

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Miro Tanninen

AIKATAULUSUUNNITTELU KORJAUSRAKENTAMISESSA

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2014



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2014**  
**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80100 JOENSUU  
(013) 260 6800

Tekijä(t)  
Miro Tanninen

Nimeke  
Aikataulusuunnittelu korjausrakentamisessa

Toimeksiantaja  
Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin aikataulusuunnitteluun korjausrakentamisessa. Työssä keskityttiin aikataulun muodostumiseen alkaen lähtötietojen keräämisestä ja päättyen valmiiseen aikatauluun. Työssä tutustuttiin myös eri aikataulutyyppisiin, joita rakennusalalla käytetään. Aikataulutyyppisiin tutustumisen tarkoitus oli selvittää sitä, millaisia eri aikataulutyyppisiä alalla tulisi hallita.

Työssä oli käytettävissä kaksi erilaista korjausrakennuskohdetta, joille tässä työssä esiintyvät aikataulut suunniteltiin ja toteutettiin. Kohteiden välillä tehtiin vertailua aikataulullisista onnistumisista ja mahdollisista epäkohdista. Myös kohteiden kokonaistyömenekkejä vertailtiin keskenään.

Työn tarkoituksena oli selvittää aikataulun suunnitteluprosessia ja olla ohjeena ja runkona tulevissa aikataulun suunnittelutöissä. Yhtenä työn osana laadittiin työmenekkitaulukko toteutuneista työtunneista toimeksiantajalle. Työmenekkitaulukkaan tuli luettelo kohteen työvaiheista määrineen ja niistä saatiin laskennan kautta selvitettyä tarvittavat työntekijätunnit kohteille.

Tulosten perusteella saatiin käsitys aikataulun suunnitteluprosessista ja selvitettiin korjausrakentamisen kokonaistyömenekkejä pienkerrostalo- ja rivitalorakentamisessa. Kokonaistyömenekkien selvittäminen auttaa seuraavissa urakkalaskennoissa ja työnsuunniteluissa, jotka koskevat korjausrakentamista.

Kieli  
suomi

Sivuja 53  
Liitteet 2  
Liitesivumäärä 3

Asiasanat  
aikataulusuunnittelu, korjausrakentaminen, kokonaistyömenekki



**THESIS**  
**April 2014**  
**Degree Programme in Civil Engineering**  
Karjalankatu  
FI 80100 JOENSUU  
FINLAND  
(013) 260 6800

Author(s)

Miro Tanninen

Title

Renovation Scheduling

Commissioned by

Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy

Abstract

The thesis explored schedule planning in renovation projects. As schedule formation was concentrated on in this thesis, the study included all phases from starting at collecting source information regarding scheduling and ending to a complete renovation schedule. The thesis also explored different types of scheduling alternatives which are used in the field of construction. The purpose was to clarify the different types of scheduling that one should be aware of.

Two different kinds of example renovation projects functioned as basis for the planned and implemented schedules. Consequently, successes and failures in the scheduling processes were compared. Also full work consumptions of the example projects were compared.

The purpose of this thesis was to clarify planning process scheduling and also function as a guide for scheduling construction work in the future. One part of this thesis was to compile work consumption table showing the used working hours for the commissioner. The work input scale included a list of all the stages and their amounts, showing the needed resources for the targets.

On the basis of results, a clarification of schedule planning process was compiled and full work consumption in the renovation of low-rise apartment buildings and row houses were calculated. Clarifications of full work consumption will be helpful in future when making contract prices regarding renovation projects.

Language

Finnish

Pages 53

Appendices 2

Pages of Appendices 3

Keywords

scheduling, renovation, full work consumption

# Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Sisältö.....	4
1 Johdanto.....	5
1.1 Työn tausta.....	5
1.2 Työn tavoitteet .....	5
1.3 Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy.....	6
2 Aikataulusuunnittelu .....	7
2.1 Ajallisen hallinnan merkitys rakentamisessa .....	7
2.2 Tehollinen rakennusaika .....	9
2.3 Aikataulussa tapahtuvia häiriöitä .....	12
2.4 Aikataulun laadinta .....	13
2.5 Rakennusajan määrittäminen .....	15
2.6 Aikataulutehtävien laatiminen .....	17
2.7 Työmäärien arviointi projektissa.....	18
2.8 Työmaan jaottelu osakohteisiin.....	19
3 Aikataulutyytit rakentamiseen.....	21
3.1 Hankeaikataulu.....	21
3.2 Yleisaikataulu.....	22
3.3 Rakentamisvaiheaikataulu.....	23
3.4 Hankinta-aikataulu .....	24
3.5 Viikkoaikataulu .....	25
3.6 Aikataulutustekniikat .....	25
4 Esimerkkikohteet.....	28
4.1 Kohteiden tilaaja .....	28
4.2 As Oy Joensuun Kodit Kiulutie .....	29
4.3 As Oy Joensuun Kodit Pitkätie .....	29
4.4 Kohteiden aikatauluvaatimukset .....	30
4.5 Kohteiden korjaustoimenpiteet .....	30
5 Aikataulujen laadinta esimerkkikohteisiin .....	31
5.1 Lähtötiedot As Oy Joensuun Kodit Kiulutien aikataulusuunnitteluun .....	31
5.2 As Oy Joensuun Kodit Kiulutien yleisaikataulu .....	35
5.3 Lähtötiedot As Oy Joensuun Kodit Pitkätien aikataulusuunnitteluun .....	41
5.4 As Oy Joensuun Kodit Pitkätien yleisaikataulu .....	42
6 Tulokset.....	47
7 Pohdinta.....	51
Lähteet.....	53

Liitteet

Liite 1 Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy:n referenssilistaus

Liite 2 Toteutuneiden työtuntien seurantataulukko

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Opinnäytetyöni aiheeksi muodostui aikataulusuunnittelu korjausrakentamiseen. Aiheen sain Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy:ltä, jossa olen työskennellyt koko työurani. Vuosina 2009–2014 yrityksen päätoimialaksi oli muodostunut korjausrakentaminen usean referenssikohteen myötä ja näin ollen yrityksellä oli tarvetta opinnäytetyölle aikataulusuunnittelusta. Yrityksen käyttämät aikataulutekniikat eivät palvelleet enää nykyaikaa, koska kasvun myötä yrityksen työmaat ovat kasvaneet suuremmiksi. Tämän seurauksena myös työmäärät yhtä työmaata kohden ovat olleet kasvusuunnassa. Ilman kunnollista aikataulusuunnittelua resurssien hallitseminen on muodostunut haastavaksi. Nykyisin myös työmaiden läpivientiajat ovat supistuneet huomattavasti, ja näin ollen aikataulusuunnittelu on kasvattanut merkitystään projektien läpiviemisessä.

Osana opinnäytetyötäni sain tehtäväkseni aloittaa yrityksen sisäisen työmenekkitiedoston dokumentoimisen sähköiseen muotoon, eli luon yritykselle tietokannan työmenekeistä Excel-tiedostoon. Työmenekkitietojen kerääminen auttaa jatkossa aikataulujen suunnittelussa ja aiempia kohteita voidaan hyödyntää tulevilla urakkalaskennoissa työtehtävien kestojen määrittämisessä.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tälle opinnäytetyölle asetettiin monia tavoitteita, joihin parhaani mukaan etsin vastauksia ja ratkaisuja. Toimeksiantaja asetti työlle päätavoitteet ja ne käsittelivät seuraavia aihealueita:

- toimivan aikataulusuunnitteluprosessin laatiminen yritykselle
- yrityksen omien työmenekkitietojen seurannan aloittaminen
- kokonaistyömenekien tutkiminen korjausrakentamisessa.

Keskeisimpänä tavoitteena oli tutustua aikataulusuunnitteluprosessin teoriaan ja sen tiedon pohjalta suunnitella toimivat aikataulut kahteen korjausrakennuskohteeseen. Koh-

teita käsiteltiin tämän työn esimerkeissä. Ensimmäinen kohde oli pienkerrostalojen peruskorjaustyömaa ja toinen rivitalojen peruskorjaustyömaa. Teoriaosuuteen syventymällä selvitin aikataulusuunnittelun kompastuskiviä ja pyrin välttämään niitä omissa aikataulusuunnitelmissani.

Aikataulusuunnittelun yhteydessä aloitin yrityksen sisäisten työmenekkitietojen seurannan (liite 2), jonka tavoitteena on saada tallennettua toteutuneet työmenekkitiedot. Näitä työmenekkitietoja on tarkoitus käyttää tulevissa aikataulusuunnitelmissa ja urakkalaskennoissa työmääriä selvittäessä. Työmenekkien seurantaan loin Excel-tiedoston ja tulen jatkossa huolehtimaan työmenekkien tallentamisesta yrityksen sisäiseen tietokantaan.

Toteutuneiden työmenekkitiedostojen perusteella tein yhteenvedon korjausrakentamisen kokonaistyömenekkeistä perustuen Talo 80 -rakennusosanimikkeistön päätyövaiheisiin. Yhteenvetoon sain tuloksena pienkerrostalojen ja rivitalojen peruskorjaamiseen tarvittavista rakennusteknisten töiden kokonaistyömenekkeistä. Yhteenvedon ja vertailun tarkoituksena oli selvittää korjausrakentamisen kokonaistyömenekkejä rakennuksen bruttoneliometriä kohden, eli tth/brm<sup>2</sup>-lukuja.

### **1.3 Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy**

Työn toimeksiantaja oli Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy. Yrityksen toiminta perustuu rakennustuotantoon ja LVI-tuotantoon. Yritys on perheyrittäjäpohjainen, johon kuuluvat perustajat ja omistajat Päivi ja Matti Tanninen. Yritys on perustettu vuonna 1986. Rakennustuotanto muodostaa noin 80 % yrityksen liikevaihdosta ja LVI-tuotanto lopun 20 %. Yrityksen liikevaihto vuonna 2012 oli noin 2,5 miljoonaa euroa ja se työllisti noin 15 henkilöä. Vuonna 2013 yrityksen tunnusluvut pysyivät pääosin samoina.

Yritys on toiminut useilla uudis- ja korjausrakentamiskohteilla sekä pääurakoitsijana että alirakka sopimuksella LVI-urakoitsijana. Useassa projektissa Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy on toiminut rakennus- ja LVI-urakoitsijana samaan aikaan (liite 1). Yrityksen tulevaisuuden tavoitteena on kasvaa Joensuun alueella keskisuureksi ja kilpailukykyiseksi yritykseksi, niin uudis- kuin korjausrakentamisen ja LVI-tuotannon sarjoilla.

## 2 Aikataulusuunnittelu

### 2.1 Ajallisen hallinnan merkitys rakentamisessa

Ajallinen hallinta on koko rakennustuotannon kannalta tärkein ja keskeisin osa-alue ja siinä onnistuminen on perusehto koko tuotannonhallinnalle. Ajallisessa hallinnassa tapahtuvat virheet ja ongelmat heijastavat koko muuta tuotannonhallintaa ja se näkyy laadullisina ongelmina heijastuen sitä kautta myös kustannuksiin. Aikataulusuunnittelu on olennainen osa onnistumista ajallisessa hallinnassa. Aikataulun tulee olla toteutukseltaan realistinen ja sen tulee täyttää tavoitteet, jotka tuotannolle asetetaan. Tuotannon edetessä hallitusti ja ilman suurempia kiireitä pystytään välttämään aikataulun kiinniottamisesta aiheutuvat ylimääräiset kustannukset. Samalla pystytään pitämään vaadittua laatu- ja työturvallisuustasoa yllä. (Junnonen 2010, 17.)

Aikataulussa pysyminen on korostunut viime vuosina entistä enemmän rakennusalan projekteissa. Projekteissa, joissa investoidaan suuria summia rahaa, aikataulutukset viedään nykyisin mahdollisimman tiukalle, koska projekteihin on sidottu merkittäviä pääomia ja valmiin investoinnin tuotot halutaan mahdollisimman nopeasti käyttöön. Tätä samalaista aikataulutusta käytetään nykyään myös tuotekehityksessä, sillä uudet tuotteet halutaan markkinoille ajoissa, ennen kuin muut yritykset ehtivät ensin. Aikataulutuksesta ja sen merkityksestä voidaan siis melko suoraan puhua samassa lauseessa rahan kanssa. (Pelin 2004, 105.)

Rakennustyömaalla käytettävien aikataulujen päätarkoituksena on toimia työmaan ohjaimisen ja valvonnan apuvälineinä kuvaamalla tuotantoa. Tarkkuustasoltaan aikataulujen tulee olla kohteen käyttötarkoitukseen soveltuvia ja realistisia, mutta myös tavoitteellisia. Aikataulusuunnittelun onnistumisen kannalta on tärkeää hyödyntää kaikkea saatavilla olevaa tietoa sekä tarkentaa aikataulua hankkeen edetessä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 62.)

Tuotannossa tapahtuvien poikkeamien havaitseminen on keskeisimpiä yksittäisiä asioita aikataulussa. Tuotannon ohjaaminen vaatii työkaluja, joilla voidaan kuvata ajan suhdetta tuotteen muodostumiseen. Aikatauluissa täytyy myös pystyä varautumaan tuotannossa

tapahtuviin häiriötilanteisiin, kuten myös siihen, että suunnitelmat ja olosuhteet voivat muuttua hyvinkin nopeasti. (Lindberg, Koskenvesa & Sahlstedt 2012, 18.)

Tuotannonohjauksen sekä työmaan johtamisen kannalta on välttämätöntä, että aikataulusta saadaan mahdollisimman toimiva ja realistinen. Hyvän ja toimivan aikataulun muodostamisessa on huolehdittava, että aikataulussa esiintyviksi tehtäviksi on valittu keskeiset tehtävät toteuttamisen kannalta sekä omista, että aliurakoitsijoiden suorittamista tehtävistä. Kaikkien aikataulutehtävien tulee perustua joko laskennallisiin, saatavilla olevien aineistojen antamiin tietoihin, tai omiin kokemuseräisiin tietoihin. Aikataulutehtävien laadinnassa ei käytetä karkeita arvioita. Tehtäville on myös varattava riittävästi aikaa aikataulussa. Työtehtäviä ei voida kiritä turhaan aikataulun avulla, koska silloin tulee vain turhia häiriötilanteita työmaalla. Työtehtävien suunnittelussa on myös varattava riittävä työrauha aina osakohteellaan – ei päällekkäisyyksiä. Aikataulussa olevat tehtävät on syytä jaotella riittävän suuriin kokonaisuuksiin, jotta aikataulusta tulee selkeä ja ohjaus toimii työmaalla. Kuitenkin aikataulu on esitettävä niin, että sillä on mahdollista valvoa tuotantoa. (Lindberg ym. 2012, 19.)

Aikataulu tarkentuu aina tuotannon edetessä. Projektin alkuvaiheessa laaditaan yleisaikataulu kohteelle, jonka mukaan aikataulua tarkennetaan rakentamisvaiheaikataululla, jonka pohjalta suunnitellaan viikko- ja tehtäväsuunnitelmat. Aikataulusuunnittelussa esitettävät karkeamman tason aikataulusuunnitelmat määrittävät tarkemman aikataulun tavoitteet. Tarkemmalla aikataulusuunnitelmalla varmistetaan ja määritellään keinot asetettuihin tavoitteisiin pääsemiseksi. (Junnonen 2010, 17.)

Aikataulua suunniteltaessa tehtävien ajoittamista ja ajankäytön hallitsemista varten etsitään realistinen toteuttamismalli olemassa olevien tietopohjien perusteella. Toteuttamismallissa hankkeelle sekä yksittäisille töille muodostetaan tavoitteet, jotka koskevat tehtävien alkamis- ja päättymisajankohtia aikataulun mukaisesti, sekä käytettävissä olevien resurssien mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä. Tavoitteiden tulee realistisuudeltaan olla oikein suunniteltuja ja ne tulisi pystyä mittaamaan sitomalla tavoitteet aikaan ja tuotokseen. (Lindberg ym. 2012, 18.)

Aikatauluihin ja niiden käsittämään toimintatapaan ohjaaminen on prosessina monivaiheista sekä moniulotteista. Aikataulujen avustuksella voidaan ajoittaa ja sopia hankkeen

kustannuksia, järjestellä sopimusteknistä puolta, hallita laadunvarmistukseen liittyviä toimintoja sekä varautua ja sopia työmaalla resurssien käytettävyydestä hankkeen alusta loppuun saakka. Aikataulun suunnittelemiseen ja toteutukseen tuleekin varata aikaa ja mahdollistaa eri osapuolten näkemyksiä, jolloin saadaan aikaiseksi yhteinen ja toteutuskelpoinen aikataulu käytettäväksi. Tehtävien ohjauksen kannalta tärkeää koko rakennustyömaan sekä yksittäisten tehtävien osalta on se, että toteutuskelpoisuudeltaan aikataulut ovat todenmukaisia eli ne perustuvat todellisiin työsaavutustietoihin ja ominaisuuksiltaan vastaavanlaisten kohteiden työmenekkitietoihin sekä oikeanlaiseen ja realistiseen resurssisuunnitteluun. (Koskenvesa ym. 2011, 62.)

Juuri tähän edellä mainittuun asiaan aiomme Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy:ssä panna tulevaisuudessa enemmän, eli aikataulusuunnittelu tulee jatkossa perustumaan todellisiin työsaavutuksiin. Työmenekkien seuranta pidetään yllä, joten jatkossa saamme käyttöömmme esimerkkikohteiden työsaavutuksia, jolloin voimme pohjata aikataulusuunnittelun jo toteutuneisiin kohteisiin paremmin.

## **2.2 Tehollinen rakennusaika**

Hankkeelle varattavaa rakennusaikaa ei voida kokonaisuudessaan hyödyntää tuotannossa. Työmaalla esiintyy useista eri syistä johtuvia työnkeskeytyksiä ja häiriöitä ja nämä tulisi ottaa huomioon aikataulun muodostamisessa. Työtehtävät tulisi suunnitella aikatauluun ilman häiriöitä käyttäen tehollisia T3-työmenekkejä ja varautua samalla aikataulussa tapahtuviin keskeytyksiin ja häiriöihin. Nämä häiriöt huomioidaan varaamalla vapaata pelivaraa aikatauluun. Näin aikataulusta muodostuu tavoitteellinen ja samalla realistinen. (Junnonen 2010, 22.)

