

As. Oy Pielisentie 24

Rakennusurakan valmistelu

Jukka Ollilainen
Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma		
Työn tekijä(t) Jukka Ollilainen		
Työn nimi As.Oy Pielisentie 24 Rakennusurakan valmistelu		
Päiväys	Sivumäärä/Liitteet	26
Ohjaaja(t) Pasi Haataja, lehtori		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Nurmeksien Rakennuspalvelu Ky		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata aikataulusuunnittelun yleisimmät laadintaperusteet ja laatia alustava yleisaikataulu Nurmeksien Rakennuspalvelun käyttöön alkavalle työmaalle. Alkava työmaa on As. Oy Pielisentie 24, joka on elementtirunkoinen kerrostalokohde ja sijaitsee Lieksan kaupungin keskustassa. Lisäksi työssä tarkasteltiin kohteen eri rakenneratkaisujen vaikutusta kustannuksiin.</p> <p>Työn teoriaosuus aikataulusuunnittelun perusteista tehtiin käyttämällä tarjolla olevaa kirjallisuutta aiheesta. Aikataulu laadittiin tutustumalla tarkasti esimerkkikohteen tietoihin, joita olivat tekniset suunnitelmat ja asiakirjat. Lisäksi suoritettiin määrälaskenta puuttuvilta ja epätarkoilta osilta, koska aikataulun laatimiseksi haluttiin mahdollisimman tarkat lähtötiedot. Aikataulun laadinnassa käytettiin menekkitietoina Ratu-aikataulutiedostoja ja yrityksen omaan kokemukseen pohjautuvaa tietoa. Lopuksi aikataulu laadittiin Planet+ ohjelmalla. Rakenneratkaisujen vaikutus kustannuksiin osiossa, selvitettiin perusteet kustannusten osalta mahdollisille vaihtoehdoille rakenteille. Tämä tehtiin kartoittamalla hankkeesta rakenteet, joiden toteuttamiseen on tarjolla erilaisia rakennevaihtoehtoja. Valituista vaihtoehdoista tehtiin kustannusvertailu työn ja materiaalien osalta.</p> <p>Työn tuloksena saatiin toimeksiantajan käyttöön alustava yleisaikataulu, joka toimii pohjana tarkemman tason aikataulusuunnittelulle rakennusvaiheessa. Lisäksi saatiin selville valituista rakenteista hintaperusteet mahdollisille rakennemuutoksille, joista toimeksiantaja valitsee käyttöönsä kohteen toteutustavaltaan ja aikataulullisesti parhaimman ratkaisun.</p>		
Avainsanat Aikataulusuunnittelu, rakenneratkaisut		

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Jukka Ollilainen			
Title of Thesis Preparing a Building Contract for a Housing Association			
Date	14 Jan 2013	Pages/Appendices	26
Supervisor(s) Mr Pasi Haataja, Lecturer			
Client Organisation/Partners Nurmeksen Rakennuspalvelu Ky			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was to describe the common bases of scheduling and draw up a preliminary general schedule for construction company Nurmeksen Rakennuspalvelu Ky on their construction site. The starting construction site is an apartment building of prefabricated framework located in the city center of Lieksa. Another purpose was to examine the different structural solutions and their effects on total costs.</p> <p>The theory of the scheduling basis was written by using available literature on the subject. The schedule planning was done by studying technical plans and documents. The missing and unclear parts of calculation were searched for the schedule planning. Expense data from the schedule files in Ratu (a database for building industry professionals) and experience-based knowledge from the company were used for planning the schedule. The schedule was drawn up with Planet+ program. Finally, the comparison of labor and materials costs was made by using selected options.</p> <p>As a result of the study was a preliminary general schedule for the client. This schedule can be used in the construction phase as a basis for more accurate planning of the construction schedule. In case there is need for structural changes, the client can also utilize the calculated prices of the selected options, and choose the best solution for their needs and for the schedule.</p>			
Keywords Schedule planning, construction solutions			

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	6
2 AIKATAULUSUUNNITTELU RAKENNUSHANKKEESSA.....	7
2.1 Aikataulusuunnittelun perusteet.....	8
2.2 Aikataulusuunnittelun vaiheet.....	9
2.2.1 Aikataulun kireyden tarkistaminen.....	9
2.2.2 Tehollisen rakennusajan laskeminen.....	11
2.2.3 Kohteen jakaminen osakohteisiin.....	11
2.2.4 Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta.....	12
2.2.5 Aikataulutehtävien muodostaminen.....	14
2.2.6 Tehtävien tahdistus ja rytmitys.....	14
2.2.7 Aikataulun esittäminen.....	17
3 AIKATAULUSUUNNITTELUN JA RAKENTAMISEN VALMISTELUN RISKITEKIJÄT.....	19
4 KOHDETYÖMAAN ESITTELY.....	20
4.1 Kohteen rakennetiedot.....	21
5 RAKENNERATKAISUJEN TARKASTELU KUSTANNUSTEN KANNALTA.....	22
5.1 Välipohjan tarkastelu.....	22
5.2 Kosteidentilojen seinien tarkastelu.....	23
5.3 Ulkoseinien tarkastelu.....	24
6 POHDINTA.....	25
LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

Rakennusliikkeen voitettua urakkatarjouskilpailun alkaa rakennusurakan valmistelu. Ennen varsinaista työn aloitusta laaditaan projektille yleisaikataulu ja erilaisia suunnitelmia liittyen rakennusalueen käyttöön, tarvittavaan kalustoon ja sen hankintaan sekä työturvallisuuteen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kuvata rakennusaikataulujen yleisimmät laadintaperusteet, ja laatia alustava yleisaikataulu rakennusteknisten töiden osalta Nurmeksen Rakennuspalvelun Ky:n käyttöön, sen alkavalle As. Oy Pielisentie 24 rakennustyömaalle. Aikataulusuunnittelussa tutustutaan tarkasti teknisiin asiakirjoihin, sekä lasketaan niiden avulla tarkat työsuoritemäärät. Aikataulu laaditaan Planet+ ohjelmalla, käyttäen saatuja työsuoritemääriä ja Ratu- työmenekkitiedostoja. Lisäksi työssä tarkastellaan miten eri rakenneratkaisut vaikuttavat rakentamiskustannuksiin, minkä perusteella työn toimeksiantaja voi harkita mahdollisia rakennemuutoksia.

Työn toimeksiantajana on Nurmeksen Rakennuspalvelu Ky. Yritys on perustettu 1987 ja sen toiminta-alueena on pääosin Pohjois-Karjalan alue. Yrityksen päätoimiala on rakennusurakointi asunto- ja tilarakentamisessa sisältäen uudis- ja korjausrakentamisen. Yritys työllistää tällä hetkellä 10 rakennusalan ammattilaista ja lisäksi muutamia alihankkijoita.

