

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

KUSTANNUSTEHOKKUUDEN PARANTAMINEN PIENESSÄ RAKENNUSYRITYKSESSÄ MÖKKIRAKENNUSKOHTEESSA

RakennusVesku Tmi

TEKIJÄ

Juho Kolehmainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn tekijä Juho Kolehmainen		
Työn nimi Kustannustehokkuuden parantaminen pienessä rakennusyriyksessä mökkirakennuskohteessa		
Päiväys	7.5.2025	35/7
Yhteistyötaho RakennusVesku tmi		
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Leppävirtalainen rakennusyriys RakennusVesku Tmi ja työn aihe saatiin kesän 2024 työharjoittelun toimesta. Tutkimus päätettiin keskittää mökkirakennushankkeen kustannusten syntymiseen ja eri toteutustapojen välisiin kustannus- ja aikataulueroihin. Esimerkkikohteena opinnäytetyössä toimii mökkirakennus Leppävirran alueella. Tavoitteena oli tutkia rakennushankkeen kustannustehokkuutta ja pohtia miten sitä voitaisiin tehostaa tulevaisuuden projekteissa. Yriyksessä ei ole aikaisemmin tehty tarkkaa kustannuslaskentaa, joten aihe on yriykselle hyödyllinen ja samalla myös mielenkiintoinen itselleni.</p> <p>Opinnäytetyö on kehittämishanke ja tuotoksena syntyi konkreettisia tuloksia kustannuslaskentataulukoiden sekä aikataulujen muodossa. Tutkimusta toteutettiin työmaalla tehtyjen havaintojen, suunnitelmien ja asiantuntijalähteiden apua hyödyntäen. Rakennusaikaiset ongelmat kirjattiin ylös kesän aikana ja pohdittiin, miten kyseisiltä ongelmilta voidaan tulevaisuudessa välttyä.</p> <p>Tuloksena opinnäytetyössä saatiin useampi eri kustannuslaskentataulukko sekä yleisaikataulu eri toteutustapojen välillä. Kyseisiä tuotoksia tutkimalla ja vertailemalla saatiin selvitettyä kunkin toteutustavan edut ja haitat sekä millaisissa tilanteissa niitä voidaan hyödyntää. Lisäksi saatiin listattua yleisimmin rakennustyömaalla ilmenneet ongelmat ja miten niiltä voitaisiin tulevaisuudessa välttyä. Jatkotutkimuksessa aiheeseen voitaisiin ottaa mukaan useampi samankaltainen työmaa, joiden välillä kustannuksia ja aikataulutusta vertailtaisiin.</p>		
Avainsanat Aikataulu, Kustannustehokkuus, Kustannuslaskenta		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Toimeksiantaja	5
1.2	Esimerkkikohte	5
1.3	Tausta ja tarkoitus	5
2	TARVESELVITYS JA HANKESUUNNITTELU	6
2.1	Tarveselvitys	6
2.2	Hankesuunnittelu.....	6
2.3	Rakennuslupatehtävät.....	7
3	KUSTANNUSLASKENTAMENETTELYT	9
3.1	Kustannuksiin vaikuttavat tekijät	9
3.2	Kustannuslaskenta ja aikataulu.....	9
4	RAKENNUSHANKKEEN KULKU	11
4.1	Rakennuslupaprosessi	11
4.2	Lupapisteen käyttö	12
4.3	Rakennusvaiheet.....	12
4.4	Rakennusaikaiset haasteet	19
5	KUSTANNUSLASKENTA.....	24
5.1	Kustannuslaskennan lähtötiedot	24
5.2	Kustannuslaskennan haasteet	24
6	KUSTANNUSTEN VERTAILU	25
6.1	Kustannukset rakennusosittain	25
6.2	Toteutustapojen vertailu	26
6.2.1	Perustukset	27
6.2.2	Talo-osat eriteltynä	28
6.2.3	Vesikatto kermikatteella	30
6.3	Aikataulu.....	31
6.3.1	Yleisaikataulu	31
6.3.2	Eri toteutustapojen aikatauluvertailu	32
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	33
8	POHDINTA.....	34
	LÄHTEET	35
	LIITE 1 ALKUPERÄINEN KUSTANNUSLASKENTATAULUKKO.....	36

LIITE 2 ELEMENTTIPERUSTUSTEN VAIKUTUS KUSTANNUSLASKENTATAULUKOSSA	37
LIITE 3 KUSTANNUSLASKENTATAULUKKO TALO-OSAT ERITELTYNÄ	38
LIITE 4 KERMIKATON VAIKUTUS KUSTANNUSLASKENTATAULUKOSSA	39
LIITE 5 YLEISAIKATAULU	40
LIITE 6 YLEISAIKATAULU ELEMENTTIPERUSTUKSILLA	41
LIITE 7 YLEISAIKATAULU KERMIKATTEELLA	42

KUVALUETTELO

Kuva 1. Rakennuksen perustuskuva (Kolehmainen 2024)	11
Kuva 2. Rakennuksen asemapiirros (Kolehmainen 2024)	11
Kuva 3. Anturoiden muotit tehtiin yhtenäisistä lautamuoteista (Kolehmainen 2024).	13
Kuva 4. Hirsirungon pystytys (Kolehmainen 2024)	14
Kuva 5. Kohteen vesikattorakenne (Kolehmainen 2024)	15
Kuva 6. Saunan lattiarakenne (Kolehmainen 2024)	16
Kuva 7. Alapohjarakenne (Kolehmainen 2024)	17
Kuva 8. Yläpohjarakenne (Kolehmainen 2024)	18
Kuva 9. Anturoiden valu toteutettiin traktorin perään tulevalla betonimyllyllä (Kolehmainen 2024).	20
Kuva 10. Kokonaiskustannusten jakaantuminen toteutuman perusteella (Kolehmainen 2025)	25
Kuva 11. Työkustannusten jakautuminen toteutuman perusteella (Kolehmainen 2025)	26
Kuva 12. Työkustannukset elementtiperustuksilla (Kolehmainen 2025)	27
Kuva 13. Perustusten toteutustapojen kustannusten vertailu (Kolehmainen 2025)	28
Kuva 14. Materiaalikustannusten jakaantuminen rakenneosien välillä (Kolehmainen 2025)	29
Kuva 15. Vesikattomateriaalien kustannusvertailu (Kolehmainen 2025)	31

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii RakennusVesku Tmi, joka toimii rakennusalan työtehtävissä niin suunnittelussa, kuin myös toteutuksessa. Yritys toimii pääsääntöisesti Leppävirran alueella ja se on perustettu vuonna 2006. Yritys on aikaisemmin toiminut maanviljelyn parissa, muuta toimii nykyään pääasiassa rakennusalalla. Yrityksen perustaja on rakennusmestari Vesa Kolehmainen, joka toimii pääosin yksin työtehtävissä. Yritys tarjoaa asiakkailleen muun muassa rakennuslupapaperustuksia, rakennusvalvontaa sekä itse rakennusurakointia.

1.2 Esimerkkikohte

Opinnäytetyön esimerkkikohteena kustannuslaskennan osalta toimii vapaa-ajanasunto Leppävirran alueella. Kyseisessä kohteessa oli jo entuudestaan vanha hirsimökki, joka haluttiin purkaa ja rakentaa tilalle uusi. Vanhan rakennuksen perustukset olivat rakennusteknillisesti huonot ja alimmat hirret olivat vaurioituneet kosteuden vuoksi. Asiakas oli tilannut uuden hirsimökin talopakettina, johon kuului hirsirunko, ikkunat, ovet sekä kaikki tarvittavat eristeet ja puutavara. Perustukset ja vesikaton pintamateriaalit eivät kuuluneet kyseiseen pakettiin. Asiakkaan toiveesta perustukset toteutettiin tuulettuvalla alapohjalla ja vesikaton materiaaliksi valittiin pelti. Sain opinnäytetyön aiheen kesän 2024 harjoittelupaikasta, jolloin työskentelin kyseisellä työmaalla sen alusta, lähes loppuun saakka.

1.3 Tausta ja tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa yritykselle kustannuslaskentakaavio ja aikataulu kyseisestä kohteesta, joita voi muokata ja hyödyntää tulevaisuuden projekteissa. Samalla ideana olisi pohtia tarkemmin, mitkä asiat vaikuttavat rakennusprojektin kustannuksiin ja aikatauluun sekä millä tavoin kyseisiä ongelmia voitaisiin ratkaista mahdollisimman kustannustehokkaasti. Yrityksessä ei ole aikaisemmin laskettu kustannuksia tarkasti hyödyntäen eri rakennustöiden menekkejä sekä tarkkoja materiaalien hintoja. Aikaisemmin yritys on tehnyt töitä pääosin tuntityönä, jolloin asiakkaalle ei voida antaa tarkkaa hinta-arviota työn kustannuksista. Kustannuslaskentataulukon avulla yritys pystyy antamaan tarkempia arvioita työn hinnoista sekä tekemään mahdollisia urakkatarjouksia tulevaisuuden projekteista.

Lisäksi opinnäytetyössä on tarkoituksena vertailla eri toteutustapojen välisiä kustannuksia sekä selvittää, mitkä ratkaisut antavat kustannustehokkaimman lopputuloksen. Vertailun kohteena työssä tutkitaan perustuksia, vesikattomateriaalia sekä talopaketin sisältöä eriteltynä.

Itselleni kyseinen aihe on mielenkiintoinen, sillä olen ollut rakennusprojektissa mukana sen alusta lähtien ja tiedän, mistä sen kustannukset ovat syntyneet. Kustannukset ovat suuri osa rakennusprojektia ja eri toteutustapoja vertaamalla saadaan ulos mahdollisimman kustannustehokas lopputulos. Tarkalla kustannuslaskentapohjalla voidaan parantaa yrityksen kustannustehokkuutta, mikä voi auttaa pienen yrityksen toimintaa huomattavasti. Lisäksi työmaan aikatauluttaminen antaa paremman kuvan rakennusprojektin kestosta ja yritys voi näin suunnitella paremmin tulevia hankkeita, kun yritys on tähän mennessä tehnyt työt vain karkealla aika-arviolla.

2 TARVESELVITYS JA HANKESUUNNITTELU

2.1 Tarveselvitys

Tarveselvityksessä selvitetään tilahankinnan tarpeellisuus tai muutostarve olemassa olevalle tilalle. Lisäksi siinä kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niiden vaatimukset, pohditaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä vertaillaan eri ratkaisuja ja niiden edullisuutta. Tilantarvetta tutkitaan tilaryhmittäin ottaen huomioon kohtuullinen laajennusvara. Riippuen kohteen käyttö- ja toimintaratkaisuista tiloille asetuu erilaisia vaatimuksia, joiden täyttymiseksi voi olla useita eri ratkaisuja, joista valittu rakentamispäätös johtaa hankeprosessiin. Tarveselvitys sekä hankesuunnitelma voidaan toteuttaa yhdessä. Tarveselvityksen tilahankinnalle tekee omistajan tai käyttäjän toimeksiannosta rakennuttaja hyödyntäen tarvittaessa apunaan suunnittelijoita ja asiantuntijoita (RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18 2017, 5).

Rakennushankkeessa kustannukset muodostuvat suurimmaksi osaksi sen suunnitteluvaiheessa ja toteutuvat taas rakentamisvaiheessa. Rakennuttaja määrittää hankkeelle kustannustason tekemällä ratkaisulla ja päätöksillä, joten hänen on tärkeää tunnistaa keskeiset kustannuksiin vaikuttavat tekijät jo hankkeen varhaisessa kehitysvaiheessa ja huomioida nämä omassa toiminnassaan. Kustannusten muodostuminen on pääosin rakennuttajan päätöksien seurausta koskien rakennushankkeen laajuutta, aikataulua ja ajoitusta, haluttua laatutasoa sekä urakoitsijoiden hankintatapaa ja tähän liittyvää sopijapuolten välistä riskinjakoa. Rakennuttajan päätöksenteko tulee olla tarveselvitysvaiheesta lähtien tavoitteellista sekä kustannustietoista ja näin ollen sen tulee perustua realistisiin kustannustietoihin ja -arvoihin (RT 10-11226 Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus 2016, 1).

2.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa määritetään tarkasti tavoitteet rakennushankkeen laajuudelle, toimivuudelle, laadulle, kustannuksille, ajoituksille sekä ylläpidolle. Siinä määritellään myös kohteen rakennuspaikka sekä hankkeen toteutustapa. Hankesuunnittelussa laaditaan rakennushankkeen investointipäätökseen tarvittavat tiedot ja rakennussuunnittelun tavoitemäärittely. Hankesuunnitteluvaiheen tuotoksena syntyy hankesuunnitelma, joka koostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Projektiohjelmassa tulee esille hankkeen läpiviennille asetetut tavoitteet ja hankeohjelmassa taas hankkeen suunnittelulle asetetut tavoitteet. Hankesuunnittelun aikana ilmenneet mahdolliset ehdotussuunnitelmat eivät kuulu hankesuunnitelmaan (RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18 2017, 6).

Rakennushankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia siitä, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan rakentamista koskevien määräysten, säännösten ja myönnetyn rakennusluvan mukaisesti. Hankkeeseen ryhtyvällä tulee olla riittävät edellytykset sen toteuttamiseen ottaen huomioon kohteen vaativuustaso. Hankesuunnitteluvaiheeseen liittyy myös lakisäätteisiä velvollisuuksia, joista oleellimmat hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelossa (RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18 2017, 6) on lueteltu seuraavasti:

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee

olla hankkeen vaatavuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissä oleva henkilöstö (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 119§).

Rakennuksen rakentamiseen on oltava rakennuslupa. Rakennuslupa tarvitaan myös sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, sekä rakennuksen laajentamiseen tai sen kerrosalan laskettavan tilan lisäämiseen (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 125§).

Rakennuslupahakemukseen tulee liittää selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista ja tarvittaessa terveellisyydestä ja korkeusasemasta sekä näiden edellyttämästä perustamistavasta ja tarvittavista muista toimenpiteistä (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 49§).

Jos rakentamisesta taikka muusta tämän lain mukaan luvanvaraisesta tai viranomaishyväksyntää vaativasta toimenpiteestä on laadittava ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/1994) mukainen arviointiselostus, se tulee liittää tässä laissa säädettyyn lupahakemukseen tai ilmoitukseen (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 132§).

Hankesuunnitteluvaihe on tarkentuva prosessi, jossa pyritään tasapainottamaan eroa tavoitteiden ja lähtötietojen välillä. Hankisuunnittelu toteutetaan toimeksiantajan toimesta hyödyntäen suunnittelijoiden sekä rakennuttajakonsulttien asiantuntija apua. Tuotoksena hankesuunnittelussa syntyy projekti- ja hankeohjelma, jotka toimeksiantaja hyväksyy sekä hankkii rahoituksen projektille, josta seuraa varmistunut investointipäätös (RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18 2017, 6).

2.3 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävissä perehdytään lupamenettelyihin, jotka hanke edellyttää, tarkistetaan pääpiirustusten oikeellisuus ja hyväksyttävyyden sekä luodaan rakennuslupahakemus tarvittavine liitteineen. Tuotoksena vaiheesta syntyy rakennuslupahakemus sekä rakennusvalvontaviranomaisen lupapäätös (RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18 2017, 17).

Rakennuslupaa haetaan kirjallisesti. Hakemukseen on liitettävä selvitys siitä, että hakija hallitsee rakennuspaikkaa, sekä rakennuksen pääpiirustukset, jotka suunnittelija varmentaa nimikirjoituksellaan. Hakijalta voidaan tarvittaessa edellyttää muutakin hakemuksen ratkaisemiseksi tarpeellista selvitystä (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 131§).

Rakennushankkeessa käytettiin Lupapiste-palvelua, jonka kautta rakennuslupa haettiin, nimettiin vastaava työnjohtaja ja seurattiin rakennushankkeen kulkua. Hankkeeseen ryhtyvä jättää hakemuksen, jossa tulee ilmi rakennuskohteen yleiset tiedot. Hakemuksen tiedoissa kerrotaan tarkemmin rakennushankkeesta tai toimenpiteestä sekä mahdollisista poikkeamista säännöksistä perusteluineen. Lisäksi tiedoissa näkyy rakennuspaikka, rakennuksen käyttötarkoitus, mitat, rakentamistapa, lämmitys, liittymät verkostoihin, varusteet ja luokitukset. Hakemuksen lopussa on merkattu naapureiden kuulemiset.

