



Rakennushankkeen osasuoritusten kustannusseuranta

Alexi Tamminen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2022

Tekniikan ala

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tamminen Aleksi

Rakennushankkeen osasuoritusten kustannusseuranta

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2022, 30 sivua.

Tekniikan ala. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Toimeksiantajaorganisaatio, Suolahden PS-Rakennus Oy, on rakennusliike, joka ei jatkuvasti keskitä suuria työnjohdon resursseja rakennushankkeen kustannusseurantaan. Käynnissä olevan rakennushankkeen aikana tutkittiin väliseinämuurauksen, seinälaatoituksen, alakattoasennuksen ja akustiikkalevyasennuksen työmenekkejä ja kokonaiskustannuksia. Tavoitteena oli selvittää valmiiden pintojen kustannukset ja verrata niitä tavoitekustannuksiin sekä verrata työmenekkiä vertailumenekkiin. Lisäksi tavoitteena oli määrittää työn aikana ilmenneitä muuttujia, jotka vaikuttivat negatiivisesti tai positiivisesti työmenekkiin sekä kokonaiskustannuksiin.

Tutkimustieto, eli työmenekki ja -kustannukset sekä materiaalikustannukset selvitettiin työnjohdon keräämistä työtunneista kunkin tutkittavan työvaiheen osalta sekä materiaalityömittajien laskuista. Näiden lähtötietojen avulla selvitettiin kunkin tutkittavan työvaiheen työmenekki, työkustannus ja kokonaiskustannus. Työn aikana ilmenneet menekkiin vaikuttaneet muuttujat havainnoitiin seuraamalla työsuoritusta. Tutkimustulokset taulukoitiin ja niitä arvioitiin käyttämällä apuna edellä mainittuja työn aikana ilmenneitä muuttujia.

Tutkimuksen tulokset, eli toteutuneet työmenekit, kokonaiskustannukset ja tavoitekustannukset, sekä niiden johtopäätökset ovat määritetty salassa pidettäviksi viisi vuotta, sillä ne sisältävät yrityksen liikesalaisuuksia, kuten laskenta- ja hinnoittelutietoja.

Avainsanat (asiasanat)

Kustannusseuranta, työmenekki, työkustannus, väliseinämuuraus, alakattoasennus, seinälaatoitus, akustiikkalevyasennus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Liite 2 ja luku 5 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohdat 17 ja 20, yksityisen, valtion, kun tai muun julkisyhteisön, yhteisön, laitoksen tai säätiön liike- tai ammattisalaisuudet. Salassapitoaika on viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 31.5.2027.

Tamminen Aleksi

Cost monitoring of construction projects work phases

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2022, 30 pages.

Engineering and technology. Degree programme in construction and civil engineering. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The client for the research is a construction company called Suolahden PS-Rakennus Oy. It is a company that does not always concentrate lots of funds in to monitoring the cost of their construction projects. During an ongoing construction project, the man-hours and total costs of partition masonry, wall tiling, suspended ceiling installation and acoustic panel installation were investigated. The objective was to find out the costs of the finished surfaces and compare them to target costs and also compare the man-hours with comparison man-hours that were defined during the research. In addition, the goal was to determine any variables that occurred during the work, which might have had either negative or positive effect on man-hours and total costs.

The research data, which were the man-hours, labor costs and material costs, were unraveled from notes that were kept by the construction site management for each work phase that were under investigation, as well as from the invoices of the material suppliers. With this baseline data the man-hours, labor costs and total costs for each phase were discovered. The variables that affected the work were noted by monitoring the work performance. The results of the research were tabulated and evaluated by using the above-mentioned variables that emerged during the work.

The results of the research and the conclusion of those results have been set confidential for five years as they contain company trade secrets such as bidding and pricing information.

Keywords/tags (subjects)

Cost monitoring, man-hour, labor cost, partition masonry, suspended ceiling installation, wall tiling, acoustic panel installation

Miscellaneous (Confidential information)

Appendix 2 and chapter 5 are confidential and they have been removed from the public work. The basis for confidentiality is Act of openness of government activities 621/1999 24§, parts 17 and 20, documents containing information or professional secret on state or private business. The confidentiality period is five (5) years, ending on 31.5.2027.

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Lähtökohdat	6
1.2	Tutkimuskysymykset.....	7
1.3	Kohdetyömaa	8
2	Menetelmäkuvaus	9
3	Rakennushankkeen kustannuseurantamenetelmät ja vertailumenekit	10
3.1	Talo 80 -nimikkeistö.....	10
3.2	Kustannusvalvonta ja jälkilaskenta.....	12
3.3	Työvaiheen materiaali- ja työmenekin arviointi	13
3.4	Tutkittavien työvaiheiden vertailumenekit	14
3.4.1	Väliseinien muuraus	14
3.4.2	Ripustettavien alakattojen asennus	16
3.4.3	Seinäpintojen laatoitus	18
4	Tulokset	19
4.1	Väliseinien muuraustyö	20
4.1.1	Kahitiiliväliseinien muuraus	21
4.1.2	Kahiharkkoväliseinien muuraus	22
4.2	Seinäpintojen laatoitustyöt.....	23
4.3	Ripustettavien alakattojen asennus	25
4.4	Katon akustiikkalevyjen asennus.....	26
5	Tulosten arviointi ja johtopäätökset (salassa pidettävä)	28
5.1	Väliseinämuurauksen tulosten arviointi ja johtopäätökset.....	28
5.2	Seinäpintojen laatoituksen tulosten arviointi ja johtopäätökset.....	28
5.3	Ripustettavien alakattojen asennuksen tulosten arviointi ja johtopäätökset.....	28
5.4	Akustiikkalevyjen asennuksen tulosten arviointi ja johtopäätökset.....	28
6	Pohdinta	28
6.1	Tutkimuksen tulokset	28
6.2	Tutkimuksen laatu	29
6.3	Jatkotoimenpiteet	30
	Lähteet	31
	Liitteet	32
	Liite 1. Tuntilista	32

Kuviot

Kuvio 1. Jälkilaskennan toimenpiteet (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 95)	13
Kuvio 2. NKH 270 x 130 x 75 mm (Kahi NKH Väliseinätiili 270x130x75 n.d)	22
Kuvio 3. Kahi runkopontti 300 x 130 x 198 mm (Kahi Runkopontti 300x130x198 n.d)	23

Taulukot

Taulukko 1. Talo 80 -nimikkeistön rakentamisnimikkeet (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 98)	11
Taulukko 2. Talo 80 -nimikkeistön suoritusnimikkeet (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 98)	11
Taulukko 3. Tiilimuurauksen työmenekki (Ratu 0485 2019, 4-5)	15
Taulukko 4. Ohutsaumamuurauksen työmenekki (Ratu 0491 2019, 4)	15
Taulukko 5. Tiili- ja ohutsaumamuurauksen suoritemääräkertoimet (Ratu 0485 2019, 5; Ratu 0481 2019, 5)	15
Taulukko 6. Tiilimuurauksen työmenekkin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0485 2019, 6)	16
Taulukko 7. Ohutsaumamuurauksen työmenekkiin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0481 2019, 6)	16
Taulukko 8. Ripustettavan alakaton työmenekki (Ratu 0479 2018, 4)	17
Taulukko 9. Ripustettavan alakaton suoritemääräkertoimet (Ratu 0479 2018, 4)	17
Taulukko 10. Ripustettavan alakaton työmenekkiin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0479 2018, 5)	18
Taulukko 11. Seinälaatoituksen työmenekki (Rakennustöiden menekit 2020 2019, 76)	18
Taulukko 12. Seinälaatoituksen suoritusmääräkertoimet (Rakennustöiden menekit 2020 2019, 77)	19
Taulukko 13. Laatoituksen työmenekkiin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0484 2019, 5)	19
Taulukko 14. Väliseinämuuraamisen menekit ja kustannukset	21
Taulukko 15. Seinälaatoituksen menekit ja kustannukset	24
Taulukko 16. Ripustettavien alakattojen menekit ja kustannukset	26
Taulukko 17. Akustiikkalevyjen asennuksen menekit ja kustannukset	27

1 Johdanto

1.1 Lähtökohdat

Rakennushankkeen kustannuseurannalla tarkoitetaan rakennushankkeen taloudellisen onnistumisen valvomista kustannustietoja keräämällä. Tehtäväkohtainen kustannuseuranta voidaan toteuttaa eri yrityksissä eri tavoin, mutta perusidea on lähtökohtaisesti sama, kustannustietojen seuraaminen työ- ja materiaalimenekkitietojen avulla. Kustannuseurannan helpottamiseksi on olemassa erilaisia työkaluja ja ohjelmistoja, jotka helpottavat tiedon käsittelyä, mutta tehokas kustannuseuranta vaatii siitä huolimatta resursseja rakennusliikkeeltä. Rakennushankkeen jälkilaskenta tarkoittaa kustannuseurantatiedon analysoimista. Yhtenä sen tavoitteista on tehostaa ja tarkentaa rakennusliikkeen kustannuslaskentaa.

Tämän opinnäytetyön tilaajana on Suolahden PS-Rakennus Oy, joka on vuonna 1992 perustettu rakennusliike. PS-Rakennus Oy toimii Keski-Suomen alueella, mutta pääasiassa Äänekosken lähialueilla ja työllistää vuositasolla noin 20-25 -henkilöä. Se tarjoaa uudisrakennus-, muutostyö- ja saneeraustyöpalveluita, sekä tekee hiekka- ja soodapuhallustöitä. Rakennuskohteet ovat yleensä teollisuustiloja ja julkisia rakennuksia. (PS-Rakennus Oy n.d.)

