


KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Olli Varis

URAKKAKOHTEN VESIKATTOTYÖN TUOTANTOMUODON VERTAILU

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2018

 <b>Karelia</b> UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	<p><b>OPINNÄYTETYÖ</b>  <b>Marraskuu 2018</b>  <b>Rakennustekniikan koulutusohjelma</b></p> <p>Karjalankatu 3          80200 JOENSUU          013 260 600</p>
Tekijä (t) Olli Varis	
Nimike Urakkakohteen vesikattotyön tuotantomuodon vertailu	
Toimeksiantaja YIT-Talo Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli vesikattotyön tuotantomuotojen vertailu. Työssä vertailtiin kahden eri toteutuksen eroja. Tuotantomuodot, joita vertailtiin, olivat perinteisesti rakennettu ja maassa lohkoina kasattu vesikattotyö. Työn aihe tuli YIT-Talo Oy:stä, missä suoritin työelämäharjoittelun. Toimeksiantaja halusi saada kustannus, aikataulu ja työturvallisuustietoa työn tuloksena.</p> <p>Opinnäytetyön tekemiseen sisältyi kustannusten laskemista, joka suoritettiin Excel-ohjelmalla. Työstä tehty vertailuaikataulu tehtiin Tocoman-aikataulu ohjelmalla. Muistiinpanot ja työmaalta kerätty tieto oli avainasemassa työn materiaalipohjana. Keskeisiä ammattisia lähteitä hyödyntämällä rakennettiin työn tietoperusta. Ratu-kirjat olivat kustannusten ajallisten laskelmien pohjana. Työturvallisuusosion perustana oli tilaajan toimintajärjestelmä, jota sovellettiin tähän työhön.</p> <p>Maassarakennettu ja lohkoina paikalleen nostettu vesikattotyön toteutus oli noin neljänneksen edullisempi kuin perinteisesti rakennettu. Maassarakennettu toteutus oli myös turvallisempi toteuttaa. Esivalmistaminen työmaalla kannattaa ja esivalmisteiden käyttö on osatekijä tuotannon tehostamisessa. Rakennusalan tuottavuus kaipaa tämän kaltaisia uusia ajatuksia.</p>	
Kieli	Sivut 51
Suomi	Liitteet 12
Asiasanat Rakennustuotanto, esivalmistaminen, tuotantomuodot, työturvallisuus	

	<p><b>THESIS</b>  <b>January 2018</b>  <b>Civil engineering Programme</b></p> <p>Karjalankatu 3  80200 JOENSUU  013 260 600</p>				
<p>Author (s)  Olli Varis</p>					
<p>Title  Roofing work production methods comparing</p> <p>Commissioned by  YIT-Talo Oy</p>					
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to compare roofing work production methods. Two different production methods were compared for this thesis. Production methods compared were the conventional roof work and a roof built in sections on the ground. The subject for this thesis came from YIT-Talo Oy where the author performed his working life practice. As the result of this thesis, the client wanted to get information related to the costs, schedule, and work safety.</p> <p>In this thesis, the work included cost calculating which was made whit Excel spreadsheet program. The schedule was made whit Tocoman schedule program. Notes and information obtained on the construction site were essential as the material ground in this thesis. The knowledge base for the thesis was made by using the essential professional sources. Ratu books were the basic for the cost estimation and schedule calculations. The work safety part was based on the client's sequence system which was applied in this thesis.</p> <p>The roof built on the ground block by block and lifted into place cost about a quarter less than the conventional roof work. It was also safer to build than the conventional roof work. On-site prefabrication is cost-effective and using prefabricated products is in also profitable. Prefabricating it is also one method when we want boost production in the construction site. Construction industry needs this kind productivity and new ideas.</p>					
<p>Language  Finnish</p>	<table border="1"> <tr> <td>Pages</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>Appendices</td> <td>12</td> </tr> </table>	Pages	51	Appendices	12
Pages	51				
Appendices	12				
<p>Construction, prefabricating, production methods, working safety</p>					

## Sisältö

1 Johdanto .....	6
1.1 Aluksi .....	6
1.2 Kohde .....	7
1.3 Työn tavoite .....	8
2 Vesikattotyö .....	8
2.1 Vesikattomääräykset ja ohjeet .....	11
2.2 Vesikaton urakoinnin laatuvaatimukset .....	12
2.3 Vesikaton huolto .....	12
2.4 Rakennustuotanto .....	12
2.4.1 Teknisen tiedon merkitys .....	13
2.4.2 Rakennushankkeen tuotanto ja sen suunnittelu .....	14
2.5 Tuottavuuden kehitys .....	15
2.6 Kustannukset .....	16
2.7 Työturvallisuus .....	18
2.8 Laadunvarmistus .....	20
2.9 Työmenekit .....	22
3 Aineiston analysointi .....	26
3.1 Työnaikainen tiedonkerääminen ja työmenetelmän vertailu .....	26
3.2 Ratu-menekit ja TCM .....	28
3.3 Laskeminen .....	30
3.3.1 Perinteisen vesikattotyön laskeminen .....	31
3.3.2 Materiaalimenekit ja hukka .....	32
3.3.3 Maassarakennetun vesikaton laskeminen .....	33
3.4 Haastattelut .....	33
3.5 Työturvallisuus ja laadullinen osio .....	35
3.6 Esivalmistaminen .....	36
4. Opinnäytetyön tulokset .....	39
4.1 Perinteisen vesikattotyön kustannukset .....	39
4.2 Maassa lohkoina valmistetun vesikaton kustannukset .....	41
4.3 Tulosten yhteenveto .....	44
4.4 Työturvallisuus .....	45
4.5 Aikataulu .....	46
4.6 Laadunvarmistus .....	47
5 Pohdinta .....	48
5.1 Tulosten analysointi .....	48
5.2 Oma kehittyminen .....	49
5.3 Jatkokehitysajatukset .....	50
Lähteet .....	52

## Liitteet

Liite 1	Paikallarakennetun vesikaton ja lv-konehuoneen kustannuslaskelmat
Liite 2	Paikallarakennetun vesikattotyön kustannuslaskelmat
Liite 3	Maassarakennetun vesikattotyön kustannuslaskelmat
Liite 4	Maassarakennetun vesikattotyön lohkon kustannuslaskelmat
Liite 5	Kustannuslaskelmien yhteenveto
Liite 6	Työvaiheen työturvallisuusriskivertailu

Liite 7      Vertailuaikataulu

# 1 Johdanto

## 1.1 Aluksi

Sain opinnäytetyön aihealueen YIT talo Oy:ltä. Aihe suuntautui rakennustuotantoon. Aihe tarkemmin kuvattuna on vesikattotyön tuotantomuodon vertailu. Työssä vertailin perinteisesti rakennetun vesikaton rakennustapaa ja maassa alustan päällä rakennettua ja lohkoina holvin päälle nostettua vesikattotyötä. Vertailun tuloksien analysointia parantaa se, että maassa rakennettu ja lohkoina paikalle nostetun vesikattotyön tulokset ovat todellisia. Perinteisesti rakennetun vesikaton tulokset on saatu Ratu-aikataulukirjan työmenekkejä soveltaen. Lähtökohdat opinnäytetyölle olivat mielestäni loistavat, koska aihealue on työmaainsinöörin ydinosasta ja päivittäistä työtä. Materiaali työhön tulee samalta työmaalta, missä suoritin työelämäharjoittelun. Aihealueen rajasin vesikattotyöhön, koska se sovittiin tilaajan kanssa tehtäväksi ja opinnäytetyön pituuden kannalta rajaus on tehtävä johonkin. Työssä käsittelemme kustannuksia, työturvallisuutta, aikataulua sekä laadunvarmistusta.

Opinnäytetyön materiaalin keräsin osittain työn ohessa ja myös työajan jälkeen jäin tekemään muistiinpanoja. Kävin päivittäin seuraamassa maassa lohkoina rakennetun vesikattotyön edistymistä, mikä kuului myös minun työnkuvaani ja samalla pystyin keräämään ja tekemään havaintoja sekä keräämään muistiinpanoja. Käytimme vastaavan työnjohtajan kanssa koko vesikattotyön ajan samaa työryhmää. Havaitimme tämän työryhmän tehokkaaksi kyseiseen työvaiheeseen, mikä osoittautuikin hyväksi valinnaksi. Toisaalta oli myös onnea matkassa, koska aina ei ole mahdollista käyttää työvaiheessa samaa työryhmää läpi koko työvaiheen, koska voi tulla sairauksia tai jotain muuta odottamatonta.

Työn tarkoitus oli saada toimeksiantajalle kustannus-, työturvallisuus-, aikataulu sekä muuta myöhemmin mahdollisesti hyödynnettävää tietoa. Lisäksi työn merkitys oman henkilökohtaisen oppimisen kannalta oli tärkeää. Opinnäytetyön tekemisen prosessin aikana jouduin käyttämään ja sain hyödyntää jo oppimiani tietoja sekä tai-

toja käytännön läheisesti. Tämä opinnäytetyö on omasta mielestäni työelämäharjoittelun kanssa ollut opintojeni viimeinen ja myös todella vahvasti osaamistani kasvatanut etappi. Aihealue on minulle mieleinen ja olen kiinnostunut rakentamisesta tuotannosta ja tuotantotekniikoista sekä kustannuksista ja oikeastaan mistä vain mikä liittyy rakennustuotantoon. Työ on suunnattu ensisijaisesti sen tilaajalle ja sitä kirjoittaessa on ajateltu, että lukija on rakennusalan ammattilainen, joka ymmärtää käsitteet.

## **1.2 Kohde**

Rakennettava kohde on Menninkäisen asumispalveluyksikkö, joka sijaitsee Kontiolahden kunnassa tarkemmin Lehmon alueella. Kohteen tilaaja on Kehitysvammaisten palvelusäätiö. Urakkamuoto on kokonaisurakka. Kohde on kaksi kerroksinen betonirunkoinen tiiliverhoiltu rakennus. Siihen valmistuu 20 kappaletta asuntoja, yhteistilat sekä saunaosasto.

Tontilla on käytössä olevia rakennuksia ja hanke toteutetaan siten, että uuden rakennuksen tieltä puretaan jo käyttöikänsä saavuttanut rakennus. Muissa tontilla olevissa rakennuksissa on toimintaa koko hankkeen ajan ja tämä aiheuttaa luonnollisesti haasteita urakalle. Muut tontilla olevat rakennukset ovat saapuneet teknisen käyttöönsä päähän ja nekin puretaan, kunnes uusi kohde on valmistunut. Asukkaat pääsevät muuttamaan kohteen valmistuttua.

Tontille rakennetaan vielä lisäksi Rivitalo 1- niminen hanke. Rivitalo on puurunkoinen tiiliverhoiltu rakennus, joka on yhdessä kerroksessa. Rivitaloon tulee kuusi kappaletta asuinpaikkoja.

### 1.3 Työn tavoite

Opinnäytetyön rajaus tehtiin koskemaan vesikattoa ja nimenomaan betonirunkoisen rakennuksen vesikatto on opinnäytetyössä tarkastelussa. Työni käsittelee perinteisesti yläpohjan päälle rakennettavan vesikaton vertailua suhteessa maassa alustan päällä rakennettua ja lohkoina yläpohjan päälle nostettua vesikattoa.

Työn laskelmat huomioivat vesikaton pinnan huopaan asti tehtynä. Laskelmissa on laskettu vesikattotyön osuus perinteisesti rakentaen mukaan lukien iv-konehuone, vesikattotyö perinteisesti rakentaen ilman iv-konehuoneen osuutta, vesikattotyö maassa rakentaen ja lohkoina nostettuna paikoilleen sekä yhden vesikattolohkon kasaus. Laskelmat sisältävät työtunnit, materiaalit sekä alihankinnan. Tein myös aikataulun osalta vertailun Tocoman-aikataulu ohjelmalla. Työturvallisuuden vertailin työturvallisuusriskianalyysillä, joka esitetään tarkemmin kohdassa 3.5.

## 2 Vesikattotyö

Vesikatto on yksikertaisesti nimensä mukaan rakennuksen katto. Katon tarkoitus on pitää rakennus kuivana sisältä ja suojata talon seiniä ulkopuolelta. Talvella katon tulee kantatella lumikuormat ja sen täytyy myös kestää tuulikuormat. Omakotitaloissa ja pienemmissä rakennuksissa, joissa jännevälit eivät kasva suuriksi vesikatto lähes poikkeuksetta on toteutettu kattoristikoidilla ja sen päälle tulevista pintaraken-teista sekä pintamateriaaleista. Vesikatto on tahdistava työvaihe ja sen rakentami-nen pitää alkaa runkovaiheen jälkeen eli se on riippuvuussuhteessa runkutyöhön. Ennen kuin vesikatto on veden pitävä ei voida aloittaa rakennuksen sisäpuolen työ-vaiheita. Vesikatto on myös hyvä välitavoite yleisaikataulussa.





Perinteisesti vesikatto on rakennettu niin, että rungon päälle tasavarviin nostetaan kattotuolit ja tehdään tarvittavat reivaukset ja tuulijäkisteet. Kattotuolivaiheen jälkeen asennetaan aluskate, korokerimat ja ruodelaudoitus pintamateriaali, jos kate-tyyppi on peltikatto. Maassa lohkoina kasattu vesikatto rakennetaan muuten aivan samat työvaiheet läpikäyden, mutta ero tulee siinä, että kattotuolit nostetaan esimerkiksi 50\*100 koolaustavarasta tehdyn asennusalustan päälle. Katto siis rakennetaan alustan päällä niin valmiiksi kuin mahdollista, minkä jälkeen kattolohko minkä koko on määritelty aiemmin, nostetaan auto- tai torninosturilla tasavarvin päälle.



Kuva 3. Lohkon kasausalusta.

Vesikatto voidaan myös rakentaa pukkikattona, jota yleensä käytetään pitkissä jänneväleissä ja yleensä se tehdään holvin päälle. Pukkikatto kasataan vesikattosuunnitelman mukaan niin kuin kaikki vesikatot.

Vesikattotyö sisältää monta eri työvaihetta. Ensimmäisenä tulevat aloittavat työt, jotka sisältävät materiaalien vastaanoton. Tämän jälkeen materiaalit tarkastetaan, että ne ovat käyttökelpoisia. Materiaalit varastoidaan, jos niitä ei oteta käyttöön välittömästi. Seuraavaksi työkohde otetaan vastaan ja koneet ja kalusto valmistellaan. Kolmanneksi läpivientien sijainnit tarkistetaan ja koot mitataan. Neljänneksi käydään läpi suunnitelmat ja detaljit ja tehdään mahdollinen malliasennus. Puurunkotyöt ovat seuraavana vuorossa ja tämä työvaihe sisältää kattotuolien mittauksen ja asennuksen. Räystäät tehdään seuraavana ja sitä seuraa alusrakenteen teko. Lopettavat työt sisältävät jätteiden lajittelun ja kierrätyksen ja mestan siivoamisen. Kalusto ja työvälineet siirretään ja varastoidaan sekä tehdään mahdolliset huollot. Seuraava tärkeä vaihe on suojata valmis puurakenne, jos työvaiheita ei ole niin hyvin limitetty, että pintamateriaalin asennus voi alkaa välittömästi, jolloin työ voidaan luovuttaa seuraavalle työryhmälle. (Olenius 2003, 2).

## **2.1 Vesikattomääräykset ja ohjeet**

Vesikatoissa käytettäviä tuotteita ja vesikaton rakennesuunnittelua säätelevät EU:n rakennustuotedirektiivit ja harmonisoidut, tuotestandardit ja vielä lisäksi kansalliset viranomaissäädökset kuten esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelma, sekä vapaasti käytettävät ohjeet ja suositukset, kuten esimerkiksi Rt-ohjekortit, toimivat katot, rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet (RIL 107-2012) Ja RYL 2000, joiden avulla esitetään hyvää rakentamistapaa, jota Suomessa on noudatettava. Rakenteiden kosteusfysikaalisia toimintaperiaatteita ja ohjeita saa RIL 255-2013 Rakennusfysiikan käsikirjasta (2013). (Kattoliitto ry. 2013, 6.)

Kantavissa ja ensisijaisissarakenteissa on käytettävä tyyppihyväksytyjä tuotteita. Kantavia rakenteita ovat esimerkiksi palkit, pilarit, kattoristikot, kiinnikelevyt, nauhauslevyt. Ensisijaisia rakenteita on esimerkiksi katemateriaalit ja eristeet. Näiden edellä mainittujen tuotteiden on oltava CE-merkinnällä. Tuotteen valmistaja vakuuttaa CE-merkinällä, että tuote täyttää sille asetetut EU:n direktiivien vaatimukset. CE-merkintä ei automaattisesti tarkoita, että tuote olisi soveltuva Suomen markkinoille. Tämä on siis todettava vielä erikseen, jos ilmenee tarvetta. (Kattoliitto ry. 2013, 6.)

## **2.2 Vesikaton urakoinnin laatuvaatimukset**

Yleisesti käytettävien materiaalien ja tarvikkeiden täytyy olla urakkasopimuksen mukaisia. Tulitöissä on noudatettava katto- ja vedeneristysalan tulitöiden paloturvallisuusstandardia (SFS 5991) sekä työturvallisuuslakia. Höyrinsulku valitaan katon käyttötavoitteen mukaan. Höyrinsulkua asennettaessa on varmistuttava sulun oikeasta asennustavasta ja alustan vaatimusten mukaisuudesta sekä höyrinsulkumateriaalin sopivuudesta käyttökohteeseen. On myös huomioitava liittymät muihin rakenteisiin sekä muiden rakenteiden liikkuminen. Lämmöneristeitä asentaessa on varmistettava suunnitelmien mukaiset tuuletusvälit ja työn aikainen suojaus, ettei eristeisiin pääse vettä, lunta tai jäätä työn aikana. Kermitöitä ei saa tehdä huonoissa olosuhteissa kuten esimerkiksi vesi- tai lumisateella tai kovassa tuulessa. (Kattoliitto ry. 2013, 49.)

## **2.3 Vesikaton huolto**

Vesikaton käyttöiästä huolehditaan sitä huoltamalla ja näin myös varmistetaan katon vedenpitävyys ja muiden rakenteiden kuivana pysyminen. Vesikaton säännöllinen huoltaminen on erittäin tärkeää. Vesikattoa huoltamalla ja katon säännöllisillä tarkastuksilla pidetään kiinteistön korjauskustannukset kurissa ja mikä pätee myös kiinteistön muihin rakennusosiin. Sopiva tarkastusväli on kaksi kertaa vuodessa. Vesikatolle on hyvä ottaa käyttöön huoltokirja, jossa on yksityiskohtaiset huolto-ohjeet, johon voidaan kirjata myös tehdyt huoltotoimenpiteet. (Kattoliitto ry. 2013, 68.)

## **2.4 Rakennustuotanto**

Rakennustuotannon ja suunnittelun sekä ohjauksen ensisijainen tavoite on saada hankkeelle taloudellisesti ja laadullisesti paras toteutus sekä ohjata läpi hankkeen tavoitteet haluttuun tulokseen. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, 6). Tuotannon ohjaamisen onnistumisessa on tärkeää, että on tarkasti laadittu aikataulu. Aikataulumuotoina voidaan käyttää jana-aikataulua, vinoviiva-aikataulua, paikka-aikakaaviota, tuotantoaikakaaviota, LAST -Planner menetelmää tai

valvontavinjettiä, joka voidaan myös yhdistää pohjakuvaan. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, 14-27). Varmasti on olemassa muitakin menetelmiä aikataulujen laadintaan, mutta nämä ovat yleisemmin käytettyjä. Tuotannonohjauksessa on tärkeää seurata todellista tilannetta työmaalla ja ennakointi on toiminnan tärkein toiminto. Ennakoimalla voidaan välttää tulipalojen sammuttelu sekä väistellä häiriöitä. Työnaikaisen ohjauksen tarkoitus on ohjata yksittäisiä kokonaisuuksia ja tehtäviä. Tuotannonohjauksen tarkoitus on saada tuotanto toimimaan suunnitelman mukaisesti ja estää tuotannon poikkeamat. Useasti kuitenkin tuotannossa ilmenee poikkeuksia, joita varten suunnitellaan korjaustoimia ja luodaan edellytykset korjaustoiminoille. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, 91).

#### **2.4.1 Teknisen tiedon merkitys**

Elementtien yleistyminen rakentamisessa sai monet ajattelemaan, että tulevaisuudessa työmaa olisi vain asennuspaikka teollisuudesta tuleville elementeille ja työmaan merkitys vähenisi rakennusprosessissa. Kuitenkin nykypäivän vaatimukset ovat kasvattaneet työmaan merkitystä rakennusprosessissa ja tuotantoteknisen osaamisen tarve on kasvanut entisestään. Rakenteita suunniteltaessa on otettava huomioon rajoitukset ja suunnitelmien toteutusmahdollisuudet. Monesti törmätään sen tasoihin suunnitelmiin, joita ei ole mahdollista toteuttaa työmaalla.

Vesikattotyövaiheen suunnittelu ja laadukas toteutus vaati työmaahenkilöstöltä kokemusta ja teknistä osaamista. Vesikattorakenteiden suunnittelu vaatii suunnittelijalta näkemystä, että rakenteet ovat teknisesti toimivia ja tekniset vaatimukset saavutetaan sekä toteutus on mahdollista toteuttaa tehokkaasti taloudellisuus huomioiden. (Koski, Koskenvesa, Mäki & Kivimäki 2010, 13).

Tuotannosuunnitteluun liittyy olennaisesti eri tuotantomenetelmät ja tekniikat, jotka on hallittava tai niiden osaamisesta on valtavasti hyötyä, kun työmaan useiden eri urakoitsijoiden töitä sovitetään yhteen ajallisesti ja työmaan logistiikkaa sovelletaan tehokkaasti. Voidaan ajatella, että rakennusprosessi on yhtä vahva kuin sen heikoin

lenkki. Työmaan ammattimainen ja laadukas suunnittelu on avain tehokkaaseen ja turvalliseen sekä suunnitelmien mukaiseen lopputulokseen. Tämän onnistuminen vaatii kaikilta rakennusprosessin osallistuvilta tarvittavaa tuotantoteknistä osaamista ja johtamistaitoja, jotka ovat taas oma lukunsa.

