

Niko Aaltonen

# Pientalokohteen rakentamisajan lyhentäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

25.4.2016

Tekijät Otsikko	Niko Aaltonen Pientalokohteen rakentamisajan lyhentäminen
Sivumäärä Aika	64 sivua + 1 liite 25.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Lehtori Juha Virtanen Tuotantopäällikkö Tero Kuusisto
<p>Tässä insinööriyössä tutkittiin pientalokohteiden rakentamisajan pituuteen vaikuttavia tekijöitä ja pyrittiin löytämään realistisesti toteutettavissa olevia menetelmiä ja toimenpiteitä, joilla pientalotyömaiden rakentamisaikoja saataisiin lyhennettyä. Tavoitteena oli myös löytää nykyisestä tuotannosta tekijöitä, jotka vaikuttavat negatiivisesti rakentamisajan pituuteen.</p> <p>Insinööriyö toteutettiin YIT Rakennus Oy:n Asuintalot Uusimaa -yksikön toimeksiantona. Asuintalot Uusimaa -yksikkö toteuttaa asuinrakennuskohteita pääkaupunkiseudulla ja kehyskunnissa. Toiminta keskittyy kerros- ja pientalotuotantoon, joita toteutetaan sekä oma-perusteisena asuntotuotantona että kilpailu- ja neuvottelu-urakkakohteina.</p> <p>Insinööriyön toteutus alkoi kattavalla perehtymisellä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja teoriaan. Työmaatoimihenkilöiltä sekä tuotannosta ja rakennuttamisesta vastaavilta henkilöiltä kerättiin aiheeseen liittyvää tietoa, sekä mielipiteitä ja kokemuksia henkilöhaastatteluin. Lisäksi insinööriyön tekijä käytti hyväkseen omakohtaisia tietoja ja kokemuksia, joita on kerryttänyt yksikössä työskennellessään.</p> <p>Rakennusalalla vallitsevan kovan kilpailun myötä kustannustehokkaan rakentamisen merkitys on korostunut. Yksi kustannussäästöjä tuova tekijä on lyhyempi rakentamisaika. Lyhyempi rakennusaika pienentää työmaateknisiä, aikaan sidonnaisia kustannuksia eli käyttö- ja yhteiskustannuksia.</p> <p>Tutkimus osoitti, että nykyisessä tuotannossa olisi selvästi tehostamisen varaa. Nykyisestä tuotannosta löydettiin useita pieniä, helposti korjattavissa olevia epäkohtia, joita parantamalla saavutettaisiin jo huomattavasti lyhyempi rakentamisaika.</p> <p>Merkittävä, useamman kuukauden lyhennys rakentamisajassa on mahdollista saavuttaa ainoastaan rakenteiden esivalmiusastetta nostamalla.</p>	
Avainsanat	pientalo, pientalotyömaa, rakennusaika, rakentamisaika, aikataulu, tuotanto

Author Title	Niko Aaltonen Shortening the construction time of small-houses
Number of Pages Date	64 pages + 1 appendice 25 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructors	Juha Virtanen, Lecturer Tero Kuusisto, Production manager
<p>This bachelor's thesis studied the factors influencing the construction time of small-houses. The aim was to find realistic methods and procedures which could lead to a shortened construction time. The aim was also to find those factors in the current production that might have a negative impact to the construction time.</p> <p>Bachelor's thesis was commissioned by YIT Construction PLC. The cooperation unit in YIT was Residential building in Uusimaa (region in Finland). This certain unit makes residence buildings in the metropolitan area and in the nearest municipalities. Operation concentrates on apartment and small-house production which are executed both by own housing production as well as competition or negotiation based piecework contract.</p> <p>Bachelor's thesis's execution started by orientating to literature and theory. The empirical data was collected by interviewing personnel in the department of production and construction contracting. Both the employee and foremen level of staff in the site were interviewed. In addition bachelor utilized his own knowledge and experiences gathered in working in the particular unit.</p> <p>The prevailing keen competition in the construction business has increased the importance of cost-effective construction. One significant cost reduction is a shortened construction time. Shortened construction time reduces site practices which are time engaged costs called operation and joint expenses.</p> <p>Findings of this thesis showed that there are ways to intensify the current production. There are several little defects which could be easily corrected. Improving the defects, mentioned upon, could lead to a remarkably shortened construction time.</p> <p>It is possible to reach the significant several months shortening in the construction time only by raising the building element's degree of pre readiness.</p>	
Keywords	small-house, the site of small-house, time of construction, building time, schedule, production

## Sisällys

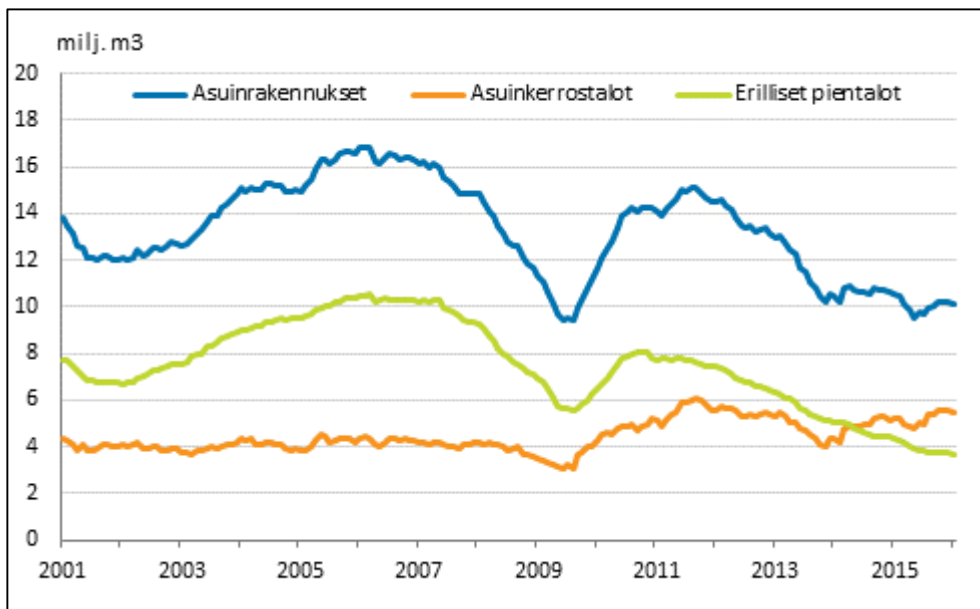
1	Johdanto	1
2	Pientalotyömaat	4
3	Rakennushankkeen ajallisen suunnittelun ja aikataulutuksen tarkoitus	6
4	Rakennushankkeen aikataulut	7
4.1	Hankeaikataulu	7
4.2	Yleisaikataulu	8
4.2.1	Alustava yleisaikataulu	9
4.2.2	Sopimusyleisaikataulu	12
4.2.3	Työaikataulu	13
4.3	Suunnitelma-aikataulu	16
4.4	Hankinta-aikataulu	16
4.5	Talotekniikka-aikataulu	18
4.6	Rakentamisvaiheaikataulu	18
4.7	Viikkoaikataulu	20
5	Aikataulusuunnittelu	22
5.1	Rakentamisajan määrittäminen	23
5.2	Aikataulun kireyden tarkistus	25
5.3	Tehollisen rakentamisajan laskeminen	27
5.4	Kohteen jakaminen lohkoihin	30
5.5	Tuotannon jakaminen aikataulutehtäviin	34
5.6	Tehtävien väliset riippuvuudet	34
5.7	Paikka-aikakaavio -muotoisen aikataulun laadinta	35
6	Rakentamisaikaan vaikuttavat tekijät	37
6.1	Rakentamisaikaa pitkittävät tekijät	38
6.2	Rakentamisajan lyhentämiseen tähtäävät toimenpiteet	39
6.2.1	Tarkempi aikataulusuunnittelu	39
6.2.2	Taloteknisten töiden johtaminen	42
6.2.3	Urakoitsijavalinnat	43
6.2.4	Urakoitsijoiden sitouttaminen aikatauluun	44

6.2.5	Kannustavat maksuperusteet urakkasopimukseen	44
6.2.6	Työvoimaresurssien varmistaminen	48
6.2.7	Tuotantosuunnitelmien laadinta ennen rakentamisen aloitusta	51
6.2.8	Suunnittelun ohjauksen toiminta ja päätökset	52
6.2.9	Tilaelementit	53
7	Yhteenveto	60
	Lähteet	63
	Kuvalähteet	64
	Liitteet	
	Liite 1. Sähköpostihaastattelujen kysymyslomake	

## 1 Johdanto

### Tausta

Viime vuosien aikana vallinnut taloudellinen taantuma on vaikuttanut voimakkaasti uudisasuntojen kysyntään ja tuotantoon. Asuinrakennuskohteiden määrä on romahtanut lähes puoleen viime vuosikymmenen huippulukemista, kun mittarina käytetään myönnettyjen rakennuslupien tilavuussummaa (kuva1). Epävarma taloustilanne on saanut ostajat varovaisiksi. Kun tähän lisätään vielä pelko työpaikan säilymisestä ja niin sanotusta kahden asunnon loukusta, on kaikki eväät asuntojen kysynnän ja tuotannon laskuun olemassa.



Kuva 1. Asuinrakennuksille myönnetty rakennusluvat tilavuuden vuosisummalla mitattuna.

Samalla kun asuntojen kysyntä vähenee, kiristyy myös kilpailu asuntoja rakentavien urakoitsijoiden välillä. Erillispientalojen eli omakotitalojen romahtanut kysyntä johti siihen, että omakotitalojen ja muiden pienempien kohteiden rakentamiseen keskittyneet urakoitsijat olivat pakotettuja tekemään uusia aluevaltauksia. Tämä puolestaan on johtanut siihen tilanteeseen, että ennen pieniä rakennuskohteita toteuttaneet toimijat ovat astuneet

samalle, jo ennestään hyvin kilpaillulle tontille suurten ja keskisuurten rakennusliikkeiden kanssa, kilpailemaan samoista asiakkaista sekä kilpailu-urakkakohteiden tarjouskilpailujen voitoista.

Rakennusalalla vallitsevan kovan kilpailun myötä kustannustehokkaan rakentamisen merkitys korostuu. Kustannussäästöjä on saatava aikaiseksi, jotta kilpailukyky muihin toimijoihin nähden säilyy. Asunnon ostajan näkökulmasta hinta on yleensä merkittävin ratkaiseva tekijä eri asuntovaihtoehtojen välillä. Mikäli asunnon rakentaminen ei ole kustannustehokasta, ei asunnon myyntihintakaan voi olla kilpailukykyinen.

Yksi kustannussäästöjä tuova tekijä on lyhyempi rakentamisaika. Lyhyempi rakentamisaika pienentää työmaateknisiä, aikaan sidonnaisia kustannuksia eli käyttö- ja yhteiskustannuksia. Tällaisia ovat muun muassa palkat, kone- ja kalustovuokrat, työmaatilojen vuokrat sekä työmaan ja rakennusten ylläpitokustannukset. Lyhyempi rakentamisaika on suuri etu myös silloin, kun asuntojen kysyntä on kovaa; pystytään tuoda tarjolle enemmän myytäviä asuntoja lyhyemmässä ajassa. Rakentamisaikaa lyhentävät ratkaisut ja toimenpiteet eivät kuitenkaan saa toteutua laadun kustannuksella. Rakentamisen ja lopputuotteen laatu ei saa heikentyä ja hyvää rakennustapaa on edelleen noudatettava.

Tämä insinööriyö toteutetaan YIT Rakennus Oy:n Asuintalot Uusimaa -yksikön tarpeisiin. YIT Rakennus Oy kuuluu suomalaiseen YIT-konserniin, jonka palveluksessa työskentelee yhteensä noin 6000 henkilöä Suomessa ja ulkomailla. YIT-konserni toimii asunto-, toimitila- ja infrarakentamisen sektoreilla.

Asuintalot Uusimaa -yksikkö toteuttaa asuinrakennuskohteita pääkaupunkiseudulla ja kehyskunnissa. Toiminta keskittyy kerros- ja pientalotuotantoon, joita toteutetaan sekä omaperusteisena asuntotuotantona että kilpailu- ja neuvottelu-urakkakohteina. Tämän insinööriyön tekijä on työskennellyt yksikössä viiden vuoden ajan, ensin harjoittelijana ja viimeiset kaksi vuotta täysipäiväisenä.

### *Tavoitteet*

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on löytää realistisesti toteutettavissa olevia menetelmiä ja toimenpiteitä, joilla pientalotyömaiden rakentamisaikoja saataisiin lyhennettyä. Tavoitteena on myös löytää nykyisestä tuotannosta tekijöitä, jotka vaikuttavat negatiivisesti rakentamisajan pituuteen. Vaikka suuri osa edellä mainittuihin asioihin vaikuttavista tekijöistä tiedostetaan ainakin jollain tasolla entuudestaan, on tämän opinnäytetyön tarkoitus toimia myös eräänlaisena herättelijänä, jotta toimenpiteisiin ryhdyttäisiin.

Tällä hetkellä yksikön pientalotyömaiden rakentamisajat ovat jopa 13–14 kuukauden pituisia. Oikeilla toimenpiteillä tästä olisi otettavissa huomattava siivu pois. Osa kilpailevien rakennusliikkeiden pientalotyömaista toteutetaan merkittävästi lyhyemmässä ajassa.

### *Tutkimusmenetelmät ja toteutus*

Insinööriyön toteutus alkaa kattavalla perehtymisellä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja teoriaan. Työmaatoimihenkilöiltä sekä tuotannosta ja rakennuttamisesta vastaavilta henkilöiltä kerätään aiheeseen liittyvää tietoa, sekä mielipiteitä ja kokemuksia henkilöhaastatteluin. Lisäksi insinööriyön tekijä käyttää hyväkseen omakohtaisia tietoja ja kokemuksia, joita on kerryttänyt yksikössä työskennellessään.

Edellä mainittujen tiedonkeruumenetelmien perusteella kartoitetaan suurimmat rakentamisajan pituuteen negatiivisesti vaikuttavat tekijät ja pyritään löytämään ratkaisuja näiden epäkohtien muuttamiseksi.

### *Rajaukset ja rakenne*

Tässä insinööriyössä rakentamisajan lyhennystä tarkastellaan ainoastaan pääurakoitsijan eli YIT Rakennus Oy:n näkökulmasta. Työssä ei keskitytä tutkimaan yksityiskohtaisesti yhtä rakentamisaikaa lyhentävää tekijää ja tarjota siitä valmista toimintamallia. Työssä tuodaan esiin useampia rakentamisaikaan vaikuttavia tekijöitä, joista osaa on mahdollista toteuttaa käytäntöön vasta jatkojalostuksen ja yksityiskohtaisemman perehtymisen jälkeen.



Insinööri työ voidaan jakaa kahteen sisällön ja tietolähteiden puolesta toisistaan eroavaan kokonaisuuteen; kirjallisuusosaan ja kokemusperäiseen eli empiiriseen tutkimusosaan. Kirjallisuusosassa perehdytään rakennustyömaiden aikatauluihin ja niiden tarkoitukseen sekä aikataulusuunnitteluun ja rakentamisaikojen määrittämiseen. Empiirisessä tutkimusosassa tarkastellaan ja pohditaan eri näkökulmista kirjallisuuden, kokemusten ja henkilöhaastattelujen perusteella kerättyjä rakentamisaikojen vaikuttavia tekijöitä ja käydään läpi mahdollisia toimenpiteitä rakentamisaikojen lyhentämiseksi.