Rakennushankkeiden kustannuslaskennassa ja -seurannassa PS-Rakennus Oy käyttää apuna Talo 80 -nimikkeistöä. Työnjohdon resurssien säästämiseksi se kuitenkin seuraa työkustannuksia vain päänimiketasolla, jolloin suurempien rakennushankkeiden jälkilaskentatietoa on vaikea käyttää hyväksi, sekä yksittäisten työsuoritusten taloudellista onnistumista on vaikea arvioida jälkikäteen. Talo 80 -nimikkeistön käyttöperiaate on esitetty luvussa 3.1. Nimikkeistön käyttö mahdollistaa jälkilaskentatiedon keräämisen tarkkailunimikkeiden avulla, jolloin tieto on helpompi kohdistaa tietyille työsuorituksille. Yrityksen on tarkoitus alkaa tulevaisuudessa kohdistamaan resursseja tarkempaan litterointiin ja jälkilaskentatiedon keräämiseen. (Konola 2022.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kerätä yritykselle jälkilaskenta- ja kustannuseurantatietoa liikuntahallin tilamuutos- ja korjaushankkeen tietyistä työvaiheista, joihin yritys lähtökohtaisesti käyttää aina omaa työvoimaansa aliurakoitsijoiden sijaan. Tämän työn tavoitteena on selvittää noiden työvaiheiden toteutuneet kustannukset ja työmenekki kyseisessä hankkeessa, sekä verrata niitä tavoitekustannuksiin ja Rakennustieto Oy:n laskentamalleilla saatuihin työmenekkeihin, jotka

ovat esitetty luvussa 3.4. Tarkkailtavia työvaiheita ovat ripustettavien alakattojen asennus, akustiikkalevyjen asennus hattulistalla, väliseinien muuraus ja seinäpintojen laatoitus. Lopulliset tutkimustulosten kustannustiedot, kuten työvaiheiden toteutuneet kustannukset sekä tavoitekustannukset ovat määritetty salassapidettäviksi viiden vuoden ajan, sillä ne sisältävät yrityksen omaa laskentatietoa. Tämän vuoksi luku 5 ja liite 2 ovat salassapidettäviä.

1.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykset, joihin tämä tutkimus pyrkii vastaamaan:

Mikä on tutkittavien työvaiheiden työmenekki ja -kustannus?

Kunkin tutkittavan työvaiheen toteuttamiseen kuuluu tietty määrä miestyötunteja. Näiden tuntien palkanmaksuista muodostuu työvaiheelle työkustannus, jollei työtä ole toteutettu aliurakkana. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää tutkittavien työvaiheiden työmenekki, ja tätä kautta työkustannus, keräämällä työn edetessä tehdyt työtunnit ylös väliseinämuurauksen-, seinälaatoituksen-, alakattotyön- ja akustiikkalevyjen asennuksen osalta. Työmenekin tunteminen auttaa tulevaisuudessa aikataulusuunnittelun tekemisessä ja työkustannusta voi käyttää apuna urakkalaskennassa tavoitekustannusten määrittämisessä.

Kuinka työmenekit poikkeavat vertailuna käytettävistä Rakennustieto Oy:n menekeistä?

Rakennustieto Oy tarjoaa eri rakennustöille työmenekin laskentamallin, joka on määritetty yhteistyössä alan ammattilaisten kanssa. Työmenekin laskeminen perustuu rakennettavan bruttopinta-alan sekä työmenetelmien tuntemiseen. Kun tämän tutkimuksen tutkiman työvaiheen työt saadaan päätökeeseen ja valmiit bruttopinta-alat laskettua, niin voidaan tämän pinta-alan avulla laskea teoreettinen työmenekki edellä mainittujen Rakennustieto Oy:n työkalujen avulla. Tätä vertailumenekkiä voidaan tämän jälkeen verrata hankkeen toteutuneeseen työmenekkiin, jolloin työtehokkuutta ja työn onnistumista voidaan arvioida muutenkin, kuin pelkästään tavoitetyökustannusten osalta.

Mikä on valmiin pinnan neliökustannus?

Valmiin pinnan neliökustannus eli kustannus valmista bruttopinta-alaa kohti on tehokas työkalu urakkalaskentaa varten, jonka vuoksi tämä tutkimus pyrkii selvittämään ne tutkittavien työvaiheiden osalta. Neliökustannus sisältää työ- sekä materiaalikustannukset ja mahdolliset työkaluvuokrat. Neliökustannusta voi käyttää hyvin karkeana kustannusarviona valmiille rakenteelle.

Mistä erot tavoitekustannuksissa ja toteutuneissa kustannuksissa johtuvat?

Toteutuneissa- ja tavoitekustannuksissa on todennäköisesti joitain eroja työvaiheiden valmistuttua. Todennäköisin ero kustannuksissa johtuu työn osuudesta, mutta myös epäonnistuneet materiaalimenekkiarviot, tai heitot hinta-arvioissa voivat olla syynä eroihin. Kun kaikki työvaiheen kustannukset on selvitetty, niin verrataan toteutuneita kustannuksia urakkalaskennan tavoitekustannuksiin ja mahdollisille eroille pyritään löytämään syitä työn aikana havaittujen huomioiden avulla. Kun kustannuseroihin vaikuttavia tekijöitä löydetään, niin niihin voidaan tulevassa tuotannosuunnittelussa ja kustannuslaskennassa helpommin varautua.

1.3 Kohdetyömaa

Hanke, jonka väliseinämuurauksen, akustiikkalevyjen asentamisen ja ripustettavien alakattojen asentamisen sekä seinälaatoituksen onnistumista kustannusten näkökulmasta tämä opinnäytetyö tutkii, on liikuntahallin tilamuutos- ja korjaushanke. Liikuntahalli on kaksikerroksinen ja sen yläkerrossa sijaitsee korkea pallosali, jonka yhteydessä on parvi, jossa sijaitsee katsomo. Pallosalin ja parven lisäksi yläkerrassa on aula-, sosiaali- ja varastotiloja. Kellarikerroksessa on myös vastaavia sosiaalitiloja sekä tanssisali, ampumarata, kuntosali sekä talotekniset tilat.

Suurin osa vanhoista kevyistä väliseinistä puretaan ja muurataan uudelleen eri huonejaolla. Lattiapinnat uusitaan ja liikuntatilojen kattoon asennetaan akustiikkalevyt hattulistajärjestelmällä. Muut vanhat alakattopinnat puretaan ja niihin asennetaan alakatot ripustettavalla T-listajärjestelmällä. Märkä- ja sosiaalitilojen seinät laatoitetaan ja muut väliseinäpinnat pääasiassa tasoitetaan ja maalataan. Rakennuksen runko on betonisista sandwich-elementeistä ja katto on puurakenteinen. Korjauksen aikana katon vanhat puuelementit uusitaan kokonaisuudessaan ja vesikatteeksi asennetaan bitumikermi. Myös rakennuksen julkisivua kunnostetaan uusimalla vanhat elementtisaumat ja koristelevyt.

2 Menetelmäkuvaus

Suolahden PS-Rakennus Oy:ssä työmenekkejä seurataan Talo 80 -nimikkeistön päänimiketasolla (Konola 2022). Nimikkeistön toimintaperiaate on esitelty luvussa 3.1. Käytännössä päänimikkeistö-taso pitää kustannusseurannan näkökulmasta sisällään suuren työkokonaisuuden, jolloin kustannusten arviointi jälkikäteen yksittäisen työsuorituksen työ kustannuksen osalta on erittäin hankalaa. Esimerkiksi laitoitustyöt, jotka ovat nimikkeistössä litteran 5354 alla merkitään litteralle 5000, jonka alle kuuluu kaikki pintarakennetöiden kustannukset. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää liikuntahallin peruskorjaushankkeen työ- ja kokonaiskustannukset sekä työmenekki tutkittavien työvaiheiden osalta ja verrata niitä Rakennustieto Oy:n vertailutietoihin ja urakkatarjousvaiheen tavoitekustannuksiin.

PS-Rakennus Oy:llä on tapana kerätä tunti listat kahden viikon välein, jolloin työnjohto litteroi työtunnit tunti listoihin edellä mainitulla päänimiketasolla perustuen työntekijöiden merkintöihin kultakin päivältä. Tämän tutkimuksen osalta työnjohto kiinnittää huomiota tutkittaviin työvaiheisiin hankkeen aikana ja merkitsee niihin kuluneet tunnit ylös päiväkirjaan sekä tunti listaan. Näiden merkintöjen perusteella määritetään työvaiheiden työmenekki. Liitteessä 1 on esitettyä kuva tunti listasta.

Näistä työnjohdon keräämistä tunneista muodostuu työvaiheen työmenekki, jota verrataan Rakennustieto Oy:n laskentamallien mukaisiin työmenekkiarvioihin, joita on esitelty luvussa 3.4. Työmenekin avulla myös selvitetään työvaiheiden työ kustannukset työntekijöiden palkkatietojen avulla. Urakkatyön työ kustannukset selvitetään sovitun urakkahinnan perusteella. Näitä kustannuksia verrataan urakkalaskentavaiheen aikaiseen tavoitetyö kustannukseen, jonka toimeksiantaja toimittaa. Työ- ja tavoitetyö kustannukset ovat salassapidettävää aineistoa.

Materiaalikustannus työvaiheiden osalta selvitetään materiaali toimitusten laskutuskuiteista, jotka toimeksiantaja toimittaa. Myös mahdolliset työvälinevuokrat huomioidaan kokonaiskustannuksissa. Materiaali- ja työ kustannusten avulla selvitetään tavoitekustannusta vastaava työvaiheen kokonaiskustannus, joita tämän jälkeen vertaillaan keskenään ja mahdollisten erojen syitä karotetaan työn aikana tehtyjen havaintojen perusteella. Lisäksi kokonaiskustannusten ja rakennettavan bruttopinta-alan perusteella lasketaan valmiille rakenteelle neliökustannus (€/m²).

3 Rakennushankkeen kustannuseurantamenetelmät ja vertailumenekit

Tässä luvussa esitellään karkealla tasolla rakennushankkeen kustannusvalvonta- ja jälkilaskentamenetelmät, joita mukaillen liikuntahallin tilamuutos- ja korjaushankkeen tutkittavien työvaiheiden kustannuseuranta on toteutettu. Tämän lisäksi luku sisältää Talo 80 -nimikkeistön esittelyn sekä vertailutyömenekkien selvittämiseen tarvittavat Rakennusteto Oy:n työmenekkitiedot ja niiden käytön periaatteet. Vertailutyömenekkiä käytetään apuna tutkittavien työvaiheiden työmenekkien onnistumisen arvioinnissa luvussa 5.

