

Tero Saranpää

Aikataulusuunnittelu paritalokohteessa

Opinnäytetyö

Kevät 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Tekijä: Tero Saranpää

Työn nimi: Aikataulusuunnittelu paritalokohteessa

Ohjaaja: Ilkka Loukola

Vuosi: 2019 Sivumäärä: 32 Liitteiden lukumäärä: 6

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy:lle alustava yleisaikataulu Seinäjoelle rakennettavaan paritalokohteeseen.

Työssä verrataan rakennusalan tuotannonsuunnittelussa yleisesti käytetyn Ratu-kortiston laskennallisia työmenekki- ja työsaavutustietoja toimeksiantajayrityksen omiin aiemmin toteutuneiden rakennuskohteiden työkestoihin. Vertailua tehdään myös paikalla rakentamisen ja elementtirakentamisen kesken. Opinnäytetyössä käsitellään myös rakennusteollisuuden käyttämiä aikataulusuunnittelumenetelmiä, joihin on tutustuttu ammattikirjallisuuden avulla.

Työn tuloksena voidaan suunnitella rakennuskohteessa käytettävää ajankäyttöä ja suunnitella sen avulla mahdollisimman tehokasta työmenetelmien ja -ryhmien käyttöä sekä sijoittelua eri tehtävien välillä. Työn avulla toimeksiantajalle muodostuu kokonaiskuva työtehtävien ajallisesta etenemisestä ja niistä aiheutuvista kustannuksista. Tässä työssä käsiteltyjä asiakokonaisuuksia on mahdollista käyttää hyödyksi myös tulevilla rakennuskohteilla.

Avainsanat: työmenekki, työsaavutus, yleisaikataulu, kokonaisaika, työvuoroaika, työnvaihe aika, lisäaikakerroin

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Author: Tero Saranpää

Title of thesis: Scheduling in the building project of a semi-detached house

Supervisor: Ilkka Loukola

Year: 2019

Number of pages: 32

Number of appendices: 6

The purpose of the thesis was to develop a preliminary general schedule for building a semi-detached house in Seinäjoki for the company Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy.

The thesis compared generally used Ratu information files' calculated labour input and performance records with the durations of the company's previously realized building projects. The on-site building and construction with prefabricated units were also compared. The thesis also discussed scheduling methods used by the construction industry. These were explored through professional literature.

The results of the study help in the planning of time management in construction projects, utilizing work methods and work groups most effectively, and allocating them between different work tasks. The study helped the company to gain an overall view of the temporal progress and the costs of the work tasks. The matters discussed in the study could be utilized in later building projects.

Keywords: labour input, work performance, general schedule, total operating time, work shift time, work stage time, extension factor

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvioluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tavoitteet.....	8
1.2 Toimeksiantajana toimiva yritys	8
2 YLEISAIKATAULUN LAADINTA	9
2.1 Aikataulutuksen merkitys	9
2.2 Yleisaikataulun tehtävä	10
3 PARITALOKOHDE KOPPELONTAIVAL.....	11
3.1 Alkutoimet paritalotontilla	11
3.2 Paritalon suunnitteluvaihe.....	12
3.2.1 Valittu ulkoseinärakenne	12
3.2.2 Yläpohjarakenne	13
3.2.3 Vertailukohteena toimiva omakotitalo	16
4 PARITALON ALUSTAVAN YLEISAIKATAULUN LASKENTA.....	17
4.1 Laskennan taustatiedot	17
4.2 Huomioita aikataulukirjan menekeistä.....	17
4.3 Paritalon alustavan yleisaikataulun osat	18
4.3.1 Jana-aikataulu.....	18
4.3.2 Paikka-aika kaavio	19
4.3.3 Resurssikuvaaja.....	20
4.4 Laaditun alustavan yleisaikataulun tarkastelu	20
5 AIKATAULLINEN VERTAILU OMAKOTITALOKOHTTEEN	
TOTEUTUNEISIIN TYÖN KESTOIHIN	23
5.1 Omakotitalovertailun taustatiedot.....	23
5.2 Eroavaisuudet toteutuneissa ja laskennallisissa työmenekeissä	24

5.3 Ajallinen ero kokonaisuutena	25
6 PAIKALLA RAKENTAMISEN KUSTANNUKSET VERRATTUNA ELEMENTTITOIMITUKSEEN	27
6.1 Vertailun kulku.....	27
6.2 Kustannusvertailun päätelmiä	28
7 YHTEENVETO.....	30
LÄHTEET	31
LIITTEET	32

Kuvioluettelo

Kuvio 1. T4-kokonaisaika muodostuu T3- ja TL3-ajoista (Lindberg ym. 2012).	10
Kuvio 2. Ajallisen suunnittelun eteneminen (Lindberg ym. 2012).....	10
Kuvio 3. Asemapiirustus paritalon tontista.	11
Kuvio 4. Paritalon pohjapiirustus ja ulkoseinärakenne.	13
Kuvio 5. Detalji paritalon ulkoseinä- ja yläpohjarakenteesta.	14
Kuvio 6. Paritalon leikkaus ja yläpohjarakenne.	15
Kuvio 7. Vertailukohteena toimivan omakotitalon leikkauskuva.	16
Kuvio 8. Ote laaditusta janakaaviosta.	19
Kuvio 9. Resurssikuvaaja.....	20
Kuvio 10. Kokonaistyömenekin jakautuminen eri työvaiheissa (RT RakMK-T-442 2016).....	21
Kuvio 11. Eri rakennustyypeittäin laskettuja kokonaistyötuntimenekkejä (RT RakMK-T-442 2016).	22
Kuvio 12. Paritalon puurunkotyön menekit ja resurssit (T4).....	25

Käytetyt termit ja lyhenteet

Brm²	Bruttoala neliömetreinä. Bruttoala kuvaa koko rakennuksen laajuutta. Bruttoala lasketaan rakennuksen kaikkien kerrostasojen kerrostasoalojen summana.
T4-työnvaihe aika	Rakentamiseen käytettävissä oleva aika, johon on otettu mukaan kaikki käytettävät työtunnit sekä yli tunnin kestävä työ keskeytykset. Pakkaspäivät ja työehtosopimuksen mukaiset vapaapäivät eivät ole mukana.
T3-työvuoro aika	Ns. tehollinen aika, on tavoitteellinen työmenekki, joka ei sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä.
TL3-kerroin	Työvaiheen lisäaikakerroin. Työvaiheen lisäajat ovat vähintään tunnin pituisia työn keskeytyksiä, pieniä erillisiä työvaiheita tai koneiden ja laitteiden rikkoutumisia tai huoltoja, odotusaikoja, säähaittoja, tapaturmia tms.
Kokonaistyöryhmä	Työtehtävää suorittavat työntekijät esimerkiksi aliurakoitsija AU, rakennusammattimies RAM sekä rakennusmies RM.
Kokonaistyömenekki	Aikamäärä, joka tarvitaan koko suoritteen tai työn tekemiseen. Kokonaistyömenekki lasketaan työntekijätunteina (tth). Esimerkiksi kolmen työntekijän työryhmän työskennellessä 4 tuntia, on kulunut yhteensä 12 työntekijätuntia.
Paikka-aikakaavio	Kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa. Työn edistyminen on sidottu paikkaan, joka voi olla esimerkiksi yksi osakohde, kerros tai asunto.
Jana-aikataulu	Kuvaa kuinka pitkään hanke ja sen eri tehtävät kestävät. Tehtävien kestot esitetään niiden kohdalle piirretyillä janoilla.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa selkeä ja totuudenmukainen alustava yleis-aikataulu toimeksiantajana toimivan Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy:n käyttöön. Toimiva yleisaikataulu luo perustan, jonka avulla rakennustyömaalle voidaan tehdä jatkossa yhä tarkempia ja yksityiskohtaisempia aikataulu- ja kustannussuunnitelmia projektin edetessä. Aikataulun saaminen toimivaksi vaatii kuitenkin syvällistä perehtymistä kohteen suunnitelmiin, käytettäviin materiaaleihin sekä eri työmenetelmiin. Tässä tekijälle ovat avuksi monipuolinen ja pitkäaikainen kokemus rakennusalan eri työtehtävistä. Tässä työssä verrataan ulkoseinärakenteen kustannuksia ja työmenekkiä paikalla rakennetun ulkoseinän ja elementteinä kootun rakennustavan välillä. Toimeksiantajayrityksellä on tällä hetkellä työn alla omakotitalo, jonka perusrakenteet ovat hyvin samankaltaiset tulevan paritalokohteen kanssa. Tässä työssä verrataan myös valmistuneen omakotitalon tiettyjen rakennusvaiheiden toteutuneita työtunteja paritalon vastaaviin suunniteltuihin työmenekkeihin. Alustava aikataulu ja vertailumateriaalit kootaan Planet+ 6.3 -aikataulunhallintaohjelmalla RT-kortiston työmenekkitietoja hyväksi käyttäen.

Määrälaskenta toteutetaan paritalokohteen pääpiirustuksista ja rakennekuvista laskeamalla. Niistä muodostetaan Excel-luettelo, jonka perusteella työmenekit laskeetaan ja muodostetaan jana- ja vinoviiva-aikataulumuotoihin Planet+ 6.3 -aikataulunhallintaohjelmalla.

1.2 Toimeksiantajana toimiva yritys

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy. Kyseinen yritys toimii Etelä-Pohjanmaalla, lähinnä Kuusiokuntien ja Seinäjoen alueella. Yritys on ollut toiminnassa vuodesta 2006 alkaen ja siinä on viime aikoina työskennellyt työtarpeen mukaan 3–5 työntekijää. Yrityksen toimialana on korjaus- ja uudisrakentaminen. Asiakaskunta koostuu yksityis- sekä yritysasiakkaista.