Hakemuksen jättäjä kutsuu vastaavan työnjohtajan, joka kutsun hyväksymisen jälkeen pääsee käsiksi hankkeen tietoihin Lupapisteessä. Vastaava työnjohtaja pystyy myös kutsumaan toisia työnjohtajia hankkeeseen, jotka rakennusvalvonta sekä kutsun saanut työnjohtaja hyväksyvät. Työnjohtajat pääsevät käsiksi kohteen tarkastusasiakirjaan, jossa näkyvät hankkeen eri työvaiheet. Tarkastusasiakirjaan voidaan liittää tarvittavia tietoja ja kuvia eri rakennusvaiheista sekä merkitä tietyt vaiheet

tehdyksi. Tarkastusasiakirja luovutetaan yhteenvetona loppukatselmuksen yhteydessä rakennusvalvontaviranomaisille. Yhteenvedosta tehdään automaattisesti arkistoitava asiakirja viranomaisen hyväksynnän jälkeen (Lupapiste.fi).

3 KUSTANNUSLASKENTAMENETTELYT

3.1 Kustannuksiin vaikuttavat tekijät

Koko rakennushankkeen kustannuksia arvioitaessa puhutaan hankkeen kokonaiskustannuksista eli kiinteistön hankinta- ja rakennuskustannuksista. Hankkeen kokonaiskustannukset sisältävät kaikki kustannukset, jotka toimintavalmiiseen rakennukseen kuluu. Kiinteistön hankintakustannuksia ovat itse tontin hankinta sekä siihen kuuluvat verot. Rakennuskustannukset ovat taas työmaalla rakennus- ja tekniikkaosista syntyvät kustannukset sekä rakennuttamisen kustannukset eli hanketehtävät ja hankevaraukset. Rakennuskustannukset muodostuvat resurssien käytöstä sekä niiden hinnoista. Resurssit sisältävät tehdyt työt, rakentamiseen käytettävät materiaalit, tarvittava energia ja pääoma (RT 10-11226 Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus 2016,2).

Rakennushankkeen kustannukset syntyvät käytettävistä resursseista eli menekeistä sekä resurssien hinnoista. Resurssien käyttöä voidaan säädellä eri tuotantoratkaisuilla eli tuotantotekniikan ja työmenetelmien valinnoilla. Kustannuksia voidaan selvittää tuotantolaskelmilla, jotka perustuvat resurssien menekkeihin sekä todellisiin paikallisiin resurssien hintoihin (RT 10-11226 Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus 2016, 4).

Kustannuslaskennan ideana on siis saada selville niin rakennusmateriaaleihin, kuin myös työn tekemiseen kuluvat kustannukset. Materiaalien laskennassa tulee tietää käytettävät materiaalit, niiden määrä ja hinnat. Käytetyt materiaalit ja niiden määrät saadaan laskettua rakennuskohteen suunnitelmista ja piirustuksista.

Tilojen käyttötarkoitus ja niille asetetut vaatimukset aiheuttavat merkittäviä kustannuseroja rakennushankkeiden välillä. Erilaiset kaluste- ja varustetasot, talotekniset ratkaisut, pintarakenteet ja niiden laatutaso sekä muut tiloissa tapahtuvan toiminta määrittävät kustannusten syntymisen. Rakentamisaikainen tilojen käyttötarkoituksen muuttaminen voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia niin rakentamiseen kuin myös kustannuksiin ja aikatauluun. Pienetkin käyttötarkoituksen muutokset tilassa voivat vaikuttaa laajasti ympäröiviin rakennusosiin (RT 10-11226 Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus 2016, 2).

3.2 Kustannuslaskenta ja aikataulu

Rakennussuorituksen yksikkökustannusta määrittäessä tulee tietää siihen tarvittavat panokset, työmenekit ja hinnat. Työmenekki kertoo suorituksen työpanostarpeen eli se on työntekijän tarvitsema aika yhden suoriteyksikön aikaansaamiseksi. Kustannuslaskennassa ja -arvioinnissa käytetään T4-kokonaisaika, joka tunnetaan myös nimellä työvaihe aika (Ratu KI-6033 Rakennushankkeen kustannushallinta 2018, 24–25).

Kokonaisaikaan T4 eli työvaihe aikaan kuuluu kaikki työhön kulutetut tunnit, myös tunnin pituiset ja pidemmät työn keskeytykset mukaan lukien. T4-kokonaisaika käytetään kustannusten arvioinnissa ja kohteen alustavan yleisaikataulun laatimisessa. Kokonaisaika koostuu T3-tehollisesta ajasta eli työvuoroajasta sekä TL3-lisäaikakertoimesta. Tehollisilla ajoilla tarkoitetaan tavoitteellisia työmenekkejä, joissa ei ole otettu huomioon yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. T3-aikaa voidaan käyttää rakentamisaikataulujen, viikkoaikataulujen ja tehtäväsuunnitelmien teossa. Työvaiheen lisäajalla TL3 tarkoitetaan yli tunnin mittaisia keskeytyksiä, joita voivat olla esimerkiksi koneiden ja laitteiden rikkoutumiset, odotusajat säähaitat sekä tapaturmat. TL3-kertoimella saadaan työvuoroaika

muutettua työvaiheajaksi ja kertoimet vaihtelevat 1,0–1,30 riippuen työlajista (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 63).

Yleisimmät työmenekit on kirjattu ylös Ratu-kortteihin, mutta työmenekit voidaan myös laskea jakamalla työryhmän työtunnit työsaavutuksella. Esimerkiksi alakattotyön työmenekki, jonka työsaavutus on $46 \text{ m}^2/tv$ saadaan laskettua seuraavalla tavalla:

$$\frac{2 \text{ tt} \times 8 \text{ h/tv}}{46 \text{ m}^2/tv} = 0,35 \text{ tth/m}^2$$

(Ratu KI-6036 Aikataulukirja 2024, 9).

Ratu-työmenekkitiedot kerätään vuosittain ympäri Suomea useilta kymmeniltä eri kokoisilta työmailta. Suuri aineisto mahdollistavat todellisuutta vastaavat työmenekkitiedot. Työmenekkitutkimuksen lähtötiedot tulevat niin meneillään olevista kuin myös valmistuneista kohteista. Suunnitelmien monimuotoisuus, työmaan olosuhteet ja työryhmän koko ovat vaikuttavia tekijöitä työmenekin synty-miseen. (Ratu KI-6035 Rakennustöiden menekit 2020, 17)

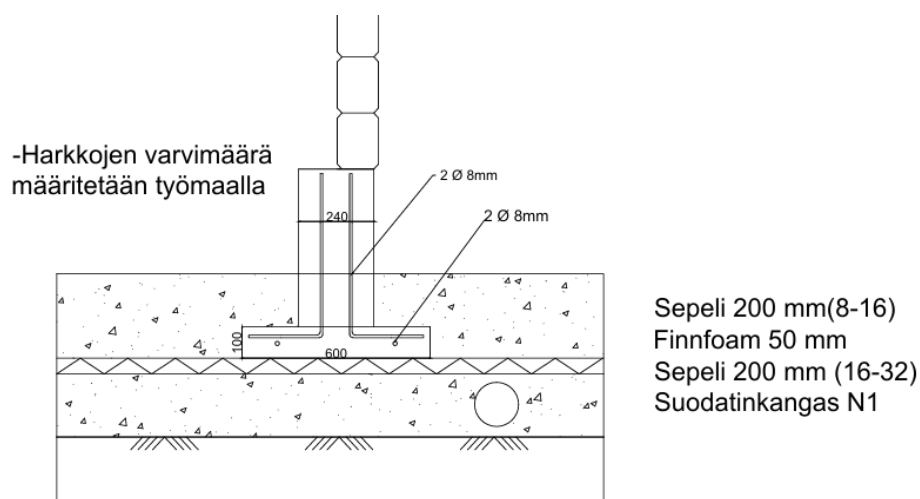
Aikatauluja voidaan toteuttaa eri esitys- ja piirrostavoin riippuen sen käyttötarkoituksesta. Yleisaikatauluja tehdessä käytetään usein jana-aikatauluja sen informatiivisuuden takia. Jana-aikataulussa tehtävien kestot kuvataan piirrettyinä janoina perustuen työnkeston laskennalliseen tai kokemusperäiseen työmenekkitietoon. Työtehtävät pilkotaan sopiviin tehtäväkokonaisuuksiin ja niille arvioidaan alkamis- ja lopetushetki. Aikataulussa otetaan huomioon myös mahdolliset lomapäivät sekä muut pitemmät keskeytykset (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 21).

4 RAKENNUSHANKKEEN KULKU

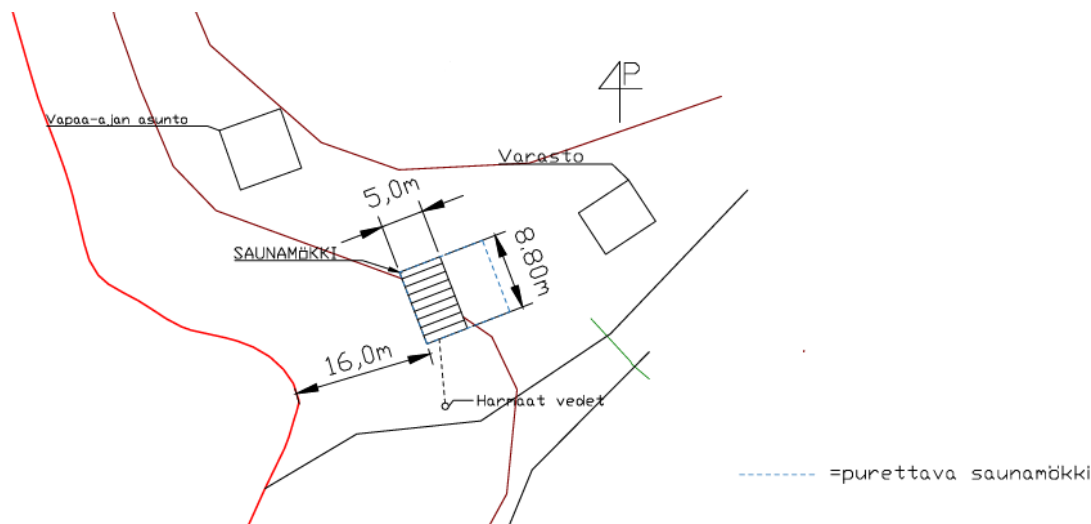
4.1 Rakennuslupaprosessi

Rakennusprojekti aloitettiin toukokuussa 2024 vanhan rakennuksen purkamisella. Asiakas suoritti purkutyöt omasta toimestaan. Rakennuslupaa varten tarvittiin julkisivu-, pohja-, perustus- ja asemapiirustukset. Uusi rakennus oli tilattu talopakettina ja osa tarvittavista piirustuksista saatiin toimittajan puolesta. Perustukset eivät kuitenkaan kuuluneet pakettiin, joten ne täytyi suunnitella itse. Myös rakennuksen sijoittuminen tontille täytyi miettiä erikseen ja tehdä asemapiirros. Uusi rakennus haluttiin samaan kohtaan kuin vanha mökki, mutta nykyisten säädösten mukaan rakennus sijaitsee liian lähellä rantaa. Rakennusvalvoja antoi kuitenkin erityisluvan rakentaa uusi rakennus entiselle paikalleen perustuen siihen, että kyseisellä paikalla oli aiemmin ollut rakennus. Vanhan rakennuksen etäisyys mitattiin rannasta ja uusi rakennus sijoitettiin samalle etäisyydelle.

Rakennuslupaprosessia nopeutti huomattavasti se, että eniten aikaa vievät lupapiirustukset saatiin suoraan tavaran toimittajalta. Rakennuksen perustusten ja asemoinnin suunnittelu mietittiin yhdessä asiakkaan kanssa paikan päällä ja niistä tehtiin kuvat sovittujen tietojen perusteella. Koska kyseessä on varsin yksinkertainen ja helppo kohde, oli lupapiirustusten tuottaminen melko nopeaa.



Kuva 1. Rakennuksen perustuskuva (Kolehmainen 2024)



Kuva 2. Rakennuksen asemapiirros (Kolehmainen 2024)

4.2 Lupapisteen käyttö

Lupapisteeseen täytettiin rakennuskohteen yleiset tiedot niin rakennettavan, että myös purettavan rakennuksen kohdalta. Rakennuslupaa haettaessa tulee Lupapisteeseen toimittaa tarvittavat suunnitelmat ja liitteet liittyen kyseiseen rakennuskohteeseen. Kyseinen kohde on tavanomainen, joten tarvittaviin suunnitelmiin kuuluivat asema-, pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirroksot. Lisäksi Lupapisteen liitteisiin on lisätty muun muassa aloitusilmoituksen katselmuksen pöytäkirja, naapurien kuulemiset sekä todistus hallintaoikeudesta. Liitteisiin voidaan myös lisätä otteita kaavoituksesta, mutta kyseinen kohde sijaitsee haja-asutusalueella, joten kaavoitusta ei ole. Hankkeen liitteisiin voidaan tarvittaessa myös listata esimerkiksi haitta-aineselvityksiä sekä kuntotarkastusselvityksiä, mutta kyseisessä kohteessa ne eivät ole tarpeen. Rakennuksesta voidaan tehdä myös tietomalli ja liittää se Lupapisteeseen, josta se on helposti löydettävissä ja tarkasteltavissa tarpeen tullen. Kyseisestä kohteesta ei kuitenkaan ole tehty tietomallia, sillä kohde on varsin pieni ja sen tekemiseen menevä aika aiheuttaisi liikaa kustannuksia sen tuottamaan hyötyyn nähden.

Hakemuksen jättäjä kutsui vastaavan työnjohtajan Lupapisteeseen, joka taas pääsi kutsumaan toisia työnjohtajia, jotka rakennusvalvonta hyväksyi. Toimin kyseisessä kohteessa työnjohtaja nimikkeellä Lupapisteessä ja pääsin näin ollen täyttämään tarkistusasiakirjaa sitä mukaa kun kohde valmistui. Lisäksi tuotin tarvittavat lupapiirroksot, jotka eivät tulleet talopakettin toimittajan puolesta.

4.3 Rakennusvaiheet

Rakennustyöt alkoivat toukokuussa 2024 asiakkaan omasta toimesta purkamisen merkeissä. Purkamiseen kulunutta aikaa on vaikea arvioida, sillä sitä tehtiin epäsäännöllisin työajoin enkä itse ollut mukana työvaiheessa. Opinnäytetyöstä päätettiin siis rajata purkutyöt pois tästä kyseisestä syystä. Uuden rakennuksen rakentaminen aloitettiin puolestaan heinäkuussa 2024 maanrakennustöillä. Aluetta piti hieman raivata, sillä uusi rakennus oli leveydeltään suurempi kuin aikaisempi hirsimökki. Rakennusalue oli suhteellisen tasainen ja perusmaa hyvin kantavaa, joten alueen tasoitus ja vanhan maa-aineksen poisto onnistui sujuvasti. Perustuksiin ja maarakennustöihin tarvittavat materiaalit oli laskettu ja tilattu etukäteen työmaalle. Suodatinkangas, salaojat, sadevesiviemäri, jätevesikaivo sekä vesijohto asennettiin paikoilleen ja päälle laitettiin uudet maa-ainekset. Rantaan vievää tietä levennettiin ja tasoitettiin samalla. Rakennuksen pohja tiivistettiin ja tasoitettiin täryttämällä, jonka jälkeen sen päälle asennettiin routaeristys. Eristys päädyttiin toteuttamaan koko rakennuksen alueelle, jonka päälle perustukset tehdään. Kyseisellä ratkaisulla rakennuksen anturat saadaan valettua tasaiselle pohjalle eikä perustukset pääse nousemaan routimisen johdosta. Lisäksi koska kohteen perustukset toteutettiin pilarianturoilla ja ne sijoituivat lähelle toisiaan, oli routaeristys helpompi toteuttaa tällä tapaa.