## **2 Pientalotyömaat**

Tässä opinnäytetyössä pientaloilla tarkoitetaan rivi- ja paritaloja. Pientaloiksi lasketaan myös omakotitalot eli erillispientalot, mutta ne eivät kuulu Asuintalot Uusimaa -yksikön tuotantoon.

Asuintalot Uusimaa -yksikön pientalokohteet ovat pääasiassa noin 20–40 asunnosta koostuvia asunto-osakeyhtiöitä. Pientalokohteissa on lähes poikkeuksetta useampi toisistaan erillään oleva talo. Talojen määrä vaihtelee kohteesta riippuen, mutta yleensä yhteen yhtiöön kuuluu 2-15 erillistä taloa. Yksi kohde koostuu joko pelkistä rivi- tai paritaloista, mutta monessa kohteessa on myös molempia yhdessä.



Kuva 2. Asuintalot Uusimaa -yksikön pientalotuotantoa. As Oy Vantaan Torppari ja As Oy Siipoon Laventeli kuvattuina rakentamisvaiheessa.

Asuintalot Uusimaa -yksikön pientalot ovat lähes poikkeuksetta kaksikerroksisia elementtirakenteisia taloja. Ulkoseinät toteutetaan puuelementeistä ja kantavat väliseinät betonielementeistä. Alapohja toteutetaan joko maanvaraisella paikalla valetulla teräsbetonilaatalla tai tuulettuvana alapohjana ontelolaattarakenteella. Välipohjat ovat poikkeuksetta ontelolaattarakenteisia ja kevyet väliseinät kipsilevy-peltiranka -rakenteisia.

### 3 Rakennushankkeen ajallisen suunnittelun ja aikataulutuksen tarkoitus

Rakentaminen on aina ollut projektiluontoista toimintaa. Projektille luonteenomaista on, että sillä on selkeä alku ja loppu. Projektin pituus voi vaihdella muutamista tunneista useaan vuoteen. Eri projekteissa samat vaiheet voivat toistua, mutta lopputuotteesta tulee kokonaisuudessaan ainutkertainen. Yhden projektin sisällä saattaa myös olla useaan kertaan toistuvia tehtäviä, jotka toistuvat esimerkiksi työkohteittain. Projekteihin liittyy usein myös riskejä ja monimutkaisia kokonaisuuksia.

Kaikki edellä mainitut kuvaukset pätevät myös rakennusprojekteihin. Rakennusprojektin johtamiseen tarvitaan tietämystä ja taitoa, sekä välineiden ja tekniikoiden käyttöä. Yksi keskeisimmistä ja tärkeimmistä työkaluista projektin hallittuun ja tehokkaaseen läpiviintiin on projektin aikataulu. Se toimii ohjekarttana koko projektin läpiviemisessä ja kertoo, missä kohdassa pitää tehdä mitäkin, jotta projektille asetetut tavoitteet saavutetaan. Projektin ajallinen suunnittelu antaa vastauksen kysymyksiin: mitä tehdään, missä tehdään ja kenen toimesta.

Kun mennään yksityiskohtaisemmalle tasolle, puhutaan aikataulutamisesta. Aikataulutamisella tarkoitetaan ajoituksen määrittelemistä sekä tehtävien sijoittelua kokonaisuuden hallitsemiseksi, vastaamalla kysymykseen mitkä tehtävät, miten ne ajoitetaan ja missä järjestyksessä tehtävät tehdään. [1, s.6]

Rakennustyömaan aikataulujen tarkoituksena on toimia tuotannon kuvaajina sekä välineinä työmaan ohjaukseen ja valvontaan. Aikataulujen tarkkuustason tulee olla käyttötarkoitukseen sopiva ja realistinen, mutta toisaalta myös tavoitteellinen. Aikataulusuunnittelun onnistumisen kannalta keskeinen tekijä on hyödyntää kaikki käytettävissä oleva tieto hankkeen edetessä ja tarkentaa ajallista suunnittelua tietojen mukaan. Myös tuotannon poikkeamien havaitseminen on tärkeässä roolissa. Aikataulujen avulla on kyettävä varautumaan mahdollisiin häiriötilanteisiin tuotannossa sekä suunnitelmien ja olosuhteiden muuttumiseen. [1, s.62]

Aikatauluihin ja aikataulujen mukaiseen toimintaan ohjaaminen on prosessina hyvin monivaiheinen ja moniulotteinen. Aikataulujen avulla lyödään lukkoon hankkeen kustannuksia, sopimusteknisiä asioita, laadunvarmistustoimia sekä resursseja koko hankkeen keston ajaksi. Aikataulujen laadintaan on varattava aikaa ja niissä on yhteen sovitettava eri

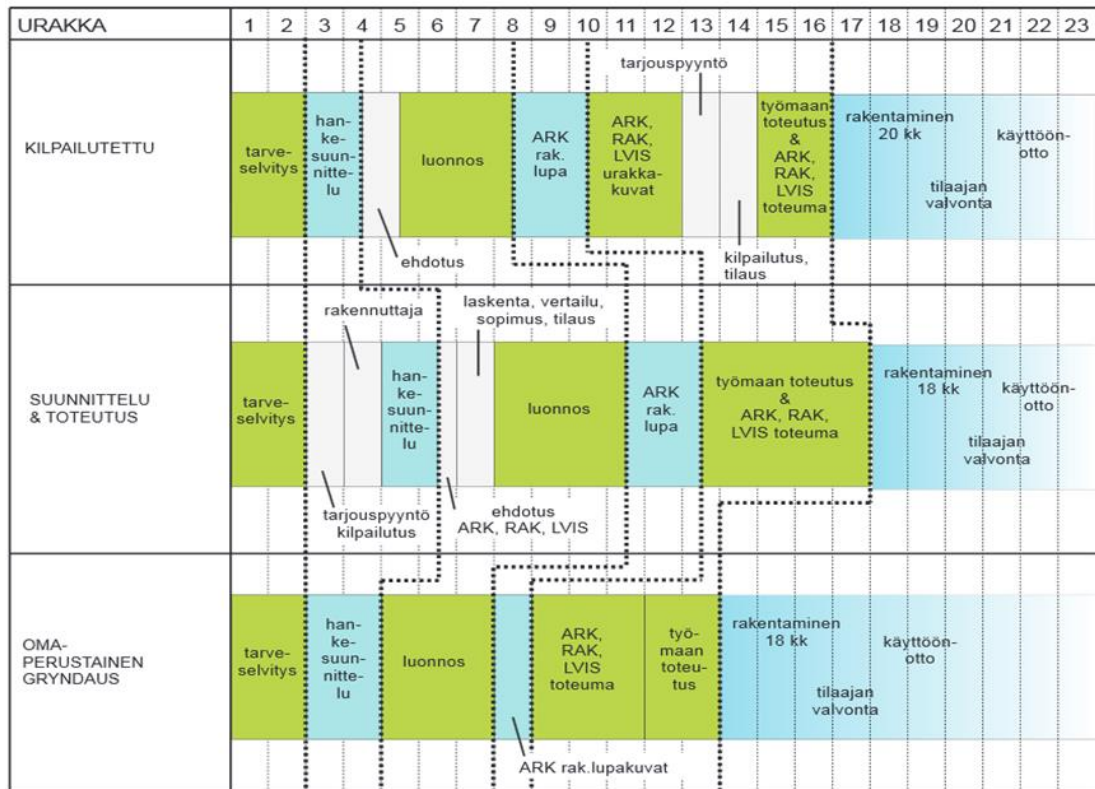
osapuolten ja toimijoiden näkökannat. Näin varmistetaan aikataulun toteuttamiskelpoisuus. Aikataulua suunniteltaessa etsitään työlle realistinen toteutusmalli, jossa on asetetaan tavoitteet hankkeelle ja yksittäisille työtehtäville. Asetetut tavoitteet koskevat tehtävien aloittamista ja päättämistä, sekä työvoiman käyttöä. [1, s.62], [2, s.18]

## **4 Rakennushankkeen aikataulut**

### 4.1 Hankeaikataulu

Rakennusprojektille eli rakennushankkeelle laaditaan hankeaikataulu, joka kuvaa koko hankkeen etenemisen aina tarveselvityksestä käyttöönottoon asti. Hankeaikataulu ja sen laadinta on rakennuttajan vastuulla. Rakennuttaja laatii hankeaikataulun tarkistaakseen, että projekti on mahdollista viedä läpi normaalissa rakentamisajassa. Hankeaikataulu luo puitteet ja tavoitteet rakennushankkeen toteutukselle. Siinä tulee esittää realistinen näkemys rakennushankkeen vaiheiden kestosta ja ajoituksesta. Hankeaikataulun tavoitteellisuus, realismi ja yhteys hankkeen muihin suunnitelmiin luovat perustan kaikelle muulle ajalliselle suunnittelulle. [1, s.41], [2, s.18]

Hankkeelle valittu urakkamuoto vaikuttaa hankeaikataulun sisältöön ja pituuteen. Kuvassa 3 on esimerkit kolmen eri urakkamuodon hankeaikatauluista.



Kuva 3. Esimerkki hankeaikataulusta ja eri urakkamuotojen vaikutuksesta hankeaikataulun sisältöön. Kuvassa on esitetty kilpailutetun urakan, suunnittele & toteuta -urakan sekä omaperusteisen urakan hankeaikataulut.

Hankeaikataulu on tärkeä rakennuttajalle, jotta kohde valmistuisi oikea-aikaisesti. Se on tärkeä myös kohteen laadun kannalta: epärealistisesti toteutettu aikataulu aiheuttaa usein sen, että aikataulusta ja siinä esitetyistä tehtävistä jäädään jälkeen. Korjaavista toimenpiteistä saattaa monesti seurata uusia ongelmia, kuten laatuvirheitä. Jos hankeaikataulu on hyvin valmisteltu, on siinä varattu riittävästi aikaa kohteen huolelliseen luovutuksen valmisteluun ja luovutusvaiheen toimenpiteisiin. Hankeaikatauluun tulee varata tarpeeksi joustoa myös muutoksia ja yllätyksiä varten, jotta varmistetaan tarpeettomien kustannusten aiheutuminen urakoitsijoille. [1, s.41]

#### 4.2 Yleisaikataulu

Rakennushankkeen rakennustyöt ajoitetaan yleisaikatauluun, jonka tarkoituksena on kuvata koko hankkeen suunniteltu työnkulku. Hankkeen päätoteuttajan yleisaikataulu toimii työmaan toteutuksen ja ajoituksen ohjauksen mallina. Yleisaikatauluun mitoitetaan myös aikataulutehtävien vaatimat pääresurssit, joten se toimii myös lähtötietona, kun laaditaan

resurssisuunnitelmia, kuten kalusto-, työvoima- ja hankintasuunnitelmaa. Myös tarkemman tason suunnitelmat, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikataulu, sekä tehtäväsuunnitelmat pohjautuvat yleisaikataulun tietoihin.

Yleisaikatauluja laaditaan kolmea eri muotoa, jotka eroavat toisistaan käyttötarkoitukseltaan, sisällön tarkkuustasoltaan ja laadinnan ajankohdaltaan. Yleisaikataulun muodot ovat: alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. [2, s.27]

#### 4.2.1 Alustava yleisaikataulu

Rakennushankkeelle laaditaan alustava yleisaikataulu ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista. Rakennuttaja on määrittänyt hankeaikataulussa rakennusajan. Alustavalla yleisaikataululla tarkistetaan hankkeen ajallinen kireystaso ja varmistetaan töiden toteuttamismahdollisuus rakennuttajan antamassa rakennusajassa. Alustavan yleisaikataulun laatii päätoteuttaja. Laadinta tapahtuu yleensä vain karkealla tasolla: aikataulussa kuvataan päätyövaiheet ja työmenetelmät, jotka ohjaavat työn kulkua. [1, s.43]

Eri toteutusvaihtoehtojen tutkiminen ja vertailu on alustavan tuotannonsuunnittelun tärkein tavoite. Jotta mahdollistetaan alustavan yleisaikataulun mahdollisimman suuri hyödynnettävyys jatkosuunnitelmia ajatellen, tulisi toteutusvaihtoehdon ja työmenetelmien olla mahdollisimman tarkasti tiedossa jo tässä vaiheessa. Alustavaa yleisaikataulua voidaan hyödyntää esimerkiksi tarjouslaskennassa töiden ajoituksen mallina sekä aikaan sidottujen kustannusten laskentaperusteena. Se toimii usein myös urakkaneuvotteluissa sopimuksen osana rakennuttajan ja toteuttajan välillä. [1, s.43]

Alustavan yleisaikataulun avulla arvioidaan

- aikataulun kireys
- määritettyjen välitavoitteiden saavuttaminen
- töiden ajoittuminen eri vuodenaikoihin (talven aiheuttamat lisätyöt)
- aikaan sidonnaiset työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset
- tarvittavat resurssit (henkilöstö, kalusto)
- toimitusajat tärkeimmille materiaali- ja alihankinnoille.

Huolellinen perehtyminen rakennuskohteeseen luo edellytykset toimivan aikataulun laatimiseen. Tarjouspyyntöasiakirjat toimivat lähtötietona alustavan yleisaikataulun suunnittelussa. Tarjouspyyntöasiakirjoihin sisältyy: tarjouspyyntökirje, tekniset asiakirjat (piirustukset, selostukset) sekä kaupalliset asiakirjat (urakkarajaliite, urakkaohjelma, yksikköhintaluettelu, tarjouslomake). Asetettuihin aikarajoihin pääseminen on erittäin tärkeää, ja siksi jo tässä vaiheessa tulee etsiä keinoja, joilla se on mahdollista. Lisäksi on suoritettava hankkeessa mahdollisesti esiintyvien riskien arviointi, jonka perusteella varataan vaiheiden sekä tehtävien väliset pelivarat. [1, s.43]

#### *Alustavan yleisaikataulun laadinta*

Työmaan tärkeimmät tehtävät valitaan alustavaan yleisaikatauluun rakennussuunnitelmien, piirustusten, työselostusten sekä aiempien kokemusten perusteella. Yleensä ensimmäiseksi laaditaan aikataululuonnos rakennusteknisistä töistä. Luonnokseen valitaan tyypillisesti n. 20–40 nimikettä, riippuen rakennuskohteen laajuudesta ja monimuotoisuudesta.

Rakennusvaiheille ja tehtäville määritetään alustavassa yleisaikataulussa aloitus- ja valmistumisajankohdat. Myös hankesuunnitelmassa kerrottu valmistumispäivämäärä ja välitavoitteet, sekä toteutuksen kannalta olennaiset tavoitteet, kuten keskuslämmityksen päälle saaminen esitetään alustavassa yleisaikataulussa.

Tehtävistä, esimerkiksi maanrakennuksesta tai perustuksista aikatauluun merkitään määrä ja yksikkö, jotka saadaan selville määräluettelosta. Jokaiselle tehtävälle määritetään tahdistava resurssi ja työmenekki. Työmenekkien lähtötietoina voi toimia niin Ratu-tiedosto, yrityksen oma tiedosto kuin oma aiempi kokemuskin. Menekkitietojen pohjalta lasketaan kokonaisaikainen kesto kullekin tehtävälle.