2 YLEISAIKATAULUN LAADINTA

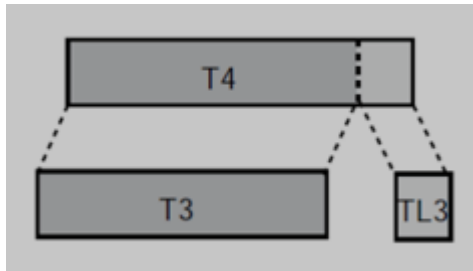
2.1 Aikataulutuksen merkitys

Aikataulusuunnittelu alkaa jo hankesuunnitteluvaiheessa. Se tarkentuu edelleen tarkaksi tehtäväkohtaiseksi aikatauluksi sekä ajallisesti että työsisällöllisesti. Laadittujen aikataulujen tulee olla realistisia ja niiden on vastattava kohdeprojektin työmenekkejä ja resursseja. Yleisaikataulun tehtävä on luoda kokonaiskuva tulevasta ja alkamassa olevasta rakennusprojektista sekä helpottaa myöhemmin tehtävien tarkempien rakentamisvaiheiden aikataulujen, kuten vaiheaikataulun sekä viikko- ja tehtävätason aikataulujen, suunnittelua (Kuvio 2.). Sen avulla voidaan myös vertailla eri toteutusvaihtoehtoja keskenään. Alustavaa yleisaikataulua ja sopimusaikataulua suunniteltaessa käytetään T4-työvaihe-, eli kokonaisaikaa, joka koostuu tehollisesta työvuoroajasta T3 kerrottuna työvaiheen lisäaikakertoimella TL3 (Kuvio 1.). (Lindberg, Koskenvesa & Sahlstedt 2012, 27.)

Aikataulunhallinta ja -suunnittelu ovat tärkeitä osa-alueita työmaan johtamisessa. Jos työmaan johto ja suunnittelijat onnistuvat tässä hyvin, sillä on suuri vaikutus koko projektin kustannuksiin, valmistumisajankohtaan sekä lopulta koko työmaalta saatavaan katteeseen. (Lindberg ym. 2012, 19.)

Taloteknisille urakoitsijoille esitetään hyvissä ajoin suunnitteluvaiheen aikana alustava yleisaikataulu ja suunnitellut työkohteiden suoritusjärjestykset, jotta urakoitsijat pystyvät suunnittelemaan omat aikataulunsa yhteensopiviksi. Myös tämän jälkeen aikatauluja käydään läpi pääurakoitsijan johdolla erikseen määrätyin väliajoin. (Junnonen 2010, 39.)

Onnistuneen aikataulun merkkejä ovat realismi ja toteutuskelpoisuus. Aikataulun suunnittelussa on jo otettava huomioon mahdolliset työtehtävissä vastaan tulevat häiriöt. Myös aikataulun valvonnan merkitys myöhemmin työmaalla on hyvin tärkeää, jotta häiriöihin pystytään varautumaan ja siten torjumaan niitä jo etukäteen mahdollisimman tehokkaasti. (Vuorela, Urpola & Kankainen 2001, 136.)

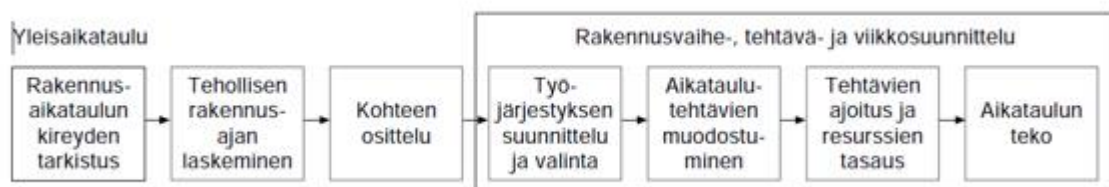


Kuvio 1. T4-kokonaisaika muodostuu T3- ja TL3-ajoista (Lindberg ym. 2012).

2.2 Yleisaikataulun tehtävä

Päätoteuttajan laatima ja rakennuttajan hyväksymä yleisaikataulu on yleisten sopimusehtojen (YSE 98) mukainen urakkasopimuksen työaikataulu, jota päätoteuttaja tarkentaa vielä myöhemmin eri urakoitsijoiden työtehtävien yhteensovittamiseksi. (Lindberg ym. 2012, 18.)

Alustavan yleisaikataulun tarkoituksena on selvittää rakennuskohteen eri toimijoille mm. tärkeimmät työvaiheet ja -menetelmät, hankkeen kesto, töiden sijoittuminen eri vuodenaikoihin, tärkeimpien resurssien, kuten työvoima ja kaluston, kapasiteetti sekä tärkeimpien materiaalien ja hankintojen toimitusajat. Alustavissa aikatauluissa käytetään T4-työvaiheaikaa ja ne esitetään yleensä jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Yksityiskohtaisemmat ja työmaan ohjaukseen käytettävät aikataulut, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikataulut, laaditaan käyttäen tehollista työvuoroaikaa T3. Tällöin yli tunnin mittaiset työn keskeytykset lisätään tehtävien ja rakennusvaiheiden välille erikseen. (Koskenvesa ym. 2015, 30.)



Kuvio 2. Ajallisen suunnittelun eteneminen (Lindberg ym. 2012).

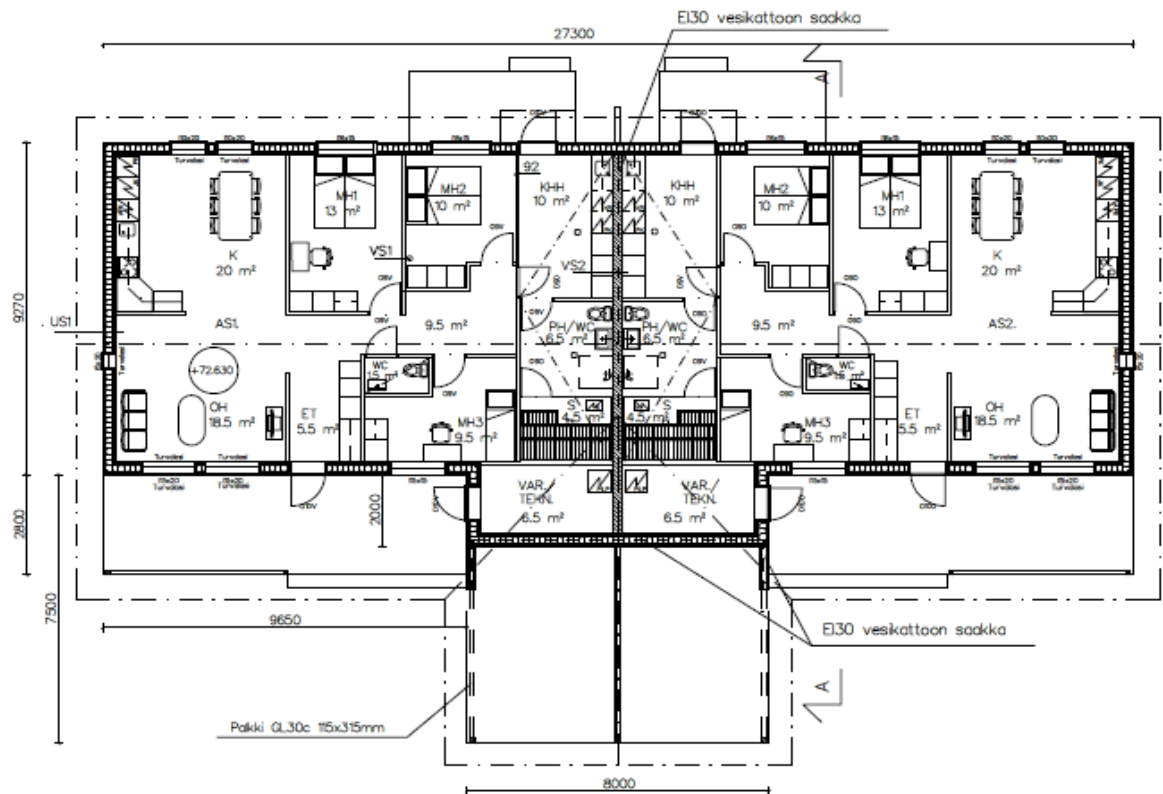
3.2 Paritalon suunnitteluvaihe

Paritalon runkorakenteeksi valittiin perinteinen pystyrunkorakenne. Rakennuksen vaipan tiiveyteen panostaminen oli yksi suunnittelun peruslähtökohtia. Pari- ja omakotitalon rakennesuunnittelu oli mielenkiintoinen työvaihe, jossa tukivat toimeksiantajayrityksen palveluksessa toimivat rakennusinsinööri Matti Vuorio ja rakennusmestari Heikki Ala-Honkola.

Paritalon ja viereisen omakotitalon pääpiirustukset laadittiin alkuvuoden 2018 aikana. Rakennuslupahakemukset toimitettiin Seinäjoen rakennusvalvontaan vuoden 2018 keväällä. Molempien kohteiden rakennuslupapäätös valmistui saman vuoden syksyyn mennessä.

3.2.1 Valittu ulkoseinärakenne

Seinärakenteessa päädyttiin käyttämään 48 x 198 mm:n pystyrunkoa, jonka sisäpuolelle asennetaan lisäksi 40 mm:n XPS-levy, joka toimii samalla myös höyrynsulkuna. Levyjen saumat vaahdotetaan uretaanivaahdolla ja teipataan höyrynsulkuteipillä. Levyjen sisäpuolelle tehdään ristiinkoolaus 22 x 100 mm:n laudalla, jolloin saadaan sähköputkituksille sopiva rako eristettä ja höyrynsulkua rikkomatta (Kuvio 4.). Kyseisen ristiinkoolauksen etuna on myös se, että kipsilevyjako on siten helppo toteuttaa ja levyjen leikkaus saadaan minimoitua. U-arvo kyseisellä seinärakenteella on 0,16 W/m²K.



Huoneistoala 112 m²
 Rakennuksen kerrosala 260 m²
 (Laskettu ulkoseinistä mukaan osa, joka
 ulottuu 250mm:n
 etäisyydelle seinän sisäpinnasta.)

