm	Korjattu työmenekki			Työmenekki talvi		
	ram	rm	tth	ram	rm	tth
Aloittavat työt:						
Materiaalien siirrot	0,0	44,1	tth	0,0	46,3	tth
Mittaus ja linjalautojen kiinnitys	44,1	0,0	tth	46,3	0,0	tth
Julkisivuverhouk:						
Pystyrunkotolppien asennus	111,1	74,1	tth	116,7	77,8	tth
Yksinkertainen koolaus ja ponttilaudoitus	198,5	132,3	tth	208,4	138,9	tth
Julkisivumaalaus:						
Materiaalien siirrot	0,0	7,4	tth	0,0	7,7	tth
Ovien ja ikkunoiden suojaus , sekä suojausten poisto	0,0	44,1	tth	0,0	46,3	tth
Maalaus	73,5	0,0	tth	77,2	0,0	tth
Lopettava työ:						
Siivous	0,0	14,7	tth	0,0	15,4	tth
Työmäärä yhteensä	427,2	316,6	tth	448,5	332,5	tth
Työaika per työntekijä	142,4	158,3	tth	149,5	166,2	tth
	17,8	19,8	tv	18,7	20,8	tv
	3,6	4,0	viik.	3,7	4,2	viik.
Työn kesto yhteensä	4,0	viik.		4,2	viik.	

Jaettuja töitä taulukon 13 työryhmällä on vain päätyövaiheessa, siinä 3/5 töistä on kirvesmiehille ja 2/5 rakennusmiehille, jolloin työt menevät tasan kaikille työntekijöille. Kokonaistyön keston huomataan olevan muihin julkisivutyyppeihin verrattuna alhaisin, eli tällä työryhmällä saadaan julkisivu tehtyä lyhyimmässä kokonaisajassa.

3.3 Kustannuslaskenta

Tässä luvussa syvennytään töistä, työkalustosta ja julkisivumateriaaleista muodostuvaan kustannuslaskentaan. Töistä tulevat kustannukset ajateltiin olevan kustannusperusteisia, sillä suoriteperusteisen hinnoittelun laskenta olisi laajentanut tutkimusta entisestään. Rakennusammattimiehelle valittiin palkaksi 35 e/h ja rakennusmiehelle 25 e/h. Hinnat sisältävät sosiaalikulut, työmaavakuutukset sekä tarvittavat henkilökohtaiset työvälineet ja suojaimet. Työkeston laskennassa käytettiin työvuoroaika T3, mutta kustannuslaskennan osuudessa taulukoissa oleva korjattu työaika sisältää lisäaikakertoimen TL3, jolloin saadaan työnvaihe aika T4. Muuraustyölle kerroin on 1,2 ja rappaus- sekä muuraustyölle kerroin on 1,15. (Ratu F31-0343 2009, s. 1; Ratu 0418 2013, s. 4; Ratu 0485 2019, s. 5)

Työkaluston kustannuksista otettiin huomioon vain nostimet, joista työskentely tapahtuu. Työssä käytetään mastolavanostinta, joko yhtä tai kahta kappaletta kerrallaan. Mastolavan vuokrahinnoista tiedusteltiin kahta rakennuskonevuokraamoja ja tietojen

perusteella laskettiin keskiarvot vuokraus-, pystytys-, purku- ja siirtohinnoille. Muut työvälineet, joita julkisivutöissä tarvitaan, esimerkiksi muuraustöissä laastisiilo ja pumppu sekä rappaustöissä käytettävä pumppu jätettiin pois. Näitä välineitä eivät vuokrausyritykset yleisesti tarjoa, vaan ne ovat urakoitsijoilla valmiina ja näiden välineistöjen kulut kuuluvat urakkatyön hintaan. Taulukossa 14 on ilmoitettu mastolavan vuokraushinta, sekä siihen liittyvät työstökustannukset eriteltynä yhdelle ja kahdelle mastolavalle.

Taulukko 14. Vuokrakaluston kustannukset.

Vuokrakalusto, mastolava			
Hinnat	Vuokrausliike 1	Vuokrausliike 2	Keskiarvo
Mastolava, vuokra	1500 e/kk	1600 e/kk	1550 e/kk
Siirto työmaalle/ poisvienti työmaalta	450 e/kerta	600 e/kerta	525 e/kerta
Pystytys/purku/siirto	1000 e/kerta	1000 e/kerta	1000 e/kerta
Yhdelle mastolavalle	Kappalemäärä	Hinta	
Kuljetukset per suunta	2 kpl	1050 e	
Pystytyksiä/purkuja	2 kpl	2000 e	
Siirtoja	5 kpl	5000 e	
Mastolavan työstökustannukset yhteensä:		8050 e	
Kahdelle mastolavalle	Kappalemäärä	Hinta	
Kuljetukset per suunta	4 kpl	2100 e	
Pystytyksiä/purkuja	4 kpl	4000 e	
Siirtoja	4 kpl	4000 e	
Mastolavan työstökustannukset yhteensä:		10100 e	

Taulukossa 14 keskiarvoksi kuukausivuokralle saatiin 1550 e. Työmaalla tapahtuvan pystytyksen, purun sekä siirron hinnaksi määräytyi 1000 e. Näissä työvaiheissa otettiin huomioon, että työmaalla on torninosturi käytössä, jolloin ei ole tarvetta vuokrata ylimääräistä nostokalustoa.

Julkisivumateriaaleista muodostuvassa kustannuksessa ei ole otettu huomioon kaikkia mahdollisia kiinnikkeitä ja pientarvikkeita, sillä painoarvo on suurimmissa materiaalihankinnoissa, joista tulee suurin osa kustannuksista. Tällöin vertailu eri julkisivutyyppeiden välillä pysyy tasavertaisena ja laskenta ei syvenny liikaa yksityiskohtiin. Julkisivumateriaalien hinnoista tiedusteltiin kahta suurta rakennustarvikekauppaa, joiden tarjoushintojen pohjalta laskettiin keskiarvot. Tarjouksien pyytäminen rautakaupoista oli työn kannalta tärkeää, koska normaalisti rakennusliikkeet saavat suuria alennuksia niistä. Tällöin materiaalihintojen otto suoraan rautakauppojen sivuilta olisi vääristänyt tuloksia. Vuokrakaluston ja rakennusmateriaalien hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa.

3.3.1 Muuratun julkisivun kustannukset

Muuratun julkisivun materiaalilaskennoissa otettiin huomioon suurimmat kuluerät: tiilet ja laasti. Mahdolliset muuraussiteet ja muut tarvikkeet jätettiin pois. Taulukossa 15 on esitetty muuraustyön materiaalimenekit hukkakertoimilla sekä yksikkö- ja kokonaishinnat.

Taulukko 15. Muuraustyön materiaalikustannukset (Ratu 1196-S 2001, s. 4).

Muuraustyö Materiaalikustannukset	Menekki	Hukka %	Korjattu menekki yhteensä	Yksikköhinta	Kokonaishinta
Muurattava julkisivuuala	1176 m ²				
Tiilimenekki (RT75, 285x135x75)	42 kpl/m ²	6	52356 kpl	0,84 e/kpl	43 717 e
Laastimenekki (m100/600)	40 kpl/m ²	8	50568 kg	0,09 e/kg	4 689 e
Yhteensä	48 406 e				

Kustannuksia tarkasteltaessa taulukosta 15 huomataan laastin olevan noin 10 % kokonaishinnasta. Tällöin suurin osa materiaalikustannuksista tulevat tiilestä, jonka hankintahinnalla on suuri rooli kokonaiskustannuksista. Seuraavaksi on esitetty työryhmän 2 työ- ja kalustokustannukset taulukossa 16.

Taulukko 16. Muuraustyön kustannukset työryhmälle 2.