## 2.4.2 Rakennushankkeen tuotanto ja sen suunnittelu

Rakennushankkeen kaikkien osapuolten kannalta positiivisen lopputuloksen saavuttamisessa rakennustuotannon suunnittelu ja ohjaus on elintärkeää. Rakennustuotannon tehtävä on toteuttaa hanke suunnitelmien ja sopimusten pohjalta valmiiksi tuotteeksi esimerkiksi toimistokiinteistöksi. Tuotannosuunnittelun eri osa-alueita ovat ajallinen suunnittelu, laadun suunnittelu ja varmistus, kustannussuunnittelu ja ohjaus, turvallisuuden suunnittelu, hankintojen suunnittelu ja työvaiheiden organisointi. (Koski 2010, 14).



Kuva 4. Työmaan tuotannosuunnitteluvaihe (Koski 2010, 14).

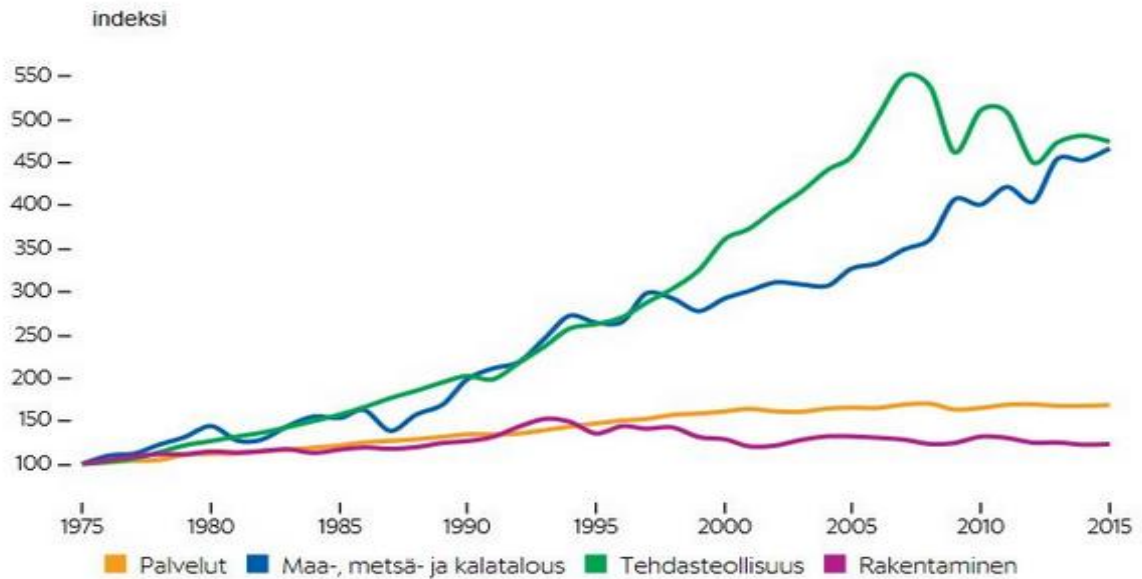
Rakennustuotannon ohjaus on käytännössä suunnitelmia ja niiden pohjalta toimimista. Ohjaus on jatkuvaa toimintaa, joka korjaa itseään. Ohjaus edellyttää yhteistyötä suunnittelijoiden, työnjohdon ja työntekijöiden välillä. Tuotannonohjauksen on perustuttava suunnitelmiin ja niiden avulla johtamiseen. Tuotannon suunnitelmat on laadittava riittävän tiedon perusteella ja niiden on oltava realistisia. Työnjohdon ja tuotantoa ohjaavien henkilöiden tulisi olla kiinnostuneita suunnitelmista ja kokea, että niistä on hyötyä tuotannon ohjauksessa. Tuotantosuunnitelmat tulee suunnitella aina kohdekohtaisina. Eri työmaiden välillä on eroja tuotannonohjauksen tasoissa. Hyväkään toimintajärjestelmä ei ole tae siitä, että asiat tuotannonohjauksessa tehdään niin, kuin on yhteisesti sovittu. Lopputulokseen vaikuttaa tuotannon ja työnjohdon asenteet ja osaaminen. Monesti poiketaan sovituista tavoista ja toiminta hyväksytään ilman sen suurempaa keskustelua kysymyksen ollessa esimerkiksi työturvallisuudesta tai aikataulunhallinnasta. (Koski 2010, 16)

## **2.5 Tuottavuuden kehitys**

Rakennusalan tuottavuus ei ole käytännössä katsoen kasvanut 70-luvulta juuri ollenkaan ja, jos on niin todella vähän. Uusia menetelmiä on tullut ja työkalut ovat kehittyneet valtavasti, mutta silti tuottavuus ei. Hyvä havainnollistava vertaus metalliteollisuuden tuottavuuden paranemisesta on se, että jos 70-luvulla metallipajasta saatiin yksi kone tai laite ulos per työpäivä, niin 2000-luvulla niitä saadaan neljä kappaletta per työpäivä. Rakennus alalla ei voida puhua samasta tuottavuuden kehityksestä, mutta varmasti tulevaisuudessa kehitystä näemme. (Rakennulehti.fi 2018.)

Opinnäytetyöni liittyy tuottavuuden parantamiseen, jota vesikatton tuotantomenetelmän valitsemisella haettiin. Ajatuksena oli säästää kustannuksissa ja parantaa työturvallisuutta sekä laatua. Tuottavuus ja kustannukset kulkevat käsikädessä ja tuottavuuden parantamisella tavoitellaan pienempiä kustannuksia.



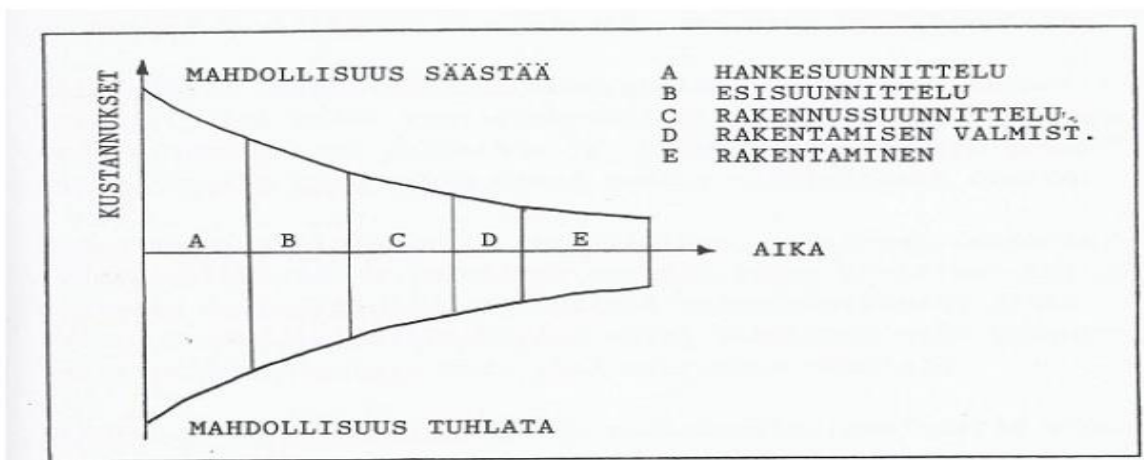


Lähde: Tilastokeskus

Arvonlisäykseen perustuva työn tuottavuus toimialoittain. Kuva 5. (Rakennulehti.fi 2018.)

## 2.6 Kustannukset

Rakennushankkeen kustannuksista muodostuu suurin osa suunnittelupöydällä. Kustannuksiin on vaikeampi vaikuttaa enää rakennushankkeen käynnistyttyä ja mahdollisuudet vaikuttaa kustannuksiin ovat rajalliset.



Kuva rakennushankkeen kustannusten muodotumisesta. Kuva 6. (Keränen 2015, 41.)



Rakennuttajalla on omat motiivit hallita kustannuksia. Tietenkään ei haluta rakennuttaa tahattoman kalliita kiinteistöjä, koska siinä ei ole mitään järkeä. Halutaan pysyä hankesuunnitelman budjetissa, varoja hankkeeseen on tietty määrä varattuna. Syitä on varmasti monia riippumatta rakennuttajasta.

Rakennusurakoitsija haluaa varmasti säästää kustannuksissa ja pitää kustannukset tavoitteen sisässä. Rakentaminen on liiketoimintaa ja liiketoiminnan perusajatus on tavoitella voittoa. Voiton tavoittelu on määritelty osakeyhtiölaissakin. Rakennusurakoitsijan urakan taloudellisessa onnistumisessa on suuri merkitys kustannuksilla. Yhtälö on yksinkertainen, jos kustannukset ylittyvät ja rakentamiseen menee rahaa enemmän, kuin siitä voidaan laskuttaa työmaa tuottaa tappiota. Työmaan on tuotettava voittoa, että sillä voidaan kattaa rakennusyrityksen konttorikulut. Varoja olisi jätävä mahdollisien velkojen maksuun. Tonttivarantoja varten pitäisi olla kassassa varoja ja olisi hyvä, että yrityksen kassaan kertyisi myös voittoa, joita voidaan jakaa omistajien kesken, ellei työmaat tuota voittoa tai on suuria tappiollisia työmaita. Tappiot on katettava jostain esimerkiksi lainarahalla, yrityksen varoilla, realisoimalla yrityksen omaisuutta tai omistajan varoilla. Useampi peräkkäinen tappiovuosi laskee yrityksen omavaraisuutta ja voi ajaa yrityksen jopa konkurssiin.

Rakennushankkeen aikana kustannusten seuraaminen littera kerrallaan on tärkeää. Hankkeen tappiota on vaikea myöhemmässä vaiheessa kääntää voitolliseksi. Mieluiten kustannuksiin pyritään vaikuttamaan jo ennen niiden syntymistä. Kustannusten ei pidä antaa syntyä, vaan ne pitää suunnitella. Kustannuksiin voidaan vaikuttaa tuotantomenetelmillä ja varmasti paljon muullakin, mutta tämän työn aiheena on kustannusten pienentäminen tuotantomuodolla, siksi käsittelin kustannusten yhteydessä tuotantomuotoja.

Vesikatto on yleensä 51820 litteralla, mutta vesikattoon liittyviä kustannuksia on 37000 yläpohja litteralla. Kustannuksia seurataan rakennushankkeen edetessä jatkuvasti tavoitearviosta. Hyvissä ajoin ennen työvaiheen alkua olisi hyvä ennustaa tuleva työvaihe eli käytännössä laskea työvaihe läpi ja arvioida riittääkö arvioidut rahat

työvaiheen toteuttamiseen. Tällöin voidaan jo hyvissä ajoin reagoida kustannuspoikkeamiin.

## 2.7 Työturvallisuus

Työturvallisuus liittyy vesikattotyöhön oleellisesti, koska vesikattotyö työskentely tapahtuu korkealla. On sanomattakin selvää, että vesikattotyössä suurin turvavallisuusriski on putoaminen tai esineen putoaminen alas. Henkilökohtaiset suojaimet on luonnollisestikin oltava kunnossa sekä valjaat, jos vesikaton räystäällä ei ole kai-teita. Työn tekoa hidastaa korkealla työskentely ja lisää samalla tapaturmanriskiä. Tavaroita joudutaan nostamaan ja varastoimaan korkealle mikä tuottaa lisähaasteita. Nostoissa on oltava erityisen huolellinen ja nostosuunnitelmat tulee olla tehty ennen nostoja sekä käyty työryhmän kanssa läpi. Materiaalit täytyy varastoida ja etenkin kaltevilla katoilla erityistä huolellisuutta noudattaen. On myös huolehdittava, ettei materiaalit pääse tippumaan tai lähtemään lentoon kovallakaan tuulella.

Talviolosuhteet voivat olla erityisen huonot. Suuriluminen talvi ja liukkaus on työturvavallisuuden kannalta haitallista, vaikka talviolosuhteet eivät olisi poikkeuksellisen huonot, aiheuttaa talvi omat haasteensa työturvallisuudelle. Työmaan sijainti vaikuttaa myös paljon, etenkin rannikkoalueella sijaitsevat työmaat missä tuuliolosuhteet vaativat erityistä huomiota. Rakennukset, joissa on 12 kerrosta tai enemmän täytyy työmaan turvallisuudessa ottaa huomioon erityispiirteitä. Etenkin vesikattotyössä, jossa ollaan rakennuksen korkeimmassa kohdassa, on vesikattotyön suunnittelussa, työmaan työturvallisuussuunnitelmissa, työturvallisuus riskikartoituksessa ja työmaanputoamissuunnitelmassa osattava ottaa huomioon erityispiirteitä sekä suunnitelmat on tehtävä huolellisesti sekä niiden tekemiseen on perehdyttävä syvällisesti. Pienen esineen tipahtaminen korkealta kuten esimerkiksi mittanauhan, aiheuttaa se suurella todennäköisyydellä vakavan tapaturman, vaikka olisi kypärä päässä. Tuuliolosuhteet ovat aivan erilaiset verrattuna tavanomaisiin kerroskorkeuksiin verrattuna. Tavaroiden suojaus pitää toteuttaa erityistä huolellisuutta noudattaen korkealla työskennellessä. Jätteet pitää pakata ja huolehtia mahdollisimman nopeasti pois katoilta, koska tuulen armoille ei kannatta jättää mitään.

Miksi työturvallisuus on tärkeää? Ensimmäiseksi jokaiselle on turvattava turvallinen työpaikka ja mahdollisuus suorittaa työt työpaikalla turvallisesti ja palata kotiin vapaa ajan viettoon. Työturvallisuus on tärkeää monesta muustakin syystä. Työmaan hyvä taloudellinen tulos ja sujuva tuotanto edellyttää hyvää turvallisuus suunnittelua ja johtamista sekä työturvallisuuden toteutumista.

Ennen vesikattotyön aloitusta tehdään tai asennetaan tarvittavat suojakaiteet ja vastaavat suojarakenteet putoamissuunnitelman mukaisesti, jonka laatimiseen on panostettava ja perehdyttävä huolella. Seuraavana lueteltu putoamissuojaus ja henkilökohtaisten suojainten vaatimuksia, joiden on vähintään täytyttävä. (Olenius 2003, 4).

#### Telineet ja työtaso

- Leveys vähintään 0,6 m, jos tasoa käytetään vain työskentelyyn
- Leveys vähintään 1,2 m, jos tasolla samanaikaisesti työskennellään ja säilytetään rakennustarvikkeita.
- Leveys vähintään 1,9 m, jos tasolla samanaikaisesti työskennellään, säilytetään rakennustarvikkeita ja käytetään rakennusmateriaalien kuljetustienä.
- Leveys vähintään 1,5 m, jos työtason korkeus on suurempi, kuin 2,0m
- Ei aukkoja, joihin voi pudota
- Työtasossa olevat raot enintään 25 mm
- Pinta ei saa olla liukas, eikä pinnassa saa olla haitallisia taipumia

#### Telineiden ja vesikaton suojakaiteet

- Suojakorkeus vähintään 1,0 m
- Suojakaiteessa on käytettävä käsi- ja välijohtetta sekä työtelineiden kaiteissa on käytettävä jalkalistaa
- Johteet on sijoitettava niin, että minkään johteen alapuolella ei ole 0,5 metriä suurempaa vapaata tilaa
- kaltevien kattojen ja vastaavien paikkojen reunoilla suojakaiteen suojakorkeutta on lisättävä tarvittavassa määrin

- Suojakaiteen on pituussuunnassa oltava riittävän yhtenäinen, ja sen pään ja seinän tai muun vastaavan rakenteen väli saa olla enintään 0,25 metriä
- Suojakaiteen kaidepylvään ja käsijohteen on kestävä epäedullisimmasta suunnasta tuleva 1,0 kN:n pistevoima, välijohteen ja jalkalistan vastaavasti 0,5kN:n pistevoima (Olenius 2003, 4).

Ennen telineiden käyttöönottoa pidetään telinetarkastus. Käytettävien nosto- ja nosto apulaitteiden sekä telineiden tulee olla tarkastettuja. Nostojen aikana nostoreittien alla liikkuminen on ehdottomasti kielletty. Jos nosturin tai muun nostolaitteen käyttäjä ei pysty jatkuvasti valvomaan taakan liikkumista, on käyttäjän apuna oltava merkinantaja. Nosturin kuljettajalla ja merkinantajalla tulee olla koko ajan näkö- tai radioyhteys. (Ratu TT 7.5. Työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet, tarkastukset, 2).

Henkilökohtaiset suojaimet työvaiheittain eriteltyinä.

Runkotyö, Nosto	- Suojakypärä, turvajalkineet, suojakäsineet, suojalasit, huomiopukeutuminen
Paineilmanalaus	- Edellä mainitut ja lisäksi kuulosuojaimet
Painekyllästetyn puutavaran katkaisu	- Edellä mainitut ja lisäksi hengityssuojaimet
Lämmöneristäminen	- Hengityssuojaimet ja suojavaatetus
Katolla työskentely	- Turvavaljaat ja muu putoamissuunnitelman mukainen putoamissuojaus

(Olenius 2003, 4).

## 2.8 Laadunvarmistus

Vesikatko on suuri työvaihe ja moni seuraava työvaihe on riippuvainen vesikatosta, siksi työn suunnittelu ja laadunvarmistus on tärkeää. Laadunvarmistus on hyvä aloittaa tehtäväsuunnittelusta. Tehtäväsuunnitelma "Tesu" voidaan perinteisesti tehdä Word- tai Excel ohjelmalla tai vaikka ruutupaperille. Lähtötietoina voidaan käyttää

työmaan laatusuunnitelmaa. Työvaiheen käytettävissä olevat varat saadaan tavoitearviosta. Yleisaikataulu- ja aikataulu kertoo ajalliset raamit työvaiheelle. Työselostuksesta sekä rakennusselostuksesta selviää työvaiheen sisältö. (Olenius 2003, 2).

Tehtäväsuunnitelmassa määritellään aikataulu-, kustannukset-, ongelmat- ja työturvallisuus. Tiedot aikatauluun saadaan yleisaikataulusta, jota voidaan tarkentaa 3 - viikko aikataululla työn edetessä. Kuitenkin ennen työn aloittamista on hyvä määrittellä aikatauluun ja määrälaskentaan pohjautuen päivätavoite ja samalla saadaan selville tarvittavat resurssit. Työvaiheen välitavoitteet on hyvä määrittellä tässä vaiheessa ja kuten jo aiemmin mainitsin, työvaiheen suorittamiseen varatut rahat saadaan tarkkaan eriteltynä tavoitearviosta, jos tavoitearvio on tehty huolellisesti ja laskettu oikein. Jos työ tehdään alihankintana tai omilla miehillä voidaan laskea eli ennustaa jo ennen työvaiheen alkamista taloudellinen osuus. Laskeminen on vaivastonta suorittaa vertaamalla työ ja materiaali kustannuksia tavoitearvion laskelmiin. Vertailusta nähdään heti riittääkö varat työvaiheen suorittamiseen vai ei. (Olenius 2003, 2).

Ongelmiin kannattaa varautua tehtäväsuunnittelussa ja yksi hyvä keino on tehdä potentiaalisten ongelmien analyysi. Siinä esitetään jokin ongelma ja ongelman mahdollinen syy kuvataan sekä lisäksi ongelmaan esitetään ratkaisu. Tällä tavoin voidaan varautua ajatustasolla ongelmiin ja ehkäistä niiden syntyminen käytännössä. Työturvallisuussuunnitelma on erittäin tärkeä tehdä. Siinä listataan yleisiä työturvallisuus riskejä kuten esimerkiksi putoaminen, liukastuminen, takertuminen, melu, tärinä ja paljon muita. Nämä työturvallisuus riskit on numeroitu ja suunnitelmassa on kuvattu työvaiheita missä nämä riskit voisi esiintyä ja joihin nämä riskit kohdistetaan. Työturvallisuussuunnitelma on tehokas tapa varautua työtapaturmiin ja on myös tärkeä osa tehtäväsuunnitelmaa. Tehtäväsuunnitelman yksi osa on laadunvarmistus, joka voidaan toteuttaa laadunvarmistusmatriisilla. Matriisi on esimerkiksi Exceliin tehty taulukko. Pystysarakkeisiin on sijoitettu tapahtumia, joita halutaan valvoa ja vaakariville on sijoitettu työvaiheen nimi ja rivi sekä sarakkeen risteyskohtaan kuitataan nimikirjaimilla laadunvarmistus toimenpide tehdyksi. (Olenius 2003, 2).

Taulukko 1. Laadunvarmistusmatriisi

Laadunvarmistus matriisi						
Työmaa : Menninkäisen as Työnro : Ya-03001000						
Toimenpide	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspalaveri	Työturvallisuus selvitys	Malliasennus	Ce-merkinnät	Vastaanottotarkastus
Työvaihe	Pvm ja kuittaus	Pvm ja kuittaus	Pvm ja kuittaus	Pvm ja kuittaus	Pvm ja kuittaus	Pvm ja kuittaus
Runkotyö	1.1.2018 / Ova	1.2.2018 / Ova	10.1.2018 / Ova	13.1.2018 / Ova	15.1.2018 Ova	25.2018 Ova
Vesikattotyö	15.1.2018	10.2.2018	29.1.2018	11.2.2018	9.2.2018	1.3.2018

Aloituspalaveri on tärkeä pitää, koska silloin voidaan sopia työn tavoitteet työryhmän kesken ja ohjata työn laatua. Aloituspalaverissa sovitaan myös aikataululliset tavoitteet, jotka vaikuttavat osaltaan myös kustannuksiin ja tekemisen laatuun. Mallityöasennus voidaan sopia aloituspalaverissa, jos se on tarpeellista tai mahdollista tehdä. Mahdolliset ohjaus- tai välipalaverit on hyvä sopia myös aloituspalaverissa. Työaikaset tarkastukset sovitaan ja kirjataan ylös palaverissa. Työnaikaista seuranta on tehtävä, että mahdollisiin poikkeamiin voidaan puuttua ja tarvittavia toimenpiteitä tehdä. Aikataulun työnaikaistaseuranta voidaan toteuttaa aikatauluohjelmilla tai ihan vaan aikataulutyökaluilla. Kustannuksia voi seurata yrityksessä käytössä olevilla ohjelmilla, maksuerätaulukolla tai kirjaamalla kustannuksia vaikkapa Exceliin ja seuraamalla tavoitteen loppusummaa. Laatutavoitteiden täyttymistä on mahdollista seurata aloituspalaverissa sovittuihin asioihin vertaamalla ja laatuvaatimusten tarkastuslistaa on tärkeä käydä läpi työn edetessä. (Olenius 2003, 4).