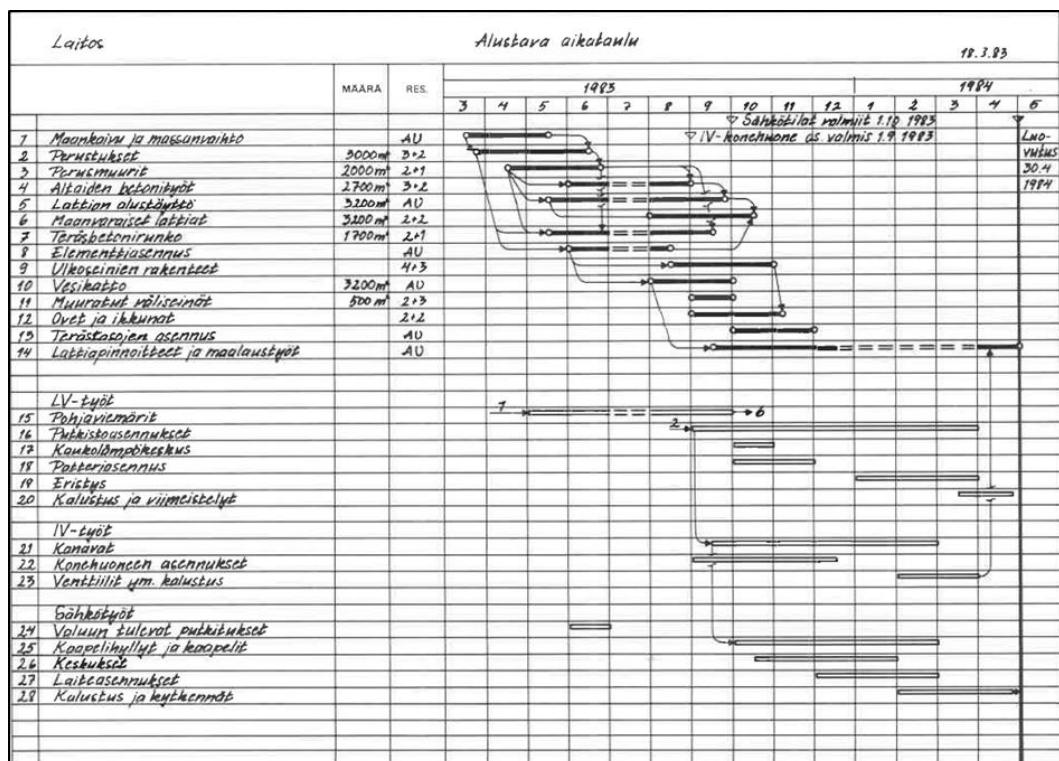
Alustava yleisaikataulu esitetään yleensä jana-aikatauluna (kuten kuvissa 4 ja 5), joskus myös paikka-aika-kaaviona. Alustavaa yleisaikataulua laadittaessa huomioidaan kunkin talvikuukauden keskimääräiset pakkaspäivät sekä juhlapyhät ja työehtosopimuksen mukaiset vapaapäivät. [1, s.44]



		ALUSTAVA YLEISAIKATAULU																													
Hierarkia	Määrä	Kesto tv	2009			2010			2011																						
			Mar	Jou	Tam	Hei	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Sy	Lok	Mar	Jou	Tam	Hei	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Sy	Lok	Mar				
+1	PURKU JA RAIVAUS	269 100 m <sup>2</sup>	390	1																											
2	MAANRAKENNUS	25 580 m <sup>3</sup>	395	2																											
3	PERUSTUKSET	7 510 m <sup>2</sup>	319	3																											
4	RUNKORAKENTEET	8 560 m <sup>2</sup>	355	4																											
5	VESIKATOT	13 495 m <sup>2</sup>	345	5																											
6	PIHAKANSI	2 805 m <sup>2</sup>	99	6																											
7	KELLARIN LATTIAVAL	15 300 m <sup>2</sup>	315	7																											
8	SISÄTYÖVAIHEET	29 220 m <sup>2</sup>	465	8																											

Kuva 4. Esimerkki viiden kerrostalon alustavasta yleisaikataulusta jana-aikataulumuodossa esitettyinä. Kuvan aikataulu on hyvin karkeasti laadittu, esimerkiksi nimikkeiden määrä on todella alhainen. Näin karkeasti laadittua alustavaa yleisaikataulua on vaikea hyödyntää esimerkiksi tarjouslaskennassa tai urakkaneuvotteluissa.

Alustava yleisaikataulu on huomattavasti paremmin hyödynnettävissä, mikäli tehtävännimikkeiden määrä on korkeammalla tasolla, tehtävien vaatimat resurssit on ilmoitettu sekä välitavoitteet ja valmistumispäivämäärä on esitetty (kuva 5).



Kuva 5. Esimerkki huomattavasti yksityiskohtaisemmin laaditusta ja paremmin hyödynnettävästä alustavasta yleisaikataulusta. Tehtävännimikkeiden määrä on korkeammalla tasolla, tehtävien vaatimat resurssit on ilmoitettu sekä välitavoitteet ja valmistumispäivämäärä on esitetty.



Alustavassa yleisaikataulussa esitetään

- tehtävän juokseva numero tai nimikkeistötunnus
- aikataulutehtävä
- suoritemäärä ja -yksikkö
- mitoitettu työryhmä
- työmenekki tai työsaavutus
- tehtävän ajoitus ja kesto.

#### 4.2.2 Sopimusyleisaikataulu

Sopimusneuvotteluissa alustava yleisaikataulu käydään läpi, ja tarvittaessa sitä tarkennetaan ja muokataan. Kun sopimusosapuolet ovat hyväksyneet aikataulun ja siihen mahdollisesti tehdyt muutokset, liitetään se sopimukseen sopimusyleisaikatauluksi.

Oleellista päätoteuttajan ja rakennuttajan välisessä sopimusaikataulussa on, että siitä löytyvät molempien osapuolten kannalta tärkeät ajankohdat. Vähintään siitä tulee käydä ilmi aloitus- ja valmistumispäivämäärät sekä välitavoitteet.

Rakennustöiden aloitus- ja valmistumispäivämäärää ei yleensä voida muuttaa, joten työvaiheiden realistinen kesto täytyy tarkastaa ennen sopimuksen allekirjoittamista. Sopimusyleisaikataulun avulla rakennuttaja valvoo rakennustöiden etenemistä sovituissa aikarajoissa ja tarvittaessa ohjaa pääurakoitsijan toimia. Sopimukseen ja sopimusyleisaikatauluun kirjattuihin välitavoitteisiin voidaan sitoa sakkoja, joten tehtävien kestoja ja lohkojen työjärjestystä on hyvin vaikea muuttaa sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen. [1, s.45]

### 4.2.3 Työaikataulu

Sopimusyleisaikataulu tarkennetaan työaikatauluksi päätoteuttajan toimesta, palvelemaan työmaata ja eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista. Työaikataulua kutsutaan työmailla lähes poikkeuksetta yleisaikatauluksi. Työaikataulu toimii ajallisena pohjana urakoitsijoiden ja päätoteuttajan välisissä sopimuksissa.

Työaikataulua varten tehtävät suunnitellaan tarkemmin ja jaotellaan lohkoittain tai vaihtoehtoisesti jaetaan osatehtäviin. Myös talotekniikkatöiden tehtävät ovat aina mukana työaikataulussa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi runkovesijohtojen ja ilmanvaihtokanavien asennus. [1, s.45]

Työaikataulun tarkoituksena on toimia ohjenuorana, ns. punaisena lankana rakennushankkeen rakennusvaiheessa. Niin tarinassa kuin rakennushankkeessakin, kuljetaan juonta eteenpäin. Jos punainen lanka hukkuu, tarina muuttuu sekavaksi. Tämä kuvaus pätee erittäin hyvin myös rakennustyömaihin.

Työaikataulu on koko rakennusvaiheen kestolle suunniteltu aikataulu, josta hankkeen eri osapuolet saavat oleelliset tiedot hankkeen keskeisistä työvaiheista, tehtävien kestoista, tapahtumista ja resurssien käytöstä. [1, s.45]

Työmaan kaikki muut aikataulut pohjautuvat työaikatauluun. Työaikataulu pyritään laatimaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennen rakennustöiden aloitusta, heti kun kaikki laatimiseen tarvittavat tiedot, esim. tiedot taloteknisistä töistä saadaan mukaan. Työaikataulun lähtötietoina käytetään alustavaa yleisaikataulua tai sopimusyleisaikataulua ja niiden lähtötietoja. Työaikataulussa töiden toteuttamisajat esitetään ilman mahdollisia häiriöitä.

Työaikataulun laadinnan tärkeimmiksi lähtötiedoiksi tarvitaan

- alustava yleisaikataulu ja/ tai sopimusyleisaikataulu
- tekniset suunnitelmat, kuten piirustukset ja työselostukset
- sopimusasiakirjat ja erityisesti niissä esiintyvät kiinteät päivämäärät
- kustannusarvio ja määrälaskelma
- aliurakkana toteutettavat työt ja työvoiman käytön periaatteet
- tärkeimmät työmenetelmät
- tuotantotiedostot: jälkilaskentatiedostot edellisistä kohteista, Ratu-tiedostot
- saatavilla olevat resurssit ja resurssirajoitukset
- olosuhdetiedot rakennuspaikasta
- lomapäivät ja juhlapyhistä johtuvat vapaapäivät.

#### *Työaikataulun laadinta*

Työaikataulussa tehtävien ajoitus ja jaottelu suunnitellaan tarkemmin kuin alustavassa yleisaikataulussa. Alustavassa yleisaikataulussa nimikkeistö on monesti liian karkealla tasolla. Esimerkiksi tehtävä ”perustukset” saattaa sisältää anturoiden muottityön, raudoituksen ja betonoinnin, sokkelipalkkiasennuksen, sokkelipalkkien juotosvalun ja sokkeleiden sisäpuolisten lämmöneristeiden asennuksen. Työaikataulua varten edellä mainitut tehtävät saatetaan eriyttää, jotta tuotannon etenemisen esittäminen olisi loogisempaa.

Työaikataulussa tehtävät suunnitellaan tarkemmin, jaotellaan lohkoittain, tehtäviä jaetaan osatehtäviin ja eri tehtävien välille jätetään pelivaraa, jotta mahdolliset häiriöt rakentamisen aikana eivät vaikuta koko aikatauluun, ja näin ollen sekoita kaikkien muiden tehtävien ajoitusta tai alkamisajankohtaa. [1, s.46]

Yli tunnin mittaisiin katkoksiin varatut ajat, eli tehtävien häiriöajat kuvataan aikatauluissa pelivaroina, jotka luovat ns. puskureita rakennusvaiheiden ja tehtäväkokonaisuuksien välille. Pääsääntönä voidaan pitää, että kaikki aikataulutehtävät mitoitetaan, riippumatta siitä ovatko ne omia vai aliurakoitsijoiden tehtäviä. Rakennusteknisten töiden lisäksi on siis erittäin tärkeää, että myös talotekniset työt mitoitetaan. Talotekniset työt tahdistavat



Työaikataulu, eli yleisaikataulu esitetään yleensä jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Mikäli käytetään paikka-aika-kaaviota, kuten kuvassa 6, kannattaa siihen siirtää yleisaikataulusta vain päänimikkeet, jotta kaavio pysyisi selkeänä. Työaikataulussa pysymistä valvotaan merkitsemällä työn eteneminen aikatauluun toteumatietojen perusteella. [1, s.47]

#### 4.3 Suunnitelma-aikataulu

Suunnitelma-aikataulu eli piirustusajataulu toimii suunnittelun johtamisen apuvälineenä. Sen tarkoituksena on kuvata suunnittelun ajoitusta ja sisältöä, eli siinä määritetään päivämäärät, jolloin arkkitehti-, rakenne- ja erikoissuunnitelmien tulee olla valmiita ja käytettävissä. Suunnitelma-aikataulu on keskeinen työkalu suunnittelun johtamiseen koko hankkeen ajaksi.

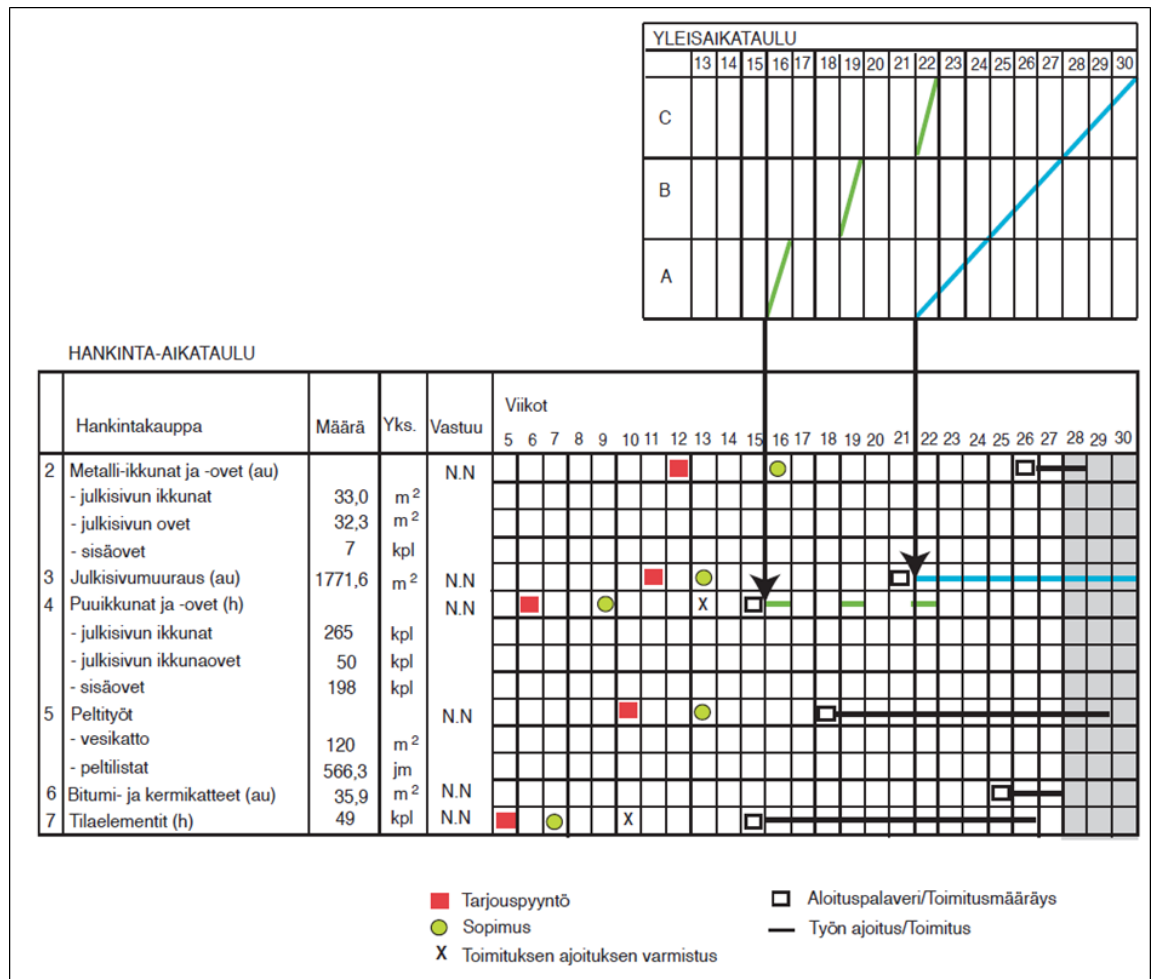
Suunnitelma-aikataulu laaditaan yleensä ennen urakkasopimuksen tekemistä yhdessä hankinta-aikataulun kanssa, ja sitä tarkistetaan ja tarvittaessa tarkennetaan vielä, kun varsinainen rakentamisen työaikataulu hyväksytään. Suunnitelma-aikataulun toimivuus ja realismi edellyttää, että sen taustalla on toimiva töiden yleisaikataulu ja suunnittelun yleisaikataulu eli suunnitteluajataulu.