3.1 Talo 80 -nimikkeistö

Talo 80 -nimikkeistö on järjestelmä, jonka yleiseloste julkaistiin vuonna 1981 (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 98). Järjestelmän tarkoituksena on jakaa rakennustyön eri vaiheet osiin, jolloin projektin kustannushallinta yksinkertaistuu. Talo 80 -nimikkeistö on sittemmin korvattu Talo 90- ja Talo 2000 -nimikkeistöillä, jotka ovat osaltaan päivittäneet vanhempaa mallia (mts. 100 & 102). Niskavaaran (2016, 8) insinööryöhönsä tekemien asiantuntijahaastatteluiden perusteella Talo 80 -nimikkeistö on yhä käytössä useimmilla rakennusliikkeillä Suomessa. Myös Nokkala (2015, 9) on huomionnut opinnäytetyössään Talo 80 -nimikkeistön suosion rakennusliikkeiden keskuudessa uudempiin järjestelmiin verrattuna. Hän määrittää tälle ilmiölle syyksi Talo 80 -nimikkeistön painotuksen rakennustyön aikaisiin vaiheisiin, kun taas uudemmat nimikkeistöt soveltuvat paremmin tilaajan ja rakennuttajan käyttöön. Toiseksi syyksi Nokkala (2016, 8) antaa rakennusliikkeiden omien käyttötottumusten ja vakiintuneiden toimintatapojen perustumisen Talo 80 -nimikkeistön käyttöön, jolloin uuden järjestelmän opettelu ei ole tarpeellista.

Talo 80 -nimikkeistön käyttö perustuu rakentamisnimikkeisiin ja suoritusnimikkeisiin. Talo 80 jakaa rakentamistyön kymmeneen pääryhmään, joista ensimmäinen, ryhmä 0, on suunnattu rakennuttajalle ja loput urakoitsijalle. Urakoitsijan käyttämät pääryhmät ovat:

1. maa- ja pohjarakennus
2. perustukset ja ulkopuoliset rakenteet
3. runko- ja vesikattorakenteet
4. täydentävät rakenteet
5. pintarakenteet
6. kalusteet, varusteet ja laitteet
7. konetekniset työt

8. työmaan käyttökustannukset
9. työmaan yhteiskustannukset

Pääryhmät, eli rakentamisnimikkeet jakautuvat rakentamisosiin taulukon 1 osoittamalla tavalla. Rakentamisosat jaetaan vastaavasti suoritusosiin taulukon 2 osoittamalla tavalla. (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 98).

Taulukko 1. Talo 80 -nimikkeistön rakentamisnimikkeet (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 98)

0 Rakennuttajan kustannukset	1 Maa- ja pohjarakennus	2 Perustukset ja ulkop. rakenteet	3 Runko- ja vesikattorakenteet	4 Täydentävät rakenteet	5 Pintarakenteet	6 Kalusteet, varusteet ja laitteet	7 Konetekniset työt	8 Työmaan käyttökustannukset	9 Työmaan yhteiskustannukset
1 ---	11 Raivaus ja purku	21 Anturat	31 ---	41 Ikkunat	51 Vesikate	61 Kalusteet	71 Lämpö-, vesi- ja viemärityöt	81 Työnäikaiset rakenteet	91 Työmaan hallinto
2 Rahoituskulut	12 Maankaivu	22 Perusmuurit, -palkit, ja -pilarit	32 Kantavat väliseinät ja pilarit	42 Eritysisikkunat	52 Sisäseinien pintarakenteet	62 Varusteet	72 Ilmanvaihtotyöt	82 Työnäikaiset asennukset	92 Avustavat rakennustyöt
3 Suunnittelu ja tutkimus	13 Louhinta	23 Kantava alapohja	33 Laatat ja palkit	43 Ovet	53 Sisäkattojen pintarakenteet	63 Laitteet ja koneet	73 Sähköt	83 Työmaan koneet ja laitteet	93 Ulkomaisen toiminnan erityiskustannukset
4 Yhtiökulut, osuudet ja korvaukset	14 Pohjarakenteet ja korvaukset	24 ---	34 Portaat	44 Erityisovet	54 Porrashuoneen pintarakenteet	64 Tilaryhmäkalusteet	74 Siirtotekniikka	84 Työkoneet, työkalut ja -välineet	94 Talviisätyöt
5 Rakennuttaminen ja valvonta	15 Salaajat ja putkijohdot	25 Väestönsuoja-rakenteet	35 Ulkoseinät	45 Kevyet väliseinät	55 Ulkoseinien pintarakenteet	65 ---	75 ---	85 Työmaan käyttötarvikkeet	95 Urakkahinnan muutokset
6 Liittymismaksut	16 Täyttö ja tiivistys	26 Maamvarainen laatta	36 Ulkotasot ja parvekkeet	46 Erityisväliseinät ja jakoseinät	56 Lattian pintarakenteet	66 ---	76 ---	86 Käyttöaineet ja energia	96 Sopimuspohjaiset erityiskustannukset
7 Markkinointi	17 Rakennusalueen rakenteet	27 Eritysrakenteet	37 Ullakko ja kattorakenteet	47 Kaitteet, hoitotasot ja -sillat	57 Erityistilojen pintarakenteet	67 Väestönsuojan varusteet	77 ---	87 Työmaakuljetukset	97 Työntekijöiden palkanlisät
8 Ulkomaisen toiminnan erityiskustannukset	18 Ulkavarusteet	28 Ulkopuoliset rakenteet	38 Tilaelementit	48 Hormit, tulisijat, kanavat ja piiput	58 Maalaus ja tapetointi	68 ---	78 Rakennuttajan hankintojen aputyöt	88 Ulkomaisen toiminnan erityiskustannukset	98 Työntekijöiden sos.kulut
9 ---	19 ---	29 ---	39 ---	49 ---	59 ---	69 ---	79 ---	89 ---	99 ---

Taulukko 2. Talo 80 -nimikkeistön suoritusnimikkeet (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 98)

1 Muuttityö	2 Rauditus ja betonityö	3 Metall- ja peltityö	4 Muuraus, rappaus, laatoitus	5 Elementtityö	6 Puu- ja levytyö	7 Lämmön- ja ääneneristys	8 Veden- ja kosteudeneristys	9 Muut työt
11 Lautamuuttityö	21 Rauditus	31 ---	41 Tiilimuuraus	51 Betonielementtityö	61 Puurunkotyö	71 Pehmeä mineraalivilla	81 Siveleristys	91 Luonnonkivityöt
12 Levymuuttityö	22 Betonointi	32 ---	42 a	52 Kevytbetonielementtityö	62 Levytyö	72 Kova mineraalivilla	82 Bitumikerieristys	92 Lasilevytyöt
13 Kasettimuuttityö	23 Betonin jälkityö	33 Teräsrunkotyö	43 Harkkomuuraus ja ladonta	53 Metallielementtityö	63 Puuverhous	73 Ruiskueristys	83 Muu kermieristys	93 Mattotyö
14 Suurmuuttityö	24 Betonipintojen hionta	34 ---	44 ---	54 Tiilielementtityö	64 ---	74 Solumuovieristys	84 Muovikalvoeristys	94 Muovi-, levy- ja profiilityöt
15 Pöytämuuttityö	25 ---	35 Muototankotyö	45 Ohutrappaus	55 ---	65 Rakennuspuusepäntyyö	75 Kevytsoerieristys	85 Valueristys	95 Maalaus ja tapetointi
16 Kulma- ja tunnelimuuttityö	26 Pintabetonityö	36 Peltityö	46 Rappaus	56 Puuelementtityö	66 Listoit	76 Kevytbetonieristys	86 Metallilevyeristys	96 ---
17 Erityismuuttityö	27 Sementtityö	37 Muotolevytyö	47 Tasoitetyö	57 Elementtien jälkityö	67 Heloit	77 Muu lämmön- ja ääneneristys	87 ---	97 ---
18 Muuttien purku ja puhdistus	28 Betonimassan valmistus	38 Muu metallityö	48 Laatoitus	58 Elementtien sauma	68 ---	78 Paperieristys	88 ---	98 ---
19 ---	29 ---	39 ---	49 ---	59 ---	69 ---	79 ---	89 ---	99 ---

Talo 80 -nimikkeistöstä saadaan nimike seinälaatoitukselle seuraavalla tavalla: valitaan pääryhmä 5, pintarakenteet. Seuraavaksi valitaan rakentamisos 52, sisäseinien pintarakenteet. Seuraavaksi

valitaan suoritusosa 4, muuraus, rappaus, laatoitus. Tämän suoritusnimikkeen alta saadaan laatoitus, 48. Näin seinälaatoitukselle saadaan Talo 80 -nimikkeistön mukainen nimike 5248. Vertailuna lattialaatoituksen nimike on 5648. Kyseessä olevan järjestelmän avulla saadaan rakennustyön eri vaiheet eriteltyä osiin, joka helpottaa ja johdonmukaistaa laskentaa ja työn suunnittelua (Nokkala 2016).

3.2 Kustannusvalvonta ja jälkilaskenta

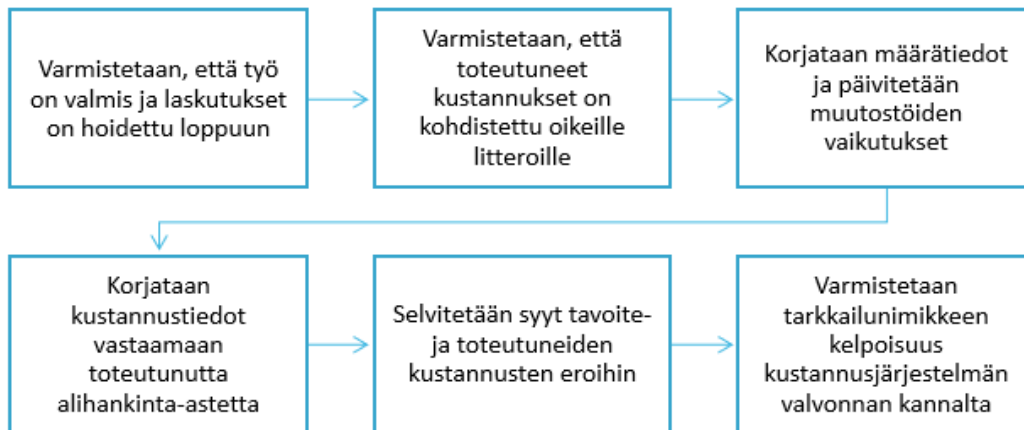
Rakennushankkeen kustannusvalvonnan tavoite on seurata hankkeen taloudellista etenemistä rakennustyön aikana, jotta mahdollisiin kustannusten ylittämisiin pystyttäisiin puuttumaan ajoissa. Kustannusvalvontatiedon jäsentelyssä noudatetaan suoriteperusteista. Kyseistä tietoa voidaan hankkeen päätyttyä käyttää apuna jälkilaskennassa, jonka tavoitteena on selvittää hankkeen taloudellinen tulos sekä tuottaa viitetietoja, joita voidaan hyödyntää tulevaisuudessa. (Rakennushankkeen kustannuhallinta 2018, 85 & 95).