Anturat toteutettiin paikallavaluna ja valumuotit mitattiin ja rakennettiin laudasta. Muotit valettiin ensin puoliksi täyteen, jonka jälkeen lisättiin rauditus ja valettiin loppu muotti täyteen. Anturoihin valettiin kiinni tartuntaraudat pilariharkkoja varten, jotka mitattiin ja asennettiin paikoilleen anturoiden päälle. Pilarit tehtiin kasaamalla kolme kevytsoraharkkoa päällekkäin ja katsomalla ne oikeaan linjaan perustussuunnitelman mukaan. Kun pilarit oli saatu oikeille paikoilleen ja oikeaan korkoon täytettiin ne betonilla, jotta pilarit jäykistyvät ja tarttuvat anturoihin raudituksen kautta. Kun perustukset olivat valmiit, voitiin valumuotit purkaa ja asentaa saunan lattiakaivon viemäriputki routaeristuksen

päälle. Tämän jälkeen pohja täytettiin soralla ja samalla tehtiin rantatie loppuun levittämällä ensin suodatinkangas, jonka päälle lisättiin mursketta tasoittaen ja tiivistäen se. Kaivurin ollessa työmaalla päätettiin myös tehdä uusi kulkureitti metsän kautta rantaan, joten ojaan asennettiin rumpuputki, joka peitettiin maa-aineksella. Asiakkaan toiveena oli, että rantaan pääsisi tätä kautta traktorilla, joten kulkureittiä ei päädytty tasoittamaan, sillä maasto oli suhteellisen helppokulkuista. Maarakennustöiden lopuksi rakennuksen ympärysaluetta tiivistettiin vielä tärylevyllä, että piha-alue olisi helppokulkuista ja maanpinnan kallistukset pysyisivät oikeellisina.



Kuva 3. Anturoiden muotit tehtiin yhtenäisistä lautamuoteista (Kolehmainen 2024).

Hirsirungon kokoaminen aloitettiin 26. heinäkuuta asentamalla ensimmäinen hirsikerros perustusten päälle, jonka jälkeen huomattiin niiden olevan epätasaisesti ja keikkuvan. Harkkojen pintaa muokattiin hirsille sopiviksi, jonka jälkeen niiden väliin laitettiin eristekaistat, jotta kosteus ei pääse nousemaan kapillaarisesti perustuksia pitkin hirsiiin. Hirsikehikko katsottiin suoraan ottamalla rakennuksen ristimitat, jonka jälkeen hirsien kasaaminen voitiin varsinaisesti aloittaa. Hirret oli merkattu selkeästi toimittajan puolesta ja asennusohjeet olivat helposti ymmärrettävissä, joten rungon pystytys sujui nopeasti ja vaivattomasti. Hirsien liitoskohtiin lisättiin eristevillaa ja hirret lyötiin toisiinsa kiinni puutappeilla. Hirsien pitkissä saumoissa oli valmiina eristenauhat, joten hirsikerrosten väliin ei erikseen tarvinnut levittää eristettä, mikä nopeutti asennustyötä huomattavasti. Hirsien asennussuunnitelmaan oli merkattu kohdat, johon tulee kierretangot asennuksen lopussa, joten kohdat päätettiin merkitä paikan päällä selkeästi, ettei vahingossa kyseisiin reikiin lyödä puutappeja asennuksen yhteydessä.

Ensimmäisenä asennuspäivänä runko nousi noin puoliväliin rakennuksen korkeutta, jonka jälkeen työ alkoi hidastumaan, sillä hirsien nostaminen korkeammalle vaati enemmän voimaa ja aikaa. Ensimmäisinä kahtena päivänä asennusta toteutettiin kahden hengen voimin, mutta viimeisiin asen-

nuksiin vaadittiin kolme henkilöä hirsien suuren koon sekä korkean asennuspaikan vuoksi. Kun hirsirunko nousi tarpeeksi korkealle, kasattiin sisälle alumiinelineet, joilta asennustyöt oli helppo hoitaa. Kun kaikki hirret oli saatu paikoilleen, asennettiin kierretangot kiinnittämällä ne yläpäästä kiinnikelevyillä, jolloin alapää saatiin kiristettyä mutterin avulla. Kohteen pulpettikatosta johtuen rakennuksen päätyjen hirret ovat vinot, eikä niitä saa näin ollen kiristettyä kierretangoilla, joten ne päädyttiin kiristämään ruuveilla välttääkseen niiden rakoilun. Terrasin päädyn hirret tulivat ulokepalkkeina varsinaisen rungon yli, joten ne päätettiin tukea väliaikaisesti ennen varsinaisten pilaritolppien asennusta.



Kuva 4. Hirsirungon pystytys (Kolehmainen 2024)

Seuraavana työvaiheena oli vesikattorakenteiden teko. Työt aloitettiin asentamalla terssin päädyn pilaritolpat, jonka jälkeen aloitettiin kattopalkkien asennus. Kattopalkit olivat valmiiksi muotoon sahatuja määrämittäisiä kappaleita, joten niiden asennus oikeaan kohtaan oli helppoa ja nopeaa. Palkkijakoa jouduttiin hieman muokkaamaan alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna, sillä rakennuksen tulisijan paikkaa haluttiin siirtää tuvan toiseen päätyyn. Tulisijan kohdalle jätettiin siis suurempi väli piippua varten. Tämän lisäksi myös saunan hormille jätettiin suurempi väli varmuuden vuoksi, sillä tässä vaiheessa rakennusprosessia ei vielä tiedetty, minkä mallinen kiuas kyseiseen kohteeseen tulee, eikä näin ollen tiedetty tarkkaan hormin kokoa. Kattopalkit kiinnitettiin kulmarauodoilla hirsirunkoon ja katsottiin linjalangan avulla kaikki palkit samaan tasoon. Kun kattopalkit oli asennettu, liitettiin kattovasikat rakennuksen päätyihin. Vasikat kiinnitettiin maassa yhteen kattopalkkiin, jonka jälkeen se nostettiin yhtenäisenä elementtinä paikoilleen. Kattopalkkien väliin asennettiin myös tuulensuojariimat estääkseen ilmavirtojen pääsemisen sisätiloihin.

Itse vesikattorakenne aloitettiin levittämällä tuulensuojakangas kattopalkkien päälle. Kangas tuli ensin niiteillä kiinni, jonka jälkeen päälle asennettiin laudat kattoruoteiden tapaisesti. Asennussuunnitelmiin oli merkattu vinojäykistys kyseiseen rakennekerrokseen, joten laudoitukseen sahattiin vino laudoitukselle sopiva kohta ja kiinnitettiin ne paikoilleen. Kun rakennekerros oli valmis, asennettiin

kattopalkkien suuntaisesti tuuletusrimat, jonka päälle levitettiin aluskate. Kattovasikoiden ja -palkkien väleihin sekä päätyihin asennettiin myös rimat niin että kaikki kattorakenteet olivat samassa korossa. Kun aluskate oli levitetty, asennettiin sen päälle kiinnitysrimat, jonka päälle tehtiin ruodelaudoitus. Kattopalkkien väliin asennettiin vielä peiterimat peittämään aluskate ulkoapäin katsottuna ottaen huomioon riittävä tuuletusrako. Rakennuksen räystäät umpilaudoitettiin, sillä rakenne jäi näkyviin alhaalta päin katsottuna. Lisäksi rakennuksen päätyyn tuleva katettu terassi umpilaudoitettiin samasta syystä. Talopakettin mukana tullut lautatavara oli päätypontattua, joten umpilaudoitus sekä ruodelaudoitus tehtiin samasta materiaalista. Tämä mahdollisti varsin pienen materiaali hävikin, kun laudoitusta ei tarvinnut katkaista aina kattopalkkien kohdalla vaan niitä voitiin jatkaa mistä kohtaa vaan. Kun kattorakenne oli valmis, kiinnitettiin otsalaudat ja otettiin katon mitat ylös kattopeltien tilausta varten. Tämän jälkeen tehtiin tarjouspyyntö kattopelleistä ja peitettiin rakennus väliaikaisesti pressuilla.



Kuva 5. Kohteen vesikattorakenne (Kolehmainen 2024)

Vesikattomateriaaleja odotellessa päädyttiin aloittamaan alapohjan rakentaminen. Rakennuksen keskelle tuli pitkittäissuunnassa tuplapuut ja reunoille yksittäiset. Rakennuksen keskellä olleita harkkoja jouduttiin muokkaamaan, jotta alapohjan runko saatiin oikeaan korkoon. Tämän jälkeen asennettiin alapohjan poikkipuut tasaisella jaolla. Poikkipuupalkkien pohjiin kiinnitettiin laudat siten, että tuulensuojavillalevyt saadaan myöhemmin asennettua niiden varaan. Vaikka kyseinen rakennus on tarkoitus toteuttaa ilman sähköjä, päädyttiin siihen vetämään sähköjohdot varmuuden vuoksi, mikäli tilojen käyttäjät haluavat tulevaisuudessa sähköistää rakennuksen. Sähkötyöt olivat pieni vaiva verrattuna siihen, mitä ne olisivat olleet jälkiasennuksena, kun rakennus on valmis. Asiakas toteutti sähkösuunnitelman ja sähkötyöt omatoimisesti, joten suuria kustannuksiakaan ei syntynyt.

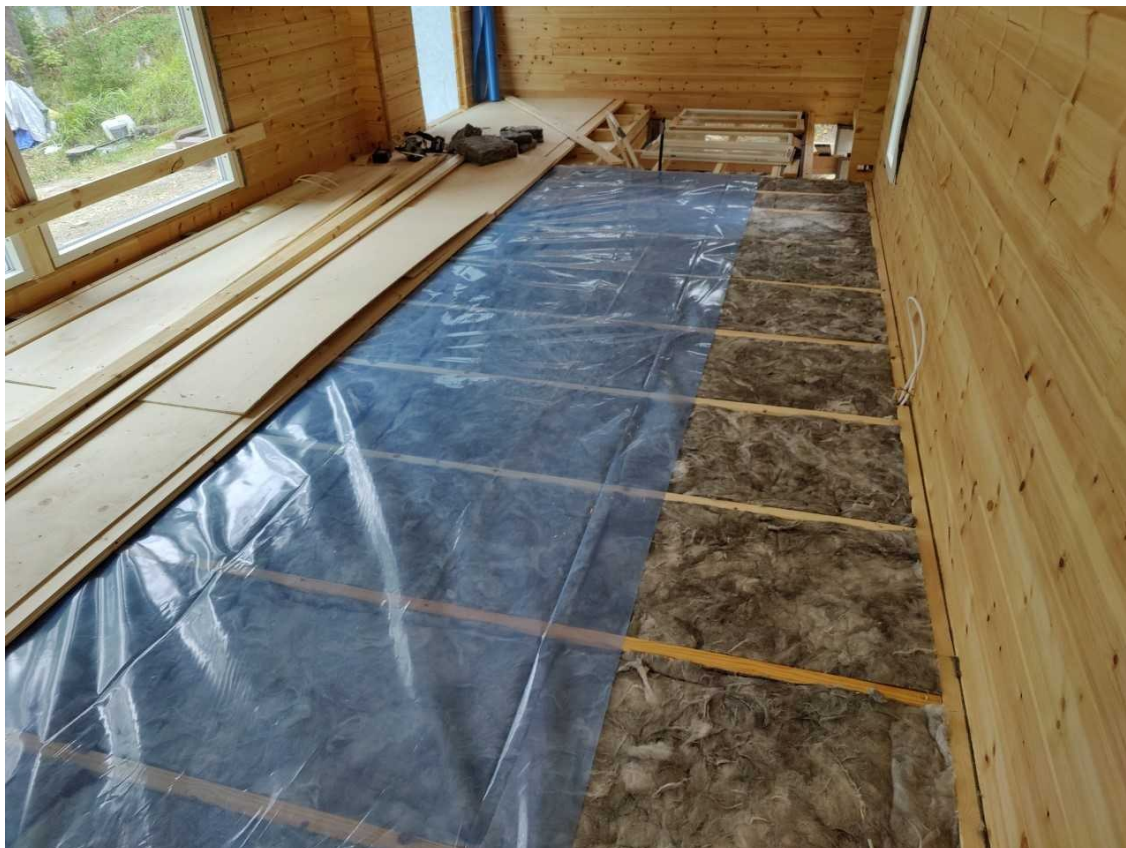
Saunan ja pukuhuoneen alapohjat jouduttiin toteuttamaan hieman eri tavalla, sillä saunan lattiakivona käytettiin lattiakourua ja kourun asennussuunta määräsi alapohjarakenteen palkkien suunnan.

Lisäksi saunan lattiaan ei tule eristettä ollenkaan, sillä lattia tehdään puusta, jolloin kosteus pääsisi eristekerrokseen. Kyseiseen lattiarakenteeseen päädyttiin siten, että rakennuksen sauna on vähäisellä käytöllä vain kesäisin ja puulattia on kustannuksiltaan varsin edullinen ratkaisu. Lattia tehdään siis höylätystä ponttilaudasta, jolloin siitä saadaan tarpeeksi tiivis, että suurin osa vedestä valuu lattiakouruun lattian kallistuksien avulla ja jäljelle jäävä kosteus pääsee kuivamaan tuulettuvan alapohjan ansiosta. Pukuhuoneen alapohjaan päädyttiin laittamaan XPS-eriste, sillä se on kosteusteknisesti parempi materiaali kuin mineraalivilla ja haluttiin varmistua siitä, ettei saunasta tuleva kosteus pääse kertymään pukuhuoneen alapohjaeristeeseen.



Kuva 6. Saunan lattiarakenne (Kolehmainen 2024)

Ennen tuvan alapohjaeristeiden asennusta päädyttiin asentamaan rakennuksen ikkunat. Tällä haluttiin ennaltaehkäistä sitä, ettei vesisade pääsisi ikkunareikien kohdalta sisälle ja näin ollen alapohjan eristeisiin. Osa ikkunoista oli varsin isoja, joten niiden asentamiseen tarvittiin kolme henkilöä. Ikkunoiden asennuksessa tuli ottaa huomioon hirsien painuminen, joten niiden yläpuolelle jätettiin rako, joka eristetään villalla uretaanin sijaan antaen näin mahdollisuuden rakennuksen painumiselle vapaasti. Kun ikkunat oli asennettu, aloitettiin alapohjan eristäminen ensin tuulensuojavillalla, jonka päälle asennettiin pehmeä mineraalivilla. Eristeiden päälle asennettiin höyrynsulkumuovi, jonka päälle tehtiin lattialaudoitus.



Kuva 7. Alapohjarakenne (Kolehmainen 2024)

Kun lattiat oli saatu laudoitettua, olivat kattopellit saapuneet työmaalle ja ne voitiin asentaa katolle. Kattopelteinä käytettiin lukkopontattua peltiä, joka oli helppo ja nopea asentaa sen muodon ansiosta, jossa jokainen pelti tulee edellisen pellin kanssa ponttiin, jolloin ne asettuvat suoraan linjaan. Peltien alaosa on taivutettu koukun muotoon, jolloin se ottaa katon reunapeltiin kiinni ja näin ne saadaan helposti asennettua oikeaan korkoon. Pellit kiinnitetään piiloon jäävästä reunasta ruuveilla kattorakenteeseen, jolloin ne pysyvät tukevasti kiinni, kun toinen reuna on pontistaan kiinni. Pellit olivat kapeita ja kevyitä, joten niiden asentamiseen vaadittiin vain kaksi henkilöä. Peltien alle asennettiin eristekaistat, jotta tuulen aiheuttamat liikkeet eivät aiheuttaisi meluhaittaa. Kun kattopellit oli asennettu, laitettiin rakennuksen loput reunapellit paikoilleen. Yläreunapeltien alle asennettiin lisäksi tuiskuriimat, jotka jäykistävät peltiä siten, etteivät pellit pääse liikkumaan tuulen vaikutuksesta. Lopuksi asennettiin kattopeltien mukana tulleet sadevesirännit ja syöksytorvet.