Päivämäärät suunnitelmien valmistumiselle määritellään yleensä tilaajaorganisaation johdon taholta sekä toiminnallisten ja kaupallisten tavoitteiden pohjalta. Merkittävimmän reunaehdon suunnitelma-aikataululle antaa hankintaprosessin kesto, jolla tarkoitetaan laskentasuunnitelmien, tarjouspyyntöjen, tarjousten, neuvottelujen ja työpiirustuksien vaatimaa aikaa. Hankinta-aikataulun perusteella määräytyy, milloin kutakin hankintakokonaisuutta koskevien suunnitelmien on oltava valmiina. [1, s.48–49]

#### 4.4 Hankinta-aikataulu

Kun rakennushanke saa käynnistyspäätöksen, osa hankinnoista tehdään välittömästi, jotta rakentamisen aloitus ei viivästyisi. Tämän takia hankintojen aikataulutusta suoritetaan karkealla tasolla jo aivan hankkeen alussa. Viimeistään siinä vaiheessa, kun työaikataulu on saatu valmiiksi, hankintojen aikataulutusta tarkennetaan hankinta-aikatauluksi.

Hankinta-aikataulussa hankinnat sidotaan työaikatauluun. Näin varmistetaan rakennusmateriaalien ja -osien oikea-aikainen toimitus työmaalle sekä aliurakoiden aloittaminen työaikataulun mukaisesti. Hankinnat on ajoitettava siten, että tarjouspyynnöille, tarjouksen antamiselle ja käsittelylle, neuvotteluille, päätöksille ja hankittavien tuotteiden tai rakenneosien valmistamiselle jää riittävästi aikaa. Kuvassa 7 esitetään hankinta-aikataulun muodostamista työaikataulun pohjalta. Hankinta-aikataulun nimikkeistö määräytyy työselostuksista ja rakennussuunnitelmista saatujen tietojen perusteella. [1, s.51]



Kuva 7. Esimerkki hankinta-aikataulun muodostamisesta työaikataulun pohjalta. Kuvan hankinta-aikataulussa on varattu melko niukasti aikaa tarjouspyynnön ja työvaiheen aloittamisen väliin jääville tapahtumille. Esimerkiksi puuikkunoiden ja -ovien sekä tilaelementtien valmistukseen varattu aika (aika sopimuksen ja toimituksen välissä) ei tunnu realistiselta, jos tehtaalla on muitakin tilauskantaa.

#### 4.5 Talotekniikka-aikataulu

Talotekniset työt esitetään yleensä työaikataulussa ainakin päänimikkeiltään, mutta siitä huolimatta ne olisi syytä esittää myös kokonaan omana aikatauluna. Talotekniikka-aikataulun nimikkeet valitaan kohteesta ja käytössä olevista resursseista riippuen. Aikataulu olisi hyvin tärkeä laatia yhteistyössä talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa, jotta se olisi toteutuskelpoinen, realistinen ja urakoitsijoiden resurssit huomioiva.

Työaikataulussa määritellään koko hankkeen tuotantonopeus, joten se määrittelee myös taloteknisten töiden tuotantonopeuden. Mikäli LVIS-urakoitsijat, eli lämpö-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähköurakoitsijat valitaan hyvissä ajoin ennen tuotannon käynnistymistä, voivat urakoitsijat tehdä aikataulusta omat esityksensä. Talotekniikka-aikataulu perustuu luonnollisesti kohteen suunnitelmiin, joten suunnittelunohjaus ja suunnitelma-aikataulun noudattaminen ovat ehdottoman tärkeitä edellytyksiä talotekniikka-aikataulun suunnittelun onnistumiselle. Kun tehtäviä mitoitetaan, tulisi lohko- ja työkohteajattelu viedä myös taloteknisiin töihin, koska määrien muuttuessa lohkoittain, muuttuu myös tehtävän resurssitarve. Talotekniikka-aikataulu sidotaan aina työaikatauluun, koska valtaosa taloteknisistä töistä tahdistaa rakennusteknisiä töitä ja sama pätee myös toisin päin. [1, s.53–54]

#### 4.6 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu on työaikataulusta tarkennettu, yhdelle tai useammalle rakentamiskaudelle laadittu aikataulu. Rakentamisvaiheaikataulu voidaan laatia myös ajanjaksoille, tyypillisimmin 2-6 kuukauden pituisille. Sen tarkoituksena on varmistaa työaikataulussa määriteltyjen tavoitteiden saavuttaminen.

Yleisimpiä rakentamisvaiheaikatauluja ovat

- maanrakennus- ja perustusvaiheen aikataulut
- runko- ja vesikattovaiheen aikataulut
- sisävalmistusvaiheen aikataulu
- viimeistely- ja luovutusvaiheen aikataulut.

Kun rakentamisvaiheaikataulu laaditaan tietylle ajanjaksolle, tavoitteena voi olla esimerkiksi vesikattotöiden aloittaminen. Tällöin suunnittelun kohteeksi asetetaan tavoitetta edeltävä ajanjakso ja ne työt, jotka tulee olla tehtynä ennen vesikattotyötä. [1, s.55]

Rakentamisvaiheaikataulun lähtötietoina toimivat

- sopimukset ja erityisesti kiinteät päivämäärät
- työaikataulu ja mahdollinen edellinen rakentamisvaiheaikataulu
- tarkemman tason tuotantosuunnitelmat
- määrälaskelma
- talotekniset suunnitelmat
- työmenetelmät ja kalustovalinnat
- käytettävissä olevat resurssit, kuten työvoima ja kaluston kapasiteetti
- tuotantotiedostot: yrityskohtaiset - ja Ratu-työmenekkitiedostot.

#### *Rakentamisvaiheaikataulun laadinta*

Rakentamisvaiheaikataulut laaditaan työaikataulun perusteella ja niiden laadintavastuu on yleensä työmaalla. Rakentamisvaiheaikatauluissa tärkeimpien työvaiheiden resurssit mitoitetaan tehollisten työmenekkien, tehtävien limitysten ja vaihtoehtolaskelmien avulla. Tehtävien ajoitus suunnitellaan työmenekki- tai työsaavutustietojen, suoritemäärätietojen sekä tarvittaessa yksityiskohtaisten tuotantosuunnitelmien perusteella. Myös tärkeimmät ali- ja sivu-urakoitsijoiden tehtävät tulee esittää rakentamisvaiheaikatauluissa, mitoitettuna, tahdistettuna ja riippuvuuksiltaan yhteen sovitettuna rakennusteknisten töiden kanssa. Ali- ja sivu-urakoitsijoiden työt suunnitellaan kyseisten urakoitsijoiden kanssa yhteistyössä niin, että urakoitsijat ovat valmiita sitoutumaan aikataulutavoitteisiin. [1, s.56]



Rakentamisvaihe aikataulu kuvataan yleensä paikka-aikakaavion tai jana-aikataulun muodossa ja siinä esitetään

- nimikkeistötunnus tai tehtävän juokseva numero
- aikataulutehtävä, suoritemäärä ja yksikkö
- työsaavutus tai työmenekki
- tehtävään asetettu työryhmä
- tehtävän kesto
- ajoitus ja riippuvuudet.

#### 4.7 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu on muutaman viikon ajanjaksolle laadittava tarkka aikataulu kyseisten viikkojen tehtävistä. Sen tarkoituksena on varmistaa resurssien tehokas käyttö ja riittävyys sekä työn tavoitteiden toteutuminen lyhyellä aikavälillä. Tarvittavat resurssit voidaan arvioida aika- ja määrätavoitteiden perusteella ja verrata niitä käytettävissä oleviin. Viikkoaikataulu toimii myös ali- ja sivu-urakoitsijoiden toimintaohjeena sekä tiedonlähteenä työkuntien nokkamiehille. [2, s.31]

Viikkoaikataulut laaditaan 1-3 viikon ajanjaksolle työmaan tehtävien mukaan. Viikkoaikataulun ensimmäinen viikko laaditaan suurinta tarkkuutta noudattaen. Myös seuraava viikko on varsin tarkasti laadittu, jotta kyetään varautumaan ajoissa mahdollisiin tuotannon ongelmiin ja resurssipuutteisiin. Työnjohtajat laativat alustavat viikkoaikataulut vastualueillaan olevista työkohteista. Tämän jälkeen ne sovitetaan yhteen ja yhdistetään vastaavan työnjohtajan johdolla esimerkiksi viikkopalaverissa. Viikkoaikataulu esitetään yleisimmin jana-aikataulumuodossa, kuten kuvassa 8.

Viikkoaikataulu																						
Kohde: Viikot _____ - _____ 20__																						
Tehtävänimike ja työkohte	Työryhmä RAM + RM	Työsaavutus	Tavoite- määrä	Viikko							Viikko											
				M	T	K	T	P	L	S	M	T	K	T	P	L	S					
Täyttö ja tasaus	2 RM + KK	320 m <sup>2</sup> idt/tv	Ruudut 2-5, 7-9																			
Lämpöeristeen ja suoja-paperin asennus	2 RM	200 m <sup>2</sup> /tv	1-3, 6-8	1	6	2	7	3	8				4	9	5							
Muuraus	3 RAM + 5 RM	45 m <sup>2</sup> /tv	225 m <sup>2</sup>																			
Liittyvät työt:																						
Laatan raudoitus		1,5 ruutua/tv											2	8	3	9	4	5				
Imubetonointi		1 ruutu/tv											1	2	3	4	5					

Kuva 8. Esimerkki jana-aikataulumuodossa esitetystä viikkoaikataulusta. Viikkoaikatauluun merkitään tehtävän nimi ja työkohteen määrittely, määrä- ja työsaavutustavoite, tarvittavat resurssit sekä tehtävän kesto.

Tärkeimmät lähtötiedot viikkoaikataulun laadintaan ovat

- työaikataulu
- rakentamisvaihe aikataulu
- edeltävä viikkoaikataulu ja sen toteuma
- tehtäväsuunnitelmat
- työkauppoihin käytettävissä olevat resurssit
- tuntimäärät sekä käytössä oleva muu työvoima
- materiaalien ja kaluston tilaukset ja toimitusajankohdat
- työmaan tilanne ja työtehtävien valmiusaste
- toteutuneet työmenekki- ja työsaavutustiedot
- yrityskohtaiset tuotantotiedostot ja Ratu-työmenekkitiedostot.

## 5 Aikataulusuunnittelu

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu ja aikataulujen mukainen ohjaus luovat perustan muulle tuotannosuunnittelulle sekä paljastavat myös tehokkaasti epäkohdat ja suunnitelmista poikkeamiset. Voidaankin sanoa, että aikataulussa pysyminen on työmaan hallinnan tärkein menestystekijä. Aikataulun mukaisessa toteutuksessa pysyminen vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin, laatuun ja työturvallisuuteen. Tuotannon edessä hallitusti ja ilman turhaa kiirettä, vältetään aikataulun kuromisesta aiheutuvat lisäkustannukset sekä ongelmat laadun ja työturvallisuuden kanssa. [3, s.17]

Hankkeen aikataulusuunnitteluprosessi on aina kohdekohtainen ja saattaa vaihdella paljon eri kohteiden välillä. Hankkeen aikataulusuunnittelun vaiheet, eri vaiheiden merkitys ja keskinäinen järjestys ovat riippuvaisia hankkeen laajuudesta ja teknisestä vaikeudesta, kokonaiskeston kireydestä sekä aliurakointiasteesta ja työvoiman käyttöperiaatteesta. [1, s.62]

Aikataulusuunnittelu koostuu toisiaan seuraavista vaiheista, jotka ovat

- rakennushankkeen kokonaiskeston ja rakennusajan kireyden tarkastus
- tehollisen rakennusajan laskeminen
- kohteen jakaminen osakohteisiin
- työjärjestyksen suunnittelu ja valinta
- aikataulutehtävien muodostaminen
- tehtävien ajoitus ja resurssien tasaus
- tuotantoa palvelevan aikataulun teko.

Kuten aiemmin mainittiin, vaiheiden järjestys voi vaihtua ja jokin vaihe saattaa jäädä kokonaan pois. Aikataulusuunnitteluun kuuluu myös iterointi, eli palaaminen aiempiin suunnitteluvaiheisiin. Iterointia tehdään, koska suunnittelun edetessä aiempien vaiheiden päätösten ja valintojen mahdolliset puutteet sekä suunnitelmissa tapahtuneet muutokset paljastuvat. [3, s.19], [1, s.62]

Hankkeiden välisistä eroavaisuuksista huolimatta eri hankkeiden aikataulusuunnittelua tulisi yhdistää hyvälle aikataulusuunnittelulle ominaiset piirteet, joita ovat muun muassa seuraavat asiat:

- Tehtävät ovat selkeitä kokonaisuuksia, joiden toteutumista voidaan valvoa ja tuotantoa ohjata.
- Esitystapa- ja tarkkuus mahdollistavat poikkeamien havaitsemisen.
- Tuotannon häiriötilanteisiin on varauduttu.
- Resurssien käyttö on suunniteltu tehokkaasti.
- Rakenteiden kuivumiselle on varattu tarpeeksi aikaa.
- LVIS-työt on yksilöity ja sovitettu yhteen rakennusteknisten töiden kanssa.
- Kullekin tehtävälle on varattu työrauha yhdessä osakohteessa.

[3, s.17]

## 5.1 Rakentamisajan määrittäminen

Rakennuttaja määrittää rakentamisvaiheelle alkamisajankohdan ja valmistumispäivän eli rakentamisajan keston. Keston kriteereinä on ollut aiempiin kokemuksiin perustuva käsitys kohtuullisuudesta, kustannusten kannalta tarkoituksenmukaisesta ja laaturiskit minimoivasta rakennusajasta. Kohtuullisesta rakennusajasta voidaan kuitenkin poiketa muutamissa erikoistapauksissa, joissa rakennuksen on valmistuttava tiettyyn ajankohtaan mennessä, viranomaiskäsittelyyn kuluu odotettua enemmän aikaa tai hankkeen rahoitus tai vuokratuottojen saanti edellyttää poikkeamaa.

Kun kyseessä on rakennusyrityksen oma tuotanto eli niin sanottu gryndituotanto, tekee rakennusyritys omasta tuotannostaan tuotanto-ohjelman. Tuotanto-ohjelman avulla yritys asettaa hankkeille tavoitteet, turvaa hankkeiden aloitusedellytykset ja sopeuttaa tuotantonsa rakennusmarkkinoiden suhdanteisiin. Tuotanto-ohjelmasta saatavia tavoitteita ovat hankkeiden aloitusajankohdat ja kestot sekä resurssien käyttö ja saatavuus.