Työryhmä 2, muuraustyö		Työntekijöiden ja vuokrauskaluston kustannukset			
Työntekijä	Tuntihinta	Korjattu työaika	Kustannukset		
ram	35 e/tth	924 tth	32 339 e		
rm	25 e/tth	446 tth	11 148 e		
yht.		1370 tth	43 488 e		
	Tuntihinta	Työaika talvi			
ram	35 e/tth	1155 tth	40 424 e		
rm	25 e/tth	557 tth	13 936 e		
yht.		1712 tth	54 360 e		
Kalustovuokrat, kesä		Vuokra	Vuokra-aika		
Mastolavanostimen vuokra		388 e/vko	10 vko	3 875 e	
Työstö kustannukset				8 050 e	
Yhteensä				11 925 e	
Kalustovuokrat, talvi					
Yhden mastolavanostimen vuokra		388 e/vko	12 vko	4 650 e	
Työstö kustannukset				8 050 e	
Yhteensä				12 700 e	
Kokonaishinta, kesä		55 413 e			
Kokonaishinta, talvi		66 285 e			

Taulukon 16 kokonaishintaa tarkastellessa huomataan kalustokustannusten olevan noin 22 % kokonaiskustannuksista, sekä talvi- että kesäaikana. Myös talvikustannukset ovat

noin 20 % suuremmat verrattuna kesäaikaan. Seuraavaksi lasketaan samat kustannukset työryhmälle 3, tulokset on ilmoitettu taulukossa 17.

Taulukko 17. Muuraustyön kustannukset työryhmälle 3.

Työryhmä 3, muuraustyö		Työntekijöiden ja vuokrauskaluston kustannukset	
Työntekijä	Tuntihinta	Korjattu työaika	Kustannukset
ram	35 e/tth	859 tth	30 064 e
rm	25 e/tth	511 tth	12 774 e
yht.		1370 tth	42 838 e
	Tuntihinta	Työaika talvi	
ram	35 e/tth	1074 tth	37 580 e
rm	25 e/tth	639 tth	15 968 e
yht.		1712 tth	53 547 e
Kalustovuokrat, kesä	Vuokra	Vuokra-aika	
Kahden mastolava- nostimen vuokra	775 e/vko	6 vko	4 650 e
Työstö kustannukset			10 100 e
Yhteensä			14 750 e
Kalustovuokrat, talvi			
Kahden mastolava- nostimen vuokra	775 e/vko	8 vko	6 200 e
Työstö kustannukset			10 100 e
Yhteensä			16 300 e
Kokonaishinta, kesä:	57 588 e		
Kokonaishinta, talvi:	68 297 e		

Taulukon 17 kokonaishintoja tarkastellessa huomataan niiden olevan noin 4 % enemmän mitä työryhmällä 2. Suuria muutoksia ei siis kokonaiskustannuksiin tule työryhmän koon muutoksista. Suurempana painoarvona voidaan siis pitää työn kokonaisaikaa, jota säästetään suuremmalla työryhmällä. Taulukoiden 16 ja 17 kalustovuokria vertaillen huomataan, että kahden mastolavan kokonaiskustannukset ovat keskimäärin noin 25 % korkeammat mitä yhden mastolavan.

3.3.2 Rapatun julkisivun kustannukset

Rapatun julkisivun materiaalikustannuksissa otettiin huomioon rappausverkko sekä kolmikerrosrappauksen laastit, muut kiinnitys ja pientarvikkeet jätettiin pois. Taulukossa 18 on esitettyä eri laastityypit kilohintoina ja rappausverkko neliöhintana. Lopuksi on laskettu kokonaishinnat tarvikkekohtaisesti sekä yhteishinta.

Taulukko 18. Rappaustyön materiaalikustannukset (Ratu 1196-S 2001, s. 20).

Rappaustyö Materiaalikustannukset	Menekki	Hukka %	Korjattu menekki yhteensä	Yksikköhinta	Kokonaishinta
Rapattava julkisivuala	1176 m ²				
Materiaalimenekit:					
Tartuntarappaus, 2mm	5 kg/m ²	15	6762 kg	0,219 e/kg	1 479 e
Täyttörappaus, 15mm	30 kg/m ²	15	40572 kg	0,226 e/kg	9 158 e
Pintarappaus, raekoko 0...2mm	5 kg/m ²	15	6762 kg	0,902 e/kg	6 101 e
Rappausverkko	1 1/m ²	10	1294 m ²	3,242 e/m ²	4 193 e
Yhteensä	20 931 e				

Kokonaishintoja tarkastellessa huomataan täyttörappauksen olevan kallein kuluerä, noin 44 % kokonaiskustannuksista. Seuraavaksi kallein on pintarappauslaasti 29 %:n osuudella kokonaishinnasta. Seuraavaksi esitetään työn ja vuokrauskaluston kustannukset työryhmälle 2 taulukossa 19.

Taulukko 19. Rappaustyön kustannukset työryhmälle 2.

Työryhmä 2, rappaustyö		Työntekijöiden ja vuokrauskaluston kustannukset		
Työntekijä	Tuntihinta	Korjattu työaika	Kustannukset	
ram	35 e/tth	1139 tth	39 855 e	
rm	25 e/tth	402 tth	10 058 e	
yht.		1541 tth	49 914 e	
Kalustovuokrat, kesä	Vuokra	Vuokra-aika		
Mastolavanostimen vuokra	388 e/vko	13 vko	5 038 e	
Muut kulut			8 050 e	
Yhteensä			13 088 e	
Kokonaishinta, kesä	63 001 e			

Kokonaishinta työlle ja kalustovuokralle taulukossa 19 on noin kolme kertaa enemmän kuin materiaalikustannukset. Vuokratkaluston osuus kokonaiskustannuksista on noin 21 %. Viimeisenä työ- ja kalustokustannukset työryhmälle 4 on esitetty taulukossa 20.

Taulukko 20. Rappaustyön kustannukset työryhmälle 4.

Työryhmä 4, rappaustyö		Työntekijöiden ja vuokrauskaluston kustannukset		
Työntekijä	Tuntihinta	Korjattu työaika	Kustannukset	
ram	35 e/tth	1098 tth	38 435 e	
rm	25 e/tth	443 tth	11 073 e	
yht.		1541 tth	49 508 e	
Kalustovuokrat, kesä	Vuokra	Vuokra-aika		
Kahden mastolavanostimen vuokra	775 e/vko	6 vko	4 650 e	
Työstö kustannukset			10 100 e	
Yhteensä			14 750 e	
Kokonaishinta, kesä	64 258 e			

Taulukossa 20 kokonaishinta on samaa luokkaa työryhmän 2 kokonaiskustannuksien kanssa, eli työryhmän koolla ei ole juuri merkitystä kustannuksiin. Vuokratkaluston osuus

kokonaiskustannuksista on noin 23 % eli hieman enemmän mitä työryhmän 2 kokoonpanolla.

3.3.3 Puupaneloidun julkisivun kustannukset

Puupaneloidun julkisivun materiaalikustannuksiin otettiin huomioon eristyksen sisällä kulkeva runkopuu, pystykoolaus sekä ulkovoorauspaneeli. Puutavaran kiinnitykseen käytettävät materiaalit jätettiin pois laskennoista, kuten muissakin julkisivutyypeissä. Taulukossa 21 on esitetty puumateriaalit metrihintana, maalitarvikkeet litrahintana sekä eritelty kokonaishinta. Pystyrangan, koolauksen ja verhouslaudauksen menekit laskettiin itse, koska Ratu 0416 (2014) ja Ratu 1196-S (2001) kortistojen antamat menekit vaikuttivat huomattavan suurilta, eikä ollut tietoa kortistossa käytettävien puutavaroiden jaoista tai mitoista. Laskennassa ajateltiin runkopuun ja koolauksen kulkevat ulkoseinärakenteessa pystyssä 600 mm jaolla. Käytettävälle verhouslaudalle laskettiin menekki sen leveyden mukaan, joka on 170 mm.

Taulukko 21. Puupanelointityön materiaalikustannukset (Ratu 1196-S 2001, s. 11).

Puuverhoustyö	Menekki	Hukka %	Korjattu menekki yhteensä		Yksikköhinta	Kokonaishinta
Julkisivumateriaali:						
Paneloitava julkisivuuala	1176 m ²					
Puutavaramenekki:						
Pystyranka	1,67 jm/m ²	7,5	2111	jm	2,23 e/jm	4 708 e
Yksinkertainen koolaus	1,67 jm/m ²	7,5	2111	jm	0,44 e/jm	929 e
Verhouslautaukset	5,89 jm/m ²	10	7619	jm	1,91 e/jm	14 515 e
Pinnoite, maali	10 m ² /l	0	118	l	6,64 e/l	780 e
					Yhteensä	20 932 e

Taulukosta 21 nähdään verhouslaudauksen osuuden olevan kokonaiskustannuksesta suurin, noin 70 %. Seuraavaksi suurin kuluerä on seinän eristeen sisälle tuleva pystyranka noin 22 %:n osuudella kokonaiskustannuksista. Muissa julkisivuratkaisuissa eristeen sisälle ei tule näin mittavia rakenteita, vaan ulkokuori sidotaan runkoon kiinnikkeillä, joita kustannuslaskennassa ei ole otettu huomioon. Seuraavaksi taulukossa 22 on esitetty työryhmälle 2 työ- ja vuokrauskalustokustannukset.