Seuraavassa käsittelen kokonaistyöajan muodostumista, koska mielestäni on tärkeää tuntea käsitteet ja tiedostaa miten kokonaisaika nivoutuu yhteen. Näitä käsitteitä ei yrityksessä ole aiemmin totuttu käyttämään, eikä näitä välttämättä ole tunnettu kunnolla.

Työaika jakaantuu usean eri käsitteen kokonaisuuteen (kuva 1). Voidaankin puhua palapelistä, jonka paloja yhdistelemällä muodostuu lopullinen kokonaisaika, eli työnvaihe-

aika T4. Palapelin ensimmäinen pala on perusaika T1, joka käsittää työvaiheen tuotannollisen ajan. Tämän ajan aikana tuotetaan määräyksiköitä jatkuvasti tuotannossa. Seuraava osio on menetelmän lisäaika TL1, jota tarvitaan määriteltäessä todellista työaika. Lisääjan tarkoituksena on kuvata käytettävää työmenetelmää, eikä sitä näin ollen voida poistaa hyvälläkään työsuunnittelulla. Erinäiset työhön liittyvät odotusta aiheuttavat työt ovat näitä lisäaikaan sisältyviä asioita, esimerkiksi betoniastian täyttymisen odottaminen. Kun perusaikaan T1 liitetään mukaan menetelmän lisäaika TL1, saadaan tuloksena menetelmäaika T2. Tämä tarkoittaa aikaa, joka kuluu työn tekemiseen käytetyllä työmenetelmällä. (Heikkilä 2000, 1.)

Seuraavana vuorossa ovat työvuoron lisäajat TL2, jotka ovat alle tunnin pituisia työn keskeytyksiä, joita työssä tapahtuu. Nämä ajat pitävät sisällään työehtosopimuksen määrittelemät tauot. Tuotantokatkokset, jotka aiheutuvat jostakin häiriöstä, erinäiset työn keskeytykset ja työpisteille siirtymiseen käytettävä aika kuuluvat myös TL2:een. Töiden keskeytykset, jotka TL2 pitää sisällään, aiheutuvat resurssivajauksesta, työsuunnittelun huonoudesta, työssä käytettävistä työntekijöistä tai sääolosuhteista. (Heikkilä, 2000, 1.)

Teholliseen työvuoroaikaan T3 päästäkseen tulee yhdistää menetelmäaika T2 ja työvuoron lisäajat TL2. Työvuoroaika tarkoittaa tehollista rakentamiseen käytettävää aikaa, joka on tavoitteellinen työmenekki johon ei kuulu tunnin tai sitä pidemmät keskeytykset tai häiriöt. Työvuoroaika T3 käytetään suunniteltaessa rakentamisvaiheikatauluja ja viikkoaikatauluja. Myös tehtävien kestojen laskennassa käytetään työvuoroaika T3. (Palmäki, Mäki & Koskenvesa 2009, 8.)

T3p, eli pienet erilliset työvaiheet, erotellaan T3-ajasta vielä erikseen. Tämä on aikaa, joka kuluu varsinaisen päätyövaiheen avustaviin työvaiheisiin. Nämä työvaiheet ovat välttämättömiä varsinaisen päätyövaiheen alkamiseen ja edistymiseen. Esimerkkinä tällaiseksi T3p-työvaiheeksi on raudituspuukien asentaminen raudoitustyössä. Tämä pienten työvaiheiden T3p lisäaika on siis työvuoroajan T3 sisällä, joten tälle ei ole erillistä kerrointa. (Heikkilä, 2000, 1.)

Lopulliseen työnvaiheeseen T4:een kuuluvat työvuoroaika T3 yhdistettynä työnvaiheen lisäajalla TL3, joka käsittää kaikki työvaiheen aikana tapahtuvat tunnin ja sitä pidemmät

työn keskeytykset. Näiden häiriöiden vaikutus huomioidaan työvuoroajan jälkeisellä pelivaralla. Työnvaihe aika T4 on siis näiden kaikkien edellä mainittujen käsitteiden summa, joka siis pitää sisällään kaikki työtä hidastavat häiriöt ja keskeytykset, sekä pienet erilliset työvaiheet. (Palomäki ym. 2009, 8.)

Työnvaihe aikaan eivät sisälly pakkaspäivistä aiheutuvat häiriöt eivätkä työehtosopimuksen määrittelemät vapaapäivät. Työnvaihe aikaan T4 ei myöskään kuulu muihin töihin käytettyä aikaa, jos työryhmä vaihtaa työtä häiriön sattuessa. Nämä tunnit lasketaan työhön, johon työryhmä kuuluu. Kokonaisaika T4 käytetään kustannuksia arvioitaessa ja yleisaikataulun laadinnassa. (Heikkilä, 2000, 2.)

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työvuoron lisäaika TL2 Alle 1,0 tunnin keskeytykset	Pelivarat TL3-aika
Menetelmäaika T2			
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3		Pienet erilliset työvaiheet (T3p) ja työehtosopi- muksen mu- kaiset taudit	
Kokonaisaika (työnvaihe aika) T4			

Kuva 1. Kokonaistyöajan muodostuminen (Palomäki ym. 2009, 8.)

Rakennustyössä tapahtuvat häiriöt aiheuttavat lisäaikoja (kuva 2) rakentamiseen ja nämä häiriötekijät pystytään poistamaan pääosin kunnollisella työsuunnittelulla ja tuotannon oikealla kehitystyöllä. Lisäaikojen poistamisella tai niiden vähentämisellä pystyttäisiin aikaansaamaan huomattavia säästöjä niin rakentamiseen kuluvassa ajassa kuin myös työ-  
kustannuksissa. Tuotannossa tapahtuvat häiriöt aiheutuvat esimerkiksi heikosta työnjär-  
jestelystä, huonoista työskentelyolosuhteista, kaluston rikkoontumisesta, työehtosopi-  
muksen mukaisten taukojen ylittymisestä, työn uudelleen aloittamisesta ja tehtävien yli-  
määräisistä aloitus- ja lopetusajoista. Häiriöt aiheuttavat odotusaikojen lisääntymistä, teh-  
dyn työn korjaamisista, uudelleenorganisointia ja -tekemistä ja siirtymistä varatyökohteen  
ja alkuperäiseen työkohteen välillä. (Kankainen & Sandvik 1999, 18.)

8 h = T3 Ratu-työmenekki		
7 h 36 min		24 min
Edistävä työ	Lisäaika	Työehtosopimuksen tautot

Kuva 2. Lisäaikojen vaikutus kokonaistyöaikaan. (Heikkilä 2000, 2.)

### 2.3 Aikataulussa tapahtuvia häiriöitä

Tässä kappaleessa käsitellään virheitä, häiriöitä ja ongelmia, joita aikataulussa voi muodostua. On mielestäni hyödyllistä tietää aikataulusuunnitteluun liittyviä ongelmakohtia, jotta niihin voisi varautua ja jotta ne pystyisi parhaansa mukaan ennakoimaan ja poistamaan tulevista aikataulusuunnitelmista. Aikataulusuunnittelun suurimpia virheitä on juuri tällaisten ongelmien huomiotta jättäminen, joten ne kostahtavat usein myöhemmissä aikataulusuunnitelmissa.

Rakennushankkeissa ilmenevät ajallisen hallinnan ongelmat liittyvät usein tuotannon muodostamiin edellytyksiin, suunnitelmien laatuun, aikataulun esitystapaan sekä sisältöön. Myös aikataulujen laadintatekniikka voi aiheuttaa ongelmia ajallisessa hallinnassa. Suurin yksittäinen tekijä kuitenkin ajallisen hallinnan ongelmien muodostumisessa on puutteellinen työnaikainen valvonta. Aikatauluongelmat ilmenevät häiriöinä ja viivästyminä, resurssiongelmina sekä jatkuvina kriiseinä työmaalla. Ongelmat heijastuvat laatuun ja kustannuksiin, joiden seurauksena työnjohdolle aiheutuu stressiä ja tämä taas huonontaa koko työmaan ilmapiiriä. (Kankainen & Sandvik 1999, 3.)

Aikataulujen venymiset eivät ole kovinkaan harvinaisia ja niihin on monia eri syitä. Hyvän aikataulun suunnitteleminen ei ole helppoa eikä sellaisen tekemiseen ole olemassa oikotietä. Hyvän aikataulun tekemiseen tarvitaan usean vuoden kokemusta aikataulusuunnittelusta. Aikatauluissa on tapana käyttää liian karkeita tehtäväerittelyjä, jotka johtavat usean kuukauden ja jopa vuoden pituisiin janoihin. Tällöin ei tehtävän sisällöstä ja

luonteesta voida saada tarkkaa kuvaa. Usein aikatauluista myös puuttuu tärkeitä työvaiheita. Aikataulut saattavat myös olla luettavuudeltaan ja ulkoasultaan heikkoja. (Pelin 2004, 106–107.)

Aikatauluista uupuvat monesti riippuvuudet eri tehtävien väleiltä, jolloin aikataulussa on vain esillä pelkästään sekavia janakaaviokuvioita. Pelivarojen puuttumiset aiheuttavat myös ongelmia aikataulussa pysymiseen. Piilopelivaroja on monesti sisällytetty janan sisään, jolloin jana ei kuvaa todellista työn kestoa. Pelivarat tulee huomioida tehtävien aloitusajankohdissa. Resurssikuvaajan puute johtaa usein siihen, että ei osata varautua tarvittavin resurssitarpeisiin, jolloin pahimmillaan resursseja ei ole saatavilla silloin kun niille on tarvetta. Aikataulujen ylläpidossa on myös paljon puutteita, eli toiminta tapahtuu vanhentuneella aikataululla, joka ei enää välttämättä pidä paikkaansa. Työmaahenkilöstön motivaatio-ongelma aikataulua kohtaan on myös yksi aikataulusuunnittelun heikkouksista. Henkilöstön asenne aikatauluun ja siinä pysymiseen on usein hyvin negatiivinen ja ajattelutapa on, ettei aikataulussa pysytä eikä aikataulu pidä paikkaansa. Nämä ongelmat tulisi eliminoida aikataulusuunnittelusta ja sen mukaan toimimisesta. (Pelin 2004, 107.)

Aikataulun häiriöiksi voidaan myös luetella rakennusaikana pidettävät arkipyhät, joita ovat esimerkiksi uudenvuodenpäivä 1.1, loppiainen 6.1, pääsiäisen aikaan pidettävät vapaat yms., työntekijöiden vuosittaiset lomat sekä vuodenaajoista johtuvat vaihtelut säätiloissa. Rakentamisalalla yleisiä häiriötekijöitä ovat yleisesti materiaalien toimitusviiveet ja käytettävien laitteiden särkymiset. Vähemmän yleisiä häiriöitä aiheuttavat lakot ja poikkeukselliset sääolot. Nämä edellä luetellut häiriöt ovat sisällytettyinä rakentamisen kokonaisaikaan T4, mutta teholliseen rakentamisaikaan T3 nämä eivät sisälly. (Koskenvesa ym. 2011, 68.)

## **2.4 Aikataulun laadinta**

Tästä eteenpäin käsittelen aikataulun muodostumista, eli aloitan lähtötietoihin perehtymisestä ja etenen aikataulun laatimisessa askel kerrallaan. Tavoitteena on muodostaa käsitys aikataulun suunnittelusta prosessina.

Aikataulusuunnittelua varten tarvitaan työsaavutusten, työmenekkien, kapasiteettien ja työryhmäkokojen lähtötiedot, jotta aikataululle voidaan asettaa realistiset tavoitteet ja niihin pystytään pyrkimään. Nämä lähtötiedot saadaan tavoitearviosta, olemassa olevista tiedostoista ja aikataulusuunnittelijan oman kokemuksen perusteella. Aikatauluun suunnitellun tuotannon toteutumisen kannalta on työnaikainen työhön ohjaaminen osoittautunut jopa tärkeämmäksi, kuin etukäteen tehty suunnittelutyö. Laadullisesti hyvän tuotantoa palvelevan aikataulun tulee olla työnohjausta palveleva, sidottuna tuotokseen, todellinen ja sen täytyy pystyä osoittamaan poikkeamat tuotannon toteutumisessa. (Lindberg ym. 2012, 19.)

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu aloitetaan normaalisti määrittelemällä, paljonko itse rakentamiseen on varattu aikaa. Rakennusajan selvittyä kohde tulee jakaa osakohteisiin, eli lohkoihin, ja tuotanto jaotellaan myös eri tehtäviin. Rakennustöille määritellään toimiva työjärjestys, jonka jälkeen työt tahdistetaan ja rytmitetään. Tuotannossa tapahtuvista töistä laaditaan aikataulu. Aikataulun toteutuskelpoisuus tarkistetaan lopulta toimivaksi. (Koskenvesa ym. 2011, 5.)

Rakennushankkeen tilaajaorganisaatio määrittää yleensä kohteen valmistumispäivämäärän kaupallisten ja toiminnallisten tavoitearvioiden pohjalta. Toisin kuin välitavoitteet, jotka tulisi pystyä määrittelemään ja tarkastamaan teknisten riippuvuuksien avulla. Mikäli aikataulussa esiintyviä nimikkeitä ei ole mitoitettu teknillisesti osatehtävien vaatimien työajan menekkien ja resurssien mukaan, tulee hankkeen aikana ilmenemään ongelmia aikataulutuksen ja resurssimäärien hallinnassa. (Klemetti 2010, 367.)

Aikataulusuunnittelun vaihejärjestys ei ole vakio, vaan aiempiin vaiheisiin usein palataan aikataulusuunnittelun edetessä, jolloin paljastuu päätösten ja suunnitelmien muutoksia. Tuotannon resursseja pystyy sitouttamaan tavoitteiden saavuttamiseksi vasta lähempänä toteuttamista. Hyvä aikataulusuunnittelu edellyttää rakennuskohteen täydellistä tuntemusta ja perehtymistä. Perehtyminen tapahtuu suunnitelma- ja urakka-asiakirjojen kautta. Näistä asiakirjoista tärkeimpiä selvitettäviä asioita ovat rakennuksen kokonaistyöaika välitavoitteineen, työmaan tekniset vaatimukset, olosuhteet tuotannossa, oman työvoiman käytön suunnittelu ja aliurakkana toteutettavat työvaiheet. Jatkuvan suorituspaikan vaihtumisen takia aikataulun tulisi palvella mahdollisimman hyvin työmaasuunnittelua eri työkonttien päällekkäisten työvaiheiden ehkäisemiseksi. (Lindberg ym. 2012, 20.)

Rakennusprojektien aikana aikataulut muuttuvat suurella todennäköisyydellä. Aikataulu-  
suunnittelu ja -ohjaus ovat jatkuvaa prosessia koko rakennushankkeen elinkaaren aikana.  
Tärkeintä olisi päivittää aikataulua siten, että tiedetään itse missä ollaan menossa ja miten  
toteutetaan projektin jatkuminen. (Pelin 2004, 108.)

## 2.5 Rakennusajan määrittäminen

Koko hankkeen rakentamisajan määrittää kohteen rakennuttaja. Aikaan, joka rakennus-  
hankkeen varsinaisille rakennustöille varataan, saattaa vaikuttaa esimerkiksi rakennetta-  
van tilan käyttöönottotarve, rakennuksen tavoitteellinen käyttöönottoajankohta, raken-  
nuttajan ja tilaajan määrittämä käsitys kohtuullisesta rakennusajasta, rahoitusilanne ja  
rakennettavan kohteen myyntimahdollisuudet kuin myös viranomaistoiminta ja suunni-  
telma-aikataulun pitävyys. (Koskenvesa ym. 2011, 64.)

Rakennushankkeen normaalikeston laskentaan on luotu laskentakaavio (kuva 3), joka  
pohjautuu 1980-luvulla tehtyihin tutkimuksiin Suomessa. Laskentakaavion ovat luoneet  
Jyrki Poikonen sekä Juhani Kiiras vuonna 1989. Rakentamisen normaalikesto käsittää  
tietynlaisen projektin suunnitelmien määrittelemää rakennusaikaa normaalin ajallisen ki-  
reyden mukaisesti. Rakennusajasta on vähennetty lomakuukaudet ja keskeytykset, jotka  
tiedetään ennakolta. Normaalikeston laskennassa suurissa, yli 10000 työtunnin, kohteissa  
käytetään työmaalla tapahtuvien tuotannollisten toimien laajuuksien summaa alla olevan  
kaavan 1 mukaisesti. (Lindberg ym. 2012, 20.)

$$T^N = 4,6 \times \ln(\text{rakennushankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 36,6 \quad (1)$$

jossa  $T^N$ = normaalikesto, kk  
 $\ln$ = luonnollinen logaritmi

### Rakentamisen normaalikeston laskenta

Rakennusvaiheiden työmenekit ovat:

Maa- ja pohjarakentaminen	1438 tth
Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet	156 tth
Runko- ja vesikattorakenteet	3417 tth
Täydentävät rakenteet	1520 tth
Pintarakenteet	2821 tth
Kalusteet, varusteet ja laitteet	490 tth
Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset	2520 tth
<b>Yhteensä</b>	<b>12362 tth</b>

$$T^N = 4,6 \times \ln(\sum tth(1...9)) - 36,6$$

$$T^N = 4,6 \times \ln(\sum tth(12362)) - 36,6 = 6,74$$

Eli rakentamisen normaaliaika olisi 7 kuukautta.

**Esimerkkilasku As Oy Joensuun Kodit Kiulutien aikataulusuunnittelusta.**

Kuva 3. Rakennusajan laskentaesimerkki (Lindberg ym. 2012, 20.)