Kustannusten valvonta jakautuu yleisesti hankintoihin, työhön ja työmaatekniikkaan kuuluvien kustannusten seuraamiseen tehtävän aikana ja ne kirjataan ylös sovitulla tavalla. Hankintakustannukset muodostuvat pääasiassa aliurakoista, materiaalihankinnoista sekä sopimushankinnoista. Sopimushankinnat ovat yleensä suurempia hankintakokonaisuuksia, joissa on käyty läpi tarjousmenettely. Työmaatekniikalla tarkoitetaan esimerkiksi työmaakoppien ja nostinten aiheuttamia kuluja. Edellä mainittuja kustannuksia seuraamalla pystytään ennustamaan työtehtävän- ja koko hankkeen taloudellista lopputulosta ennen tämän valmistumista, sekä tätä samaa tietoa käyttämällä voidaan hankkeen lopussa suorittaa jälkilaskentaa. (Mts, 86-87 & 95.)

Näiden kustannustietojen erittelyssä on mahdollista käyttää apuna esimerkiksi edellisessä luvussa esiteltyä Talo 80 -nimikkeistöä. Nimikkeistö helpottaa kustannusten kohdistamista oikeille työvaiheille ja yksinkertaistaa kustannustietojen jäsentelyä sekä käsittelyä. Kustannusvalvonnassa voi käyttää myös apuna erilaisia tuotannonohjausjärjestelmiä.

Jälkilaskennan tavoitteena on selvittää rakennushankkeen taloudellinen tulos käyttäen apuna hankkeen kustannusvalvonnan aikana kerättyjä kustannustietoja. Jälkilaskenta tuottaa muun muassa viitetietoja, joita voidaan hyödyntää tulevien hankkeiden kustannuslaskennassa ja tuotan-

nonsuunnittelussa. Jälkilaskenta suoritetaan siinä vaiheessa, kun itsenäinen työkokonaisuus on suoritettu ja siihen liittyvät laskutukset on hoidettu. Jälkilasekennan valmistuttua suoritetaan jälkilaskentapalaveri, jossa tuotanto ja laskenta käyvät läpi kustannuserojen syyt ja pyrkivät oppimaan mahdollisista ongelmakohdista. Kun hanke on saatu päätökseen, voidaan jälkilaskentatietoa käyttää mallitietona tulevien kohteiden kustannuslaskentaan sekä hankintojen- ja tuotannosuunnitteluun, esimerkiksi kustannuksina bruttoalaa tai neliötilavuutta kohti. (Mts. 95-96.)



Kuvio 1. Jälkilaskennan toimenpiteet (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 95)

3.3 Työvaiheen materiaali- ja työmenekin arviointi

Rakennusliike asettaa työtehtävälle tavoitekustannuksen, joka usein perustuu karkeaan kustannuslaskentaan (Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 40). Yleensä yrityksillä on omat laskentamallinsa ja menekkitietonsa kustannuslaskentaa varten, eli esimerkiksi neliöhinta tiiliseinämuurauksen työlle. Nämä hinnat perustuvat heidän oman jälkilaskentansa tuottamiin viitetietoihin sekä arvioihin. Rakennustieto Oy myös tarjoaa omia laskentamalleja alan ammattilaisten käyttöön, jotka perustuvat heidän kokoamaansa tietoon. Rakennusliikket voivat käyttää tätä viitetietoa apuna kustannuslaskennassaan omien viitetietojen tukena. Tämän kustannuslaskennan tuottamien tavoitekustannusten toteutumista seurataan työmaalla kustannusvalvonnan avulla (mts. 95).

Rakennustöiden työ- ja materiaalimenekkejä on esitetty Talonrakennusteollisuuden kirjassa Rakennustöiden menekit 2020. Kirjaan kootut menekkiarviot eri työsuorituksille on tehty yhteistyössä alan ammattilaisten kanssa niin uudis-, kuin korjausrakentamisen osalta Talo 2000 -

nimikkeistöä apuna käyttäen. Työmenekit ovat esitettynä kirjassa työntekijätuntina yksikköä kohden, esimerkiksi tth/m² tai tth/jm. Työvaiheiden tarkemmat menetelmät ja menekit on esitettyä työvaihekohtaisissa Ratu-korteissa. (Rakennustöiden menekit 2020 2019, 6.)

Rakennustöiden menekit 2020 -kirjassa (2019, 6) työmenekit ilmoitetaan työvuoroaikoina T3. Työlajin työvuoroaika saadaan selvitettyä laskemalla kirjassa ilmoitetut työhön kuuluvien työosien ajat yhteen. Jotta työvuoroaika saadaan muutettua kokonaisajaksi T4, tulee se kertoa TL3-lisäaikakertoimella. Kokonaisaika T4 sisältää kaiken työhön kuluvan ajan, mukaanluettuna pidemmät työn keskeytykset. TL3-kerroin huomioi nämä keskeytykset ja se liikkuu työtehtävästä riippuen välillä 1,1 – 1,3. Kustannusten arvioinnissa käytetään kokonaisaika T4. Lisäksi työmenekkiin vaikuttaa työskentelyolosuhteet ja suoritelmäärät, jotka myös huomioidaan omilla kertoimillaan. (Mts. 6-8.)

3.4 Tutkittavien työvaiheiden vertailumenekit

Tässä luvussa on esitettynä menetelmäkuvaus ja työmenekkitiedot seinäpintojen laatoittamiselle, kahitiili- ja kahiharkkoväliseinien muuraamiselle ja peltirankaisten T-lista alakattojen asentamiselle. Lisäksi luvussa on lueteltuna menekkiin vaikuttavia tekijöitä, kuten ne ovat esitettynä Rakennustöiden menekit 2020 -kirjassa. Menetelmäkuvaus sisältää kustannus seurannan kannalta työtehtävälle laskettavat työsuoritukset ja niiden sisällön.

3.4.1 Väliseinien muuraus

Tässä luvussa on esiteltyä väliseinien tiili- ja harkkomuurauksen ohjeelliset työmenekit. Muurauksen työmenekki sisältää Rakennustöiden menekit 2020 -kirjan (2019, 68) ohjeen mukaan aloittavat työt, eli tiilien siirrot, telineiden- ja työtasojen asennuksen sekä mittaamisen, laastin valmistuksen, muurauksen ja siivoamisen. Sekä ohutsaumamuurauksen, että tiilimuurauksen ohjeellinen työryhmä on kaksi henkilöä (Ratu 0481 2019, 1; Ratu 0485 2019, 1). Taulukoissa 3 ja 4 on esitettynä työmenekit työsittain. Rakennustuotannon ohjekortissa (Ratu 0481, 2019) ei ole annettu harkkomuuraukselle suoritelmääräkerrointa. Tiilimuurauksen suoritelmääräkerroin sekä tiili- ja harkkomuurauksen keliolosuhteet huomioivat kertoimet ovat esitettynä taulukossa 5. Lisäaikakerroin tiili- ja harkkomuurauksella ovat sama, 1,1 - 1,3. Samoin talviolosuhteiden vaikutuksen huomioivina suoritelmääräkertoimina käytetään samoja arvoja (Ratu 0481 2019, 5; Ratu 0485 2019, 5).

Taulukko 3. Tiilimuurauksen työmenekki (Ratu 0485 2019, 4-5)

Tiilimuuraus		
Siirrot käsin, lyhyt matka	0,10	tth/siirto
Siirrot käsin, pitkä matka	0,25	tth/siirto
Siirrot; nosturi, traktori, rakennushissi	0,10	tth/siirto
Työtasojen tekeminen	0,06	tth/m ²
Mittaus, väliseinä	0,06	tth/m ²
Laastinvalmistus, mylly, tiili 270 x 130 x 75 mm	0,47	tth/m ²
Puhtaaksi muurattu väliseinä, tiili 270 x 130 x 75 mm	0,54	tth/m ²
Puolipuhdaksi muurattu väliseinä, tiili 270 x 130 x 75 mm	0,38	tth/m ²
Kohteen siivous ja työvälineiden puhdistus, ym.	0,01	tth/m ²

Taulukko 4. Ohutsaumamuurauksen työmenekki (Ratu 0491 2019, 4)

Ohutsaumamuuraus, kalkkihiekkaharkko		
Siirrot käsin, lyhyt matka	0,10	tth/siirto
Siirrot käsin, pitkä matka	0,25	tth/siirto
Siirrot; nosturi, traktori, rakennushissi	0,10	tth/siirto
Mittaus, väliseinä	0,04	tth/m ²
Ohutsaumalaastin valmistus vispilällä, 25kg/erä	0,02	tth/m ²
Muuraus, harkko h 200 mm, pit. 300 mm	0,51	tth/m ²
Kohteen siivous ja työvälineiden puhdistus, ym.	0,01	tth/m ²

Taulukko 5. Tiili- ja ohutsaumamuurauksen suoritemääräkertoimet (Ratu 0485 2019, 5; Ratu 0481 2019, 5)

Aikakerroimet		
Suoritemäärä (tiilimuuraus)	m ²	kerroin
	100	1,10
	200	1,05
	400	1,00
	800	0,95
	1600	0,90
Talviolosuhteet	°C	kerroin
	0...-2,5	1,10
	-2,5...-7,5	1,25
	-7,5...-12,5	1,35
	yli -12,5	1,45

Tiili- ja ohutsaumamuurauksen työmenekin arvioinnissa on otettava huomioon myös muita työmenekkiä suurentavia ja pienentäviä muuttujia, jotka voivat kasvattaa tai pienentää ohjeellista työmenekkiä. Ne ovat esitettynä taulukoissa 6 ja 7.