Taulukko 22. Puupanelointityön kustannukset työryhmälle 2.

Työryhmä 2, puuverhoustyö		Työntekijöiden ja vuokrauskaluston kustannukset	
Työntekijä	Tuntihinta	Korjattu työaika	Kustannukset
ram	35 e/tth	582 tth	20 354 e
rm	25 e/tth	274 tth	6 847 e
yht.		855 tth	27 200 e
	Tuntihinta	Työaika talvi	
ram	35 e/tth	611 tth	21 371 e
rm	25 e/tth	288 tth	7 189 e
yht.		898 tth	28 560 e
Kalustovuokrat, kesä		Vuokra	Vuokra-aika
Mastolavanostimen vuokra		388 e/vko	7 vko
Muut kulut			
Yhteensä			2 713 e
			8 050 e
			10 763 e
Kalustovuokrat, talvi			
Yhden mastolavanostimen vuokra		388 e/vko	7 vko
Työstö kustannukset			
Yhteensä			2 713 e
			8 050 e
			10 763 e
Kokonaishinta, kesä		37 963 e	
Kokonaishinta, talvi		39 323 e	

Kesä- ja talviajan kustannuksia vertaillen taulukosta 22 nähdään niiden olevan samaa luokkaa, eli talvesta johtuva työmäärän kasvu ei olennaisesti vaikuta kustannuksiin. Vuokrakaluston osuus kokonaiskustannuksista on noin 28 %. Muissa julkisivutyypeissä työmenekki on ollut suurempi, jolloin vuokrakaluston kustannusten osuus on jäänyt paljon alhaisemmaksi. Viimeiseksi taulukossa 23 on esitetty työ- ja vuokrakaluston menekki työryhmälle 3.

Taulukko 23. Puupanelointityön kustannukset työryhmälle 3.

Työryhmä 3, puuverhoustyö		Työntekijöiden ja vuokrauskaluston kustannukset			
Työntekijä	Tuntihinta	Korjattu työaika	Kustannukset		
ram	35 e/tth	427 tth	14 951 e		
rm	25 e/tth	317 tth	7 916 e		
yht.		744 tth	22 867 e		
	Tuntihinta	Työaika talvi			
ram	45 e/tth	449 tth	20 184 e		
rm	35 e/tth	332 tth	11 636 e		
yht.		781 tth	31 821 e		
Kalustovuokrat, kesä		Vuokra	Vuokra-aika		
Mastolavanostimen vuokra		775 e/vko	4 vko	3 100 e	
Muut kulut				10 100 e	
Yhteensä				13 200 e	
Kalustovuokrat, talvi					
Yhden mastolavanostimen vuokra		775 e/vko	5 vko	3 875 e	
Työstö kustannukset				10 100 e	
Yhteensä				13 975 e	
Kokonaishinta, kesä		36 067 e			
Kokonaishinta, talvi		45 021 e			

Taulukossa 23 vuokrauskaluston osuus kokonaiskustannuksista on n. 37 % kesäaikaan, eli suurempi kuin taulukon 22 työryhmällä 2. Tätä selittää lyhyempi kokonaistyöaika, jolloin vuokratkaluston osuus kokonaishinnasta kasvaa. Talvikustannuksissa vuokrauskaluston osuus kokonaiskustannuksista on samaa luokkaa kuin työryhmällä 2.

3.3.4 Kokonaiskustannukset

Tässä luvussa käsitellään kaikkien julkisivutyyppeiden kustannuslaskennan tuloksia. Kokonaiskustannukset julkisivulle saadaan summaamalla yhteen materiaali-, työ- ja vuokrauskalustokustannukset. Kuitenkin on huomioitava sopivien urakoitsijoiden saatavuus, eli aina ei ole välttämättä saatavilla tarpeeksi sopivaa työvoimaa ammattitaitoon ja hintaan nähden. Tämän takia kaikissa julkisivutyypeissä kustannukset eritellään työryhmittäin. Taulukossa 24 on esitetty kokonaiskustannukset julkisivutyypeille työryhmittäin ja eritelty ne kesä- ja talviajalle.

Taulukko 24. Kokonaiskustannukset julkisivutyypeittäin.

Julkisivutyypin kustannukset, kesä					
Materiaalikulut		Työkustannukset ja kalustovuokrat			
Muurattu	48 406 e	Työryhmä 2 55 413 e	Työryhmä 3 57 588 e		
Rapattu	20 931 e	Työryhmä 2 63 001 e	Työryhmä 4 64 258 e		
Puupaneloitu	20932 e	Työryhmä 2 37 963 e	Työryhmä 3 39 497 e		
Julkisivutyypin kustannukset, talvi					
Materiaalikulut		Työkustannukset ja kalustovuokrat			
Muurattu	48 406 e	Työryhmä 2 66 285 e	Työryhmä 3 68 297 e		
Rapattu	20 931 e	Työryhmä 2 - e	Työryhmä 4 - e		
Puupaneloitu	20 932 e	Työryhmä 2 39 323 e	Työryhmä 3 49 794 e		
		Kustannukset yhteensä, kesä		Kustannukset yhteensä, Talvi	
Muurattu		Työryhmä 2 103 818 e	Työryhmä 3 105 993 e	Työryhmä 2 114 690 e	Työryhmä 3 116 703 e
Rapattu		Työryhmä 2 83 933 e	Työryhmä 4 85 189 e	Työryhmä 2 - e	Työryhmä 4 - e
Puupaneloitu		Työryhmä 2 58 895 e	Työryhmä 3 60 430 e	Työryhmä 2 60 255 e	Työryhmä 3 70 726 e

Taulukosta 24 nähdään, että muurattu julkisivu on keskimäärin noin 25 % kalliimpi kuin rapattu julkisivu. Puupaneloitu julkisivu on sen sijaan kaikista edullisin ratkaisu, noin 40 % halvempi kuin muurattu.

Kuten aikaisemmin todettu, työryhmän koolla ei ole juuri merkitystä kokonaiskustannuksiin. Se vaikuttaa ainoastaan työn kokonaiskeston. Voidaan myös ajatella vähäisemmän kokonaistyöajan tuovan välillisesti säästöjä kustannuksiin, eli muita työvaiheita rakennuksen julkisivun ympäristössä voidaan aikaistaa. Tällöin julkisivutöitä valvova perustajaurakoitsijan toimihenkilö voidaan siirtää muihin tehtäviin.

3.4 Julkisivujen asettamat vaatimukset

Tässä luvussa pyritään selvittämään julkisivun alustan, itse materiaalien, työvaiheiden ja sääolosuhteiden laatuvaatimusten eroja eri julkisivutyypeillä. Jokaisesta osiosta valitaan esitettävien vaatimusten pohjalta soveltuvin vaihtoehto, jossa on vähiten haastavia vaatimuksia.

3.4.1 Vaatimukset työstettävälle alustalle

Muurattu julkisivu

Ensimmäiseksi esitetään vaatimuksia työstettävälle alustalle muuratusta julkisivusta. Työstettävä alusta muuraukselle tulee olla tarpeeksi luja, liikkumaton ja tasainen. Yleisesti julkisivumuuraus erotetaan suunnitelmien mukaan alustastaan kapillaarisen veden nousun estämiseksi ja veden johtamiseksi vedenpoistoaukkoihin. (Ratu 1196-S 2001, s. 4) Muuraus ei ole kiinni julkisivussa, vaan se on irti seinästä tuuletusraon verran, jolloin ulkoseinän eristeelle ei aseteta niin suuria mittatarkkuusvaatimuksia kuin rapatussa julkisivussa.