Todellinen kerrosala 269m²
 Rakennuksen tilavuus 1009 m³

US1

1. ulkoverhouspaneeli UTV 23x148
2. tuuletusväli ja koolaus 25x100 k600
3. tuulensuojalevy 25mm
4. 200mm lämmöneriste esim. Paroc Extra+ kantava runko 48x198 k600
5. polystyreenilevy xps 40mm, saumat uretaanivaahdolla ja teipataan
6. ristiinkoolaus levyjen päälle 2kpl 22x100 k600
7. kipsilevy EK 13mm
8. pintakäsittely (huoneselityksen mukaan)

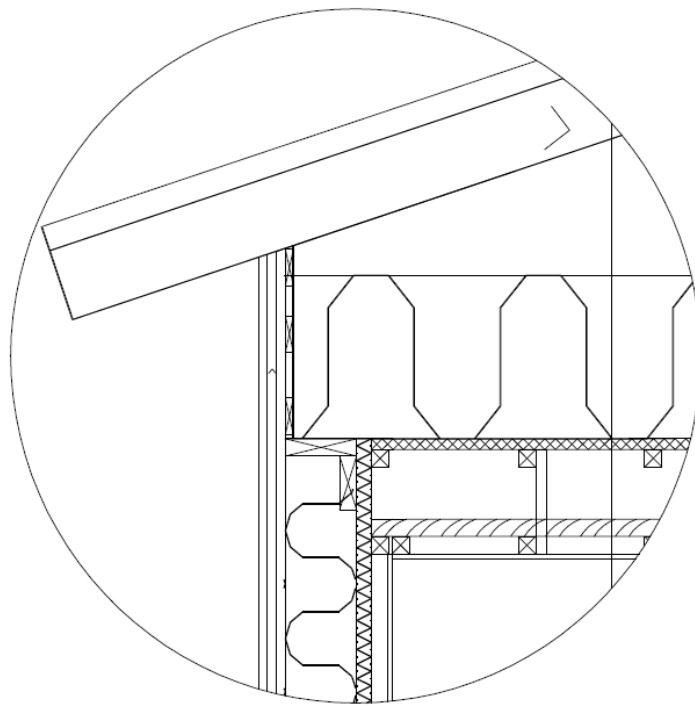
Seinärakenteen U-arvo=0,16 W/m²K

Kuvio 4. Paritalon pohjapiirustus ja ulkoseinärakenne.

3.2.2 Yläpohjarakenne

Yläpohjan rakenteena päätettiin kyseisissä yrityksen paritalo- ja omakotitalokoh-teissa käyttää pienrakentamisessa vielä hieman harvinaisempaa rakennetta, jossa

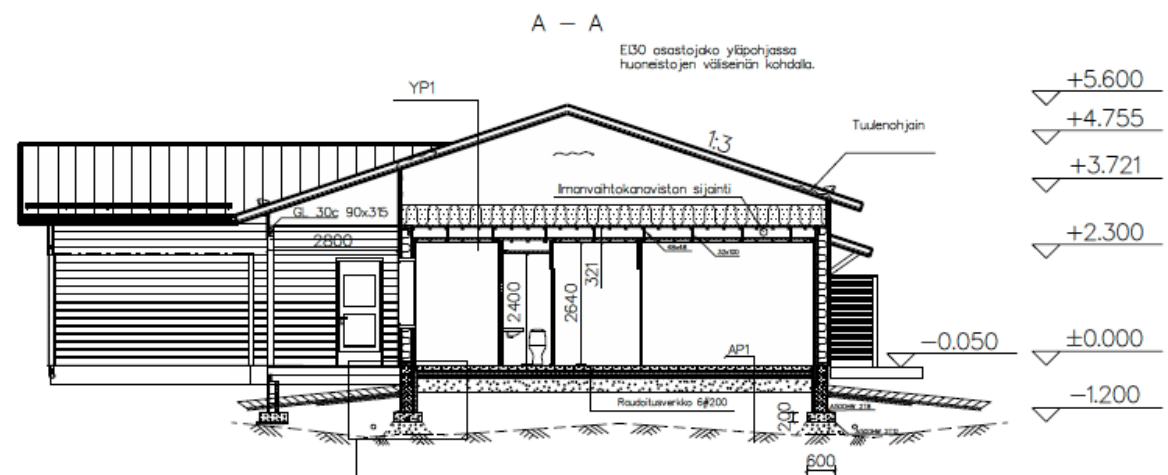
koko sisäkaton runkorakenne koolataan. Näin saadaan aikaan alaslaskettu sisäkattorakenne (Kuvio 5.). Suunnitelmissa sisäkaton pintaa laskettiin kuivissa tiloissa kauttaaltaan noin 300 mm ja kosteissa tiloissa noin 500 mm. Tällä tavoin saadaan talotekniikan kanavisto mahtumaan energiatehokkaasti lämpimään tilaan, jolloin säästytään putkistolinjojen eristystöiltä ja samalla höyrynsulkuun tehtävien läpivientien määrät voidaan minimoida. Muun muassa eri huoneisiin johtavat IV-kanavat pystytään kuljettamaan alaslasketun sisäkaton osassa, eikä eristeisiin ja höyrynsulkuun tarvitse tehdä kanavistolle läpivientä siinä määrin kuin tavanomaisessa yläpohjarakenteessa. Tämän ansioista pystytään minimoimaan vuotojen mahdollisuus, joita höyrynsulkuun tehtäviin läpivienteihin ja niiden tiivistämiseen voi usein liittyä. Tällä tavoin rakennettuna yläpohjan höyrynsulkuun tehdään ilmanvaihdon osalta läpiviennit ainoastaan IV-koneen tulo- ja poistoilmalle, viemärikanavan tuuletukselle, erilliselle liesituulettimen kanavalle sekä takkahormille. Lisäksi mahdollisesti välipohjan kautta kulkeville sähköputkituksille tulee varata omat läpivientinsä. Läpivientien koko ja halkaisija mitoitetaan hieman suuremmaksi kuin läpivietävät kanavat ja putket. Saumat täytetään polyuretaanivaahdolla ja teipataan lisäksi höyrynsulkuteipillä huolellisesti samalla tavalla kuin XPS-levyjen saumat.



Kuvio 5. Detalji paritalon ulkoseinä- ja yläpohjarakenteesta.

Alaslasketun sisäkaton yläpuolisessa tilassa on mahdollista viedä IV-kanavisto, sähköjohdotukset sekä esimerkiksi keskuspölynimurin putkisto mahdollisimman lyhyttä ja tehokasta reittiä vaadittuihin kohtiin huoneistossa, jolloin säästetään työ- ja materiaalikustannuksissa (Kuvio 6.).

Omakotitalokohteessa koko sisäkattoalan koolauksesta aiheutunutta lisätyömenekkiä voitiin pitää maltillisena. Aikaa kului kahdelta työntekijältä työvaiheeseen noin kaksi työpäivää. Työ oli erittäin sujuvaa ja se tehtiin koko alalle ennen väliseinävaihetta. Koolaukseen panostetulla materiaali- ja työpanoksella tultiin myöhemmin saavuttamaan säästöä IV-kanaviston asennus- ja eristyskustannuksissa.



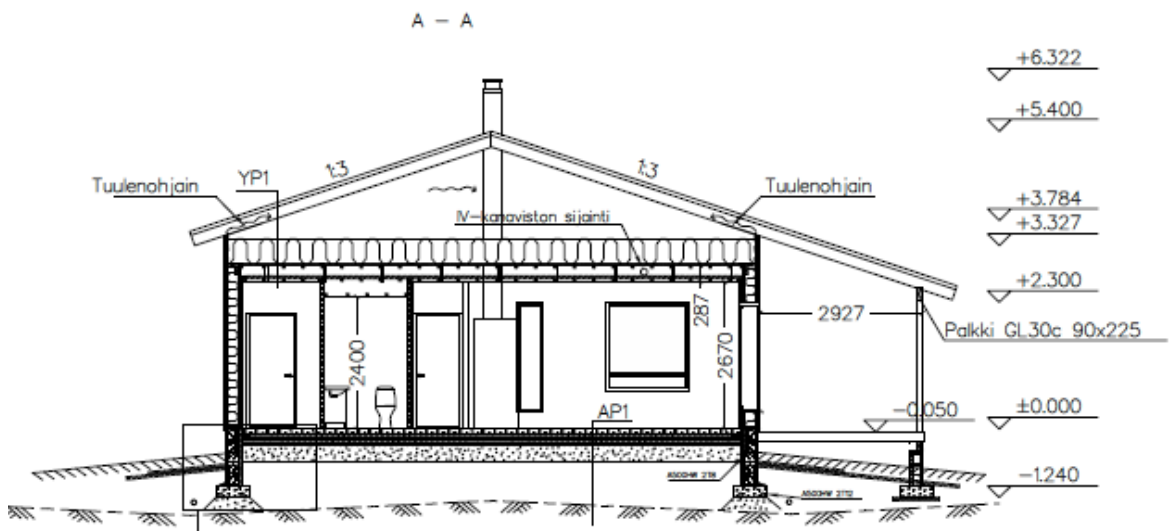
YP1
1.lukkosaumakate, (teräs)
2.ruodelaudaus 32x100 k 300
3.karakerimipitus 22x50
4.aluskate, (kondenssisuojattu)
5.kattaristikot k900 (rakennesuunnitelman mukaan)
6.tulettuva väikatto
7.lämmäneriste puhallusvilla 450mm
8.lämmäneriste/höyrynsäily, palustyreeni XPS 30mm (saumat SPU-vaahdotetaan ja teipataan)
9.vaakakaalaus 48x48 k.350
10.pystykaalaus/-tuet 32x100
11.vaakakaalaus 48x48 k.350
12.MDF-paneeli 10mm
Rakenteen U-arvo=0,082 W/m ² K

Kuvio 6. Paritalon leikkaus ja yläpohjarakenne.

3.2.3 Vertailukohteena toimiva omakotitalo

Toimeksiantaja halusi opinnäytetyössä vertailtavan työmenekkejä äskettäin valmistuneen omakotitalokohteen kanssa. Omakotitalo rakennettiin tulevan paritalon vieriselle tontille ja se valmistui keväällä 2019. Omakotitalo on kerrosalaltaan 146 m² ja siihen kuuluu erillinen noin 50 m²:n lämmin autotalli/varasto. Paritaloon verrattuna omakotitalossa käytettiin monilta osin samankaltaisia rakennerratkaisuja. Rakennukset vastaavat täten rakenneteknisesti erittäin hyvin toisiaan ja ovat näin vertailukelpoisia myös työmenekkien suhteen tarkasteltuna. Perusrakenteet, seinärakenteet sekä yläpohjarakenteet vastaavat vertailtavissa rakennuksissa lähestulkoon toisiaan (Kuvio 7.).

Vertailtavaan omakotitaloon 30.11.2018 tehdyssä tiiveysmittauksessa rakennusvaiipan ilmavuotoluvun q^{50} tulokseksi saatiin 0,273 m³/m² h, joten rakennetta voidaan pitää erittäin tiiviinä ja energiatehokkaana. Näin ollen suunniteltua rakennetta voidaan pitää käytännössäkin varsin onnistuneena ratkaisuna. Mittaustulos antoi vahvistusta sille, että samankaltaista rakennetta tullaan käyttämään jatkossa myös tässä opinnäytetyössä käsiteltävässä paritalokohteessa.