## 2.9 Työmenekit

Talonrakennusteollisuus ry ja rakennustietosäätiö ja useat kymmenet rakennusyritykset ja niiden työmaat osallistuvat ratu menekkitietojen kokoamiseen. Ratu-tietoa on alettu keräämään 1970-luvulta lähtien, joten tieto on kaikesta päätellen relevanttia ja luotettavaa. Rakentamisessa työmenekkitietoja tarvitaan kustannus ja aikataulusuunnittelun lähtötiedoiksi. Menekkitietojen käyttäjiä ovat pienet ja suuret rakennusliikkeet ja työmaiden edustajat sekä hankinta, laskenta henkilökunta. (Wind, Kivimäki, Koistinen, Lahtinen & Koskenvesa. 2014, 5).

Työmenekkejä apuna hyödyntäen yleisaikatauluun kootaan tärkeimmät työmaatehtävät ja niiden kestot. Tavoitearvio muodostaa hankkeen taloudellisen tavoitteen,

jonka laatimisessa tarvitaan työmenekkejä ja jota seurataan koko rakennusprojektin ajan. Hankkeen edetessä työmaan tiedot tarkentuvat, joita voidaan myös tarkentaa koko hankkeen ajan ja laatia yksittäisten työkokonaisuuksien aikatauluja sekä tarkentaa kustannussuunnittelua työmenekkien avulla. Yleisimpiä työmaatuotannon aikataulu muotoja ovat jana ja vinoviiva-aikataulut. Aikataulu on työkalu, jolla varmistetaan sujuva tuotanto työmaalla ja töiden tahdistus.

Ratu-aikataulukirja ja Rakennustöiden menekit kirja on työmaan tuotannosuunnitteluun soveltuvia apuvälineitä. Niiden avulla voidaan tarkistaa työkokonaisuuksien kestoja tai selvittää kuinka suuri työryhmä tarvitaan ja mikä on tarvittava työsaavutus työvaiheen tehokkaaseen läpivientiin. Työmaatuotannossa on varmistuttava, että resurssit ovat tehokkaassa käytössä koko hankkeen ajan sekä aikataulun on oltava realistinen, johon on sisällytetty välitavoitteet. Työmaan tehtävät on hyvä tahdistaa niin, että työvaiheet eivät ole päällekkäin ja turhaa odottelua ei synny. (Wind 2014, 9).

Menekkitietoja voidaan hyödyntää, kun vertaillaan työmenetelmiä tai materiaalivaihtoehtoja. Tuotantotapojen vertailuun ne soveltuvat myös erinomaisesti ja kun vertaillaan eri tuotantomuotojen vaikutuksia työvaiheen kokonaisajan kestoon ja kustannuksiin. Työn ja materiaalin kustannuksia tarvitaan työmenekkien lisäksi, kun suunnitellaan kustannuksia ja verrataan niitä tavoitearvion kustannuksiin. (Wind 2014, 9).

Urakkatarjousten perusteella saadaan koottua aliurakoiden kustannukset. Kustannusten lisäksi on kuitenkin tunnettava myös työmenekit, jotta voidaan ohjata aliurakoita ajallisesti ja että koko rakennushanke pysyy suunnitellusti yleisaikataulussa. Työmenekkien avulla voidaan kätevästi vertailla aliurakka tarjousten sisältöä ja arvioida ovatko tarjoukset toteutuskelpoisia. Menekkien avulla pystytään myös selvittämään tuotantonopeus ja mitkä ovat aliurakoiden resurssit ja lisäksi voidaan määrittää välitavoitteet. Kun suunnitellaan työkauppoja, työmenekkejä hyödynnetään sopivan tuotanto nopeuden arviointiin välitavoitteiden laatimiseen sekä työkauppojen hinnan laatimiseen. (Wind 2014, 9).

Tarkassa ja tahdistetussa rakennustuotannossa tuotantonopeudesta poikkeaminen vaikuttaa aina muihin työvaiheisiin. Töiden sujuvuuden kannalta avuksi tarvitaan työmenekkejä, jotta tuotantoa voidaan seurata ja ohjata hallitusti. Välitavoitteet ovat hyvä apukeino, jolla tuotantoa ohjataan kohti hankeen valmistumista. (Wind 2014, 9).

T3 on tehollinen työaika, jota käytetään rakentamisvaiheikataulujen sekä viikko aikataulujen laadinnassa ja kun laaditaan tehtäväsuunnitelmia. Tehollinen työaika ei sisällä yli tunnin mittaisia työn keskeytyksiä. (Wind 2014, 8).

T4 kokonaisaika, josta käytetään myös työvaihe aika nimeä, käytetään alustavien aikataulujen suunnittelussa ja tuotannon kustannussuunnittelussa. Kokonaisaika sisältää tunnin mittaiset ja sitä pidemmät tuotannon häiriöt. Kokonaisaika saadaan, kun kerrotaan tehollinen työaika TL3 kertoimella. (Wind 2014, 8).

Työvaiheen lisäajat eli TL3 Työvaiheen lisäajat ovat vähintään tunnin pituisia työn keskeytyksiä kuten pienempiä erillisiä työvaiheita tai työkoneiden ja laitteiden rikkoutumisia sekä huoltoja, odotusaikoja, säähaittoja, tapaturmia tai jotain muuta vastaavia häiriötekijöitä tuotannossa. Pakkaspäivät eivät kuitenkaan kuulu lisäaikoihin (Wind 2014, 8).

Työmenekkiin vaikuttaa moni asia, kuten työmaa järjestelyt. Oleellisesti myös nosto ja siirtomatkat vaikuttavat työmenekkiin suurentavasti. Suoritemäärä koko kohteessa vaikuttaa työmenekkiin ja suuri suoritemäärä pienentää työmenekkiä, kun taas vastaavasti pieni suurentaa. Talviolosuhteet kasvattavat työmenekkiä ja myös sääsuojauksen tarve kasvattaa menekkejä. Laadukkaat suunnitelmat ovat työmenekkiä pienentävä tekijä ja myös suunnitelmien toteutuskelpoisuus myös vastaavasti. Tärkeä ja työmenekkiin oleellisesti vaikuttava tekijä on työryhmän työkokemus. Vesikattoyön menekit ja suoritemäärä kertoimet sekä talviolosuhdekertoimet ovat esitelty taulukossa 1. (Wind 2014, 8).



Taulukko 2. Vesikattotyön menekit. (Olenius 2003, 3).

Vesikaton puurunkotyö		
Työmenekit		
Työnosa	Työmenekki	Yksikkö
<b>Siirrot</b>		
Nosturi	0,2	tth/siirto
Traktori	0,25	tth/siirto
Käsinsiirto (20-50m )	0,08	tth/siirto
Yhteensä	0,06	tth/katto-m <sup>2</sup>
<b>Vesikattorakenne</b>		
Kattopalkit	0,14	tth/katto-m <sup>2</sup>
Kattopalkit	0,55	tth/kpl
Orsirakenne	0,11	tth/katto-m <sup>2</sup>
Räystäsrakenne	0,4	tth/katto-m <sup>2</sup>
<b>Katealustatyytit</b>		
Umpilaudoitus	0,18	tth/katto-m <sup>2</sup>
Harvalaudoitus	0,1	tth/katto-m <sup>2</sup>
Orsitus	0,12	tth/katto-m <sup>2</sup>

Suoritemäärän vaikutus vesikaton puurunkotyön työmenekkiin					
Rakennuksen pohja-m <sup>2</sup>	Alle 50	100	200	400	800
Kerroin	1,1	1,05	1	0,95	0,9

Talvihaitta Ja Lisäprosentit				
Lämpötila C	0..-2	-2,5---7,5	-7,5...-12,5	alle -12,5
Työajan lisäys %	3	5	8	15

## 3 Aineiston analysointi

### 3.1 Työnaikainen tiedonkerääminen ja työmenetelmän vertailu

Materiaalin keräämisen aloitin opinnäytetyöhön työnjohtoharjoittelun alettua jo ensimmäisellä viikoilla. Minulla oli kädet täynnä työtä omaksua uuden työmaan tavat ja käytännöt sekä päästä työmaan rytmiin mukaan mahdollisimman nopeasti. Samaan aikaan opinnäytetyöstä oli tehtävä kahvi ja ruokataukojen aikana muistiinpanoja. Vesikaton ensimmäistä lohkoa kasattiin, kun aloitin harjoittelun. Olin onnekas, koska jos olisin aloittanut harjoittelun myöhemmin, vaikka kuukaudenkin myöhemmin osaa keräämistäni tiedoista en olisi saanut talteen. Opinnäytetyön kannalta olisi ollut hyvä, jos olisin aloittanut harjoittelun kuukautta aiemmin. Olisin vastaavan mestarin kanssa päässyt suunnittelemaan vesikattotyötä. Mahdollisesti olisin jonkin verran enemmän voinut saada materiaalia tähän työhön. Toisaalta työmaan vastaavan mestarin Jouko Soinisen haastattelusta sain kyllä reilusti tietoa, mitkä esittelen tässä luvussa myöhemmin haastattelut 3.5 kohdassa.

Kuva 7. Kattolohkon nosto.



Haastattelin työmaan vastaavaan mestarin Jouko Soinisen lisäksi vesikattotyön työryhmää. Haastatteluja oli kaksi kappaletta ja haastattelu perustui minun laatimiin kysymyksiin ja niiden pohjalta käytyihin keskusteluihin. Heiltä sain autenttista tietoa vesikattotyön suunnittelusta, kuin myös rakennus- ja asennusvaiheesta. Materiaalin kerääminen työmaalla ei ollut mitenkään monimutkaista eikä ihmeellistä. Välineinä käytin puhelinta kuvaamiseen ja muistiinpanoja keräsin ruutupaperille. Excel taulukoon laskin alustavia laskelmia. Materiaalin kerääminen onnistui melko perinteisin menetelmin ja eihän työni aihe ole mitenkään monimutkainen.

Työmenetelmien ja työtapojen vertaileminen on päivittäistä rakentamisessa. Joka päivä joudutaan miettimään voisiko jonkun työvaiheen tehdä helpommin, nopeammin tai turvallisemmin. On myös tilanteita, että työvaihe tehdään niin, kuin se on aina ennenkin tehty ja koettu hyväksi toimintatavaksi. Esimerkiksi muurauksessa ei taida olla kovin monia eri tapoja tehdä muuraustyötä. Vaikka muuraustyössäkin on tarpeellista miettiä eri teline vaihtoehtoja ja laastiasemaan liittyviä seikkoja sekä materiaalien varastointia. Työ kokonaisuutta on siis ajateltava kokonaisuutena ja muodostettava kokonaiskuva, vaikka itse työvaiheen tuotantotapaan ei voisi vaikuttaa.

Yleensä työmenetelmien vertailu tehdään jostain isommasta kokonaisuudesta esimerkiksi vesikattotyöstä jo viikkoja ennen työn varsinaista alkua. Ei tietenkään ole itsestään selvää, että kaikki työmaat välttämättä miettivät työmenetelmien tai laajemmin tuotantotekniikoiden eroja. Ei ehkä ole aikaa tai tehdään niin, kuin on turvallista tehdä perinteisesti jokin työvaihe tai kokonaisuus. Voi olla myös, ettei uskalleta kokeilla jotakin uutta, vaikka ajatus siitä olisikin. On myös mahdollista, että ei olla tarpeeksi motivoituneita tai halukkaita edes kokeilemaan vaihtoehtoista menetelmää. Omasta mielestäni rakentamisen uusien työtekniikoiden ja tuottavuuden ja koko rakennusalan kannalta olisi toivottavaa, että työmaahenkilöstö ja rakennusprojektissa mukana olijat olisivat innovatiivisella ajatusmaailmalla mukana.

Vesikattotyö on rakennushankkeen tärkeä ja merkittävä työvaihe ja mielestäni esimerkiksi juuri sen vertailu on kannattavaa. Suuren työvaiheen tuotantotavan vertailu

ja sitä kautta mahdollinen tuotantotavan muutos tai parannus voi tuoda merkittäviäkin säästöjä kustannuksiin. Työturvallisuus voi parantua ja sitä kautta sujuva tuotanto mahdollistaa kustannus säästöjä. Jouhevasti etenevä työvaihe vaikuttaa varmasti aikatauluun positiivisella tavalla mikä taas jouduttaa seuraavia työvaiheita. Onnistuneilla ratkaisuilla voidaan saada suuriakin hyötyjä rakentamisessa. Juuri tästä syystä nykypäivän kiireisessä rakentamisessa olisi tärkeää muistaa työvaiheiden huolellinen suunnittelu ja toteutus. Laskentavaiheessa tuotantotavan esisuunnittelulla voidaan vaikuttaa urakkakilpailun tulokseen ja urakan onnistumiseen. Esimerkiksi laskentavaiheessa vesikattotyön tuotantotavan miettiminen vaikuttaa urakkasummaan, jos laskentahenkilö osaa tehdä tuotantovertailua ja päätyy ratkaisuun mikä myös toteutetaan rakennusvaiheessa. Tällöin työmaalle jää vain toteutus valitusta tuotantotavasta. Tämä edellä kuvattu ajatus lisää toki laskentahenkilöiden työtä ja mahdollisesti laskentaan tarvitaan normaalia enemmän resursseja. Niin kuin aikaisemmin totesin, kun hankkeen suunnitelmat on lyöty lukkoon ja rakentaminen on alkamassa rakennusurakoitsijan mahdollisuudet vaikuttaa kustannuksiin ovat rajalliset. Siksi urakoitsijan on panostettava hankkeen suunnitteluun ennen, kuin hanke käynnistyy. Kun rakentaminen alkaa ei ole toki myöhäistä ohjata tuotantoa ja niinhän urakoitsijat tekevätkin, mutta uskallan väittää, että suurimmat hyödyt saavutetaan varhaisessa vaiheessa perusteellisella suunnittelulla.

### **3.2 Ratu-menekit ja TCM**

Ratu-aikataulukirjan menekit ovat rakennushankkeen ajallisen suunnittelun apuväline ja käsikirja. Rakennustöiden menekit kirja on taas vastaavasti rakennushankkeen tuotannonsuunnitteluun soveltuva teos, johon on koottu karkeutetut työ ja materiaali menekki tiedot. Ratu - tiedostojen ylläpidosta ja julkaisemisesta vastaavat Talonrakennusteollisuus ry ja rakennussäätiö RTS. Lähtötietojen kokoamiseen osallistuu vuosittain useita kymmeniä rakennusyhtiöitä ja työmaita, joten koko ajan julkaistaan uutta menekkitietoa tai päivitetään jo aikaisemmin julkaistuja työmenekkejä. Ratu-tietoa on kerätty 1970-luvulta lähtien. 1990-luvun alussa siirryttiin käsittelemään työmailta kerättyä toteutumatieta standardijärjestelmän avulla, jolloin voitiin

paremmin ottaa huomioon eri työmaiden edustajat sekä lukuisat rakennusalaan liittyvät tahot, kuten vakuutusyhtiöt ja koulutus järjestöt. (Wind 2015, 5).

Molempia kirjoja käytin apuna, kun laskin perinteisen vesikattotyön kustannuksia. Kirjoista oli suuresti apua laskemisessa, mutta päädyin kuitenkin soveltamaan tietoja jonkin verran. Kerron seuraavaksi esimerkkinä miksi sovelsin menekkejä. Perinteiseen vesikattotyöhön kuuluu rakennuksen päädyn tuulensuoja levytys ja välitilan levytys. Työmenekkeistä löysin kohdan 74 levyrakentaminen tuulensuojalevytys (R6026 Rakennustöiden menekit 2015, 104) 0,07 tth/m<sup>2</sup>, joka T3 menekki. Mikä tarkoittaa, kun kohteessa oli 222m<sup>2</sup> tuulensuoja levyttämistä. Päädyt ja välitila mukaan lukien  $0,07\text{tth/m}^2 * 222\text{m}^2 = 15,54\text{tth}$ . Tämä tarkoittaa, että levytystyössä menisi kahden miehen työryhmällä (1RAM + 1RM) noin kaksi työvuoroa.

Olen tällä vähäisellä rakentamisen kokemuksella varma, että tuo tuntimäärä ei riitä kyseisen työvaiheen suorittamiseen. Totean myös, että menekkitiedoston menekki on varmasti laskettu ihanne olosuhteille ja työtä ei voi verrata tämän kohteen levytystyöhön. Tästä syystä on yleensä pohdittava menekkitiedoston menekkien soveltuvuutta juuri laskettavana olevan kohteen työvaiheisiin. Vesikattotyön aikaan oli talvi olosuhteet, joten voimme käyttää olosuhdekerrointa. Työn suoritemäärä oli myös vähäinen eli voimme myös käyttää suoritemäärä kerrointa. Lasku menee näin  $0,07\text{tth/m}^2 * 1,2 * 1,08 * 1,15 = 0,104\text{tth/m}^2$ . Näin ollen lasku uudella työmenekillä T3, jota on korjattu suoritemääräkertoimella SMK, lisäaikakertoimella TL3 ja olosuhdekerroimella. Menee näin  $0,104\text{tth/m}^2 * 222\text{m}^2 = 23,2\text{tth}$  eli noin kolme työvuoroa. Tämä kuulostaa paremmalta, mutta silti epäilen kovasti, että tuo tuntimäärä ei riitä työvaiheen suorittamiseen.

Perustelut miksi tuo tuntimäärään ei riitä: tuulensuoja levytys on lähes poikkeuksetta korkealla tapahtuvaa työskentelyä ja siihen tarvitaan nostin. Järkevin nostoväline on saksilava nostin tai kuukulkija. Telineitä ei ole pelkästään tätä työvaihetta varten järkevää rakentaa. Talviolosuhteet tekevät työnsuorittamiselle omat haasteet. Nostinta on hankalaa ajaa lumisella työmaalla, vaikka nykypäivän nostimet ovat nelivetoisia

ja niissä on hyvä maastokuvio rengas, joudutaan lumitöihin melko varmasti ja liikkuminen on silti rajallista. Levyjä pitää nostaa nostimelle ja leikata nostimen kyydissä mikä hidastaa työvaihetta osaltaan verrattuna maassa tehtyyn työhön. Ehkä ihanne olosuhteissa tuohon edellä laskettuun tuntimäärään päästäänkin. Todellisten menekkien selvittäminen vaatisi kahdesta kolmeen perinteisellä menetelmällä valmistettuja vesikattoja, jotka olisivat lähelle saman suuruisia suoritemäärältään.

TCM tuoteperheen ohjelmista käytin työssä apuna TCM aikataulu työkalua, jolla on kätevä ja nopea laatia aikatauluja. Vertailuaikataulu on laadittu tässä työssä esitetyillä työmenekeillä. Valmiilla menekeillä aikataulun laatiminen on oikeastaan vain lukuarvojen syöttämistä ohjelmaan.

TCM kustannusarvio työkalulla olisi voinut myös laskea kustannusten eroja kahden eri toteutustavan välillä, mutta tässä työssä käytin Excel ohjelmaa, joka on myös loistava siihen tarkoitukseen. Aikataulu työkalulla on kätevä tehdä selkeä jana-aikataulu, joka toimii parhaiten tässä tapauksessa. Aikataulun voi myös esittää vinoviiva-aikatauluna, mutta se vaatisi lohko jaon. Toki maassa lohkoina kasattu voitaisiin esittää vinoviivana, mutta se ei olisi tarkoituksenmukaista, joten päädyin selkeyden vuoksi kuitenkin jana-aikatauluun. Aikataulu voi perustua edellä mainittuihin työmenekkeihin tai on mahdollista soveltaa omia menekkejä sekä arvioida ihan vaan kokemuksen perusteella vaikkapa puolen päivän tarkkuudella työn kesto. Tehtäville voidaan asettaa riippuvuuksia kaikissa eri muodoissa loppualku, alkualku ja niin edelleen. Aikataulua on mahdollista seurata seuranta hetkiin perustuvilla viivoilla ja syöttää toteutumat prosentteina joista ohjelma piirtää seuranta pystyviivan. Seuranta pystyviivan vasemmalle puolelle jäävä rajausta tarkoittaa, että työvaihe on jäljessä ja oikealle taas vastaavasti työvaiheen olevan edellä aikataulua. Ohjelmassa on kalenteri mihin voi esimerkiksi syöttää lomat ja kalenteri huomioi myös pyhät.

### **3.3 Laskeminen**

Taloudellisen osuuden laskemisen suoritin Excel taulukko laskennalla. Edellisessä luvussa mainittu TCM kustannusarvio ohjelma olisi ollut näppärä ja nopea väline

suorittaa laskemat. Päädyin kuitenkin käytännön syistä Excelliin. Laskeminen itsessään on hyvin mekaanista ja sama kaava toistuu koko ajan. Edellisessä luvussa jo sivuttiin laskemista, mutta käyn tässä vielä läpi peruseriaatteet ja laskennan kulun. Vertailun aikaan saamiseksi ei olisi tarvinnut, kuin selvittää työn ja alihankinnan osuus. Materiaalit olisi voinut jättää kokonaan pois laskelmista, koska materiaalit ovat samat molemmissa tapauksissa, mutta kokonaiskuvan saavuttamiseksi otin ne mukaan laskelmiin. Alihankinnan osuus taas vastaavasti vaihtelee, joten se on oleellista ottaa laskelmiin mukaan. Laskelmat jaottelin panoslajien mukaan 1.työpanokset, 2.materiaalit, 3.alihankinta.

### 3.3.1 Perinteisen vesikattotyön laskeminen

Vesikattotyön työn osuuden laskemisen suoritin työvaiheittain. Alkaen aloittavat työt, pohjajuoksut, kattotuolien nosto, reivaus, umpilaudoitus, otsalaudat, tuulensuojalevyt, palo-osastoseinä, kattoluukut, ullakon kulkusillat ja lopettavat työt. Kävin läpi ratukirjan ja aiemmin rakennustuotannon tunneilla opitun laskentatavan mukaisesti työn osuudet vesikattotyöstä. Perustyömenekki T3, joka saadaan menekkirjasta, kerrotaan TL3 lisäaikakertoimella, joka vaihtelee laskijan arvion mukaan 1,10-1,20 välillä. Kertolasku jatkuu suoritemäärä kertoimen lisäämisellä, joka vaihtelee suoritemäärän mukaan 1,10-0,9 ja lopuksi voidaan käyttää vielä talviolosuhde kerrointa, joka vaihtelee 1,03-1,15. Edellisten kertolaskujen tulos, joka on T4 kokonaismenekki, jonka yksikkö on tth/yks, jolla suoritemäärä kerrotaan ja saadaan työvaiheeseen käytettävät tarvittavat tunnit. Havainnollistava kuva esittää laskennan kulun taulukoissa 3 ja 4.