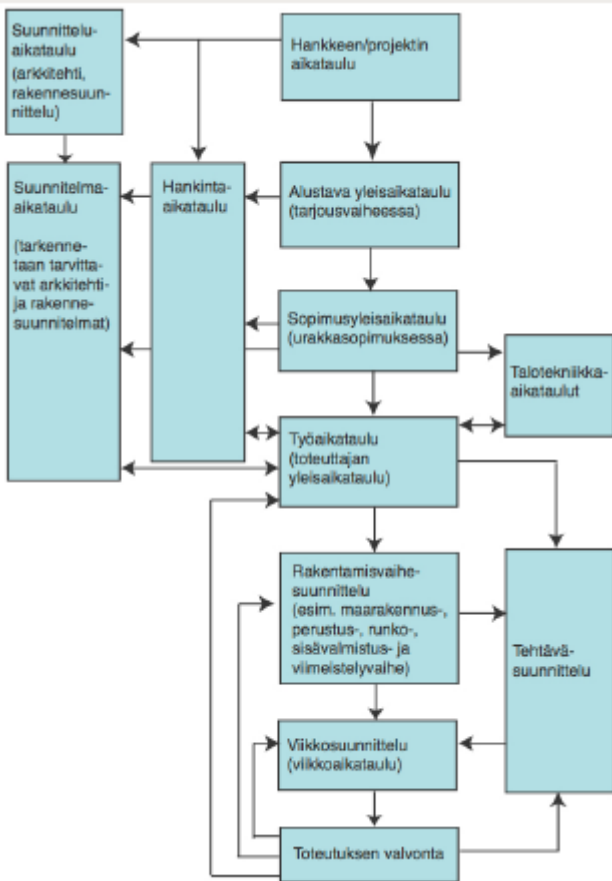
2 AIKATAULUSUUNNITTELU RAKENNUSHANKKEESSA

Rakennushankkeen läpiviemiseksi tarvitaan ajankäytön suunnittelua, joka alkaa jo hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennuttaja laatii rakennushankkeelle alustavan aikataulun, jossa määritellään ajankäyttö ja tehtävät yleisellä tasolla. Rakennushankkeen edetessä aikataulu tarkentuu ajallisesti ja tehtävien osalta, tehtäväkohtaisiksi aikatauluiksi. Aikataulu määrittää hankkeen tavoitteet ajallisesti ja tuotannollisesti. Aikataulujen avulla myös varmistetaan tavoitteiden saavuttaminen.

Hankkeen toteutuksen mallina on aikataulu, josta käy ilmi tehtävien ajoitus ja ajankäytön suunnittelu. Aikataulun avulla etsitään työn realistinen toteutusmalli käytettävissä olevien tietojen perusteella. Toteutusmallissa asetetaan tavoitteet hankkeelle ja yksittäisille työtehtäville. Tavoitteiden, esimerkiksi työvoiman käyttöön liittyen, tulee olla realistisesti suunniteltuja ja mitattavissa, myös aikaan ja tuotokseen sidottuina. (Mäki & Koskenvesa 2008, 18.)

Rakennushankkeen kokonaisaikataulun toteutuminen on rakennuttajan vastuulla. Muu ajallinen suunnittelu perustuu laaditun aikataulun todellisiin toteutumisiin, tavoitteellisuuteen ja yhteyteen hankkeen muihin suunnitelmiin. Rakennuttajan aikataulusa on eri vaiheita, joita ovat esimerkiksi hanke- ja rakennussuunnittelu sekä rakennus- ja käyttöönottovaiheet. Aikataulusuunnittelu sisältää työmaatoimintojen suunnittelun lisäksi suunnitelmien valmistumisen, hankintojen ja rakennuksen käyttöönoton ja korjausrakennuskohteissa rakennusaikaisen käytön suunnittelun. (Mäki & Koskenvesa 2008, 18.)

Päätoteuttajan laatima ja rakennuttajan hyväksymä yleisaikataulu yleisten sopimusehtojen (YSE 98) mukainen urakkasopimuksen työaikataulu ja työmaatoteutuksen perusta. Yleisaikataulun laatiminen edellyttää paitsi riittäviä teknisiä suunnitelmasiikirjoja myös rakennuttajan laatimaa alustavaa yleisaikataulua. Eri rakennusvaiheiden keskeisimmät tehtävät, hankinnat ja välitavoitteet esitetään yleisesti rakennuttajan aikataulusa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 18.)



Kuvio 1. Rakennushankkeen ajallisen suunnittelun kaavio. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus opettajan kalvosarja, 38.)

2.1 Aikataulusuunnittelun perusteet

Huolellinen perehtyminen rakennuskohteeseen on edellytys aikataulusuunnittelulle. Perehtyminen rakennuskohteeseen tehdään suunnitelma- ja urakka-asiakirjojen ja tavoitearvion avulla. Kokonaisrakennusaika ja välitavoitteet, tekniset vaatimukset, tuotanto-olosuhteet ja tuotantotekniset ratkaisut ja työvoiman käytön periaatteet sekä aliorakkeina tehtävät työt ovat keskeisimpiä selvitettäviä asioita. (Mäki & Koskenvesa 2008, 20.)

Rakennustyömaan aikataulujen on tarkoitus kuvata tuotantoa, jolloin keskeiseksi asiaksi muodostuu tuotannon poikkeamien havaitseminen. Aikatauluja tarvitaan tuotannon ohjaukselta varten, aikatauluissa kuvataan panosta eli aikaa suhteessa syntyneeseen tuotokseen eli paikkaan tai suoritemäärään. Aikataulujen avulla voidaan

myös varautua varautumaan tuotannon häiriötilanteisiin sekä suunnitelmien ja olosuhteiden muuttumiseen. (Mäki & Koskenvesa 2008, 19.)

Aikataulun toimivuus tuotannonohjauksen ja työmaan johtamisen kannalta edellyttää seuraavien asioiden huomioon ottamista (Mäki & Koskenvesa 2008, 19.)

- Aikataulutehtäviksi valittava toteutuksen kannalta keskeiset tehtävät niin omista töistä kuin aliurakatöistä.
- Kaikki aikataulutehtävät mitoitettava – oikeat perusteet esimerkiksi Ratu-työmenekistä ja –saavutuksista.
- Tehtäville varattava riittävä toteutusaika – ei liian nopeaa mitoitusta, jottei tule turhia häiriöitä ja odotusta.
- Kullekin tehtävälle varattava työrauha yhdessä osakohteessa – ei kaikkia työvaiheita käynnissä samassa paikassa yhtä aikaa.
- Aikataulutehtävät suunniteltava riittävän suurina kokonaisuuksina, jotta ohjaus on mahdollista – ei pienitä liian pieniksi osiksi.
- Tehtävien väliset riippuvuudet hallittava – ongelmakohdat kartoitettu, riittävästi vapaita työkohteita ja resurssien käyttö hallinnassa sekä.
- Aikataulu esitettävä niin, että sillä on mahdollisuus valvoa tuotantoa.

2.2 Aikataulusuunnittelun vaiheet

Aikataulusuunnittelussa on vaiheita, jotka liittyvät rakennusaikataulun kireyden tarkistamiseen, tehollisen rakennusajan määrittämiseen, kohteen jakamiseen lohkoihin tarvittaessa, työjärjestyksen suunnitteluun ja valintaan, aikataulutehtävien muodostamiseen, tehtävien tahdistukseen ja rytmitykseen ja tuotantoa palvelevan aikataulun tekoon. (Mäki & Koskenvesa 2008, 19.)