Yksittäisten rakennuskohteiden rakentamisaikojen kestot ovat erilaisia kireytensä puolesta. Mikäli kohteen valmistumispäivä ei ole kriittinen rakennuttajan kannalta, on sekä rakennuttajan että urakoitsijan kannalta tarkoituksenmukaista pyrkiä löytämään taloudellisesti optimaalinen ja riskit eliminoiva rakentamisajan kesto. Urakoitsijan kannalta on tärkeää tutkia tarjouksen teon yhteydessä, onko rakennuttajan määrittämä rakentamisajan kesto kireä tai löysä. [3, s.19–20]

Rakentamisajan keston optimointi taloudellisesta näkökulmasta edellyttää tietoteknisten ratkaisujen hyväksikäyttöä laskelmien teossa. Rakennuttajan näkökulmasta optimaalinen kesto on monesti hieman lyhyempi kuin urakoitsijan näkökulmasta, koska rakennuttajaa rasittaa sitoutuvien pääomakustannusten korot ja toisaalta houkuttelee tilojen käytöstä saatavat aikaistuvat tuotot. Urakoitsijan kannalta rakentamisajan määrittely on merkittävää työmaateknisten kustannusten eli käyttö- ja yhteiskustannusten vuoksi. Tällaisia välittömiä aikasidonnaisia kustannuksia ovat muun muassa

- palkat
- konevuokrat
- kalusto
- työmaatilojen vuokrat (työmaatoimisto, sosiaalityöt)
- työmaan ylläpito
- rakennuksen/rakennusten ylläpito
- tilaajan sanktiot.

[3, s.20], [1, s.64]

Rakentamisajalle voidaan laskea teoreettinen optimikesto kustannusten kautta. Pidentyvä rakentamisaika nostaa aikasidonnaisia kustannuksia ja laskee työvaiheiden suorittamisen kustannuksia tiettyyn rajaan asti. Optimikesto minimoi näiden yhteissumman, mutta optimikeston löytäminen voi olla haastavaa. Rakennuttajalle aika on käytännössä rahaa. Eli mitä aikaisemmin tila saadaan valmiiksi ja käyttöön, sitä nopeammin se alkaa tuottaa. Optimikeston laskemisen sijaan rakentamisaika määritetään yleensä aiempien kokemusten perusteella. Lisäksi rakentamisajan määrittämisessä on huomioitava muut rakentamisen läpivientiin ja aikataulutukseen vaikuttavat tekijät, joita ovat muun muassa

- olosuhteet
- päärakennusmateriaali
- rakenne ja rakenteiden esivalmiusaste (elementti, esivalmistettu, paikalla rakennettu)
- talotekniset järjestelmät
- toteutusmuoto ja -tapa
- rakennusfysikaaliset tekijät
- aloitusajankohta (vuodenaika).

[1, s.64], [3, s.20]

## 5.2 Aikataulun kireyden tarkistus

Aikataulu toimii työvoiman käytön mallina, ja siksi aikataulussa suunnitellun työvoiman käytön tulee vastata tavoitearvion kokonaistyömeneekkiä. Tavoitearvion työkustannukset eivät saa lisääntyä aikataulun myötä.

Resurssipohjainen aikataulu perustuu määriin, työmenekkeihin ja työryhmiin sekä tehtävien välisiin riippuvuuksiin. Aikataulusta tulee realistinen ja tavoitteellinen, kun tehtävien kestot mitoitetaan.

Rakennusyriyten laatimissa kustannus- ja tavoitearvioissa työtunnit on usein esitetty vain omana työnä tehtäville nimikkeille, eikä esimerkiksi aliurakoina suoritettaville LVIS-töiden nimikkeille. Tavoitearviosta puuttuvat tuntitiedot saadaan arvioitua yleisten työmenekki- ja työsaavutustietojen pohjalta.

Tuotantotekniikaltaan ja suunnitelmiltaan toisistaan eroavien hankkeiden kokonaistyötuntimäärän määrittämisen apuna voidaan käyttää

- hankkeen tavoitearviota
- työmenekkien tunnuslukua tai
- talonrakennuksen ajoituskustannusmallia (malli ns. normaalikeston laskentaan).

[1, s.65]

Normaalikestolla tarkoitetaan hankkeen rakennussuunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukaista rakennusaikaa, josta on vähennetty ennalta tiedetyt keskeytykset, kuten kesäloma. Normaalikeston laskeminen mallin avulla edellyttää kokonaistyöpanoksen eli kaikkien työmaalla tehtävien työtuntien tuntemista. Kokonaistyöpanos sisältää pääura-koitsijan tekemien töiden lisäksi rakennusteknisten ja LVIS-töiden tekemiseen työmaalla tarvittavat työtunnit.

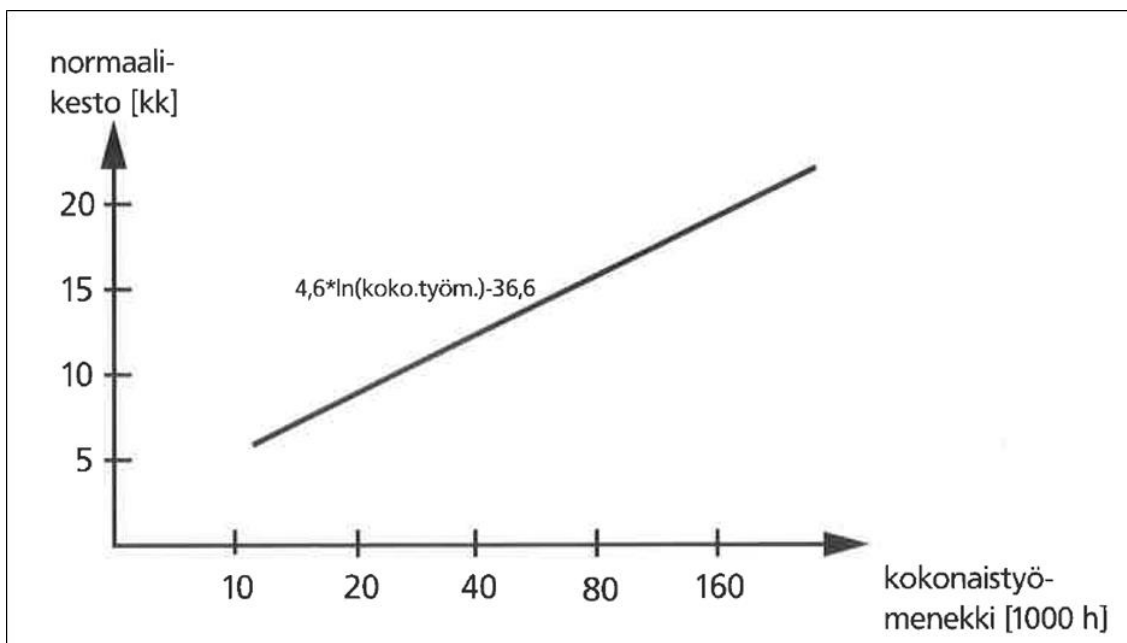
Rakentamisajan normaalikesto ( $T_n = kk$ ) isoissa rakennuskohteissa, joissa kokonaistyötuntimäärä on yli 10 000 tth (työntekijätuntia) saadaan laskettua käyttämällä logaritmi-kaavaa:

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

Pienemmissä rakennuskohteissa, joissa kokonaistyötuntimäärä on alle 10 000 tth, normaalikesto lasketaan kaavalla:

$$T_n = 2 + \frac{3,8 * \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä})}{10\ 000}$$

[3, s.20]



Kuva 9. Kuvaaja esittää rakentamisajan normaalikeston suhdetta kokonaistyömenekkiin, kun kohteen kokonaistyöpanos on yli 10 000 tth. Esimerkiksi kohteessa, jossa kokonaistyömenekki on 40 000 tth, normaalikestoksi tulee kaavan mukaan laskettuna n. 12 kuukautta.

Rakennuskohteen rakentamisaika voi kuitenkin poiketa normaalikestosta. Erilaiset tuotantoratkaisut, esimerkiksi esivalmiusasteen muuttaminen, mahdollistavat normaalikestolle  $\pm 20\%$ :n vaihtelun ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Normaalikeston laskukaava on määritetty sillä oletuksella, että kohde toteutetaan yhtenä lohkona. Kohteen rakentamisaika lyhenee, mikäli hankkeen lohkojen toteutusta voidaan limittää.

Normaalikeston laskemisen lisäksi toteuttamiskelpoinen rakentamisajan kesto voidaan määrittää tekemällä kohteelle karkeahko alustava yleisaikataulu laskettujen työtuntien perusteella. [3, s.21]

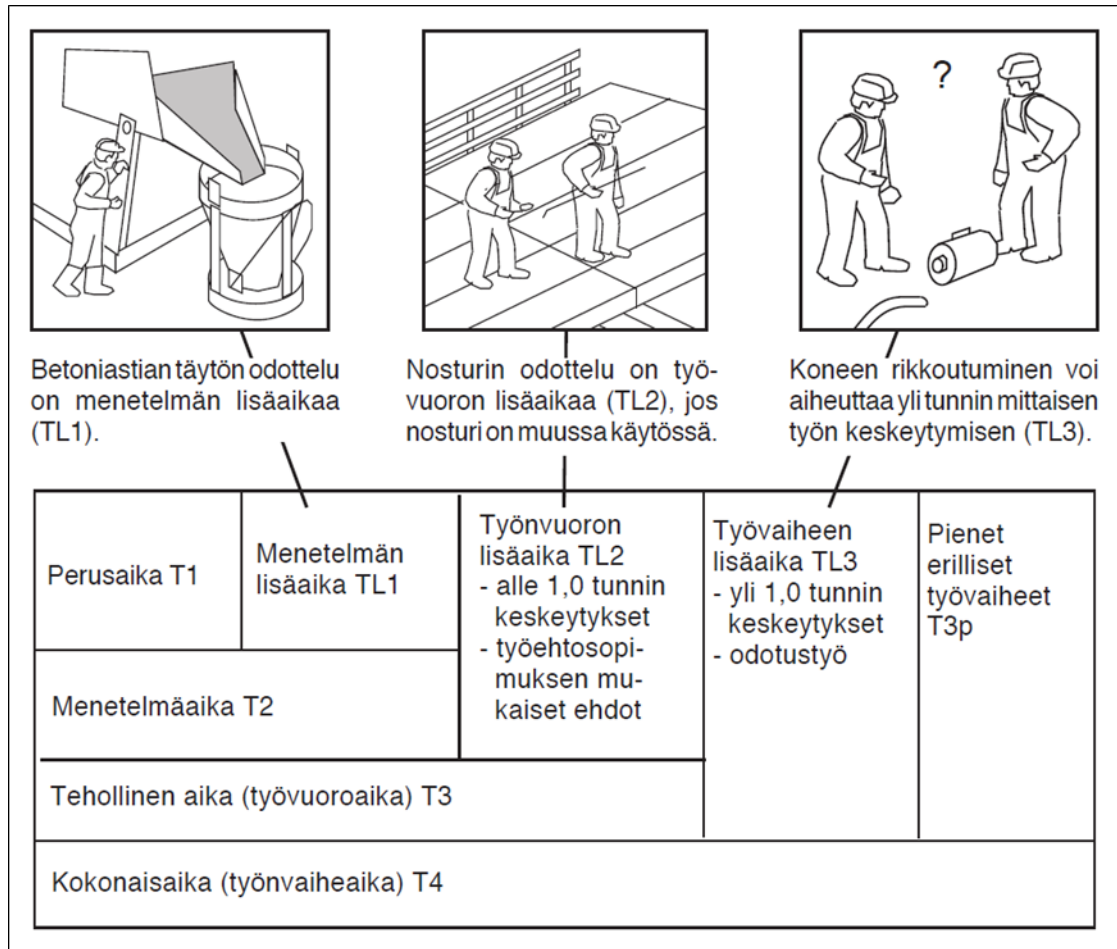
### 5.3 Tehollisen rakentamisajan laskeminen

Rakennustyömaalla syntyy useiden eri syiden takia tuotannon keskeytyksiä, joten koko rakentamisaikaa ei voida käyttää tuotantoon. Nämä keskeytykset on otettava huomioon aikataulun teossa. Keskeytyksiä aiheutuu olosuhteista, tuotannon häiriöistä sekä lomista ja arkipyhistä.

Aikataulun realistisuus ja tavoitteellisuus varmistetaan, kun työt suunnitellaan ilman häiriöitä ja varaudutaan samalla keskeytyksiin. [3, s.22]

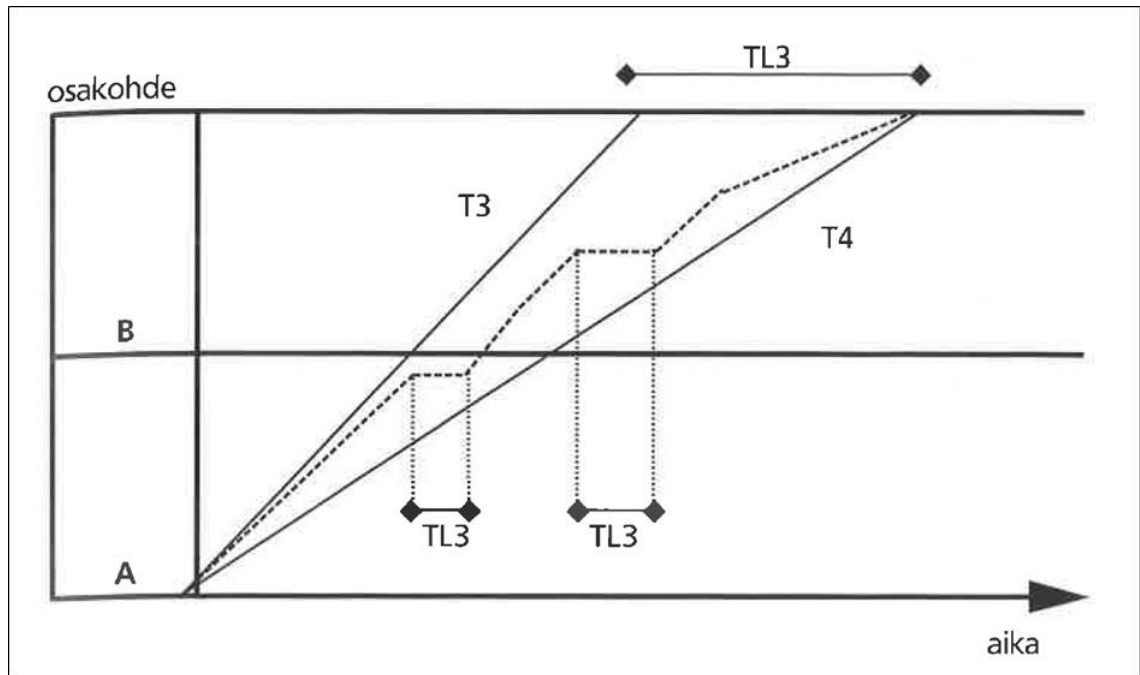


Aikataulusta saadaan tavoitteellinen, kun tehtävän aikamenekkinä käytetään tehollista aikaa, eli T3-aikaa. Teholliset ajat ovat tavoitteellisia työmenekkejä, jotka eivät sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. Kuvassa 10 on esitetty työaikakäsitteet ja selityksineen.



Kuva 10. Työaikakäsitteet

Kun tuotanto sujuu ilman häiriöitä, tavoitetasona on tehollisen ajan mukainen työsaavutus. Mikäli työsaavutus ei ole tavoitteen mukainen, ero havaitaan ja tarvittavat korjaustoimenpiteet voidaan tehdä tuottavuuden parantamiseksi tai tuotantonopeuden korjaamiseksi suunnitelman mukaiseksi. Kokonaisajan mukainen aikamenekki eli T4 antaa vääristyneen kuvan oikeasta tavoitetasosta, kuten kuvassa 11 esitetään. Jotta aikataulu olisi realistisesti toteutettavissa, varataan aikatauluun niin sanottua vapaata pelivaraa, eli aikaa suurhäiriöille. Suurhäiriöitä syntyy työmaalla aina. Niitä syntyy kuitenkin satunnaisesti, eikä välttämättä edes jokaisen työtehtävän aikana.