Pienemmissä projekteissa, joiden kokonaistyötuntimäärä ei ylitä 10000:ta tuntia, normaalikeston laskenta suoritetaan kaavan 2 mukaisesti. (Lindberg ym. 2012, 20.)

$$T^N = 2 + (3,8 \times \text{rakennushankkeen kokonaistyötuntimäärä}/10000) \quad (2)$$

jossa  $T^N$  = normaalikesto, kk

Koko hankkeen aikainen rakennusaika ei ole tuotannon käytettävissä. Useista eri syistä johtuvia tuotannon keskeytyksiä syntyy työmaalla ja ne on otettava huomioon laadittaessa aikataulua. Näitä keskeytyksiä aiheutuu vuosilomista, arkipyhien aiheuttamista vapaista sekä tuotannossa tapahtuvista häiriöistä ja sääolojen vaikutuksesta. (Lindberg ym. 2012, 20.)

Yleisaikataulua suunniteltaessa voidaan käyttää kokonaisaikaa kuvaavia T4-menekkejä, mutta jos halutaan aikataulu muodostaa tavoitteelliseksi, käytetään silloin suunnittelussa tehollista työaikaa kuvaavia T3-menekkejä. Silloin kun työnteko tapahtuu ilman suurempia häiriöitä, voidaan tavoitetasona käyttää tehollisten työmenekkien T3 mukaista töiden tavoitetasoa. Kokonaisaika, eli työnvaihe aika T4 pitää sisällään kaikki tunnit, jotka käytetään kuhunkin työhön, mukaan lukien tunnin pituiset ja pidemmät työn keskeytykset, eli työnseisahdukset. Kokonaisaikaa T4 käytetään arvioitaessa kustannuksia sekä laadittaessa alustavaa yleisaikataulua. Kokonaisaika muodostuu kertomalla työvuoroaika T3 työvaiheen TL3-lisäaikakertoimella. Kyseiset tiedot löytyvät Ratu-työmenekkitiedoista. Kokonaisajan mukaista T4-työmenekkiä käytettäessä ei saada totuuden mukaista kuvaa oikeasta tavoitetasosta, vaan aikataulun muodostamisessa tulisi mieluummin käyttää tehollista T3-menekkiä ja varata suurhäiriöille varaa aikatauluun. Tätä kutsutaan vapaaksi pelivaraksi aikataulusuunnittelussa. (Junnonen 2010, 22.)

## **2.6 Aikataulutehtävien laatiminen**

Aikataulussa näytettävät tehtävät ovat kokonaisuksia, joihin tarvitaan ajan lisäksi resursseja. Aikataulutehtävät laaditaan sillä periaatteella, että niitä pystytään hallitsemaan kyseisten tehtävien sekä koko projektille asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tehtävien tulee olla kokonaisuksia, jotta niiden toteutumista pystytään valvomaan ja samalla kyetään ohjaamaan tuotantoa. Tehtävät voidaan jakaa tarvittaessa osatehtäviin esimerkiksi jos tehtävää suoritetaan useammassa jaksossa eri aikaan. Tehtäväluettelo voidaan koota silloin lohkoajattelulla. (Lindberg ym. 2012, 22.)

Tehtäväluettelon suunnitteleminen aloitetaan määrittelemällä koko projektin aikaiset työtehtävät ja nämä aloitetaan kartoittamaan suunnitelmista ylhäältä alaspäin. Tavallisimmin välitavoitteet määritellään kokemuspohjalta edellisten projektien perusteella. Toimitusprojekteissa on tiukka luovutuspäivämäärä useimmiten annettu. Tästäkin huolimatta on syytä laatia realistinen ja toimiva tehtävien erittely. Aikataulun muodostuessa voidaan huomata epäkohtia välitavoitteiden onnistumisessa ja niihin voidaan etsiä silloin lyhenymismahdollisuuksia esimerkiksi analysoimalla aikataulun kriittistä polkua. (Pelin 2004, 108.)

Tehtäväluetteloa muodostaessa hanke lohkotaan pienempiin palasiin ja tuotantoa ositellaan, jolloin saadaan todellinen kuva tehtävistä työkokonaisuuksista. Ennen tehtäväluettelon tekoa tulee muodostaa hankintakokonaisuudet, joiden pohjalta aloitetaan tehtäväluettelon muodostaminen. Näin tehtäväluettelosta tulee mahdollisimman realistinen ja tehtäväluetteloa voidaan ohjata hankintojen mukaan. Rakennusteknisten töiden osalta tehtäväluetteloa ei voi pitää mitenkään vakiona, vaan se on hyvin työmaakohtaista ja riippuu kohteen laajuudesta ja luonteesta. (Junnonen 2010, 27.)

Tehtäväluetteloa laadittaessa kunkin vastuuhenkilön tulisi käydä omaan vastuu-alueeseensa kuuluvat työt koko projektin elinkaaren ajalta oman työkuntansa kanssa tarkasti läpi. Tällöin saadaan selville tehtävien kriittinen toimintaketju ja tehtäville voidaan varata resurssit ja pelivaraa aikatauluun. Useamman vuoden projekteissa on poikkeuksia, koska näin tarkkaa suunnitelmaa ei pystytä silloin tekemään, muuten kuin ensimmäisiin vaiheisiin. Eli ensimmäisten vaiheiden erittely tehdään tarkemmin ja seuraavat arvioidaan karkeasti. (Pelin 2004, 108.)

Tehtäväluettelon laadinnassa tulee olla huolellinen, koska työvaiheet jotka unohdetaan aiheuttavat suurimmat virheet aikataulun muodostamisessa. Tehtävät joilla ei ole olemassa vastuuhenkilöä ja osatoiminnoissa tapahtuvat yhteistehtävät unohtuvat kaikkein helpoimmin tehtäväluettelosta. Jokaisesta tehtävästä kirjataan tehtäväluetteloon lyhyt sekä selkeä tehtäväkuvaus. Tämä auttaa hahmottamaan tehtävän kokonaisuuden. Tehtäväluettelointi tulee laatia siten, että tehtävän tarkoitus ja sen sisältö tiedetään tarkasti arvioitaessa tehtävän kestoa. Tehtävistä voidaan myös erikseen laatia tarkempia kuvauksia. (Pelin 2004, 109- 110.)

## **2.7 Työmäärien arviointi projektissa**

Luotettavan ja todellisen aikataulun perusehtona on se, että tehtävien työmääräarviot ovat oikein mitoitettuja ja laskettuja. Tällä tarkoitetaan jokaisen tehtävän suuruuden, kustannuksien, resurssien ja työhön tarvittavan ajan laskemista ja/tai määrittämistä. Työmääräarviointiin on olemassa useita eri menetelmiä, joista yksikään ei ole se ainoa ja oikea. Työmääräarviointi riippuu kyseessä olevasta projektista. Arviointimenetelmä voi parhaimmillaan olla juuri sopiva tiettyyn projektiin, se tosin vaatii vastaavanlaisia projekteja,

joista voidaan hyödyntää tunti-ilastoja ja menekkejä. Työmääräarviointia on tehtävä läpi projektin, eikä vain projektin alussa. Aikataulua ylläpidettäessä tulee arvioida kesken-eräisten töiden tarvittavia työmääriä ja vastaavasti arvioida ja tarkastaa vielä aloittamattomien töiden kestoja. Jokaisella arviokerralla tulee arvio tehdä senhetkisen tiedon, kokemuksen ja resurssien pohjalta. Hyvään työmäärien ja ajallisen tarpeen laatimiseen tarvitaan paljon aikaa, kokemusta ja työtä. Arvion tarkkuuteen vaikuttaa se, kuinka perusteellisesti arvio on tehty. Hätäisesti kasattu arvio ei tule pitämään paikkaansa. (Pelin 2004, 114.)

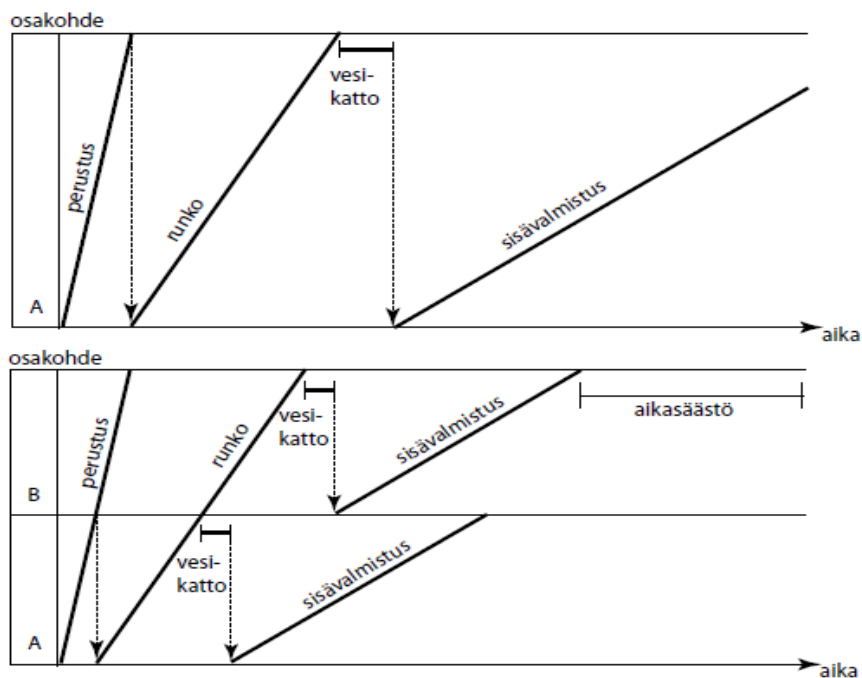
Työmäärien arvioinnissa tulee myös huomioida se, että tehtävät pitävät usein sisällään itse tehtävän lisäksi useita täydentäviä työsuorituksia, esimerkiksi kaikki alustavat ja lopettavat työvaiheet ja kyseisen työn ylläpitäviä töitä. Materiaalien ja kalustojen siirrot ja hankinnat, kunnossapito ja suojaustoimenpiteet ovat näitä täydentäviä työsuorituksia. Kaikista työmaalla tapahtuvista tehtävistä on syytä muodostaa tehtäväluettelo, johon merkitään tehtävän nimi, sen tehtävän suorittamiseen tarvittava suoritemäärä ja suoritemäärässä käytettävä yksikkö. (Koskenvesa ym. 2011, 76.)

## **2.8 Työmaan jaottelu osakohteisiin**

Rakennushankkeen ajallisen suunnittelun hallinta perustuu suurelta osin kohteen ositteluun, eli kohteen jakamiseen useampaan osaan, eli osakohteisiin. Tämän tarkoituksena on varmistaa työtehtävien tekeminen eri osakohteissa eri aikaan, jolloin estetään päällekkäisyyksien muodostumista rakennustyömaalla. Osittelu voidaan suorittaa työmaalla usealla eri tavalla, esim. jakamalla työmaa fyysisien rakenteellisten osien, kuten porraskäytävien, mukaan. (Junnonen 2010, 24.)

Suomessa käytettävässä rakennuskulttuurissa on tapana jaotella työmaa useisiin tasoltaan erilaisiin lohkoihin. Lohko on tietty rakennuksen todellinen osa tai kokonaan eri rakennus. Lohkot määrittelevät työsuoritusten järjestyksen ja niissä tehtävät työt suoritetaan yhtenä kokonaisuutena valmiiksi asti. Lohkoissa tehdään vain yhtä työkohteen sitovaa kriittistä työsuoritusta kerrallaan. Lohkojaottelu tehdään useimmiten noin 3000–5000 brm<sup>2</sup>:n suuruisiin kokonaisuuksiin, joten pinta-alaltaan pienissä kohteissa ja kerrostoissa lohkojaottelu on haastavaa. (Lindberg ym. 2012, 21.)

Lohkojaottelu perustuu siihen, että rakentamisen sujuvuus saadaan paremmaksi, kun rakennuksen runko ja vesikatto valmistuvat lohkoissa, niin siellä voidaan aloittaa sisävalmistusvaiheen työt (kuva 4). Jos runko rakennettaisiin kerralla kokonaan valmiiksi ja sisäpuoliset työt aloitettaisiin vasta runkotöiden päättymisen jälkeen, niin sisäpuoliset työt valmistuisivat huomattavasti myöhempään. Aikaisella sisävalmistusvaiheen aloittamisella pystytään lyhentämään rakennusaikaa oleellisesti. Sillä pystytään myös pidentämään eri töiden aloitusvälejä aikataulussa, mikä varmistaa aikataulun toimivuuden ja poistaa häiriöherkkyyttä. (Lindberg ym. 2012, 21.)



Kuva 4. Lohkojaottelun vaikutus aikasäästöihin rakentamisessa. (Lindberg ym. 2012, 21.)

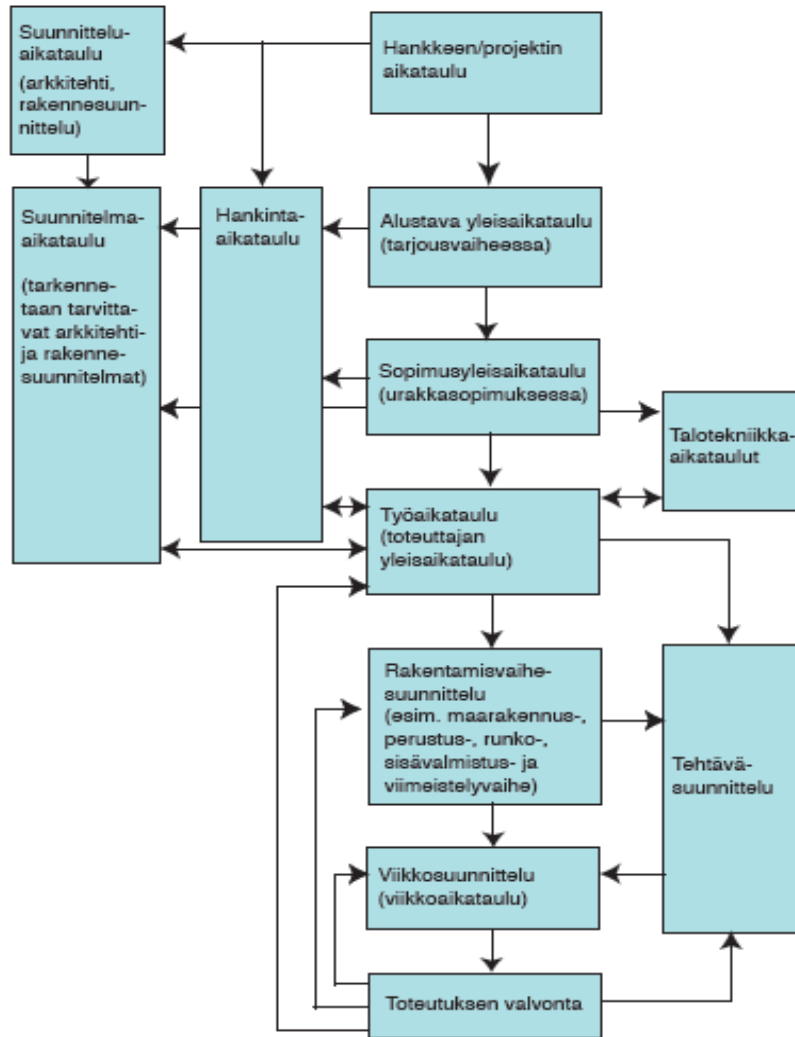
Lohkot pystytään jaottelemaan vieläkin tarkempiin osa- ja työkohteisiin. Tällä pystytään tarkemmin määrittelemään työn eteneminen seuraavaan osakohteeseen kun edellisen osakohde on valmistunut. Osakohteiden jaottelu on viisasta, koska niiden valmistumisen mukaan voidaan suunnitella maksuerätaulukkoa. Osakohdejako pystytään myös hyödyntämään laadunvarmistuksessa, koska mitä pienempinä osina työkokonaisuus luovutetaan, sitä tarkemmin voidaan tarkkailla ja huolehtia laadusta. (Koskenvesa ym. 2011, 71.)

## 3 Aikataulutyyppit rakentamiseen

### 3.1 Hankeaikataulu

Rakennuttaja päättää rakennushankkeelle valmistumisen ajalliset tavoitteet ja valmistumisajan. Samalla rakennuttaja laatii hankkeelle hankeaikataulun, jolloin keskeisimmät päätökset aikataulusuunnittelun kannalta syntyvät (kuva 5). Tämän jälkeen aikataulut tarkentuvat rakennushankkeen edetessä osatavoitteisiin ja tehtäviin sitoviksi. Hankkeen onnistumisen kannalta on tärkeää, että toimintaa ohjataan kaikissa aikataulusuunnittelun vaiheissa. Onnistuneesti suunniteltu aikataulu on hyvän rakennushankkeen alku ja tuotannon ohjauksessa ja johtamisessa onnistuminen ovat aikataulun kulmakiviä. (Koskenvesa ym. 2011, 40.)

Rakennuttaja laatii projektille hankeaikataulun, eli projektiaikataulun, ja siitä on tarkistettavissa rakennushankkeen toteutettavuus normaalissa rakentamisajassa. Hankeaikataulu toimii koko rakennushankkeen etenemisen kuvaajana. Hankeaikataulu on rakennuttajalle tärkeä työväline rakennushankkeen valmistumisen ja laadunvarmistamisen kannalta. Huonosti ja epärealistisesti suunniteltu hankeaikataulu aiheuttaa useimmiten laatuvirheitä, joista seuraa ongelmia rakennuttajalle. Huolellisesti laadittu aikataulu varmistaa myös luovutuksen valmistelemisen kunnolla ja onnistuneesti. Hankeaikataulun avulla myös tilaaja voi suorittaa oman osuutensa rakennushankkeen kannalta, eli huolehtia rahoituksesta, suunnitelmista ja sivu-urakoista. Hankeaikatauluun tulee varata pelivaroja ja joustoa muutoksille ja häiriöille. Näin varmistetaan, ettei urakoitsijoille aiheutuisi ylimääräisiä kustannuksia. (Koskenvesa ym. 2011, 41.)



Kuva 5. Aikataulusuunnittelun toteutuminen rakennushankkeessa. Nuolet osoittavat tiedon siirtymistä aikataulusuunnittelussa. (Koskenvesa ym. 2011, 40.)