Rapattu julkisivu

Rappaukseen liittyvät alustan laatuvaatimukset ovat vaativampia kuin muurauksessa. Rappausalustan tulee olla mittatarkka sekä säilyttää vaaka- tai pystysuoruus rakenteille asetetun mittatarkkuusvaatimusten rajoissa. Rappauksen alustan tulee olla myös pakkasenkestävä. Ennen rappausta alustan tulee olla puhdistettuna kaikista rappauksen tartuntaa ja ulkonäköä haittaavista aineista. Tarvittaessa tehdään koerappauksia alustaan, jos sen toimivuudesta tai kestävydestä ei ole varmuutta. Rappausalustasta tulee myös suojata kaikki metalliosat syöpymistä vastaan ja eristää puuosat rappauksesta. Pintaan kuulumattomat metalliosat katkaistaan noin 20 mm syvyydeltä. On myös muistettava suojata ympäröivät rakenteet, kuten ikkunat, ovet ja läpiviennit, ennen työn aloitusta. (Ratu 1196-S 2001, s. 20)

Puupaneloitu julkisivu

Viimeisenä käsitellään puupaneloitua julkisivua. Sen alustan tulee myös olla mittatarkka, puhdas, kuiva ja tasainen (Ratu 1196-S 2001, s. 20). Julkisivuverhouksen kiinnitysalustana toimii pystykoolaus, joka on kiinnitettynä runkotolppaan. Tällöin itse eristeen pinnalta ei vaadita niin paljon mittatarkkuutta ja puhtautta kuin rappauksessa. Ainoastaan runkotolppien tulee olla asennettuna mittatarkasti, vähintään 600 mm jaolla (Ratu 1196-S 2001, s. 20). Tällöin tarvittavat vaatimukset julkisivupaneelin asennukselle on taattu.

Julkisivutyypien vertailu

Kolmen julkisivutyypin vaatimuksia verratessa rapattu julkisivu asettaa eniten työstettävälle alustalle kriteerejä. Toisaalta vähiten kriteerejä alustalta vaatii muurattu

julkisivu, siinä muuraus on kosketuksissa julkisivupinnan kanssa vähiten, sillä se vaatii vain alustan ja tarvittavat kannatussiteet seinään. Puupaneloitu julkisivu asettaa muurattua julkisivua enemmän vaatimuksia koko julkisivupinnalle, koska puurunkotolpat täytyy asentaa mittatarkemmalle alustalle kuin muuraussiteet.

3.4.2 Materiaaleja koskevat vaatimukset

Muurattu julkisivu

Julkisivumateriaaleja koskevissa vaatimuksissa ensin perehdytään muurattuun julkisivuun. Muurauksessa käytettävien tiilien tulee kestää sään vaikutukset, sekä täyttää ulkonäöllisiä vaatimuksia. Tiilien yhden syrjän ja pään tulee olla ilman sellaisia virheitä, että ne heikentäisivät muuratun rakenteen ulkonäköä. Tiilien nimellislevyden tulee ulkokuoressa olla vähintään 85 mm. Lisäksi tulee huomioida, että tehdasvalmisteisten aukonylityspalkkien ulkonäkö ei saa haitallisesti poiketa muusta muuratusta rakenteesta. (Ratu 1196-S 2001, s. 4)

Tiilien lisäksi muurauslaastille on annettu laatuvaatimuksia liittyen sen koostumukseen. Laastien tulee olla rakeisuuskäyrien mukaan suhteutettua eikä se saa sisältää humusta tai lietettä. Suurin raekoko hiekalla saa olla enintään 30–40 % sauman paksuudesta. Talvella muurattaessa tulee käyttää pakkaslaastia, se mahdollistaa muuraustyön +5...-5 °C lämpötilassa. (Ratu 1196-S 2001, s. 4)

Rapattu julkisivu

Seuraavaksi esitettävät rappauslaasteja koskevat laatuvaatimukset ovat materiaalin säilytyksen kannalta tiukempia kuin tiilellä. Rappauslaastia ei kumminkaan koske ulkonäölliset kriteerit kuten tiiltä. Rappauslaastin mukana toimitettavia tuoteselosteita ja käyttöohjeita tulee noudattaa, kuten sekoitus- ja käyttöaikoja sekä käyttöpäivämäärää ja laastien sopimuksenmukaisuutta. Tulee myös tarkistaa kaikkien käytössä olevien laastien yhteensopivuus. Vastaanoton yhteydessä laastisäkkien kunto ja käyttöajat tarkistetaan. Varastoinnissa tulee kiinnittää huomiota, että laastisäkit ovat irti maasta ja sateelta suojassa. Irtolaasti pitää suojata kastumiselta ja kuivumiselta peitteillä. Irtolaastin jäätyminen on myös estettävä. Suurin sallittu raekoko runkoaineella pohja- ja täyttörappauksissa on 5 mm sekä pintakerroksissa 2 mm. Väriaineen määrä pintarappauksessa ei saa ylittää 8 %:a sideaineen painosta. Väriaineen määrä ei myöskään saa haitata laastin kovettumista. Rappausverkkojen ja muiden kiinnikkeiden tulee olla käyttötarkoitukseen sopivia rakenteeltaan ja kestävyydeltään. (Ratu 1196-S 2001, s. 20)

Laastin lisäksi myös rappauksessa käytettävää vettä koskevat vaatimukset. Näitä samoja kriteerejä voidaan soveltaa muuraukseen. Veden pitää olla niin puhdasta, ettei se haittaa laastin kovettumista tai aiheuta väri- yms. muutoksia. Veden lämpötila saa olla korkeintaan +60 °C sementtiä sisältävissä laasteissa ja +40 °C kalkkia sisältävissä laasteissa. (Ratu 1196-S 2001, s. 20–21)

Puupaneloitu julkisivu

Viimeisimpänä vertaillaan puupaneloitua julkisivua. Sen materiaalien laatuvaatimukset eroavat pitkälti muuratusta ja rapatusta julkisivusta. Julkisivun verhouslaudat tulee mahdollisuuksien mukaan tilata määrämittaisena sekä pohjamaalattuna, tämä helpottaa ja nopeuttaa julkisivun maalausta paneloinnin jälkeen. Ellei muuta asiakirjoissa ole sovittu, tulee verhouslautojen, rimojen sekä listojen täyttää laatuluokan B vaatimukset. Pintaverhouslaudat eivät saa sisältää rikkinäisiä oksanreikiä ja niiden tulee olla täysisärmäisiä, sormijatkokset sallitaan verhouslautoissa. Verhouslautojen puulajin tulee olla sama koko julkisivussa ja kosteus toimittaessa saa enintään olla 20 % kuivapainosta. (Ratu 1196-S 2001, s. 12)

Julkisivun verhouslautoja koskevat myös ulkonäölliset vaatimukset kuten tiiliä. Puutavaran mahdolliset muodonmuutokset eivät saa vaikeuttaa puutavaran käyttöä verhouksessa tai tehdä valmiista pinnasta ulkonäöllisesti epäyhtenäistä. Verhousmateriaalit tulee varastoida tasaiselle alustalle sekä suojata ilman suhteellisen kosteuden vaihteluilta, jotta puutavaran muodonmuutoksia saataisiin ehkäistyä. (Ratu 1196-S 2001, s. 12)

Julkisivutyypien vertailu

Kaikkien julkisivutyypien materiaalit eroavat kovin toisistaan, joten myös niiden vaatimukset ovat hyvin erilaisia. Kumminkin muuratun ja puupaneloidun julkisivun materiaaleja koskevat enimmäkseen kosmeettiset vaatimukset. Rapatun julkisivun materiaaleja koskevat taas enemmän toiminnalliset vaatimukset, kuten käyttöpäivämäärien ja toiminnallisten ohjeiden huomiointi sekä riittävä suojaus ulkopuoliselta kosteudelta. Yleisesti laastien riittävä suojaus varastoinnin ajaksi työmaalla on haastavampaa kuin tiilen ja puutavaran. Voidaan siis päätellä, että puupaneloidun julkisivun materiaalien säilytys on työmaalla helpointa. Kuitenkin puuverhouspaneelilla on enemmän materiaalivaatimuksia tiileihin verrattuna. Kaiken kaikkiaan eri julkisivutyypeissä käytettävien materiaalien vaatimukset poikkeavat toisistaan niin paljon, ettei yksiselitteisesti voida valita tiettyä julkisivuratkaisua, jonka materiaalien laatuvaatimukset olisivat huomattavasti vähäisemmät muihin verrattuna.