Kuva 11. Työ ei toteudu suunnitellulla tavalla, jos työtä valvotaan työvaiheajan (T4) mukaisella aikamenekillä. Tämä johtuu siitä, että suurhäiriöitä (TL3) syntyy satunnaisesti. Aikataulussa käytetään työvuoroaikaa (T3).

Työaikataulu tulee mitoittaa työvuoroaikojen (T3) mukaan ja tehtävien sisältämät pelivarat (TL3) sisällyttää kootusti aikatauluun häiriöpelivarana, kuten kuvassa 12 esitetään. Aikataulusta tulisi liian kireä, mikäli se mitoitettaisiin pelkästään työvuoroajan (T3) mukaan. [3, s.22], [1, s.68]

Nro		Kuukaudet												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Maanrakennusvaihe	■												
2	Perustusvaihe		■											
3	Runko			■	■	■	■							
4	Sisävalmistusvaihe						■	■	■	■	■	■		
5	Viimeistely ja luovutus												■	

Kuva 12. Jana-aikataulu, joka on mitoitettu työvuoroaikojen (T3) perusteella. Pelivarat (TL3) on esitetty harmailla pystyviivoilla kunkin vaiheen lopussa.

Suurhäiriöiden määrät vaihtelevat ja niitä aiheutuu eri työvaiheissa eri syistä. Suurhäiriöillä tarkoitetaan muun muassa

- vähintään tunnin pituisia työn keskeytyksiä
- pieniä erillisiä työvaiheita
- kaluston rikkoutumista ja huoltoa
- työnjärjestelyn ongelmia (odotus, työn puute)
- olosuhteita (sääolosuhteet, liikenne)
- työntekijöiden taukoja tapaturmia
- virheiden korjauksia.

Tavanomaisissa talonrakennuskohteissa aikataulusuunnittelun suurhäiriövarauksena voidaan käyttää kokonaisajasta laskettuna

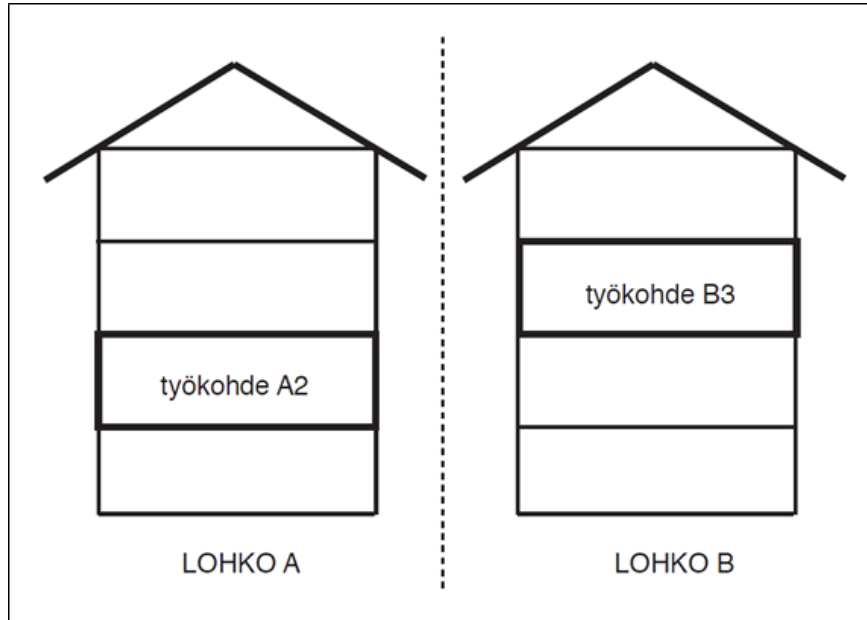
- perustusvaiheessa 3 %:a
- runkovaiheessa 5 %:a
- sisävalmistusvaiheessa 2 %:a.

[3, s.22–23]

#### 5.4 Kohteen jakaminen lohkoihin

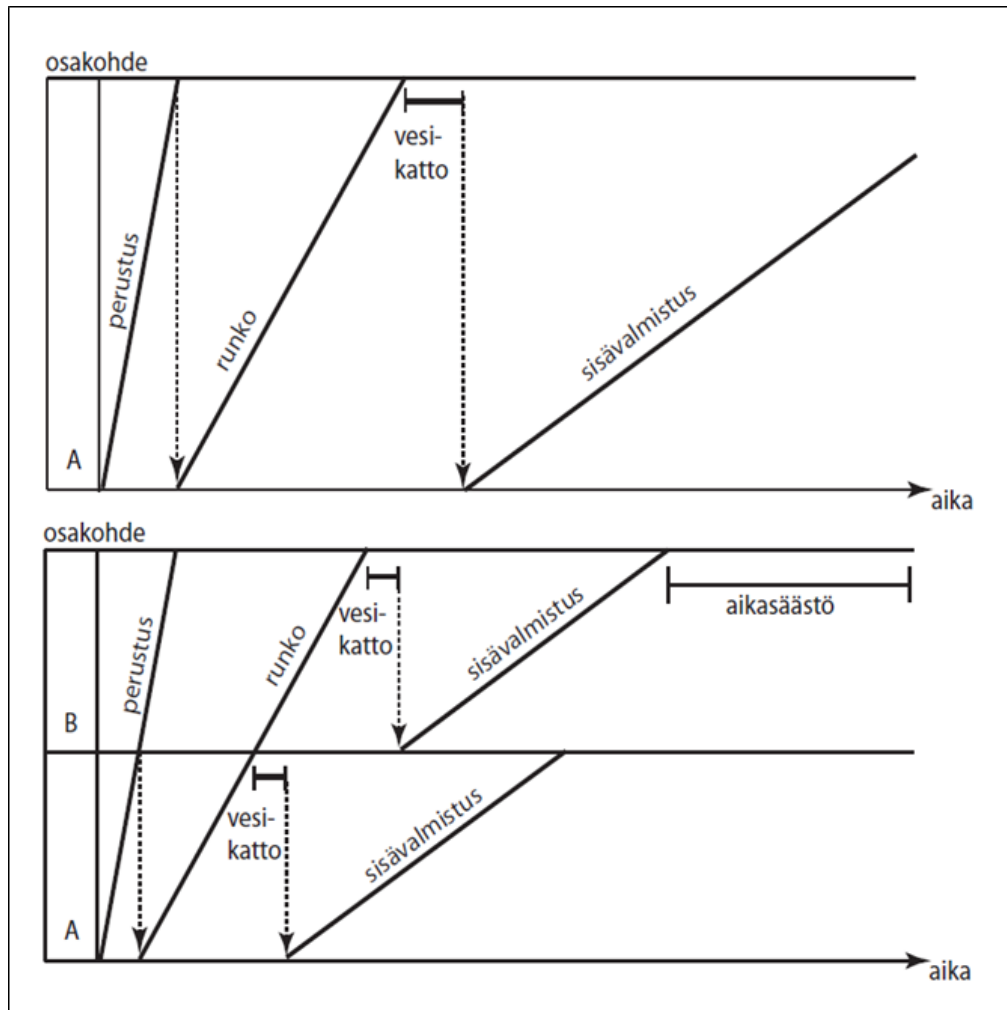
Tuotannosuunnittelun onnistumista ja tehokasta tuotannonohjausta edesauttaa, jos rakennuskohde jaetaan fyysisiin osakohteisiin eli lohkoihin. Lohkojaon perusajatuksena on päästä aloittamaan seuraava rakennusvaihe aikaisemmin, eli heti kun edellinen rakennusvaihe on saatu kyseisessä lohossa valmiiksi. Lohkojako tehostaa työvoiman ja rakentamisajan käyttöä, mahdollistaen lyhyemmän rakentamisajan ja kohteen vaiheittaisen valmistumisen ja käyttöönoton.

Kuten edellä mainittiin, lohkot ovat kohteen fyysisiä osia, kuten erillisiä rakennuksia tai rakennuksen osia, jossa työt tehdään yhtenä kokonaisuutena valmiiksi. Lohkot voidaan pilkkoa pienempiin työ- ja osakohteisiin, joissa tehdään ainoastaan yhtä ja kriittistä työkohteen sitovaa tehtävää kerrallaan. Kuvassa 13 havainnollistetaan lohko- ja osakohdejakoja. [1, s.71–73], [3, s.24–25]



Kuva 13. Esimerkki kohteen jakamisesta lohkoihin ja osakohteisiin. Erilliset talot ovat oma lohkonsa ja talojen kerrokset on jaettu omiksi työkohteiksi.

Lohkojaon edut perustuvat eri työvaiheiden samanaikaiseen toteutukseen eri lohkoissa. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että kun runko saadaan valmiiksi yhdessä kohteen lohkoissa, voidaan sisävalmistustyöt aloittaa aikaisemmin, kuin jos runko rakennettaisiin kerralla valmiiksi koko kohteessa. Sisävalmistustöiden aikaisemman aloituksen ansiosta koko rakentamisaikaa voidaan lyhentää merkittävästi, tai eri tehtävien aloitusvälejä pidentää, jolloin aikataulun häiriöherkkyys pienenee. Kuvassa 14 kuvataan lohkojaon vaikutusta rakentamisaikaan. [1, s.73]



Kuva 14. Lohkojaon vaikutus rakentamisaikaan, kun kohde toteutetaan yhdessä (ylempi kuvaaja) tai kahdessa (alempi kuvaaja) lohossa.

Lohkojen toteutusjärjestyksellä on myös suuri vaikutus kohteen rakentamisaikaan ja aikataulun kireyteen. (Kuva 15) Aikataulun ohella lohkojen toteutusjärjestykseen vaikuttaa tekniset ratkaisut (esim. missä rakennuksessa/lohkossa lämmönjakohuone sijaitsee), rakennuttajan asettamat välitavoitteet sekä olosuhteet ja vuodenaika.

Lohkojen keskinäinen toteutusjärjestys valitaan graafisesti paikka-aikakaaviota apuna käyttäen tai pääättelemällä ns. Hossin säännön tai laajennetun Hossin säännön avulla. Hossin sääntö perustuu työvaiheiden keston ja laajennettu Hossin sääntö työvaiheiden kestojen väliseen suhteeseen.

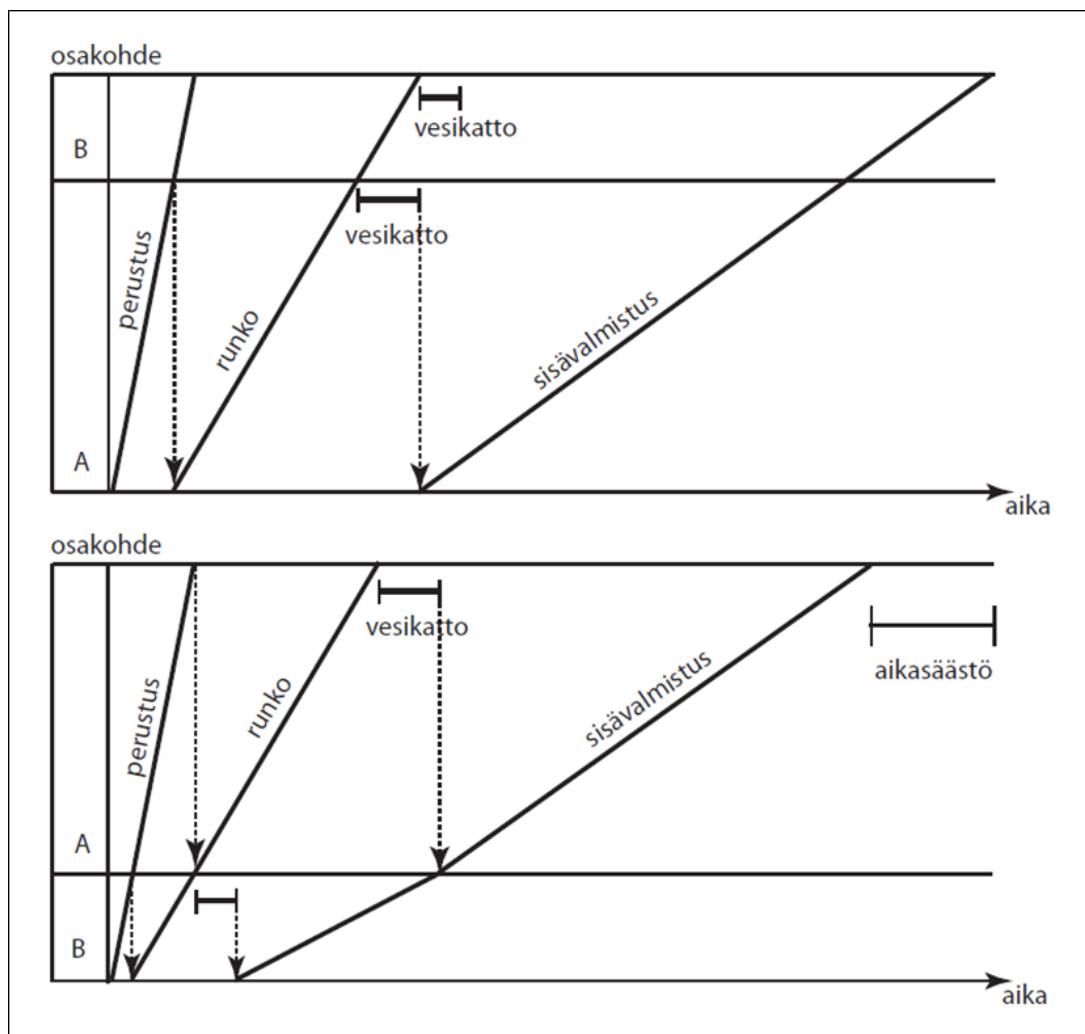
Hossin säännön mukaan:

- Ensimmäiseksi lohkoksi valitaan se, jonka perustus- ja runkovaihe on lyhin.
- Viimeiseksi lohkoksi valitaan se, jonka sisävalmistusvaihe on jäljellä olevista lyhin.

Laajennetun Hossin säännön mukaan:

- Ensimmäiseksi lohkoksi valitaan se, jonka sisävalmistusvaiheen tuntimäärän suhde perustus- ja runkovaiheen tuntimäärään on suurin.
- Viimeiseksi lohkoksi valitaan se, jossa suhde on pienin.

[1, s.73–75], [3, s.25–27]



Kuva 15. Lohkojen toteutusjärjestyksellä on merkittävä vaikutus rakentamisaian pituuteen. Alemmassa esimerkissä toteutusjärjestys on Hossin säännön mukainen, eli ensimmäiseksi lohkoksi on valittu se, jonka perustus- ja runkovaihe on lyhin.

## 5.5 Tuotannon jakaminen aikataulutehtäviin

Aikataulutehtävät ovat pääurakoitsijan omien työntekijöiden ja aliurakoitsijoiden tekemiä työvaiheita, työlajeja tai niiden yhdistelmiä. Tehtäviä varten varataan aikaa ja mitoitetaan resurssit aikataulua laadittaessa. Edistävän työn lisäksi tehtävät pitävät yleensä sisälleen myös täydentäviä suorituksia, kuten materiaalien ja kaluston siirtoja, siivousta ja suojausta. Kun tehtäviä valitaan, on tärkeää ottaa huomioon kaikkien työmaan osapuolten yhteistoiminta. Tehtävät tulisi suunnitella myös niin, että niistä saadaan ajallisesti järkeviä ja taloudellisesti hallittavia kokonaisuuksia.