Seuraavana työvaiheena aloitettiin väliseinien ja yläpohjarungon teko. Pukuhuoneen ja saunan yläpohja toteutettiin tasaisena ja sitä madallettiin tuvan kattoon nähden, jossa rakennuksen pulpettikaton muoto ja huonekorkeus pysyivät alkuperäisinä. Väliseinärakenteessa tuli ottaa huomioon hirsien painuminen, joka toteutettiin korkeassa väliseinässä kulmarauodoilla, joissa oli pystysuuntainen liikkuntakisko. Pukuhuoneen ja saunan välinen matala väliseinä taas toteutettiin tekemällä yläohjauspuu kahdesta osasta siten, että puut ruuvattiin kiinni toisiinsa jättäen väliin rako, joka mahdollistaa hirsien painumisen väliseinän pysyessä paikoillaan. Tuvan ja pukuhuoneen välistä seinää päädyttiin muuttamaan alkuperäisestä suunnitelmasta lisäämällä siihen väliovi helpottaakseen liikkumista tilojen välillä.

Väliseinärunkojen jälkeen päädyttiin eristämään tuvan yläpohja. Seinien yläreunan liitoskohdat kattopalkkien välistä tiivistettiin ensin teippaamalla ilmanvuotokohdat. Tämän jälkeen asennettiin mineraalivilla naulojen varaan, jonka päälle vedettiin höyrynsulkumuovi. Muovin liitoskohdat tiivistettiin teippaamalla, jonka jälkeen kattoon asennettiin koolauspuut panelointia varten. Sisäkatto jätettiin kuitenkin vielä auki, jotta koolauksen alle voitaisiin vetää vielä viimeiset sähköjohdot.



Kuva 8. Yläpohjarakenne (Kolehmainen 2024)

Seuraavaksi ryhdyttiin tekemään rakennuksen terassia. Terassin materiaalit kuuluivat talopakettiin ja ne oli mitoitettu riittämään itse terassiin ja portaisiin. Asiakkaan toiveena tuli, että rannan puoleiselle sivulle tulisi koko rakennuksen levyiset portaat poiketen alkuperäisestä suunnitelmasta, joten materiaalit eivät riittäneet tähän ratkaisuun. Kyseisten portaiden teko päätettiin näin ollen jättää seuraavaksi kevääksi, sillä rakennuksen käyttöönottoa on suunniteltu vasta seuraavaksi kesäksi. Terassin rakentamisen yhteydessä asennettiin myös rakennuksen ulko-ovet.

Kun nämä oli tehty, aloitettiin saunan, pukuhuoneen ja väliseinien eristäminen. Yläpohja eristettiin samalla tapaa mineraalivillalla poikkeuksena alakaton asentaminen vaakatasoon ja matalammalle kuin tuvan puolella. Pukuhuoneen kattoon asennettiin höyrynsulkumuovi, kun taas saunan kattoon sekä väliseinien pinnoille levitettiin alumiinipaperi. Lopuksi päälle asennettiin paneelit. Nämä työvaiheet toteutettiin yhden hengen voimin johtuen koulun jatkumisesta, minkä takia en itse päässyt käymään töissä täyspäiväisesti. Tuvan puoleisen väliseinän panelointi piti jättää yläpäästä vajaan, että kattopaneelit saadaan asennettua.

Kattopaneelit eivät kuuluneet talopakettiin, joten alakaton pinta-ala piti mitata ja tilata tarvittavat materiaalit. Tuvan katto paneloitiin kahden hengen voimin, sillä asentaminen olisi muuten ollut varsin

hidasta. Pukuhuoneen ja saunan alakattojen pinta-alat olivat niin pieniä, että ne saatiin paneloitua yhden henkilön toimesta. Kun alakatto oli saatu valmiiksi, viimeisteltiin kesken jätetyt väliseinät. Saunassa käytettiin kosteudelle sopivaa materiaalia niin katoissa kuin väliseinissä.

Tässä vaiheessa projektia päädyttiin yhdessä asiakkaan kanssa lopettamaan työt talven ajaksi, sillä rakennuksella ei olisi käyttöä talven aikana ja se sijaitsee syrjäisellä alueella, jossa teiden auraus tulisi toteuttaa omasta toimesta, mikä aiheuttaisi ylimääräisiä kustannuksia. Jäljelle jäävät työvaiheet ovat lattioiden hiominen ja pintakäsittely, tulisijan ja kiukaan asentaminen, lauteiden rakentaminen, seinien pintakäsittely, listoitus sekä sähköjen viimeistelytyöt.

Kustannusten säästökeinot rakentamisvaiheessa

Kustannustehokkuutta tavoiteltaessa tavoitteena on pitää materiaalihukka sekä hukkaan kuluva aika mahdollisimman pienenä. Paras säästökeino on siis tehdä materiaalien määrälaskenta mahdollisimman huolellisesti. Lisäksi materiaalien valinnalla voi olla merkittävä vaikutus kustannuksiin. Esimerkkinä tästä kyseisessä rakennuksessa käytetyt päätypontatut laudat kattorakenteissa. Vaikka pontattu puutavara on kalliimpaa kuin tavallinen lautatavara, voidaan sillä tietyissä tapauksissa säästää kustannuksissa, sillä siitä syntyvä hukka on lähes olematonta. Samankaltaisissa kohteissa, joissa päätypontattualautaa käytetään esimerkiksi terrassin katoksen umpilaudoitukseen voisi olla järkevää tehdä ruodelaudoitukset samasta materiaalista, jolloin hukka % pysyy pienenä ja kattorakenteesta tulee yhtenäinen.

Toinen merkittävä säästökeino on ennakointi. Kaikkien rakennusmateriaalien määrälaskenta ei ole yhtä helppoa ja usein esimerkiksi kiinnitystarvikkeet kuten naulat ja ruuvit loppuvat kesken työn. Tästä aiheutuvat työn keskeytykset voivat olla hyvin suuria varsinkin, jos rakennetaan haja-asutusalueilla. Lisäksi tiettyjen materiaalien tilaaminen tarpeeksi ajoissa työmaalle voi säästää turhilta työn keskeytyksiltä, esimerkiksi maa-ainesten tilaaminen edellisenä päivänä, jotta työt päästään aloittamaan heti seuraavana aamuna.

Kolmantena merkittävänä säästökeinona on kommunikointi asiakkaan kanssa. Materiaalihankintoja voidaan tehdä yhteistyössä asiakkaan kanssa, joskus materiaalit voidaan hakea itse ja joskus asiakas voi tehdä hankinnat omasta puolestaan. Yhteistyö eri osapuolien välillä on suuressa roolissa pienissä rakennuskohteissa ja sujuvalla kommunikoinnilla voidaan säästyä turhilta kuluilta. Tästä esimerkkinä kyseisessä kohteessa kiinnitysruuvit olivat loppumassa, joten sovittiin asiakkaan kanssa, että he hankkivat lisää seuraavaksi päiväksi.

4.4 Rakennusaikaiset haasteet

Rakennusprojekti eteni pääosin ilman merkittäviä ongelmia, mutta sen varrella oli paljon pienempiä haasteita, jotka vaikuttivat usein aikataulun venymisen muodossa. Tämä huomattiin jo ensimmäisen päivän aikana, kun tilaamamme materiaalit perustuksille jäivät hieman vajaaksi. Koska kyseessä on pieni työmaa ja yksityinen asiakas, joka kustantaa itse materiaalinsa, haluttiin määrät laskea mahdollisimman tarkasti, jotta vältetään hukkamateriaaliilta. Vaikka osan käyttämättömistä materiaaleista voi palauttaa takaisin rautakauppaan, niiden palauttamiseen kuluva aika ja pitkä matka aiheuttavat myös lisäkuluja.

Kohteen sijainti aiheutti myös haasteita projektin aikana. Tontilla ei ollut sähköliittymää, joten työmaalle päädyttiin hankkimaan polttoainekäyttöinen aggregaatti. Ilman sähköjä työvaiheet olisivat

hidastuneet huomattavasti esimerkiksi, jos kaikki puutavara olisi pitänyt katkoa käsin tai akkukäyttöisillä työkaluilla.

Sijainti oli myös haasteellinen rakennuksen perustusten valamisen näkökulmasta. Perustuksiin kuluvan betonin määrä oli varsin pieni ja se sijaitsi kaukana betoniasemasta, joten sen tilaaminen pumpputautolla olisi tullut hyvin kalliiksi. Betoni päädyttiin siis valmistamaan kuivabetonista myllyllä paikan päällä, mutta normaalilla betonimyllyllä anturoiden valamiseen olisi kulunut erittäin pitkä aika. Koska urakoitsijan yritys on toiminut aikaisemmin maatalouden parissa, löytyi siltä omasta takaa koneistoa, jolla työvaihetta saatiin nopeutettua. Työmaalle tuotiin kaksi traktoria ja traktorin perään käyvä isompi betonimylly. Toisella koneella saatiin nostettua betonisäkki myllyn yläpuolelle, josta ne saatiin tyhjennettyä nopeasti. Tämä nopeutti työvaihetta kyseisellä työmaalla, mutta usein rakennuskohteet sijaitsevat sen verran kaukana, ettei ole järkevää lähteä kuljettamaan omaa kalustoa paikan päälle, sillä koneiden kuljetukseen yrityksellä ei ole omaa kalustoa vaan traktorit siirretään ajamalla kohteeseen.



Kuva 9. Anturoiden valu toteutettiin traktorin perään tulevalla betonimyllyllä (Kolehmainen 2024).

Saunaan haluttiin vetää vesijohto järvestä, joka aiheutti myös ongelmia työmaalla. Työmaalle tilattu vesijohto olin vääränlaista materiaalia, joka oli tarkoitettu sisäkäyttöön ja oli näin ollen erittäin jäykkää ja vaikeasti suoristettavaa. Vesijohdon vetäminen järveen olikin varsin haasteellista ja siihen tarkoitetut painot eivät riittäneet sen pohjaan painumiseen. Lopulta vesijohto kuitenkin saatiin asennettua oikein lisäämällä painoja.

Kyseisessä rakennuksessa oli myös haasteellisia kohtia maalaamisen osalta. Terassin katon maalaaminen alhaalta käsin osoittautui varsin työlääksi ja haastavaksi pensselillä, joten se päädyttiin maalaamaan ruiskulla. Vaikka ruiskumaalaus nopeutti työtä huomattavasti, oli se haasteellista joh-

tuen ahtaista väleistä kattopalkkien ja -vasikoiden välissä. Jälkikäteen mietittynä katoksen umpi-laudoituksen ja kattovasat olisi voitu maalata etukäteen ennen asennusta, mutta tämä vaatisi erittäin paljon ennakkointia ja miettimiseen sekä toteuttamiseen menevä aika saattaisi viedä loppujen lopuksi jopa enemmän aikaa. Maalaamiseen käytettävä kaluston päivittäminen parempiin laitteisiin voisi tehdä maalaustöistä sujuvampia, mutta pienessä yrityksessä kyseinen ratkaisu ei välttämättä olisi rahallisesti kannattavaa.

Talopaketin toimittajan puolesta materiaalit oli pääosin laskettu oikeellisesti, mutta usein asennus-suunnitelmissa ja -piirustuksissa oli usein pieniä virheitä ja epäkohtia. Koska toimittaja tuottaa samankaltaisia rakennuksia ympäri Suomea ovat suunnitelmat yleisesti kaikkiin samantapaisiin rakennuksiin sopivia eikä niitä ole suunniteltu tarkasti kyseistä rakennusta ajatellen. Esimerkiksi suunnitelmiin oli merkattu katettuun terassiin vinojäykistelaudat, jotka olisivat jääneet näkyviin, koska kyseistä katosta ei laudoitettu alhaaltapäin. Lisäksi terassin runkoon oli merkattu liitoskappale ulkoreunaan, jolloin se olisi jäänyt näkyviin tehden terassista epäyhden näköisen.

Hirsirungosta löytyi myös virheitä. Viimeisiä vinohirsiiä asennettaessa huomattiin, etteivät reiät sattuneet kohdakkain ja totesimme niiden olleen sahattu väärin päin kaltevaksi. Virhe saatiin onneksi kuitenkin korjattua poraamalla uusi reikä hirren läpi. Lisäksi pukuhuoneen ja saunan ikkunoiden reiät eivät täsmänneet ikkunoiden kokoon ja toista aukkoa jouduttiinkin isontamaan. Toinen ikkuna oli taas hieman väljä, mutta se saatiin silti asennettua paikoilleen.

Suunnitelmien selkeys aiheutti usein myös ongelmia työmaalla. Ne saattoivat olla vaikeasti luettavia ja osin myös ristiriidassa toimitettuihin materiaaleihin. Suurin epäkohta oli rakennuksen kattopalkkien ja otsalautojen yhteensopivuus. Leikkauskuvassa rakennuksen kaikki otsalaudat oli merkattu samankokoisiksi, mutta niitä asentaessa huomasimme kattopalkkien päätyjen olevan eri korkoiset eri päistä. Osa kattopalkeista oli siis asennettu väärinpäin ja niiden alareunat heittelivät koroissa hieman. Materiaaleja ei oltu merkattu tarkasti, mihin mikäkin osa kuuluu ja huomasimme että suunnitelmiin merkattua otsalautaa ei ollut tarpeeksi, mutta sen sijaan seasta löytyi leveämpää puutavaraa rakennuksen pituuden verran, joka täsmäsi kattopalkkien korkeampaan profiiliin. Virhe ei ole rakenteellisesti merkittävä, mutta vaikuttaa lievästi rakennuksen ulkonäköön.

Myös perustuskuvat aiheuttivat ongelmia useaan otteeseen. Rakennuksen keskimmäiset harkot piti asentaa eri korkoon lattiapalkkeja varten, mutta suunnitelmissa olleet kuvat olivat epäselviä, ja niitä pystyi tulkitsemaan monella tapaa. Tämä johti siihen, että perustuksien korkoja jouduttiin säätämään useaan otteeseen, johon kului ylimääräistä aikaa.

Yhdeksi suurimmaksi ajanhukaksi työmaalla koitui asennusruuvien loppuminen kesken työvaiheiden. Talopaketin mukana tuli muutama paketti ruuveja, mutta ne oli tarkoitettu pääosin ovien ja ikkunoiden karapuiden asennukseen. Ruuvien määrää on hyvin vaikea ennustaa ja koska kyseessä on pieni työmaa ei niitä voida tilata valtavia määriä etukäteen ja toimitus työmaalle tulisi hyvin kalliiksi. Ruuvien hankintaa pyrittiinkin ennakoimaan niin ettei niitä tarvitsisi varta vasten lähteä hakemaan ja niitä hankittiin niin urakoitsijan kuin asiakkaan puolesta, jos oli käyntiä rautakaupan läheisyydessä. Kommunikointi oli siis tärkeässä roolissa ja sen avulla saatiin säästettyä aikaa ja kuluja materiaalien hankinnassa.

Pienen yrityksen huono puoli on usein työvoiman puuttuminen ja se tuo haasteita usein raskaissa työvaiheissa. Suurin osa töistä saatiin tehtyä kahden hengen voimin, mutta esimerkiksi suurien ikkunoiden nosto vaati kolmannen henkilön apua. Kolmen hengen työvaiheet jouduttiin ennakoimaan niin, ettei niiden takia aiheutuisi aikatauluhukkaa. Pienissä rakennuskohteissa asiakkaat haluavat usein itse olla mukana seuraamassa rakennusprojektia, joten apua saa usein tarvittaessa asiakkaan puolesta. Ennakointi ja kommunikaatio korostuvat tässäkin ongelmassa.

Kesän aikana yrityksellä oli useampi rakennuskohde työn alla, joten kyseistä rakennusta ei voitu jatkaa aina pitkiä aikoja yhtäjaksoisesti. Tämä vaikeuttaa työmaan aikataulun arviointia ja on yksi syy, miksi rakennustyöt tehdään tuntityönä. Työn katkokset eivät kuitenkaan ole aina huono asia, sillä se antaa enemmän aikaa ennakoida ja suunnitella esimerkiksi materiaalihankintojen osalta. Usein materiaalihankintoja tehtiin useammalle työmaalle yhtä aikaa, jolloin säästettiin niiden hakemiseen käytetyissä kuluissa.