### 3.2 Yleisaikataulu

Koko hankkeen aikainen ennalta suunniteltu työnkulku on tarkoituksenaan kuvata yleisaikataulun muodossa. Yleisaikataulu on päätoteuttajan laatima työmaan toteuttamisen ja ajoittamisen malli. Sillä pystytään myös määrittelemään pääresurssit, eli yleisaikataulu toimii myös resurssisuunnitelmien lähtötietona. Yleisaikataulu toimii myös pohjana kaikille tarkemman tason suunnitelmille, eli rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluille kuin myös tehtäväsuunnittelulle. (Junnonen 2010, 17.)

Yleisaikataulu voidaan jakaa kolmeen eri muotoon laatimisen ajankohdan, sisällön tarkkuustason ja käyttötarkoituksen mukaan: alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu

sekä työaikataulu. Työmaalla työaikataulua kutsutaan tyypillisimmin yleisaikatauluksi. Alustava yleisaikataulu on kohteen tarjousvaiheessa laadittu karkea aikataulu, minkä avulla selvitetään tärkeimmät ja kriittisimmät työvaiheet ja työmenetelmät sekä niiden työvaiheiden kestot ja tärkeimpien resurssien kuormittaminen. Toisin sanoen alustavalla yleisaikataululla selvitetään onko työmaa mahdollinen suorittaa. Alustavassa yleisaikataulussa tehtävien kestot määritellään kokonaisaikana T4, eli työnvaiheaikana. (Lindberg ym. 2012, 27.)

Sopimusneuvotteluissa käydään pääurakoitsijan suunnittelema alustava yleisaikataulu. Tarvittaessa aikataulua voidaan muokata ja tarkentaa. Kaikkien sopimuspuolten hyväksymä ja tarkentama yleisaikataulu tulee liittää sopimukseen sopimusyleisaikatauluksi joka perustuu T4-kokonaisaikoihin. Sopimusyleisaikataulu tarkennetaan päätoteuttajan toimesta työaikatauluksi, joka toimii työmaata ohjaavana ja kaikkien eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista varten suunniteltuna työaikatauluna. Työaikataulun päätarkoituksena on toimia punaisena lankana rakennuskohteen toteuttamisprosessissa. Työaikataulun laadinta alkaa heti taloteknisten töiden mukaan astuessa. Työaikataulu laaditaan käyttäen tehollisia työvuoroaikoja T3 ja erilaisia häiriöpelivaroja. (Lindberg ym. 2012, 27.)

### **3.3 Rakentamisvaiheikataulu**

Työaikataulusta laadittua tarkempaa aikataulua kutsutaan rakentamisvaiheikatauluksi. Työaikataulu voidaan myös laatia rakentamisvaiheikataulun pohjalta, silloin puhutaan käsitteestä käännetty rakentamisvaiheikataulu. Rakentamisvaiheikataulun tarkoituksena on olla tarkennettu aikataulu rakentamiseen, jolla varmistetaan työaikataulun mukaisten tavoitteiden saavuttaminen. Näihin tavoitteisiin pääsemiseksi tärkeimpien työvaiheiden tarvitsemat resurssit mitoitetaan tehollisten T3-menekkien mukaan. Myös tehtävien limittämistä ja vaihtoehtolaskelmia hyödynnetään laadittaessa rakentamisvaiheikataulua. Lähtötiedot rakentamisvaiheikataulun laatimiseen saadaan työaikataulusta ja näin ollen se antaa valmiudet viikkoaikataulujen luomiseen. (Junnonen 2010, 17- 18.)

Rakentamisvaiheaikataulu suunnitellaan noin 2–6 kuukauden sykleihin, jotka perustuvat joko ajanjaksoon tai vaihtoehtoisesti eri rakentamisvaiheisiin, joita voivat olla esimerkiksi perustus- ja maanrakennusvaihe, runkotyöt vesikattotöineen, sisävalmistus- ja viimeistelyvaihe tai luovutusvaihe kohteesta riippuen. Laadintavastuu rakentamisvaiheaikataululle on yleisesti ottaen aina työmaalla. (Lindberg ym. 2012, 28.)

Rakentamisvaiheaikataulussa on oltava esitettynä rakennusteknisiin töihin yhteen mitoitettuna ja tahdistettuna sekä riippuvuuksiltaan yhtenäisesti liitettynä tärkeimpien sivu- ja aliurakoitsijoiden tehtävät. Kaikkien sivu- ja aliurakoitsijoiden on oltava valmiita sitoutumaan aikataulutavoitteisiin. Tällä tavalla varmistetaan se, että pääurakoitsija pystyy suunnittelemaan työjärjestyksen toimivaksi. Kaikille eri työvaiheille tulee järjestää rakentamisvaiheaikataulussa tarpeeksi vapaata työskentelytilaa ja -aikaa, jolloin vältetään päällekkäisyyksiä rakentamisessa. (Koskenvesa ym. 2011, 58.)

### **3.4 Hankinta-aikataulu**

Osa suurimmista hankinnoista tehdään heti rakennushankkeen käynnistyessä, jotta rakentamisen aloitus ei viivästyisi. Hankinnat tulisi aikatauluttaa heti rakennushankkeen alussa karkealla tasolla. Hankinta-aikataulu tarkentuu työaikataulun valmistuessa ja nämä tukeutuvat toisiinsa. Hankinta-aikataulun tarkoituksena on sitoa hankinnat työaikatauluun sopivaksi. Rakennusmateriaalien ja -osien oikea-aikainen saatavuus varmistetaan tällä menetelmällä. Aliurakoiden työnsuunnittelu ja tavarantoimitus perustuu myös hankinta-aikatauluun. (Koskenvesa ym. 2011, 51.)

Hankintatapahtumat tulee ajoittaa toimituksen aloittamisajankohdasta taaksepäin, jolloin tarjouspyynnöille, tarjouksen muodostamiselle ja antamiselle, sekä tarjouksen käsittelylle ja sopimusten kirjoittamiselle varataan riittävästi aikaa. Hankinta-aikataulua suunniteltaessa tulee myös huomioida hankintojen kriittisyydet, senhetkinen markkinatilanne sekä hankintoihin kytkeytyvien suunnitelmien tarve. Hankinta-aikataulun suunnittelu ja toteutus on yksi hankintojen suunnittelun osa-alue. Hankintojen suunnittelusta vastaavat työnsuunnittelijat ja työmaainsinöörit vastaavan työnjohtajan avustuksella. Hankintoja suorittava henkilö on myös usein mukana suunnittelemassa hankinta-aikataulua. Hankinta-aikataulu suunnitellaan työaikataulun suunnittelun yhteydessä. (Koskenvesa ym. 2011, 51.)

### 3.5 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulua suunnitteleamalla ja käyttämällä varmistetaan rakennushankkeen töiden eteneminen ja tavoitteisiin pääseminen. Viikkoaikataulun periaatteena on muutaman viikon aikajänteelle suunniteltava tarkennettu tehtäväsuunnitelma. Viikkoaikataulun avulla saadaan käytettävissä olevat resurssit mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön ja varmistetaan niiden saatavuus. Viikkoaikataulua käytetään myös sivu- ja aliurakoitsijoiden työsuunnittelussa ja toiminnan varmistamisena. (Koskenvesa ym. 2011, 58.)

Viikkoaikataulut suunnitellaan kerrallaan noin 1-3 viikkoa eteenpäin. Eri työkohteiden työnjohtajat laativat alustavan viikkosuunnitelman omista töistään, jotka vastaava työnjohtaja sovittaa yhteen työnjohtajien avustuksella. Suunnittelu tapahtuu viikoittain. Työn alla oleva viikko on viikkosuunnittelussa tarkin ja seuraavat viikot ovat suuntaa-antavia, mutta perustuvat todellisiin työsaavutuksiin ja resursseihin. Tuotannon ongelmiin ja resurssitarpeisiin pystytään viikkoaikataulun avulla varautumaan ajoissa. (Koskenvesa ym. 2011, 58.)

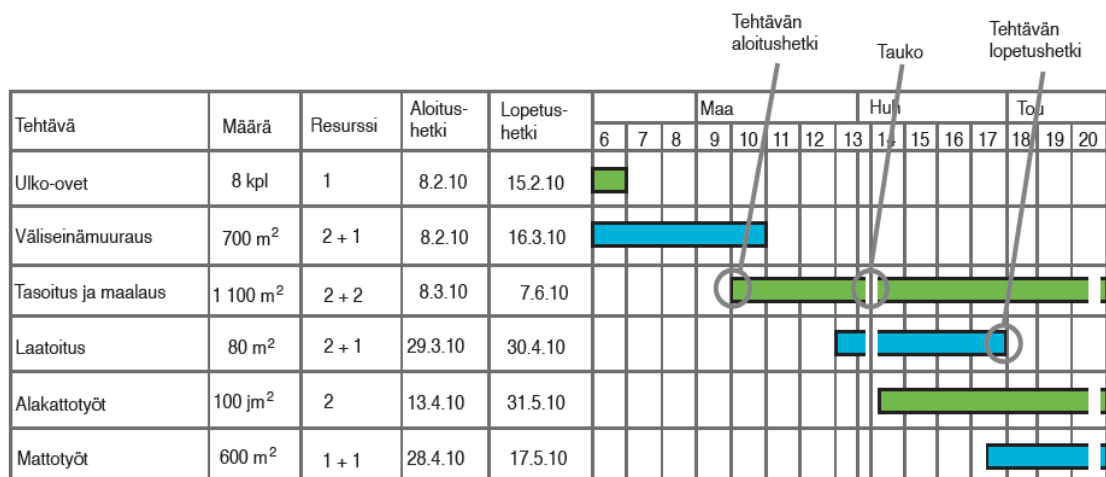
Viikkosuunnitelma suunnitellaan viikkopalaverissa, johon osallistuvat kaikkien työryhmien edustajat ja työmaan vastuussa olevat henkilöt. Jokainen työtehtävä, joka otetaan viikkosuunnitteluun mukaan, tulee olla toteutettavissa. Tehtävän vastuuhenkilön tulee voida varmistaa tehtävän toteutuminen. Viikkosuunnitelman toteutumista tulisi mitata joka viikon lopulla, jolloin saadaan selville kuinka suuri osa kunkin viikon tavoitetehtävistä saavutti tavoitteensa. Mittaus suoritetaan PPC-luvulla, eli Percent Plan Complete-luvulla, eli suomeksi TTP-luvulla. Tämä luku osoittaa Toteutuneet Tavoitteet Prosentteina. Viikkosuunnitelman toteuman mittauksella voidaan kiinnittää huomiota suunnittelun parantamiseen. Mittauksella voidaan myös löytää mahdollisia ongelmien syitä ja etsiä korjaustoimenpide ongelman poistamiseksi. (Junnonen 2010, 18.)

### 3.6 Aikataulutustekniikat

Aikataulujen muodostamiseen on olemassa useita eri menetelmiä. Aikatauluja voidaan suunnitella paperille käsin hahmottelemalla, saatavilla olevilla aikataulusuunnitteluohjel-

milla kuin myös rakennusprojektille suunnitellulla tietokoneohjelmalla. Aikataulun muodostaminen ohjelmistoilla ei kuitenkaan ole aikataulusuunnittelussa tärkeintä, vaan itse suunnittelutyö. Toteutuskelpoisuus on myös tärkeää pystyä todentamaan ennen aikataulun käyttöönottoa. (Koskenvesa ym. 2011, 110.)

Aikataulujen yleisimpänä esitysmuotona Suomessa ovat jana-aikataulut (kuva 6) ja vino-viiva-aikataulut (kuva 7). Jana-aikataulussa eri töiden esitysmuotona on aikatauluun piirretyt janat. Tehtävien luettelointi on tyypillisesti aikataulun vasemmassa reunassa ja yläosassa aikataulua on esitetty aikajana. Oikealle jäävällä alueella on esitetty eri töiden tarvitsemat aikajajat. Aikataulussa on mahdollista esittää esimerkiksi välitavoitteita, riippuvuuksia ja tehtäviä voidaan ositella eri suorituspaikkojen mukaan työn valvonnan helpottamiseksi. (Lindberg ym. 2012, 25.)

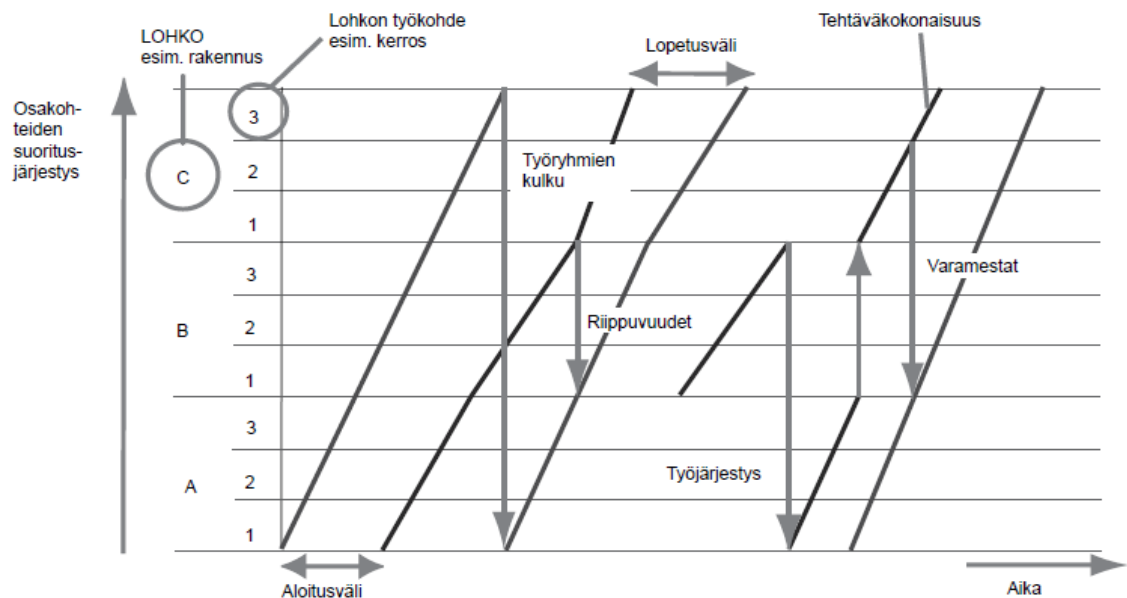


Kuva 6. Esimerkki jana-aikataulusta. Aikatauluun määritellylle tehtävälle on merkitty aloitus- ja lopetusajankohta, joiden välille on piirretty jana. (Koskenvesa ym. 2011, 21.)

Jana-aikataulu on todella helppolukuinen ja tämän vuoksi siihen on totuttu rakennuskulttuurissamme. Jana-aikataulun heikkoutena on se, että sen käyttö aikataulun tarkistamisessa ja tuotannon ohjauksen apuvälineenä on vaikeaa. Valvonnan suorittaminen jana-aikataulusta ei ole niin helppoa kuin esimerkiksi paikka-aikakaaviosta. Havainnollinen esittäminen vapaista työkohteista ja niiden määristä on jana-aikataulussa käytännössä mahdotonta. Hankkeen ohjaamisen kannalta useimmiten paras vaihtoehto on paikka-aikakaavio, joka osoittaa poikkeamat tuotantonopeudessa ja aloitusajankohdissa. Myös teh-

tävien ja osakohteiden suoritusjärjestyksessä tapahtuvat häiriöt ilmenevät paikka-aikakaaviossa paremmin ja näihin häiriötilanteisiin voidaan varautua paremmin. (Junnonen 2010, 14.)

Paikka-aikakaaviossa voidaan kuvata kaavion pystyakselilla rakennuksen todellisia fyysisiä osia eri tasoilla, kuten perustukset, kerrokset, katto tai porrashuoneiden perusteella. Näiden osakohteiden laajuutta voidaan myös kuvata pystyakselin jaottelussa. Paikka-aikakaaviossa aika kuvataan samalla tavalla kuin jana-aikataulussa, eli kaavion vaaka-akselilla. Vinoviivoilla kuvataan paikan ja ajan suhteen tapahtuvaa töiden kestoja, niiden suoritusjärjestyksestä ja määritellään toteutuksien aikavälejä. (Lindberg ym. 2012, 25.)



Kuva 7. Paikka-aikakaavio esimerkki. (Lindberg ym. 2012, 25.)

Aikataulusuunnitteluun on kehitetty apuvälineiksi monia ohjelmistoja helpottamaan aikataulun muodostamista. On olemassa ohjelmistoja, jotka laskevat saatavilla olevien mitoitustietojen ja töiden välisten riippuvuuksien perusteella valmiin aikataulun. Toiset ohjelmistot eivät huomioi ollenkaan resursseja ja ne määrittelevät tietyille aikavälille ja riippuvuuksille sopivat aikataulujanat. Aikataulun toteuttamiseksi lopulliseen muotoonsa, voidaan aikataulusuunnittelutekniikkana käyttää piirto-, taulukkolaskenta- tai tekstinkäsittelyohjelmia. (Koskenvesa ym. 2011, 110.)

Lähtötietoina aikataulusuunnittelussa käytetään määräluetteloa, joka on muodostettu osakohteikohtaiseksi, sekä työmenekkitiedostoja, jotka voidaan määrittellä ohjelmaan itse

omien tietokantojen perusteella, tai voidaan käyttää ohjelmiston tukemia työmenekkitietoja. Myös töiden väliset riippuvuudet tulee määrittää aikataulusuunnittelun lähtötietoihin. Ratu-työmenekkitietoja käytettäessä oletustiedostona aikataulusuunnitteluohjelmassa varmistetaan, että aikataulu on suunniteltu alan työsaavutustason vertailutietojen perusteella. Ohjelmistot pystyvät laskemaan töiden toteutumista annetuilla resursseilla ja pystyvät näyttämään aikataulun epäkohdat, joissa eri työvaiheita ilmaisevat vinoviivat risteytyvät. Tällöin on tapahtunut töiden huolimaton suunnittelu, niin resurssien kuin ajankohdan suhteen. Tavoitteiden saavuttamiseksi ohjelmistot pystyvät tarjoamaan uuden mahdollisuuden muokata saatavilla olevia resursseja, työn sisältöä tai aloittamisajankohtaa. Työvaiheiden toteutuminen tulisi ilmoittaa aikataulusuunnitteluohjelmille esimerkiksi valvontavinjetin avulla, jolloin aikataulun paikka-aikakaaviota pystytään päivittämään automaattisesti. (Koskenvesa ym. 2011, 110.)