Tehtävistä laaditaan tehtäväluettelo, jossa esitetään tehtävän nimi, suoritemäärä ja sen yksikkö. Aikataulutehtävät määräytyvät aina kohdekohtaisesti, riippuen mm. rakenteellisista-, tuotantoteknisistä - tai taloteknisistä ratkaisuksista. Jokaiselle lohkolle tehdään omat tehtäväluettelot.

Aluksi tehtäväluettelo on erittelyltään yksityiskohtainen. Myöhemmin tehtäviä yhdistetään ammattiryhmäkohtaisiksi työkokonaisuuksiksi. Lopullinen tehtäväluettelo kattaa n. 80 % kokonaistyömenekistä, ja siihen kootaan ajallisesti ja taloudelliset merkittävät omat ja aliurakoitsijoiden tehtävät, mukaan lukien LVIS-tehtävät. Kaikissa kohteissa on useita pieniä tehtäviä, joiden sijoittaminen aikatauluun ei ole tarkoituksenmukaista lyhyen keston vuoksi. Näin aikataulu saadaan myös pidettyä selkeänä ja helppolukuisena. [1, s.76–77], [3, s.27–29]

## 5.6 Tehtävien väliset riippuvuudet

Rakennustyömaalla eri tehtävien välillä saattaa olla riippuvuuksia toisistaan. Riippuvuudet voivat johtua mm. tehtävien välisistä suhteista, resursseista tai olosuhteista. Esimerkiksi muottityön ja raudoitustyön on oltava valmiita ennen betonointityötä.

Tehtävien välisiä riippuvuuksia tarkastellaan, kun tehtäväluettelo on saatu valmiiksi. Riippuvuudet voidaan luokitella neljään eri ryhmään, kun suunnitellaan töiden suoritusjärjestystä ja limitystä. Riippuvuusryhmät ovat:

- Loogiset riippuvuudet: ovat ehdottomia ja johtuvat siitä, että tehtävät voidaan toteuttaa vain tietyssä järjestyksessä (tasoitetyö - maalaustyö).
- Tekniset riippuvuudet: käytetty toteutustekniikkaa, joka vaikuttaa muihin tehtäviin (esimerkiksi väliseinätyössä sähköputkituksen ja rasioiden tulee olla valmis ennen toisen puolen levytystä).
- Resurssiriippuvuudet: saman resurssin käyttäminen eri tehtävissä (esimerkiksi levyväliseiniä tehnyt työryhmä voi siirtyä tekemään alakattoja ja koteiloita vasta väliseinätyön valmistuttua).
- Olosuhderiippuvuudet: olosuhteet, kuten sääolosuhteet, työmaajärjestelyt ja sopimukset voivat aiheuttaa riippuvuuksia tehtävien välille (esimerkiksi betonirakenteen suhteellisen kosteuden on oltava tietyllä tasolla ennen vedeneristeen asentamista).

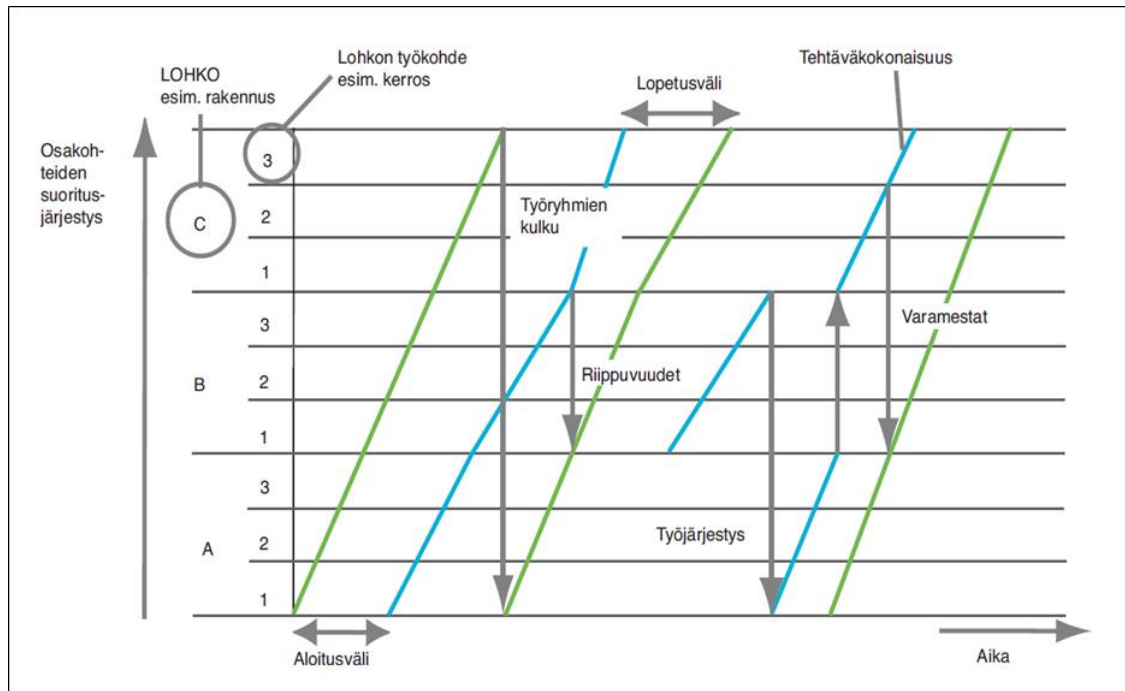
Tehtävien väliset riippuvuudet rajoittavat tehtävien limityksiä merkittävästi, koska tehtävät ovat yleensä loppu-alkuriippuvuudessa keskenään. Eli edellisen tehtävän tulee olla valmis ennen kuin seuraava tehtävä voidaan aloittaa. Loppu-alkuriippuvuuden aiheuttaman viiveen pienentämiseksi käytetään lohko- ja osakohdejakoja. [1, s.81–82], [3, s.30–31]

## 5.7 Paikka-aikakaavio -muotoisen aikataulun laadinta

Paikka-aikakaavio kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa. Sen käyttäminen edellyttää tuotannon sitomista paikkaan ja aikaan. Näin ollen paikka-aikakaavio edellyttää myös kohteen jakamista osakohteisiin eli lohkoihin. Tuotanto jaetaan suoritettaviin osiin eli tehtäviin. Tehtävien väliset riippuvuudet selvitetään ja kunkin tehtävän kesto ja resurssit määritetään. Nämä vaiheet käytiin läpi aiemmissa luvuissa. [1, s.25]

Paikka-aikakaavion pystyakselilla esitetään lohkot sekä lohkojen osakohteet ja vaakakselilla aika viikkoina tai päivinä. Kuvassa 16 näytetään paikka-aikakaavion toimintaperiaate.





Kuva 16. Paikka-aikakaavioon piirretään tehtävien kulku ajan ja paikan suhteessa. Kyseisillä vi-  
noviivoilla kuvataan tehtävien kestot, suoritusjärjestykset ja toteutusten aikavälit. Tehtävii-  
vojen kaltevuus kuvastaa tuotantonopeutta: mitä pystymmässä viiva on, sitä nopeammin teh-  
tävä etenee.

Paikka-aikakaavioon merkitään työkohteita sitovat, kohteen toteutuksen kannalta kriitti-  
set aikataulutehtävät. Tehtävät tahdistetaan ja rytmitetään paikka-aikakaavion avulla.  
Suunnitteluvaiheessa paikka-aikakaaviossa käytetään tehtävien mitoittamiseen tehollista  
aikaa eli työvuoroaikaa, jotta rytmitys ja tahdistus on helpompi määrittää.

Paikka-aikakaavion vaaka- ja pysty akselin skaala valitaan siten, että tahdistavan keston  
mukaiset tehtävät kulkevat n. 45 asteen kaltevuudessa. Pysty akselilla olevat lohkot ja  
kerrokset kuvataan laajuuksien suhteessa. Tehtävät sijoitetaan sijaintinsa mukaiseen  
lohkoon ja kerrokseen.

Kun tehtäviä sijoitetaan aikatauluun, jokaisesta osakohteesta on varmistettava erikseen,  
ettei sisävalmistustöitä ole suunniteltu aloitettavaksi ennen kuin rakennus tai osakohde  
on vesitiivis. Lisäksi on varmistettava, ettei tehtäviä mene päällekkäin ja että rakenteille  
on varattu riittävän pitkät kuivumisajat. Rakennusteknisten töiden ja LVIS-töiden väliset  
riippuvuudet ja työjärjestykset tulee olla selkeästi määriteltynä.

Lopuksi paikka-aikakaavio laaditaan uudelleen siten, että tuotannon keskeytykset eli ns.  
häiriöpelivarat merkitään todennäköiseen esiintymisajankohtaan. [3, s.33]

Aikataulusta tutkitaan vielä erikseen työryhmien käyttö. Pääperiaatteena on, että työryhmillä tulee olla uusi työtehtävä edellisen työtehtävän valmistuttua, eli siirtyminen tehtävästä toiseen tapahtuu ilman keskeytyksiä. Kohteen häiriöttömän toteutuksen kannalta on välttämätöntä, että vapaita työkohteita on olemassa. Työryhmien siirtymiset tehtäviltä toisille suunnitellaan, koska näin saadaan selville, montako työryhmää työmaalla tarvitaan kaikkiaan sekä milloin niitä tarvitaan lisää, tai milloin niitä on tarve vähentää.

Aikataulun toteutuskelpoisuus ja sopimusvaatimustenmukaisuus varmistetaan ennen aikataulun hyväksymistä työaikatauluksi urakkasopimusehtoihin. [3, s.37], [1, s.85–87]

## **6 Rakentamisaikaan vaikuttavat tekijät**

Tässä luvussa käydään läpi tekijöitä, joiden avulla on mahdollista saavuttaa nykyistä lyhyempi rakentamisaika ja tekijöitä, joiden koetaan pidentävän tämän hetkisillä tuotanto- ja toimintatavoilla toteutettavan pientalotuotannon rakentamisaikaa.

Tämän luvun tekijät ja toimenpiteet pohjautuvat tutkimustyön perusteella saatuihin tuloksiin. Tutkimusta suoritettiin hakemalla tietoa kirjallisista tietolähteistä sekä rakennusalaan koskevista julkaisuista ja artikkeleista, haastatteleamalla Asuintalot Uusimaa -yksikön pientalotuotannosta vastaavia henkilöitä, suorittamalla kysely sähköpostitse muiden yksiköiden edustajille sekä käyttämällä avuksi omaa työkokemusta ja tietoa pientalotyömailta.

Tässä luvussa käydään läpi myös Asuintalot Uusimaa -yksikön nykyisiä toimintatapoja, verrataan niitä tutkimuksen pohjalta saatuihin tietoihin ja pohditaan miten nykyistä tuotantoa saataisi tehostettua.

Henkilöhaastattelujen ja sähköpostikyselyjen vastaukset tukivat hyvin pitkälti samoja näkemyksiä, jotka olivat jo entuudestaan tiedossa. Haastattelujen ja kyselyjen yhdistävä tekijä oli se, että lähes kaikkien vastanneiden mielestä tuotannossa olisi selkeästi tehostamisen varaa ja rakentamisaikaa olisi mahdollista lyhentää nykyisestä. Vastanneet henkilöt olivat työmaatoimihenkilöitä (vastaavat työnjohtajat, työnjohtajat), tuotannosta vastaavia henkilöitä (työpäälliköt) ja rakennuttajapuolesta vastaavia henkilöitä (projektipäälliköt). Sähköpostikyselyt suoritettiin liitteen 1 mukaisella kysymyslomakkeella.

## 6.1 Rakentamisaikaa pitkittävät tekijät

Kun haastateltavilta kysyttiin, mitkä tekijät pitkittävät nykyistä tuotantoa, vastauksissa toistuivat hyvin pitkälti samat asiat eri vastaajien välillä. Nykyistä tuotantoa pitkittäviksi tekijöiksi koettiin

- joutokäynti työvaiheiden välissä
- puutteellinen aliurakoitsijoiden valvonta ja koordinointi
- taloteknisten töiden (LVIS) viivästyminen sovitusta aikataulusta
- urakoitsijat eivät saavu työmaalle sovittuna ajankohtana
- työvoimaresursseja ei saatavilla tarpeeksi
- tuotannon ennakkosuunnitteluun varattu liian vähän aikaa (puutteelliset tuotantosuunnitelmat)
- vaikeasti tai hitaasti toteutettavat rakenneratkaisut
- tuotteiden alhainen esivalmistusaste työmaalle tullessa
- puutteelliset suunnitelmat/ suunnitelmien puuttuminen kokonaan
- osa hankinnoista myöhässä
- liian myöhäiset suunnitelmamuutokset.

Edellä mainitut asiat ovat tietenkin hyvin työmaakohtaisia, eikä niitä esiinny jokaisella työmaalla. Vaikuttava tekijä on myös kohteen toteutusmuoto, eli onko kyseessä omaperusteinen asuntotuotanto vai kilpailu- tai neuvottelu-urakka. Esimerkiksi suunnitelmien ja piirrosten valmiusasteen kanssa ei ole yleensä vastaavanlaisia ongelmia omaperusteisessa tuotannossa, kuin kilpailu-urakkakohteissa, joissa suunnitelmat tulevat tilaajan puolelta.

Suuressa roolissa ovat myös aliurakoitsijavalinnat: toisilla urakoitsijoilla on ammattitaitoisempaa työvoimaa ja enemmän resursseja käytettävissä, jolloin aikataulun pitävyyden kanssa ei synny ongelmia.

Rakentamisaikaa pitkittäviä tekijöitä ja keinoja niiden vähentämiseen käydään tarkemmin läpi seuraavassa luvussa.

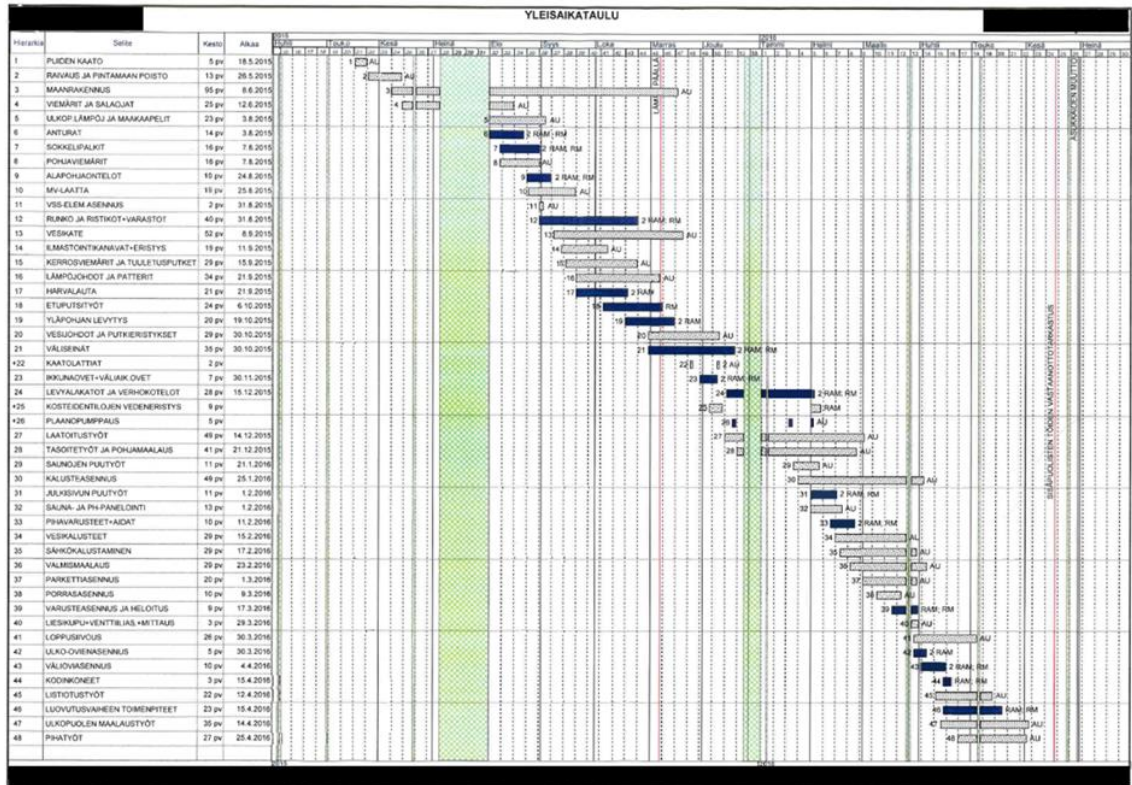
## 6.2 Rakentamisajan lyhentämiseen tähtäävät toimenpiteet

### 6.2.1 Tarkempi aikataulusuunnittelu

Kuten luvussa 4.2.3 kerrottiin, työaikataulun eli yleisaikataulun tärkeimpiä tehtäviä ovat mm. toimia ajallisena pohjana urakoitsijoiden ja päätoteuttajan välisissä sopimuksissa, toimia työkaluna urakoitsijoiden ja työryhmien koordinoinnissa sekä toimia eri osapuolten tietolähteenä keskeisistä työvaiheista, tehtävien kestoista, tapahtumista ja resurssien käytöstä.