3.4.3 Työskentelyltä edellytettävät vaatimukset

Muurattu julkisivu

Muuraustöihin liittyy myös vaatimuksia materiaalien tapaisesti. Työn alussa muurauksen alusta tasataan asentamalla pitkä suora lauta aloituskorkeuteen. Aloituskorkeuden määrittämisessä otetaan huomioon seinän aukkojen sijainnit, koska tällä pyritään tiilijaon yläpinnan osumaan aukkojen yläpinnan kanssa tasan. Ensimmäisen tiilivarvin laastikerroksen paksuudella pystytään vain hienosäätämään aloituskorkeutta, siksi onkin tärkeää saada muurausalusta valmiiksi halutulle korkeudelle. Tiilivarvien korkeus merkitään muurausjohteisiin, jolloin linjalangan avulla voidaan seurata muurauksen mittatarkkuutta työn edetessä. Suunnitelmien mukaan ensimmäisestä muurausvarvasta jätetään joka 2.–4. pystysauma auki kosteuden poistoaukoiksi sekä julkisivun tuulettumisen varmistamiseksi. Vastaavasti vedenpoistoaukot jätetään aukkojen läpuolelle. (Ratu 1196-S 2001, s. 4)

Tiilivarvien korkeusaseman lisäksi tulee varmistaa, että rakenteen tuuletusrako jää riittävän leveäksi ja puhtaaksi laastista. Tarvittaessa tuuletusrakoa puhdistetaan esimerkiksi laudanpalalla ylipursuavasta laastista. Muurauksen edetessä myös varmistetaan, että lämmöneriste ja sen kiinnitykset pysyvät ehjinä. Tällöin ehkäistään tuuletusvälin tukkeutuminen eristeestä. Suunnitelmien mukaan rakenteeseen muurataan myös liikuntasaumamat puhtaana laastipursteista. (Ratu 1196-S 2001, s. 4–5)

Muurauksen vaaka- ja pystysauma tulee olla yhtenäinen sekä enintään 3 mm sisäänpainettu. Tiilet limitetään 1/4 tiilen pituudesta, sekä sauman nimellispaksuus on 15 mm. Saumat pitää viimeistellä saumaustyökälulla ja kevyellä harjauksella. Suunnitelmien mukaan muuraukseen asennetaan tarvittavat raudoitukset ja muuraussiteet, vähintään 4 kpl/m². Aukkojen ylityksiin käytetään suunnitelmien mukaista raudoitettua tiilipalkkia. Aukkojen ylityksien työnaikainen kantavuus varmistetaan väliaikaisilla tuilla. (Ratu 1196-S 2001, s. 5)

Muurattu julkisivu tapahtuu puhtaaksi muuraten, joten tiilien tulee näyttää mahdollisimman tasalaatuisilta. Siksi on tärkeää, että muurauksen aikana tiiliä otetaan tasaisesti eri letkoista, jolloin mahdolliset värierot saadaan häivytettyä. Tiilipintojen likaantuessa ne tulee puhdistaa välittömästi vedellä tai harjaamalla. Työvälineet tulee myös pestä työvaiheen päätyttyä. (Ratu 1196-S 2001, s. 4)

Rapattu julkisivu

Seuraavaksi käsitellään rapatun julkisivun työvaiheille asetettuja vaatimuksia. Alussa kerrotaan aloittavista töistä, joista siirrytään itse rappaustyövaiheeseen ja viimeiseksi lopettavista töistä. Rappaustyön alussa työstettävän pinnan pitää olla esikostutettu laastin ja alustan vaatimusten mukaan. Rappausalustan kosteus tulee varmistaa ennen työn aloittamista jokaisen rappauskerroksen kohdalla. Ennen varsinaista rappauksen aloitusta tarvittavat ohjurit kiinnitetään rapattavaan pintaan ja niiden suoruus tarkistetaan. Rappaus tulee katkaista liikuntasauvojen kohdissa, muodostuvat työsaumat pyritään aina sijoittamaan syöksytorvien tai ikkunan pystypielien kohdalle. (Ratu 1196-S 2001, s. 21)

Rappaustyövaiheessa laastien sekoituksessa ja käytössä tulee noudattaa tuotekohtaisia ohjeita kerrospaksuuksissa, sekoitussuhteissa sekä käyttö- ja kuivumisajoissa. Täyttörappauksessa huomioidaan, että työt aloitetaan vasta kun tartuntarappaus on kuivunut. Rappausverkko asennetaan alustaan niin, että se jää kokonaan täyttörappauskerrokseen. Täyttörappauksella on tarkoitus oikaista pinta edellytettyyn valmiin pinnan tasaisuuteen. Kerralla tehtävä kerrospaksuus saa enintään olla 15–20 mm. Täyttörappausta tehtäessä monesta eri kerroksesta on huomioitava edellisen kerroksen riittävä kovuus. Viimeistä kerrosta, eli pintarappausta tehtäessä pitää myös tarkistaa edellisen kerroksen kovuus sekä tarvittaessa kostuttaa pintaa. Pintarappaus ruiskutetaan alustaansa niin, että se jakautuu tasaisesti ja peittää pinnan. (Ratu 1196-S 2001, s. 21)

Rappauksen jälkeen pitää varoa liiallista hiertämistä, ettei sementtiliima nouse pintaan. Ohjureita poistettaessa rappauspinnasta tulee varoa pinnan rikkoutumista. Mahdolliset vauriot täytyy korjata ja niiden täytyy vastata pinnalle asetettuja vaatimuksia. Jälkihoidon osuuteen tulee kiinnittää huomiota varsinkin työntekijöiden vapaiden ja viikonloppujen aikana, sillä valmiiksi rapatun pinnan jälkihoitoa täytyy jatkaa yhtenäisesti noin 1–3 vuorokautta. (Ratu 1196-S 2001, s. 21)

Puuverhoiltu julkisivu

Viimeisenä käsitellään puuverhoustyön sekä puupintojen maalauksen laatuvaatimuksia. Alussa seinärunkoon tulevat pystyrangat, jonka jälkeen asennetaan pystykoolaus tuuletusväliksi seinärakenteelle. Tuuletusvälin riittävää paksuutta pitää tarkkailla, jotta rakenteeseen ei myöhemmin synny kosteusvaurioita (Ratu 1196-S 2001, s. 14). Tämän jälkeen on ulkoverhouspaneloinnin vuoro. Työvaiheen alussa aloituslaudaksi tulee valita mahdollisimman pitkä ja suora verhouslauta. Työn aikana verhouksen suoruutta tulee

seurata vesivaa'an ja rakotulkin avulla. Ennen verhouslautojen kiinnitystä tarkistetaan, että ne ovat suunnitelmien mukaan pontissaan. Kiinnitysvaiheessa varotaan pontin rikkomista naulauksella. Ruuvien ja naulojen kannat tulee upottaa verhouslaudan tasoon. Koko puurakenteisen verhouksen pitää jäädä vähintään 300 mm maanpinnan yläpuolelle. Alimmassa verhouslaudassa huomioidaan tippanokan maalaus. (Ratu 1196-S 2001, s. 12–13)

Viimeisimpänä työvaiheena puuverhous maalataan. Maalauksessa suunnitellaan työjärjestys niin, että se ottaa huomioon maalauskerrokset ja kuivumisajat. Maalauksen työsaumat sijoitetaan rakennusten nurkkien, elementtisaumojen, ovien, ikkunoiden sekä listojen kohdille. Koemaalauksella varmistetaan maalin sopiva värisävy ja paksuus. Edellisen kerroksen kuivuus tarkistetaan aina ennen uuden kerroksen maalausta. Huomioidaan yleisesti kaikkien näkyviin jäävien verhouslautojen jatkoskohtien päiden maalaaminen. (Ratu 1196-S 2001, s. 28–29)

Julkisivutyyppeiden vertailu

Kolmea julkisivutyyppejä vertailtaessa työsuorituksen pohjalta muuratussa julkisivussa huomioitaviksi seikoiksi nousi tuuletusraon puhtaanapito ja tiilien tasalaatuisuus ulkonäköllisesti. Tuuletusraon puhtaanapito vaatii laastipursteiden valumisen estämistä sekä niiden pois siistimistä, ja lisäksi eristeen ja sen kiinnikkeiden ehjänä pitoa. Tiilien tasalaatuisuus varmistetaan yksinkertaisesti ottamalla tiiliä tasaisesti eri letkoista muurauksen aikana. (Ratu 1196-S 2001, s. 4–5)

Rapatussa julkisivussa esille nousi alustan riittävä kunto, rappauksen tartunta alustaan, edellisen rappauskerroksen riittävä kovuus, laastien käyttö ohjeiden mukaan ja riittävä jälkihoito. Alustan riittävä kunto ja tartunnan laadukkuus varmistetaan riittävällä alustan puhdistuksella sekä kostutuksella. Laastien asianmukainen käyttö saavutetaan riittävällä perehtymisellä materiaalivalmistajan ohjeisiin. Jälkihoidon tärkeimpiä kohtia ovat kohtuullinen pinnan hierto, riittävä kastelu ja jälkihoidon jatkuvuus tarpeeksi pitkään. (Ratu 1196-S 2001, s. 21)

Puupaneloidussa julkisivussa tärkeimmiksi vaatimuksiksi nousi tuuletusvälin riittävyys, asennetun verhouslaudan suoruus, laudan ponttiin saaminen sekä sen rikkoutumisen estäminen asennusaikana. Julkisivutyyppeihin kuuluvassa maalaustyövaiheessa esille nousi vaatimuksista maalatun pinnan riittävä kuivuminen ennen seuraavaa kerrosta sekä kaikkien pintaan jäävien lautojen päiden ja liitosten riittävä maalaus. (Ratu 1196-S 2001, s. 12–14)

Kaikkein helpoimpana julkisivutyypinä työvaatimusten pohjalta voidaan pitää puupaneloitua julkisivua, sillä laatuvaatimusten riskejä vertaillaessa niitä oli puupaneloinnissa vähiten. Muuraustyössä tuuletusraon puhtaanapito ja rappauksessa alustan vaatimukset tuovat enemmän riskejä työsuoritukseen.