## **4 Esimerkkikohteet**

### **4.1 Kohteiden tilaaja**

Tässä työssä käsiteltiin kahden esimerkkikohteen peruskorjaustöiden aikataulusuunnittelua. Kohteiden nimet ovat As Oy Joensuun Kodit Kiulutie ja As Oy Joensuun Kodit Pitkäpelto. Molempien esimerkkikohteiden omistajana ja rakennustöiden tilaajana toimi Joensuun Kodit Oy.

Joensuun Kodit Oy on kokonaisuudessaan Joensuun kaupungin omistuksessa oleva kiinteistöosakeyhtiö. Yhtiön tavoitteena on olla mukana toteuttamassa Joensuun kaupungin luoman kehittämisstrategian suuntaista asuntopolitiikkaa. Yhtiön päätehtävänä on tarjota laadultaan hyväkuntoisia, edullisia ja asukkaille elämäntilanteesta riippuen sopivia asuntoja kysynnän mukaisesti. Yhtiö omistaa yli 4600 vuokra-asuntoa Joensuun alueella, mukaan lukien ympäryskunnat, eli Reijola, Hammaslahti, Tuupovaara, Kiihtelysvaara, Uimaharju ja Eno, sekä muita maaseutukyliä. (Joensuun Kodit Oy 2014.)

## 4.2 As Oy Joensuun Kodit Kiulutie

As Oy Joensuun Kodit Kiulutien projekti Joensuun Noljakassa käsitti 10 pienkerrostalon ja kolmen talousrakennuksen peruskorjaamisen. Kaikkien piha-alueiden ja pihavarusteiden uusiminen kuului myös projektiin. Kohteeseen kuuluivat siis 10 pienkerrostaloa, joista kahdeksaan tehtiin identtiset korjaustoimenpiteet ja kaksi taloa muuttui ensimmäisessä vaiheessa erityispalveluasunnoiksi ja -tiloiksi. Näihin kahteen taloon tuli yhteensä 16 erityisasuntoa ja niihin kuuluvat yhteiset tilat ja saunaosasto. Lopuissa kahdeksassa talossa oli yhteensä 48 asuntoa. Huoneistokoot Kiulutien kohteella vaihtelivat 35 m<sup>2</sup>:n yksiöistä 65 m<sup>2</sup>:n kolmioihin.

Kiulutien kohde ajoittui kokonaisuudessaan elokuusta 2012 lokakuun 2013 loppuun. Työt suoritettiin kolmessa eri vaiheessa, joista ensimmäinen valmistui tammikuun 2013 lopussa. Ensimmäinen vaihe käsitti kolmen talon, E, F ja G, peruskorjaamisen. Näistä taloista kaksi taloa muuttui erityisasunnoiksi liikuntarajoitteisille ihmisille. Kolmanteen taloon tehtiin normaalit peruskorjaustoimenpiteet, jolloin huonejako ei muuttunut alkuperäisestä. Toinen vaihe käsitti kolmen talon, H, K ja J, eli 18 huoneiston, peruskorjaamisen ja se valmistui toukokuun 2013 lopussa. Kolmas vaihe valmistui lokakuun 2013 lopussa, jolloin viimeiset neljä taloa, A, B, C ja D, luovutettiin tilaajalle peruskorjattuina. Näissä taloissa oli yhteensä 24 huoneistoa. Viimeiseen vaiheeseen valmistui myös koko kohteen piha-alueet lopulliseen kuntoonsa.

## 4.3 As Oy Joensuun Kodit Pitkäpelto

As Oy Joensuun Kodit Pitkäpellon projekti sijaitsee Joensuun Heinävaarassa ja siihen kuului 11 rivitalohuoneiston peruskorjaaminen. Huoneistokoot vaihtelivat 83 m<sup>2</sup>:n kolmiosta 35 m<sup>2</sup>:n yksiöihin. Rivitalot oli rakennettu vuonna 1983 ja ne olivat puurunkorakenteiset. Huoneistot jakautuivat kahteen taloon, joista A-talossa oli viisi asuntoa ja B-talossa kuusi asuntoa. Kohteeseen kuului myös asukasvarastorakennus, johon suoritettiin myös peruskorjaustoimenpiteet. Varastorakennuksessa oli myös saunaosasto, joka myös peruskorjattiin. Pitkäpellon peruskorjaaminen ajoittui sisäpuolisten töiden osalta lokakuusta 2013 maaliskuun 2014 loppuun ja ulkopuoliset työt viimeistellään huhti – toukokuussa 2014, kevään etenemisen mukaan.

#### 4.4 Kohteiden aikatauluvaatimukset

Projekteilla oli tilaajan määrittämä valmistumisajankohta, jonka ylittämistä oli määrätty viivästymissakko YSE1998 mukaisen luvun 2 § 18:n mukaan. Tilaajalla on oikeus periä urakoitsijalta viivästyssakkoa jokaiselta urakkasopimuksessa sovitun valmistumisajankohdan ylittävältä työpäivältä, jonka urakka myöhästyy. Viivästyssakko on jokaiselta ylittävältä työpäivältä 0,05 prosenttia arvonlisäverottomasta urakkahinnasta, jollei urakkasopimuksessa ole muuta mainittu. Poikkeuksena ovat sivu- ja aliurakat, joissa viivästyssakko on 0,1 prosenttia arvonlisäverottomasta urakkahinnasta. Viivästyssakkoa voi periä urakan valmistumisen osalta enintään 50 työpäivältä. (Suomen toimitila- ja Rakennuttajaliitto RAKLI ry & Rakennustietosäätiö 1998, 6.)

Kiulutien projektissa viivästymissakko oli 1105 €/myöhästynyt työpäivä. Esimerkiksi kahden viikon viivästyminen aikataulusta olisi tuonut yritykselle 11050 euron ylimääräiset kustannukset. Pitkäpellon kohteessa myöhästymissakko oli 320 €/myöhästynyt työpäivä, eli esimerkiksi kahden viikon myöhästyminen ajallisesti olisi aiheuttanut 3200 euron ylimääräiset kustannukset. Aikataulun pitävyyttä tarkasteltiin molemmissa kohteissa viikkotasolla.

#### 4.5 Kohteiden korjaustoimenpiteet

Esimerkkikohteista As Oy Joensuun Kodit Kiulutie oli pienkerrostalokohde, joka käsitti 64 huoneiston peruskorjaamisen, josta tässä opinnäytetyössä perehdyttiin kolmanteen ja viimeiseen vaiheeseen, joka käsitti viimeisten 24 asunnon peruskorjaamisen ja piha-alueiden viimeistelytyöt. Toinen esimerkkikohde oli As Oy Joensuun Kodit Pitkäpelto, joka käsitti 11 rivitalohuoneiston peruskorjaamisen. Molemmissa kohteissa oli lisäksi huolto- ja asukasvarastorakennus, joissa tehtiin myös peruskorjaustoimenpiteet. Työmaat olivat sinällään samankaltaisia, tosin Kiulutien kohteessa talot olivat 2-kerroksisia pienkerrostaloja ja Pitkäpellon kohteessa talot olivat yksikerroksisia rivitaloja. Molemmissa kohteissa tulivat kaikki sisäpinnat uusittaviksi, märkätiloista tuli kivirakenteiset sekä ulko-seiniin suoritettiin lisälämmöneristys ja ulkoverhouksen uusiminen.

Molemmissa kohteissa oli lisäksi melko mittavat maanrakennustyöt, jotka pitivät sisälleen perusmuurin vierustan eristämisen, sadevesi- ja salaojaputkistojen asentamisen sekä tarvittavat perusmuurien korjaustoimenpiteet. Kaikille kulku- ja liikennealueille suoritettiin tarvittavat maanvaihdot ja alueet eristettiin ja päällystettiin uudelleen.

Suurimmat eroavaisuudet kohteilla olivat, että Pitkäpellon kohteessa tuli kattorakenteet ja ikkunat sekä ovet uusittavaksi. Myös vanhojen pesuhuoneiden kohdalla tehtävät lattiatyöt olivat Pitkäpellossa suuremmat kuin Kiulutiellä. Pitkäpellossa vanha peltikate purettiin pois ja kattokannattajien päälle tehtiin uusi ponttilaudoitus huopakatetta varten. Tässä yhteydessä rakennettiin myös palokatkoseinät joka huoneiston väliin yläpohjatilaan. Ikkunat ja ovet vaihtuivat Pitkäpellon kohteella, kun taas Kiulutiellä ikkunoille ja oville tehtiin vain maalauskorjaus ja tiivisteiden vaihto. Pitkäpellossa tuli sisäpuolella pesuhuoneiden kohdalla purkaa vanha lattiarakenne pois ja uusia viemäriputkistot ja asentaa uudet lämmöneristeet ja lattialämmityskaapelit. Näiden töiden jälkeen valettiin uusi betonilattia pesuhuoneen kohdalle. Pitkäpellon kohteessa myös yksi suuri eroavaisuus oli kaikkien sisäpuolisten levytyksien uusiminen kaikissa seinissä ja katoissa.

Projekteista As Oy Joensuun Kodit Kiulutien kolmas vaihe ajoittui aikavälille 3.6–31.10.2013 ja As Oy Joensuun Kodit Pitkäpellon sisäpuoliset työt ajoittuivat aikavälille 21.10.2013–28.3.2014, joten työkunnan ja kaluston siirtyminen saatiin toimivaksi kohteiden välillä. As Oy Joensuun Kodit Pitkäpellon ulkopuolisten töiden luovutus olisi 30. toukokuuta 2014, joten ulkopuolisten töiden lopullisen valmistumisen tarkkaileminen ei ehtisi tähän opinnäytetyöhön.

## **5 Aikataulujen laadinta esimerkkikohteisiin**

### **5.1 Lähtötiedot As Oy Joensuun Kodit Kiulutien aikataulusuunnitteluun**

Lähtötietojen laatimisen aloitin keväällä 2013, eli silloin kun Kiulutien projektissa oli toinen vaihe käynnissä. Tarkoituksena oli saada laadittua aikataulu valmiiksi kesäkuun alkuun 2013, viikolle 23, jolloin käynnistyisi kohteen kolmas vaihe, johon suunnittelin aikataulun ja olin mukana toteuttamassa kohdetta. Rakennusaika oli kohteelta tiedossa,

eli sisäpuolisten ja ulkopuolisten töiden tuli olla valmiina lokakuun 31. päivänä 2013. Rakennusaika oli kohteen viimeisessä vaiheessa viisi kuukautta, joihin kuului kesäloma-aika. Kohteen aikataulun kireyden vuoksi kesälomia jouduttiin järjestelemään siten, että pidettäisiin kesällä kaksi viikkoa lomaa ja loput lomat myöhemmin. Tämä asia saatiin sovittua työökunnan kanssa kiitettävästi. Tarkastelin aikataulun kireyttä kaavan 1 avulla:

$$T^N = 4,6 \times \ln(12 \cdot 362tth) - 36,6 = 6,74 \text{ kk} \quad (1)$$

Rakennusaika oli normaalia tiukempi Kiulutien kohteella, koska käytettävissä oli viisi kuukautta, josta varattiin kaksi viikkoa kesälomaan. Eli käytännössä rakentamiseen varattu aika oli 4,5 kuukautta, yli kaksi kuukautta vähemmän, mitä normaaliajan laskenta-kaava osoitti. Tämä tuli huomioida resurssien määrittämisessä, koska työntekijöitä tarvitaan normaalia enemmän työmaan läpiviemiseen. Viimeisen vaiheen aloitus tulisi olemaan haastava, koska ensimmäisen kuukauden aikana tulisi alkamaan kahdeksan eri työvaihetta. Työsuunnittelu oli tärkeässä asemassa aikataulullisiin tavoitteisiin pyrittäessä.

Työmaan keskimääräisen omien työntekijöiden resurssitarpeen selvitin Kiulutien kohteella muodostamani kaavan 3 avulla.

$$TT = Kokonais-tth / (\text{rakennusaika, kk} * \text{työntekijän työtuntimäärä, h/kk}) \quad (3)$$

$$TT = 10257tth / (4,5kk * 162h/kk) = 14tt$$

jossa  $TT =$  Työntekijöiden keskivahvuus työmaalla

$Kokonais-tth =$  Rakennusprojektille lasketut työtunnit, omien töiden osuus

Työntekijöiden keskivahvuus Kiulutien projektin viimeisessä vaiheessa olisi siis 14 omaa työntekijää rakennustöiden osalta. Tähän lukuun kuului työmaan vastaava työnjohtaja.

Asetimme vastaavan työnjohtajan avustuksella välitavoitteeksi aikatauluun kalusteasennuksien aloittamisen viikolla 34, jolloin pystyin suunnittelemaan siitä taaksepäin sisäpuolisten töiden aloittamiset ja etenemiset. Kohde oli siitä hyvä, että siihen kuului neljä toisistaan erillään olevaa taloa, jolloin pystyin ajattelemaan talot omiksi työkohteiksi, eli saimme suunniteltua töille hyvän viikkosyklin.

Kiulutien aikataulusuunnittelun lähtötietojen selvittäminen lähti liikkeelle siitä, että otin kaikki tarvittavat suunnitelmat kohteelta, eli pohjapiirrokset, julkisivupiirrokset, leikkauspiirrokset ja rakennusselitteet, ja aloin tutustumaan työmaahan tarkemmin. Rakennusselosteen läpikäyminen on välttämätöntä, koska siihen tutustumalla selviävät projektin perustiedot ja tarkennukset. Työmäärien laskentaan loin Excel-taulukon (Kuva 8), jota muokkaamalla pystyn laatimaan työmäärien laskentataulukon tuleville työkohteille. Taulukkoon tuli myös sarake toteutuneille työtunneille, josta pystyin hyvin seuraamaan työmaan toteutumaa.

Kuvista erottelin kaikki työvaiheet, jotka tunsin ja tiesin ja aloin rakentamaan runkoa työmenekkiluettelolle. Työmenekkiluetteloon kasasin kaikkien työtehtävien määrät yksiköittäin ja etsin Ratu-työmenekki kirjasta vastaavien töiden työmenekit yksikköä kohden. Näin selvitin tarvittavat työntekijätunnit kohteelle. Työmenekkiluettelon pohjalta laadin tehtäväluettelon aikataululle. Tehtäväluettelon tuli olla selkeä ja toimiva ja siinä tuli näkyä kaikki tarpeelliset työvaiheet.

## Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy

Sivu 1/4

## Työmenekkiluettelo

Laatinut Miro Tanninen

As Oy Joensuun Kodit Kiulutie, Joensuu

Kohteen laajuus, brm2	Talo A	431 brm2
	Talo B	431 brm2
	Talo C	431 brm2
	Talo D	431 brm2
	Huoltorak.	160 brm2
	<b>Yhteensä</b>	<b>1884 brm2</b>

Selite	Yksikkö	Talo A	Talo B	Talo C	Talo D	Huoltor.	Yhteensä	Työryhmä	Menekki T3	Työsaavutus	TV T3	TL3	TV T4	TTH	Tot. tunnit	Tod. menekki	Tod. Työsaavutus	
Maa- ja piirakenteet																		
Maanrakennus															621			
Maankaivu 17 t, hydraulinen kaivuri	m3ktr	100	100	100	100	80	480	1+kone	0,25 tth/m3ktr	32 m3ktr/tv	15,0	1,25	19	150	Alih	175	0,29	27
Kuljetus, kuljetusmatka yhteensä	kuorma	16	16	16	16	8	72	1+auto	0,5 tth/kuorma	16 kuorma/tv	4,5	1,25	6	45	Alih	48	0,53	15
Salaojitus	m	65	65	65	65	60	320	1+1	0,2 tth/m	80 m/tv	4,0	1,25	5	80		105	0,26	61
Perusmuurin puhdistus ja perus	m2	45	45	45	45	40	220	1+1	0,3 tth/m2	53 m2/tv	4,1	1,25	5	83		110	0,40	40
Ulkopuolisten lämmöneristeiden asennus	m2	86	86	86	86	80	424	1+1	0,1 tth/m2	160 m2/tv	2,7	1,25	3	53		70	0,13	121
Kaivon asennus	kpl	8	8	8	8	8	40	1+1	1 kpl/tth	16 kpl/tv	2,5	1,25	3	50		70	1,40	11
Perusmuurin vierustäyttö ja tiivistys	m3rtr	100	100	100	100	80	480	1+kone	0,06 kone-h/m3rtr	138 m3rtr/tv	3,5	1,25	4	35	Alih	40	0,07	120
Kanaalien alustäyttö ja tiivistys	m3rtr	25	25	25	25	20	120	1+kone	0,04 kone-h/m3rtr	200 m3rtr/tv	0,6	1,25	1	6	Alih	10	0,07	120
Täyttö rakennusalueella	m3rtr	100	100	100	100	80	480	1+kone	0,05 kone-h/m3rtr	160 m3rtr/tv	3,0	1,25	4	30	Alih	36	0,06	133
Liikennealueiden rakennekerroksen täyttö	m3rtr	50	50	50	50	40	240	1+kone	0,05 kone-h/m3rtr	160 m3rtr/tv	1,5	1,25	2	15	Alih	20	0,07	120
Tiivistys tärylevyllä, 3...4 ajokertaa	m2	250	250	250	250	200	1200	1+0	0,05 tth/m2	160 m2/tv	7,5	1,25	9	75		90	0,06	133
Rakennusalueen rakenteet															636			
Asfaltointi, levitys koneella	m2	300	300	300	300	150	1350	3+2	0,04 tthm2	1000 m2/tv	1	1,25	2	68	Alih	60	0,04	1688
Pihalaatoitus	m2	40	40	40	40	18	178	1+1	0,8 tth/m2	20 m2/tv	8,9	1,25	11	178		150	0,67	24
Viherrakennetyö, nurmetus	m2	250	250	250	250	100	1100	1+1	0,15 tth/m2	107 m2/tv	10,3	1,25	13	206		120	0,09	183
Viherrakennetyö, pensaat	kpl	12	12	12	12	7	55	1+1	0,8 tth/kpl	20 kpl/tv	2,8	1,25	3	55		30	0,44	37
Viherrakennetyö, puut	kpl	1	1	1	1	0	4	1+1	2 tth/kpl	8 kpl/tv	0,5	1,25	0,6	10		30	6,00	3
Reunalaudat	jm	20	20	20	20	0	80	1+1	0,5 tth/jm	32 jm/tv	2,5	1,25	3	50		39	0,39	41
Mullan levitys koneella	m2	250	250	250	250	100	1100	1+kone	0,05 tth/m2	160 m2/tv	6,875	1,25	9	69	Alih	40	0,03	275
															774			

Kuva 8. Ote As Oy Joensuun Kodit Kiulutien työmenekkitiedostosta.