Kuvio 7. Vertailukohteena toimivan omakotitalon leikkauskuva.

4 PARITALON ALUSTAVAN YLEISAIKATAULUN LASKENTA

4.1 Laskennan taustatiedot

Paritalokohteen yleisaikataulu laadittiin käyttämällä Planet + 6.3 -projektinhallinta-ohjelmaa. Paritalon määräluettelo laskettiin pääpiirustusten perusteella ja niistä laadittiin erillinen Excel-tiedosto (Liite 1.). Eri työlajien työmenekit haettiin Rakennustiedon Aikataulukirja 2013:sta. Lisäksi laskennassa käytettiin yrityksen aiempiin työkohteisiin pohjautuvia työmenekkimääriä.

Rakennusprojektin aloitusajankohdaksi valittiin viikon 13 alku vuonna 2019. Projektille varattiin laskennallisesti aikaa noin vuosi ja loppuhetkeksi määriteltiin viikko 18 vuonna 2020.

Projekti on tarkoitus käytännössä viedä läpi keskimäärin kahden rakennusammattimiehen työpanoksena. Tätä silmällä pitäen työvaiheet jo yleisaikataulua laadittaessa on pyritty suunnittelemaan työparina toimien, mikäli se on mahdollista ja järkevää eri työvaiheita ajatellen. Suuremmissa ja aikaa vievissä tehtäväkokonaisuuksissa käytetään tarpeen vaatiessa enemmän henkilöresursseja.

4.2 Huomioita aikataulukirjan menekeistä

Rakennuskohteen eri työvaiheet esitetään paritalon alustavassa yleisaikataulussa Talo 2000 -tuotantonimikkeistön mukaisesti (Liite 2.). Lisäksi paritalon alustavan yleisaikataulun nimikkeistöön lisättiin joitain työlajeja. Nämä lisätyt työlajit ovat pienrakentamisessa hyvin yleisiä, mutta suurissa kohteissa niiden osuus ajankäytöllisesti on pienehkö. Todennäköisesti tästä syystä niiden esittäminen omana työlajin kohtanaan, esimerkiksi Aikataulukirja 2013:ssa, on jätetty kokonaan pois. Tällaisesta työlajista mainittakoon esimerkiksi puurunkoinen terassi, kaiteiden valmistus mukaan luettuna. Terassien yhteenlaskettu pinta-ala paritalokohteessa on hieman yli 70 m² ja se on 26 % koko rakennuksen kerrosalasta. Näin ollen tämä työvaihe on kyseisessä kohteessa kohtalaisen merkittävä ja se otetaan huomioon tässä

työssä jo yleisaikataulua laadittaessa. Terassin valmistuksen osalta yleisaikataulusuunnittelussa käytettiin Aikataulukirja 2013:n alapohjan puurunkotyö-työlajia, jonka tahdistava työmenekki on 0,41 tth/m². Kun sitä verrataan yrityksen omaan kokemusperäiseen tietoon kyseisestä työvaiheesta, sopii kerroin kyseisen työlajin laskentaan hyvin. (Lindberg ym. 2012, 61.)

4.3 Paritalon alustavan yleisaikataulun osat

Tässä työssä alustavan yleisaikataulun esitystapana käytettiin jana-aikataulua. Jana-aikataulun perusteella muodostettiin lisäksi vinoviiva-aikataulu, eli paikka-aikakaavio sekä resurssikuvaaja. Yleisaikataulu laadittiin Planet+ 6.3 -projektinhallintaohjelmalla.

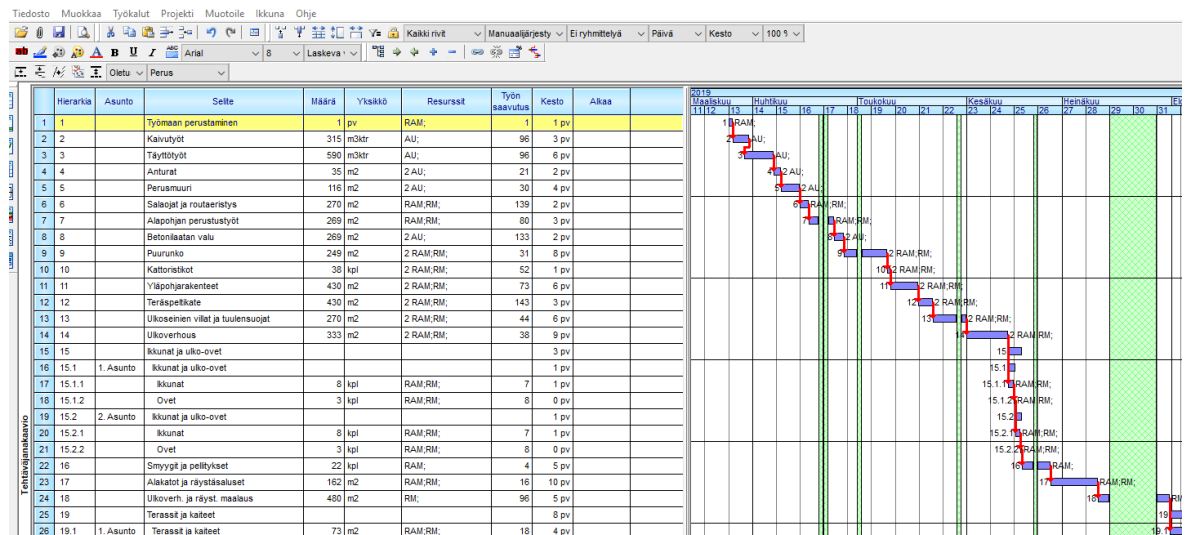
4.3.1 Jana-aikataulu

Jana-aikataulussa eri tehtävien kestot esitetään aikatauluun piirrettyinä vaakajanoina (Kuvio 8.). Eri tehtävät ovat nähtävissä jana-aikataulun vasemmassa reunassa ja ylärivillä näkyy ajan kulku. Eri sarakkeissa nähdään tehtävänimikkeet ja niiden juoksevat tunnuksat, kohdepaikat, suoritelmäärät sekä yksiköt, tehtävään valittu työryhmä, työn saavutus sekä tehtävän kesto. Lisäksi jana-aikataulun kuvaajan avulla saadaan esille eri tehtävien ajoitus projektin sisällä sekä eri tehtävien keskinäiset riippuvuudet. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 21.)

Työlajit järjestettiin jana-aikatauluun siten, että aluksi suunniteltiin tehtäväksi kiireellisemmät työt, jolloin tarkoitus on saada rakennus ulkoapäin valmiiksi. Tämän jälkeen siirrytään sisätyövaiheeseen. Paritalon sisätyövaiheen työtehtävät pilkottiin kahteen osaan: 1. asunnon ja 2. asunnon työtehtäviin. Tehtävien riippuvuudet toisiinsa määriteltiin pääsääntöisesti lopusta alkuun -tyyppisesti.

Kyseessä on pienehkö rakennuskohde ja kohteessa samaan aikaan työskentelevien työntekijöiden määrä on vähäinen, eli 2–4 henkilöä. Tämän vuoksi katsottiin, ettei aikataulussa ollut juurikaan mahdollista eikä myöskään tarpeellista lomittaa eri

rakennusteknisiä työtehtäviä toistensa kanssa samaan aikaan tehtäviksi. Työtehtävät suoritetaan pääsääntöisesti työparina toimien. Työn saavutukset laskettiin Aika-
taulukirja 2013:ssa esitetyn tahdistavan työryhmän työsaavutuksen ja T4-työme-
nekkien mukaan laskettuna.



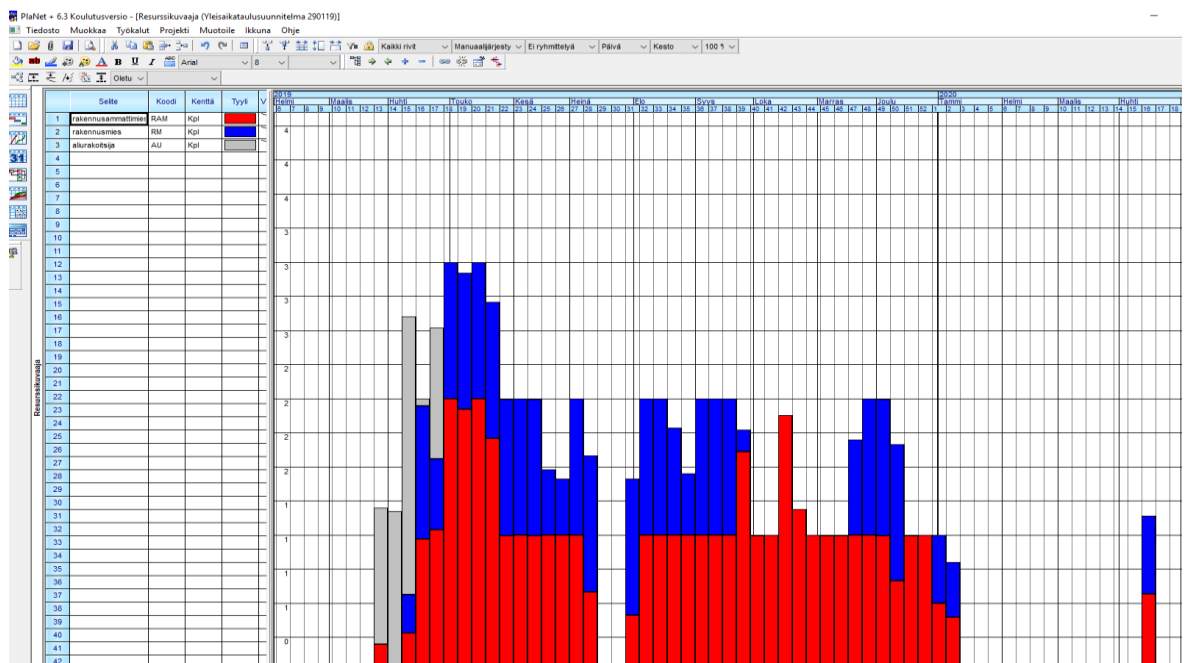
Kuvio 8. Ote laaditusta janakaaviosta.