3.4.4 Sääolosuhteiden asettamat vaatimukset

Tässä osiossa vertaillaan julkisivutyypien rakennettavuutta eri sääolosuhteissa. Pääasiassa vertailu keskittyy siihen, että onko työskentelyä järkevää tehdä talviaikaan vai rajoittuvatko kaikki työvaiheet kesäajalle.

Muurattu julkisivu

Talvimuurausta koskevat omat laatuvaatimukset, jonka lämpötilaolosuhteet määrittävät. Talviaikaan tulee varmistaa, että laasti valmistetaan pakkasenkestävästä laadusta ja tarvittaessa siihen sekoitettava vesi esilämmitetään sekä muurattu rakenne tarvittaessa suojataan liian aikaiselta jäähtymiseltä. (Ratu 1196-S 2001, s. 5)

Rapattu julkisivu

Julkisivurappauksessa ei talvityöskentelyä ollenkaan huomioitu sen asettamien haasteiden takia. Talvella rappaaminen on ongelmallista sen ohuen kerroksen ja suuren pinnan takia, jolloin se on alttiina pakkasen aiheuttamille vaurioille. Tällöin nopeasti jäätyvä rappauslaasti vaurioituu helposti talviolosuhteissa. Riittävien työskentelyolosuhteiden saavuttamiseksi pitää työstettävä seinä suojata täysin sekä suojan ja seinän välinen ilmatila lämmittää. (Ekholm 2003, s. 23)

Puupaneloitu julkisivu

Puupanelointia ei koske erilliset määräykset talvella työskentelylle, ainoastaan työmenekki kasvaa Ratu 1196-S (2001) kortistossa mainitulla 10 %:n lisällä. Voidaan siis todeta, että muihin julkisivutyyppeihin verrattuna puupanelointi edellyttää vähiten säähän liittyviä lisätoimia. Ainoastaan puupintojen maalauksessa tulee kiinnittää huomio, siihen ettei lämpötila laske alle +5 °C tai ilman suhteellinen kosteus ylitä 80 %:a (Ratu 1196-S 2001, s. 28). Talvella voidaan siis julkisivun puutyöt tehdä, mutta maalaus täytyy suorittaa kesäaikaan, eli julkisivu voidaan saada vain osittain talviolosuhteissa valmiiksi.

Julkisivutyyppeiden vertailu

Julkisivutyyppejä vertaillessa muuratulla ja puupaneloidulla ratkaisulla on omat huonot puolensa. Muuraustöitä on vaikeaa tehdä kylmissä olosuhteissa, sillä pakkaslaastin toimivuuden lisäksi pitää huomioida mahdolliset tiilien ja laastissa käytettävän veden lämmitys. Puupanelointi sen sijaan onnistuu talvella ilman toiminnallisia rajoituksia, mutta maalaustyövaihe on tehtävä lämpimänä ajankohtana. Tällöin julkisivutyötä ei voida kokonaisuudessaan talvella suorittaa. Yksiselitteisesti ei siis pystytä päättelemään, kumpi ratkaisu olisi parempi talvityöskentelyn kannalta. Voidaan ainoastaan todeta, että rapattu julkisivuratkaisu sopii huonoiten talvella tehtäväksi.

4. JULKISIVUTYYPIN VALINTA KOHTEESEEN

Vertailevista menetelmistä laadittiin tulokset ja tehtiin johtopäätökset eri julkisivutyypin välille. Tuloksien pohdinnassa jokaisesta menetelmästä esitetään tärkeimmät kohdat ja parhaiten soveltuva julkisivutyyppi. Lopullisessa johtopäätöksessä kerrotaan valittava julkisivutyyppi kerrostalokohteeseen.

4.1 Työn keston tulokset

Alussa vertailua tehtiin työnkeston osalta ja painotettiin työvaiheisiin jakamista sekä kokonaistyökeston laskemista työryhmien avulla. Huomattiin, kuinka työryhmän koolla on suuri vaikutus kokonaistyökeston. Myös työryhmän kokoonpanolla, eli rakennusammattimiehen ja rakennusmiehen sopivalla suhteutuksella saadaan hieman alennettua kokonaistyönkestoja ja painotettua enemmän töitä rakennusmiehelle, jolloin kustannuksissa säästetään. Työryhmän kokoonpanon ja koon optimointi ei suoranaisesti kuulunut tutkimuskysymyksen selvittämiseen, mutta se antaa paremman käsityksen työn kokonaiskestosta sekä työvoiman kustannuksista. Työryhmän koon ja kokoonpanon optimointi on itsessään jo niin laaja aihe, että siitä voisi jo pelkästään tehdä erillisen tutkimuksen. Siksi työssä esiteltiin vain kaksi parhaiten sopivaa työryhmää jokaiselle julkisivutyyppille. Työajan taulukoiden 3–5, 7–9 ja 11–13 tuloksista laskettiin kokonaistyövuoroajat ja keskimääräiset työn kokonaiskestoja jokaiselle julkisivutyyppille taulukkoon 25. Työn kokonaiskesto on siis laskettu kahden eri työryhmän keskiarvoista, sillä lopullista työryhmän kokoa ei voida tarkasti arvioida.

Taulukko 25. *Julkisivutyypin kokonaistyövuoroajat ja keskimääräiset kokonaistyönkesto.*

Kokonaistyövuoroajat ja keskimääräiset työn kokonaiskesto		
	Kesä	Talvi
Muurattu	1142 tth 8 vko	1427 tth 10 vko
Rapattu	1340 tth 9 vko	- tth - vko
Puupaneloitu	744 tth 5 vko	781 tth 5 vko

Taulukosta 25 voidaan selvästi päätellä, että nopeiten rakennettavissa oleva julkisivutyyppi on puupaneloitu. Sen kokonaiskesto on noin 56 % rapatusta ja 63 % muuratusta julkisivusta kesäaikaan. Talviaikaan puupaneloidun julkisivun tekee noin 50

% nopeammin kuin muuratun julkisivun. Kumminkin kokonaiskesto määräytyy työryhmän koosta, jota on vaikeaa etukäteen määrittää, sillä välttämättä ei ole riittävä määrä tarjolla työhön soveltuvia työntekijöitä.

4.2 Kokonaiskustannusten tulokset

Seuraavaksi määritettiin kokonaiskustannukset julkisivutyypeille. Kustannukset muodostuivat vuokrakalustosta, materiaaleista ja työstä. Vuokrakalusto koostui 1–2 mastolavanostimesta työryhmän koon mukaan. Mastolavan kustannuksissa otettiin huomioon sen kuljetuksesta, asennuksesta, purkamisesta sekä vuokrasta aiheutuvat kustannukset.

Materiaalikustannuksissa käytettiin kahden eri rautakaupparyityksen hintatarjouksia, jolloin pystyttiin huomioimaan korkeat alennukset, mitä rakennusyrietykset keskimääräisesti saavat hankinnoistaan. Tutkimuksen taulukkojen materiaalihinnoissa käytettiin pelkästään keskiarvolukuja. Materiaalihintojen laskennassa otettiin vain päämateriaalit huomioon, mutta kiinnikkeet ja muut pientarvikkeet jätettiin pois. Tällöin kustannuslaskennan laajuus ei kasva liian suureksi ja kustannuserot pysyvät julkisivutyyppeiden välillä silti samalla tasolla.