2.2.1 Aikataulun kireyden tarkastaminen

Verrattaessa hankkeen toteuttamiseen varattua aikaa normaalikeston voidaan tutkia rakennusaikataulun kireyttä. Hankkeen rakennussuunnitelmien ja tavanomaisen kiireystason mukaisella rakennusajalla tarkoitetaan normaalikestoa, josta on vähennetty kesälomakuukaudet ja ennalta tiedetyt keskeytykset. Ajoituskustannusmalli on tehty

normaalikeston määrittämistä varten. (Poikonen & Kiiras 1989.) Ajoituskustannusmallissa normaalikesto lasketaan hankkeen tuotannollisen laajuuden eli työmaalla tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen avulla käyttäen isoissa kohteissa (yli 10 000 tth) kaavaa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 20.)

Normaalikeston (T_N) laskeminen

Isoissa kohteissa (kokonaistyötuntimäärä yli 10 000 tth) kaavalla

$$T_N = 4,6 \cdot \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 36,6$$

Pienissä kohteissa (kokonaistyötuntimäärä alle 10 000 tth) kaavalla

$$T_N = 2 + \frac{3,8 \cdot \text{hankkeen kokonaistuntimäärä}}{10\,000}$$

Kuvio 2. Normaalikeston laskenta. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus opettajan kalvosarja, 68.)

Hankkeen aikataulun voidaan sanoa olevan kireä, jos kesälomat huomioon ottaen urakka-aika on yli 20 % normaalikestoa lyhyempi. Aikataulun lyhentäminen taas on mahdollista, jos aikataulu on normaalikestoa pidempi. (Mäki & Koskenvesa 2008, 20.)

Normaalikeston laskentaesimerkki: (Mäki & Koskenvesa 2008, 20.)

Rakennusvaiheiden työmenekit ovat:

- maarakennus 2 000 tth
- perustusvaihe 4 000 tth
- runkovaihe 10 000 tth
- sisävalmistusvaihe 12 000 tth
- käyttö- ja yhteiskustannus 2 000 tth

Yhteensä 30 000 tth

$$T_N = 4,6 \times \ln(\Sigma \text{ tth } (1\dots 9)) - 36,6$$

$$T_N = 4,6 \times \ln(30\,000) - 36,6$$

$$= 10,8 \text{ kk}$$

Rakennushankkeen normaalikesto on siten 11 kk.

2.2.2 Tehollisen rakennusajan laskeminen

Koko hankkeen rakennusaika ei ole käytettävissä tuotantoon. Työmaalla tulee useita eri syistä johtuvia tuotannon keskeytyksiä, jotka on otettava huomioon aikataulun teossa. Tällaisia tuotannon keskeytyksiä aiheuttavat esimerkiksi lomat, arkipyhät, huonot sääolot ja tuotannon häiriöt. (Mäki & Koskenvesa 2008, 20.)

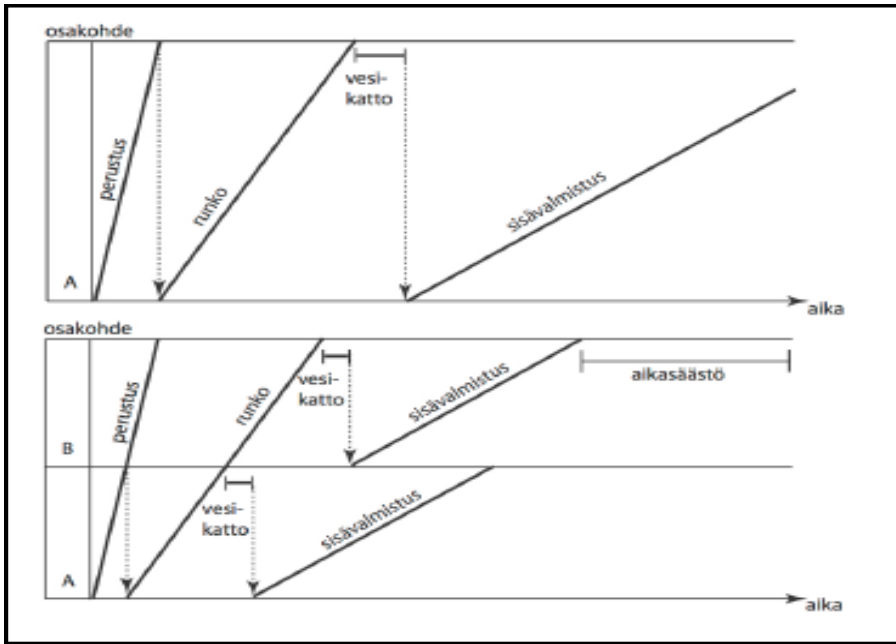
Yleisaikataulutason suunnittelussa voidaan käyttää T4-menekkejä, mutta tavoitteelliseksi aikataulu saadaan käytettäessä tehtävän aikamenekkinä tehollista aikaa kuvaavaa T3-työmenekkiä. Työn sujuminen ilman häiriöitä tavoitetasona on tehollisten työmenekkien mukainen työsaavutus. Aikatauluun kannattaa varata ns. vapaa pelivara mahdollisia suurhäiriöitä varten, jolloin varmistetaan aikataulun realistisuus. (Mäki & Koskenvesa 2008, 20.)

Tavanomaisen talonrakennustuotannon aikataulujen suunnittelussa suurhäiriövarauksena voidaan käyttää perustusvaiheen töissä 5 %, runkovaiheen töissä 10 % ja sisävalmistustöissä 2 % tarvittavasta kokonaisajasta laskettuna. Tehollisia työpäiviä koko rakennusajasta laskettaessa suunnittelun alussa on perustusvaiheen kesto 20 %, runkovaiheen kesto 30 % ja sisävalmistusvaiheen kesto 50 %. (Mäki & Koskenvesa 2008, 21.)

2.2.3 Kohteen jakaminen osakohteisiin

Rakennettavan kohteen osakohteet ovat lohkoja tai työkohteita. Lohkolla tarkoitetaan kohteen fyysistä osaa, esimerkiksi erillinen rakennus tai rakennuksen osa, jossa työt tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Työkohde puolestaan on lohkon osa, jossa tehdään ainoastaan yhtä työkohteen sitovaa, kriittistä tehtävää kerrallaan. (Mäki & Koskenvesa 2008, 21.)

Lohkot muodostetaan kohteen osista, jotka eroavat toisistaan tuotantotekniikaltaan, suunnitteluratkaisultaan, sijainniltaan tai kerrosluvultaan. Rajoina lohkojen välillä ovat moduulilinjat, liikunta- tai työsaumat. Lohko on kokonaisuus rakennuksen pystysuunnassa kellarista ylimpään kerrokseen, jokainen lohko suunnitellaan ja toteutetaan kuten itsenäinen rakennuskohde. Kirjallisuuden mukaan lohkon sopiva koko on 3000–5000 brm². Pienissä ja monikerroksisissa taloissa lohkojaon muodostaminen voi olla vaikeaa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 21.)



Kuvio 3. Lohkojako aikataulussa. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus opettajan kalvosarja, 73.)