Taulukko 3. Perinteisen vesikatotyön umpilaidoituksen laskeminen.

4. Umpilaudoitus				
Lähtötiedot				
	Kattoneliöt [ m <sup>2</sup> ]			
	910			
Laudoitus [ tth/m <sup>2</sup> ]	0,18			T4
	T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]	Smk	TL3	Talvi olosuhteet
	0,18	0,9	1,05	1,2
				tth/m <sup>2</sup>
				0,204
Työtunnit T4 menekki				
	Sm*T4 menekki [ tth /m <sup>2</sup> ]	Sm	T4	tth
		910	0,204	185,7

Taulukko 4. Perinteisen vesikattotyön umpilaudoituksen laskennan tuloksia.

Kustannukset / työvaihe							
tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
185,7	16,28 €	3 023,07 €	2 146,38 €	5 169,45 €	3,32 €	5,68 €	

Materiaalilaskennan osuus on hyvin yksikertainen tapahtuma, koska eri materiaaleja on vähän. Vesikattopiirustuksesta ja rakenneleikkauksesta tarvitsee vain etsiä vesikaton materiaalit. Materiaalienlaskeminen on myös kertolasku, jossa kerrotaan määrä esimerkiksi 910 m<sup>2</sup> \* menekki / yksikkö, jos esimerkkinä käytetään raakaponttilaudoitus minkä menekki 1m<sup>2</sup> kohden 11 juoksumetriä ja tästä saatu tulos kerrotaan hukkaprosentilla, jolloin saadaan kokonaisjuoksu metrit ja tästä saatu tulos kerrotaan juoksumetri hinnalla mistä saadaan kokonaiskustannus materiaalille. Havainnollistava taulukko 5. Selventää laskennan kulun.

Taulukko 5. Perinteisen vesikattotyön materiaalienkustannuksia.

Materiaali	Hinta / yksikkö	Yksikkö	Sm	Menekki / yks	Hukka %	Kustannus €
Kattotuolit	100,00 €	Kpl	65	1	1	6 500,00 €
Raakaponttilauta 22*100	0,36 €	Jm	910	11	10 %	3 963,96 €
Reivalauta 22*100	0,36 €	Jm	100	1	10 %	39,60 €
Tuulensuojalevy	3,10 €	m <sup>2</sup>	222	1	15 %	791,43 €

### 3.3.2 Materiaalimenekit ja hukka

Materiaalimenekki kostuu neljästä eri lisästä, joita ovat teoreettinen menekki M2, Menetelmä lisä ML2, työvaihelisä ML3 ja työmaalisä ML4. Menekit ja lisät yhdistämällä saadaan kolme eri tasoista materiaali menekkiä. (Heikkilä, S 2000).

Taulukko 6. Materiaali menekit. (Heikkilä, S 2000).

Teoreettinen menekki M2	Menetelmälisä ML2	Työvaihelisä ML3	Työmaalisä ML4
Menetelmämenekki M3			
Työväihemenekki M4			
Työmaamenekki M5			



Rakennustyömaalla aiheutuva materiaalihukka johtuu monesta eri tekijästä, joita ovat heikko työsuunnittelu, poikkeaminen suunnitelmista, materiaalien huono varastointi, virheelliset suunnitelmat ja työmaan huonosta järjestyksestä. Rakennustekniset seikat lisäävät myös hukkaa, joudutaan liittämään materiaaleja. Jotkut työvaiheet voi vaatia väliaikaisia asennuksia.

Alihankinnan osuuden sain niiden työtuntien perusteella, joissa tarvitaan nostureita ja nosto apuvälineitä. Esimerkiksi kattotuolien nostoissa tarvitaan autonosturi. Nosturin tuntihinta kertaa tunnit saadaan auto nosturin kustannus selville.

### **3.3.3 Maassarakennetun vesikaton laskeminen**

Maassa rakennetun vesikaton laskeminen poikkesi perinteiseen rakennustapaan verraten työn osuuden ja alihankinnan osalta. Työn osuudelle ei ole valmiita menekkejä ratu-kirjassa. Työn osuuden menekit sain muodostettua työn kulkua seuraamalla päivittäin ja kirjaamalla ylös tuloksia sekä vertaamalla kokonaisaikaan, kun työ oli kokonaan valmis. Haastavinta oli suhteuttaa kunkin työvaiheen aika kokonaistyö aikaan, mutta kirjaamalla työvaiheiden aikoja sain aikaan järkeviä menekkejä joka työvaiheelle. Materiaalit olivat samat molemmissa tapauksissa, mutta ne ovat mukana molemmissa laskelmissa taloudellisen kokonaisuuden hahmottamiseksi. Alihankinnan kustannukset muodostuvat samalla tavalla ja laskeminen noudattaa samaa kaavaa, kuin perinteisen vesikattotyön laskelmissa. Niiden työvaiheiden tunnit, joissa tarvittiin nosturia tai muita työkoneita, kerrotaan kyseessä olevalla tuntihinnalla ja näin saadaan alihankinta kustannukset selville, myös maassa rakennetun vesikaton osalta. Tuloksissa ja liitteissä käy selvästi ilmi, kuinka tulokset on laskettu.

### **3.4 Haastattelut**

Haastattelin kattotyöhön liittyen työmaan vastaavaa mestaria Jouko Soinista ja työryhmää, johon kuului Risto Miettinen ja Hannu Ronkainen. Soinisella on 40 vuoden kokemus rakennusalalta. Ronkainen on 30 Vuoden kokemus kirvesmiestöistä ja Miettinen 8 vuoden kokemus.

Tuotantotavan valintaan vaikuttaa käytettävissä olevat varat ja myös tuotannon sujuvuudella on merkitystä ja on itsestään selvää, että työturvallisuus asiat myös vaikuttavat päätökseen. Työvaiheen taloudelliset resurssit tarkistetaan aina hyvissä ajoin ennen työvaiheen alkua. Taloudelliset raamit työvaiheelle niin, kuin koko projektille saadaan tavoitearviosta. Työvaihetta suunniteltaessa pitäisi pystyä näkemään lopputulos, joka on kaikista tärkein valinnan peruste tuotantotavan valinnassa. (Soininen 2018).

Työnjohtajalla on oltava toteutuskelpoinen esitys työvaiheen suorittamisesta. Työryhmän kanssa keskustellaan toteutustavasta ja hyvä idea huomioidaan, joita voidaan soveltaa yhdessä työnjohdon tuotantotavan kanssa. On mahdollista, että työryhmällä on toteutuskelpoinen ja lopputulosta ajatellen parempi idea, kuin työnjohdolla ja näin ollen se ehdottomasti valitaan. Joka tapauksessa työvaiheen tuotantomuodon valinnassa on ajateltava kokonaisuutta. (Soininen 2018).

Esi valmistamisen hyödyt on todettu useita kertoja aikaisemmin kannattaviksi. Esi valmistaminen on kustannus tehokkaampaa ja tuotanto sujuvampaa. Vesikaton tapauksessa työturvallisuus on helpompi toteuttaa ja työntoteutus työryhmälle turvallisempaa. Kokemuksen kautta työvaiheen valinta on varmin tapa päästä haluttuun lopputulokseen. Ratu menekit ovat hyvä apuväline, jos työvaiheesta ja menetelmästä ei ole aikaisempaa kokemusta. (Soininen 2018.)

Rakennusalan tuottavuus on parantunut vuosikymmenien aikana, mutta vain maltillisesti. Menetelmät ovat monessa työvaiheessa edelleen samat, mutta pienempiä muutoksia on tapahtunut. Elementtiteollisuus on muuttanut tuotantoa nopeammaksi, mutta kustannukset ovat vastaavasti nousseet, joten urakoitsijan saama taloudellinen hyöty valuu käytännössä alihankkijan tai tehtaan taskuun. Vaikka taloudellista hyötyä urakoitsija saa maltillisesti on tuotantonopeus kasvanut huomattavasti enemmän. On myös syntynyt aivan uusia ammattiryhmiä rakennusosalalle, kuten vaikka betonisaumojen pumppaaja. (Soininen 2018.)

Maassa alustan päällä kasatun vesikaton työturvallisuus on helpompi toteuttaa. Suojakaiteet voidaan asentaa maasta käsin. Työskentely aika katolla on huomattavasti pienempi, kuin perinteisesti rakennetussa menetelmässä, jonka vaikutus työturvallisuuteen on valtava. Työskentely maan tasolla on helpompaa ja mukavampaa. Esimerkiksi räystäiden tekeminen on paljon mielekkäämpää ja tehokkaampaa sekä taloudellisempaa. Tavaroiden logistiikassa saadaan myös etuja perinteiseen menetelmään nähden. Materiaalit voidaan ottaa työkohteen läheisyyteen valmiiksi, joten erillisiä nostoja ei tarvita katolle. Kattotuolit voidaan kantaa alustan päälle eikä nosturia tarvita. Etenkin talviolosuhteissa säästöjä saadaan suoraan mitata rahassa ja ajassa. Väli tilan tuulensuojalevytys vaati joko telineet, mutta käytännössä telineitä ei ole järkevää rakentaa vaan päädytään saksilavanostimeen. Nostimella täytyy pystyä ajamaan rakennuksen ympäri mikä talviolosuhteissa tarkoittaa lumitöitä väistämättä. Nostimen petaaminen on talvella hankalaa ja lisää turvallisuusriskiä. Tältä kaikelta kannattamattomalta työltä vältytään, jos on mahdollista rakentaa vesikatto alustan päällä lohkoina. (Miettinen 2018.)

### **3.5 Työturvallisuus ja laadullinen osio**

Työturvallisuuden vertailun tein työvaiheen työturvallisuusriski vertailun (TTRV), joka on oma sovellettu versio YIT-Talo Oy:n toimintajärjestelmän (TTS) työturvallisuus riskikartoitus Excelistä. (Lemon Lemminkäinen Talo Oy:n toimintajärjestelmä 2018) Riskikartoitus toimii seuraavasti, että vesikattotyön työvaiheet luetellaan järjestyksessä ja niiden kohdalle poimitaan mahdolliset riskit, kuten liukastuminen, melu, tärkertuminen tai joku muu mahdollinen riskitekijä. Riskit taulukoidaan työvaiheittain ja pisteytetään. Mitä suurempi määrä riskejä sitä enemmän pisteitä sekä sitä kautta riskialttiimpi työvaihe. Tällä työturvallisuus riskikartoituksen pisteytysmenetelmällä sain vertailtua työturvallisuusosion.

Laadullista näkökulmaa vesikattotyön vertailuun sain tekemällä aloituspalaverit ja tehtäväsuunnitelmat sekä vertailemalla edellä mainittuja asiakirjoja. Esille nousi joitakin seikkoja, kuten valmiintyön suojaus. Maassa rakennettu vesikattotyö suunnit-

telttiin siten, että aina, kun lohko oli valmis, pohjahuovan asentajat olivat jo odottamassa oman työsuorituksen vuoroa. Perinteisesti rakennetun vesikaton olisi joutunut suojaamaan pressuilla aina työvuoron päätteeksi, koska ponttilaudoitusta ei olisi mahdollista asentaa keralla niin suurta määrää. Tehtäväsuunnittelussa kävi ilmi, että vesikattotyön nopeampi valmistuminen takasi myös sen, että rakennuksen runko saatiin nopeammin sateelta suojaan ja tärkeä seikka päästiin seuraavia työvaiheita tekemään nopeammin. Rakennusajankohta voi olla sää olosuhteet huomioiden kovinkin haitalliset, joten vesikaton nopea valmistuminen on suoraan verrannollinen laadullisiin asioihin. Nopea valmistuminen pienentää rungon osien kastumista ja kosteuden pääsyä muihin rakenteisiin. Samalla säästytään väliaikaisilta suojauksilta ja muulta ei tuottamattomalta rakennus aputyöltä.

Tehtäväsuunnitelmia vertaamalla tuli esille aloitus edellytysten eroavaisuuksia: maassa rakennetun vesikaton rakentamisen voi ajoittaa rungon valmistumisen hetkeen, kun taas perinteisesti rakentaen joudutaan odottamaan rungon valmistuminen. Laadunvarmistus ja työnaikainen ohjaus ei taas eroa menetelmien välillä vaan työtä joudutaan ohjaamaan kummassakin menetelmässä. Ongelmiin varautuminen toi esiin, että työaikaisia telineitä ei tarvittu lohkoina rakennetussa menetelmässä. Materiaalien nostot katolle jäi pois, mutta vastaavasti valmis lohko oli nostettava viikon päätteeksi holville. Sää olosuhteita oli seurattava molemmissa menetelmissä.

### **3.6 Esivalmistaminen**

Esivalmistamista on käytetty rakentamisessa eri muodoissa jo pitkän aikaa. Valmisbetonia on saanut betonitehtaasta työmaalle vuosikymmenien ajan. Samoin ikkunat on tehty tehtaassa valmiiksi ja asennettu työmaalla. Kalusteet ovat myös yksi tuote mitä on tehty tehtaassa ja työmaalla asennettu paikalleen. Kylpyhuoneita valmistetaan elementteinä ja ne tuodaan hyvin suojattuna työmaalle ja nostetaan jo runkovaiheessa paikalleen. Omakotitaloja on rakennettu valmiiksi elementeiksi tehtaassa ja kasattu työmaalla perustusten päälle valmiiksi taloksi.

Miksi esivalmistamista käytetään? Eikö ole sama asia rakentaa esimerkiksi omakotitalo pitkästä tavarasta työmaalla, kuin valmistaa se elementteinä tehtaassa. Jos ajatellaan omakotitalo tapausta, kustannukset ovat varmaankin samaa suuruusluokkaa pitkästä tavarasta, kuin elementteinä tehtynä. Etu tässä tapauksessa tulee runkovaiheen etenemisen nopeudesta, jolloin päästään jo mahdollisesti seuraavana päivänä nostamaan kattotuoleja ja näin tulee vähemmän kirvesmiestyötä ja rakennus saadaan nopeammin säältä suojaan.

Kerrostalo rakentamisessa käytetään samaa ajatusta, kuin omakoti rakentamisessa betoni elementeillä ja nyt myös kovaa vauhtia yleistyvät puuelementit. Valmiit seinäelementit olivatpa ne sitten betonia tai puuta, nostellaan perustusten tai ensimmäisen kerroksen betonirungon päälle. Runko valmistuu nopeammin, kuin se olisi rakennettu paikan päällä valamalla tai pitkästä puutavarasta. Aikataulu säästö voidaan mahdollisesti siirtää kustannuksiin hankeen myöhäisemmässä vaiheessa.

Nykyisin ollaan siirtymässä myös pienempien osakokonaisuuksien esivalmistamiseen kuten esimerkiksi ilmanvaihtokonehuone voidaan rakentaa tehtaalla ja nostaa kokonaisuena paikalleen tai sen runko voidaan kasata maassa ja nostaa runko kokonaisuena paikalleen. Esivalmistamisen trendi on selvästi yleistymässä ja rakentamisessa halutaan nostaa tuottavuutta vähentämällä työmaalla tapahtuvaa työtä. Tehdasolosuhteissa rakentaminen on tehokkaampaa ja resurssit ovat paremmin hyödynnettävissä ja materiaalien siirrot onnistuvat helpommin. Etuja sekä hyötyjä on valtavasti. Ongelmana on suurien kappaleiden logistiikka, kuinka liikutella massiivisiä elementtejä. Valtateillä liikkuminen rajoittaa kappaleiden kokoa. Rahti kustannuksen osuus on myös otettava huomioon, tehtaassa saatu hyöty voi kompensoitua rahtikustannuksiin.

Tässä opinnäytetyössä käsittelen työmaalla tapahtuvaa esivalmistamista. Vesikatto olisi todella järkevää rakentaa valmiiksi tehdas olosuhteissa ja kuljettaa työmaalle valmiina lohkoina missä lohkot nostettaisiin paikoilleen. Vesikaton yleensä suuren kokonsa vuoksi kuljetus olisi haasteellista. Jännevälit ovat helposti 10 metriä pitkiä.

Kuorma-autolla olisi mahdollista kuljettaa 16,5 metriä pitkiä kattoelementtejä, mutta elementin leveys voisi olla maksimissaan 2,6 metriä johtuen kuljetus määräyksistä.

Kuva 8. Puoliperävaunujen yhdistelmä pituudet (Logistiikanmaailma.fi 2018)

### PUOLIPERÄVAUNU YHDISTELMÄT (REKKA-AUTOT)



Korkeus 4.4 m      Leveys 2.6 m  
Pituus 16.5 m  
Kokonaismassa 42 t



Korkeus 4.4 m      Leveys 2.6 m  
Pituus 16.5 m  
Kokonaismassa 45/46 t



Korkeus 4.4 m      Leveys 2.6 m  
Pituus 16.5 m  
Kokonaismassa 48 t

Erikoiskuljetuksissa leveys voi olla mahdollisesti enemmänkin, mutta siitä aiheutuu lisäkustannuksia. Elementtien rajallinen leveys aiheuttaa sen, että lohkoja olisi useita ja se nostaisi kuljetuskustannuksia, joten se ei olisi välttämättä kannattavaa. Kokonaan esivalmistettu vesikatto vaatisi myös tuotantotilat ja tuotantotilat lisää yrityksen kiinteitä kustannuksia, joten saman tyyppistä tuotantoa olisi oltava runsaasti, että se olisi kannattavaa. Vaihtoehtoisesti vesikaton valmistuksen tuotantotilassa voisi hankkia alihankintana, mutta se taas ei välttämättä ei olisi enää kannattavaa taloudellisesti, mutta aikataulu etuja voisi saavuttaa ja työturvallisuuteen liittyvät hyödyt olisivat käytettävissä.

Menninkäisen asumispalvelu yksikön tapauksessa työmaalla tapahtuvan esivalmisteen avulla haluttiin säästää kustannuksissa ja tehostaa työturvallisuutta ja parantaa laatua. Lohkoina maassa kasattu menetelmä ei ole uusi keksintö, mutta sen etuja ei ole välttämättä tutkittu syvällisemmin ja tuloksia myöskään tallennettu. Toisaalta

aina ei ole mahdollistakaan työmaan tilan puutteen vuoksi kasata suuria kokonaisuuksia työmaalla.

## 4. Opinnäytetyön tulokset

Tässä luvussa esittelen kaikki opinnäytetyön tulokset, joita ovat kustannukset, työ-  
turvallisuus, aikataulu ja laadulliset asiat. Tuloksissa esitetyt kustannukset ovat ar-  
vonlisäverottomia kustannuksia. Laskelmat on laskettu samanlaisiin taulukoihin ver-  
tailun helpottamiseksi. Yksikkö ja tuntihinnat sekä materiaalihinnat ovat opinnäyte-  
työn tekijän laskelmiin perustuvia hintoja ja tavarantoimittajilta kerättyjä hintoja,  
mutta ne eivät edusta välttämättä täsmälleen samoja hintoja, joita käytetään YIT-  
Talo Oy:n rakennustuotannossa. Vesikatto kokonaisuuden suoritemäärä, joita opin-  
näytetyön laskelmat ottavat huomioon on 910 m<sup>2</sup>. Tämän raportin lopussa olevista  
liitteistä käy selville laskennan kulku ja kuinka tuloksiin on päästy. Vertailuaikataulun  
laadintaan on käytetty myös samoja menekkejä ja määriä, joita liitteissä käsitelty.

### 4.1 Perinteisen vesikattotyön kustannukset

Perinteisesti rakennetun vesikaton työtunnit olivat 462,1 tuntia 910 m<sup>2</sup>:n suoritemää-  
rällä. Kustannuksia muodostui 16,28 € keskituntiansiolla 7505,35 €. Tässä ja kai-  
kissa muissa laskelmissa sosiaalikulujen prosenttina käytettiin 71 %, josta muodos-  
tui sosiaalikuluja 5328,80 € yhteensä työkustannuksia oli sosiaalikuluneen  
12834,14 €. Seuraavassa taulukossa esitetyt menekit on saatu tämän työn lopussa  
liitteinä olevista laskelmista, jotka ovat kerätty taulukkoon yhteenvedoksi.

Taulukko 7. Perinteisen vesikattotyön työkustannukset ja työmenekit yhteenvetona.

tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [ € ]
461,2	16,28 €	7 505,35 €	5 328,80 €	12 834,14 €
Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth	m <sup>2</sup> /tv
8,25 €	14,10 €	0,51	1,97	15,8

Materiaalien osuus oli yhteensä 11649,38 €. Joista suurimmat kustannukset muodostuivat kattotuoleista, joista voidaan käyttää virallisempaa nimeä kattoristikot, joiden osuus oli 6500 € toinen suuri kuluerä oli ponttilaudoitus, jonka osuus oli 3963,96 € Taulukossa 8. Materiaalikustannukset eriteltyinä.

Taulukko 8. Perinteisen vesikattotyön materiaalikustannukset.

Materiaali	Hinta / yksikkö	Yksikkö	Sm	Menekki / yks	Hukka %	Kustannus €
Kattotuolit	100,00 €	Kpl	65	1	1	6 500,00 €
Raakaponttilauta 22*100	0,36 €	Jm	910	11	10 %	3 963,96 €
Reivalauta 22*100	0,36 €	Jm	100	1	10 %	39,60 €
Tuulensuojalevy	3,10 €	m <sup>2</sup>	222	1	15 %	791,43 €
Koolaus 50*100	0,69 €	Jm	210	1	10 %	159,39 €
Tuulenhajaimet	3,00 €	Kpl	65	1	1	195,00 €
<b>Panoslaji 2. Materiaalit yhteensä</b>						<b>11 649,38 €</b>

Alihankintakustannusten osuus on suhteellisesti suurin kaikista kolmesta panoslajista. Alihankinta sisältää katon pintamateriaalin ja nosturi sekä nostinkustannukset. Taulukossa 9. Alihankintakustannukset eriteltyinä.

Taulukko 9. Perinteisen vesikattotyön alihankintakustannukset.