Työstä muodostuvat kustannukset laskettiin kustannuserusteisesti tuntityönä, sillä suoriteperusteinen urakkahinnoittelu olisi kasvattanut tutkimuksen laajuutta liikaa. Työkustannusten laskennassa käytetty työaika saatiin kertomalla kokonaistyövuoroaika T3 työvaiheen lisäkertoimella TL3, jolloin saatiin kokonaistyövaiheaika T4. Työstä muodostuvien kustannusten laskennassa otettiin myös huomioon rakennusammatti- ja rakennusmiehen eri palkkatasot, jotka määritettiin olevan rakennusmiehelle 25 e/h ja rakennusammattimiehelle 35 e/h. Töiden kokonaiskustannusten pohjalta taulukon 24 tuloksista laskettiin kokonaiskustannukset neliötä kohti. Laskennassa käytettiin julkisivun kokonaisalaa, jossa on myös ikkuna-aukot mukana. Muuten todellisen työmäärän hinta neliötä kohti ei olisi realistinen. Tulokset on esitetty taulukossa 26.

Taulukko 26. Julkisivutyypien keskimääräiset kokonaiskustannukset.

Keskimääräiset kokonaiskustannukset		
	Kesä	Talvi
Muurattu	71,36 e/m ²	78,71 e/m ²
Rapattu	57,52 e/m ²	- e/m ²
Puupaneloitu	40,59 e/m ²	44,55 e/m ²

Taulukon 26 tuloksista nähdään puupaneloidun julkisivun olevan kaikista halvin ratkaisu, noin 43 % halvempi kuin muurattu julkisivu ja 29 % halvempi kuin rapattu julkisivu. Myös talvikustannuksia tarkastellessa puupaneloidun julkisivun kustannus jää 43 % muurattua halvemmaksi.

4.3 Päätelmät julkisivujen asettamista vaatimuksista

Kustannuslaskennan jälkeen tehtiin julkisivujen asettamista vaatimuksista vertailua eri osa-alueissa. Nämä alueet jakaantuivat työstettävään alustaan, käytettäviin materiaaleihin, työvaiheisiin ja sääolosuhteisiin.

Julkisivutyypit asettivat erilaisia vaatimuksia työstettävälle alustalle. Rapatulla ja puupaneloidulla julkisivulla näitä vaatimuksia oli eniten. Tämä johtuu siitä, että näiden julkisivutyypien kiinnitystapa alustaan on vaativampi kuin muuratulla julkisivulla, jossa koko muurattu ulkokuori on vain harvaan kiinnitettävillä kannakkeilla kosketuksissa koko ulkoseinään.

Materiaaleja koskevat vaatimukset jakaantuivat itse materiaalilta vaadittaviin ominaisuuksiin ja materiaalin asettamiin vaatimuksiin työmaa-aikaisesta säilytyksestä. Keskimäärin rapatun ja muuratun julkisivun materiaalien säilytys työmaaolosuhteissa oli vaativampaa kuin puupaneloidun, sillä laastit joudutaan suojaamaan puutavaraa paremmin kosteutta vastaan. Kumminkin puupaneloidun julkisivun materiaalin kosmeettiset ja toiminnalliset vaatimukset olivat muurattua ja rapattua julkisivua tiukemmat. Ei siis voida yksiselitteisesti sanoa minkä julkisivutyypin materiaalit toimisivat parhaiten työmaaolosuhteissa.

Eri julkisivujen työvaiheille asetetut vaatimukset myös erosivat toisistaan. Muuraustyössä tuuletusraon puhtaanapito osoittautui haastavimmaksi työvaiheeksi. Siinä tuuletusrako täytyy pitää puhtaana muurauslaastista ja rikkoutuneista eristeiden palasista. Tämä vaatii laastipursteiden valumisen estämistä ja eristeen sekä sen kiinnikkeiden ehjänä pitoa muurauksen aikana. Rappaustyössä ongelmaksi nousi laastin

riittävä tartunta alustaan, mikä hoidetaan riittävällä alustan puhdistuksella ja kostutuksella. Jälkihoidon tarpeeksi pitkäaikainen jatkuvuus on myös tärkeää. Puupanelointityössä eniten huomiota vaati verhouslaudan ponttiin saattaminen ja sen rikkoutumisen estäminen sekä pintaan jäävien lautojen päiden ja liitosten riittävä maalaus. Näistä eri julkisivutöistä vähiten vaatimuksia ja riskejä on puupanelointityössä. Viimeisimpänä laatuvaatimuksissa vertailtiin, kuinka hyvin eri julkisivutöitä pystytään tekemään talviolosuhteissa. Muuraustyössä tuli ottaa huomioon pakkaslaastin käyttö ja mahdollisesti muurausveden esilämmitys. Puupanelointityölle ei ollut erityisiä vaatimuksia talvella työskennellessä. Ulkoverhouslautojen maalaus voidaan kuitenkin suorittaa vain lämpimänä ajankohtana, joten koko työtä ei voida suorittaa talvella loppuun. Rappauustyön pääteltiin olevan kohtuutonta tehdä talvella, sillä se olisi vaatinut mittavampia suojaus- ja lämmitystoimia muihin julkisivutyyppeihin verrattuna. Voidaan päätellä, että minkään julkisivutyypin tekeminen talvella ei ole toista suoranaisesti helpompi, mutta kaikista huonoimmaksi talvella tehtäväksi osoittautuu rapattu julkisivu.

4.4 Lopulliset johtopäätökset

Julkisivutyypien vertailu jakaantui kolmeen eri päävaiheeseen: kokonaistyökeston, kustannuksiin ja julkisivutyypien asettamiin vaatimuksiin. Näitä voidaan pitää tärkeimpinä menetelminä, joilla eri julkisivuja voidaan vertailla. Päävaiheista kaikkein parhaiten pärjännyt on puupaneloitu julkisivu. Puupanelointityö on kokonaistyömäärältään 44 % pienempi kuin eniten työtä teettävä rappauustyö. Puupaneloidun julkisivun kokonaiskustannus on myös alhainen. Se on 43 % pienempi kuin kalleimmalla vaihtoehdolla eli muuratulla julkisivulla. Julkisivujen asettamissa vaatimuksissa mikään julkisivu ei osoittautunut paremmaksi kuin muut vaihtoehdot. Tällöin kustannusten ja työajan laskennan perusteella sopivin julkisivutyyppi perustajaurakoitsijan kerrostalokohteeseen on puupaneloitu julkisivu.

5. YHTEENVETO

Yhteenvedossa tiivistetään tutkimuksen tulokset jokaisesta vertailevasta menetelmästä ja pohditaan eri kriteerien painoarvoja. Viimeisenä tehdään loppupohdinnat tutkimuksesta ja esitetään uusia näkökulmia vertaileviin menetelmiin sekä kerrotaan tutkimuksen tulevaisuudennäkymiä.

5.1 Tulosten yhteenveto

Tutkimuksessa pyrittiin löytämään sopivin julkisivuvaihtoehto perustajaurakoitsijan kerrostalohankkeeseen. Sopivan julkisivuvaihtoehdon löytämistä varten määritettiin eri kriteerit, joiden pohjalta vertailua voitiin tehdä. Vertailevissa menetelmissä esille nostettiin kiinnostavimmat tiedot, joita perustajaurakoitsija haluaa tietää julkisivuista. Jokaisesta julkisivuja vertailevasta menetelmästä nostettiin esille parhaiten pärjännyt julkisivutyyppejä, jos se vain oli mahdollista.

Julkisivuja vertailtiin työajan, kustannusten ja julkisivujen asettamien vaatimusten pohjalta. Kokonaistyöaika laskettiin kahden eri työryhmän keskiarvona jokaiselle julkisivutyypille. Kestoltaan lyhyimmäksi osoittautui puupaneloitu julkisivu. Sen kokonaistyöaika on 38 % muurattua ja 44 % rapattua julkisivua lyhyempi. Puupaneloidun julkisivun kokonaistyökäytökseksi saatiin 5 viikkoa.

Kokonaiskustannukset muodostuivat julkisivumateriaaleista, tehdystä työstä ja vuokratilustosta. Materiaalikustannukset laskettiin kahden eri rautakaupan hintatarjousten pohjalta. Työstä muodostuvat kustannukset laskettiin kustannusperusteisesti eli kiinteällä tuntihinnalla kokonaistyönvaiheajan avulla. Halvimmaksi julkisivuratkaisuksi määräytyi puupaneloitu. Se on 43 % halvempi kuin muurattu julkisivu ja 29 % halvempi kuin rapattu julkisivu. Puupaneloidun julkisivutyypin keskineliöhinnaksi saatiin 40,59 e.