4.3.2 Paikka-aika kaavio

Paikka-aikakaaviossa esitettyjen vinoviivojen avulla pystytään seuraamaan havainnollisesti tuotannon etenemistä paikan ja ajan suhteessa (Liite 3.). Kun tehtävien kiireellisyys sekä kestot ja resurssimäärät on selvitetty, voidaan vinoviivojen avulla seurata tuotannon nopeutta sekä eri työtehtävien sujumista ja keskinäistä etenemistä projektin sisällä. Paikka-aikakaaviosta voidaan nähdä, mitä tehtäviä eri työkohteissa kulloinkin tehdään ja kuinka ne etenevät verrattuna muihin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 25.)

4.3.3 Resurssikuvaaja

Tässä yleisaikataulussa tuodaan resurssikuvaajan avulla esille työntekijäresurssit, jotka määritellään kolmiportaisesti: aliurakoitsija AU, rakennusammattimies RAM ja rakennusmies RM. Palkkeina esitetyn kuvaajan avulla pystytään näkemään työryhmien työllistymisen tasot hankkeen edetessä (Kuvio 9.). Tavoitteena on saada taso pysymään mahdollisimman tasaisena koko projektin ajan. Tässä on kuitenkin haasteita erikokoisten tehtäväkokonaisuuksien ja niissä vaadittavien resurssitarpeiden vuoksi. Resurssikuvaajalla on mahdollista tutkia myös esimerkiksi kaluston ja työkohteiden riittävyttä. (Lindberg ym. 2012, 23.)



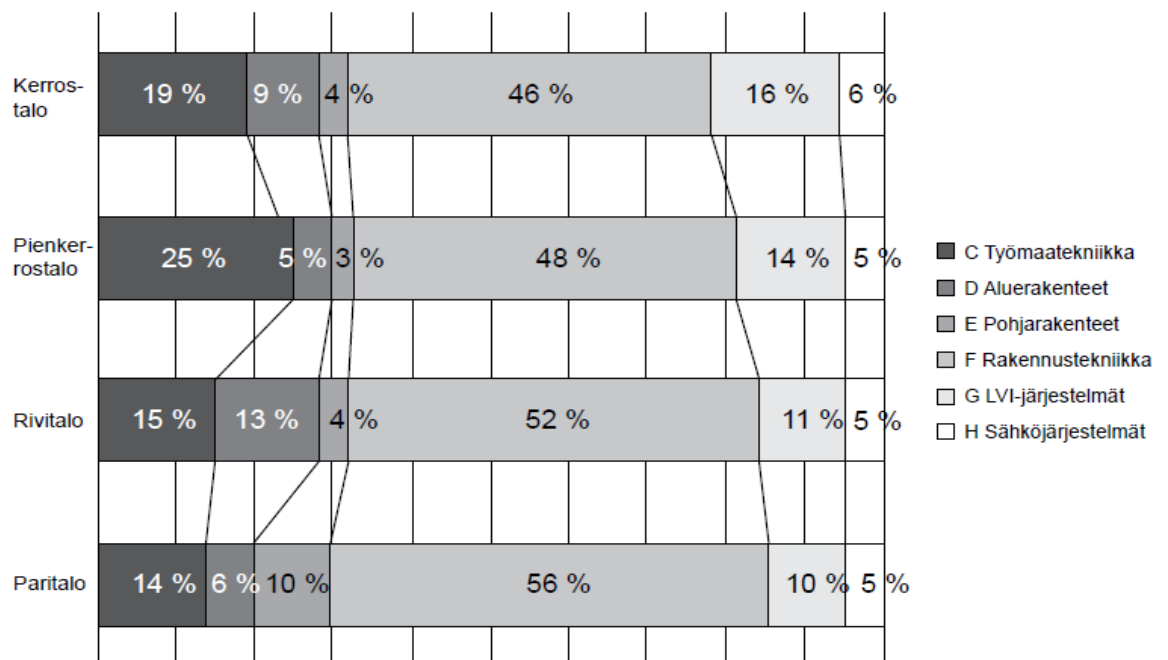
Kuvio 9. Resurssikuvaaja.

4.4 Laaditun alustavan yleisaikataulun tarkastelu

Alustavassa yleisaikataulussa paritalon rakennusteknisiin töihin kuluu yhteensä noin 2 700 työntekijätuntia (tth). Nämä laskettiin Ratu-tiedoston työmenekki- ja työsaavutustietojen sekä yrityksen aiempiin projekteihin pohjautuvien työmenekkien pohjalta. Tässä kokonaistyömenekissä ei ole huomioitu vielä LVIAS-töitä. Suurimpia

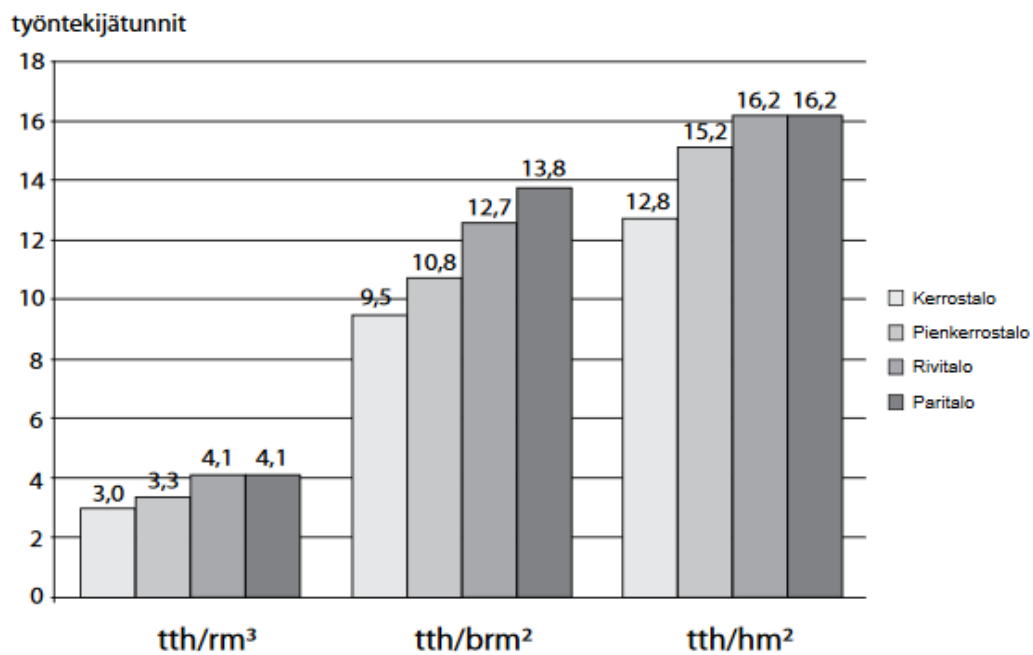
työvaiheita työmenekeiltään ovat kaivuu- ja täyttötöyt, puurungon teko, ulkopa- nelointi, räystääs- ja terassialakattojen teko, sisäpuolinen lisäeristys koolauksineen sekä väliseinien valmistus.

Aikaa rakennusteknisten töiden tekemiseen kuluisi alustavan yleisaikataulun mu- kaan kahdella rakennustyöntekijällä yhteensä noin 10 kuukautta. Töiden on suunni- teltu alkavan keväällä maalisi- huhtikuussa ja valmistuminen olisi seuraavan vuoden tammikuussa. Pihatöiden osuus valmistuisi myöhemmin keväällä sääolosuhteiden salliessa. Alustavassa yleisaikataulussa samaan aikaan työmaalla työskentelevien työntekijöiden määrä vaihtelee työtehtävien vaativuuden mukaan yhden ja kolmen työntekijän välillä.



Kuvio 10. Kokonaistyömenekin jakautuminen eri työvaiheissa (RT RakMK-T-442 2016).

Kun talotekniikan osuus lasketaan mukaan työmenekkiin, lisäystä tulee arviolta noin 15–20 %. (RT RakMK-T-442 2016, 1.) Tällöin paritalon kokonaistyömenekiksi saadaan yhteensä 3 100–3 300 työntekijätuntia. Erikseen laskettuna tällä kokonaistyömenekillä työntekijätarve on kaksi työntekijää, mikäli rakennustyömaan kokonaiskestoksi valitaan 12 kuukautta. Mikäli kokonaiskestoa lyhennetään kymmeneen kuukauteen, työntekijätarve nousee kolmeen työntekijään. Laskelmassa on kuukau- teen sijoitettu 20 työvuoroa ja työvuoron pituus on kahdeksan tuntia (Liite 4.).



Kuvio 11. Eri rakennustyypeittäin laskettuja kokonaistyötuntimenekkejä (RT RakMK-T-442 2016).

5 AIKATAULULLINEN VERTAILU OMAKOTITALOKOHTTEEN TOTEUTUNEISIIN TYÖN KESTOIHIN

Opinnäytetyössä verrattiin myös paritalon alustavan yleisaikataulun työmenekkejä toimeksiantajayrityksen aiemmin paikalla rakennetun omakotitalon vastaaviin toteutuneisiin työmenekkeihin (Liite 5.).

5.1 Omakotitalovertailun taustatiedot

Vertailussa voitiin todeta, että aiemmin valmistuneen omakotitalon tehdyt kokonais-työtunnit vastasivat pääpiirteittäin Ratu-tiedostossa esitettyjä työmenekki- ja työsäävutustietoja, joita käytettiin T4-muodossa paritalon alustavan yleisaikataulun laskennassa. Omakotitalon työvaiheet olivat yleisesti ottaen valmistuneet jonkin verran nopeammin kuin alustavan yleisaikataulun (T4) työmenekeillä laskettiin vastaavissa työvaiheissa kuluvan. Vertailu tehtiin kaikin osin pinta-alojen (m²) mukaan.

Vertailtaviksi työtehtäviksi valittiin tarkoituksella mahdollisimman selkeitä ja laajuudeltaan riittävän suuria tehtäväkokonaisuuksia. Vertailunimikkeiksi valittiin ulkoseinän puurunko, teräspeltikate, ulkoseinien villojen ja tuulensuojalevyjen asennus, ulkoverhouspanelointi, ulkoseinien sisäpuolinen kipsilevyasennus sekä levyväliseinien valmistus sisältäen puurungon, äänieristysvilloituksen sekä kipsilevytyksen seinän molemmille puolille.