1. Kattopinnoite hitsattuhuopa			
Materiaali	Kustannus / yks	Määrä [ m <sup>2</sup> ]	Kustannus [ € ]
Pohjahuopa	6,15 €	910	5 596,50 €
Pintahuopa	9,15 €	910	8 326,50 €
2. Autonosturi			
Autonosturi	Kustannus / yks	Määrä [ h, Kpl ]	Kustannus [ € ]
110 T	120,00 €	42,1	5 054,40 €
Kuorma-autonosturi	70,00 €	54,6	3 822,00 €
Henkilönostot	1 000,00 €	2,0	2 000,00 €
Porrastorni	600,00 €	1 kk	600,00 €
<b>Panoslaji 3. Alihankinta yhteensä</b>			<b>25 399,40 €</b>

Kokonaiskustannusten ja kustannustenneliometriä kohden sekä prosenttiosuudet suhteessa kaikkiin kustannuksiin yhteenvedona panoslajeittain taulukossa 10.

Taulukko 10. Perinteisen vesikattotyön kustannusten yhteenvedo.

	Kustannus € alv 0%	Kustannus / m <sup>2</sup>	% Osuus kokonaisuudesta
Panoslaji 1. Työkustannukset	12 834,14 €	14,10 €	25,7 %
Panoslaji 2. Materiaalit	11 649,38 €	12,80 €	23,4 %
Panoslaji 3. Alihankinta	25 399,40 €	27,91 €	50,9 %
<b>Yhteensä</b>	<b>49 882,92 €</b>	<b>54,82 €</b>	<b>100,0 %</b>



## 4.2 Maassa lohkoina valmistetun vesikaton kustannukset

Maassa alustan päällä lohkoina kasatun vesikattotyön kaikki tunnit yhteensä olivat 325,3 tuntia 910m<sup>2</sup> suoritemäärällä. Työkustannukset 16,28 € keskituntiansiolla olivat 5294,65 € ja sosiaalikuluisi muodostui 3759,20 € yhteensä työkustannuksia sosiaalikuluneen tuli 9053,85 €. Taulukossa 11. on esitetty kustannukset ja kustannusten suhde yksikköihin sekä työmenekkejä.

Taulukko 11. Kustannukset ja työmenekit.

TTH	KTA	Työkustannukset	SOS-Kulut	Kustannus €
325,3	16,28 €	5 294,65 €	3 759,20 €	9 053,85 €
Työkust/ m2	Työkust / m2 + Sos-kulut	tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth	m <sup>2</sup> /tv
5,82 €	9,95 €	0,36	2,80	22,4

Materiaalien osuus oli lähes sama, kuin perinteisesti rakennetussa vesikatossa. Pienen poikkeuksen aiheutti kertopuupalkit, joita tarvittiin kattolohkon nostoissa. Taulukossa 12. On esitetty materiaalikustannukset.

Taulukko 12. Materiaalikustannukset.

Materiaali	Hinta / yksikkö	Yksikkö	Sm	Menekki / yks	Hukka %	Kustannus €
Kattotuolit	100,00 €	Kpl	65	1	1	6 500,00 €
Raakaponttilauta 22*100	0,36 €	Jm	910	11	10 %	3 963,96 €
Reivalauta 22*100	0,36 €	Jm	100	1	10 %	39,60 €
Tuulensuojalevy	3,10 €	m2	222	1	15 %	791,43 €
Koolaus 50*100	0,69 €	Jm	210	1	10 %	159,39 €
Tuulenhajaimet	3,00 €	Kpl	65	1	1	195,00 €
Kertopuu S 51*200	8,50 €	Jm	12	1	1	102,00 €
Panoslaji 2. Materiaalit yhteensä						11 751,38 €

Alihankintakustannukset olivat suurin kuluerä suhteellisesti myös maassa rakennetun vesikaton tuotantomuodossa. Tässä tuotantomuodossa pintamateriaali aiheuttaa suurimman kustannusvaikutuksen. Taulukossa 13. on esitetty alihankintakustannukset.

Taulukko 13. Alihankintakustannukset.

1. Kattopinnoite hitsattuhuopa				
Materiaali	Kustannus / yks	Määrä [ m <sup>2</sup> ]		Kustannus [ € ]
Pohjahuopa	6,15 €	910		5 596,50 €
Pintahuopa	9,15 €	910		8 326,50 €
2. Autonosturi				
Autonosturi	Kustannus / yks	Määrä / [ h ]		Kustannus [ € ]
110 T	120,00 €	22,1		2 649,60 €
Kuorma-autonosturi	70,00 €	0		- €
Porrastorni	600,00 €	1 kk		600,00 €
Panoslaji 3. Alihankinta yhteensä				17 172,60 €

Maassa rakennetun vesikaton yhteenveto taulukossa 14. on esitetty kustannukset panoslajeittain, kokonaiskustannukset ja kustannukset yksikköä kohden ja prosenttiosuus suhteessa kokonaiskustannuksiin.

Taulukko 14. Maassa lohkoina rakennetun vesikaton yhteenveto

	Kustannus € alv 0%	Kustannus / m <sup>2</sup>	% Osuus kokonaisuudesta
Panoslaji 1. Työkustannukset	10 573,38 €	11,62 €	26,8 %
Panoslaji 2. Materiaalit	11 751,38 €	12,91 €	29,8 %
Panoslaji 3. Alihankinta	17 172,60 €	18,87 €	43,5 %
<b>Yhteensä</b>	<b>39 497,36 €</b>	<b>43,40 €</b>	<b>100,0 %</b>

Yhden lohkon suoritemäärä oli 185 m<sup>2</sup> Työtunnit lohkoa kohti olivat 35,5 tuntia. Työkustannuksia kertyi 577,19 € ja sosiaalikuluja 409,80 € työkustannukset olivat yhteensä 986,99 € keskituntiansio oli 16,28 €. Kustannukset ja menekit lohkoa kohden on syytä esittää, koska ne havainnollistavat yhden lohkon osalta lukuarvoja ja niitä voidaan käyttää mahdollisesti tulevaisuudessa tuotannon suunnitteluun. Taulukossa 15. On esitetty kustannukset ja työmenekit.

Taulukko 15. Kustannukset ja menekit.

TTH	KTA	Työkustannukset	SOS-Kulut	Kustannus €
35,5	16,28 €	577,19 €	409,80 €	986,99 €
Työkust/ m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth	m <sup>2</sup> /tv
3,12 €	5,34 €	0,19	5,22	41,73

Materiaalilaskelmia ei laskettu yhdelle lohkolle, koska ne ovat laskettu jo edellisessä luvussa ja materiaalikustannukset ovat suoraan verrannollisia suhteessa suoritemäärään.

Alihankintakustannukset on eritelty vertailun vuoksi vaikkakin työkustannuksen ovat materiaalin tapaan suoraan verrannollisia työtunteihin. Alihankintakustannukset lohkoa kohti ovat tärkeää tietoa. Alihankintakustannukset esitelty taulukossa 16.

Taulukko 16. Alihankintakustannukset

1. Kattopinnoite hitsattuhuopa			
Materiaali	Kustannus / yks	Määrä [ m <sup>2</sup> ]	Kustannus [ € ]
Pohjahuopa	6,15 €	185	1 137,75 €
Pintahuopa	9,15 €	185	1 692,75 €
2. Autonosturi			
Autonosturi	Kustannus / yks	Määrä / [ h ]	Kustannus [ € ]
110 T	120,00 €	5,5	662,40 €
Kuorma-autonosturi	70,00 €	0	- €
Panoslaji 3. Alihankinta yhteensä			3 492,90 €

Yhden lohkon yhteenvedossa on laskettu työkustannukset ja alihankintakustannukset sekä prosenttiosuus suhteessa kokonaiskustannuksiin. Yhteenvedo on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17. Yhden lohkon kustannusten yhteenvedo.

	Kustannus € alv 0%	Kustannus / m <sup>2</sup>	% Osuus kokonaisuudesta
Panoslaji 1. Työkustannukset	986,99 €	5,34 €	22,0 %
Panoslaji 3. Alihankinta	3 492,90 €	18,88 €	78,0 %
<b>Yhteensä</b>	<b>4 479,89 €</b>	<b>24,22 €</b>	<b>100,0 %</b>

### 4.3 Tulosten yhteenveto

Tulosten yhteenvedossa vertailtiin työkustannuksia, sosiaalikuluja, kustannuksia sosiaalikuluihin, työkustannuksia neliometriä kohden, työkustannuksia sosiaalikuluihin neliometriä kohden ja työmenekkejä. Taulukossa 18. on esitetty työkustannusten vertailu.

Taulukko 18. Työkustannusten vertailu

Työkustannusten vertailu											
Kokonaisuus	Sm [m <sup>2</sup> ]	TTH	KTA	Työkustannukset	SOS-Kulut	Kustannus €	Työkust/ m <sup>2</sup>	Työkust/ m <sup>2</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth	m <sup>2</sup> /tv
Työkustannukset / vesikatto paikallarakennettu	910	461,2	16,28 €	7 505,35 €	5 328,80 €	12 834,14 €	8,25 €	14,10 €	0,51	1,97	15,79
Työkustannukset / vesikatto maassa lohkoirakennettu	910	325,3	16,28 €	5 294,65 €	3 759,20 €	9 053,85 €	5,82 €	9,95 €	0,36	2,80	22,38
Työkustannukset / lohko (maassa rakennettuna)	185	35,5	16,28 €	577,19 €	409,80 €	986,99 €	3,12 €	5,34 €	0,19	5,22	41,73

Taulukossa 19. Esitetään paikalla rakennetun vesikaton kustannusten yhteenveto ja maassa lohkoirakennetun yhteenveto. Molemmat esitetään samassa taulukossa vertailun helpottamiseksi.

Taulukko 19. Paikalla rakennetun ja maassa lohkoirakennetun vesikaton yhteenveto.

Vesikatto paikallarakennettu			
	Kustannus € alv 0%	Kustannus / m <sup>2</sup>	% Osuus
Panoslaji 1. Työkustannukset	12 834,14 €	14,10 €	27,0 %
Panoslaji 2. Materiaalit	11 649,38 €	12,80 €	22,8 %
Panoslaji 3. Alihankinta	25 399,40 €	27,91 €	50,2 %
<b>Yhteensä</b>	<b>49 882,92 €</b>	<b>54,82 €</b>	<b>100,0 %</b>
Vesikatto maassa lohkoirakennettu			
	Kustannus € alv 0%	Kustannus / m <sup>2</sup>	% Osuus
Panoslaji 1. Työkustannukset	9 053,85 €	9,95 €	23,8 %
Panoslaji 2. Materiaalit	11 751,38 €	12,91 €	30,9 %
Panoslaji 3. Alihankinta	17 172,60 €	18,87 €	45,2 %
<b>Yhteensä</b>	<b>37 977,83 €</b>	<b>41,73 €</b>	<b>100,0 %</b>

Tulosten yhteenvedossa on laskettu perinteisen vesikattotyön ja maassa lohkoirakennetun vesikaton suhdetta toisiinsa. Perinteisesti tehty vesikatto osoittautui työkus-

tannusten ja alihankinnan kalliinmaksi. Taas materiaalit olivat kalliimpia maassa lohkoina kasatun vesikaton osalta. Taulukossa 20. on esitetty prosenttiosuuksin kustannus erot.

Taulukko 20. Avaintulokset.

Paikallarakennettu vesikatto kokonaisuutena on	24 %	kustannuksiltaan kalliimpi kuin maassa lohkoina rakennettu
Paikalla rakennetun vesikaton työkustannusten osuus on	29 %	kustannuksiltaan suurempi kuin maassa lohkoina rakennettu
Paikallarakennetun vesikaton alihankinnan osuus on	32 %	kalliimpia kuin maassa lohkoina rakennettu
Maassarakennetun vesikaton materiaalit olivat	1 %	Kalliimpia kuin perinteisesti rakennettu

#### 4.4 Työturvallisuus

Työturvallisuus näkökulma on hankala mitata mittareilla tai esittää siitä tuloksia, joista ilmeni yksiselitteisesti toisen tuotantotavan paremmuus työturvallisuutta ajatellen. Haastatteluista kävi ilmi, että vastaavan mestarin ja työryhmän kokemukset osoittivat selvästi maassa lohkoina kasatun tuotantomuodon paremmuuden työturvallisuudessa. Työvaiheen työturvallisuusriskivertailu (TTRV) on tätä työtä varten työvaiheiden työturvallisuusriskien vertailun helpottamiseksi tehty työkalu. Maassarakennettu vesikatto sai 17 pistettä vähemmän, kuin perinteisesti rakennettu, joten pisteiden valossa myös maassa rakennettu vesikatto on työturvallisempi tuotantomuoto. Taulukossa 19. Työturvallisuus riskivertailu. Mainitsemisen arvoinen seikka on ihan maalaisjärjen käyttäminen työturvallisuutta ajateltaessa. On jopa ilmiselvää, että maasta käsin työskentely on turvallisempaa, kuin esimerkiksi 10 metrin korkeudessa, johon liittyy paljon muita riskejä mitä ei maasta käsin työskennellessä ole. Vaativat nostot, jotka tulevat ilmi myös seuraavassa kappaleessa on yksi suuri vaara tekijä, joka taas tulee maassa rakentaessa mukaan.

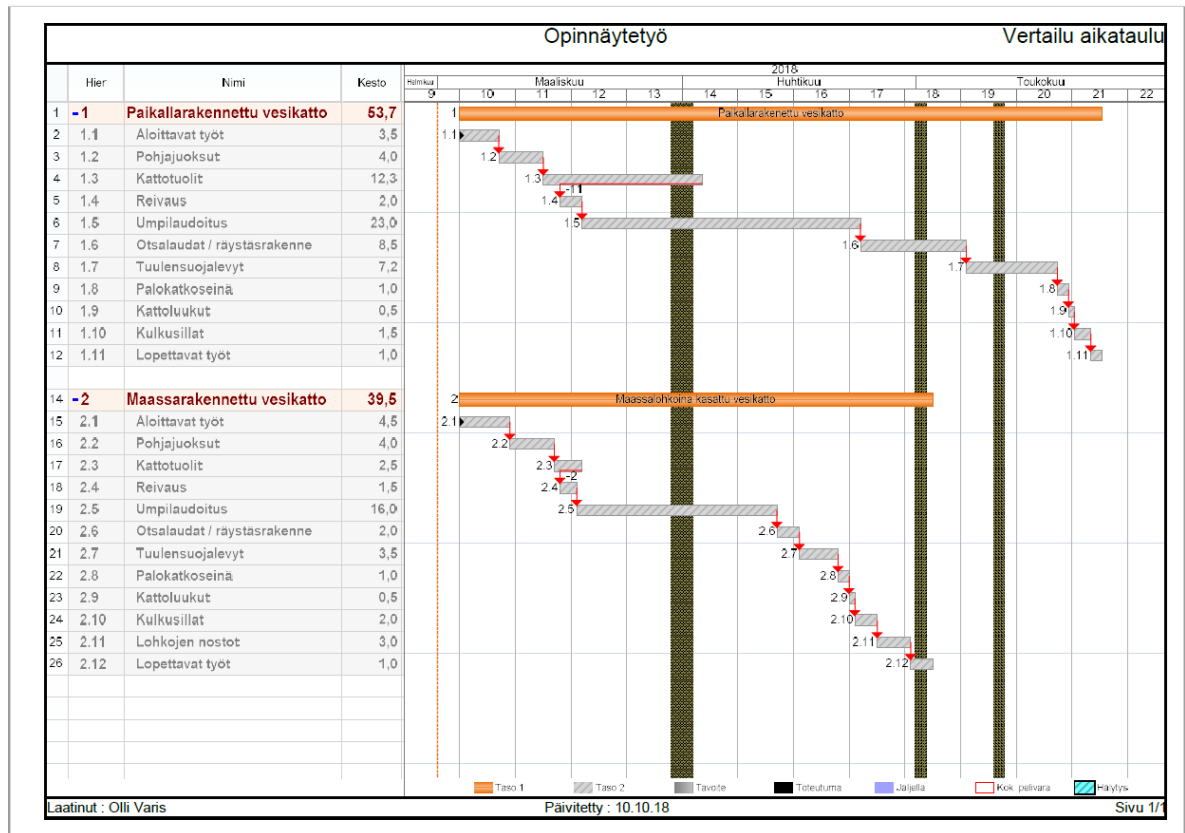
Taulukko 21. Työturvallisuus riskivertailu (TTRV)

Työvaiheen työturvallisuusriski vertailu (TTRV)					
Projekti	Työnumero		Päivämäärä		
Menninkäisen asumispalveluyksikkö	YA-033007655		2.4.2018		
Työvaihe, joka vertaillaan					
Vesikattotyö					
Tuotantomuodot					
Perinteisesti rakennettu vesikatto			Maassa lohkoina rakennettu		
Työvaiheet	Vaiheen vaarat	Pisteet	Työvaiheet	Vaiheen vaarat	Pisteet
Kattotuolin-nostot	11,14,21,6	12	Kattotuolin-nostot	15,12,13,8	4
Reivaus	1,4,9,11,13	9	Reivaus	1,12,13,15	4
Ponttilaidoitus	1,9,11,12,13,19,7	14	Ponttilaidoitus	1,7,12,13	5
Päätyräystäät	1,2,9,11,14,19	13	Päätyräystäät	1,7,12,13	5
Pohjahuopa	9,11,13,12,15,19	11	Pohjahuopa	12,13,15	3
<b>Yhteensä</b>		<b>59</b>	Kattolohkon nosto	6,7,9,11,12,13,14,19,21	21
			<b>Yhteensä</b>		<b>42</b>
<b>Vaarat</b>		<b>Riskipisteet</b>			
1. Melu		1			
2. Täriä		1			
3. Sähköisku		3			
4. Puutteellinen valaistus		2			
5. Lentävät hiukkaset, kipinät		2			
6. Puristuminen		3			
7. Viihto, Leikkaantuminen		2			
8. Isku		1			
9. Putoaminen		3			
11. Esineen putoaminen		3			
12. Kompastuminen		1			
13. Liukastuminen		1			
14. Vaara-alueella työskentely		3			
15. Käsintehtävät siirrot		1			
19. Toiset urakoitsijat /Yhteensovitus		2			
21. Liikkuvat ajoneuvot, nosturit		3			

#### 4.5 Aikataulu

Aikataulullisesti maassa rakennettu vesikatto on nopeampi toteutustapa. TCM aikataulu ohjelmalla tehty aikataulu vertailu osoittaa, että maassarakennettu valmistuu noin kolme viikkoa aikaisemmin. Aikataulu on laadittu T4 menekkejä käyttäen, joten se vastaa yleisaikataulun ominaisuuksia. Menekit on saatu tämän työn laskelmista, jotka ovat työn lopussa liitteinä. Suurimmat erot maassa rakennetun vesikaton eduksi tulevat umpilaudoituksessa, räystäsrakenteessa ja tuulensuojalevytyksessä. Perinteisen vesikattotyön eduksi täytyy mainita yksi työvaihe vähemmän, joka on lohkojen nostot, joita ei tarvitse tehdä tässä menetelmässä. Lohkojen nosto on vaativa työvaihe, johon liittyy paljon suunnittelua ja riskejä. Se ei kuitenkaan ole sinänsä kovinkaan paljon aikaa vievä työvaihe, mutta sitäkin vaativampi. Kuva 9. Aikataulujen vertailu.

Kuva 9. Perinteisen vesikattotyön ja maassa lohkoina kasatun vesikattotyön vertailu aikataulu.



#### 4.6 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus on melko saman sisältöistä molemmissa tuotantomuodoissa ja noudattaa samoja periaatteita. Aloituspalaverit, tehtäväsuunnitelmat ja työvaiheen riskikartoitukset tehdään kummastakin työvaiheesta. Tuloksia ajatellen eroavaisuuksia olivat laatuasiakirjojen sisällöt, jotka poikkesivat jonkin verran. Aloituspalaverin suurimmat erot olivat työsuunnittelussa ja nostojen suunnittelussa. Työryhmä oli sama molemmissa tapauksissa. Tehtäväsuunnittelussa suurin ero tuli kustannuksissa, joka käy ilmi tämän työn luvuissa 4.1 ja 4.2. Aikataulussa ja päivän työsaavutuksissa oli merkittäviä eroja, joka käy ilmi luvussa 4.5. Työturvallisuus erot käyvät ilmi tarkemmin luvussa 4.4. Laadunvarmistusmatriisi on saman sisältöinen molemmissa tapauksissa ja samat tarkkailtavat asiat sekä toimenpiteet täytyy tehdä kummassakin tuotantomuodossa.

Keskeneräinen työ on suojattava kummassakin tapauksessa. Mallityö asennus tehdään ennen varsinaisen työn aloittamista. Merkittävä ero tulee vesikaton valmistuksen suhteen, joka saavutetaan lohkoina rakentamalla noin kolme viikkoa aiemmin. Tämä takaa sen, että rakennus on säältä suojassa aiemmin, joten väliaikainen suojaaminen vähenee ja kosteuden pääseminen rakenteisiin vähenee vesikaton osalta. Esimerkiksi edelleen on suojattava ikkuna aukot, jotka nähdään liian usein olevan suojaamatta. Ikkuna-aukkojen ollessa suojaamatta kosteus pääsee todella helposti seinärakenteisiin.

## **5 Pohdinta**

### **5.1 Tulosten analysointi**

Tulosten analysointi on tärkeää jatkokehityksen kannalta. Hyvien tulosten perusteella voidaan tehdä päätöksiä ja ohjata päätöksen tekoa. Tulosten perusteella on ilmiselvää, että esivalmistaminen on kannattavaa monessakin suhteessa. Taloudellisilla, kuin myös työturvallisuus- sekä laadullisilla osa-alueilla saavutettiin hyviä tuloksia tämän työn perusteella. Saadut tulokset olivat myös odotettavissa olevia eli voidaan ajatella, että olemassa oleva tieto sai tutkimustuloksia tuekseen.

Työmenekit ovat mielestäni lähes korvaamattomia apuvälineitä, kun työn kestoa ja kustannuksia arvioidaan. Niiden avulla ja menekkejä soveltaen saa realistisen käsityksen tulevasta työvaiheesta sekä sen valmiista kokonaisuudesta.

Työturvallisuuden tulokset olivat odotettavissa, koska on melkein itsestään selvää, että maassa tapahtuva työskentely on turvallisempaa kuin 7 metrin korkeudessa tapahtuva. Työn tulokset työturvallisuuden suhteen puhuvat myös maalaisjärjellä ajatellun ajatuksen puolesta, että maasta käsin tapahtuva työskentely on turvallisempaa. Aikataulua ajatellen maassa rakennettu vesikatto valmistuu noin kolme viikkoa aiemmin. Nopeampi valmistuminen taas takaa sen, että päästään jatkamaan muita työvaiheita ja tuotanto etenee sujuvasti kohti valmistumista.