Taulukko 6. Tiilimuurauksen työmenekkin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0485 2019, 6)

Tiilimuurauksen työmenekkiin vaikuttavia muuttujia		
Muuttuja	Suurentaa	Pienentää
Sää	Lumi, sade, pakkaneen	
Valaistus	Huono	Hyvä
Työmaajärjestelyt	Huonot	Hyvät
Työryhmän ominaisuudet	Kokemattomuus	Kokemus ja ammattitaito
Työryhmän ominaisuudet	Uusi työryhmä	Tuttu työryhmä
Kuviointi	Monimutkainen	Yksinkertainen, ei kuviointia
Aukkojen lukumäärä	Paljon	Vähän
Erillisiä alueita	Paljon	Vähän
Työalue/kohde	Rauhaton	
Työalue/kohde	Kapea, vähän tilaa	
Siirtomatkat	Pitkät	Lyhyet
Rakenteen korkeus	Telinetarve	Tasainen
Rakenteen korkeus	Vaihteleva	

Taulukko 7. Ohutsaumamuurauksen työmenekkiin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0481 2019, 6)

Ohutsaumamuurauksen työmenekkiin vaikuttavia muuttujia		
Muuttuja	Suurentaa	Pienentää
Sää	Lumi, sade, pakkaneen	
Sääsuojaus	Tarvitaan	
Valaistus	Huono	Hyvä
Työmaajärjestelyt	Huonot	Hyvät
Työryhmän ominaisuudet	Kokemattomuus	Ammattitaito ja kokemus
Työryhmän ominaisuudet	Uusi ryhmä	Tuttu ryhmä
Aukkojen lukumäärä	Paljon	Vähän
Nurkkien lukumäärä	Paljon	Vähän
Siirtomatkat	Pitkät	Lyhyet
Rakenteen korkeus	Korkea, telinetarve	Matala
Rakenteen korkeus	Vaihteleva	Tasainen
Pinnan yhtenäisyys	Erillisiä pintoja	Yhtenäinen

3.4.2 Ripustettavien alakattojen asennus

Tässä luvussa on esiteltynä ripustettavien alakattojen ohjeelliset työmenekit. Ripustettavien alakattojen työmenekki sisältää siirrot, mittaukset, metallisen alakaton asennuksen ja siivoamisen

(Rakennustöiden menekit 2020 2019, 104). Suositeltu työryhmän koko on 1-3 alakattoasentajaa (Ratu 0479 2018, 1). Taulukossa 8 on esitettyä ripustettavan alakaton asentamisen työmenekitiedot, kun tilan keskimääräinen pinta-ala on 30m², alakatossa on keskimäärin 0,15 aukkoa/m² ja alakaton rakennekorkeus on 0,4 m (mts. 4).

Taulukko 8. Ripustettavan alakaton työmenekki (Ratu 0479 2018, 4)

Alakattotyö	
Käsin siirrot	0,03 tth/m ²
Ylläpitävät työt; siivous, turvallisuus, yms.	0,01 tth/m ²
Mittaus laserilla	0,02 tth/m ²
Listakatto, primääri tai sekundäärikannatus, 600 x 600 mm	0,16 tth/m ²
Reunalistan asennus	0,02 tth/m ²
Otsapintojen runko-osat	0,2 tth/m ²
Levyjen asennus, T-listakannatus	0,07 tth/m ²
Siivous ja jätteiden lajittelu	0,005 tth/m ²

Lisäaikakerroin TL3 alakattotyölle on 1,1 - 1,3 ja se riippuu työnsuunnittelun ja -järjestelyn onnistumisesta, laitteiden toimivuudesta sekä työolosuhteista (mts. 4). Taulukossa 9 on esitettyä alakattotyön suoritämääräkertoimet. Ripustettavien alakattojen työmenekin arvioinnissa on otettava huomioon myös työmenekkiä suurentavia ja pienentäviä muuttujia. Ne ovat esitettyä taulukossa 10.

Taulukko 9. Ripustettavan alakaton suoritämääräkertoimet (Ratu 0479 2018, 4)

Aikakertoimet	
Keskimääräinen lattiapinta-ala	m ² kerroin
	≤ 10 1,15
	30 1,00
	75 0,90
	≥ 200 0,80
	Käytävät 0,93
Suoritemäärä	
	≤ 50 1,10
	250 1,05
	500 1,00
	≥ 1000 0,90

Taulukko 10. Ripustettavan alakaton työmenekkiin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0479 2018, 5)

Ripustettavien alakattojen työmenekkiin vaikuttavia muuttujia		
Muuttuja	Suurentaa	Pienentää
Nurkkien lukumäärä tilassa	> 5 kpl/tila	
Katon korkeus	> 3,5 m	
Alakaton ontelo	Korkea (> 0,6 m)	
Tilojen keskimääräinen pinta-ala	< 30 m ²	> 30 m ²
Aukkojen lukumäärä	> 0,15 aukkoa/m ²	< 0,15 aukkoa/m ²
Pinnan yhtenäisyys	Eri alakattoj, eri alustamateriaaleja	Yksi alakattotyyppi, yksi alustamateriaali
Otsien määrä	Paljon otsapintaa	Ei otsapintaa
Suunnitelmat	Monimutkaiset	Yksinkertaiset
Työmaajärjestelyt	Huonot	Hyvät
Siirtomatkat	Pitkät	Lyhyet
Työkokemus	Lyhyt	Pitkä
Työnjohdon läsnäolo työmaalla	Harvoin paikalla	Usein paikalla

3.4.3 Seinäpintojen laatoitus

Rakennustöiden menekit 2020 (2019, 76) tarjoaa seinäpintojen laatoitukselle työmenekin. Työmenekki sisältää laattojen siirrot, mittauksen, märkätilojen vedeneristyksen, laastinvalmistuksen, laatoituksen, saumauksen ja loppusiivouksen (mts. 76). Laatoitukseen suositeltu työryhmä on yksi työntekijä. Taulukoissa 11 ja 12 on esitettyä seinälaatoituksen työmenekkitiedot sekä suoritusmääräkertoimet. Lisäaikakeroimena TL3 laatoitustyölle käytetään 1,1 - 1,2 ja se riippuu työsuunnittelun ja -järjestelyn onnistumisesta, laitteiden toimivuudesta sekä työolosuhteista (Ratu 0484 2019, 4). Laatoitettavien seinäpintojen työmenekin arvioinnissa on myös otettava huomioon seuraavia työmenekkiä suurentavia ja pienentäviä muuttujia. Ne ovat esitettyinä taulukossa 13.

Taulukko 11. Seinälaatoituksen työmenekki (Rakennustöiden menekit 2020 2019, 76)

Laatoitus	
Käsin siirrot	0,02 tth/m ²
Vedeneristys, 2-kertainen käsinsiveltävä	0,11 tth/m ²
Laastinvalmistus	0,04 tth/m ²
Seinälaatoitus 200 mm x 200 mm	0,26 tth/m ²
Saumaus 200 mm x 200 mm	0,11 tth/m ²
Silikonisaumaus	0,04 tth/m ²
Siivous	0,01 tth/m ²

Taulukko 12. Seinälaatoituksen suoritusmääräkertoimet (Rakennustöiden menekit 2020 2019, 77)

Seinälaatoituksen lisäaikakertoimet		
Vedeneristyksen suoritemäärä	m2 kerroin	
	10	1,10
	15	1,05
	25	1,00
	40	0,95
	70	0,90
Laatoituksen suoritemäärä		
	25	1,20
	50	1,05
	100	1,00
	500	0,95

Taulukko 13. Laatoituksen työmenekkiin vaikuttavat muuttujat (Ratu 0484 2019, 5)

Seinälaatoituksen työmenekkiin vaikuttavia muuttujia		
Muuttuja	Suurentaa	Pienentää
Ikkunoiden ja ovien lukumäärä	> 2 kpl/tila	
Ikkunoiden pielen laatoitus	Laatoitetaan	
Boordit	On	
Laattajalkalistat	On	
Alustan tasaisuus	Tasoitustarve	
Läpivientien lukumäärä	Paljon	Vähän
Nurkkien lukumäärä	> 4 kpl	
Pinnan yhtenäisyys	Erilaisia pintoja	Yhtenäinen
Kuviot	Erilaisia ja erikokoisia laattoja	
Suunnitelmat	Monimutkaiset	Yksinkertaiset
Työmaajärjestelyt	Huonot	Hyvät
Siirtomatkat	Pitkät	Lyhyet
Työkokemus	Lyhyt	Pitkä
Työnjohdon läsnäolo työmaalla	Harvoin paikalla	Usein paikalla

4 Tulokset

Tässä luvussa on esiteltyä työvaihekohtaiset huomiot ja menetelmät sekä kustannuseurannan tulokset eriteltyinä omille tarkkailunimikkeilleen, eli väliseinämuuraukselle, laatoitukselle, alakattotyölle sekä akustiikkalevyjen asentamiselle. Työnimikekohtaiset materiaalikustannukset on laskettu materiaalitoimittajan laskutuskuittien avulla ja työmenekki on laskettu tuntilistojen- ja työnjohdon muistiinpanojen avulla. Lopullinen rakennettu pinta-ala mitattiin työmaalla kyseisen

työvaiheen valmistuttua. Vertailumenekki on laskettu luvun 3.4 mukaan. Työkustannukset selvitetään kertomalla työntekijän työtunnit tuntipalkalla sivukulut huomioiden toimeksiantajan toimittamien tietojen avulla. Työkustannus on vertailtavassa muodossa tavoitekustannukseen nähden. Kustannuksissa ei ole huomioitu kiinnitinkustannuksia, eli esimerkiksi alakatto- ja akustiikkatyössä käytettäviä ruuveja. Kiinnitinkustannukset eivät ole suhteessa kokonaiskustannuksiin suuret, mutta niiden puuttuminen on kuitenkin huomioitu tulosten pohdinnassa luvussa 5. Materiaalikustannukset on ilmoitettu muodossa arvonlisävero 0%.

Tulosten koontitaulukoiden kustannustiedot on määritetty salassapidettäviksi. Tämän vuoksi niitä ei ole esitetty tässä luvussa. Kokonaiset taulukot salassapidettävien tietojen löytyvät liitteestä 2. Liitteiden salassapitoaika on viisi vuotta.

4.1 Väliseinien muuraustyö

Taulukossa 14 on esitetty hankkeen tiili- ja harkkomuurauksen menekki- ja kustannustiedot, sekä Rakennustieto Oy:n ohjeen mukaan laskettu vertailutyömenekki. Tavoitekustannukset ovat esitettyä koko muuraustöiden osalta, eikä sitä ole eritelty kivi- tai harkkomuuraamiselle, kuten työmenekki työmenekkitiedot. Tämä johtuu siitä, että urakkatarjousvaiheen jälkeen osa tiiliseinistä muutettiin harkkoiksi, joten erittely kivelle ja harkolle ei vastaisi todellisia kustannuksia. Tavoitekustannuksissa on myös huomioituna lisätöistä aiheutuneet lisäkustannukset. Kohteeseen muurattiin ylimääräinen IV-kuilu, jota ei ollut alkuperäisissä urakka-asiakirjoissa. Luvuissa 4.1.1 ja 4.1.2 on esitettyä kivi- ja harkkomuuraamisen työmenetelmät ja huomiot tarkemmin.