Omakotitalon osalta vertailuun otettiin mukaan eräissä työvaiheissa myös erillinen lämpöeristetty ulkorakennus. Ulkorakennuksen runkovahvuus oli 148 mm + sisäpuolinen vaakakoolaus 48 mm. Työvaiheiden määrät, resurssit ja kestot laskettiin yhteen omakotitalon vastaavien yksiköiden kanssa. Kyseiset työvaiheet tehtiin samanaikaisesti päärakennuksen kanssa ilman pidempiaikaisia viivytyksiä. Tällaisia työvaiheita olivat puurungon ja teräspeltikatteen asennus sekä ulkoverhouspanelointi.

Vertailtavien työtehtävien osalta laadittiin luettelo, jossa ovat näkyvissä työtehtävä, määrä yksiköineen, työtä suorittava työryhmä, työn kesto työntekijätunteina (tth), kokonaiskesto (tth/m²) sekä työn kesto päivinä tekevältä työryhmältä.

Työntekijäresursseja pienennettiin joidenkin työtehtävien kohdalla verrattuna Ratun Aikataulukirja 2013:ssa annettuihin ohjeistuksiin työryhmän koosta. Tällaisessa tapauksessa myös työryhmän työsaavutusta pienennettiin vastaavasti. Näin työryhmän koko saatiin paremmin vastaamaan toimeksiantajan käyttämää työryhmää.

5.2 Eroavaisuudet toteutuneissa ja laskennallisissa työmenekeissä

Selvimpänä ja suurimpana aikataulullisena erona vertailtavien kohteiden osalta voidaan nostaa esiin ulkoseinien puurungon paikalla valmistus ja kokoaminen. Vertailukohteena toimivan omakotitalon ja erillisen lämmitettävän ulkorakennuksen puurunko valmistettiin kahden rakennusammattimiehen toimesta. Heidän työmenetelmänään oli koota puurunko vaakatasossa aiemmin valetun pohjalaatan päällä, minkä jälkeen koottu runkoelementti nostettiin pystyyn ja asennettiin paikalleen. Puurungon valmistukseen, mukaan lukien mittaukset ja alajuoksun kiinnitys, kului työryhmältä aikaa yhteensä kolme työvuoroa.

Ratu-tiedostojen (T4) työmenekki- ja työsaavutustietojen mukaan puisen ulkoseinärungon asennustyön kokonaistyöryhmäksi on määritelty kaksi rakennusammattimiestä sekä yksi rakennusmies (2 RAM + RM). Tällä työryhmällä ja työsaavutuksella (31 m²/tv) paritalon rungon teossa menisi kahdeksan työvuoroa kyseiseltä työryhmältä (Kuvio 12.). Vertailun vuoksi kyseisellä työsaavutuksella aiemmin valmistetun omakotitalon ulkoseinissä kuluisi aikaa yhdeksän työvuoroa käytännössä todetun kolmen työvuoron sijaan. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että yleisaikataulu on laskettu T4-työvaiheajoja käyttäen, jolloin siinä on huomioitu mm. yli tunnin pituiset työn keskeytykset. (Lindberg ym. 2012, 61.)

Hierarkia	Asunto	Selite	Määrä	Yksikkö	Resurssit	Työn saavutus	Kesto	Aikaa
7	7	Alapohjan perustustyöt	269	m2	RAM, RM;	80	3 pv	
8	8	Betonilaatan valu	269	m2	2 AU;	133	2 pv	
9	9	Puurunko	249	m2	2 RAM, RM;	31	8 pv	
10	10	Kattoristikot	38	kpl	2 RAM, RM;	52	1 pv	
11	11	Yläpohjarakente						
12	12	Teräspeltikate						
13	13	Ulkoseinien villa						
14	14	Ulkoverhous						
15	15	Ikkunat ja uiko-						
16	15.1	1. Asunto	ikkunat ja uiko-					
17	15.1.1		ikkunat					
18	15.1.2		Ovet					
19	15.2	2. Asunto	ikkunat ja uiko-					
20	15.2.1		ikkunat					
21	15.2.2		Ovet					
22	16		Smyygit ja pellit					
23	17		Alakatot ja räys					
24	18		Ulkoverh. ja räy					
25	19		Terassit ja kaite					
26	19.1	1. Asunto	Terassit ja kaite					
27	19.2	2. Asunto	Terassit ja kaiteet	4	pv	RAM, RM;	1	4 pv

Resurssi	Laji	Ryhmä	Selite	Kpl	%	Men.	h	Vilve	Kesto	Mit
1	RAM		rakennusammattimies	2	100	0,52	129		8 pv	✓
2	RM		rakennusmies	1	100	0,26	64		8 pv	✓
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Kuvio 12. Paritalon puurunkotyön menekit ja resurssit (T4).

Toinen pienempi aikataulullinen ero oli nähtävissä keveiden levyväliseinien valmistuksessa. Työkokonaisuuteen sisältyy puurungon, ääneneristysvillojen sekä kipsilevyjen asennus. Tässä työvaiheessa yrityksen aikaisemmalla omakotityömaalla työryhmän koko oli kaksi työntekijää. Myös yleisaikataulussa käytettiin työryhmää RAM + RM. Ratu-tiedostojen (T4) työmenekki- ja työsaavutustietojen mukaan työryhmällä ja työsaavutuksella (18 m²/tv) paritalon kevyiden väliseinien valmistuksessa kuluisi aikaa yhteensä 12 työvuoroa. Rakennettavien väliseinien määrä on 210 m². Vertailuna omakotitalon toteutuneilla työmenekkitiedoilla tähän työvaiheeseen paritalossa kuluisi yhdeksän työvuoroa samankokoiselta työryhmältä.

5.3 Ajallinen ero kokonaisuutena

Vertailtaessa paritalon alustavan yleisaikataulun yhteenlaskettua työmenekkiä mukana olevien työtehtävien osalta tulokseksi saatiin noin 740 työntekijätuntia (tth). Vastaavien työtehtävien laskennallinen määrä omakotitalotyömaan työmenekkeillä

ja työsaavutuksilla laskettuna oli noin 500 työntekijätuntia. Tämä työntekijätunneissa laskettu ero oli siis kohtalaisen suuri, noin 32 %. Tätä eroa selittää se että, omakotitaloa oli tekemässä toisilleen tuttu rakennusammattilaisten ryhmä, joille työvaiheet olivat entuudestaan selviä ja ennalta hyvin valmisteltuja.

6 PAIKALLA RAKENTAMISEN KUSTANNUKSET VERRATTUNA ELEMENTTITOIMITUKSEEN

6.1 Vertailun kulku

Tässä opinnäytetyössä verrattiin lisäksi paikalla rakentamisen kustannuksia elementtirakentamiseen paritalon ulkoseinärakenteiden ja materiaalien osalta. Myös kattoristikoiden ja päätykolmioiden asennus ja verhoilu kuuluivat vertailtaviin kustannuksiin.

Kustannuksia vertailtiin seinäelementtejä valmistavan yrityksen antamaan elementtitarjoukseen. Kyseinen tarjous pohjautui toimeksiantajayrityksen heille lähettämiin paritalon pääpiirustuksiin.

Tarjoukseen sisältyivät pääpiirteittäin seuraavat osat:

- tarvittavat rakennepiirrokset
- ulkoseinäelementit asennettuna ulkoverhouksineen ja sisäpuolelta kipsilevytettynä
- päätykolmiot paneloituna ja päätyräystäät verhoiltuina
- kattoristikot tuulisiteineen asennettuna
- palokatkorakenne huoneistojen välisen seinän päälle asennettuna
- pilarit ja palkit asennettuna
- ovi ja ikkunakarmit elementteihin asennettuna
- alajuoksut ja tarvittavat asennustarvikkeet
- tarvikkeiden rahdit sekä nosturi- ja telinevuokrat.

Kattoristikoiden etureunan paneelit sisältyivät tarjoukseen irtotavarana. Autokatoksen väliseinäelementti, joka on kooltaan noin 5 500 x 3 000 mm, ei kuulunut tarjoukseen. Muilta osin ulkoseinät ja ulkoverhous kuuluivat asennettuna tarjoukseen.

Nurkkalaudat sisältyivät tarjoukseen irtomateriaaleina. Ovet ja ikkunakarmit sisältyivät tarjoukseen kiinnitettyinä seinäelementtiin, joten tilaajan on asennettava ikkunaruudut ja ovilehdet paikalleen. Näistä yksityiskohdista aiheutuneet työmenekit huomioitiin tehdyssä kustannusvertailussa. Lisäksi ulkoseiniin kuuluvat sähköjohdotukset sekä terassien ja autokatoksen pilarit ja palkit kuuluivat toimitukseen asennettuna.

Vertailu suoritettiin laskemalla alustavan yleisaikataulun avulla työmenekit kyseisille työvaiheille paikalla rakentaen (Liite 6.). Työkustannuksen hintana vertailussa käytettiin 20 euroa tunnilta + sosiaalikulut 70 %. Lisäksi materiaalimenekit ja -kustannukset laskettiin omana kohtanaan. (Wind ym. 2014, 94-121.)

6.2 Kustannusvertailun päätelmiä

Kustannusvertailun tuloksena voidaan todeta, että elementtitoimituksessa tarjotun rakenteen kokonaiskustannukset asennettuna olisivat hieman alle 10 000 euroa suuremmat kuin tarjouspyynnössä esitetty rakenne ja sen vaatimat työvaiheet paikalla rakennettuna. Tämä erotus perustuu alustavassa yleisaikataulussa laskettuihin Ratu-tiedostojen mukaisiin materiaali- ja työmenekkitietoihin sekä työsaavutuksiin. Vertailussa olevat seinäeristemateriaalit eroavat kuitenkin hieman toisistaan, jonka vuoksi materiaalikustannukset paikalla rakentaen ovat jonkin verran korkeammat elementtitoimituksessa tarjottuihin materiaaleihin verrattuna.

Mikäli elementtitoimituksen kustannuksia verrataan toimeksiantajayrityksen omiin aikaisempien kohteiden työaikatietoihin, kokonaiskustannusten erotus elementtitoimituksen työvaiheiden ja materiaalien osalta muodostuu vielä hieman suuremmaksi paikalla rakentamiseen verrattuna. Tähän johtavat erot Ratu-työmenekkien kanssa tulivat esille jo aikaisemmin vertailtaessa paritalon alustavan yleisaikataulun työmenekkejä valmistuneen omakotitalon vastaaviin toteutuneisiin työvaiheisiin. Tuotannon eteneminen itse rakennustyömaalla elementtimenetelmää käyttäen olisi tietenkin selvästi nopeampaa verrattuna paikalla rakentamiseen. Paikalla rakentaen aikaa kuluisi vertailun kohteina olevissa työvaiheissa laskelmien mukaan yhteensä noin 40 työpäivää.