Nopeampi valmistuminen on mielestäni suurin laadullinen harppaus, mikä tuotantomuodon vaihdolla saavutetaan tässä tapauksessa. Rungon säältä suojaan saaminen on merkittävä asia, joka liittyy laadunhallintaan, kosteudenhallinnan muodossa. Työturvallisuudessa saavutetaan myös suuri turvallisuusharppaus maassa rakentaen.

Työn tavoitteet saavutettiin ja selville saatiin taloudellinen osio, josta selvisi, että kokonaisuutena maassa rakennettu vesikattotyö oli 24 % halvempi kuin perinteisellä menetelmällä rakennettu. Työturvallisuusriskikartoituksen perusteella maassa rakennettu kokonaisuus on turvallisempi. Haastattelujen perusteella myös maassa rakennettua kokonaisuutta arvostettiin työturvallisemmaksi. Taloudellisuus tuli esille myös haastatteluissa maassa rakennetun tuotantomuodon hyväksi. Aikataulun perusteella maassa rakennettu vesikattotyö on ehdottomasti kannattava tuotantomuoto, koska se säästää rakennusaikaa melkein kuukauden.

Työn tulosten absoluuttisen luotettavuuden ja vertailun tasavertaisuuden vuoksi olisi ollut suotavaa, että perinteisen vesikattotyön materiaalilähteenä olisi ollut toinen työmaa. Tällöin olisimme saaneet todellisia työn kestoja ja niistä laskettua toteutuneita työmenekkejä. Tulokset olisivat olleet autenttisia. Työmenekit ovat joissakin tapauksissa suuntaa antavia eivätkä ne huomioi työvaiheen sisältöä kokonaisuudessaan välttämättä kaikissa tapauksissa. Aikataulu perustuu tämän työn työmenekkeihin. Aikataulun osalta olisi myös perinteisen vesikattotyön materiaali voinut olla toinen työmaa. Aikataulua olisi voitu vertailla luotettavammin. Toisaalta kahdesta eri työmaasta tuleva materiaali tämän tyyppiseen opinnäytetyöhön ei välttämättä antaisi absoluuttisen oikeita tuloksia. Täytyy muistaa, että rakennusprojektit ovat aina oma kokonaisuutensa.

## **5.2 Oma kehittyminen**

Oman ammatillisen kehittymisen kannalta opinnäytetyö oli prosessina todella haastava ja mielenkiintoinen. Työn haastavuutta lisäsi samaan aikaan työskentely työn aiheen kohteena olevalla työmaalla. Päivät töissä ja illat opinnäytetyön parissa olivat

omiaan lisäämään työmoraalia ja tahdonvoimaa. Opinnäytetyöprojekti kasvatti päätäväisyyttä ja periksiantamattomuutta. Kokonaisuutena opinnäytetyö ja työelämäharjoittelu oli kaiken sen teoriatiedon lisäksi, mitä koulussa oli opittu kolmena vuonna, erityisen kehittävä kokonaisuus. Rakennustekniikan insinööriopinnot huipentuivat työelämäharjoitteluun ja opinnäytetyöhön. Tämä työ antoi myös uusia ajatuksia rakentamisessa tulevaisuuden suhteen ja loi avarakatseisuutta sekä kokonaan uusia ajatusmaailmoja rakennusalan suhteen.

### **5.3 Jatkokehitysajatukset**

Rakennusalan tuottavuuden nimissä ja tuottavuusloikan saavuttamiseksi koko rakennusklusterin on tehtävä kovasti töitä eikä saa tuudittautua johonkin mitä on saavutettu. Työn sarkaa riittää ja tekemistä on paljon ja jotenkin tuntuu, että nyt on vasta alkanut kunnolla työ rakennusosalalla tuottavuuden parantamiseksi. Olen melko varma, että olemme alussa tällä tuottavuusloikan saavuttamisen polulla. On mielenkiintoista nähdä, mikä on tilanne alallamme vaikka 25 vuoden päästä. Ne henkilöt, jotka näkevät tai aavistavat, mitä alalla tapahtuu 25 vuoden kuluttua ovat varmasti menestyjien joukossa. Aikomukseni on myös tehdä töitä sen eteen, että olen tuolloin rakennusosalalla menestynyt. Uusia materiaaleja tulee varmasti, säädökset ovat tiukentuneet, menetelmät muuttuneet, uusia mullistavia työkaluja varmasti nähdään tulevaisuudessa. Digitalisaatio on jo ovella ja se on kehittynyt roimasti jo nyt, mutta ennen kuin digistä saatavat hyödyt saadaan valjastettua, olisi keksittävä, kuinka käytännön työ saadaan tehokkaaksi ja työmaiden tuotanto sujuvaksi. Digitalisaatio on tehokkaan ja toimivan tuotannon kanssa hyvä yhdistelmä. Virtuaalinen rakentaminen ei yksin riitä taistelussa tuottavuuden parantamiseksi. Tässäkin työssä mainittu tehtaan sisällä rakentaminen, joka olisi yhdistetty digitalisaatioon voi olla, yksi tulevaisuuden ratkaisu ja muoto, joka voisi yleistyä rakentamisessa. Autotehtaiden ja teollisuuden tuotantolaitoksien tuotantotehokkuus olisi varmasti tavoittelemisen arvoinen, mutta ei todellakaan yksikertainen asia. Rakennusalan kasvojen kohotus olisi melkoinen, jos pääsisimme edes puoleen työmaan järjestelmällisyydessä ja tehokkuudessa sekä suunnitellun tuotannon toteutuksessa. Onhan tietomallinnus tullut lentokoneteollisuudesta alallemme, joten miksi yhtä hyvin emme voisi rakentaa

tehtaassa loppuunsa hiotulla ja aikataulutarkalla ja tehokkaalla tuotannolla suuriakin rakennelmia pienemmissä palasissa. Emme koskaan pääse eroon kokonaan suurten työmaiden osalta työmaarakentamisesta ja ei se ole tarpeellistakaan. Aina jollain tavalla joudumme työskentelemään työmaalla, mutta sekin voi olla tehokasta, tarkkaa, tuottavaa, turvallista ja laadukasta. Onhan se tänäkin päivänä, mutta varmasti pystymme paljon parempaan. Teollisuuden menetelmien ja käytäntöjen kopiointi olisi teollisuuden laitoksissa vieraillemalla ja sieltä poimimalla uusia ideoita miettimisen arvoinen asia. Vierailut onnistuisivat varmasti, joten suurin ongelma olisi opittujen asioiden soveltaminen käytännössä. Meillä on Suomessa teollisuuden yrityksiä, jotka ovat maailmallakin menestyneitä. Aika näyttää, mitä tulevaisuus ja uudet sukupolvet tuovat mukanaan rakentamiseen.

## Lähteet

Heikkilä, S 2000.

Rakennustyön materiaalisat ja hukat 1191S. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Keränen, J. 2015. Asuinkerrostalon korottamisen suunnittelun ja tuotannon ohjaus. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.

<https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/23380/ker%C3%A4nen.pdf?sequence=1>. 10.9.2018

Koski, H., Koskenvesa, A., Mäki & T, Kivimäki, C. 2010.

Rakentamisen tuotantotekniikka (Ratu- KI-6020) Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kattoliitto ry. 2013. Toimivat katot 2013. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy.

[http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat\\_Katot\\_2013\\_reduced\\_size\\_.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf)  
10.8.2018

Reijo Ratauoman säätiö 2018. Logistiikan maailma

Kaluston mitat ja painot maantiekuljetuksissa.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/mitat-ja-painot/>

Lohilahti, O. 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Rakennuslehti.

<https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>. 1.9.2018

Olenius, A. 2003. Ratu 1206-S Vesikatot, kermikatteet

tehtäväsuunnittelu – alirakka, työkauppa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012. Ratu 7031

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.

RTK-Fakta Oy, STUL Rakennus info 2000.

Ratu TT 7.5 Työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet, tarkastukset

Wind, N., Kivimäki, C., Koistinen, L., Lahtinen & M, Koskenvesa, A. 2014.

Ratu 6026 Rakennustöidenmenekit 2014. Tampere: Tammerprint Oy.

Liite 1 (7)

Opiinäkelyt Oll Varis 1601113  
Palkkieräennettu vesikatto+iv-konehuone. Kustannuslaskelma  
THT Teo Oy /Menninkäentie 1 00720 Lehto

Lähtötiedot		
Suoritusmäärä	910	m <sup>2</sup>
Työryhmä	1+1	Ram
RAM1	16,00 €	€/h
RAM2	16,50 €	€/h
RTA	16,20 €	€/tth
SOO-vuor. h	71 %	

Vesikattotyön kustannusten laskenta palkkieräennetystä

Painaja 1 Työkustannukset

- Pohjatyöt
- Kattoluotit
- Reivus
- Umpilaudotus
- Ostaukset
- Tuennusajoneuvot
- Palkkieräennitys
- Luuht
- Ulkotien kulkulajat

Painaja 2 Materiaalit

- Kattoluotit
- Reivus
- Kattopölyt
- Tuennusajoneuvot
- Ulkotien kulkulajat

Painaja 3 Aikainkanta

- Kattopölyt (huopa)
- Nostot

Painaja 4 Työkustannukset

Aloittevat työt	
Tavarain vastasto ja varastoitn m <sup>2</sup>	0,01
Mittaus	0,02
Yhteensä	0,03
Sm	910
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>27,3</b>

Kustannukset / työväike						
tth	mta	Työkustannukset	Soo-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Soo-kulut
27,3	16,20 €	444,31 €	315,46 €	759,77 €	0,49 €	0,83 €

1. Pohjatyöt										
Lähtötiedot										
Kattopölyt [m <sup>2</sup> ]	910									
Asemus tth/m <sup>2</sup>	0,03									
T3 = Perustyömenekki [tth/m <sup>2</sup> ]	Smk	TL3	Tehi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>						
0,03	0,9	1,1	1,2	0,036						
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>3m*T4 menekki [tth/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>	<b>mta</b>	<b>Työkustannukset</b>	<b>Soo-kulut</b>	<b>Kustannus [€]</b>	<b>Työkust / m<sup>2</sup></b>	<b>Työkust / m<sup>2</sup> + Soo-kulut</b>
	910	0,036	32,4	32,4	16,20 €	517,84 €	374,76 €	892,60 €	0,38 €	0,59 €

2. Kattoluotit										
Lähtötiedot										
Kattoluotit [kpl]	Korkeus [m]	Pituus [m]								
65	2	15								
Nostot [tth/m <sup>2</sup> ]	0,2									
Asemus [tth/m <sup>2</sup> ]	0,3									
T3 = Perustyömenekki [tth/kpl]	Smk	TL3	Tehi olosuhteet	tth/kpl						
0,5	0,9	1,2	1,2	0,648						
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>Sm*T4 menekki [tth/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>	<b>mta</b>	<b>Työkustannukset</b>	<b>Soo-kulut</b>	<b>Kustannus [€]</b>	<b>Työkust / kpl</b>	<b>Työkust / kpl + Soo-kulut</b>
	910	0,648	42,1	42,1	16,20 €	685,50 €	486,71 €	1 172,21 €	10,55 €	18,09 €

3. Reivus										
Lähtötiedot										
Kattopölyt [m <sup>2</sup> ]	910									
Reivus [tth/m <sup>2</sup> ]	0,015									
T3 = Perustyömenekki [tth/m <sup>2</sup> ]	Smk	TL3	Tehi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>						
0,015	1	1,05	1,15	0,018						
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>Sm*T4 menekki [tth/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>	<b>mta</b>	<b>Työkustannukset</b>	<b>Soo-kulut</b>	<b>Kustannus [€]</b>	<b>Työkust / m<sup>2</sup></b>	<b>Työkust / m<sup>2</sup> + Soo-kulut</b>
	910	0,018	16,5	16,5	16,20 €	268,25 €	190,46 €	458,71 €	0,29 €	0,50 €

Ratu-ikkunakirj vesikatto			
<b>Palkat rakennettu vesikatto</b>		<b>Puoliset kattoristikot</b>	
-kattopölyt	0,14 tth/m <sup>2</sup>	-Alu- ja ylläpidot	0,08 tth/m
-orirakenna	0,11 tth/m	-pienois- ja kiinnitys	0,00 tth/kpl
-työskäntä	0,40 tth/m	-asennus ja kiinnitys	0,18 tth/kpl
<b>Palkon-neonit, vesikatto</b>		-kattoristikot asennus ja kiinnitys	0,00 tth/kpl
-kattopölyt	0,54 tth/m <sup>2</sup>	-elementin pituus < 7 000 mm	0,30 tth/kpl
-työskäntä	0,50 tth/m	-elementin pituus 9 000 mm	0,40 tth/kpl
		-elementin pituus > 12 000 mm	0,50 tth/kpl
<b>Kattoluotit</b>		<b>Ulkopuolinen levyitys</b>	
-orirakenna	0,18 tth/m <sup>2</sup>	-kukusenentlevy, alkuperä	0,14 tth/m <sup>2</sup>
-harjoitus	0,10 tth/m <sup>2</sup>	-rakennuslevyalaista	0,06 tth/m <sup>2</sup>
-oritus	0,12 tth/m <sup>2</sup>	-tuennusajoneuvot	0,07 tth/m <sup>2</sup>
<b>Lupatut työt</b>			
-senä	0,01 tth/m <sup>2</sup>		
-ala-, väli- ja ylläpidot	0,01 tth/m <sup>2</sup>		
-vesikattorakenteet	0,01 tth/m <sup>2</sup>		
<b>Puunurkkotyön suoritusmäärä</b>	50 100 200 400 800		
kerroin	1,10 1,05 1,00 0,95 0,90		
<b>Talviolosuhteet</b>			
lämpötila, °C	0...-2,5	...-7,5	...-12,5
kerroin	1,00	1,05	1,06 1,15
<b>Ostapölyinen levyitys</b>			
-Säiliöt			
-kipsilevy	0,12 tth/m <sup>2</sup>		
<b>Uudiskohteen työmenekki T3</b>			
<b>Aloittevat työt</b>			
Tavarain vastasto ja varastoitn			
-senä, ulkoavaruus	0,01 tth/vee-n <sup>2</sup>		
-ala-, väli- ja ylläpidot	0,01 tth/m <sup>2</sup>		
-vesikattorakenteet	0,01 tth/m <sup>2</sup>		
Mittaus	0,08 tth/m		
Sivut			
-noottari valmistelu	16,00 tth/karto		
-noottari, scoto 1... 4 km	0,20 tth/vee-nto		
-kattori, matka < 50 m	0,25 tth/vee-nto		
-käsikirjat, matka 20... 50 m	0,08 tth/vee-nto		
Materiaalilaskenta			
-senä ja ulkoavaruus	0,05 tth/vee-n <sup>2</sup>		
-ala-, väli- ja ylläpidot	0,03 tth/pohja-m <sup>2</sup>		
-vesikattorakenteet	0,06 tth/katto-m <sup>2</sup>		
<b>Palkalla rakennettu vesikatto (1 RAM + 1 RIM)</b>			
-kattopölyt ja umpilaudotus	40 m <sup>2</sup> /h		
<b>Kattoristikot (2 RAM + 1 RIM)</b>			
-alkitavat työt ja mittaukset	43 kpl/tv		
-elementin (> 12 m) asennus ja kiinnitys			

Ratu-tuennuslevy vesikatto			
<b>Työmenekki</b>			
<b>Työnäsa</b>		<b>Työmenekki</b>	
Sivut			
-noottari	0,20 tth/sivuto		
-kattori	0,25 tth/sivuto		
-käsikirjat (20-60 m)	0,08 tth/sivuto		
-yhteensä	0,06 tth/katto-m <sup>2</sup>		
<b>Vesikattorakenna</b>			
-kattopölyt	0,14 tth/katto-m <sup>2</sup>		
-kattopölyt	0,05 tth/kpl		
-orirakenna	0,11 tth/katto-m <sup>2</sup>		
-työskäntä	0,40 tth/katto-m <sup>2</sup>		
<b>Kalustealatyypit</b>			
-umpilaudotus	0,18 tth/katto-m <sup>2</sup>		
-harjoitus	0,10 tth/katto-m <sup>2</sup>		
-oritus	0,12 tth/katto-m <sup>2</sup>		
<b>Suoritusmäärän vaikutus vesikaton puunurkkotyön työmenekkiin</b>			
Rakennuksen pohja-m <sup>2</sup>	alle 50	100	200
Kerroin	1,1	1,05	1,00
		0,95	0,9
<b>Talviolosuhteet ja lisäprosentit</b>			
Lämpötila, °C	0...-2	...-7,5	...-12,5
Työajan lisäys, %	3	6	8
		15	15
<b>Materiaalimenekki</b>			
<b>Teoreettinen menekki, m<sup>2</sup>/katto-m<sup>2</sup></b>	ML2 + ML3	ML4	Yhteensä
-orirakenna	2... 3	5... 10 %	0... 6 %
-kattopölyt	1... 1,4	6... 10 %	0... 6 %
-kattorakenna	4... 6,3	6... 7 %	0... 3 %

Kokonaissika eli työvaiheika esäadan kertomalla työvaiheella TL3-ikkunakattorilla Puunurkkorakentamisen TL3-ikkunakattorin on uoderakennusvää 1,10, 1,20 ja korjauksivää 1,10, 1,30.

4. Umpilaudoitus						
Lähtötiedot						
Kattoneiöt [ m <sup>2</sup> ]		910				
Laudoitus [ tth/m <sup>2</sup> ]						
0,18		T4				
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>	
0,18		0,9	1,03	1,2	0,204	
Työunnit T4 menekki						
Sm*T4 menekki [ tth /m2 ]		Sm	T4	tth		
		910	0,204	185,7		
Kustannukset / työvaihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
185,7	16,28 €	3 023,07 €	2 146,38 €	5 169,45 €	3,32 €	5,68 €

5. Oitauskat / Räystösrakenne						
Lähtötiedot						
Räystösmetri [ /m ]		208				
Räystös [ tth/ /m ]						
0,25		T4				
T3 = Perustyömenekki [ tth/ /m ]		Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/ /m	
0,25		0,9	1,2	1,2	0,324	
Työunnit T4 menekki						
Sm*T4 menekki [ tth /m2 ]		Sm	T4	tth		
		208	0,324	67,4		
Kustannukset / työvaihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / /m	Työkust / /m + Sos-kulut
67,4	16,28 €	1 096,80 €	778,73 €	1 875,54 €	5,27 €	9,02 €

6. Tuulensuojalevyt						
Lähtötiedot						
Tuulensuojalevyt [ m <sup>2</sup> ]		222				
Levytyt [ tth/m <sup>2</sup> ]						
0,17		T4				
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>	
0,17		1,05	1,2	1,2	0,257	
Työunnit T4 menekki						
Sm*T4 menekki [ tth /m2 ]		Sm	T4	tth		
		222	0,257	57,1		
Kustannukset / työvaihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
57,1	16,28 €	928,70 €	659,38 €	1 588,07 €	4,18 €	7,15 €

7. Palkatöskelinä						
Lähtötiedot						
Palkatöskelinä [ m <sup>2</sup> ]		36				
Levytyt [ tth/m <sup>2</sup> ]						
0,15		T4				
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>	
0,15		1,2	1,03	1,13	0,213	
Työunnit T4 menekki						
Sm*T4 menekki [ tth /m2 ]		Sm	T4	tth		
		36	0,213	7,7		
Kustannukset / työvaihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
7,7	16,28 €	124,92 €	88,89 €	213,81 €	3,47 €	5,93 €

8. Luukut						
Lähtötiedot						
Kattohuukut [ /kpl ]		3				
Luukun valmistus [ tth/kpl ]						
0,55		T4				
T3 = Perustyömenekki [ tth /kpl ]		Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/kpl	
0,55		1,15	1,03	1,15	0,749	
Työunnit T4 menekki						
Sm*T4 menekki [ tth /kpl ]		Sm	T4	tth		
		3	0,749	2,2		
Kustannukset / työvaihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / kpl	Työkust / kpl + Sos-kulut
2,2	16,28 €	36,58 €	25,97 €	62,55 €	12,15 €	20,85 €

9. Ulakon kulkuzillat						
Lähtötiedot						
Kulkuzillat [ /m ]		80				
Kulkuzilla [ tth /m ]						
0,15		T4				
T3 = Perustyömenekki [ tth /m ]		Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth /m	
0,15		1	1,03	1,1	0,170	
Työunnit T4 menekki						
Sm*T4 menekki [ tth /m ]		Sm	T4	tth		
		80	0,170	13,6		
Kustannukset / työvaihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / /m	Työkust / /m + Sos-kulut
13,6	16,28 €	221,27 €	157,11 €	378,38 €	2,77 €	4,73 €

Lopettavat työt	
Lopettavat työt tth/m <sup>2</sup>	0,01
SM	910
Työunnit T4 menekki	9,1

Kustannukset / työvaihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
9,1	16,28 €	148,10 €	105,15 €	253,26 €	0,16 €	0,28 €

Työkustannusten yhteenveto. Vesikatko ilman li-konehuonetta.						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
461,2	16,28 €	7 505,35 €	5 228,80 €	12 834,14 €	6,25 €	14,10 €
					tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth
					0,51	1,97
						m <sup>2</sup> /kv
						15,78

Ivkonehuoneen osuus		
Lähtötiedot		
Suoritemäärä	91	m <sup>3</sup>
Työryhmä	141	Ram
RAM1	16,05 €	€/h
RAM2	16,50 €	€/h
KTA	16,28 €	€/tth
Sos-kuluk %	71 %	
Aloittevat työt		
Tavarain vastaanotto ja varastointi tth/m <sup>3</sup>	0,01	
Mittaus	0,08	
Yhteensä	0,09	
SM	91	
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>8,19</b>	

Kustannukset / työväihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>3</sup>	Työkust / m <sup>3</sup> + Sos-kulut
8,2	16,28 €	133,29 €	94,64 €	227,93 €	1,46 €	2,50 €

1. Pohjajookut					
Lähtötiedot					
Pohjajookut [ m <sup>2</sup> ]		91			
Asennus [ tth/m <sup>2</sup> ]	0,03	T4			
T3 = Perustyömenekki [ tth / m <sup>2</sup> ]	Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>	
0,03	1,1	1,05	1,2	0,042	
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>Sm**T4 menekki [ tth / m<sup>2</sup> ]</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>	
	91		0,042	3,8	