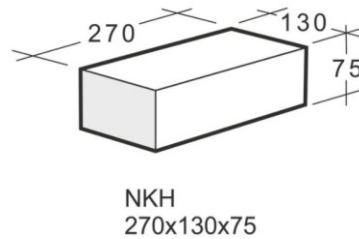
Taulukko 14. Väliseinämuuraamisen menekit ja kustannukset

Muuratut väliseinät	
Muuratut tiiliväliseinät	106 m ²
Muuratut harkkoviäliseinät	342 m ²
Tiilimuurausten toteutunut työmenekki	199 h
Tiilimuurausten vertailutyömenekki	178 h
Harkkomuurausten toteutunut työmenekki	450 h
Harkkomuurausten vertailutyömenekki	319 h
Muuraustöiden työkustannus	€
Muuraustöiden tavoitetyökustannus	€
Muurausmateriaalin kustannus	€
Muuraustöiden kokonaiskustannus	€
Muuraustöiden neliökustannus	€/m ²
Muuraustöiden tavoitekustannus	€

Urakkalaskentavaiheessa oviaukkojen ylitykset oli laskettu tehtäväksi U-kourulla, mutta ne toteutettiin työmaalla valupalkeilla, jotka valettiin paikanpäällä. Palkkien valulla oli selkeä vaikutus työmenekkiin, niitä asennettiin kohteeseen 25 kappaletta ja työaika yhden palkin mittaamiselle, muotitukselle, raudoitukselle, valamiselle ja asentamiselle oli noin 2 tuntia. Palkkien asentamiseen kulunut työmenekki litteroitiin kustannusseurannan aikana muuraustöiden alle. Tiiliseinille asennettiin 3 palkkia ja harkkoseinille 22 palkkia. Näitä tunteja ei ole myöskään huomioituna taulukon 14 vertailumenekeissä.

4.1.1 Kahitiiliväliseinien muuraus

Kohteen kellarikerrokseen muurattiin puhtaaksimuurattua kahitiiliväliseinää yhteensä 48,4 m² ja ei-puhtaaksimuurattua kahitiiliväliseinää 57,6 m². Puhtaaksimuuratun ja ei-puhtaaksimuuratun tiiliseinän erona on sauman siisteys, jonka vuoksi puhtaaksimuuratun väliseinän työmenekki on suurempi. Ei-puhtaaksimuurattua väliseinää tehtiin vanhojen seinien paikkauksiin ja ne tasoitettiin yli. Tiiliseinät olivat noin 3 metriä korkeita ja niistä muurattiin hankkeen aikana isompia seinäpintoja kuin harkosta. Tiilinä käytettiin NKH 270 x 130 x 75 mm. Muurauslaastinvalmistus tapahtui myllyllä sekoittaen. Työryhmän koko vaihteli yhden ja kahden työntekijän välillä. Siirrot työmaalla tapahtuivat tiilikärryjä käyttäen ja siirtovälimatkat olivat lyhyitä, maksimissaan noin 40 metriä. Työtasona käytettiin tilan mukaan pukkia tai telinettä.

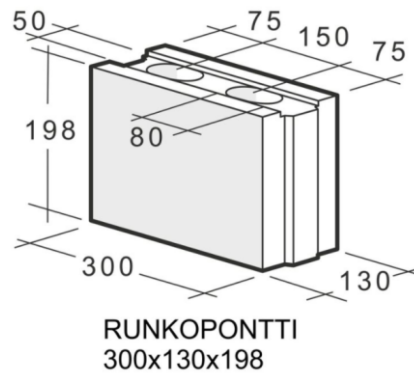


Kuvio 2. NKH 270 x 130 x 75 mm (Kahi NKH Väliseinätiili 270x130x75 n.d)

Taulukossa 14 on esitetty kahitiilimuurauksen menekki- ja kustannustiedot, sekä Rakennustieto Oy:n ohjeen mukaan laskettu vertailutyömenekki. Taulukon työmenekki sisältää aputyöt, telien rakentamisen, siivoamisen, materiaalsiirrot, oviaukkojen palkkien valmistuksen ja asentamisen, laastinsekoituksen sekä muuraamisen ja siivoamisen. Vertailutyömenekin arvioinnissa ei-puhtaaksimuuratulle tiiliseinälle käytettiin puolipuhtaaksimuuratun tiiliseinän työmenekkiä, sillä ei-puhtaaksimuuratulle tiiliseinälle ei ole tarjolla menekkiarviota. Vertailumenekkiä varten siirtojen määräksi arvioitiin 130 siirtoa, joka perustui tiililetkojen määrään. Vertailumenekki on laskettu luvun 3.4.1 ohjeistamalla tavalla ja lisäaikakertoimena käytettiin kerrointa 1,3. Kerroin 1,3 perustuu tiiliseinien muuraamisen katkonaisuuteen. Muuraustyö eteni pääasiassa muiden työvaiheiden aikataulun mukaan, jonka vuoksi se jouduttiin välillä keskeyttämään. Tämän vuoksi lisäaika-kerroin 1,3 on todennäköisesti kohdallaan.

4.1.2 Kahiharkkoväliseinien muuraus

Kohteeseen muurattiin kahiharkkoväliseinää yhteensä 342 m². Harkkona käytettiin kahi runkoponttia 300 x 130 x 198 mm sekä kahi väliseinäponttia 300 x 85 x 198 mm. Harkosta muurattiin osittain korkeampaa, noin 5 metristä seinälinjaa ja osittain pieniä wc-koppeja ja muita seinäpinta-alaltaan pieniä seiniä. Seiniin myös jätettiin suurehkoja varauksia talotekniikalle, joka omalta osaltaan hidasti seinien muuraamista. Muurausolosuhteet siis harkkoseinien osalta eivät olleet aivan optimaaliset, joka osaltaan selittää vertailumenekkiin nähden korkean työmenekin. Ohutsauma-laastin valmistus tapahtui vispilällä sekoittaen. Työryhmän koko vaihteli yhden ja kahden työntekijän välillä. Siirrot työmaalla tapahtuivat pääasiassa tiilikärryjä käyttäen ja siirtovälimatkat olivat lyhyitä, maksimissaan noin 40 metriä. Työtasona käytettiin tilan mukaan nostinta, pukkia tai telinettä.



Kuvio 3. Kahi runkopontti 300 x 130 x 198 mm (Kahi Runkopontti 300x130x198 n.d)

Taulukossa 14 on esitetty kahiharkkomuurauksen menekki- ja kustannustiedot, sekä Rakennustieto Oy:n ohjeen mukaan laskettu vertailutyömenekki. Työmenekki sisältää aputyöt, telineiden rakentamisen, siivoamisen, materiaalsiirrot, oviaukkojen palkkien valmistamisen ja asentamisen, laastinsekoituksen ja muuraamisen. Tavoitekustannus ja tavoitetyömenekki sisältää myös muutostyöstä aiheutuneet lisäkustannukset. Vertailumenekkiä varten siirtojen lukumääräksi 302 kappaletta, joka perustuu harkkoletkojen lukumäärään. Vertailumenekki on laskettu luvun 3.4.1 ohjeistamalla tavalla ja lisäaikakertoimena käytettiin kerrointa 1,3 samoista syistä kuin tiilimuurauksessa.

4.2 Seinäpintojen laatoitustyöt

Hankkeen kaikkien märkä- ja wc-tilojen seinäpinnat laatoitettiin 200 mm x 200 mm laattalla, kellarikerrokseen valkoisella- ja yläkertaan harmaalla laattalla. Lisäksi kohteeseen laatoitettiin kaksi altaan taustaa. Yläkerran ikkunanpielet myös kierrettiin laattalistalla ja laatoitettiin. Laattapintojen alle siveltiin kaksinkertainen vedeneristys, jonka päälle laatta kiinnitettiin kiinnityslaastilla. Laatoitus saumattiin saumaustaastilla ja silikonilla. Siirtoetäisyydet työmaalla eivät olleet pitkiä, maksimissaan 40 metriä. Työtasona toimi pukki. Laatoitus uloitettiin alakaton yläpuolelle, noin 2,6 metrin korkeuteen.

Taulukossa 15 on esitetty seinälaatoituksen menekki- ja kustannustiedot, sekä Rakennustieto Oy:n ohjeen mukaan laskettu vertailutyömenekki. Alakerrassa laattapintaneliöitä oli 97,0 m² ja yläkerrassa 176,9 m², eli yhteensä 273,9 m². Seinälaatoituksen työmenekkiin huomioitiin siirrot,

vedeneristys, laastinvalmistus, laatoitus, saumaus, silikonisaumaus ja siivous. Menekissä ei huomioidu seinien oikomisia ennen laatoituksen aloittamista. Vertailumenekkiin siirtojen lukumääräksi arvioitiin viisi siirtoa yhtä laatoitettavaa koppia kohti. Laatat toimitettiin työmaalle kuormalavalla, jolla ne siirrettiin välisäilytykseen. Tämän jälkeen laattalaatikat siirrettiin kärryllä työpisteelle. Vertailumenekin laskemista varten siirroiksi arvioitiin laatoitettavaa koppia kohti viisi kappaletta. Laatoitettavia koppeja oli 17 kappaletta, joten siirtojen lukumääräksi arvioitiin 85 kappaletta. Vertailumenekki on laskettu luvun 3.4.2 ohjeistamalla tavalla ja lisäaikakertoimena käytettiin kerrointa 1,2 samoista syistä, kuin tiilimuurauksella. Laatoittaja joutui ajoittain väistelemään muita urakoitsijoita, jonka vuoksi työhön tuli katkoja. Katkojen aikana laatoittaja teki muita työtehtäviä.