## 5.2 As Oy Joensuun Kodit Kiulutien yleisaikataulu

As Oy Joensuun Kodit Kiulutien yleisaikataulu päätettiin toteuttaa jana-aikataulun muodossa (kuva 9), joka oli tutumpi kaikille työmaalla toimiville tahoille. Jana-aikatauluun päädyttiin myös sen vuoksi, että se on helposti luettava ja selkeä. Tällä pyrittiin välttämään aikataulun luettavuudessa tapahtuvat häiriöt. Aikataulu hyväksyttiin sähkö- ja LVI-puolen työnjohtajilla ja kohteella työskentelevillä LVIS-alojen pääasentajilla sekä kohteen valvojana toimineella tilaajan edustajalla. Kohde alkoi siis kesäkuun alussa 2013, joten sisä- ja ulkopuoliset purkutyöt saatiin käynnistettyä silloin. Työmaan perustaminen oli vaivaton työvaihe, koska kaikki työmaakopit ja varastokontit tuli vain siirtää naapuri-pihasta viimeisen vaiheen parkkipaikka-alueelle. Eli perustamisvaihetta ei tämän vuoksi laitettu näkymään yleisaikatauluun.

Aikataulun tehtäväluettelon laatiminen alkoi minun osalta tutustumalla edellisiin aikatauluihin ja soveltamalla niitä. Päävaiheita suunnittelin aikatauluun yhdeksän, ja ne olivat:

1. Maanrakentaminen
2. Aluerakentaminen
3. Purkutyöt
4. Ulkopuoliset rakennustyöt
5. Pesuhuoneet
6. Kuivat tilat
7. Koekäytöt
8. Tarkastukset ja korjaukset
9. Luovutus

Nämä yhdeksän päävaihetta kuvasivat minun mielestäni työmaan kulkua hyvin. Näihin tuli lisäksi useita täydentäviä työvaiheita. Maanrakentaminen oli luonnollista laittaa heti alkuun, koska se oli ensimmäisten työvaiheiden joukossa. Maanrakentamiseen kuuluivat kaikki alueella suoritettavat kaivinkonetyöt ja eristys- ja putkityöt. Tämän jälkeen seuraavana vuorossa oli toinen ulkopuolella suoritettava, maanrakentamiseen lähelle kuuluva työ, eli aluerakentaminen. Aluerakentamiseen kuuluivat kaikki pihatyöt, eli viherrakennustyöt, kivipäällystetyöt, aluevarustamiset ja asfaltointi. Nämä työvaiheet liittyvät

hyvin toisiinsa ja ne suoritettiin rytmitettyinä samaan aikaan työmaata, eli loppupuolella, kun ulkopuoliset rakennustyöt olivat muuten valmiita.

Seuraavana aikatauluun tuli yksi suuri kokonaisuus, eli purkutyöt. Purkutyö-pääotsikon alle kuuluivat kaikki sisällä ja ulkona tapahtuvat purkutyöt. Purkutyöt olivat myös sellainen kokonaisuus, joka suoritettiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa kaikilta osiltaan valmiiksi. Purkutyöt olivat ratkaisevassa roolissa työmaan käynnistymisen kannalta, koska kaikki seuraavat työt olivat riippuvaisia purkutöiden etenemisestä. Ulkopuoliset ja sisäpuoliset purkutyöt käynnistyivät heti kolmannen vaiheen alkaessa. Sisäpuolella betoniseinien läpi tulevan uuden tekniikan varausreikien timanttiporaaminen käynnistyi viikon kuluttua sisäpuolisen purkutyön perässä, jolloin varmistettiin työrauha timanttiporaukselle. Asbestipurkutyöt kohteella olivat melko pienet, joten ne päätettiin ottaa viikolle kolme.

Purkutöiden jälkeen suunnittelin aikatauluun ulkopuoliset rakennustyöt, jotka alkoivat työn suuruuden vuoksi heti ulkopuolisten purkutöiden perään samalla viikolla. Ulkopuolella työskenteli käytännössä koko työmaan ajan kaksi RAM+RM työryhmää, eli työryhmään kuuluivat yksi rakennusammattimies ja yksi rakennusmies. Ulkopuolisiin rakennustöihin kuuluivat lisälämmöneristeen asentaminen ja ulkoseinien lautakoolaukset. Tähän työvaiheeseen laskin työmenekkiluetteloon myös tarvittavien telineiden pystyttämisen ja purkamisen. Talojen päädyt ja suurimmat väliköt talon pitkillä sivuilla tehtiin kokonaisuudessaan telineiltä nostimien vuokran minimoimiseksi, koska yrityksellä oli omaa telinekalustoa melko paljon. Paneelaukset ja vuorilautojen asentaminen oli aikataulussa seuraavana. Paneelaukselle varattiin aikataulussa 92 työvuoroa, eli se oli suurin kokonaisuus kohteella. Ulkomaalaukset määrittelin myöskin ulkopuolisiin rakennustöihin, koska ajattelin sen olevan selvän siellä.

Seuraava kokonaisuus aikataulussa oli pesuhuoneiden rakentaminen. Pesuhuoneiden seinien muuraaminen tuli saada alkamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, koska sisäpuolelle tulevan tekniikan asentamisen aloittaminen oli riippuvainen pesuhuoneiden seinien valmistumisesta. Myös pesuhuoneiden muurauksenvaiheessa oli suunniteltu kaksi RAM+RM työryhmää. Pesuhuoneiden valmistumisen jälkeen oli vuorossa laatoitustyöt pesuhuoneissa. Laatoitustöihin oli resurssisuunnittelussa laskettu kaksi yhden rakennusammattimiehen ryhmää, joiden työt rytmitettiin työmaalla sopivaksi. Pesuhuoneiden

muuraustöissä ja laatoitustöissä pidettiin työjärjestyksenä A-D-talot järjestyksessään ja niiden jälkeen huoltorakennus. Huoltorakennukseen tuli uudistetut pesula- ja kuivaustilat, joissa oli pesuhuonetöihin rinnastettavia muuraus- ja laatoitustöitä.

Pesuhuoneiden jälkeen tehtävälueetuloon tulivat kuivat tilat. Nämä ovat siis keittiö, makuuhuone, eteinen ja olohuone. Kuiviin tiloihin käsiteltiin myös porrashuoneet. Aikatauluun oli siis määritelty välitavoitteeksi kalusteasennuksien aloittaminen viikolla 34, joten aloin määritellä sisäpuolisten töiden osalta aikataulua sen mukaan. Pesuhuoneiden seinien muurauksen jälkeen aikatauluun varattiin noin kolmen viikon työaika LVIS-alojen työvaiheiden suorittamiseen. Eli siinä ajassa tuli asentaa vesijohtojen runkoputkitukset eristyksineen, sähkökaapeloinnit pääosin ja ilmanvaihtoputkistot huoneistoihin. Töiden kierto aloitettiin A-talosta, eli heti kun pesuhuoneiden seiniä alkoi valmistumaan, pääsivät LVIS-tekniikoiden tekijät töihin. Alaslaskukattojen teko tuli käynnistyä siis noin kolmen viikon kuluttua siitä hetkestä kun pesuhuoneiden seinien muuraus on aloitettu. Kattotöiden aloittaminen oli tasoitetöitä ajatellen kriittinen työvaihe, koska jos kattoja ei ole tehty vähintään yhteen taloon silloin kun tasoitemiehet tulevat töihin, niin silloin tulisi pahoja päällekkäisyyksiä.

Tasoitetöiden jälkeen alkoivat heti perään sisäpuoliset maalaustyöt, joille varattiin aikataulussa noin kahden viikon etumatka mattotöihin nähden. Sisäpuolisissa maalauksissa oli tärkeää saada maalattua kaikki isoimmat sisäpinnat, eli seinät ja katot, koska ne maalataan ruiskumaalauksella, jota ei voi enää tehdä jos matot ovat lattiassa. Ruiskumaalaukseen päädyttiin kohteen laajuuden vuoksi. Ruiskumaalauksen etuna tällaisessa kohteessa oli se, että kun on pitkät letkut, niin ruisku pystyttiin sijoittamaan alakerran porrashuoneessa yhteen paikkaan ja siitä yltivät letkut kaikkiin kuuteen asuntoon. Ruiskumaalaus oli tällaisessa porrashuoneellisissa kohteissa todella järkevä vaihtoehto telamaalaukselle.

Mattotöiden aloittamisajankohta päätettiin mattotyöt suorittavan aliurakoitsijan kanssa heti viimeisen vaiheen aloituksen yhteydessä kesäkuun alussa. Mattotyöt alkoivat viikolla 32, jolloin matto- ja lattian tasoitustöille varattiin noin kahden viikon työaika ennen ensimmäisen kaluste-erän saapumista. Mattotöihin liittyvät edeltävät työvaiheet, eli vanhojen mattojen purku ja alustan hiontatyöt, suunniteltiin tehtäväksi omana työnä.

Kalusteasennukset suunniteltiin aloitettavaksi viikolla 34 ja siitä luotiin välitavoite kohteen aikatauluun. Kalusteasennusten aloittaminen oli tärkeässä osassa sisäpuolisten töiden valmistumisen kannalta. Kohteen luovutus oli viikolla 44 ja viimeisteleville töille, eli siivouksille ja toimintakokeille, tuli varata riittävästi aikaa. Kalustetyölle aikatauluun varattiin viikko yhtä taloa kohden ja loppu aika kalusteasennusten korjaustöille. Kalusteasennusten kokonaisaika aikataulussa oli näin ollen viisi viikkoa. Kalusteiden toimittaminen aikataulutettiin siten, että edellisen viikon perjantaina saapuisivat työmaalle seuraavalla viikolla alkavan talon kalusteet. Eli viikolla 34 alkavan A-talon kalustekuorma saapuisivat työmaalle viikon 33 perjantaina, jolloin tuli A-talossa olla mattotyöt valmiina ja lattiat suojattuna suojapahvilla.

Viimeistelevien rakennustöiden aloittaminen aikataulutettiin aloitettavaksi viikolla 35, jolloin A-talon kalusteasennukset olivat valmiit ja työt voitiin aloittaa. Viimeisteleviin rakennustöihin kuuluivat väliovien asentamiset, listoitustyöt ja varusteiden asentaminen. Näille töille varattiin aikataulussa kahdeksan viikkoa, eli noin kaksi viikkoa taloa kohden. Viimeistelytyöt olivat aikataulussa suuri kokonaisuus ja niiden valmistuminen suunnitellusti oli koko kohteen valmistumisen kannalta tärkeää.

Loppusiivousten aloittaminen aikataulutettiin alkavaksi viikolla 39 ja sen suorittamiseen varattiin aikataulussa noin viisi viikkoa aikaa. Loppusiivoukselle varattu aika taloa kohden oli noin 6-7 työvuoroa taloa kohden. Tässä ajassa tuli siivota ja puhdistaa kaikki seinä- ja lattiapinnat, kalusteet sekä ikkunat. Loppusiivous toteutettiin aliurakkana siivousalan yrityksen toimesta.

Loppusiivoustöiden jälkeen oli aikataulussa sisäpuolisten töiden osalta jäljellä enää talotekniikan koekäytöt ja säädöt, sekä lopulliset korjaustoimenpiteet ja yrityksen sisäinen tarkastus kohteen asunnoissa, eli ns. itselle luovutus. Itselle luovutuksen tarkoituksena oli kiertää huoneistot työnjohdon toimesta ja tehdä tarvittavat tarkastukset ja kirjata puutteet ja virheet. Tämän virheluettelon pohjalta voitiin sitten ohjata tarvittavat resurssit korjauskierrokselle. Yleisesti korjattavaa löytyi maalauspuolelta, koska pieniä kolhuja ja naarmuja syntyy tällaisessa viimeistelyvaiheessa tahtomattaankin. Kohteella suoritettiin vielä tilaajan edustajan kanssa yhteinen ennakkotarkastuskierros noin kahta viikkoa ennen vi-

rallista luovutustilaisuutta, jolloin työmaa kierrettiin kohta kohdalta läpi ja kirjattiin havaitut puutteet ja virheet. Tällä varmistettiin se, että virheluettelo olisi mahdollisimman lyhyt varsinaisessa luovutustilaisuudessa.

Kohteen luovutus oli siis 31.10.2014 viikolla 44. Silloin tuli olla kaikki sisä- ja ulkopuoliset työt valmiina luovutettavaksi tilaajalle ja käyttäjille. Marraskuun alkuun sai jäädä vain pieniä korjaustoimenpiteitä, muttei mitään isompia, asukkaita häiritseviä työvaiheita. Aikataulussa pysyminen oli tärkeää kohteen valmistumisen kannalta ja suurempiin häiriöihin ei aikataulussa ollut paljoa varaa. Kohde oli aikataulutuksellisesti tiukka ja haastava. Oikealla työsuunnittelulla ja resurssien tehokkaalla käytteisellä aikataulu onnistui hyvin. Aikataulua tuli tarkastella vähintäänkin viikkotasolla ja häiriöihin tuli puuttua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.



### 5.3 Lähtötiedot As Oy Joensuun Kodit Pitkäpellon aikataulusuunnitteluun

Pitkäpellon kohteen aikataulusuunnittelun aloitin syksyllä 2013, heti urakkakilpailun voittamisen jälkeen. Aikataulun tuli olla valmiina aloituskokoukseen, eli viikolla 43 lokakuussa. Aikataulun muodostamisessa käytin apuna Kiulutien kohteen työsuorituksien tuloksia, joita sovelsin Pitkäpellossa. Tehtäväluettelo oli todettu Kiulutielle melko toimivaksi, joten käytin sitä pohjana, tosin siihen tuli muutamia uusia kohtia työmaan erilaisuuden mukaan. Esimerkiksi katto - ja ikkunatyöt tulivat uutena Pitkäpellon aikatauluun, koska näitä työvaiheita ei Kiulutien kohteella ollut. Myöskin sisäpuoliset rakennustyöt tuli aikatauluttaa hieman eri tavalla kohteen eroavaisuuden takia.

Rakennusaika sisäpuolisilla töillä Pitkäpellon kohteella oli lokakuun 2013 puolesta välistä maaliskuun 2014 loppuun, eli kokonaisuus oli viisi ja puoli kuukautta. Tästä luvusta vähennettiin kaksi viikkoa talvilomaa, joten lopullinen rakennusaika oli viisi kuukautta. Aikataulun kireyttä tarkastelin seuraavan rakentamisen normaaliajan selvittävän kaavan 2 avulla:

$$T^N = 2 + (3,8 \times 7012 \text{tth} / 10000) = 4,66 \text{ kk} \quad (2)$$

Rakennushankkeelle oli käytettävissä hieman enemmän aikaa mitä normaalikesto määrittää. Tosin työmaan aloittamis- ja lopettamisajankohta olivat hyvin haastavat. Työmaan aloitus oli loppusyksyllä jolloin säähäiriöt ovat hyvin yleisiä ja kohteella oli paljon ulko-työvaiheita. Näin ollen päätin että rakentamiseen on varattu ihan normaaliaika, koska kaavalla selvitetty aika pyöristyy viiteen kuukauteen.

Resurssitarve Pitkäpellon kohteella ei ollut niin suuri kuin Kiulutielle, johtuen selvästi pienemmästä työmaasta, joten työvaiheet pystyttiin suunnittelemaan hieman löyhemmiksi. Pitkäpellossa käytimme osakohdejaottelussa A-taltoa ja B-taltoa omana kohteenaan, joten sisäpuolisissa töissä ei ollut samaan aikaan niin montaa eri työvaihetta menneillään. Keskimääräisen työntekijöiden resurssitarpeen selvitin kaavan 3 mukaan.

$$TT = \text{Kokonais-tth} / (\text{rakennusaika, kk} * \text{työntekijän työtuntimäärä, h/kk}) \quad (3)$$

$$TT = 5728 \text{tth} / (5 \text{kk} * 162 \text{h/kk}) = 7,1 \text{tt}$$

jossa  $TT =$  Työntekijöiden keskivahvuus työmaalla  
*Kokonais-th*= Rakennusprojektille lasketut työtunnit, omien töiden osuus

Työmaan resurssitarve oli laskennallisesti seitsemän työntekijää omien töiden osalta. Resurssitarpeen perusteella Pitkäpellon projekti oli siis noin puolet Kiulutien projektin koosta.

Pitkäpellon kohteessa purkutöiden suunnittelu oli hieman haastavaa, koska kohteella tuli purkaa kaikki sisäpuoliset levytykset ja ei ollut aivan täyttä varmuutta levyjen asennusjärjestyksestä. Asennusjärjestyksellä tarkoitan sitä, että jos ulkoseinät ovat levytetty ennen väliseinien asentamista, niin niiden purkaminen muodostuu paljonkin hankalammaksi. Näin ollen varasin Pitkäpellon aikataulusuunnitelmaan purkutöille enemmän peli- ja häiriövaraa kuin Kiulutien kohteella.