Kustannusten lisäksi vertailussa on huomioitava, että elementtitoimittajalta ei ollut saatavissa täsmälleen samansisältöistä seinärakennetta, joka oli kohteeseen alkuperäisesti suunniteltu.

Alkuperäisessä rakennesuunnitelmassa ja paikalla rakentaen toteutetussa seinärakenteessa asennetaan 25 mm:n puukuitutuulensuojalevy, 198 mm:n puurunko ja sen sisäpuolelle 40 mm:n XPS-levy, joka toimii samalla eristyksenä sekä höyrynsulkuna. Tällöin seinärakenteen U-arvo on 0,16 W/m²K. Lisäksi XPS- ja kipsilevyn väliin koolataan ilmarako, jossa voidaan kuljettaa sähköputkitukset lämmöneristettä ja höyrynsulkua rikkomatta.

Vastaavaa rakennetta elementtivaihtoehdossa ei ollut saatavissa, vaan seinärakenteen eristys toteutettaisiin siinä tapauksessa 200 mm + 50 mm:n vuorivillaeristeillä sekä eristeiden välissä käytettävällä 0,2 mm:n höyrynsulkumuovilla. Rungon ulkopuolella elementeissä olisi 9 mm:n tuulensuojakipsilevy. U-arvo olisi myös hieman heikompi, 0,17 W/m²K.

Täten paksumpi tuulensuojalevy ja XPS-eriste kasvattavat kuluja verrattuna 9 mm:n tuulensuojakipsilevyllä ja vuorivillalla tehtyyn lisäeristykseen.

Laskelmin voidaan verrata elementtitoimituksen erilaisen ulkoseinärakenteen materiaalihintaa alkuperäisessä rakennesuunnitelmassa ja tarjouspyynnössä esitettyyn rakenteeseen. Paksummalla tuulensuojalevyllä ja XPS-eristykellä toteutettuna seinärakenteen materiaalihinta olisi koko rakennuksen osalta noin 1 200 eur/alv 0 % kalliimpi. Eristetyn ulkoseinäneliön materiaalien hintaeroksi muodostuu siten noin 5 eur/m²/alv 0 %. Mikäli verrataan pelkästään 50 mm villaeristeellä + höyrynsululla sekä 40 mm:n XPS-eristeellä toteutettuja ulkoseinän sisäpuolisia lisäeristysvaihtoehtoja toisiinsa saatiin niiden välisiksi materiaalien hintaeroksi noin 2 eur/m²/alv 0 %.

Elementtivalmistajan tarjouksessaan käyttämät halvemmat ja samalla eristyskyvyltään hieman heikommat materiaalit on otettava kokonaistarkastelussa myös osaltaan huomioon verrattaessa rakenteiden valmistusmenetelmiä ja kustannuksia keskenään.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota realistinen ja toteuttamiskelpoinen aikataulu paritalokohteeseen, jota lähdetään lähitulevaisuudessa toteuttamaan. Alustavan yleisaikataulun laadintaa varten käytettiin Ratu-tiedoston työmenekkilaskelmia sekä aikaisempia toteutuneita ja kokemukseen perustuvia työtehtävien kestoja. Laskennan tueksi laskettavasta kohteesta laadittiin myös erillinen määräluettelo pääpiirustusten avulla.

Aikataulun laatiminen vaati syvällistä perehtymistä kohteen suunnitelmiin, käytettäviin materiaaleihin sekä erilaisiin työmenetelmiin. Sen ansioista rakennuskohteen tehtävistä pystyttiin muodostamaan työn edetessä selkeä kokonaiskuva. Tämän avulla myös tulevassa käytännön toteutusvaiheessa on helppoa edetä ja valmistella seuraavia työvaiheita tehokasta ja laadukasta rakentamista silmällä pitäen.

Nyt tehtyä alustavaa yleisaikataulua sekä työmenekki- ja kustannusvertailua pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa myös muissa tulevilla rakennuskohteissa. Työhön liittynyt aikataulullinen vertailu yrityksen aikaisemman tuotannon ja sieltä saatujen tietojen avulla antoi myös uutta näkökulmaa työmenekkilaskennan suorittamiseen.

Planet+ 6.3. -ohjelmisto oli monipuolinen työkalu alustavan yleisaikataulun muodostamiseen. Merkittävä osa tämän projektinhallintaohjelman laajoista ominaisuuksista jäi tässä työssä kuitenkin vielä kokonaan hyödyntämättä.

Opinnäytetyölle asetetuissa tavoitteissa onnistuttiin hyvin. Laadittua aikataulua ja siihen liittyviä työmenekkejä tarkasteltiin työssä useasta eri näkökulmasta. Tämän ansiosta jatkossa on yhä selkeämpää koota kokonaiskuva eri työmenetelmien ja työvaiheiden kestoista sekä niihin vaikuttavista erilaisista tekijöistä.

LÄHTEET

Junnonen, J-M. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia.

Koskenvesa, A., Kivimäki, C., Mäki, T. & Sahlstedt, S. 2015. Aikataulukirja 2016. 13. uud. p. Helsinki: Rakennustieto.

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto.

Lindberg, R., Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2012. Aikataulukirja 2013. 12. uud. p. Helsinki: Rakennustieto.

RT RakMK-T-422. 2016. Asuinrakennushankkeen kokonaistyömenekki. Helsinki: Rakennustieto.

Vuorela, K., Urpola, J. & Kankainen, J. 2001. Johdatus rakentamistalouteen. Espoo: Jasur.

Wind, N., Kivimäki, C., Koistinen, L., Lahtinen, M. & Koskenvesa, A. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. [Verkkokirja]. Helsinki: Rakennustieto. [Viitattu 22.01.2019]. Saatavana RT tietoväylä -palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.

LIITTEET

Liite 1. Paritalon määräluettelo

Liite 2. Jana-aikataulu

Liite 3. Paikka-aikakaavio

Liite 4. Laskelmia työntekijätarpeesta

Liite 5. Vertailulaskelma omakotitalon kestoihin

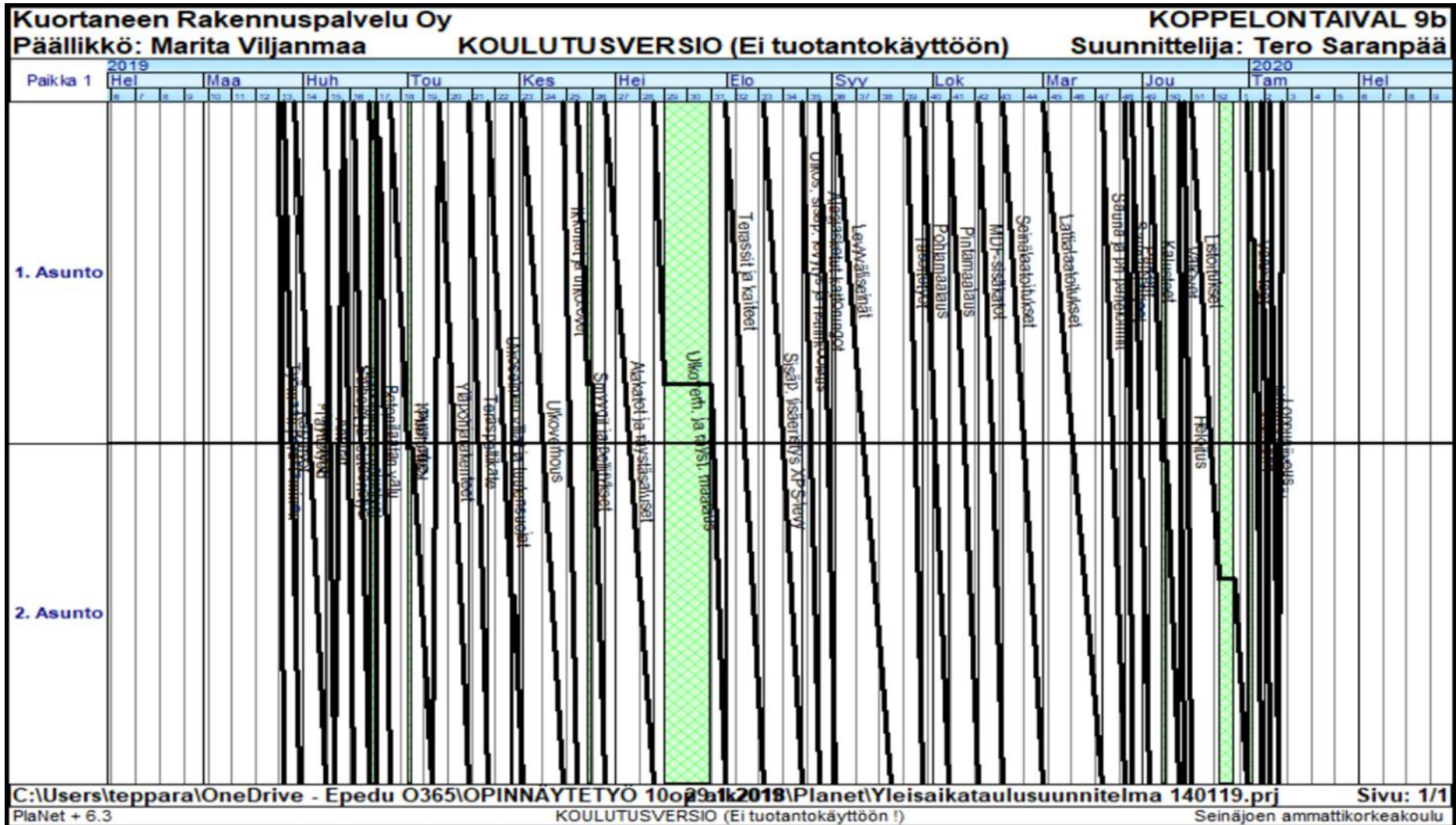
Liite 6. Vertailu, paikalla rakennettuna vai elementtirakenne