Yleisimpien ongelmien muistilista

Rakennusprojektin aikana huomattiin toistuvia haasteita, joita voi ilmetä myös tulevaisuuden projekteissa, joten ne päätettiin koota yhteen muistilistaan niiden havaitsemisen helpottamiseksi:

Ongelma

Materiaalit loppuvat kesken työvaiheen, josta aiheutuu työnkatkoksia ja aikataulu venyy.

Ratkaisu

Tehdään määrälaskenta huolellisemmin ja ennakoidaan tarpeeksi ajoissa, jos huomataan tavaran loppuvan kesken. Tulevaisuuden projekteissa esimerkiksi kiinnitysruuvien määrää voisi seurata työvaiheiden aikana taulukolla, jolloin saataisiin suuntaa antava määrä, miten paljon ruuveja kuluu missäkin työvaiheessa.

Ongelma

Raskaissa työvaiheissa yrityksen oma työvoima ei riitä ja tarvitaan lisää työntekijöitä.

Ratkaisu

Suunnitellaan raskaat työvaiheet etukäteen ja suoritetaan raskaat siirrot mahdollisesti samalla kertaa. Mikäli työmaalla on työkoneita tai kalustoa käytettävissä, hyödynnetään niitä nostoissa. Osassa työvaiheista asiakas voi itse osallistua mukaan, mikä on edullista niin asiakkaalle kuin myös urakoitsijalle.

Ongelma

Työmaalle hankitut materiaalit ovat suunnitelmista poikkeavat tai vääränlaiset ja niistä voi ilmetä ongelmia asennusvaiheessa. Esimerkkinä kyseisen kohteen kattopalkit, jotka oli merkattu virheellisesti leikkauspiirustukseen ja järveen asennettava vesijohto, jonka hankinnassa kävi kommunikaatiovirhe rautakaupan kanssa, mikä aiheutti haasteita asennusvaiheessa.

Ratkaisu

Kokonaisen talopakettien materiaalien tarkistaminen työmaalla olisi varsin työlästä, mutta ennen kutakin työvaihetta, siihen tarvittavat materiaalit voitaisiin tarkistaa ja varmistaa niiden oikeellisuus suunnitelmista. Mikäli materiaalit hankitaan itse tai asiakkaan kautta tulisi huolehtia, että materiaalit on merkattu tarpeeksi tarkasti ylös, jotta vältetään kommunikaatiovirheitä ja saadaan hankittua oikeat materiaalit.

Ongelma

Tiettyjen työvaiheiden suorittaminen on hidasta, sillä siihen tarvittava kalusto ei ole paras mahdollinen. Esimerkkinä kyseisen kohteen maalaustyöt.

Ratkaisu

Kaluston päivittäminen voisi olla hyvä ratkaisu, mikäli tiettyä työtä esiintyy paljon kohteessa esimerkiksi, jos rakennuksessa on paljon haasteellisia maalauskohtia, voisi ruiskumaalauskaluston päivittäminen olla varteen otettava vaihtoehto.

5 KUSTANNUSLASKENTA

5.1 Kustannuslaskennan lähtötiedot

Kustannuslaskenta toteutettiin Excel-laskupohjaan, johon materiaalien määrät saatiin laskettua kohteen pääpiirustuksista, suunnitelmista ja työmaalla tehdyistä mittauksista. Kustannuslaskennan ideana on antaa selkeä kuva niin urakoitsijalle kuin asiakkaalle, mistä kustannukset syntyvät ja miten eri toteutustavoilla niihin voidaan vaikuttaa. Tarkalla kustannusarviolla yritys voi antaa paremman kuvan tuleville asiakkailleen, miten paljon samankaltaiset rakennusprojektit tulevat kustantamaan. Laskentapohjaa voidaan käyttää tulevaisuuden projekteissa täyttämällä uudet lähtötiedot taulukkoon. Kustannuslaskennassa on otettu myös huomioon rakennustöiden työmenekit ja materiaalien hukkaprosentit. Kustannuslaskenta taulukoita tehtiin neljä, joissa verrataan eri rakenne- ja toteutustapoja sekä niiden vaikutusta kustannuksiin. Ensimmäinen taulukko toteutettiin rakennukseen käytettyjen suunnitelmien perusteella ja siitä saatiin oikea loppusumma kyseiselle rakennukselle. Tätä taulukkoa käytettiin pohjana toteutustapojen vertailussa ja sen lähtötietoja muokattiin riippuen siitä mitä rakenneosaa tutkittiin. Toteutustapojen vertailussa tutkittiin perustuksia, vesikattoa sekä talopakettiin kuuluvien materiaalien kustannuksia.

Kustannuslaskennassa käytetyt materiaalien hinnat katsottiin tavaran toimittajien sekä rautakauppojen verkkosivuilta ottaen huomioon arvonlisävero. Kyseinen laskentataulukko laskee arvonlisäveron erikseen, joten materiaalien hinnat merkattiin alv 0 %.

5.2 Kustannuslaskennan haasteet

Kustannuslaskenta onnistui pääosin ongelmitta, mutta pieniä epäkohtia ilmeni projektin edetessä. Koska kyseessä oli pieni rakennuskohde, ei kaikille rakennusvaiheille löytynyt välttämättä oikeellista työmenekkiä. Tästä suurimpana esimerkkinä oli rakennuksen hirsirungon kasaaminen. Hirsirunkotyölle ei löytynyt suoraa työmenekkiä, joten se jouduttiin laskemaan itse kyseisen työmaan toteutuman perusteella. Koska työmenekki on laskettu käyttäen vain yhtä kohdetta, ei se välttämättä anna täysin oikeellista arviota tulevaisuuden kohteita ajatellen.

Lisäksi osassa työvaiheissa, joihin ei löytynyt suoraa työmenekkiarvoa käytettiin toisen työvaiheen työmenekkiä, joka muistutti kyseistä työvaihetta. Tästä esimerkkinä terassin runkotyö, jonka työmenekkinä käytettiin alapohjarunkotyön menekkiarvoa. Kyseisen työmenekin oikeellisuutta tutkittiin vertaamalla tuloksia työn toteuttamiseen kuluneeseen aikaan ja ne täsmäsivät.

6 KUSTANNUSTEN VERTAILU

6.1 Kustannukset rakennusosittain

Kustannuslaskenta aloitettiin tekemällä toteutuneista kustannuksista laskentataulukko, jota käytettiin vertailupohjana eri toteutustapojen hintojen vertailussa. Materiaalien määrät ja hinnat tiedettiin tarkasti toteutuman perusteella, joten vertailupohjan lähtötiedot voidaan todeta oikeellisiksi. Lisäksi käytettyjä työmenekkiarvoja verrattiin toteutuneeseen työhön ja varmistettiin, ettei huomattavia eroja syntynyt.

Koko rakennusprojektin lopulliseksi hinnaksi saatiin verottomana 37 175 € ja arvonlisävero 25,5 % huomioon ottaen 46 650 €. Työkustannukset rakennushankkeessa olivat 10 660 €, materiaalikustannukset 25 020 € ja alihankinnan kustannukset (maanrakennustyöt) 480 €. Arvonlisäveron osuus taas hankkeessa oli 9 480 € ja työntekijöiden sosiaalikulut 4 390 €.

Koska kyseisen rakennuksen materiaalit tulivat pääosin yhtenä talopakettina, saatiin hankkeen loppusumma laskettua tarkasti, mutta kustannusten jakaantuminen eri rakennusosien välillä oli mahdollonta tietää tarkasti, sillä tiedossa oli vain koko paketin hinta. Alkuperäisten tietojen perusteella kustannukset voitiin siis jakaa seuraavalla tavalla:

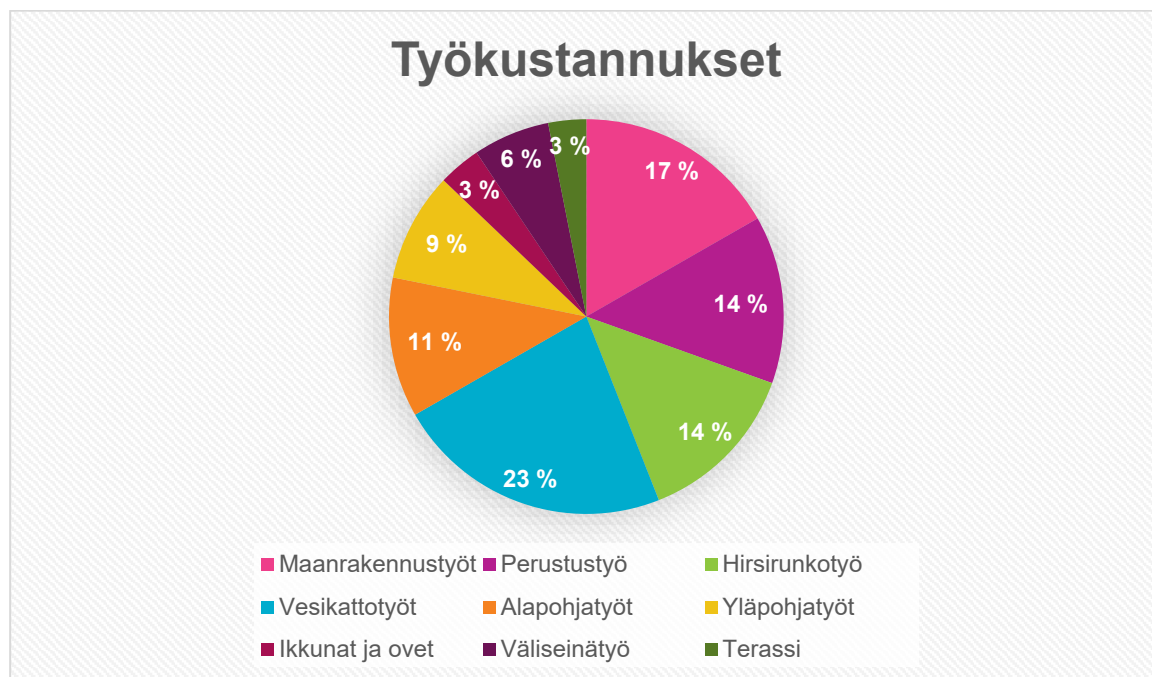
Maanrakennus 3 355 €, Perustukset 1 650 €, talopaketti töineen 24 690 € sekä kattopellit varusteineen 2 075 € (Kuva 10).



Kuva 10. Kokonaiskustannusten jakaantuminen toteutuman perusteella (Kolehmainen 2025)

Työkustannuksia pystyttiin kuitenkin vertailemaan rakennusosittain ja ne jakaantuivat seuraavasti: maanrakennustyöt 1 130 €, perustustyöt 930 €, hirsirunkotyö 915 €, vesikattotyöt 1 535 €, alapohjatyöt 775 €, yläpohjatyöt 605 €, ikkunoiden ja ovien asennus 235 €, väliseinätyöt 425 € sekä terrassin

asennustyöt 210 €. Suurimmat työkustannukset syntyivät rakennuksen vesikattotöistä (23 %), maanrakennustyöistä (17 %), perustustyöistä (14 %) sekä runkotyöstä (14 %). Maanrakennustöihin on laskettu mukaan myös alihankintana toteutettu kaivuutyö (Kuva 11).



Kuva 11. Työkustannusten jakautuminen toteutuman perusteella (Kolehmainen 2025)

6.2 Toteutustapojen vertailu

Opinnäytetyössä tutkittiin kolmea eri toteutustapaa, jotka olivat perustusten toteuttaminen valmiina elementteinä, talo-osien toteuttaminen erillisenä puutavarana talopakettiin sijaan sekä vesikaton toteuttaminen kermikatteella.

Elementti perustukset valittiin vertailun kohteeksi tilaajan toiveesta, sillä haluttiin selvittää, onko kustannustehokkaampaa valita kalliimpi materiaali ja säästää näin työkustannuksissa vai toteuttaa perustukset paikallaanvaluna, jolloin materiaalit tulevat halvemmaksi, mutta työkustannukset ovat suuremmat. Yrityksessä ei ole aikaisemmin käytetty valmiita pilariperustuksia, mikä oli myös yksi syy vertailun kohteelle.

Koska talopakettien materiaalien kustannusten jakaantumisesta oli vaikea arvioida, haluttiin yhdeksi tutkimuksen kohteeksi ottaa kustannusten vertailu, jossa talopakettiin kuuluvat materiaalit olisi tilattu kaikki erikseen. Tarkoituksena oli saada parempi kuva siitä, miten kustannukset jakaantuvat tarkemmin eri rakennusvaiheiden välillä ja näin ollen yritys voi antaa asiakkailleen tarkempia hinta-arvioita tulevaisuudessa eri työvaiheille.

Kolmanneksi vertailukohteeksi valittiin vesikaton materiaalin vaikutus kustannuksiin. Vesikaton materiaalin vaihtaminen olisi vaikuttanut kohteen kattorakenteeseen merkittävästi, joten haluttiin tutkia olisiko kermikate peltikattoa kustannustehokkaampi ratkaisu.

6.2.1 Perustukset

Perustusten vertailussa käytettiin valmiita elementtiperustuksia, missä antura ja kevytsoraharkkopi-lari oli korvattu yhtenäisellä betonisella perustus kokonaisuudella. Kyseisten elementtien asennuk-sen työvaiheisiin kuului vain perustusten paikalleen mittaussäätö ja siirtotyö. Perustusten korko säädet-täisiin niiden päihin tulevilla palkkikengillä, joita säädetään kierretangon avulla.

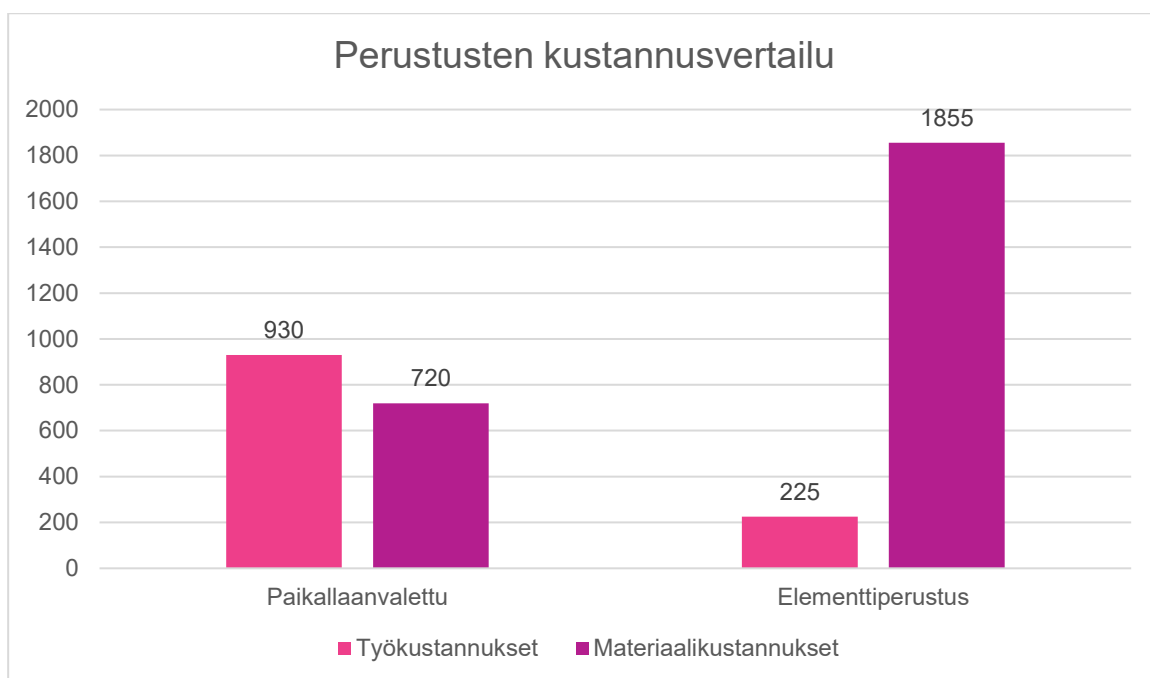
Kyseinen toteutustapa nopeuttaa huomattavasti työhön kuluva-aikaa, mutta materiaaleihin menevät kustannukset ovat erittäin korkeat. Paikallaanvaluna toteutettuna perustusten työkuluihin kuuluu yh-teensä 930 € kun taas valmiiden elementtien asennuskulut ovat vain 225 €. Työkustannusten määrä perustusvaiheessa pienenee jopa 10 %, mikä on huomattava ero, kun kyseessä on pieni rakennus-kohde (Kuva 12).