Lohkojaon etuja voidaan perustella siten, että kun runko saadaan valmiiksi yhdessä kohteen osassa, voidaan sisävalmistustyöt aloittaa aikaisemmin kuin rakennettaessa runko kerralla valmiiksi koko kohteessa. Sisävalmistustöiden aloitus voi lyhentää koko rakennusaikaa. Eri tehtävien välisten aloitusvälien pidentäminen sisätöiden varhaisen aloittamisen ohella vähentää aikataulun häiriöherkkyyttä. (Mäki & Koskenvesa 2008, 21.)

Lohkojen suoritusjärjestyksen optimoinnissa sovelletaan ns. Hossin sääntöä. Hossin säännön mukaan työt aloitetaan siitä lohkoista, missä perustus- ja runkovaiheen kesto on lyhin. Viimeiseksi valitaan puolestaan lohko, jossa sisävalmistusvaiheen kesto on jäljelle jääneistä lohkoista lyhin. (Mäki & Koskenvesa 2008, 21.)

2.2.4 Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta

Rakennuskohde jaetaan tarvittaessa osiin työjärjestyksestä suunniteltaessa. Jako voi tapahtua esimerkiksi rakennusten, liikuntasauvojen, kerrosten, portaiden tai alueiden mukaan. Työtä kuvaava työnkulkupiirros laaditaan ajoituksen lähtökohdaksi tehtävien riippuvuuksien perusteella. (Mäki & Koskenvesa 2008, 22.)

Töiden suoritusjärjestystä ja limittymistä suunniteltaessa tehtävien väliset riippuvuudet voidaan jakaa neljään ryhmään. Luonnolliset riippuvuudet ovat ehdottomia, teknisesti mahdollista suoritusjärjestystä kuvaavia riippuvuuksia. Tällainen työvaihe on esimerkiksi raudoitus. Raudoitus on asennettava ennen betonointia ja muotti voidaan purkaa betonoinnin tehtyä ja saavutettua riittävän lujuuden. Olosuhderiippuvuudet määräytyvät sopimusten, sääolosuhteiden, työmaajärjestelyjen ja muiden tekijöiden perusteella. Esimerkkinä olosuhderiippuvuuksista voidaan pitää sisävalmistusvaiheen töitä, jotka voidaan sopia tehtäväksi ylimmästä kerroksesta aloittaen. (Mäki & Koskenvesa 2008, 22.)

Toteutustekniset seikat aiheuttavat teknisiä riippuvuuksia. Esimerkkinä teknisistä riippuvuuksista on laatan valu tai julkisivun muuraus kahdessa osassa liikuntasauaman takia. Resurssiriippuvuudet kuvaavat resurssien siirtymistä tehtävästä toiseen, esimerkiksi puisen vesikaton tehnyt kirvesmiesryhmä siirtyy katon valmistuttua tekemään kevyitä väliseiniä. (Mäki & Koskenvesa 2008, 22.)

Resurssiriippuvuudella on myös toinen merkitys. Samaa resurssia vaativia tehtäviä ei voida tehdä yhtä aikaa, esimerkiksi työryhmä tai nosturi voi tehdä yhtä työtä kerrallaan. Esimerkkinä resurssiriippuvuudesta on ulkoseinäelementtien asennustyö, jota periaatteessa voitaisiin tehdä useassa työkohteessa samaan aikaan. Jos käytettävissä on vain yksi asennusryhmä, asennus on tehtävä yksi työkohte kerrallaan. Käytettäessä kahta työryhmää, nosturi ei välttämättä kykene palvelemaan molempia työryhmiä yhtä aikaa riittävän tehokkaasti. (Mäki & Koskenvesa 2008, 22.)

Rakennushankkeen tehtävät ovat niin sanotusti loppu-alkuriippuvia toisistaan. Uutta tehtävää ei voi aloittaa ennen kuin edellinen tehtävä on kokonaan valmis. Esimerkkinä tästä betonointi, jonka aloittaminen edellyttää, että raudoitus on valmis. Holvilaudoituksen ja raudoituksen välinen tekninen riippuvuus kuvaa hyvin alku-alkuriippuvuutta. Laudoituksen on alettava ja oltava osittain valmis ennen raudoitusta. Raudoituksen voi aloittaa muottityön alettua, raudoitus voi seurata laudoitusta tietyllä limityksellä. (Mäki & Koskenvesa 2008, 22.)

Tarkasteltaessa väliseinätyön sovittamista LVIS-töihin, tulee esille loppu-loppuriippuvuus. Väliseinätyön loppuun saattaminen toisen puolen levytyksen osalta edellyttää kaikkien seinän sisään tehtyjen asennusten loppuun tekemistä. Alku-loppuriippuvuudet ovat esillä tehtävissä, missä tietylle työlle on luodaan onnistumisen edellytykset toisen tehtävän kautta. Loppu-loppuriippuvuudesta esimerkkinä on laa-

tan betonointi, jolloin betonoinnin onnistumiseksi on ylläpidettävä lämmitystä ja tehtävä suojaustoimia talviolosuhteissa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 22.)

2.2.5 Aikataulutehtävien muodostaminen

Aikaa ja resursseja vaativat työt ja toiminnot ovat aikataulun tehtäviä. Aikataulutehtävät tulee suunnitella niin, että kyetään hallitsemaan tehtävien ja koko työmaan eteneminen tavoitteen mukaisesti. Tehtävien on oltava kokonaisuuksia, joiden toteutumisesta voidaan valvoa ja tuotantoa ohjata. (Mäki & Koskenvesa 2008, 23.)

Kaikkien työmaan osapuolten yhteistoiminta on otettava huomioon tehtävien valinnassa. Valittavat tehtävät ovat pääurakoitsijan omien työntekijöiden ja aliurakoitsijan tekemiä työvaiheita, työlajeja tai niiden yhdistelmiä. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi louhinta, maanvaraisen laatan teko, perustusten muottityö ja elementtiasennus. Tehtävän suoritukseen kuuluu usein varsinaisen edistävän työn lisäksi tehtävää täydentäviä suorituksia. Suoritukset ovat aloittavia, lopettavia ja ylläpitäviä suorituksia, joita ovat esimerkiksi materiaalien ja kaluston siirrot, siivous, suojaus, kaiteiden asennus ja telinetyöt. Tehtävät voidaan jakaa tarvittaessa osatehtäviksi, esimerkiksi muotin pystytys, eriaikaisen toteutuksen, sijainnin tai työn luonteen perusteella. Tehtävät voidaan koota lohkoittain tuotannon tehtäväluetteloksi. (Mäki & Koskenvesa 2008, 23.)

2.2.6 Tehtävien tahdistus ja rytmitys

Sijoitettaessa tehtäviä aikatauluun, otetaan huomioon (Mäki & Koskenvesa 2008, 23)

- Tahdistus eli ratkaistaan, miten tehtävät saadaan kestoltaan yhtä pitkiksi, tasaisesti piteneviksi tai lyheneviksi, jotta rakennusajan käyttö on tehokasta ja tehtävät ovat ohjattavissa.
- Rytmitys eli ratkaistaan, miten tehtävät saadaan jatkuviksi, jos suoritemäärät vaihtelevat työkohteittain.
- Työryhmien käytön jatkuvuus eli tutkitaan, miten ryhmät saadaan jatkuvasti työllistetyiksi.