Kustannukset / työväihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
3,8	16,28 €	61,58 €	43,72 €	105,30 €	0,68 €	1,16 €

2. Kattotuolit				
Lähtötiedot				
Kattotuolit [ Kpl ]	Korkeus [ m ]	Pituus [ m ]		
26	2	15		
Vaivastus [ tth/Kpl ]	0,3	T4		
Asennus [ tth/Kpl ]	0,18	T4		
T3 = Perustyömenekki [ tth / Kpl ]	Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	
0,48	1,1	1,1	1,2	
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>SMK**T4 menekki tth/Kpl</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>
	26		0,697	18,1

Kustannukset / työväihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / Kpl	Työkust / Kpl + Sos-kulut
18,1	16,28 €	294,92 €	209,39 €	504,31 €	11,94 €	19,40 €

3. Reivus				
Lähtötiedot				
Kattoneiöt [ m <sup>2</sup> ]		91		
Reivus [ tth/m <sup>2</sup> ]	0,015	T4		
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]	Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>
0,015	1,1	1,1	1,15	0,021
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>Sm**T4 menekki [ tth / m<sup>2</sup> ]</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>
	91		0,021	1,9

Kustannukset / työväihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
1,9	16,28 €	30,91 €	21,95 €	52,86 €	0,34 €	0,58 €

4. Umpilaudoitus				
Lähtötiedot				
Kattoneiöt [ m <sup>2</sup> ]		91		
Laudoitus [ tth/m <sup>2</sup> ]	0,18	T4		
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]	Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>
0,18	1,1	1,05	1,2	0,238
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>SMK**T4 menekki tth/m<sup>2</sup></b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>
	91		0,238	21,6

Kustannukset / työväihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
21,6	16,28 €	351,89 €	249,84 €	601,73 €	3,87 €	6,61 €

5. Tuulensuojalevyt				
Lähtötiedot				
Tuulensuojalevy [ m <sup>2</sup> ]		26		
Levytyt [ tth/m <sup>2</sup> ]	0,15	T4		
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]	Smk	TL3	Tahvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>
0,15	1,1	1,1	1,2	0,218
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>SMK**T4 menekki tth/m<sup>2</sup></b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>
	26		0,218	5,7

Kustannukset / työväihe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
5,7	16,28 €	92,16 €	65,44 €	157,60 €	3,54 €	6,08 €

Lopettavat työt	
Lopettavat työt ( tth/m <sup>3</sup> )	0,01
SM	91

Kustannukset / työväike						
tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>3</sup>	Työkust / m <sup>3</sup> + Sos-kulut

Työtunnit T4 menekki	0,91
----------------------	------

0,9	16,28 €	14,81 €	10,52 €	25,33 €	0,16 €	0,28 €
-----	---------	---------	---------	---------	--------	--------

### Panosaji 1. Työkustannukset

	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>3</sup>	Työkust / m <sup>3</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /tth	m <sup>3</sup> /tv
Iv-konehuoneen osuus	60,2	16,28 €	979,57 €	695,49 €	1 675,06 €	10,76 €	18,41 €	0,66	1,51	12,1
Vesikaton osuus	461,2	16,28 €	7 505,35 €	5 328,80 €	12 834,14 €	8,25 €	14,10 €	0,51	1,97	15,8
<b>Yhteensä</b>	<b>521,3</b>		<b>8 484,91 €</b>	<b>6 024,29 €</b>	<b>14 509,20 €</b>	<b>8,48 €</b>	<b>14,49 €</b>	<b>0,52</b>	<b>1,92</b>	<b>15,4</b>

### Panosaji 2. Materiaalit

Materiaali	Hinta / yksikkö	Yksikkö	Sm	Menekki / yks	Hukka %	Kustannus [€]
Kattotuolit	100,00 €	Kpl	65	1	1	6 500,00 €
Reakaponttilaite 22*100	0,36 €	Jm	1001	11	10 %	4 360,36 €
Reivilaite 22*100	0,36 €	Jm	300	1	10 %	118,80 €
Tuulensuojalevy	3,10 €	m <sup>2</sup>	248	1	15 %	884,12 €
Koolaus 50*100	0,69 €	Jm	210	1	10 %	159,39 €
Tuulensuojaimet	3,00 €	Kpl	65	1	1	195,00 €
<b>Panosaji 2. Materiaalit yhteensä</b>						<b>12 217,67 €</b>

### Panosaji 3. Alihankinta

1. Kattopinnoite (huopa)  
2. Nozot

1. Kattopinnoite hitsattuhoopa

Materiaali	Kustannus / yks	Määrä (m <sup>2</sup> )	Kustannus [€]
Pohjahuopa	6,15 €	1001	6 156,15 €
Pinthuopa	9,15 €	1001	9 159,15 €

2. Autonosturi

Autonosturi	Kustannus / yks	Määrä (h, kpl)	Kustannus [€]
110 T	120,00 €	42,1	3 054,40 €
Kuorma-autonosturi	70,00 €	60,06	4 204,20 €
Henkilönostot	1 000,00 €	2,0	2 000,00 €
Porrastorni	350,00 €	1	350,00 €

**Panosaji 3. Alihankinta yhteensä** 26 923,90 €

### Paikallarakennettu vesikattotöy yhteenveto

	Kustannus € siv 0%	Kustannus / m <sup>3</sup>	% Osuus kokonaisudesta
Panosaji 1. Työkustannukset	14 509,20 €	14,49 €	27,0 %
Panosaji 2. Materiaalit	12 217,67 €	12,21 €	22,8 %
Panosaji 3. Alihankinta	26 923,90 €	26,90 €	50,2 %
<b>Yhteensä</b>	<b>53 650,77 €</b>	<b>53,60 €</b>	<b>100,0 %</b>



Liite 2 (7)

Opinviretyö Oii Vnto 1601118  
Paikallisenlettu vesikatto. Kustannuslaskelma  
YIT Taio Oy / Merimäentie 1 80710 Lehto

**Lähtötiedot**

Suoritemäärä	910	m <sup>2</sup>
Työryhmä	1+1	Ram
RAM1	16,03 €	€/h
RAM2	16,50 €	€/h
ITA	16,28 €	€/th
SOE-kulut %	71 %	

**Vesikatotyön kustannusten laskenta paikallisenlettu**

**Panoaj 1. Työkustannukset**

1. Pohjajulkout
2. kattotuolit
3. Reivaus
4. Umpilaudoitus
5. Otaisuudet
6. Tuulensuojalevyt
7. Paikotussivä
8. Luikut
9. Ulakon kulutit

**Panoaj 2. Materisit**

1. kattotuolit
2. Reivaus
3. Reiasponti
4. Tuulensuojalevy
5. Tuulensuojaimet
6. Ulakon kulutit

**Panoaj 3. Aihankinta**

1. Kattopinnoite (huopa)
2. Nostot

**Panoaj 1. Työkustannukset**

<b>Aloitavat työt</b>	
Tavarin vastaanotto ja varastointi tth/m <sup>2</sup>	0,01
Mittaus	0,03
Yhteensä	0,02
Sm	910
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>27,3</b>

Kustannukset / työvähe		Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
tth	kta					
27,3	16,28 €	444,31 €		315,46 €	0,49 €	0,83 €

Kokonaisaika eli työväheä saadaan kertomalla työvuorokaika TL3-lisäaikakerroimella. Puurunkorakentamisen TL3-lisäaikakerroin on uudisrakennustöissä 1,10...1,20 ja korjaustöissä 1,10...1,30.

<b>1. Pohjajulkout</b>				
<b>Lähtötiedot</b>				
Kattoneit [m <sup>2</sup> ]	910			
Asennus tth/m <sup>2</sup>	0,03			
T3 = Perustyömenekki [tth/m <sup>2</sup> ]	Sm	TL3	Talvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>
0,03	0,9	1,1	1,2	0,036
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>Sm*T4 meneksi [tth/m2]</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>
	910		0,036	32,4

Kustannukset / työvähe		Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
tth	kta					
32,4	16,28 €	527,84 €		374,76 €	0,58 €	0,99 €

<b>2. kattotuolit</b>				
<b>Lähtötiedot</b>				
Kattotuolit [kpl]	Korkeus [m]	Pituus [m]		
63	2	13		
Nostot [tth/m <sup>2</sup> ]	0,2			
Asennus [tth/m <sup>2</sup> ]	0,3			
T3 = Perustyömenekki [tth/kpl]	Sm	TL3	Talvi olosuhteet	tth/kpl
0,5	0,9	1,2	1,2	0,648
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>Sm*T4 meneksi [tth/kpl]</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>
	63		0,648	42,1

Ratu-asentuskuurija vesikatto			
<b>Paikalla rakennettu vesikatto</b>		<b>Puoliset kattorakenteet</b>	
- kattorak	0,14 tth/kato m <sup>2</sup>	Aly- ja yösisäpuulit	
- asennus	0,11 tth/m	- asennus ja kinnitys	0,08 tth/m
- lylykorakite	0,40 tth/m	- asennus ja kinnitys	0,30 tth/kpl
<b>Paikalle-montetut vesikatto</b>		Kattorakenteen asennus ja kinnitys	0,18 tth/kpl
- kattorak	0,54 tth/kato m <sup>2</sup>	- elementin pituus < 7 000 mm	0,30 tth/kpl
- lylykorakite	0,50 tth/m	- elementin pituus 3 500 mm	0,40 tth/kpl
		- elementin pituus > 12 000 mm	0,50 tth/kpl
<b>Kattolusta</b>		<b>Puoliset kattorakenteet</b>	
- umpilaudoitus	0,18 tth/kato m <sup>2</sup>	Aly- ja yösisäpuulit	
- koritus	0,12 tth/kato m <sup>2</sup>	- asennus ja kinnitys	0,08 tth/m
		- asennus ja kinnitys	0,30 tth/kpl
		- sidospuiden jatkokohden vahvistaminen	0,18 tth/kpl
<b>Lopettavat työt</b>		Kattorakenteen asennus ja kinnitys	0,30 tth/kpl
- sivä	0,01 tth/sivä m <sup>2</sup>	- elementin pituus < 7 000 mm	0,40 tth/kpl
- sis- vä- ja ylytyt	0,01 tth/sivä m <sup>2</sup>	- elementin pituus 3 500 mm	0,40 tth/kpl
- vaikkorakenteet	0,01 tth/kato m <sup>2</sup>	- elementin pituus > 12 000 mm	0,50 tth/kpl
<b>Puurunkotyön suoritemäärä</b>		<b>Paikalla rakennettu vesikatto (1 RAM + 1 RM)</b>	40 m <sup>2</sup> /hv
m <sup>2</sup>	60 100 200 400 800	Kattorakenteet (2 RAM + 1 RM)	40 kpl/hv
kerroin	1,10 1,05 1,00 0,95 0,90	- aloittavat työt ja materiaalit	
		- elementin (> 12 m) asennus ja kinnitys	
<b>Talviolosuhteet</b>		<b>Ulkoopuolinen levytyys</b>	
lämpötila, °C	0...-2,5 ...-7,5 ...-12,5 alle -12,5	- kuitusementtivyty, aaloprofiili	0,14 tth/m <sup>2</sup>
kerroin	1,00 1,05 1,08 1,15	- rakennuslevyalusta	0,06 tth/m <sup>2</sup>
		- tuulensuojalevy	0,07 tth/m <sup>2</sup>

Ratu tehtäväsunnittelu vesikatto	
<b>Työmenekki</b>	<b>Työmenekki</b>
<b>Työnosa</b>	
- nosturi	0,20 tth/siirto
- trekkori	0,25 tth/siirto
- käsiniirto (20-60 m)	0,08 tth/siirto
- yhteensä	0,05 tth/katto-m <sup>2</sup>
<b>Vesikattorakenne</b>	
- kattopalkit	0,14 tth/katto-m <sup>2</sup>
- kattopalkit	0,55 tth/kpl
- orsirakenne	0,11 tth/katto-m <sup>2</sup>
- räystäs rakenne	0,40 tth/katto-m <sup>2</sup>
<b>Katelaistatyytit</b>	
- umpilaudoitus	0,18 tth/katto-m <sup>2</sup>
- harvialaudoitus	0,10 tth/katto-m <sup>2</sup>
- orsitus	0,12 tth/katto-m <sup>2</sup>
<b>Suoritemäärän vaikutus vesikatteen puurunkotyön työmenekkiin</b>	
Rakennuksen pohja-m <sup>2</sup>	alle 50 100 200 400 800
Kerroin	1,1 1,06 1,00 0,95 0,9
<b>Talviuhaitta ja lisäprosentit</b>	
Lämpötila, °C	0...-2 -2,5...-7,5 -7,5...-12,5 alle -12,5
Työajan lisäys, %	3 5 8 15
<b>Materiaalimenekki</b>	
Teoreettinen menekki, m <sup>2</sup> /katto-m <sup>2</sup>	ML2 + ML3 ML4 Yhteensä
- orsirakenne	2...3 5...10 % 0...5 % 5...15 %
- kattopalkit	1,1...1,4 5...10 % 0...5 % 5...15 %
- katelausta	4,2...8,3 5...7 % 0...3 % 5...10 %

Kustannukset / työvähe		Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / kpl	Työkust / kpl + Sos-kulut
tth	kta					
42,1	16,28 €	683,50 €		486,71 €	10,53 €	18,08 €

3. Reivus													
Lähtökädet													
Kattoneiöt [ m <sup>2</sup> ]													
910													
Reivus [ tth/m <sup>2</sup> ]													
0,015													
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Smk TL3 Tahvi olosuhteet tth/m <sup>2</sup>													
0,015 1 1,03 1,15 0,018													
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>2</sup> T4 menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Sm T4 tth													
910 0,018 16,5													
Kustannukset / työväike													
tth		kta		Työkustannukset		Sos-kulut		Kustannus [ € ]		Työkust / m <sup>2</sup>		Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
16,5		16,28 €		268,25 €		190,46 €		458,71 €		0,29 €		0,90 €	

4. Umpilaudotus													
Lähtökädet													
Kattoneiöt [ m <sup>2</sup> ]													
910													
Laudotus [ tth/m <sup>2</sup> ]													
0,18													
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Smk TL3 Tahvi olosuhteet tth/m <sup>2</sup>													
0,18 0,9 1,03 1,2 0,204													
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>2</sup> T4 menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Sm T4 tth													
910 0,204 185,7													
Kustannukset / työväike													
tth		kta		Työkustannukset		Sos-kulut		Kustannus [ € ]		Työkust / m <sup>2</sup>		Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
185,7		16,28 €		3 023,07 €		2 146,38 €		5 169,45 €		3,32 €		5,68 €	
23,21865													

5. Otaisuudet / Räystösrakenne													
Lähtökädet													
Räystösmetri [ jm ]													
208													
Räystös [ tth/jm ]													
0,25													
T3 = Perustyömenekki [ tth/jm ]													
Smk TL3 Tahvi olosuhteet tth/jm													
0,25 0,9 1,2 1,2 0,324													
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>2</sup> T4 menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Sm T4 tth													
208 0,324 67,4													
Kustannukset / työväike													
tth		kta		Työkustannukset		Sos-kulut		Kustannus [ € ]		Työkust / jm		Työkust / jm + Sos-kulut	
67,4		16,28 €		1 096,80 €		778,73 €		1 875,54 €		5,27 €		9,02 €	
8,42													

6. Tuulensuojalevyt													
Lähtökädet													
Tuulensuojalevy [ m <sup>2</sup> ]													
222													
Levyys [ tth/m <sup>2</sup> ]													
0,17													
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Smk TL3 Tahvi olosuhteet tth/m <sup>2</sup>													
0,17 1,03 1,2 1,2 0,257													
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>2</sup> T4 menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Sm T4 tth													
222 0,257 57,1													
Kustannukset / työväike													
tth		kta		Työkustannukset		Sos-kulut		Kustannus [ € ]		Työkust / m <sup>2</sup>		Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
57,1		16,28 €		928,70 €		659,38 €		1 588,07 €		4,18 €		7,15 €	
7,13													

7. Paikattokoseinät													
Lähtökädet													
Paikattokoseinät [ m <sup>2</sup> ]													
36													
Levyys [ tth/m <sup>2</sup> ]													
0,15													
T3 = Perustyömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Smk TL3 Tahvi olosuhteet tth/m <sup>2</sup>													
0,15 1,2 1,03 1,15 0,213													
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>2</sup> T4 menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]													
Sm T4 tth													
36 0,213 7,7													
Kustannukset / työväike													
tth		kta		Työkustannukset		Sos-kulut		Kustannus [ € ]		Työkust / m <sup>2</sup>		Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
7,7		16,28 €		124,92 €		88,69 €		213,61 €		3,47 €		5,93 €	

8. Luukut													
Lähtökädet													
Kattoluukut [ kpl ]													
3													
Luukun valmistus [ tth/kpl ]													
0,55													
T3 = Perustyömenekki [ tth/kpl ]													
Smk TL3 Tahvi olosuhteet tth/kpl													
0,55 1,15 1,03 1,15 0,748													
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>2</sup> T4 menekki [ tth/kpl ]													
Sm T4 tth													
3 0,748 2,244													
Kustannukset / työväike													
tth		kta		Työkustannukset		Sos-kulut		Kustannus [ € ]		Työkust / kpl		Työkust / kpl + Sos-kulut	
2,244		16,28 €		36,64 €		25,85 €		62,49 €		27,84 €		43,69 €	

9. Ulakon kulkuliset										
Lähtötiedot										
Kulkuliset / [jm]										
80										
Kulkulista [tth/jm]										
0,15										
T3 = Perustyömenekki [tth/jm]										
Smk TL3 Tehi olosuhteet tth/jm										
0,15 1 1,03 1,1 0,170										
Työtunnit T4 menekki										
Sm*T4 menekki [tth/jm]										
80 0,170 13,6										
Kustannukset / työvähe										
tth kta Työkustannukset Sos-Kulut Kustannus [€] Työkust / m <sup>2</sup> Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut										
13,6 16,28 € 221,27 € 157,11 € 378,38 € 2,77 € 4,73 €										

Lopettavat työt	
Lopettavat työt tth/m <sup>2</sup>	0,01
SM	910
Työtunnit T4 menekki	9,1

Kustannukset / työvähe						
tth	kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
9,1	16,28 €	148,10 €	105,15 €	253,25 €	0,16 €	0,28 €

Panoajaj 1. Työkustannukset										
tth	kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth	m <sup>2</sup> /tv	
461,2	16,28 €	7 506,35 €	5 328,80 €	12 834,14 €	8,25 €	14,10 €	0,51	1,97	15,8	
Panoajaj 2. Materiaalit										
Materiaalit										
Materiaali	Hinta / yksikö	Yksikö	Sm	Menekki / yks	Hukka %	Kustannus €				
Kattoluolit	100,00 €	kpl	65	1	1	6 500,00 €				
Raskaponttilausta 22*100	0,36 €	Jm	910	11	10 %	3 963,96 €				
Reivalausta 22*100	0,36 €	Jm	100	1	10 %	39,60 €				
Tuulensuojaleivyy	3,10 €	m <sup>2</sup>	222	1	15 %	791,43 €				
Koolaus 30*100	0,89 €	Jm	210	1	10 %	159,39 €				
Tuulensuojaimet	3,00 €	kpl	65	1	1	195,00 €				
Panoajaj 2. Materiaalit yhteensä						11 649,38 €				
Panoajaj 3. Aihankinta										
1. Kattopinnoite (huopa)										
2. Nostot										
1. Kattopinnoite hitsattu huopa										
Materiaali	Kustannus / yks	Määrä [m <sup>2</sup> ]	Kustannus [€]							
Pohjahuopa	6,15 €	910	5 596,50 €							
Pintahuopa	9,15 €	910	8 326,50 €							
2. Autonosturi										
Autonosturi	Kustannus / yks	Määrä / (h, kpl)	Kustannus [€]							
110 T	120,00 €	42,1	5 054,40 €							
Kuorma-autonosturi	70,00 €	54,6	3 822,00 €							
Henkilönostot	1 000,00 €	2,0	2 000,00 €							
Porrastomi	600,00 €	1 kk	600,00 €							
Panoajaj 3. Aihankinta yhteensä						25 399,40 €				
Paikkarakennettu vesikattotyö yhteensä										
Kustannus € siv O/s Kustannus / m <sup>2</sup> % Osuus kokonaisbudjetista										
Panoajaj 1. Työkustannukset	12 834,14 €	14,10 €	25,7%							
Panoajaj 2. Materiaalit	11 649,38 €	12,80 €	23,4%							
Panoajaj 3. Aihankinta	25 399,40 €	27,91 €	50,9%							
Yhteensä	49 882,92 €	54,81 €	100,0%							

Liite 3 (7)

Opinäkylä Oy Olli Varti 1601118  
 Massakerenetus vesikatso. Kustannuslaskelma  
 YIT Talo Oy / Menninkäentie 1 00710 Lehmo

Suoritemäärä	910	m <sup>2</sup>
Työryhmä	141	Ram
RAM1	16,06 €	€/h
RAM2	16,50 €	€/h
KTA	16,28 €	€/tth
SOS-Kulut %	71 %	

Vesikatsoyön kustannustenlaskenta massakerenetus

**Pensioija 1. Työkustannukset**

1. Pohjaluokut
2. Kattotuolit
3. Reivus
4. Umpilaudotus
5. Ostaleudat
6. Tuulensuojalevyt
7. Palokatkoskeinä
8. Luukut
9. Ulakon kulkuillat
10. Lohkojen nostot

**Pensioija 2. Materiaalit**

1. Kattotuolit
2. Reivelaute
3. Raakaportti
4. Tuulensuojalevyt
5. Tuulensuojalevyt
6. Ulakon kulkuillat

**Pensioija 3. Aihankinta**

- Katoplinnoit (huopa)
- Nostot

**Pensioija 1. Työkustannukset**

Aloittevat työt	
Tavaran varastointi ja varastointi tth/m <sup>2</sup>	0,01
Mittaus tth/m <sup>2</sup>	0,02
Lohkon kasauskuluta tth/m <sup>2</sup>	0,01
<b>Yhteensä tth/m<sup>2</sup></b>	<b>0,04</b>
SM	910
<b>Työtunnit T4 manekki</b>	<b>36,4</b>

Kustannukset / työvähe							
tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työskust / m <sup>2</sup>	Työskust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
36,4	16,28 €	592,41 €	420,61 €	1 013,02 €	0,65 €	1,11 €	