Julkisivujen asettamat vaatimukset jakaantuivat työstettävään alustaan, käytettävään materiaaliin, työvaiheisiin ja sääolosuhteisiin. Työstettävälle alustalle oli muurattavalla julkisivulla vähiten vaatimuksia. Materiaaleja koskevat vaatimukset olivat tasaisesti yhtä suuria kaikilla julkisivutyypeillä, joten ei voitu valita toimivinta julkisivuvaihtoehtoa tämän vaatimuksen pohjalta. Vähiten vaatimuksia työskentelylle asetti puupaneloitu julkisivu. Sääolosuhteiden asettamien vaatimusten pohjalta ei voitu valita sopivinta julkisivutyyppejä, ainoastaan huonoimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui rapattu julkisivu.

Vaatimusten vertailussa neljästä kriteeristä vain kahdelle saatiin valittua paras julkisivutyyppejä. Työstettävälle alustalle asetettujen vaatimusten pohjalta soveltuvimmaksi tyypiksi saatiin muurattu julkisivu, kun taas työskentelylle asetettujen vaatimusten pohjalta parhaimmaksi määrytyi puupaneloitu julkisivu. Näin ollen ei voida todeta tietyn julkisivutyypin olevan paras vaihtoehto pelkkien vaatimusten pohjalta.

5.2 Käytettyjen kriteerien vertailu

Työssä käytetyt julkisivuja vertailevat menetelmät eroavat toisistaan, joten niillä on myös eri painoarvot. Ei siis voida olettaa, että hinta olisi pelkästään määräävä tekijä tai kaikki kriteerit olisivat yhtä tärkeitä. Siksi painotus kriteerien kesken määritettiin periaatteella, jossa hinta saa 50 % kokonaispainoarvosta ja työn kesto 30 %. Kokonaiskustannus saa eniten painoarvoa, koska se on merkittävä kriteeri perustajaurakoitsijan näkökulmasta. Työn kestolle annetaan toiseksi eniten painoarvoa, sillä työn kokonaisaika vaikuttaa välillisesti kustannuksiin ja samalla aikaistaa työmaalla muiden työvaiheiden aloitusta. Vähiten painoarvoa annetaan julkisivun asettamille vaatimuksille, sille jää loput 20 % kokonaispainoarvosta. Puupaneloitu julkisivu pärjasi parhaiten kustannusten ja kokonaistyöajan laskennassa, joten painoarvot huomioiden se on sopivin vaihtoehto perustajaurakoitsijan kerrostalokohteeseen. Toiseksi sopivin vaihtoehto on rapattu julkisivu, koska sen kustannukset olivat toiseksi pienimmät, vaikka se oli työn kestoltaan suurin.

5.3 Loppupohdinta

Tutkimusta tehdessä työn painotus pyrittiin pitämään julkisivutyyppeiden vertailuun mahdollistavissa näkökulmissa, eikä yritetty tuoda esille niitä seikkoja, joissa julkisivut ovat samankaltaisia. Kumminkin työn kokonaisajan laskennassa työryhmän kokoonpanon optimoinnilla ei nähty saavan suurempia eroja tuloksiin. Ainoastaan työmäärää saatiin siirrettyä rakennusammattimieheltä rakennusmiehelle, jolloin työkustannukset alenevat tasaisesti kaikilla julkisivutyypeillä.

Tutkimusta pystyisi vielä parantamaan kustannuslaskentaa tarkentamalla sekä ottamalla mukaan vielä yhden vertailevan menetelmän. Kustannuslaskentaa pystyisi tarkentamaan ottamalla julkisivujen kiinnitys- ja pientarvikkeet mukaan sekä kilpailuttamalla materiaalihankinnat suoraan niiden valmistajilta. Lisättävä vertaileva menetelmä olisi julkisivun ulkonäön vaikutus kerrostalon asuntojen ostopäätöksiin. Julkisivu asettaa ulkonäön koko kerrostalolle, jolloin sillä on myös vaikutusta asuntojen ostopäätöksiin. Tästä aiheesta ei ole olemassa runsaasti kirjallisuusmateriaalia tutkimuksen tekohetkellä, joten se tulisi selvittää kirjallisuustutkimuksen sijaan

haastatteluilla ja kyselyillä. Tutkimuksessa vertailtujen julkisivutyyppeiden materiaaleja ja työstötapaa pystyisi myös kehittämään, esimerkiksi puupaneloidun julkisivun ulkoverhouslaudat voitaisiin tehdä valmiiksi kokonaan maalatusta puusta tai komposiittimateriaalista ja perinteisen näkyvän naulauksen sijaan käyttää piilokiinnitystä.

LÄHTEET

ABL, Keraamiset julkisivuratkaisut (2019). ABL laatat. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 16.5.2020): https://issuu.com/abl-laatat/docs/abl_laatat_julkisivuesite2019_web

Ekholm, V. (2003). Kerrostalon muuraus- ja rappaustyöt talvella, VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, 80 s., Saatavissa (viitattu 1.4.2020): <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2003/T2214.pdf>

Pentti, M. (1997). Muuratut ja rapatut julkisivut. Teoksessa: Bonsdorff, P., Hagan, H., Heimala, A., Karimies, M., Laakso, K., Mehto, L., Nieminen, J., Osara, L., Pentti, M., Pyysalo, M., Ruuska, J., Saari, J., Saarni, R. & Suonto, Y. Julkisivujen Korjausopas, Julkisivuyhdistys r.y., s. 27–31.

Pyysalo, M. (1997). Rapattujen julkisivujen suunnittelu, rakennustietosäätiö, 738 s., Saatavissa (viitattu 16.5.2020): <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK99s731.pdf>

Ratu 0416 (2014). Puurunkorakentaminen, paikalla rakennettu puurunko. Rakennustietosäätiö. 31 s.

Ratu 0418 (2013). Puurunkorakentaminen, ulkopuolinen puuverhous. Rakennustietosäätiö. 19 s.

Ratu 0485 (2019). Tiilimuuraus. Rakennustietosäätiö. 24 s.

Ratu 1196-S (2001). Puu- ja kiviaineiset julkisivut. Rakennustietosäätiö. 40 s.

Ratu F31-0343 (2009). Ulkoseinän eristerappaus. Rakennustietosäätiö. 17 s.

RT 33-10386 (1990). Rappaus, laastit ja niiden valinta. Rakennustietosäätiö. 8 s.

RT 35-11136 (2013). Poltetut tiilet, Muuraustarvikkeet. Rakennustietosäätiö. 4 s.

Saari, J. (1997). Puujulkisivut. Teoksessa: Bonsdorff, P., Hagan, H., Heimala, A., Karimies, M., Laakso, K., Mehto, L., Nieminen, J., Osara, L., Pentti, M., Pyysalo, M., Ruuska, J., Saari, J., Saarni, R. & Suonto, Y. Julkisivujen Korjausopas, Julkisivuyhdistys r.y., s. 32–35.

Suomi rakentaa, Julkisivun valinta (2019). Rakennustutkimus RTS Oy. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 16.5.2020): <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/julkisivun-valinta>

Suonto, Y. (1997). Julkisivu rakennusten ja ympäristön osana. Teoksessa: Bonsdorff, P., Hagan, H., Heimala, A., Karimies, M., Laakso, K., Mehto, L., Nieminen, J., Osara, L., Pentti, M., Pyysalo, M., Ruuska, J., Saari, J., Saarni, R. & Suonto, Y. Julkisivujen Korjausopas, Julkisivuyhdistys r.y., s. 7–13.

Tiili-info, Tiili materiaalina (2020). Suomen Tiiliteollisuusliitto ry. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 8.3.2020): <https://www.tiili-info.fi/tiili-materiaalina/tiilen-valmistus/>

Tilli-info, Suunnitteluohjeet (2020). Suomen Tiiliteollisuusliitto ry. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 8.3.2020): <https://www.tiili-info.fi/suunnitteluohjeet/ulkoseinarakenteet/>

Tilli-info, Tiilijulkisivun ulkonäkö (2020). Suomen Tiiliteollisuusliitto ry. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 16.5.2020): <https://www.tiili-info.fi/suunnitteluohjeet/ulkoseinarakenteet/>