Kuva 12. Työkustannukset elementtiperustuksilla (Kolehmainen 2025)

Materiaalikustannukset kyseisellä toteutustavalla ovat kuitenkin monikertaiset verrattuna paikalla-vallettuihin perustuksiin. Elementtiperustukset materiaalina maksavat jopa 1 135 € enemmän ja kysei-sen toteutustavan kokonaiskustannukset tulevat loppujen lopuksi kalliimmaksi, vaikka työkustannuk-sissa säästetäänkin huomattavasti. Pelkästään elementteihin kuluville kustannuksilla voidaan kattaa paikallaanvalettujen perustusten materiaalit ja siihen kuluva työ (Kuva 13).

Kyseinen elementtiperustustapa voisi olla tehokas vaihtoehto, mikäli halutaan aikataulullisesti no-peuttaa rakennusprojektin etenemistä, mutta yleisesti samankaltaisissa rakennuskohteissa ei ole niin kireä aikataulu ja kustannukset halutaan pitää mahdollisimman alhaisina. Elementtien asennus on nopeaa, mutta se ei ole kustannustehokasta materiaalien hintojen puolesta. Lisäksi perustusele-mentit painavat paljon ja niiden siirtämiseen saattaa tarvita koneellista kalustoa, mistä taas syntyy lisäkustannuksia.



Kuva 13. Perustusten toteutustapojen kustannusten vertailu (Kolehmainen 2025)

Hankkeen kokonaiskustannukset arvonlisävero huomioituna olisivat 47 280 €, mikä on noin 630 € kalliimpi verrattuna nykyiseen toteutustapaan. Ero ei ole valtava, mutta pienissä rakennuskohteissa pienilläkin säästöillä on merkitystä. Perustusten toteutustavan valinta voi vaihdella kohteesta riippuen ja elementtiperustus vaihtoehto voisi olla varteen otettava vaihtoehto esimerkiksi, jos kohde sijaitsee syrjässä ja betonin toimitus tai paikan päällä valmistus tuottaisi ongelmia. Kyseisessä kohteessa paikallaanvalu saatiin suoritettua hankalasta sijainnista huolimatta ja uskon sen olleen kustannustehokkain ratkaisu perustuksille.

6.2.2 Talo-osat eriteltynä

Yhtenä tutkimuksen kohteena oli tutkia, onko kustannustehokkaampaa tilata talo-osat yhtenä talopakettina vai kaikki materiaalit eriteltynä. Samalla haluttiin havainnollistaa materiaalien kustannusten jakaantuminen eri rakennusosien välillä. Kyseinen kustannuslaskentataulukko toteutettiin nykyisten suunnitelmien pohjalta ja materiaaleille etsittiin rautakauppojen sekä tavarantoimittajien verkkosivuilta.

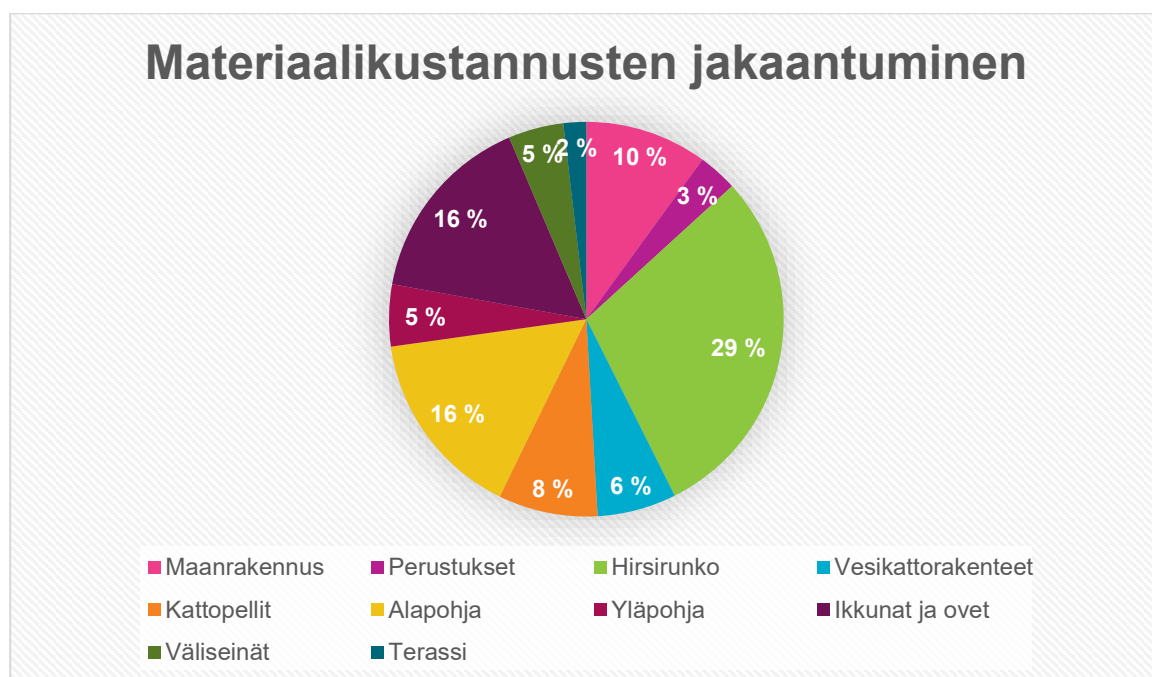
Talopaketti on asiakkaan näkökulmasta helppo vaihtoehto, sillä siinä suurin osa suunnittelusta on toteutettu tavarantoimittajan puolesta ja kaikki materiaalit on mitoitettu ja tilattu tarkasti kohteeseen sopivaksi. Kyseinen vaihtoehto on toimiva, mutta sillä on myös huonot puolensa. Tavarantoimittajan puolesta annetut suunnitelmat ovat usein suunniteltu sopimaan yleisesti useampaan saman talomallin kohteeseen ja näin ollen suunnitelmissa voi esiintyä lieviä puutteita ja ne voivat poiketa todellisuudesta. Esimerkkinä tästä kyseisessä kohteessa tulisijan paikka muuttui rakentamisen aikana, mikä vaikutti kattopalkkijakoon. Lisäksi kyseinen muutos vaikuttaa kohteen julkisivupiirustuksiin, joten niitä tulee muokata ennen kohteen lopputarkastusta. Muutokset ovat usein kuitenkin pieniä eikä niistä aiheudu merkittäviä lisäkustannuksia.

Kustannusten vertailussa kävi ilmi, että talo-osat erikseen tilattuna materiaalikustannuksissa säästäisi noin 2 800 € verottomana, mikä merkittävä säästö pienessä rakennuskohteessa. Työkustannuksissa ei ollut merkittävää muutosta alkuperäiseen taulukkoon verrattuna. Arvonlisävero huomioidettuna rakennushankkeen kokonaiskustannukset olisivat 42 750 €, joka on 3 900 € halvempi talopakettiin verrattuna.

Kustannustehokkuuden näkökulmasta on kuitenkin pohdittava talopakettia kokonaisuutena. Suurin osa rakennuslupaa varten tarvittavista lupapiirustuksista tulee talopakettiin mukana, mikä nopeuttaa rakennuslupaprosessia, että myös säästää mahdollisesti niihin kuluviin kuluissa. Asiakkaan näkökulmasta talopaketti voi olla huoleton ratkaisu rakennushankkeeseen ryhdyttäessä ja asiakas saa suoraan hinnan, mitä talo tulee maksamaan, mutta se ei kuitenkaan kerro mistä paketin kustannukset koostuvat ja miten ne jakaantuvat eri tuotteiden välillä. Kyseisen kustannuslaskentataulukon pohjalta saatiin tulos, miten materiaalikustannukset jakaantuvat eri rakenneosien välillä ja se auttaa havainnollistamaan, mistä rakennushankkeen kustannukset oikeasti syntyvät (Kuva 14).

Talo-osien tilaamisella erikseen voidaan säästää huomattavasti, mutta on myös huomioitava hirsirunkojen hintojen ja saatavuuden vaihtelu. Hirsirunkojen hinnat vaihtelevat kohteen mukaan ja näin ollen niiden tarkkaa hintaa on vaikea laskea. Kyseisessä kustannuslaskentataulukossa hirsirungon hinta on saatu vertailemalla useampaa saman kokoista rakennusta ja käyttämällä niiden hintojen keskiarvoa.

Usein hirsivalmistajat tarjoavat myös suunnittelupalveluita, joten yksi vaihtoehto voisi olla hyödyntää tätä vaihtoehtoa. Tässä tutkimuksessa kyseistä ratkaisua ei kuitenkaan oteta huomioon, sillä valmistajien suunnittelupalveluiden hintoja ei ole saatavilla, sillä ne vaihtelevat kohteiden mukaan.



Kuva 14. Materiaalikustannusten jakaantuminen rakenneosien välillä (Kolehmainen 2025)

6.2.3 Vesikatto kermikatteella

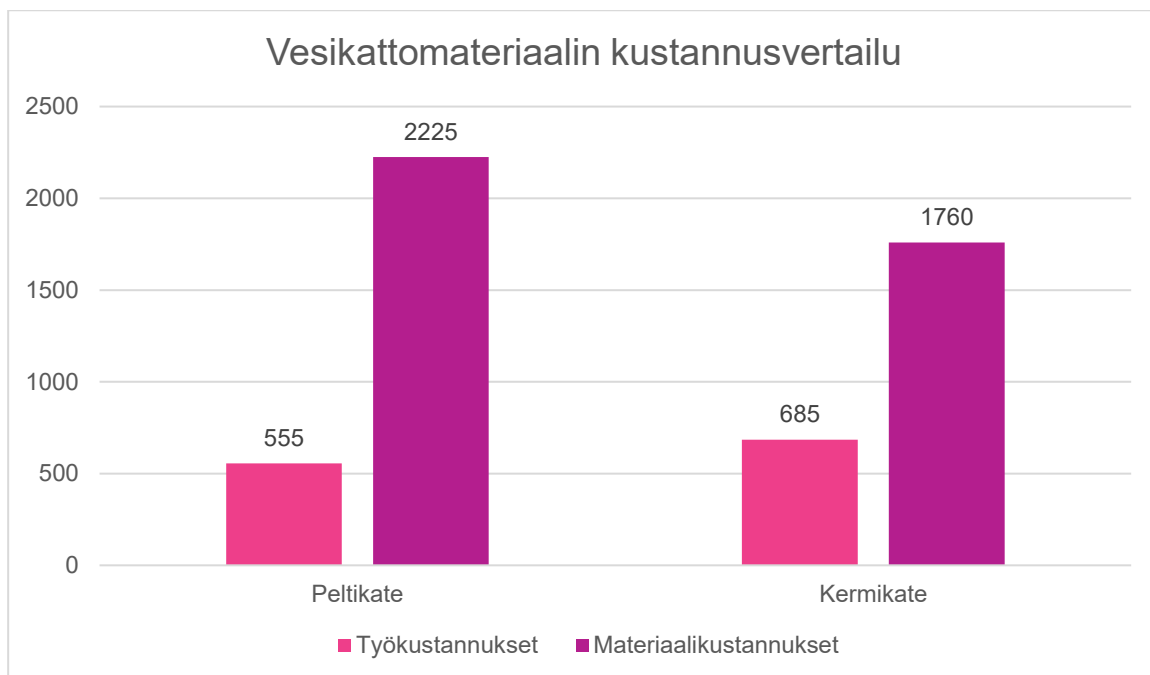
Viimeisenä vertailun kohteena tutkimuksessa oli vesikaton pintamateriaalin vaikutus kohteen kustannuksiin. Vertailun materiaaliksi päätyi bitumikermi kattolaatta, sillä se vaikuttaisi samalla myös laajemmin vesikattorakenteisiin. Kermikatteen johdosta koko katto tulisi umpilaudoittaa ja aluskaterrakenne jätettäisiin kokonaan tekemättä. Kyseinen kattorakenne haluttiin ottaa vertailun kohteeksi, sillä nykyinen vesikattorakenne oli varsin monimutkainen ja haluttiin tutkia, olisiko yksinkertaisempi vaihtoehto tehokkaampi toteuttaa.

Kustannuslaskentaa suorittaessa ilmeni kuitenkin yksi merkittävä ongelma. Nykyisten suunnitelmien pohjalta rakennuksen kattokaltevuus olisi liian loiva, sillä kyseisen kermikatteen asennuksen minimi kattokaltevuus on 1:5 ja rakennuksen tämänhetkinen jopa 1:7,85. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennuksen toista päätyä tulisi korottaa, jolloin katon kaltevuus muuttuu luonnollisesti jyrkemmäksi. Kyseinen muutos toisi noin 5 m² lisää hirsirunkoon, joka toisi rungolle lisähintaa arviolta noin 420 €.

Kustannusten vertailussa kävi myös ilmi, että umpilaudoituksen materiaalikustannukset olivat huomattavasti suuremmat nykyiseen kattorakenteeseen verrattuna. Umpilaudoitusmateriaalit tulisivat kustantamaan jopa 725 € kun taas nykyiset materiaalit vain 415 €. Pintamateriaalina kermikate oli kuitenkin halvempi verrattuna peltiin ja hintaa kattovarusteet mukaan lukien tuli vain 1 035 € kun taas peltikate kattovarusteineen oli noin 1 810 €. Työkustannukset huomioon ottaen kermikate tulisi hieman halvemmaksi, jos katon kaltevuutta ei tarvitsisi muuttaa (Kuva 15).

Kermikatteen asennus kaikki työvaiheet huomioiden olisi kuitenkin hitaampaa ja siitä syntyvät työkustannukset huomioon ottaen tulisi lopulta kalliimmaksi. Arvonlisävero mukaan lukien hankkeen kokonaiskustannukset olisivat 47 415 €, mikä on 765 € kalliimpi verrattuna alkuperäiseen toteutustapaan.

Kyseisessä kohteessa vesikatteen pintamateriaalin muuttaminen kermikatteeseen ei olisi ollut kustannustehokasta, mutta jos rakennus olisi alun perin suunniteltu sitä varten eivät kustannuserot välttämättä olisi niin suuret. Kermikatteen valinta pienissä kohteissa voi olla kustannustehokas vaihtoehto, mutta mitä isommaksi katon pinta-ala kasvaa, sitä epäedullisemmäksi kyseinen vaihtoehto muuttuu. Katon pintamateriaalin valintaan voi vaikuttaa esimerkiksi ympäröivien rakennusten kattomateriaalit tai asiakkaan omat mielipiteet, joten usein toteutustavan valintaa ei tehdä kustannustehokkainta vaihtoehtoa ajatellen. Toteutustapojen väliset kustannuserot ovat kuitenkin varsin pienet, joten kustannustehokkuuden näkökulmasta molemmat toteutustavat ovat kelvollisia.



Kuva 15. Vesikattomateriaalien kustannusvertailu (Kolehmainen 2025)

6.3 Aikataulu

Tutkimuksessa haluttiin myös vertailla eri toteutustapojen vaikutusta projektin aikatauluun. Ensiksi luotiin yleisaikataulu koko hankkeen kestosta, jonka jälkeen vertailtiin vaihtoehtoisten perustusten sekä kattorakenteiden vaikutusta aikatauluun. Aikataulun laatimisella haluttiin myös havainnollistaa rakennushankkeen kestoa yleisesti. Aikataulut toteutettiin Tocoman Aikataulu-ohjelmalla.

6.3.1 Yleisaikataulu

Kohteen yleisaikataulu laadittiin alkuperäisen kustannuslaskentapohjan avulla käyttäen aikaisemmin laskettuja määriä ja T4 työmenekkejä. Rakennustöitä kyseisellä työmaalla ei toteutettu kesän aikana yhtäjaksoisesti, joten aikataulun myötä haluttiin havainnollistaa työvaiheiden kestoa. Samalla yritys voi hyödyntää kyseistä aikataulua tulevaisuuden projektien ajallisen suunnittelun arvioinnissa.