Pääpiirteittäin suoritin aikataulun lähtötietojen selvittämisen samalla tavalla, kuin Kiulutien kohteella. Olin todennut Kiulutien projektin aikataulusuunnittelun toimivaksi kokonaisuudeksi, jota sovelsin Pitkäpellon aikataulusuunnitelman lähtötietojen selvittämisessä.

#### **5.4 As Oy Joensuun Kodit Pitkäpellon yleisaikataulu**

As Oy Joensuun Kodit Pitkäpellon yleisaikataulun (kuva 10) suunnittelussa käytin apuna ja pohjana Kiulutien aikataulua. Runko aikataulussa oli pääosin sama, mutta kohteen luonteen vuoksi jouduin lisäämään kolme päätyövaihetta aikatauluun. Eli päättehtävien osalta aikataulu oli seuraava:

1. Työmaan perustaminen
2. Maanrakentaminen
3. Alierakentaminen
4. Purkutyöt
5. Ulkopuoliset rakennustyöt, vaihe 1
6. Ulkopuoliset rakennustyöt, vaihe 2
7. Pesuhuoneet

8. Kuivat tilat
9. Koekäytöt
10. Tarkastukset ja korjaukset
11. Sisäpuolisten töiden luovutus
12. Ulkopuolisten töiden luovutus

Tähän päätehtävien rakenteeseen päädyin sen vuoksi, koska kohteella oli kaksi luovutusajankohtaa, eli sisäpuolisten töiden luovuttaminen ja ulkopuolisten töiden luovuttaminen erikseen. Tämä johtui suoraan kohteen aloitus- ja lopetusajankohdasta, eli kohde aloitettiin myöhään syksyllä ja luovutetaan loppupalvesta/alkukeväästä. Tästä johtuen ulkopuolisia töitä ei ollut mahdollista saada luovutuskuntoon samaan aikaan sisäpuolisten töiden kanssa. Sisäpuolten valmistuttua aloitettiin suunnittelemaan ulkoterrassien ja väliaitojen tekoa, ja kevään etenemisen mukaan pihatöitä ja ulkomaalauksia. Kohteen luovutusajankohta on haastava, koska työvaiheiden tekeminen hankaloituu silloin, kun asukkaat olivat muuttaneet huoneistoihin.

Maanrakentaminen oli hyvin vastaavanlainen työkokonaisuus, kuin Kiulutiellä, joten tämän vaiheen aikatauluttamiseen käytin suoraan Kiulutien työmenekkitietoja ja suhteutin ne tiedot Pitkäpeltoon sopiviksi. Aikaisin tuleva talvi olisi todella suuri häiriö maanrakennusvaiheelle, koska tavoitteena olisi saada ennen lumia ja pakkasia asennettua kaikki kohteelle tulevat putket, eli salaoja- ja sadevesiputkistot, sekä kaukolämmön aluelämpöputkistot. Näillä tarkoitan putkia, jotka kulkevat huoltorakennuksessa sijaitsevalta lämmönjakohuoneelta taloihin A ja B. Näissä putkissa siirtyy lämmin vesi niin patteriverkostoon, kuin käyttövesipuoleenkin. Maanrakennustyöt käynnistettiin viikolla 46 ja näihin töihin varattiin viisi viikkoa. Tämä aikataulu sovittiin maanrakennustyöt suorittavan alirakentajan kanssa.

Aluerakentaminen Pitkäpellon kohteessa ei olisi kovinkaan suuri ja sen aikataulutaminen on enemmänkin suuntaa antavana aikataulussa. Tämä työvaihe jäi kokonaisuudessaan suoritettavaksi huhti-toukokuulle 2014 ja nämä työt aloitettaisiin ihan sen mukaan kun kevät etenee. Aikainen kevään tuleminen aikaistaisi näitä työvaiheita, ja silloin kohde voitaisiin luovuttaa jopa ennakoitua aikaisemmin, mutta aikataulusuunnittelussa olin enemmänkin realistinen kuin optimisti.

Seuraavana aikataulussa olivat Pitkäpellonkin kohteessa purkutööt. Purkutöihin erottelin sisäpuolella tapahtuvat purkutööt, ulkopuolella tapahtuvat purkutööt sekä reikien poraamisen. Purkutöiden suunnittelussa käytin tässä kohteessa samaa työryhmää, eli purkutöiden suorittamisesta vastasi kahden rakennusmiehen muodostama työryhmä. Tämä resursiajattelu onnistui tässä kohteessa, koska aikataulullisesti tämä kohde ei ollut niin tiukka kuin Kiulutien kohde. Sijoitin reikien porauksen viikolle 47, jolloin sisäpuoliset purkutööt olivat loppumassa ja reikien poraus mahdollista koko kohteelle kerrallaan.

Ulkopuoliset rakennustyöt jaottelin Pitkäpellon kohteessa kahteen eri vaiheeseen. Tähän ratkaisuun päädyin ihan aikataulun luettavuuden vuoksi, koska jos kaikki ulkopuolella tapahtuvat rakennustyöt olisivat olleet samassa kokonaisuudessa, niin pääjana olisi ollut seitsemän kuukauden pituinen, eikä se olisi enää kuvannut työvaihetta oikein. Halusin aikataulusta selkeän ja näin onnistuin omasta mielestäni siinä melko hyvin. Ulkopuolella tapahtuneeseen ensimmäiseen rakennusvaiheeseen sisällytin ne työvaiheet, jotka saataisiin talven aikana tehdyksi, eli kattotyöt, pois lukien pintahuovan asentaminen katolle, ulkoseinien lisälämmöneristystyöt, ulkopuoliset paneelaustyöt viimeistelyineen sekä betoniportaat ulko-oville. Toiseen vaiheeseen sisällytin terassien ja väliaitojen teon, ulkopuolella tapahtuvat maalaustyöt ja pintahuovan asentamisen. Näitä työvaiheita ei hyvän rakennustavan mukaan voitaisi suorittaa talven aikana ja nämä työvaiheet suoritettaisiin tämän opinnäytetyön ulkopuolella.

Pesuhuonetyöt oli todettu Kiulutiellä toimivaksi kokonaisuudeksi aikataulun tehtäväluetelossa. Nämä työtahan voisi jaotella esimerkiksi sisäpuolisiin rakennustöihin, mutta minun mielestäni pesuhuoneet oli selkeämpää käsitellä omana kokonaisuutenaan. Pesuhuoneet käsittivät kuitenkin niin monta eri työvaihetta ja nämä työvaiheet ovat monesti määrääviä LVISA-urakoiden aikataulun laadinnassa ja työnsuunnittelussa. Pesuhuoneiden valmistumisessa tuli Pitkäpellon aikataulusuunnittelussa huomioida lattian kuivumisaika. Tässä kohteessa lattiat tulivat purettaviksi ja uudelleen eristettäväksi ja valettaviksi. Laskennallisesti lattian kuivumiselle tulisi varata noin viikko/lattiabetoni-cm. Pitkäpellon kohteessa lattian uusi valupaksuus oli noin 80 mm, eli silloin lattian kuivuminen kestäisi noin kahdeksan viikkoa. Näin ollen lattiatyöt pyrittiin käynnistämään mahdollisimman aikaisin ja lattioiden laatoitustyö suunniteltiin aloitettavaksi noin 10 viikon kuluttua lattioiden valusta. Tällä aikataulusuunnittelulla varmistettiin lattian kuivuminen. Pesuhuoneissa tapahtuvat laatoitustyöt rytmitettiin alkaviksi viikolla 3 ja päättyviksi viikon 11

aikana. Pesuhuoneiden laatoitustöissä työryhmänä oli yksi laatoittaja ja yksi apumies taasoite- ja saumaustöissä.

Seuraava kokonaisuus tehtäväluettelossa oli kuivat tilat. Tämä kokonaisuus piti sisällään kaikki sisäpuolella tapahtuvat rakennus- ja pinnoitetyöt. Kohteen alakatto- ja levytystöille varattiin aikataulussa noin yhdeksän viikkoa aikaa työvaiheen suuruuden vuoksi. Kohteen kaikki sisäpuoliset lastulevytykset purettiin ja tilalle asennettiin kipsilevytykset sekä kattoihin että seiniin. Koska kalusteasennusten aloitus oli asetettu tässäkin kohteessa välitaivoitteena alkavaksi viikolla 7, pystyin suunnittelemaan sisäpuolisten töiden aikataulua kalusteasennuksista taaksepäin. Eli sisäpuoliset tasoitetyöt tuli aloittaa viikolla 3. Tälle työlle varattiin aikataulussa kolme viikkoa, eli puolitoista viikkoa taloa kohden. Maalaustyöt tuli aloittaa viikolla neljä. Maalaustyölle varattiin noin kahden viikon etumatka viikolla 6 alkaviin mattotöihin nähden. Näin saatiin työmaalle sopiva rytmitys suunniteltua ennen kalustetyön aloittamista.

Kalustetyön alkaminen ajallaan oli aikataulun kannalta kriittinen vaihe, koska jos kalustetyöt alkaisivat aikataulusta myöhässä, loppuvaiheen jokainen työvaihe tulisi aikatauluttaa ja suunnitella uudelleen. Viimeistelytyöille, eli välioville, listoitukselle ja varusteasennuksille, varattiin aikataulussa noin neljä viikkoa aikaa. Ulko-ovien asentaminen päätettiin jättää mahdollisimman loppuvaiheeseen sisävalmistusvaihetta, koska halusimme varmistaa ovien säilymisen ehjänä ja välttää uusien ovien korjauskierroksen. Aikaisemmilta työmailta oli opittu, ettei ulko-ovia kannata asentaa ennen kuin sisäpuolella on tehty kaikki kiintokalusteasennukset ja LVISA-kalustamiset, jolloin sisälle ja ulos joudutaan kulkemaan jatkuvasti. Viimeistelyvaiheen jälkeen vuorossa oli loppusiivoukset, joille aikataulussa varattiin neljä viikkoa. Pitkäpellon kohteessa loppusiivous suoritettiin omalla henkilökunnalla.

Korjauksille ja säädöille varattiin noin kolme viikkoa aikaa ennen sisäpuolista luovutusta, joka oli 28. maaliskuuta 2014. Yrityksen sisäinen tarkastuskierros suoritettiin kaksi viikkoa ennen luovutustilaisuutta, jolloin kierrettiin huoneistot ja tehdään oma puute- ja korjauslista. Normaalin käytännön mukaan myös tilaajan edustaja teki oman ennakkotarkastuksen noin viikkoa ennen sisäpuolista luovutusta.



## 6 Tulokset

Päällimmäisenä ja tärkeimpänä tuloksena tässä työssä pidän sitä, että sain toteutettua esimerkkikohteisiin toimivat aikataulut ja sain olla mukana seuraamassa ja toteuttamassa työnsuunnittelua ja valvomassa aikataulun pitävyyttä ja toimivuutta. Pystyin tehokkaasti hyödyntämään Kiulutielle suunniteltua aikataulua Pitkäpellon aikataulusuunnittelussa. Kiulutielle havaitut virheet ja puutteet aikataulussa pystyttiin huomioimaan Pitkäpellon aikataulusuunnittelussa. Tehtäväsuunnittelussa pystyin nojaamaan Kiulutien työnkulkuun, jolloin sain Pitkäpeltoon onnistuneen rytmityksen eri työvaiheille.

Molempien esimerkkikohteiden luovutukset saatiin aikataulullisesti onnistumaan melko hyvin. Kiulutien kohteella sisäpuoliset työt valmistuivat suunnitelmien mukaisesti noin neljä viikkoa ennen sisäpuolista luovutusta, jolloin saimme kaiken työvoiman siirrettyä ulkopuolelle. Myös Pitkäpellon kohteella saimme kaikki sisäpuoliset työt päätökseen hyvissä ajoin ennen luovutusta. Pitkäpellon ulkopuolinen luovutus tapahtuu tämän opinnäytetyön valmistumisen jälkeen, joten siitä ei analyysia tähän työhön saada.

Osana aikataulun suunnitteluprosessia sain myös tehtäväkseni suunnitella toteutuneille työtunneille seurantataulukon (liite 2). Seurantataulukkoon tein tehtävistä luettelon, joka ei vastaisi aivan työmenekkitiedoston (kuva 8, s. 28) tarkkuutta. Mielestäni ei olisi hyödyllistä kerätä seuranta samalla tarkkuustasolla kuin itse työmenekkitiedostoa, koska se menisi vaikeaksi ja epäselväksi toteuttaa, vaan jaoin eri töitä ja työvaiheita pieniksi kokonaisuuksiksi. Esimerkiksi työkokonaisuus LISTA piti sisällään kaikki sisäpuoliset listoitustyöt sekä väliovien asentamiset. Tärkeintä tällaisen taulukon kokoamisessa ja ylläpidossa on mielestäni se, että se palvelee yrityksen tarpeita. Jokaisella yrityksellä on luultavasti omat toimintatapansa näiden työmenekkitietojen hallintaan, eikä ole olemassa yhtä ja oikeaa tapaa.

Työmenekkien seurantatiedoista tein yhteenvedotaulukon Talo 80 -rakennusosanimikkeistön mukaan ja selvitin kohteiden työntekijätunnit bruttoneliometriä kohden, eli tth/brm<sup>2</sup>. Nämä tunnit ovat siis pelkästään rakentamiseen käytettyjä tunteja, eli LVISA-töiden osalta en työtunteja seurannut. Tämän yhteenvedon tarkoituksena oli selvittää sitä, kuinka paljon vastaavanlaisiin kohteisiin tulisi varata työtunteja rakennustöiden

osalta. Nämä ovat tietenkin suuntaa antavia työmenekkitietoja, koska näihin lukuihin on laskettu mukaan myös rakennustöissä mukana olleiden aliurakoitsijoiden suorittamat työtunnit. Eli tämä tth/brm<sup>2</sup>-luku toimisi silloin, jos kaikki työt suoritettaisiin omana työnä.

As Oy Joensuun Kodit Kiulutien suunniteltu tavoitetuntimäärä (taulukko 1) oli 6,82 tth/brm<sup>2</sup> ja toteutunut tuntimäärä oli 6,69 tth/brm<sup>2</sup>. Ero näiden lukujen välillä oli alle 2 %, eli voidaan todeta työmenekkien laskenta melko onnistuneeksi. Erot Talo 80 -rakennusosanimikkeistön tehtäväkokonaisuuksien mukaisten suunniteltujen ja toteutuneiden työtuntimäärien välillä olivat yleisesti ottaen melko pieniä, noin 1-2 prosenttiyksikön luokkaa, joten suuria eroja ei syntynyt. Suurin eroavaisuus löytyi runko- ja vesikattorakenteissa, joissa eroa syntyi 3,6 %. Tähän vaikutti suurimmaksi osaksi se, että ulkoverhoustyöt suoritettiin kohteella urakkapohjaisena työkunnan kesken. Kohteen tavoitetuntimäärä siis alittui, joten kohde onnistui tavoitteisiin nähden hyvin.

<b>Kohteen tiedot</b>						
Työmaan nimi		As Oy Joensuun Kodit Kiulutie, Joensuu				
Bruttoala brm <sup>2</sup>		1812				
Selite	Suunniteltu tavoitetuntimäärä			Toteutunut tuntimäärä		
	tth	tth/brm <sup>2</sup>	Osuus-%	tth	tth/brm <sup>2</sup>	Osuus-%
Maa- ja pohjarakentaminen	1438	0,79	11,6	1424	0,79	11,8
Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet	156	0,09	1,3	173	0,10	1,4
Runko- ja vesikattorakenteet	3417	1,89	27,6	2909	1,61	24,0
Täydentävät rakenteet	1520	0,84	12,3	1745	0,96	14,4
Pintarakenteet	2821	1,56	22,8	2948	1,63	24,3
Kalusteet, varusteet ja laitteet	490	0,27	4,0	539	0,30	4,4
Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset	2520	1,39	20,4	2378	1,31	19,6
<b>Yhteensä</b>	<b>12362</b>	<b>6,82</b>	<b>100,0</b>	<b>12116</b>	<b>6,69</b>	<b>100,0</b>

Taulukko 1. As Oy Joensuun Kodit Kiulutien työmenekkien yhteenveto Talo 80 -rakennusosanimikkeistön mukaan.

As Oy Joensuun Kodit Pitkähellon suunniteltu tavoitetuntimäärä (taulukko 2) oli 9,82 tth/brm<sup>2</sup>. Tämä luku on melko suuren oloinen verrattuna Kiulutien vastaavaan lukuun 6,82 tth/brm<sup>2</sup>, mutta analysoin tuloksen seuraavasti: Pitkähellossa kattotyöt olivat huomattavasti suuremmat kuin Kiulutielä. Sisäpuolella suoritettavat levytystyöt Pitkähellossa nostavat myös tth/brm<sup>2</sup>-lukua, koska se vaikuttaa niin moneen eri työvaiheeseen, eli purku-, levytys- ja tasoitetöihin. Myös ikkunoiden ja ovien vaihtotyöt nostivat Pitkähellon tuntimäärää bruttoneliometriä kohden. Pesuhuoneiden lattioille tehtävät työt olivat myöskin Pitkähellossa suuremmat verrattuna Kiulutiehen. Nämä eri työvaiheet nostivat kokonaistuntimäärää koko kohteella noin 1760 tth, eli nämä työvaiheet nostavat tavoitetuntimäärää noin 2,5 tth/brm<sup>2</sup>. Erotukseksi jäävä noin 0,5 tth/brm<sup>2</sup> Pitkähellon ja Kiulutien tavoitetuntimäärien välillä johtuu monien eri työvaiheiden pienistä eroavaisuuksista.