1. Pohjaluokut				
Lähtötiedot				
Katsolehdet	910			
Aerennus tth/m <sup>2</sup>	0,03			
T4	14			
T3 = Parustyoamanekki [ tth/m <sup>2</sup> ]	Smk	T1,3	Talvi olosuhteet	tth/m <sup>2</sup>
0,03	0,9	1,1	1,2	0,096
<b>Työtunnit T4 manekki</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>	<b>Kustannukset / työvähe</b>
Sm*T4 manekki [ tth / m <sup>2</sup> ]	Sm	T4	tth	tth
	910	0,096	32,4	32,4

Kustannukset / työvähe							
tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työskust / m <sup>2</sup>	Työskust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
32,4	16,28 €	527,84 €	374,76 €	902,60 €	0,58 €	0,99 €	

2. Kattotuolit				
Lähtötiedot				
Kattotuolit [ Kpl ]	Korkeus [ m ]	Pituus [ m ]		
65	2	35		
Nostot [ tth/m <sup>2</sup> ]	0,02			
Aerennus [ tth/m <sup>2</sup> ]	0,25			
T4	14			
T3 = Parustyoamanekki [ tth/Kpl ]	Smk	T1,3	Talvi olosuhteet	tth/Kpl
0,27	0,9	1,03	1,2	0,300
<b>Työtunnit T4 manekki</b>	<b>Sm</b>	<b>T4</b>	<b>tth</b>	<b>Kustannukset / työvähe</b>
Sm*T4 manekki [ tth / Kpl ]	Sm	T4	tth	tth
	65	0,300	19,5	19,5

Kustannukset / työvähe							
tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työskust / Kpl	Työskust / Kpl + Sos-kulut	
19,5	16,28 €	317,75 €	225,59 €	543,32 €	4,89 €	8,36 €	

3. Reivaus													
Lähtökädet		Kattorallot [ m <sup>2</sup> ]											
		930											
Reivaus [ tth/m <sup>2</sup> ]		0,01											
T3 = Perustömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tavli olosuhteet		tth/m <sup>2</sup>							
0,01		1	1,03	1,15		0,012							
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>*T4</sup> menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Sm	T4	tth		Kustannukset / työvähe							
930				0,012		10,8	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
						30,8		16,28 €	179,43 €	124,55 €	299,98 €	0,19 €	0,33 €

4. Umpileudoitus													
Lähtökädet		Kattorallot [ m <sup>2</sup> ]											
		930											
Leudoitus [ tth/m <sup>2</sup> ]		0,13											
T3 = Perustömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tavli olosuhteet		tth/m <sup>2</sup>							
0,13		0,9	1	1,2		0,140							
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>*T4</sup> menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Sm	T4	tth		Kustannukset / työvähe							
930				0,140		127,8	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
						127,8		16,28 €	2 079,36 €	1 476,54 €	3 555,90 €	2,29 €	3,91 €
15,9732													

5. Ostaleudit / Rikytöskalenne													
Lähtökädet		Rikytöskalenne [ jm ]											
		208											
Rikytösk [ tth/jm ]		0,06											
T3 = Perustömenekki [ tth/jm ]		Smk	TL3	Tavli olosuhteet		tth/jm							
0,06		0,9	1,05	1,2		0,068							
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>*T4</sup> menekki [ tth/jm ]		Sm	T4	tth		Kustannukset / työvähe							
208				0,068		14,2	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / jm	Työkust / jm + Sos-kulut
						14,2		16,28 €	290,33 €	161,53 €	451,86 €	1,11 €	1,69 €
1,7094													

6. Tuulensuojelut													
Lähtökädet		Tuulensuojelut [ m <sup>2</sup> ]											
		222											
Lewitys [ tth/m <sup>2</sup> ]		0,1											
T3 = Perustömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tavli olosuhteet		tth/m <sup>2</sup>							
0,1		1,05	1,05	1,2		0,132							
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>*T4</sup> menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Sm	T4	tth		Kustannukset / työvähe							
222				0,132		29,4	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
						29,4		16,28 €	478,05 €	339,35 €	817,40 €	2,15 €	3,68 €
3,671325													

7. Palokattorainä													
Lähtökädet		Palokattorainä [ m <sup>2</sup> ]											
		36											
Lewitys [ tth/m <sup>2</sup> ]		0,15											
T3 = Perustömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tavli olosuhteet		tth/m <sup>2</sup>							
0,15		1,2	1,03	1,15		0,213							
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>*T4</sup> menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Sm	T4	tth		Kustannukset / työvähe							
36				0,213		7,7	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut
						7,7		0,71 €	5,45 €	3,87 €	9,32 €	0,15 €	0,26 €

8. Luukut									
Lähtökädet		Kattoluukut / [ Kpl ]							
		3							
Luukun valmistus [ tth/Kpl ]		0,55							
T4									

T3 = Perustömenekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Smk	TL3	Tavli olosuhteet		tth/Kpl							
0,55		1,15	1,03	1,15		0,749							
Työtunnit T4 menekki													
Sm <sup>*T4</sup> menekki [ tth/m <sup>2</sup> ]		Sm	T4	tth		Kustannukset / työvähe							
3				0,749		2,2	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [ € ]	Työkust / Kpl	Työkust / Kpl + Sos-kulut
						2,2		0,71 €	1,60 €	1,13 €	2,73 €	0,59 €	0,91 €

9. Ulakon kulkulait											
Lähtökäsit											
Kulkulait / j/m		80									
Kulkulait / tth / j/m		0,15									
T3 = Paruhyömenäkki / tth/jm		Smk	Tl3	Talvi olosuhteet	T4						
0,15		1	1	1,15	tth/jm 0,173						
Työtuntit T4 menäkki											
Sm <sup>2</sup> T4 menäkki / tth / jm		Sm	T4	tth	Kustannukset / työvähe						
80				13,8	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työskuat / jm	Työskuat / jm + Sos-kulut
					13,8	0,71 €	9,80 €	6,96 €	16,75 €	0,12 €	0,21 €

10. Lohkojen nostot											
Lähtökäsit											
Nostot / kpl		4									
Kulkulait / tth / kpl		4									
T3 = Paruhyömenäkki / tth/kpl		Smk	Tl3	Talvi olosuhteet	T4						
4		1	1,2	1,15	tth / kpl 5,520						
Työtuntit T4 menäkki											
Sm <sup>2</sup> T4 menäkki / tth / kpl		Sm	T4	tth	Kustannukset / työvähe						
4				22,1	tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työskuat / jm	Työskuat / jm + Sos-kulut
					22,1	0,71 €	15,68 €	11,13 €	26,81 €	3,92 €	6,70 €

2,76

Lopettavat työt		
Lopettavat työt tth/m <sup>3</sup>		0,01
SM		910
Työtuntit T4 menäkki		0,1

Kustannukset / työvähe						
tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työskuat / m <sup>3</sup>	Työskuat / m <sup>3</sup> + Sos-kulut
9,1	16,28 €	148,10 €	106,15 €	253,26 €	0,16 €	0,28 €

Pensioaj 1. Työkustannukset									
Tth	Kta	Työkustannukset	Sos-Kulut	Kustannus [€]	Työskuat / m <sup>2</sup>	Työskuat / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth	m <sup>2</sup> /lv
325,3		16,28 €	5 294,65 €	3 799,20 €	9 063,85 €	5,82 €	0,36	2,80	22,8

Pensioaj 2. Materiaalit									
Materiaalit									
Materiaali	Hinta / yksikkö	Yksikkö	Sm	Menäkki / yks	Hukka %	Kustannus [€]			
Kattoluott	100,00 €	kpl	65	1	1	6 500,00 €			
Raklaporttilauda 22*100	0,36 €	jm	910	11	10 %	9 963,96 €			
Belvalauda 22*100	0,36 €	jm	100	1	10 %	39,60 €			
Tuulensuojalevy	3,10 €	m <sup>2</sup>	222	1	15 %	791,43 €			
Korki-50*100	0,69 €	jm	210	1	10 %	159,39 €			
Tuulensuojatimet	3,00 €	kpl	65	1	1	195,00 €			
Kartopuu 50*100	8,50 €	jm	12	1	1	102,00 €			
Pensioaj 2. Materiaalit yhteensä						11 751,38 €			

Pensioaj 3. Alihankinta									
1. Kattopinnoille (huopa)									
1.1. Nostot									
1. Kattopinnoille hirtattu huopa									
Materiaali	Kustannus / yks	Määrä [m <sup>2</sup> ]	Kustannus [€]						
Pohjahuopa	6,15 €	910	5 596,50 €						
Pintahuopa	9,15 €	910	8 326,50 €						
2. Autonosturi									
Autonosturi	Kustannus / yks	Määrä [h]	Kustannus [€]						
110 T	120,00 €	22,1	2 640,00 €						
Kuoma-autonosturi	70,00 €	0	- €						
Porrastomi	600,00 €	1 k	600,00 €						

Pensioaj 3. Alihankinta yhteensä	17 172,00 €
----------------------------------	-------------

Massarakennetun valliatto yhteenveto			
	Kustannus [€] alv 0%	Kustannus / m <sup>3</sup>	% Osa kokonaisudesta
Pensioaj 1. Työkustannukset	9 063,85 €	9,95 €	23,8 %
Pensioaj 2. Materiaalit	11 751,38 €	12,91 €	30,9 %
Pensioaj 3. Alihankinta	17 172,00 €	18,87 €	45,2 %
<b>Yhteensä</b>	<b>37 977,03 €</b>	<b>41,73 €</b>	<b>100,0 %</b>

## Liite 4 (7)

Opinättyö Olli Venis 1601118			
Maassarakennettu vesikattolohko. Kustannuslaskelma			
YIT talo Oy / Menninkäentie 1 80710 Lehmö			

Suoritusmäärä	185	m2
Työryhmä	141	Ram
RAM1	16,05 €	€/h
RAM2	16,50 €	€/h
RTA	16,28 €	€/tth
SOS-Kulut %	71 %	

Vesikattotyön kustannukset maassa rakennettuna

## Panoajit 1. Työkustannukset

- Kattotuolit
- Reivaus
- Umpilaudoitus
- Osteluudet
- Tuulensuojalevyt
- Kattoluukut
- Ullakon kulkusillat
- Lohkon nosto

## Panoajit 2. Materiaalit

- Kattotuolit
- Reivaleuta
- Reakapointti
- Tuulensuojalevyt
- Tuulenojaimet
- Ullakon kulkusillat

## Panoajit 3. Aihankinta

## 1. Nootot

## Panoajit 1. Työkustannukset

Aloitettavat työt	
Tavaran vastaanotto ja varastointi tth/m <sup>2</sup>	0,005
Mittaus tth/m <sup>2</sup>	0,01
Yhteensä tth/m <sup>2</sup>	0,015
SM	185
<b>Työtunnit T4 meneksi</b>	<b>2,775</b>

Kustannukset / työvaihe							
tth	RTA	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
2,8	16,18 €	45,16 €	32,07 €	77,23 €	0,24 €	0,42 €	

1. Kattotuolit				
Lähtötiedot				
Kattotuolit [kpl]	12			
Korkeus [m]	2			
Pituus [m]	15			
Nootot [tth/m <sup>2</sup> ]				
	0,02			
Asennus [tth/m <sup>2</sup> ]				
	0,25			
T3 = Perustyoimenekki [tth/kpl]	Smk	TL3	Talvi olosuhteet	T4
0,27	1	1,03	1,2	tth/kpl
				0,334
Työtunnit T4 meneksi				
Sm*T4 menekki [tth / kpl]	Sm	T4	tth	
	12	0,334	4,0	

Kustannukset / työvaihe							
tth	RTA	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / kpl	Työkust / kpl + Sos-kulut	
4,0	16,28 €	65,18 €	46,27 €	111,45 €	5,43 €	9,29 €	

2. Reivaus				
Lähtötiedot				
Kattoneidot [m <sup>2</sup> ]	185			
Reivaus [tth/m <sup>2</sup> ]				
	0,01			
T3 = Perustyoimenekki [tth/m <sup>2</sup> ]				
0,01	Smk	TL3	Talvi olosuhteet	T4
	1	1	1,13	tth/m <sup>2</sup>
				0,012
Työtunnit T4 meneksi				
Sm*T4 menekki [tth / m <sup>2</sup> ]	Sm	T4	tth	
	185	0,012	2,1	

Kustannukset / työvaihe							
tth	RTA	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
2,1	16,28 €	34,63 €	24,58 €	59,21 €	0,28 €	0,32 €	

4. Umpilaudoitus				
Lähtötiedot				
Kattoneidot [m <sup>2</sup> ]	185			
Laudoitus [tth/m <sup>2</sup> ]				
	0,06			
T3 = Perustyoimenekki [tth/m <sup>2</sup> ]				
0,06	Smk	TL3	Talvi olosuhteet	T4
	1	1,03	1,2	tth/m <sup>2</sup>
				0,074
Työtunnit T4 meneksi				
Sm*T4 menekki [tth / m <sup>2</sup> ]	Sm	T4	tth	
	185	0,074	13,7	

Kustannukset / työvaihe							
tth	RTA	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
13,7	16,28 €	223,29 €	154,53 €	377,82 €	1,21 €	2,04 €	

5. Osteluudet / Räystsrakenne				
Lähtötiedot				
Räystsmetriit [jm]	13			
Räystsi [tth/jm]				
	0,043			
T3 = Perustyoimenekki [tth/jm]				
0,043	Smk	TL3	Talvi olosuhteet	T4
	1	1,03	1,2	tth/jm
				0,056
Työtunnit T4 meneksi				
Sm*T4 menekki [tth / jm]	Sm	T4	tth	
	13	0,056	0,7	

Kustannukset / työvaihe							
tth	RTA	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / jm	Työkust / jm + Sos-kulut	
0,7	16,28 €	11,77 €	8,36 €	20,13 €	0,91 €	1,53 €	

6. Tuulensuojalevyt				
Lähtötiedot				
Tuulensuojalevyt [m <sup>2</sup> ]	25			
Tuulensuojalevyt [m <sup>2</sup> ]				
	0,1			
T3 = Perustyoimenekki [tth/m <sup>2</sup> ]				
0,1	Smk	TL3	Talvi olosuhteet	T4
	1,05	1,05	1,2	tth/m <sup>2</sup>
				0,132
Työtunnit T4 meneksi				
Sm*T4 menekki [tth / m <sup>2</sup> ]	Sm	T4	tth	
	25	0,132	3,3	

Kustannukset / työvaihe							
tth	RTA	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust / m <sup>2</sup>	Työkust / m <sup>2</sup> + Sos-kulut	
3,3	16,28 €	53,83 €	38,22 €	92,05 €	2,55 €	3,68 €	

7. Ullakon kulkusillat				
Lähtötiedot				
Kulkusillat / [jm]		11,9		
Kulkusilta [tth/jm]	0,1	T4		
T3 = Perustyömenekki [tth/jm] Smk TL3 Tehvi olosuhteet tth/m <sup>3</sup>				
0,1	1	1	1,15	
Työtunnit T4 menekki				
Sm*T4 menekki [tth/jm]	Sm	T4	tth	
	12,5	0,115	1,4	
Kustannukset / työväihe				
tth	cta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]
1,4	16,28 €	23,40 €	16,61 €	40,01 €
Työkust./jm Työkust./jm + Sos-kulut				
		1,87 €		3,20 €

8. Lohkon-nosto				
Lähtötiedot				
Nostot / [kpl]		1		
Kulkusilta [tth/kpl]	4	T4		
T3 = Perustyömenekki [tth/kpl] Smk TL3 Tehvi olosuhteet tth/kpl				
4	1	1,2	1,15	5,520
Työtunnit T4 menekki				
Sm*T4 menekki [tth/kpl]	Sm	T4	tth	
	1	5,520	5,5	
Kustannukset / työväihe				
tth	cta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]
5,5	0,71 €	3,92 €	2,78 €	6,70 €
Työkust./kpl Työkust./kpl + Sos-kulut				
		3,92 €		6,70 €

Lopettavat työt	
Lopettavat työt tth/m <sup>2</sup>	0,01
SM	185
<b>Työtunnit T4 menekki</b>	<b>1,85</b>

Kustannukset / työväihe					
tth	cta	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus [€]	Työkust./m <sup>3</sup> Työkust./m <sup>3</sup> + Sos-kulut
1,9	16,28 €	30,11 €	71 %	30,82 €	0,16 € 0,17 €

Panoalaji 1. Työkustannukset									
TTH	CTA	Työkustannukset	Sos-kulut	Kustannus €	Työkust./m <sup>2</sup>	Työkust./m <sup>2</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /tth	m <sup>3</sup> /tv
35,5	16,28 €	577,19 €	409,80 €	986,99 €	3,12 €	5,34 €	0,19	5,22	41,73
Panoalaji 3. Aihankinta									
1. Kattopinnoite hitattuhooppo									
Materiaali	Kustannus / yks	Määrä [m <sup>2</sup> ]	Kustannus [€]						
Pohjahooppo	6,15 €	185	1 137,75 €						
Pintahooppo	9,15 €	185	1 692,75 €						
2. Autonosturi									
Autonosturi	Kustannus / yks	Määrä [h]	Kustannus [€]						
110T	120,00 €	5,5	662,40 €						
Kuorma-autonosturi	70,00 €	0	- €						
<b>Panoalaji 3. Aihankinta yhteensä</b>			<b>3 492,90 €</b>						
Maassarakennettu vesikatko yhteenvedo									
Kustannus € siv 0%		Kustannus / m <sup>3</sup>	% Osuus kokonaisbudjetista						
Panoalaji 1. Työkustannukset	986,99 €	5,34 €	22,0 %						
Panoalaji 3. Aihankinta	3 492,90 €	18,88 €	78,0 %						
<b>Yhteensä</b>	<b>4 479,89 €</b>	<b>24,22 €</b>	<b>100,0 %</b>						



## Liite 5 (7)

Opinäytetyö Olli Varis 1601118  
Opinäytetyön tulosten yhteenveto  
YIT talo Oy / Menninkäisentie 1 80710 Lehmö

Työkustannusten vertailu											
Kokonaisuus	Sm [m <sup>2</sup> ]	TTH	KTA	Työkustannukset	SOS-Kulut	Kustannus €	Työkust/ m <sup>2</sup>	Työkust/ m <sup>2</sup> + Sos-kulut	tth/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /tth	m <sup>2</sup> /bv
Työkustannukset / vesikatto paikallarakennettu	910	461,2	16,28 €	7 505,35 €	5 328,80 €	12 834,14 €	8,25 €	14,10 €	0,51	1,97	15,79
Työkustannukset / vesikatto maassa lohkoarakennettu	910	325,3	16,28 €	5 294,65 €	3 759,20 €	9 053,85 €	5,82 €	9,95 €	0,36	2,80	22,38
Työkustannukset / lohko (maassa rakennettuna)	185	35,5	16,28 €	577,19 €	409,80 €	986,99 €	3,12 €	5,34 €	0,19	5,22	41,73

## Työkustannusten vertailu mukaanlukien materiaali ja alihankinta kustannukset

Vesikatto paikallarakennettu			
	Kustannus € alv 0%	Kustannus / m <sup>2</sup>	% Osuus
Panoslaji 1. Työkustannukset	12 834,14 €	14,10 €	27,0 %
Panoslaji 2. Materiaalit	11 649,38 €	12,80 €	22,8 %
Panoslaji 3. Alihankinta	25 399,40 €	27,91 €	50,2 %
<b>Yhteensä</b>	<b>49 882,92 €</b>	<b>54,82 €</b>	<b>100,0 %</b>

Vesikatto maassa lohkoarakennettu			
	Kustannus € alv 0%	Kustannus / m <sup>2</sup>	% Osuus
Panoslaji 1. Työkustannukset	9 053,85 €	9,95 €	23,8 %
Panoslaji 2. Materiaalit	11 751,38 €	12,91 €	30,9 %
Panoslaji 3. Alihankinta	17 172,60 €	18,87 €	45,2 %
<b>Yhteensä</b>	<b>37 977,83 €</b>	<b>41,73 €</b>	<b>100,0 %</b>

## Tulosten yhteenveto

Paikallarakennettu vesikatto kokonaisuutena on	24 %	kustannuksiltaan kalliimpi kuin maassa lohkoarakennettu
Paikalla rakennetun vesikaton työkustannusten osuus on	29 %	kustannuksiltaan suurempi kuin maassa lohkoarakennettu
Paikallarakennetun vesikaton alihankinnan osuus on	32 %	kalliimpia kuin maassa lohkoarakennettu
Maassarakennetun vesikaton materiaalit olivat	1 %	Kalliimpia kuin perinteisesti rakennettu

## Liite 6 (7)

Työvaiheen työturvallisuusriski vertailu (TTRV)					
Projekti	Työnumero			Päivämäärä	
Menninkäisen asumispalveluyksikkö	YA-033007655			2.4.2018	
Työvaihe, joka vertaillaan					
Vesikattotyö					
Tuotantomuodot					
Perinteisesti rakennettu vesikatto			Maassa lohkoina rakennettu		
Työvaiheet	Vaiheen vaarat	Pisteet	Työvaiheet	Vaiheen vaarat	Pisteet
Kattotuolin-nostot	11,14,21,6	12	Kattotuolin-nostot	15,12,13,8	4
Reivaus	1,4,9,11,13	9	Reivaus	1,12,13,15	4
Ponttilaidoitus	1,9,11,12,13,19,7	14	Ponttilaidoitus	1,7,12,13	5
Päätyräystäät	1,2,9,11,14,19	13	Päätyräystäät	1,7,12,13	5
Pohjahuopa	9,11,13,12,15,19	11	Pohjahuopa	12,13,15	3
<b>Yhteensä</b>		<b>59</b>	Kattolohkon nosto	6,7,9,11,12,13,14,19,21	21
			<b>Yhteensä</b>		<b>42</b>

Vaarat	Riskipisteet
1. Melu	1
2. Tärinä	1
3. Sähköisku	3
4. Puutteellinen valaistus	2
5. Lentävät hiukkaset, kipinät	2
6. Puristuminen	3
7. Viihto, Leikkaantuminen	2
8. Isku	1
9. Putoaminen	3
11. Esineen putoaminen	3
12. Kompastuminen	1
13. Liukastuminen	1
14. Vaara-alueella työskentely	3
15. Käsintehtävät siirrot	1
19. Toiset urakoitsijat / Yhteensovitus	2
21. Liikkuvat ajoneuvot, nosturit	3

## Liite 7 (7)