Projektin kestoksi saatiin noin 23 työvuoroa, mikä vastaa vapaapäivät mukaan laskettuna noin yhtä kuukautta. Aikataulun alkupäivämäärä oli 11.07.2024 ja lopetus 12.08.2024. Koska rakennustöitä ei suoritettu yhtäjaksoisesti, ei aikataulua voitu suoraan verrata todelliseen kestoan, mutta käytettyihin työtunteihin verrattuna yleisaikataulu antoi melko oikeellisen lopputuloksen.

Työhön käytetty aika jakaantui eri työvaiheiden välille seuraavasti: piha-alueiden työt 0,2 päivää, rakennuksen maanrakennustyöt 3,6 päivää, perustustyöt 2,2 päivää, runkotyöt 3,8 päivää, vesikattotyöt 5,2 päivää, alapohjatyöt 3,3 päivää, yläpohjatyöt 1,9 päivää, sisätyöt 2,3 päivää sekä terassityöt 0,7 päivää (liite 5).

Aikataulu vaikuttaa yleisesti oikeelliselta, mutta perustusten osalta pientä eroa voi syntyä betonin kuivuminen huomioon ottaen. Kyseisessä sekä samankaltaisissa kohteissa perustusten koko on varsin pieni ja valutöitä ei aina voida ajoittaa niin, että ne sijoittuisivat työvuoron loppuun, jolloin ne pääsevät vapaasti kovettumaan yön aikana. Valutyöt voivat ajoittua työvuoron alkuun eikä töitä päästä

välttämättä jatkamaan ennen kuin betoni on kuivunut. Tämä voi johtaa siihen, että työpäivä jää vajaaksi ja aikataulu näin ollen venyy. Aikataululliset erot ovat kuitenkin varsin pienet, joten niiden vaikutus hankkeen kokonaiskestoön eivät ole merkittäviä.

6.3.2 Eri toteutustapojen aikatauluvertailu

Kohteen yleisaikataulun lisäksi laadittiin vielä kaksi aikataulua eri toteutustapojen vertailun välille. Aikataulut tehtiin elementtiperustus- sekä kermikate toteutustavoille. Talo-osat eriteltyinä olisi antanut käytännössä saman tuloksen kuin alkuperäinen yleisaikataulu, joten kyseisestä toteutustavasta ei tehty erillistä aikataulua.

Oletuksena ennen tutkimuksen aloittamista oli, että valmiit elementtiperustukset nopeuttaisivat aikataulua, mutta ei osattu arvioida kuinka paljon. Alkuperäisessä aikataulussa perustustöihin kuluva aika oli noin 2,2 päivää, mutta elementtiperustuksilla kyseinen työvaihe veisi vain 0,7 päivää. Aikataulu ero on huomattava ja kyseinen toteutustapa voisi olla varteen otettava vaihtoehto kiireisissä projekteissa. Lisäksi aikataulusuunnittelussa elementtiperustukset antaisivat varmemman arvion verrattuna paikallaanvalettuihin perustuksiin, sillä betonin kuivumista ei tarvitse ottaa huomioon ja töitä päästään jatkamaan heti perustusten asennuksen jälkeen. Täyttä varmuutta aikataulun oikeellisuudesta ei kuitenkaan ole, sillä suoraa työmenekkiä kyseisille perustuksille ei ollut, vaan se laskettiin vertailemalla työvaihetta samankaltaisiin rakennus- ja nostotöihin (liite 6).

Kermikate rakennetyypille oletuksena ennen tutkimusta oli sen viivästyttävän aikataulua pienissä määrin lähinnä umpilaudoitustyön hitauden vuoksi. Aikatauluvertailussa erot olivat erittäin pienet ja hankkeen kokonaiskesto kermikatteella lisäisi vain noin 0,3 työpäivää. Runkotyöhön kuluva lisätyö kyseisessä ratkaisussa on varsin pieni eikä vaikuta merkittävästi hankkeen kestoön. Alkuperäisen vesikattorakenteen kestoksi saatiin noin 1 päivä kun taas saman alueen umpilaudoituksen kestoksi 1,8 päivää. Kattopeltien asennuksen kestoksi taas saatiin noin 1 päivä ja kermikatteen asennuksen kestoksi vain noin 0,5 päivää. Kokonaisuudessaan aikataulutulokset ovat lähes samat, vaikka oletuksena olikin umpilaudoitustyön vievän paljon aikaa. Bitumikermi kattolaattojen asennus voi todellisuudessa poiketa aikataulusta, sillä suoraa vertailukohdetta työmenekille ei löytynyt, mutta työvaihe pienessä kohteessa ei vaikuta merkittävästi aikatauluun. Kermikatteen tyyppin vaihtamisella rullattavaan tiivissaumakatteeseen voidaan säästää ajallisesti, sillä se on nopeampi asentaa, sekä se soveltuu loivemmille katoille. Kyseinen ratkaisu ei kuitenkaan ole välttämättä ulkonäöllisesti paras ratkaisu, kun kyseessä on loma-asuntokohde (liite 7).

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön päätavoitteena oli tuottaa kustannuslaskentataulukot sekä yleisaikataulut niin toteutuneesta kuin myös vaihtoehtoisista toteutustavoista ja tehdä vertailua niiden välillä. Mielestäni tavoite täyttyi ja saadut tulokset auttavat ymmärtämään eri toteutustapojen vaikutuksia kustannuksiin ja aikatauluun. Toteutuneen rakennuksen kustannuslaskentataulukkoa vertaamalla todellisiin kustannuksiin voidaan todeta tiedon olevan suhteellisen oikeellista, vaikkakin kohde on vielä hieman kesken. Sama voidaan todeta toteutuneen rakennuksen yleisaikataulusta. Vaihtoehtoisten kustannuslaskentataulukoiden ja aikataulujen täsmällistä oikeellisuutta ei voida tietää, sillä kaikille työvaiheille ei löytynyt suoraa työmenekkiä, eikä kaikille materiaaleille konkreettista hintaa. Tuloksia voidaan kuitenkin pitää suuntaa antavina, sillä työmenekkejä on verrattu samankaltaisten työvaiheiden työmenekkeihin ja materiaaleja eri valmistajien välillä.

Kustannuslaskennassa tutkimuksessa saatiin ulos konkreettista tietoa eri toteutustapojen välisistä kustannuseroista, joita yritys voi hyödyntää tulevaisuuden projekteja arvioidessa. Vaikka kustannusten väliset erot olivat suhteellisen pienet, saatiin silti hyödyllistä tietoa eri toteutustapojen työ- ja materiaalikustannuksista. Toteutustapojen valintaan vaikuttaa moni asia, kuten kohteen koko, aikataulu, budjetti ja asiakkaan toiveet. Mielestäni tutkimuksessa käytiin hyvin läpi eri ratkaisuja, jotka käyvät eri tilanteissa eri kohteisiin. Vaikka kustannusten vertailusta ei saatu ulos yhtä ja oikeaa kustannustehokkainta ratkaisua, mielestäni saatu tieto on tärkeää ja sitä voidaan hyödyntää tulevaisuudessa.

Aikatauluvertailussa saatiin myös hyödyllistä tietoa eri toteutustapojen kestosta. Elementtiperustuksista yrityksellä ei ollut aikaisempaa työkokemusta, joten aikataulun tekeminen auttoi hahmottamaan niistä syntyvän aikataulu hyödyn. Vaikka yrityksessä ei yleensä tehdä yhden työmaan töitä yhtäjaksoisesti, auttaa yleisaikataulu ymmärtämään rakennushankkeen keston sekä ajan jakaantumisen eri työvaiheiden välillä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli myös pohtia yrityksen toimintaa yleisesti kustannustehokkuuden näkökulmasta ja miettiä, miten sitä voitaisiin kehittää. Mielestäni yleisimmät ongelmat kuten materiaalien loppuminen, työn katkokset ja työvoiman puute voidaan ratkaista huolellisella suunnittelulla ja ennakkoinnilla sekä kommunikoinnilla asiakkaan kanssa. Kaikkia ongelmia ei kuitenkaan voida ennakoida ja usein ongelmat ilmenevät vasta rakennusvaiheessa, jolloin ratkaisu tulee keksiä paikan päällä ja ratkaisua tulee soveltaa kohteen mukaan. Kustannustehokkuuteen vaikuttaa erittäin moni asia eikä kaikkia ongelmia voida välttämättä edes tunnistaa ennen kuin haitta ilmenee työn yhteydessä.

8 POHDINTA

Opinnäytetyöprosessi aloitettiin kesällä 2024, jolloin rakennustyömaa aloitettiin ja sen oli määrä valmistua kevään 2025 aikana, joten tavoitteeseen on päästy. Vaikka tutkimuksen kohteena ollut rakennustyömaata ei saatukaan päätökseen, mielestäni opinnäytetyön sisältö ja toteutus onnistuivat molemmat hyvin. Mielestäni tutkimuksen sisältö oli sopivan laaja ja uskon sen kehittäneen kustannuslaskentataitojani ammatillisesta näkökulmasta. Lisäksi yleinen käsitykseni kustannusten syntyisestä ja jakaantumisesta eri työvaiheiden ja rakenteiden välille on kehittynyt prosessin aikana. Tunnen myös raportointitaitojeni kehittyneen opinnäytetyön teon parissa.

Täyttä oikeellisuutta tuloksista ei voida taata, sillä se vaatisi kaikkien toteutustapojen oikean toteuttamisen, mutta uskon silti niiden olevan varsin lähellä todellista arvoa. Tutkimuksen kehittämis- tai jatkotutkimuskohde voisi siis olla useamman mökkirakentamiskohteen kustannusten vertailu, joissa käytetään eri rakennusvaihtoehtoja ja verrataan niitä keskenään. Kyseinen tapa voi olla haasteellinen toteuttaa pienessä rakennusyrityksessä ja se vaatisi pitkän aikavälin, mutta sillä saataisiin laajempi kuva mökkirakentamisen kustannustehokkuudesta. Toinen kehittämisidea tutkimukselle olisi voinut olla kiinnitysruuvien ja -naulojen määrien kartoittaminen. Vaikka kulutusmateriaalien laskeminen voi olla haasteellista, olisi suuntaa antava määrä yksi keino ennakoita ruuvien ja naulojen loppumista, mikä taas tehostaisi työn tehokkuutta.

Teoriaosuutta tehdessäni pääsin perehtymään paremmin muun muassa kustannuslaskennassa hyödynnettyjen työmenekkien syntymiseen ja niiden luotettavuuteen. Tunnen että koulussa asiat on käyty vain pintapuolisesti ja pääsin kunnolla syventymään aiheeseen vasta opinnäytetyön yhteydessä. Mielestäni tämä oli kuitenkin hyvä asia, sillä aiheeseen perehtymiseen sai käytettyä enemmän aikaa ja näin siitä sai enemmän irti. Myös mielenkiintoni kustannuslaskentaa kohtaan kasvoi projektin aikana, kun rakennustöiden edetessä saatiin seurattua kustannusten todellista toteutumista.

Rakennushankkeen mukana oleminen sen alusta asti auttoi myös hahmottamaan sen eri vaiheet ja mitä kaikkea tulee ottaa huomioon siihen ryhdyttäessä. Lupapiirustusten teko ja Lupapisteen käyttö projektin aikana kehittivät ammatillisia taitojani huomattavasti ja toivat samalla varmuutta omaan tekemiseen. Myös työvaiheiden näkeminen paikan päällä auttoi havainnollistamaan niistä syntyviä ongelmia ja epäkohtia.

Itse opinnäytetyön raportointiosuuden aloittaminen tuotti hieman haasteita, mutta mitä pidemmälle raportissa edettiin, sitä enemmän motivaatiota tuntui tulevan. Alussa luulin aiheen olevan liian suppea, mutta lopulta yllätyin jopa, miten laajaksi aihe lopulta muotoutui. Olen siis tyytyväinen tuotoksiini ja tunnen opinnäytetyön onnistuneen hyvin.

LÄHTEET

Lupapiste. <https://www.lupapiste.fi/>. Viitattu 10.4.2025

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19990132#Pidm46263582105408>. Viitattu 26.2.2025.

RT 10-11226 Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennussäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 20.2.2025.

RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennussäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 20.2.2025.

Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennussäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 27.2.2025.

Ratu KI-6033 Rakennushankkeen kustannushallinta 2018. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennussäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 27.2.2025.

Ratu KI-6035 Rakennustöiden menekit 2020. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennussäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 5.3.2025

Ratu KI-6036 Aikataulukirja 2024. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennussäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 28.2.2025