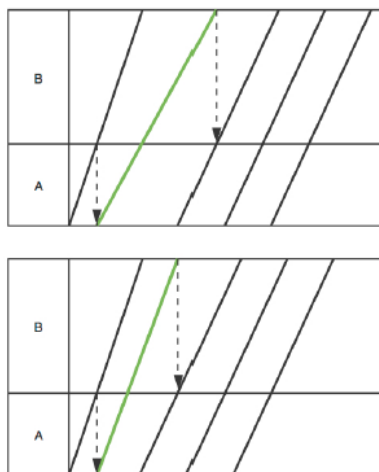
Lisäksi on tutkittava työkohteiden ja kaluston riittävyys.

Aikataulutehtäville lasketaan kesto tahdistusta varten ja määrätään aloitusväli tehollisen rakennusajan, tahdistettavien tehtävien lukumäärän ja valitun aloitusvälin avulla.

Tehtävän kestoa ei voida lyhentää rajattomasti työryhmää kasvattamalla, jokaiselle työlle on olemassa optimaalinen tehokas työryhmä. Työryhmän kokoonpanon muutoksilla on usein vaikutuksia työmenekkiin ammatti- ja aputyön työnjaon muuttuessa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 23-24.)

Tahdistus tavanomaisissa rakennuskohteissa tehdään pääasiassa tehtävien työsisältöä muuttamalla ja käyttämällä useampaa työryhmää muutamassa tehtävässä. Tällöin on varmistettava, että kaikilla työryhmillä on hyvät toimintaedellytykset ja koneet ja kalusto pystyvät palvelemaan kaikkia työryhmiä tehokkaasti. Työryhmien lukumäärän, työtehtävän sisällön ja työryhmien kokoonpanon muutoksilla on vaikutusta myös palkkaukseen. Työnsuunnittelijan ja työmaan työnjohdon välinen yhteistyö neuvoteltaessa muutoksista on tästä syystä tärkeää. Tahdistusratkaisuilla on vaikutusta myös rakennusteknisten töiden aliorakoiden sisältöön ja sopimusehtoihin. (Mäki & Koskenvesa 2008, 24.)

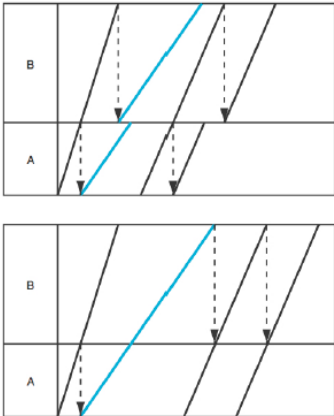
Tahdistuksen jälkeen saadaan lopulliset aikataulutehtävät, jotka ovat perinteisiä työvaiheita ja -lajeja sekä suurtehtäviä, joissa työryhmän työnä on useiden työlajien töitä. (Mäki & Koskenvesa 2008, 24.)



Kuvio 4. Tahdistus. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus opettajan kalvosarja, 88.)

Rytmytyksen avulla tehtävät saadaan jatkuviksi ilman keskeytyksiä työkohteesta toiseen silloin, kun suoritelmäärät poikkeavat merkittävästi toisistaan eri työkohteissa. Rytmitys tehdään siirtämällä aloituksia, käyttämällä työkohteissa erikokoisia työryhmiä, järjestämällä työkohteen ulkopuolelle ei-kriittinen varatyö, vaihtamalla tehtävien

työjärjestystä ja käyttämällä hyväksi teknisiä ratkaisuja. (Mäki & Koskenvesa 2008, 24.)



Kuvio 5. Rytmitys. (Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2012, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus opettajan kalvosarja, 89.)

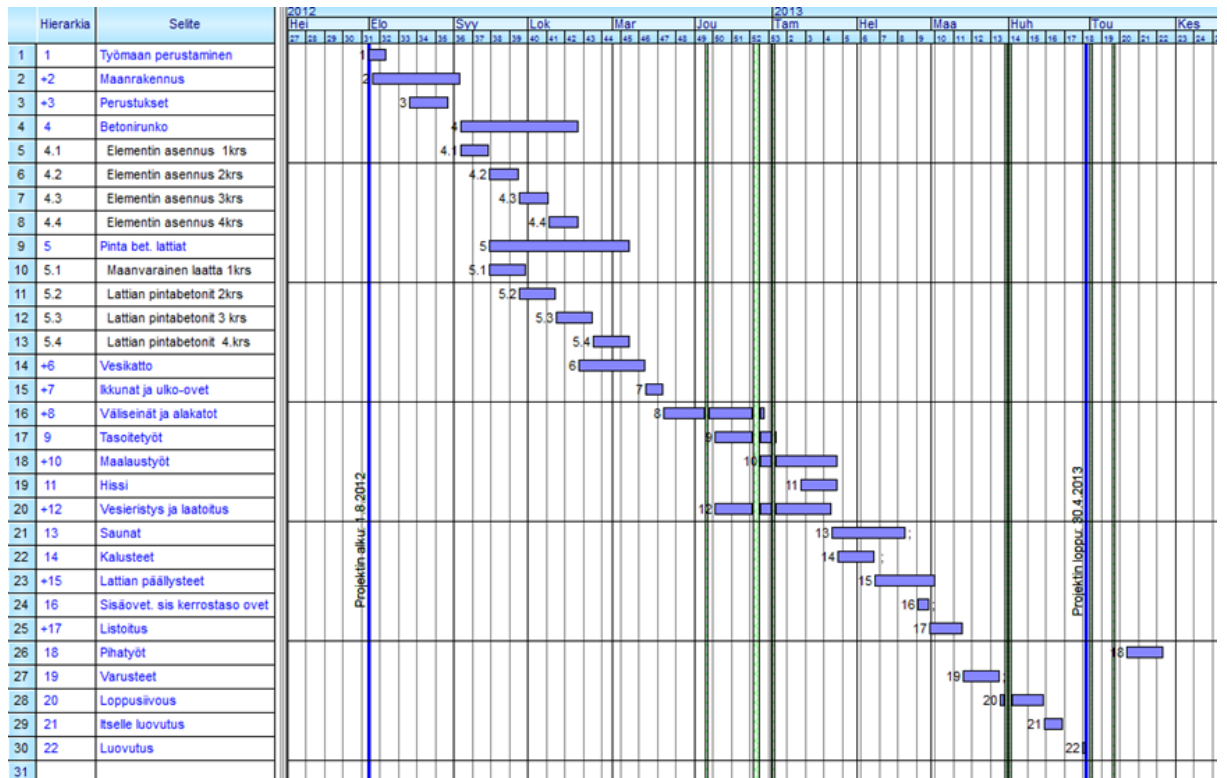
Työryhmien käyttö tutkitaan erikseen aikataulun laadinnan yhteydessä. Työryhmien käyttöä tutkitaan jana-aikataulun ja paikka-aikakaavion avulla. Tehtävien sijoitusta aikatauluun muutetaan tarvittaessa, jotta työryhmille voidaan osoittaa uusi työtehtävä edellisen valmistuttua. Työurakat solmitaan aikataulutehtävän mukaisista työkokonaisuuksista, joka helpottaa ohjausta. Työurakoita sopiessa on myös tunnettava aikataulutehtävien työsisältö ja työryhmien koko, ammatti sekä aputyön suhde. (Mäki & Koskenvesa 2008, 24.)