Taulukko 15. Seinälaatoituksen menekit ja kustannukset

Seinälaatoitus	
Kohteeseen laatoitetut seinäpinnat	274 m ²
Seinälaatoituksen toteutunut työmenekki	193 h
Seinälaatoituksen vertailutyömenekki	186 h
Seinälaatoituksen työkustannus	€
Seinälaatoituksen tavoitetyökustannus	€
Laattamateriaalien kokonaiskustannus	€
Seinälaatoituksen kokonaiskustannus	€
Seinälaatoituksen neliökustannus	€/m ²
Seinälaatoituksen tavoitekustannus	€

Työnaikaisia haasteita laattatyössä oli laattaväriin muuttuminen ennen työn aloittamista. Harmaan laatan toimitusaika oli pitkä, joten alakerran laattaväri vaihdettiin valkoiseen, jotta laattatyö päästiin aloittamaan aikataulussa. Työn aikana valkoinen laatta kuitenkin loppui kesken, joka johti pieneen viivästymiseen. Viivästymisen vaikutus työmenekkiin ei kuitenkaan ollut huomattava. Laattaväriin vaihtuminen aiheutti myös sekaantumisen laattojen tilaamisessa, joka johti ylimääräisen harmaan laattaerän toimittamiseen. Myös valkoiseksi muutettu harmaa laatta toimitettiin työmaalle, joka johti ylimääräisiin materiaalikustannuksiin. Harmaata laattaa toimitettiin työmaalle ylimääräistä noin 100 m². Ylimääräinen laatta varastoitettiin käytettäväksi tulevilla kohteilla. Lisäksi laattatyöhön aiheutui katko yhden palopellin puuttumisen vuoksi. Koska palopelti puuttui, ei talotekniikan koteloa voitu ummistaa, jonka vuoksi laatoitus täytyi jättää kes-

ken ja tehdä loppuun myöhemmin. Saumauslaastin kanssa oli myös ongelma, sillä se muodosti ilmakuplia laastin sisään. Tämä hidasti saumauslaastin asentamista, sillä laatoittaja joutui turhaan hieromaan saumoja. Muuten laattatyö eteni normaalisti.

4.3 Ripustettavien alakattojen asennus

Kohteen kaikki ripustettavat alakatot tehtiin T-listalla ja kaksoiskulmareunalistalla. Asennettavat levyt vaihtelivat tilojen mukaan, mutta levymateriaalilla ei ole vaikutusta työmenekkiin. Neliöhinta eri levyillä tosin vaihteli. Reunalistan kiinnityspohjana oli pääasiassa betoni- tai harkkopinta ja kiinnitys tapahtui lyöntiniitillä tai betoninaulaimella. Ripustusjärjestelmänä käytettiin joustaa ja lenkkilankaa, joka kiinnitettiin kellarikerroksessa betonilaattaan ja yläkerrassa puiseen kattoelementtiin. Keskimääräinen pinta-ala huoneilla, joihin alakattoja asennettiin oli pieni, huomattavasti alle 10 m². Osa katoista myös asennettiin käytävätiloihin. Otsapintaa kattoihin ei tehty kuin muutama metri. Ripustuskorkeus, eli etäisyys katosta alakattoon vaihteli. Kellarikerroksen huoneissa ja auloissa se oli matala, noin 20 – 30 cm ja yläkerran tiloissa korkea, yli 1m. Asennuskorkeuden kasvaessa työnteko vaikeutuu ja tämä vaikuttaa työmenekkiin (Ratu 0479 2018, 5). Työtasona toimi alumiiniteline sekä saksinostin.

Taulukossa 16 on esitettyä alakattotyön menekki- ja kustannustiedot, sekä Rakennustieto Oy:n ohjeen mukaan laskettu vertailutyömenekki. Ripustettavien alakattojen asennuksesta sovittiin neliöurakkahinta yrityksen vakituisessa työsuhteessa olevan työntekijän kanssa. Ripustettavia alakattoneliöitä kohteessa oli yhteensä 298 m² ja sovittu neliöhinta T-listan asennukselle oli 12 €/m². Vertailumenekki on laskettu luvun 3.4.2 ohjeistamalla tavalla ja lisäaikakerroimena käytettiin kerrointa 1,1. Kerroin 1,1 perustuu siihen, että alakattotyö tehtiin urakalla, joten jos alakattotyöntekijä ei päässyt jatkamaan alakattotyötä, niin hän laittoi urakan poikki ja siirtyi tekemään muita työtehtäviä. Näin alakattotyöhön ei kustannusten näkökulmasta syntynyt turhia taukoja. 1,1 on pienin suositeltu lisäaikakerroin alakattotyölle.

Taulukko 16. Ripustettavien alakattojen menekit ja kustannukset

Ripustettavat alakatot	
Kohteeseen asennetut ripustetut alakatot	298 m ²
Alakattotyön toteutunut työmenekki	172 h
Alakattotyön vertailutyömenekki	204 h
Alakattotyön työkustannus	€
Alakattotyön tavoitetyökustannus	€
Alakattomateriaalien kokonaiskustannus	€
Alakattoasennusten kokonaiskustannus	€
Alakattotyön neliökustannus	€/m ²
Alakattoasennusten tavoitekustannus	€

Alakattotyön kustannuksiin ja menekkiin on huomioitu kellarikerrokseen urakoitsijan toimesta vaihdetut ja asennetut ripustettavat alakatot. Ajatuksena oli asentaa viiteen pieneen varastokoppiin alakatot, jolloin alakaton yläpuolisia pintoja ei tarvitse kuin pölynsidontamaalata. Muuten pinnat olisi suunnitelmien mukaan tullut tasoittaa ja maalata, joka olisi talotekniikan vuoksi ollut työlästä ja haastavaa. Yhteensä ylimääräistä alakattopintaa tuli noin 49 m². Alakaton vaihtamisesta ei saanut hyvitystä tilaajalta, joten tämän vuoksi alakattolitteralle kohdistuu enemmän kuluja, kuin alun perin on suunniteltu, mutta säästö tapahtuu muualla.

4.4 Katon akustiikkalevyjen asennus

Kohteen liikuntatilojen akustiikkalevyjen asennus tapahtui hattulistajärjestelmällä. Käytettävän levyn koko oli 1200 x 600 x 40 mm. Akustiikkalevyä asennettiin kellarikerroksen kunto-, tanssi- ja ampumasalitilojen kattoon. Vastaavaa, mutta pallosuojattua akustiikkalevyä asennettiin myös liikuntasalin kattoon ja salin vierellä olevan parvikatsomon kattoon. Kellarikerroksessa hattulistat kiinnitettiin betonilaattaan- ja palkkeihin ja yläkerran liikuntasalissa ja parvella puuelementtikattoon. Liikuntasalin kattoon asennettiin levyjä 215 h, tanssisalin kattoon 40 h ja muihin tiloihin 124 h. Kellarikerroksessa työtasona oli käytössä alumiiniteline ja yläkerran liikuntasalissa vuokrattu saksinostin.

Taulukossa 17 on esitettyä alakattotyön menekki- ja kustannustiedot. Kattojen akustiikkalevyn asennuksesta sovittiin ripustettavien alakattojen tapaan neliöurakka 12 €/m² alakattoasentajan

kanssa, mutta kiireapuna asennuksessa työskenteli myös muita työntekijöitä normaalilla tuntipalkalla. Liikuntasalin akustiikkalevyjen asentamisessa käytettiin vuokranostinta firman oman nostimen sijaan, joten kokonaiskustannuksissa on huomioitu nostimen vuokra. Työmenekkiin on laskettu siirrot, kannatinjärjestelmän ja levyjen asennus sekä siivous.

Taulukko 17. Akustiikkalevyjen asennuksen menekit ja kustannukset

Kattopintojen akustiikkalevyt	
Liikuntasalin katon akustiikkalevyt	519 m ²
Tanssisalin katon akustiikkalevyt	36 m ²
Akustiikkalevyt muissa kattopinnoissa	328 m ²
Akustiikkalevytyksen toteutunut työmenekki	379 h
Akustiikkalevytyksen työkustannus	€
Akustiikkalevytyksen tavoitetyökustannus	€
Akustiikkamateriaalien kokonaiskustannus	€
Akustiikkalevytyksen kokonaiskustannus	€
Akustiikkalevytyksen neliökustannus	€/m ²
Akustiikkalevytyksen tavoitekustannus	€

Haasteita hattulistajärjestelmän asentamisessa aiheutti tanssisalin katto, jossa vanhat ilmastointiputket estivät ehjien levykenttien rakentamisen. Tällä oli selkeä vaikutus työmenekkiin, eikä suunnitellun neliömäärän asentaminen ollut mahdollista. Kattoon asennettiin levyjä mahdollisuuksien mukaan niin paljon, kuin sinne mahtui. Asennus oli hidasta, sillä asennettavien levykenttien koko oli erittäin pieni, jolloin mittaaminen ja reunalistan asentaminen lisääntyi. Lisäksi osaa levyistä täytyi leikata.

Toinen haaste oli liikuntasalin katto, jossa hattulistat kiinnitettiin kattoelementin koolauksiin, jonka vuoksi lista täytyi katkaista määrämittäiseksi. Tästä aiheutui odotettua enemmän materiaalihukkaa. Kiinnitysmenetelmä oli myös aluksi haastava, mutta kun työtapa kävi tutuksi, niin asennusvauhti kasvoi huomattavasti. Muut akustiikkalevyt asennettiin tavanomaisin menetelmin suurempiin levykenttiin, jolloin työtahti oli nopeampi.

5 Tulosten arviointi ja johtopäätökset (salassa pidettävä)

5.1 Väliseinämuurauksen tulosten arviointi ja johtopäätökset

5.2 Seinäpintojen laatoituksen tulosten arviointi ja johtopäätökset

5.3 Ripustettavien alakattojen asennuksen tulosten arviointi ja johtopäätökset

5.4 Akustiikkalevyjen asennuksen tulosten arviointi ja johtopäätökset

6 Pohdinta

6.1 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen perimmäisenä tavoitteena oli selvittää liikuntahallityömaan tilamuutos- ja korjaushankkeen aikana kevyiden väliseinien muuramisen, seinäpintojen laatoittamisen, akustiikkalevyjen asennuksen ja ripustettavien alakattojen asennuksen kustannukset ja verrata niitä tavoitekustannuksiin sekä selvittää mistä mahdolliset erot näiden välillä voivat johtua. Tämän tiedon ohella tutkimus tuotti kyseisten työvaiheiden hinnan valmiille pinnalle (€/m²). Tutkimuksen aikana myös selvitettiin tutkittavien työvaiheiden työmenekit ja niitä verrattiin Rakennustieto Oy:n työmenekkiarvioihin. Näiden vertailumenekkien avulla työvaiheiden onnistumista, työtehokkuutta ja kilpailukykyä pystyttiin arvioimaan ja jatkotoimenpiteiden tarvetta kartoittamaan. Tutkimuksen aikana myös kiinnitettiin huomiota tarkkailtavien työvaiheiden aikana esiintyviin muuttujiin, joilla oli vaikutusta menekkiin ja kustannuksiin.