LIITE 5 YLEISAIKATAULU

Rakennusvesku tmi

Opinnäytetyö Juho Kolehmäinen

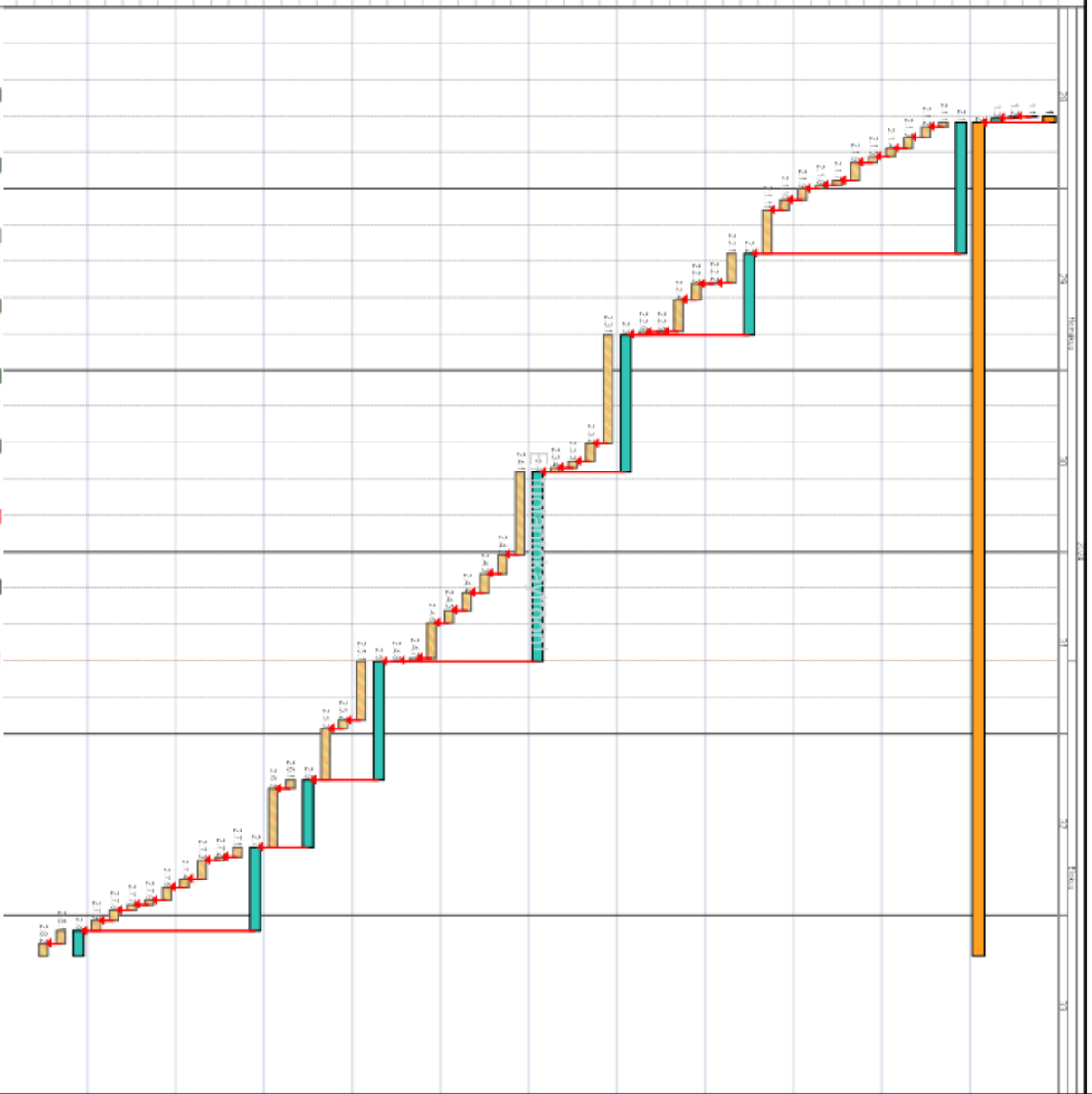
Aikataulu

Hier	Nimi	Määrä	Yks.	Riippuvuus	Työvoima (m ² /h)	Tuotanto (m ² /h)	Kesto	Alku
1-1.1	Pintaalut	6,00 m ²	KK		0,030	400	0,2 pv	11.07.24
2-1.1	Pintamateriaalin asennus	6,00 m ²	R-M		0,025	1,500	0,04 pv	11.07.24
3-1.2	Suodattamateriaalin asennus	12,00 m ²	KK		0,032	98	0,1 pv	11.07.24
4-1.3	Talvit. pölysuojus						23,0 pv	11.07.24
5-2	T-sio							
6-2.1	Muuraus	4000 m ²	KK		0,200	400	3,6 pv	11.07.24
7-2.1.1	Perustusten muuraus	3600 m ²	R-M		0,130	120	0,3 pv	11.07.24
8-2.1.2	Sävelien muuraus	2400 m ²	R-M		0,200	80	0,3 pv	11.07.24
9-2.1.3	Sävelienkannen muuraus	1800 m ²	R-M		0,200	80	0,2 pv	11.07.24
10-2.1.4	Yläkannen muuraus	1000 m ²	R-M		1,300	6	0,2 pv	12.07.24
11-2.1.5	Sävelien muuraus	4000 m ²	R-M		0,200	80	0,5 pv	12.07.24
12-2.1.6	Yläkannen muuraus	3000 m ²	R-M		0,240	24	0,1 pv	12.07.24
13-2.1.7	Perustusten muuraus	100,00 m ²	R-M		0,005	1,000	0,1 pv	12.07.24
14-2.1.8	Sävelienkannen muuraus	2000 m ²	KK		0,080	80	0,3 pv	15.07.24
15-2.1.9	Perustusten muuraus	3000 m ²	KK		0,075	107	0,3 pv	15.07.24
16-2.1.10	Perustusten muuraus	100,00 m ²	KK		0,064	125	1,2 pv	15.07.24
17-2.1.11	Talvit. suojus							
18-2.2	Perustukset	15,60 m ²	R-M		0,830	18	0,8 pv	15.07.24
19-2.2.1	Muuraus	0,04 m ²	R-M		0,200	2	0,0 pv	17.07.24
20-2.2.2	Maalaus	1,00 m ²	R-M		6,400	2	0,4 pv	17.07.24
21-2.2.3	Eritys	21,60 m ²	R-M		0,900	25	0,8 pv	18.07.24
22-2.2.4	Kuivatuskalkkila	0,02 m ²	R-M		9,000	2	0,0 pv	18.07.24
23-2.2.5	Eritys	0,10 m ²	R-M		6,400	2	0,1 pv	18.07.24
24-2.2.6	Eritys							
25-2.3	Ruutu	100,00 m ²	R-M		0,480	30	3,0 pv	19.07.24
26-2.3.1	Ruutu	6,00 m ²	R-M		1,310	12	0,5 pv	24.07.24
27-2.3.2	Ulkoväli	2,00 m ²	R-M		1,370	12	0,2 pv	24.07.24
28-2.3.3	Ulkoväli	2,00 m ²	R-M		0,260	17	0,1 pv	24.07.24
29-2.3.4	Ulkoväli							
30-2.4	Väliseinät	70,00 m ²	R-M		0,520	31	2,5 pv	24.07.24
31-2.4.1	Käytävien väliseinät	70,00 m ²	R-M		0,120	133	0,5 pv	28.07.24
32-2.4.2	Ohimeno- ja väliseinät	15,20 m ²	R-M		0,480	30	0,5 pv	30.07.24
33-2.4.3	Toukka väliseinien muuraus	14,00 m ²	R-M		0,400	40	0,3 pv	30.07.24
34-2.4.4	Käytävien väliseinät	12,00 m ²	R-M		0,100	160	0,1 pv	31.07.24
35-2.4.5	Sävelien väliseinät	3,00 m ²	R-M		0,110	145	0,3 pv	31.07.24
36-2.4.6	Sävelien väliseinät	36,00 m ²	R-M		0,730	22	1,6 pv	01.08.24
37-2.4.7	Eritys väliseinät	36,00 m ²	R-M		0,100	160	0,2 pv	02.08.24
38-2.4.8	Eritys väliseinät	36,00 m ²	R-M		0,200	25	1,4 pv	02.08.24
39-2.4.9	Eritys väliseinät	36,00 m ²	R-M		0,200	25	1,4 pv	02.08.24
40-2.5	Asennus	36,00 m ²	R-M		0,730	22	1,6 pv	01.08.24
41-2.5.1	Asennus	36,00 m ²	R-M		0,100	160	0,2 pv	02.08.24
42-2.5.2	Eritys	36,00 m ²	R-M		0,200	25	1,4 pv	02.08.24
43-2.5.3	Eritys	36,00 m ²	R-M		0,200	25	1,4 pv	02.08.24
44-2.6	Yhteistyö	36,00 m ²	R-M		0,100	160	0,2 pv	02.08.24
45-2.6.1	Yhteistyö	36,00 m ²	R-M		0,100	160	0,2 pv	02.08.24
46-2.7	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
47-2.7.1	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
48-2.7.2	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
49-2.7.3	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
50-2.7.4	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
51-2.7.5	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
52-2.7.6	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
53-2.7.7	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
54-2.7.8	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
55-2.7.9	Suojus	18,00 m ²	R-M		0,290	59	0,3 pv	02.08.24
56-2.8	Toukka	12,00 m ²	R-M		0,480	30	0,4 pv	09.08.24
57-2.8.1	Toukka	12,00 m ²	R-M		0,480	30	0,4 pv	09.08.24
58-2.8.2	Toukka	12,00 m ²	R-M		0,480	30	0,4 pv	09.08.24

Laatinut : Juho Kolehmäinen

Päivitetty : 25.03.25

Sivu 1/1



LIITE 6 YLEISAIKATAULU ELEMENTTIPERUSTUKSILLA

RakennusVesku tmi

Opinnäytetyö Juho Kolehmainen

Aikataulu

Nro	Nimi	Määrä	Yks	Ruokki	Tuotantok. (m³/m)	Tuotantok. (h/m³)	Koko	Aika
1 -1	Pinna-uolet	6,00 m³/m	KK	0,020	400	0,2 pv	11.07.24	
2 1.1	Pinna-uolet seinä	6,00 m²	R4M	0,006	1 620	0,07 pv	11.07.24	
3 1.2	Suoraalkylän seinä	12,00 m²/m	KK	0,032	98	0,3 pv	11.07.24	
4 1.3	Täpö ja siivitys						2,4 pv 11.07.24	
5 -2	Täpö						0,5 pv 11.07.24	
6 -2.1	Rakentaminen	49,50 m³/m	KK	0,020	420	0,1 pv	11.07.24	
7 2 1.1	Perustusten	36,00 m³	R4M/R4	0,130	123	0,3 pv	11.07.24	
8 2 1.2	Säätöseinä	24,00 m³	R4M/R4	0,200	80	0,3 pv	11.07.24	
9 2 1.3	Sivellöskorkein seinä	18,00 m³	R4M/R4	0,200	80	0,2 pv	11.07.24	
10 2 1.4	Vierokorkein seinä	1,00 m³	R4M	1,300	6	0,3 pv	12.07.24	
11 2 1.5	Säätöseinä	40,00 m³	R4M/R4	0,200	80	0,3 pv	12.07.24	
12 2 1.6	Vierokorkein seinä	3,00 m³	R4M	0,340	24	0,1 pv	12.07.24	
13 2 1.7	Ringokorkein seinä	150,00 m³	R4M	0,005	1 000	0,1 pv	12.07.24	
14 2 1.8	Säätöseinä	30,00 m³/m	KK	0,032	98	0,3 pv	15.07.24	
15 2 1.9	Perustusten	30,00 m³/m	KK	0,075	107	0,3 pv	15.07.24	
16 2 1.10	Perustusten	150,00 m³	R4M	0,064	125	1,2 pv	15.07.24	
17 2 1.11	Tuotantok.						0,7 pv 16.07.24	
18 -2.2	Perustukset	30,00 m³	R4M/R4	0,200	41	0,7 pv	16.07.24	
19 2 2.1	Vierokorkein	100,00 m³	R4M/R4	0,480	23	0,5 pv	17.07.24	
20 -2.3	Furssu	6,00 m³	R4M/R4	1,310	12	0,5 pv	22.07.24	
21 2 3.1	Hiiriväli	2,00 m³	R4M/R4	1,370	12	0,3 pv	23.07.24	
22 2 3.2	Ulkokäsi	2,00 m³	R4M/R4	0,930	17	0,1 pv	23.07.24	
23 2 3.4	Väli	70,00 m³/m	R4M/R4	0,200	31	2,3 pv	23.07.24	
24 -2.4	Väli	70,00 m³/m	R4M/R4	0,200	133	0,5 pv	25.07.24	
25 2 4.1	Ostokorkein	15,20 m³	R4M/R4	0,480	33	0,5 pv	26.07.24	
26 2 4.2	Ostokorkein	14,00 m³	R4M/R4	0,480	40	0,3 pv	26.07.24	
27 2 4.3	Ringokorkein	70,00 m³/m	R4M/R4	0,200	73	1,0 pv	26.07.24	
28 2 4.4	Korkein seinä	12,00 m³	R4M/R4	0,100	150	0,1 pv	30.07.24	
29 2 4.7	Säätöseinä	2,00 m³	R4M/R4	0,110	145	0,2 pv	30.07.24	
30 -2.5	Käpälä	36,00 m³	R4M/R4	0,220	22	1,6 pv	30.07.24	
31 2 5.1	Asterin	36,00 m³	R4M/R4	0,100	150	0,2 pv	01.08.24	
32 2 5.2	Leikkaukset	36,00 m³	R4M/R4	0,030	25	1,4 pv	01.08.24	
33 -2.6	Väli	38,00 m³	R4M/R4	0,100	150	0,2 pv	02.08.24	
34 2 6.1	Empytöinen	38,00 m³	R4M/R4	0,080	24	1,0 pv	02.08.24	
35 2 6.2	Korkein	15,00 m³	R4M/R4	0,200	55	0,3 pv	05.08.24	
36 -2.7	Säätöseinä	15,00 m³	R4M/R4	0,032	174	0,1 pv	05.08.24	
37 2 7.1	Vierokorkein	18,00 m³	R4M/R4	0,480	35	0,5 pv	06.08.24	
38 2 7.2	Säätöseinä	6,80 m³	R4M/R4	0,200	30	0,2 pv	07.08.24	
39 2 7.3	Sivellöskorkein	12,00 m³	R4M/R4	0,480	33	0,4 pv	07.08.24	
40 2 7.4	Sivellöskorkein	32,00 m³	R4M	0,030	207	0,1 pv	08.08.24	
41 2 7.5	Käpälä	32,00 m³	R4M	0,030	205	0,1 pv	08.08.24	
42 2 7.6	Käpälä	50,00 m³	R4M	0,030	205	0,3 pv	08.08.24	
43 2 7.7	Käpälä	40,00 m³	R4M	0,030	140	0,3 pv	08.08.24	
44 2 7.8	Käpälä	12,00 m³	R4M/R4	0,480	35	0,3 pv	08.08.24	
45 2 7.9	Käpälä	12,00 m³	R4M/R4	0,480	35	0,3 pv	08.08.24	
46 -2.8	Täpö	12,00 m³	R4M/R4	0,480	35	0,3 pv	08.08.24	
47 2 8.1	Täpö	12,00 m³	R4M/R4	0,480	35	0,3 pv	08.08.24	
48 2 8.2	Täpö	12,00 m³	R4M/R4	0,480	35	0,3 pv	08.08.24	

Päivitetty : 25.03.25

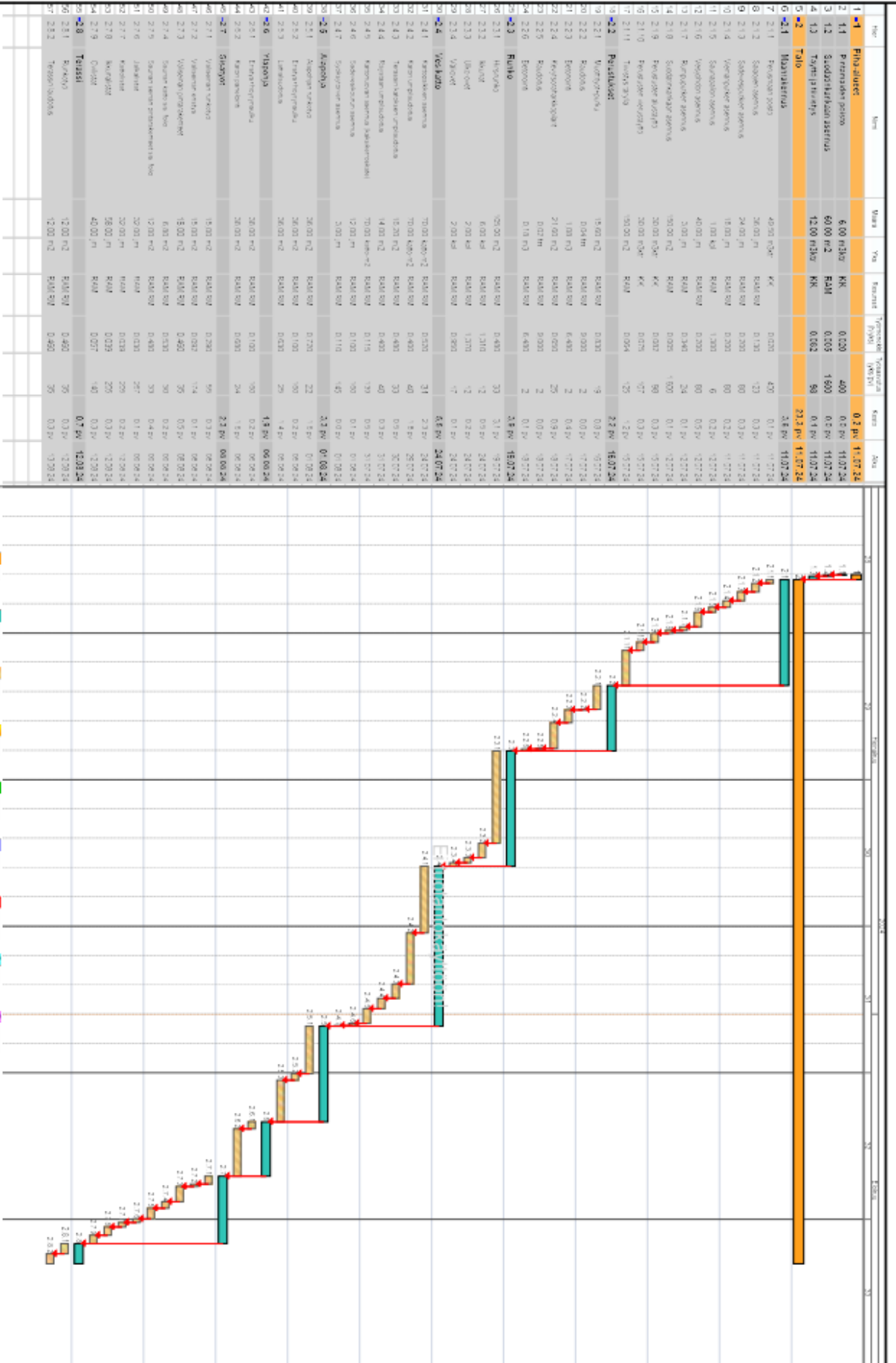
Sivu 1/1

LIITE 7 YLEISAIKATAULU KERMIKATTEELLA

RakennusVesku tmi

Opinnäytetyö Juho Kolehmaisen

Aikataulu



Laatinut : Juho Kolehmaisen

Päivitetty : 25.03.25

Sivu 1/1