2.2.7 Aikataulun esittäminen

Aikataulut esitetään tavallisesti jana-aikataulujen ja paikka-aikakaavioiden muodossa. Jana-aikataulussa esitetään yleensä aikataulutehtävät, tehtävien mitoitusperusteet, suoritelmäärä, tehtävän kokonaistyömeneikki, työryhmät ja toteutusmuoto, tehtävän kesto työvuoroina ja tehtävien ajoittuminen kalenteriaikaan. (Mäki & Koskenvesa, 2008, 25.)

Aikataulun avulla voidaan esittää myös välitavoitteet, riippuvuudet ja ositella tehtäviä suorituspaikan mukaan valvonnan helpottamiseksi. Paikka-aikakaaviossa kuvataan pystyakselilla rakennuksen fyysisiä osia kuten kerroksia tai portaita. Osakohteiden laajuutta voi kuvata pystyakselin jaottelulla. Vaaka-akselilla on aika, kuten jana-aikataulussakin. Paikan ja ajan suhteen piirretyillä vinoviivoilla kuvataan paitsi tehtä-

vien kestot suoritusjärjestyksineen ja toteutuksen aikaväleineen. (Mäki & Koskenvesa 2008, 25.)



Kuvio 6. Opinnäytetyössä esiteltyyn esimerkikohteeseen laadittu alustava yleisaikataulu

3 AIKATAULUSUUNNITTELUN JA RAKENTAMISEN VALMISTELUN RISKITEKIJÄT

Rakennushanketta valmisteltaessa on otettava huomioon riskitekijät ja niihin on myös osattava varautua ajoissa. Nämä tekijät vaikuttavat myös rakennushankkeen aikatauluun merkittävästi ja ne on otettava huomioon jo rakennushankkeen valmisteluvaiheessa.

Rakennustyömaalle tehdään paljon hankintoja ja osa näistä hankinnoista on kriittisiä, koska niiden toimitusajat voi olla pitkiä. Rakentamisen suhdannevaihtelut vaikuttavat oleellisesti toimitusaikoihin, mutta ovat myös tuotteita ja palveluja joille on rajoitettu määrä toimittajia. Kriittisiä hankintoja ovat esimerkiksi hissit, ikkunat, elementit, erikoisvarusteet, myös aliurakkakauppa kuuluu kriittisiin hankintoihin.

Resurssien eli työvoiman saatavuutta on myös pidettävä eräänlaisena riskinä, osaan ja ammattitaitoisen työvoiman saattavuus voi olla rajoittunutta. Tähän vaikuttaa enimmäkseen rakentamisen suhdannevaihtelut.

Teknisinä riskeinä rakennushankkeessa voidaan mainita esimerkiksi betonin kuivumisaika, joka on otettava huomioon jo aikataulua laadittaessa. Aikataulun on oltava riittävä, jotta rakenteet ehtivät kuivua ennen pinnoittamista. Myös työtavat ja menetelmät voidaan luokitella teknisiksi riskeiksi. Rakennettavat rakennukset ovat erilaisia, joiden toteutuksessa tulee ottaa huomioon oikeiden menetelmien valinta.

Olosuhderiskeinä puolestaan voidaan pitää rakennuspaikan sijaintia, joka vaikuttaa merkittävästi muun muassa logistiikkaan. Varsinkin keskusta-alueilla varastointitilat voivat olla rajoitettuja, jos tähän varauduttu huonosti niin se aiheuttaa merkittäviä tuotannon häiriöitä. Lisäksi sää lukeutuu olosuhderiskeihin, on olemassa töitä joiden toteuttamiseen sää vaikuttaa merkittävästi.

Opinnäytetyössä esimerkkikohdetta valmisteltaessa mahdolliset riskit otettiin huomioon hyvin varhaisessa vaiheessa. Kriittiset hankinnat kuten hissi ja ikkunakaupat tehtiin heti, kun saatiin niiden tarvitsemisajankohta selville alustavasta yleisaikataulusta. Lisäksi aikataulua laadittaessa otettiin huomioon pintabetonilattioiden kuivumisaika, työ näiden osalta alkoi heti kun se oli runkotyöltä mahdollista. Näin varmistettiin pintabetonilattioiden riittävä kuivuminen ennen niiden pinnoitusta.

4 KOHDETYÖMAAN ESITTELY

Asunto Oy Pielisentie 24 on Lieksan keskustaan rakennettava neljäkerroksinen asuinkerrostalo, johon tulee liiketilaa katutasossa sijaitsevaan ensimmäiseen kerrokseen. Asuinhuoneistot, joita on kahdeksan kappaletta sijoittuvat kerroksiin 2–4. Asuntojen koot vaihtelevat 50 m²–92,5 m². Kaikissa kohteen asunnoissa on omat saunat ja laatoitetut kylpyhuoneet sekä tilavat lasitetut parvekkeet. Rakennuksen pinta-alan jäädessä alle 1 200 kem², kohteessa ei ole väestösuojan rakentamisvelvollisuutta. Rakennus varustetaan hissillä.

Kohteen keskeiset tiedot:

Nimi: Asunto Oy Pielisentie 24

Kohteen laatu: Asuinkerrostalo (uudisrakennushanke)

Osoite: Pielisenkatu 24, 81700 Lieksa

Pinta- ala: 245 m²

Kokonaisala: 936 m²

Kerrosala: 887 m²

Huoneistoala: 660 m²

Tilavuus: 3030 m³

Rakennuttaja: Asunto Oy Pielisentie 24

Arkkitehti- ja pääsuunnittelu: Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Oy

Rakennesuunnittelu: Insinööritoimisto HM suunnittelu Oy

Lvi suunnittelu: OK Talotekniikka

Sähkösuunnittelu: Lieksan Sähkö Oy

4.1 Kohteen rakennetiedot

Kohteeseen ei ole tulossa kellarikerrosta, joten perustukset tehdään matalaa perustamistapaa käyttäen. Kohteen perustukset käsittävät teräsbetonianturat, joiden päälle asennetaan elementtisokkelit. Alapohjan rakenteena on kantava, maanvarainen teräsbetonilaatta. Alapohjan U-arvo on 0,16 W/m²K reuna-alueilla, ja 0,13 W/m²K sisäosilla.

Ulkoseinät tulevat sandwich-elementeistä, joissa on julkisivumateriaalina karheapintainen tiililaatta. Ulkoseinien U-arvo 0,16 W/m²K. Huoneistojen väliset kantavat seinät tulevat myös teräsbetonielementeistä, joiden palonkestoluokka REI60. Kevyet väliseinät ovat teräs- tai puurunkoisia kipsilevyseiniä, jotka on eristetty mineraalivillalla. Kosteidentilojen seinien materiaalina käytetään kevytbetonia tai tiiltä, kylpyhuoneiden seinät ja lattiat laatoitetaan.