Liite 1. Paritalon määräluettelo

	Työmaan perustaminen	1 pv
	Kaivutyöt	315 m3ktr
	Täyttötöyt	590 m3ktr
	Anturat	40 m2
	Perusmuuri	75 m2
	Salaojat ja routaeristys	270 m2
	Alapohjan perustustyöt	269 m2
	Betoniilaatan valu	269 m2
	Puurunko	249 m2
	Kattoristikot	38 kpl
	Yläpohjarakenteet	430 m2
	Teräspeltikate	430 m2
	Ulkoseinien villat ja tuulensuojat	270 m2
	Ulkoverhous	333 m2
	Ikkunat ja ulko-ovet	
1. Asunto	Ikkunat ja ulko-ovet	
	Ikkunat	8 kpl
	Ovet	3 kpl
2. Asunto	Ikkunat ja ulko-ovet	
	Ikkunat	8 kpl
	Ovet	3 kpl
	Smyyygit ja pellitykset	22 kpl
	Alakatot ja räystäsaluset	162 m2
	Ulkoverh. ja räyst. maalaus	480 m2
	Terassit ja kaiteet	
1. Asunto	Terassit ja kaiteet	4 pv
2. Asunto	Terassit ja kaiteet	4 pv
	Sisäp. lisäeristys XPS-levy	418 m2
	Ulkoseinien sisäp. levytys	
1. Asunto	Ulkos. sisäp. levytys ja ristiinkoola	95 m2
2. Asunto	Ulkos. sisäp. levytys ja ristiinkoola	95 m2
	Alaslasketut kattorungot	
1. Asunto	Alaslasketut kattorungot	121 m2
2. Asunto	Alaslasketut kattorungot	121 m2
	Levyväliseinät	
1. Asunto	Levyväliseinät	105 m2
2. Asunto	Levyväliseinät	105 m2
	Asuntojen välinen seinä EI30	54 m2
	Tasoitetyöt	
1. Asunto	Tasoitetyöt	250 m2
2. Asunto	Tasoitetyöt	250 m2
	Pohjamaalaus	
1. Asunto	Pohjamaalaus	250 m2
2. Asunto	Pohjamaalaus	250 m2
	Pintamaalaus	
1. Asunto	Pintamaalaus	260 m2
2. Asunto	Pintamaalaus	260 m2

	MDF-sisäkatot			
1. Asunto	MDF-sisäkatot	100 m2		
2. Asunto	MDF-sisäkatot	100 m2		
	Seinälaatoitukset			
1. Asunto	Seinälaatoitukset	41 m2		
2. Asunto	Seinälaatoitukset	41 m2		
	Lattialaatoitukset			
1. Asunto	Lattialaatoitukset	37 m2		
2. Asunto	Lattialaatoitukset	37 m2		
	Sauna ja ph paneloinnit			
1. Asunto	Sauna ja ph paneloinnit	26 m2		
2. Asunto	Sauna ja ph paneloinnit	26 m2		
	Saunan lauteet			
1. Asunto	Saunan lauteet	1 kpl		
2. Asunto	Saunan lauteet	1 kpl		
	Parketit			
1. Asunto	Parketit	71 m2		
2. Asunto	Parketit	71 m2		
	Kalusteet			
1. Asunto	Kalusteet	1 as		
2. Asunto	Kalusteet	1 as		
	Väliovet			
1. Asunto	Väliovet	7 kpl		
2. Asunto	Väliovet	7 kpl		
	Heloitus			
	sisäovi	12 kpl		
	ulko-ovi	6 kpl		
	ikkuna	16 kpl		
	Listoitukset			
1. Asunto	Listoitukset			
	Kattolistat	165 jm		
	Ikkunalistat	110 jm		
	Ovilistat	190 jm		
	Jalkalistat	125 jm		
2. Asunto	Listoitukset			
	Kattolistat	165 jm		
	Ikkunalistat	110 jm		
	Ovilistat	190 jm		
	Jalkalistat	125 jm		
	Varusteet			
1. Asunto	Varusteet	1 as		
2. Asunto	Varusteet	1 as		
	Pihatyöt	800 m2	k.murske 0-16, nurmi	
	Mittaus ja säädöt	1 pv		
	Loppusiivous	269 brm3		
	Luovutus	269 brm3		

Liite 3. Paikka-aikakaavio



Liite 5. Vertailulaskelma omakotitalon kestoihin

VERTAILUKOHDE: OMAKOTITALO- LAMMIN ULKORAKENNUS								
<i>(Vuonna 2019 valmistuneen kahteen toteutuneeseen kesto)</i>								
Työnimike	Määrä	Yksikkö	Resurssit	Kesto tth	Kokonaiskesto tth/m	Kesto pv/työryhmä	tth/ työntekijä	
Puurunko (talo + at)	264	m2	2	55	0,21	3	28	
Teräspeltikate (talo + at)	348	m2	3	48	0,14	2	16	
Ulkoseinien villat & Tuulensuojalevyt + koolaus	170	m2	2	68	0,4	4	34	
Ulkoverhouspanelointi (talo + at)	320	m2	2	104	0,33	6	52	
Ulkoseinien sisäp.kipsilevytys	98	m2	1	14	0,14	2	14	
Levyväliseinät runko ja levytyö-	95	m2	2	64	0,67	4	32	
						ght. 21		
Omakotitalon työmenekki alustavan gleisaikataulun (T4) kokonaiskestoilla (tth/m2) laskettuna.								
Puurunko (talo + at)	264	m2	2	206	0,78	13	103	
Teräspeltikate (talo + at)	348	m2	3	77	0,22	3	26	
Ulkoseinien villat & Tuulensuojalevyt + koolaus	170	m2	2	61	0,36	4	30,5	
Ulkoverhouspanelointi (talo + at)	320	m2	2	128	0,4	8	64	
Ulkoseinien sisäp.kipsilevytys	98	m2	1	16	0,16	2	16	
Levyväliseinät runko ja levytyö-	95	m2	2	86	0,9	5	43	
						ght. 35		
						ero - 14 pv		
PARITALO								
Alustavan gleisaikataulun työmenekit. (T4)								
Ratu Aikataulukirja 2013. (Kokonaistyöryhmiä osittain pienennetty ja työsaavutusta muokattu)								
Työnimike	Määrä	Yksikkö	Resurssit	Kesto tth	Kokonaiskesto tth/m	Kesto pv/työryhmä	tth/ työntekijä	
Puurunko	249	m2	2 RAM;Ri	193	0,78	8	64	
Teräspeltikate	430	m2	2 RAM;Ri	96	0,22	4	32	
Ulkoseinien villat & Tuulensuojalevyt + koolaus	270	m2	RAM;RM	98	0,36	6	49	
Ulkoverhouspanelointi	333	m2	RAM;RM	134	0,4	8	67	
Ulkoseinien sisäp.kipsilevytys	190	m2	RAM;	30	0,16	4	30	
Levyväliseinät runko ja levytyö-	210	m2	RAM;RM	188	0,9	12	94	
				ght. 739		ght. 42		
Paritalon työmenekki omakotitalon toteutuneilla kokonaiskestoilla (tth/m2) laskettuna.								
Puurunko	249	m2	2 RAM;Ri	52	0,21	2	17	
Teräspeltikate	430	m2	2 RAM;Ri	60	0,14	3	20	
Ulkoseinien villat & Tuulensuojalevyt + koolaus	270	m2	RAM;RM	108	0,4	7	54	
Ulkoverhouspanelointi	333	m2	RAM;RM	110	0,33	7	55	
Ulkoseinien sisäp.kipsilevytys	190	m2	RAM;	27	0,14	3	27	
Levyväliseinät runko ja levytyö-	210	m2	RAM;RM	141	0,67	9	70,5	
				ght. 498		ght. 31		
						ero -11 pv		

Liite 6. Vertailu, paikalla rakennettuna vai elementtirakenne

	Paikalla rakennettuna				materiaalikustannukset (alv 0%)					
		työryhmä	työn saav	pv	tth	eur/ yks.	eur/jm	hukka %	eur/ yht	
Puurunko	249 m2	2 RAM;RM	31	8	193	4,3	2,6	7	1200	48x198 550jm 2,6e/jm
Kattoristikot	38 kpl	2 RAM;RM	52	1	24	130	3,7		5900	(tarjous)
Ulkoseinien villat ja tuulensuojat	270 m2	RAM;RM;	44	6	98	19,6		8	5300	200mm Paroc 9,36e. 2700e Runkoleijona 7,86e 2 koolauslauta k600 1,66m/m2 0,45e yht 450m.
Ulkoerohous	255 m2	RAM;RM;	40	6	102	10	1,45	10	3200	UTV 23x145 1,45e/jm n 2200jm sis hukka (7jm/m2)
Ikkunat	16 kpl	RAM;RM;	7	2	30				7400	ikkunat ja ovet yhteensä (tarjous)
Ovet	6 kpl	RAM;RM;	8	1	12				0	
Smyygit ja pellitykset	22 kpl	RAM;	4	5	40	16		7	350	hienosahattu lauta 250m/220eur yht . Pellit 100e
päätyräystäiden aluslaudoitus	20 m2	RAM;RM;	16	1	20	8,5	0,8	7	200	20x95mm
Sisäp.seinien lisäer. XPS-levy +koolaus	183 m2	RAM;RM;	52	4	72	5,7		8	1050	xps 40 mm 4,03e sis hukan5% 750e koolauslauta x2 k600 3,33jm/m2 0,45e/jm 1,60eur/m2 30l
Ulkoseinien sisäp. levytys	190 m2	RAM;	50	4	30	3,4		12	620	kipsi ek13 3e/m2
As. välinen EI30 yläkolmio,väliseinä	40 m2	RAM;RM;	16	2	40	15,4		10	620	kipsix2 3e/m2 50villa 15m2 yht50e 3e/m2 48x75runko 35jm 1,50e/jm
				40	661 yht				1000	rahtia 1000e
									1000	naulat ruuvit kulmat karmiruuvit ym 1000e
								7	900	tolpat 6kpl 45e/kpl 300e palkit 12jm 3kpl yht 600e
työtunnin hintana 20e +sosiaalikulut 70%= 34e			TYÖN HINTA YHT. 22 500 EUR						200	Räystäiden otsalautaa 1,18 e/m
									150	uretaania 2x12plo 156e
									150	hteippiä 18rl a8,50e 153e
									1500	ulkoseinien sähköjohdotus
KOKONAISHINTA PAIKALLA RAKENTAEN N. 52 000 EUR - 53 000 EUR										
(Ratu - tiedoston työmenekki - ja työsaavutustietojen mukaan laskettuna)									MATERIAALIT 30 000 - 31 000 EUR	