Saadut tulokset vastasivat tutkimuskysymyksiin. Toteutuneet urakka- ja neliöhinnat selvitettiin ja niitä verrattiin tavoitekustannuksiin. Toteutuneiden- ja tavoitekustannusten eroavaisuuksien syitä selvitettiin työn aikana ilmenneiden muuttujien avulla. Työmenekkiä saatiin myös vertailtua muurauksen, laatoituksen ja ripustettujen alakattojen osalta Rakennustieto Oy:n menekkilaskentamallin viitetietoon, jolloin työn onnistumista saatiin arvioitua muunkin, kuin pelkästään tavoitekustannusten näkökulmasta. Hattulistaiselle akustiikkalevyille vertailumenekkiä ei arvioitu, joten tämän työvaiheen osalta vertailua ei tehty. Akustiikkalevytyksen onnistumista kuitenkin verrattiin tavoitekustannuksiin samaan tapaan kuin muita työvaiheita. Akustiikkalevytyksen työmenekkiä myös vertailtiin eri asennusmenetelmien kesken.

Tutkimuksen tuottama työvaiheen neliöhinta toimii hyvänä viitetietona, johon toimeksiantaja voi verrata omaa urakkahinnoitteluaan ja kustannuslaskentatietojaan. Tulokset myös esittävät hankkeen kyseisten työsuuksien taloudellisen onnistumisen niin tavoitetyökustannusten, kuin kokonaiskustannusten osalta. Kustannustietojen lisäksi tutkimuksessa selvinnyttä työvaiheiden työmenekkiä voi myös tulevaisuudessa käyttää apuna aikataulujen suunnittelussa. Tutkimuksen aikana esiin nousseita menekkiin ja kustannuksiin vaikuttavia muuttujia voi myös tulevaisuuden tuotannonsuunnittelussa sekä kustannuslaskennassa huomioida etukäteen.

6.2 Tutkimuksen laatu

Tutkimustuloksien luotettavuuteen vaikuttaa pääasiassa litteroitujen työtuntien tarkkuus sekä kaikkien materiaalilaskujen huomioiminen. Mahdollisesta materiaalikustannusten selvittämisessä sattuneesta virheestä ei todellisuudessa todennäköisesti aiheudu tutkimustuloksiin suurta virhettä. Kaikkien materiaalitoimituserien laskut tarkastettiin, mutta on mahdollista, että jokin yksittäinen lasku on jäänyt huomioimatta. Huomiotta jäänyt lasku on voinut olla esimerkiksi rautakaupasta haettu erillinen laastisäkki tai muu vastaava hankinta, jonka osuus materiaalien kokonaiskustannuksista on pieni. Tämä tulee kuitenkin huomioida tulosten luotettavuuden kannalta. Lisäksi on huomioitava, että akustiikkalevyn asennuksen ja ripustettavien alakattojen asennuksen kiinnitinkustannuksia ei ole huomioitu kokonaiskustannuksissa. Kiinnittimet hankittiin yhdessä muiden vastaavien kiinnittimien kanssa, jolloin alakattotyöhön käytettyjen tarvikkeiden erottelu muista ei ollut järkevästi mahdollista. Tämä seikka on tosin huomioitu tutkimustulosten johtopäätöksissä.

Myös mahdollisuus sille, että työvaiheiden tuntien merkitsemisessä mahdollisesti sattunut virhe on otettava huomioon. Jo kahdenkin ylimääräisen työpäivän merkitseminen tutkituissa työvaiheissa on suhteessa kokonaistyömenekkiin huomattava. Tällaisesta epähuomiosta johtuva virhe on mahdollista etenkin väliseinämuuraamisessa, jossa apumies työskenteli muuraajan apuna vain osan ajasta ja välillä työskenteli muissa työtehtävissä. Harkkomuuraus myös oli juuri se, jossa ero vertailumenekin ja toteutuneen työmenekin välillä oli suurin, joten tuntien litteroinnin tarkkuus on huomioitava tulosten tarkkuuden kannalta. Varsinkin tämän vuoksi työmenekkiä kannattaa seurata myös tulevaisuudessa, jolloin mahdolliset virheet tässä tutkimuksessa tasoittuvat tietomäärän kasvaessa.

Näitä seikkoja lukuun ottamatta tutkimuksen tuottamat kustannus- ja menekkitiedot ovat todennäköisesti tarkkoja ja vaikka mahdollisuus virheelle onkin olemassa, niin tiedot ovat varmasti käyttökelpoisia. Jatkamalla kustannuseurannan toteuttamista kyseisten työvaiheiden osalta voidaan litterointivirheestä johtuvia virheitä oikaista, kun tutkimustietoa saadaan enemmän. Tällaisen yksittäisen tutkimuksen tuloksessa virheen vaikutus korostuu, mutta jos kustannuseurantaa ja työtuntien litterointia toteutetaan jatkuvasti, niin menekkitieto tarkentuu ja pysyy myös ajan tasalla.

6.3 Jatkotoimenpiteet

Tarkemman kustannuseurannan toteuttaminen tulevaisuudessa olisi etenkin harkkomuurauksen työmenekkiä tarkkailtaessa kohdallaan. Heitto vertailumenekin ja toteutuneen työmenekin välillä on kaikki muuttujat huomioon otettunakin melko suuri. Tarkalla kustannuseurannalla myös kaikkien työvaiheiden osalta saataisiin tehostettua rakennushankkeen kustannushallintaa ja tuotettua viitetietoja urakkalaskennan avuksi. Myös eri työsuoritusten kustannustehokkuutta voidaan mahdollisesti parantaa, kun epäkohdat kustannuksissa tunnistetaan. Kustannuseurannan toteuttaminen on myös työmaan aikana helpompaa, sillä kustannukset voidaan litteroida suoraan tuotannonohjausjärjestelmään työvaiheen edetessä, jolloin tiedon käsittely helpottuu. Tämän tiedon avulla on myös mahdollista suoraan ennustaa hankkeen taloudellista onnistusta jo hankkeen aikana, jolloin mahdollisiin kustannusten ylityksiin eri työvaiheiden osalta voidaan reagoida aikaisemmin.

Kustannuseurannan tarkentamiseksi tulisi tunti- ja tuntilistoja alkaa litteroimaan tarkemmalla tasolla ja kustannukset merkitä tuotannonohjausjärjestelmään. Tämän mahdollistamiseksi yksi vaihtoehto on kerätä tunti- ja tuntilistat useammin kuin nykyisen kahden viikon välein, jolloin päivittäiset työtehtävät ovat vielä tarkemmin mielessä, kun listat litteroidaan. Toinen mahdollinen toimenpide on ohjeistaa työntekijöitä erittelemään päivän aikana tekemänsä työtehtävät mahdollisimman tarkasti, jolloin työnjohdon osuus litteroinnissa helpottuu huomattavasti. Tarkemman kustannuseurannan avulla koko rakennushanketta saa varmasti optimoitua ja tuotannosuunnittelua tehostettua.

Lähteet

Kahi NKH Väliseinätiili 270x130x75. N.d. Weber Saint Gobain -materiaalivalmistajan tuote-esite. Viitattu 11.3.2022. <https://www.fi.weber/kahi-tiilet-ja-harkot/kahi-valiseinatiilet/kahi-nkh-valiseinatiili-270x130x75>.

Kahi Runkopontti 300x130x198. N.d. Weber Saint Gobain -materiaalivalmistajan tuote-esite. Viitattu 11.3.2022. <https://www.fi.weber/kahi-tiilet-ja-harkot/kahi-harkot/kahi-runkopontti-300x130x198>.

Konola, M. 2022. Työmaainsinööri. PS-Rakennus Oy. Henkilökohtainen tiedonanto 29.3.2022.

Niskavaara, R. 2016. Litterointiohje työmaille 1.0. Insinööryö, AMK. Metropolia Ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma. Viitattu 13.2.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201604254941>.

Nokkala, P. 2015. Määrälaskennan perusteet. Opinnäytetyö, AMK. Satakunnan ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma. Viitattu 13.2.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201503092901>.

PS-Rakennus Oy. N.d. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 9.2.2022. <https://www.ps-rakennus.fi/>.

Rakennushankkeen kustannushallinta. 2018. Ratu KI-6033. Rakennustuotanto-kirjasarja. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 14.2.2022. <https://janet.finna.fi>, Rakennustiedon verkkopalvelu.

Rakennustöiden menekit 2020. 2019. Ratu KI-6035. Rakennustuotanto-kirjasarja. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 14.2.2022. <https://janet.finna.fi>, Rakennustiedon verkkopalvelu.

Ratu 0479. 2018. Menekit ja menetelmät. Alakattotyö. Ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 21.2.2022. <https://janet.finna.fi>, Rakennustiedon verkkopalvelu.

Ratu 0481. 2019. Menekit ja menetelmät. Ohutsaumamuuuraus. Ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 20.2.2022. <https://janet.finna.fi>, Rakennustiedon verkkopalvelu.

Ratu 0484. 2019. Menekit ja menetelmät. Laatoitus. Ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 19.2.2022. <https://janet.finna.fi>, Rakennustiedon verkkopalvelu.

Ratu 0485. 2019. Menekit ja menetelmät. Tiilimuuraus. Ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 20.2.2022. <https://janet.finna.fi>, Rakennustiedon verkkopalvelu.

Liitteet

Liite 1. Tuntilista

PS-RAKENNUS OY

TUNTILISTA AJALTA ___ / ___ - ___ / ___ 2022

NIMI: _____ Työkalukorvaus _____ pv

PVM TYÖSELOSTE TAV LT 50 % 100 % 200 % KM TARVIKKEET, KONEET

TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											

PS-RAKENNUS OY

TUNTILISTA AJALTA ___ / ___ - ___ / ___ 2022

NIMI: _____ Työkalukorvaus _____ pv

PVM TYÖSELOSTE TAV LT 50 % 100 % 200 % KM TARVIKKEET, KONEET

TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											
TYÖMATKA KM											

TERVEISIÄ, TARVIKKEITA JA YMS TAKAPUOLELLA

(rasti ruutuun)