Välipohjat tehdään 265 mm:n ontelolaatoista, joiden päälle valetaan 65 mm:n teräsbetonilaatta. Teräsbetonilaatan raudoitukseen asennetaan lattialämmityspotket. Asuntojen lattiapintamateriaalina käytetään lautaparkettia. Porrashuoneen kerrostoissa ja käytävillä lattiat pinnoitetaan muovimatolla. Yläpohja on myös ontelolaatatrakenteinen, jossa ontelolaatan yläpintaan asennetaan höyrynsulkukermi ja lämmöneriste. Yläpohjan palonkestoluokka on REI60, ja U-arvo 0,09 W/m²K. Välipohjien ja yläpohjan palonkestoluokka on REI60

Vesikatto on 1:3 laskeva betonitiilikatteinen harjakatto, minkä rakenteet kannatetaan yläpohjan ontelolaataston päältä.

Kohteen ikkunat ovat sisäänpäin aukeavia MSE selektiivi-ikkunoita, joissa on karmin ulkopinnan verhous ja ulkopuite polttomaalattua alumiinia. Ikkunoiden U-arvo on < 1,0 W/m²K

5 RAKENNERATKAISUJEN TARKASTELU KUSTANNUSTEN KANNALTA

Rakennusurakan alussa on usein mahdollisuus tarkastella eri vaihtoehtoja rakenneratkaisuihin, joilla on vaikutusta kustannuksiin ja rakennusaikaan. Eri rakenteiden kustannuksiin merkittävästi vaikuttavat esimerkiksi työtavat ja menetelmät, vuodenaika, urakoitsijan oma osaaminen ja käytettävät materiaalit. Säilyttäen rakenteiden tekniset vaatimukset, vaihtoehtoisia rakenneratkaisuja voidaan esittää ja hyväksyttää käytettäväksi työn tilaajalla.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan muutamien rakenneosien kustannuksia, hinnat sisältävät materiaalit ja työ kustannukset.

5.1 Välipohjan tarkastelu

Kohteen välipohjat on suunniteltu tehtäväksi ontelolaatoista, jonka päälle asennetaan eriste, rauditus, lattialämmitysputket ja valettava teräsbetonilaatta. Vaihtoehdoksi mietittiin patterilämmitystä ja paksumpaa ontelolaattaa, jonka päälle olisi pumpattu suoraan pumpputasoite.

Suunniteltu rakenne:

Hienotasoitus 3,93€/m²

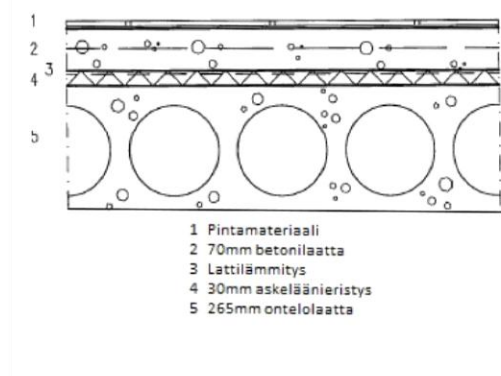
70 mm teräsbetonilaatta 18,37€/m²

30 mm askeläänieriste 8,54€/m²

265 mm ontelolaatta 47,12€/m²

Lattialämmitys 20,72€/m²

Yhteensä: 98,68€/m²



Kuvio 7. Välipohjan suunniteltu rakenne

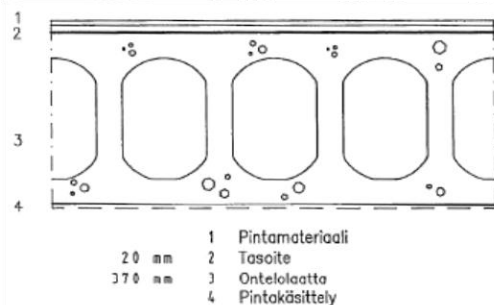
Vaihtoehto rakenne:

Pumpputasoitus 16,65€/m²

370 mm ontelolaatta 65,79€/m²

Patterilämmitys 22,37€/m²

Yhteensä: 104,81€/m²



Kuvio 8. Välipohjan vaihtoehtorakenne

5.2 Kosteidentilojen seinien tarkastelu

Kohteessa kylpyhuoneiden seinät on suunniteltu tehtäväksi kalkkihiekkatiilestä, joka tasoitetaan ja vesieristään. Vaihtoehtoisesti seinät suunniteltiin tehtävän rankarunkoisena levyseinänä, jossa käytetään joko märkätilakipsilevyä tai valmiiksi vesieristettyä sementtipohjaista märkätilalevyä.

Suunniteltu rakenne:

Laatta 48,27€/m²

Vedeneriste 28,87€/m²

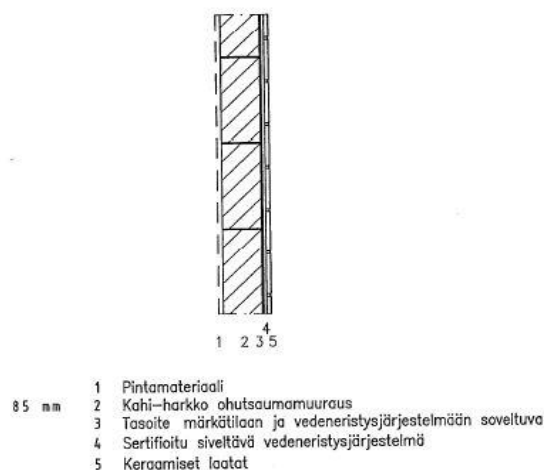
Märkätilatasoite 2,70€/m²

85 mm Ohutsaumamuuraus 40,23€/m²

2xTasoitus 4,10€/m²

2xMaalaus 4,62/m²

Yhteensä: 128,79€/m²



Kuvio 9. Suunniteltu rakenne.

Vaihtoehto 1:

Laatta 48,27€/m²

Vedeneriste 28,87€/m²

13 mm Märkätilakipsilevy 9,56€/m²

95 mm runko k400 ja min. villa 19,11€/m²

13 mm Kipsilevy 8,91€/m²

1,5xTasoitus 2,98€/m²

2xMaalaus 4,62€/m²

Yhteensä: 122,32€/m²

Vaihtoehto 2:

Laatta 48,27€/m²

Märkätilalevy 26,90€/m²

Vedeneriste levyn saumat ja ruuvin kannat 9,70€/m²

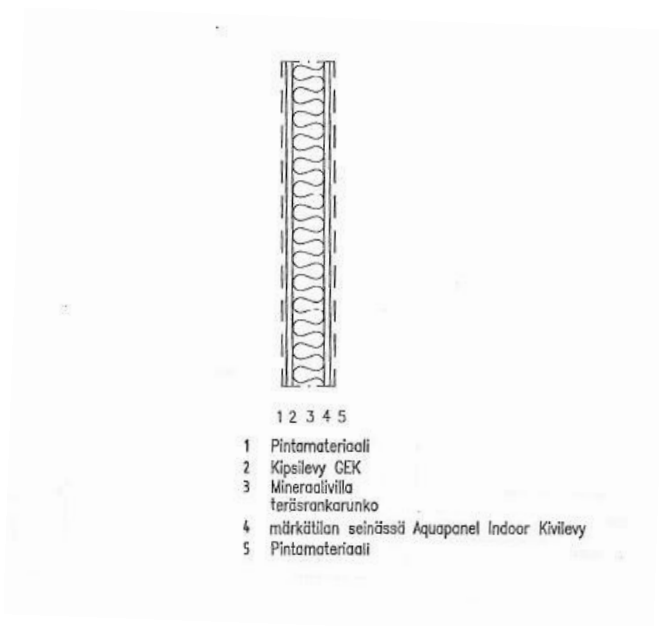
66 mm runko k400 ja min. villa 17,41€/m²