<b>Kohteen tiedot</b>							
Työmaan nimi		As Oy Joensuun Kodit Pitkähellto, Heinävaara					
Bruttoala brm <sup>2</sup>		<b>714</b>					
Selite	Suunniteltu tavoitetuntimäärä			Toteutunut tuntimäärä			
	tth	tth/brm <sup>2</sup>	Osuus-%	tth	tth/brm <sup>2</sup>	Osuus-%	
<b>Maa- ja pohjarakentaminen</b>	<b>844</b>	1,18	12,0	<b>658</b>	0,92	10,8	
<b>Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet</b>	<b>109</b>	0,15	1,6	<b>110</b>	0,15	1,8	
<b>Runko- ja vesikattorakenteet</b>	<b>1932</b>	2,71	27,6	<b>1464</b>	2,05	24,1	
<b>Täydentävät rakenteet</b>	<b>767</b>	1,07	10,9	<b>709</b>	0,99	11,7	
<b>Pintarakenteet</b>	<b>1863</b>	2,61	26,6	<b>1673</b>	2,34	27,5	
<b>Kalusteet, varusteet ja laitteet</b>	<b>301</b>	0,42	4,3	<b>283</b>	0,40	4,7	
<b>Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset</b>	<b>1196</b>	1,68	17,1	<b>1188</b>	1,66	19,5	
<b>Yhteensä</b>	<b>7012</b>	<b>9,82</b>	<b>100,0</b>	<b>6085</b>	<b>8,52</b>	<b>100,0</b>	

Taulukko 2. As Oy Joensuun Kodit Pitkähellon työmenekien yhteenveto Talo 80 -rakennusosanimikkeistön mukaan. Punaisella merkityt alueet tulevat vielä muuttumaan.

Tuloksien yhteenvedona totesin Pitkäpellon melko suuren työtuntimäärä bruttoneliometriä kohden. Verrattuna Asuinrakennushankkeen kokonaistyömenekki-tiedostoon, josta selviää esimerkiksi uuden rivitalon kokonaistyömenekki, joka on 12,1 tth/brm<sup>2</sup> (Kivimäki & Koskenvesa, 2008, 1). Meidän peruskorjattavan kohteen kokonaistyömenekki oli siis 9,82 tth/brm<sup>2</sup> Pitkäpellossa. Lukuja analysoitaessa on huomioitava, että luku 12,1 tth/brm<sup>2</sup> pitää sisällään LVISA-töiden osuudet, jotka ovat rivitalorakentamisessa 0,9 tth/brm<sup>2</sup> (Kivimäki & Koskenvesa, 2008, 7), joten rakentamiseen käytettävä aika uudisrivitalorakentamisessa olisi siis 11,2 tth/brm<sup>2</sup>. Eroa rivitalon uudis- ja korjausrakentamisen väliin jäi vain 1,4 tth/brm<sup>2</sup>. Luku ei ollut mielestäni enää suuri ja mietinkin, että kuinka huonossa kunnossa olevia rivitaloja kannattaa enää korjata, jos melkein samoihin työmääriin rakennettaisiin uutta.

Vastaava kokonaistyömenekkien ero pienkerrostaloissa, jollaisiksi Kiulutien kohteen talot luetaan, olisi uudistuotannossa 11,9 tth/brm<sup>2</sup>. Tästä luvusta vähennetään LVISA-töiden osuus 1,1 tth/brm<sup>2</sup> (Kivimäki & Koskenvesa, 2008, 7), jolloin jäljelle jää 10,8 tth/brm<sup>2</sup> rakennusteknisille töille. Kun vertasin tätä lukua Kiulutien peruskorjauskohteessa tulleeseen kokonaistyömenekkiin 6,82 tth/brm<sup>2</sup> rakennustöiden osalta, saadaan eroa aika tarkalleen neljä työntekijätuntia bruttoneliometriä kohden. Tässä tapauksessa ymmärsin peruskorjaamisen hyödyllisyyden, mutta Pitkäpellon kohteessa olisin miettinyt asiaa uudelleen.

Pitkäpellon kohteesta en siis saanut kaikkia toteutuneita työtuntimääriä tähän tutkimukseen, koska työmaan ulkopuoliset työt olivat tätä kirjoittaessa vielä kesken. Laskelmieni mukaan kohde tulisi valmistumaan suunnittelemini tuntien puitteissa, eli kohde näyttäisi onnistuvan. Olisi ollut mielenkiintoista saada lopulliset toteutuneet tunnit tähän työhön, mutta ajallisesti se ei olisi onnistunut, koska silloin tämän opinnäytetyön valmistuminen olisi mennyt liian myöhäiseksi.

## 7 Pohdinta

Aikataulun suunnittelua ei yritykselle ole aiemmin tehty vastaavanlaisena prosessina, vaan aikataulut ovat ennemminkin olleet suuntaa-antavina, ns. pakollisina taulukkoina työmaalla. Tälläkin tavalla työmaat saataisiin luultavasti sujumaan ja onnistumaan, mutta väittäisin että työn suunnittelu on helpompaa visuaalisesti ja teknillisesti toimivan aikataulun avulla. PlaNet-ohjelmistolla suunniteltu aikataulu on jo luettavuudeltaankin niin selkeä ja helposti ymmärrettävä, että jo siihen ohjelmistoon siirtyminen oli hyvä askel eteenpäin yrityksen aikataulusuunnittelussa. Aikataulun selkeytyminen helpottaa jokaista työmaalla toimivaa työntekijää ymmärtämään aikataulun kulkua paremmin.

Kiulutien aikataulu oli ensimmäinen minkä olen koskaan suunnitellut työelämässä, joten tämä oli omalta osaltani ensikosketus oikeaan aikataulun suunnitteluprosessiin. Oli myös opinnäytetyön kuin myös oikeankin työelämän kannalta hyvä asia, että sain käyttää kahta työmaata tässä työssäni. Tällä tavalla saatiin työhön hyvää vertailua kahden kohteen välillä ja Kiulutien aikataulusuunnittelussa havaitut virheet ja puutteet saatiin Pitkäpellon aikataulusta poistettua melko onnistuneesti.

Teoriaosuudessa tutustuin aikataulusuunnitteluun hieman syvemmin ja perusteellisemmin. Sitä kautta löysin ja opin monia hyödyllisiä asioita ja tekniikoita, jotka liittyvät aikataulusuunnitteluun. Erityisesti lähtötietojen keräämiseen löysin monta uutta asiaa, joita en olisi osannut hyödyntää ja käyttää ilman kirjallisuuteen perehtymistä. Esimerkiksi rakentamiseen käytettävän normaaliajan laskentaa en olisi osannut suorittaa aikaisemmilla tiedoillani. Toisaalta sekin tieto on aika helposti saatavilla Aikataulukirja 2013:sta, mutta ilman tätä työtä tuskin olisin kyseistä kirjaa avannutkaan. Uskon, että saatu aikatauluoppi auttaa minua jatkossa kehittymään aikataulusuunnittelussa ja pystyn näin ollen suunnittelemaan jatkossakin hyviä ja onnistuneita aikatauluja yritykselle.

Opinnäytetyö opetti minulle paljon uutta ja sain hyvää kertausta jo opitusta. Opinnäytetyö oli melko haastava ja työläs, mutta uskon tästä olevan hyötyä itselleni ja Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy:lle, jonka palveluksissa jatkan työuraani eteenpäin. Työn haastavuutta korosti se, ettei yritykselle ollut kukaan tehnyt aiemmin ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä, joten oli haastavaa keksiä ja kehittää hyvä aihe. Onnistuimme lopulta löytämään

hyvän ja hyödyllisen aiheen, josta saimme hyviä tuloksia ja tulevaisuutta ajatellen hyviä pohjatietoja.

Työmenekkien seurantataulukosta (liite 2) tuli ihan toimiva, mutta olen sitä mieltä, että tällaisesta ohjelmasta olisi hyötyä rakennusteollisuudessa. Jokaisella yrityksellä on varmaankin omat tavat työmenekkien seurantaan ja näiden kautta myös omat tavat kustannushallinnan seurantaan, mutta on varmasti monia yrityksiä, joilla tällainen seuranta on ns. lapsen kengissä. Ehdottaisinkin tällaisen työmenekkitietojen seurantaohjelmiston kehittämistä esimerkiksi Karelia-ammattikorkeakoulun tietotekniikkaosastolle. Ohjelman tulisi olla helposti ymmärrettävä ja helppo käyttää, eli sopivan yksinkertainen. Ohjelman avulla olisi helppo seurata toteutuneita työtunteja ja näin analysoida, missä onnistuttiin ja missä ei. Laitoin työmenekkien seurantataulukkoon näkyville suunnitellut työtunnit ja sen mukaan korostin toteutuneet työtunnit, joko vihreällä onnistumisen mukaan tai punaisella, jos työssä on mennyt suunniteltua kauemmin aikaa.

Tutkimusta korjausrakentamisen kokonaistyömenekkeistä en löytänyt mistään ja uskoisin tällaiselle laajemmalle tutkimukselle olevan käyttöä rakennusteollisuudessa. Uudisrakentamiseen on olemassa ainakin Asuinrakennushankkeen kokonaistyömenekki-tiedosto (Kivimäki & Koskenvesa, 2008), joka on hyvä apuväline työmäärien arvioinnissa uudisrakentamiseen. Olisin uskonut, että korjausrakentamiseen löytyisi vastaavanlaista tietoa, mutta näyttää siltä, ettei sellaista ole vielä tuotettu. Kuten tämäkin työ osoitti, niin eroja korjausrakentamisen välillä syntyi hyvin nopeasti, vaikka alkuun vaikuttikin, että työmaat olivat hyvinkin samankaltaisia.

Opin tämän työn myötä myös sen, että aikataulun muodostaminen on hyvin työmaakohtaista, mutta Kiulutien kohteelta opittua tietopohjaa pystyttiin hyvin hyödyntämään Pitkäpellon kohteessa. Esimerkiksi aikataulun runko todettiin hyväksi Kiulutielällä, joten päädyin käyttämään samaa runkoa myös Pitkäpellon aikataulusuunnittelussa. Työ oli kaiken kaikkiaan melko laaja, kahden työmaan aikataulusuunnittelu ja sen valvominen, ja tämä työ onkin selvästi suurin askel minun koulu-urallani. En koe, että työ olisi mennyt hukkaan, vaan päinvastoin, tällaista minun työni tulee alalla olemaan.

## Lähteet

- Heikkilä, S. 2000. Rakennustyön lisääjat. Rakennustieto Oy. <https://www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/bin/get/id/5guoZSZP2%3A%2447%24R1190%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RTU8093/R1190.pdf>. 20.2.2014.
- Joensuun Kodit Oy. 2014. <http://www.joensuunkodit.fi/>. 20.2.2014.
- Junnonen, J-M. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Tampere. Tammerprint Oy.
- Kankainen, J. & Sandvik, T. 1999. Rakennushankkeen ohjaus. Tampere. Tammer-Paino Oy
- Kivimäki, C. & Koskenvesa, A. 2008. Asuinrakennushankkeen kokonaistyömenekki. Rakennustieto Oy.
- Klemetti, E. 2010. Rakentajain kalenteri 2010. Rakennustieto Oy. [https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A\\$47\\$RK100203\\$46\\$pdf/RK100203.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A$47$RK100203$46$pdf/RK100203.pdf). 31.3.2014
- Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011. Tampere. Tammerprint Oy.
- Lindberg, R., Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2012. Aikataulukirja 2013. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Palomäki, J., Mäki, T. & Koskenvesa, A. 2009. Rakennustöiden menekit 2010. Viro. Kolofon Baltic OU.
- Pelin, R. 2004. Projektihallinnan käsikirja. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Poikonen, J. & Kiiras, J. 1989. Talonrakennuksen ajoituskustannusmalli. Helsinki. Rakentajain Kustannus Oy.
- Sahlstedt, S. 2012. Korjausrakentamisen tuotannosuunnittelu. Rakennustieto Oy.
- Suomen toimitila- ja Rakennuttajaliitto r.y. ja Rakennustietosäätiö 1998. <http://www.spaa.fi/doc/YSE1998ehdot.pdf>. 3.4.2014

**Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy:n referenssilistaus**

2004	Uimaharjun sahan konttori, RU ja LVI
2005	Enon yläaste, peruskorjaus, LVI
2006	Haapalahden lomakodin peruskorjaus ja laajennus, RU ja LVI
2007	Uimaharjun sahan komponenttitehtaan laajennus ja peruskorjaus, RU ja LV
2009	As Oy Koivupuisto, uudisrakennus RU ja LVI
2010	As Oy Ratilantie, peruskorjaus, RU ja LVI
2010	Pampalon kaivoksen sosiaali- ja toimistotilat, uudisrakennus, RU ja LV
2010	As Oy Kalevantie, julkisivuparannus, RU
2011	As Oy Siilinkuja, peruskorjaus, RU ja LVI
2012	Uusi Toimela, Liperi, peruskorjaus ja laajennus, RU ja LVI
2013	As Oy Kiulutie, peruskorjaus ja laajennus, RU
2014	Uimaharjun yläaste, peruskorjaus ja laajennus, LV
2014	As Oy Pitkäpelto, peruskorjaus, RU

Edeltävien kohteiden lisäksi yrityksellä on ollut lukuisia pienempiä kohteita

## Toteutuneiden työtuntien seurantataulukko.

## Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy

Laatinut Miro Tanninen

Toteutuneet tunnit As Oy Joensuun Kodit Kiulutie

## Lokakuu

	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	14.10.	15.10.
	8 SEINÄL	8 VÄLIL	8 VÄLIL	6 LATTIAL	8 VIHHER	12 VIHHER	8 VIHHER	8 MAAK	6 MAAK	8 ULKOV	8 VIHHER
	8 VARU	8 VARU	8 IKKUNA	6 VARU	8 VIHHER	4 VARU	8 VARU	8 IKKUNA	6 IKKUNA	8 VARU	8 VARU
	8 VARU	8 VARU	8 VARU	6 VARU	8 VARU	8 VARU	8 ULKOV	8 ULKOV	6 VARU	8 VARU	8 VARU
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12 LISTA	12 LISTA	12 LISTA	10 LISTA	12 ALAK	12 PANEE	12 PANEE	12 ULKOM	10 ULKOM	-	-
	12 LISTA	12 LISTA	12 LISTA	10 LISTA	12 LISTA	12 PANEE	12 VARU	12 ULKOM	10 ULKOM	-	-
	12 VIHHER	12 VIHHER	12 SIIV	10 VIHHER	12 SIIV	12 VIHHER	12 VIHHER	-	-	-	-
	8 VARU	8 VARU	8 LISTA	8 LISTA	8 LISTA	8 VARU	8 ULKOV	8 ULKOV	6 LISTA	8 LISTA	8 LISTA
	-	-	-	-	-	8 ULKOV	8 ULKOV	8 ULKOV	-	-	-
	8 VIHHER	8 VIHHER	8 VIHHER	6 VIHHER	8 SIIV	8 ULKOV	8 SIIV	8 SIIV	-	-	-
	12 TJ	12 TJ	12 TJ	12 TJ	12 KONE	12 KONE	12 KONE	12 SIIV	12 TJ	12 TJ	12 TJ
	12 TJ	12 TJ	12 SIIV	12 LOPPUS	12 SIIV	12 SIIV	12 SIIV	12 SIIV	12 LOPPUS	12 LOPPUS	12 LOPPUS
	-	-	8 TJ	-	8 TJ	8 TJ	8 TJ	8 TJ	-	8 TJ	8 TJ
	8 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM	6 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM	6 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM
	-	-	8 ULKOV	8 ULKOV	8 ULKOV	-	-	-	-	-	-
	8 IKKUNA	8 IKKUNA	8 ULKOM	6 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM	6 SISÄM	8 SISÄM	8 SISÄM

## Toteutuneiden työtuntien seurantataulukko

## Pohjois-Karjalan Putkirakennus Oy

Toteutuneet tunnit As Oy Joensuun Kodit Kiulutie

Selitykset	TTH tot.	TTH suun	Valmiusaste-%	Tod. näk TTH
<b>Oman työn osuudet</b>				
<b>Purkutyöt</b>				
SISÄP = Sisäpuoliset purkutyöt	506	499	100	506
ULKOP = Ulkopuoliset purkutyöt	277	277	100	277
ROILO = Roilotus, piikkaus, paikkaus	193	170	100	193
TIMA = Timanttiporaus	108	114	100	108
<b>Työmaan johtaminen ja yleiset</b>				
TJ = Työmaan johtaminen/ tavaran hankinta	792	840	100	792
KONE = Koneen kuljetusta eri töissä	500	420	100	500
SIIV = Siivous/raivaus	670	630	100	670
LOPPUS = Loppusiivous, kalusteet	120	120	100	120
<b>Ulkopuoliset rakennustyöt</b>				
LISÄE = Lisälämmöneristys/ koolaus	508	679	100	508
PANEE = Paneelauus, vuorilaudat, räystäät	1066	1502	100	1066
BET = Betoniportaati ja -parvekkeet	172	156	100	172
ULKOV = Ulkovarusteet, sis. kattoturvatuotteet	180	181	100	180
<b>Maa- ja viherrakennetyöt</b>				
MAAK = Maankaivu	444	340	100	444
VIHER = Viherrakenteet, sis laatat	268	249	100	268
<b>Sisäpuoliset rakennustyöt</b>				
ALAK = Alaslasketut katot	424	392	100	424
MUUR = Muuraustyöt	614	423	100	614
LISTA = Listoitustyöt + väliovet	368	419	100	368
VARU = Varusteasennukset	282	250	100	282
VÄLIL = Väliötilan laatoitukset, sis. saumaukset	62	96	100	62
MATTO = Lattiamattotyöt, esityöt	173	84	100	173
<b>Pesuhuoneet</b>				
VESIE = Vedeneristäminen/ pohjustus	242	241	100	242
SEINÄL = Seinien laatoitustyöt, sis. saum/sil	306	349	100	306
LATTIAL = Lattioiden laatoitustyöt + tasoitus, sis. saum/sil	254	229	100	254
<b>Maalaustyöt</b>				
IKKUNA = Ikkunoiden maalaus, sis helat, tiivistys	330	284	100	330
SISÄM = Sisämaalaukset	892	680	100	892
PELTIM = Peltikaton maalaus	143	159	100	143
ULKOM = Ulkomaalaukset	340	309	100	340
<b>Yhteensä</b>	<b>10234</b>	<b>10092</b>		<b>10234</b>