13 mm Kipsilevy 8,91€/m²

1,5x Tasoitus 2,98€/m²

2x Maalaus 4,62€/m²

Yhteensä 118,20€/m²



Kuvio 10. vaihtoehtorakenne

5.3 Ulkoseinien tarkastelu

Kohteessa ulkoseinät tehdään sandwich-elementeistä, joissa ulkopinnassa on tiilikuvioinen laatta, osa seinäelementeistä on ns. kantavia. Vaihtoehdoksi harkittiin kantavien seinien kohdalle kantavaa sisäkuorielementtiä ja julkisivumuurausta, ei-kantavien seinien kohdalle puurunkoa sekä julkisivumuurausta.

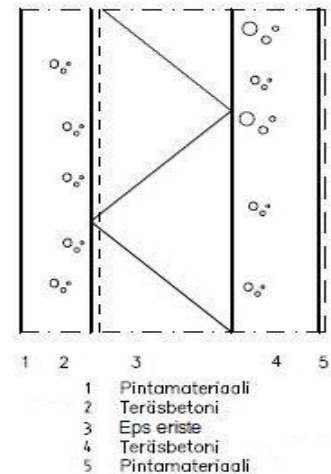
Suunniteltu rakenne kantavan seinän kohdalla:

90 mm tiililattapintainen ulkokuori

220 mm EPS -eriste

160 mm sisäkuori

Yhteensä: 194,10€/m²



Kuvio 11. Suunniteltu rakenne kantavan seinän kohdalla

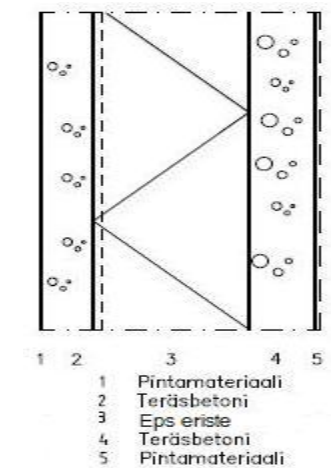
Suunniteltu rakenne ei-kantavan seinän kohdalla:

90 mm tiililattapintainen ulkokuori

220 mm EPS -eriste

120 mm sisäkuori

Yhteensä: 189,22€/m²



Kuvio 12. Suunniteltu rakenne ei-kantavan seinän kohdalla

Vaihtoehtorakenne kantavan seinän kohdalla:

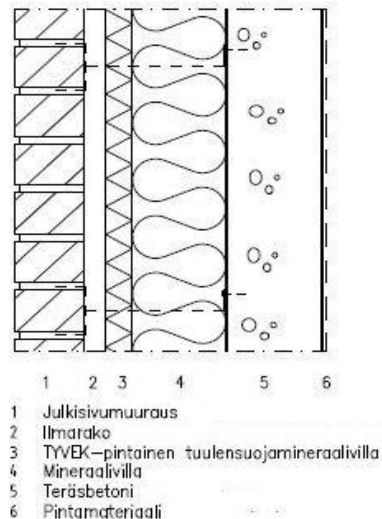
85 mm MKH Js -muuraus 54,93€/m²

50 mm tuulensuojaeriste 19,53€/m²

150 mm mineraalivilla 10,99€/m²

160 mm sisäkuorielementti 82,50€/m²

Yhteensä: 167,95€/m²



Kuvio 13. Vaihtoehtorakenne kantavan seinän kohdalla

Vaihtoehto ei-kantavan seinän kohdalla:

85 mm MKH Js -muuraus 54,93€/m²

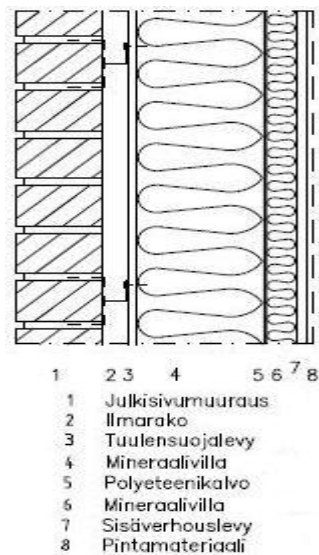
50 mm tuulensuojaeriste 17,61€/m²

150+50 mm puurunko K600, ristirunkoinen 26,42€/m²

150+50 mm mineraalivilla 16,74€/m²

13 mm kipsilevy 8,91€/m²

Yhteensä: 124,61€/m²



Kuvio 14. Vaihtoehtorakenne ei-kantavan seinän kohdalla

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakennusurakan valmistelu ja hankkeen ajallinen suunnittelu ennen rakentamisen aloittamista, joka on avainasemassa hankkeen tavoitteiden saavuttamisen kannalta. Yleisaikataulun oikeaoppinen laadinta realistisin näkemysin luo rakennusurakalle vahvan pohjan sen läpiviemiseksi. Yleisaikataulu toimii työkaluna monelle eri toiminnolle rakennustyön aikana, joten sen päivittäminen ja toteutumien seuraaminen on työn sujumisen kannalta tärkeää. Tässä opinnäytetyössä laadittiin alustava yleisaikataulu toimeksiantajan käyttöön, mikä rajattiin tähän koska tarkemman tason aikataulusuunnittelun teko kuuluu työmaan työnjohdon tehtäviin. Tätä kautta he saavat parhaimman kokonaiskäsityksen hankkeen läpiviennistä.

Rakennusratkaisujen kustannuksien vertailu tehtiin toimeksiantajan kanssa ennakkoon mietityistä rakenteista. Tavoitteena oli määrittää rakenteelle hinta materiaalin ja työn osalta. Tämän perusteella toimeksiantaja tekee omat valintansa rakenteiden suhteen. Hinnoittelussa käytettiin Rakennusosien kustannuksia 2010-kirjaa, jonka käytössä täytyy muistaa työmaatekniikan tuomat lisäkustannukset. Saaduista tuloksista huomataan, että kustannuserot joidenkin rakenteiden osalta ovat yllättävän pieniä. Valintaa tehtäessä on otettava huomioon yrityksen hankintasuhteet, omaosaaminen ja työtekniset järjestelyt.

Lähteet

Koskenvesa, & Mäki, 2007 Aikataulukirja 2008. Helsinki Rakennustieto Oy.

Rakennusosien kustannuksia 2010. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki Rakennustieto Oy 2010.

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus opettajan kalvosarja 2012. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki Rakennustieto Oy 2012.