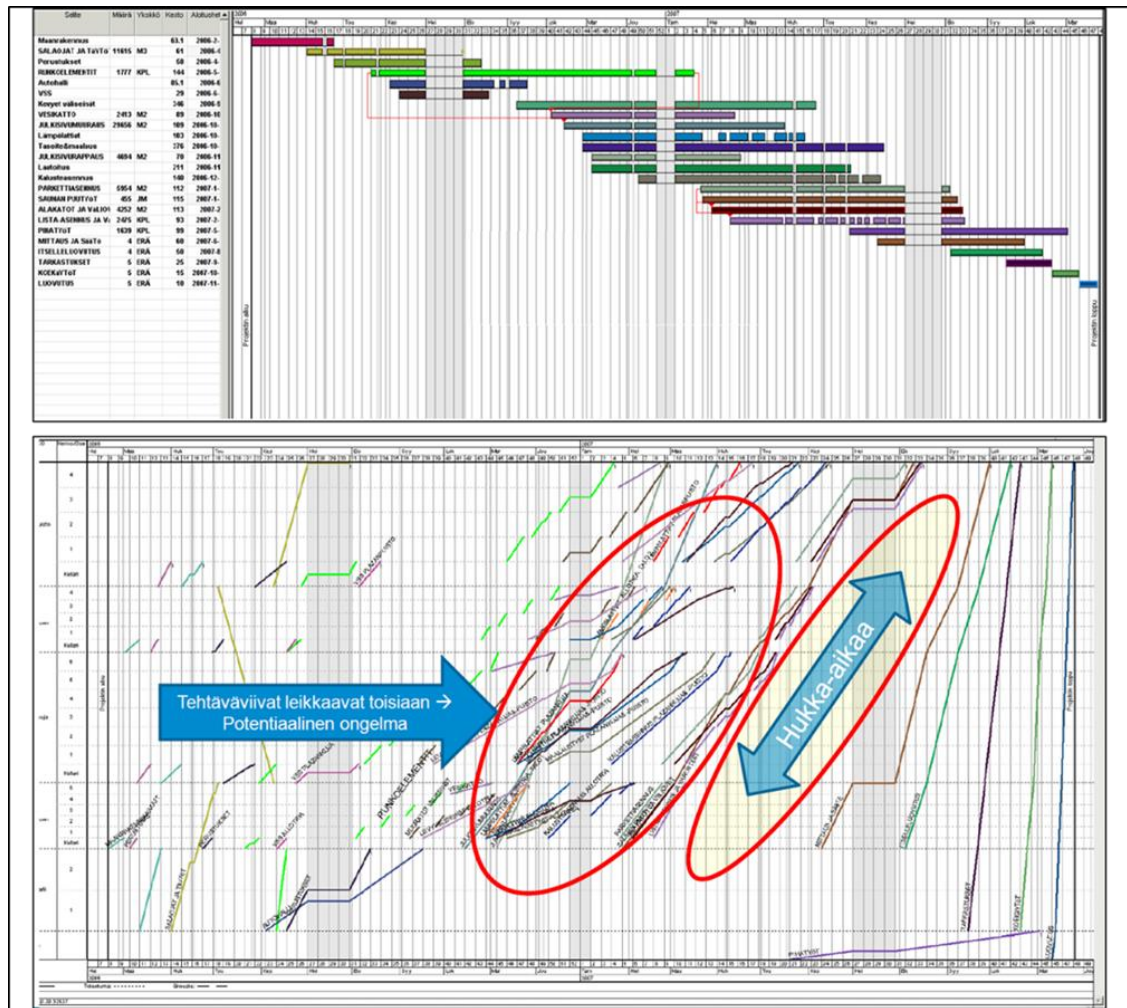
Haastatteluissa tuli ilmi, että aliorakoitsijoiden koordinointi, resurssien saatavuus ja urakoitsijoiden aikataulussa pysyminen (etenkin LVIS-urakoitsijoiden) ei toteudu toivotulla tasolla, ja näin ollen aiheuttaa ongelmia useilla työmailla. Yksi merkittävä tekijä edellä lueteltujen ongelmien taustalla voi olla liian karkeasti tai puutteellisesti laadittu yleisaikataulu.

Yksikön työmaiden yleisaikataulut ovat nykytilanteessa esitetty jana-aikataulumuodossa. Aikataulut ovat melko karkeasti laadittuja, eikä niihin ole tehty lohkojakoa, eikä tehtävien välisiä riippuvuuksia ole esitetty selkeästi (kuva 17).



Kuva 17. Pientalotyömaan jana-aikataulumuotoinen yleisaikataulu. Kohde koostuu kolmesta kaksikerroksisesta rivitalosta A, B ja C (6+7+6=19 asuntoa). Lohkojako ei ole tehty, eikä tehtävien välisiä riippuvuuksia ole esitetty.

Jotta yleisaikataulua voitaisiin käyttää nykyistä paremmin hyödyksi urakoitsijoiden ohjauksessa ja urakoitsijasopimusten pohjana, olisi syytä harkita siirtymistä tarkempaan aikataulusuunnitteluun ja paikka-aikakaavio -muotoiseen aikatauluun, johon tehdään lohko- ja osakohdejako.



Kuva 18. Esimerkki jana-aikataulumuodossa ja paikka-aikakaaviomuodossa esitetyistä yleisaikatauluista. Aikataulut kuvaavat samaa kohdetta. Paikka-aikakaavioon on tehty lohko- ja osakohdejako. Paikka-aikakaavio paljastaa potentiaaliset ongelmakohdat, kuten päällekkäiset työvaiheet ja työvaiheiden välisen hukka-ajan.

Tuotannon suunnittelu, ohjaus ja valvonta ovat huomattavasti hallitumpaa, kun aikataulu laaditaan niin, että tehtävät mitoitetaan tarkasti osakohteittain, LVIS-työt yksilöidään ja sovitetaan yhteen rakennusteknisten töiden kanssa, tehtävien väliset riippuvuudet esitetään selkeästi ja resurssien käyttö suunnitellaan tehokkaaksi. Tämä mahdollistaa myös urakoitsijoiden tiukemman sitouttamisen aikataulun mukaiseen toteutukseen. Lisäksi urakoitsijoiden on helpompi ennakoida resurssien tarvetta, ja näin ollen myös varmistaa niiden saatavuus tietyllä ajanjaksolla. Hyvin suunniteltu yleisaikataulu on perusedellytys onnistuneelle rakennushankkeelle. Nykyisellä tarkkuudella laaditut yleisaikataulut eivät tue edellä mainittuja asioita.

Täytyy myös muistaa, että pelkkä yleisaikataulu ei riitä tarkkuutensa puolesta tuotannon ohjaukseen, vaan eri rakennusvaiheet täytyy aikatauluttaa tarkemmin rakentamisvaihe-aikatauluina. Rakentamisvaiheaikataulut pohjautuvat yleisaikatauluun, joten niidenkin laadinnan kannalta on tärkeää, että yleisaikataulun tarkkuus on riittävällä tasolla.

### 6.2.2 Taloteknisten töiden johtaminen

Kysyttäessä syitä jo ilmi tulleeseen taloteknisten töiden aikataulussa pysymättömyyteen, esille nousi työmaatoimihenkilöiden kyky johtaa ja ohjata talotekniikka-asennuksia. Taloteknisten töiden ohjaus, koordinointi ja valvonta työmaalla ovat hyvin pitkälti vastaavan työnjohtajan ja työnjohtajien vastuulla. Tämä saattaa tuottaa ongelmia osalla työmaista, koska talotekniikka-asioiden asiantuntemus työmaalla ei aina ole sellaisella tasolla, että talotekniset työt saataisiin etenemään ongelmitta ja rinta rinnan rakennusteknisten töiden kanssa. Tilanne on toisaalta ymmärrettävä, koska työmaatoimihenkilöiden koulutukseen ei ole kuulunut talotekniikan opintoja. Mutta toisaalta pientalotyömaiden talotekniset työt ja - järjestelmät ovat melko yksinkertaista tekniikkaa ja niiden sisäistäminen pitäisi onnistua muutaman työmaan kuluessa. Suurimmat ongelmat syntyvätkin sovitettaessa taloteknisiä töitä yhteen rakennusteknisten töiden kanssa. Myös töiden valvonta ontuu ajoittain.

Ihannetilanteessa talotekniikkaurakoitsijalla on oma ja aktiivinen työnjohto, joka ohjaa ja valvoo tuotantoa, vierailee työmaalla säännöllisesti ja toimii yhteistyössä pääurakoitsijan työnjohdon kanssa. Toki tällaisiakin urakoitsijoita löytyy, ja heidän kanssaan tehdään yhteistyötä tälläkin hetkellä.

Pääurakoitsijan ja talotekniikkaurakoitsijoiden välistä yhteistyötä olisi syytä tiivistää ja ulottaa yhteistyö alkamaan jo ennen kohteen rakentamisvaihetta. Taloteknisistä töistä olisi hyvä laatia taloteknisten töiden aikataulu yhdessä urakoitsijan kanssa. Jos pääurakoitsija laatii aikataulun itse, tehtävää hankaloittaa yleisten työmenekkitietojen puute. Kun aikataulu laaditaan yhdessä talotekniikkaurakoitsijan kanssa, saadaan aikataulusta realistinen, koska talotekniikkaurakoitsija tietää hyvin omat työsaavutuksensa ja käytettävissä olevat resurssinsa.

Myös rakentamisen aikaista yhteistyötä olisi hyvä tiivistää esimerkiksi säännöllisillä urakoitsijapalavereilla. Palavereissa suunniteltaisiin tulevien viikkojen työt urakoitsijan kanssa. Näin varmistetaan ennalta esimerkiksi se, että urakoitsija osaa varata tulevaan työvaiheeseen tarvittavat resurssit sekä tilata tarvittavat materiaalit ajoissa. Oletuksena ei voi olla, että urakoitsijalle riittää puhelinsoitto viikkoa ennen työvaiheen alkamista ja urakoitsija saa tässä ajassa hoidettua työntekijät ja materiaalit työmaalle. Ennakointia tarvitaan.

### 6.2.3 Urakoitsijavalinnat

Haastateltaessa työmaatoimihenkilöitä ja kysyttäessä, onko eri aliurakoitsijoilla vaikutusta rakentamisajan pituuteen, olivat vastaajat yksimielisiä siitä, että kyllä on. Samoihin työtehtäviin erikoistuneiden aliurakoitsijoiden ammattitaidossa, aikataulun pitävyydessä, laadussa sekä oman työn suunnittelussa ja valvonnassa koettiin olevan todella suuria eroja eri urakoitsijoiden kesken. Erityisesti negatiivinen kritiikki kohdistui paljon käytettyihin maanrakennus- ja LVI-urakoitsijaan.

Toistuviksi ongelmiksi tiettyjen urakoitsijoiden kohdalla mainittiin juuri aikataulujen pitämättömyys, aliurakoitsijan oman ja ammattitaitoisen työjohdon puute, puutteet työn suunnittelussa ja valvonnassa sekä laatuongelmat. Vaikka kaikki ongelmat eivät esiintyisikään yhdessä ja yhdellä urakoitsijalla, saattaa millä tahansa edellä mainituista asioista olla negatiivinen vaikutus kohteen rakentamisaikaan. Etenkin, jos kyseessä on tahdistava, seuraaviin työvaiheisiin riippuvuussuhteessa oleva työvaihe. Yhden työvaiheen myöhästyminen voi pahimmillaan myöhästyttää kymmentä seuraavaa työvaihetta ja kerrannaisvaikutusten kanssa vaikutus koko rakentamisajan pituuteen voi olla yllättävän suuri.

Aliurakoitsijoiden valinnassa suurin valintaan vaikuttava kriteeri on luonnollisesti tarjottu urakkasumma. Etenkin siinä tapauksessa, jos yksi tarjous on selvästi muita edullisempi. Olisi kuitenkin aiheellista miettiä, kuinka paljon edullisempi tarjotun urakkasumman tulee olla, jotta urakoitsijan käyttäminen on kannattavaa, kun huomioidaan tiedossa olevat ja toistuvat ongelmat sekä niiden aiheuttamat kerrannaisvaikutukset. On myös huomiotava, että tiettyjen aliurakoitsijoiden kanssa toimiminen syö valtavasti työmaatoimihenkilöiden aikaa ja resursseja. Tämä aika on pois jostain muusta tärkeästä ja siitä kärsii esimerkiksi muun tuotannon ohjaus laadunvalvonta.



#### 6.2.4 Urakoitsijoiden sitouttaminen aikatauluun

Rakennustyömailla hyvin suuri osa ajasta kuluu odotukseen, jopa useita kymmeniä prosentteja kokonaisajankäytöstä. Silloin ei voida puhua kovinkaan tuottavasta työstä. Odotusta esiintyy paljon työvaiheiden välissä, etenkin sisävalmistusvaiheessa. Hyvin suuri osa odotuksesta on sitä, että urakoitsijan odotetaan saapuvan työmaalle, vaikka vapaata mestaa on ollut jo pidemmän aikaa.

Syitä siihen, miksi urakoitsijat eivät ole työmaalla, kun pitäisi, löytyy useita. Yksi perimmäinen syy löytyy yleisaikataulusta. Aiemmin kerrottiin, että yleisaikataulu on monesti liian karkealla tasolla laadittu, tehtävien välisiä riippuvuussuhteita ei ole määritetty ja se on esitetty jana-aikataulumuodossa. Nykyinen jana-aikataulu ei paljasta tehtävien väliin mahdollisesti jääviä hukka-aikoja, eikä toisaalta myöskään tehtävien päällekkäisyyksiä. Näin ollen sen avulla on hankala ohjata ja toisaalta myös sitouttaa urakoitsijoita aikataulun mukaiseen toteutukseen, etenkin jos selkeitä osakohdekohtaisia tavoitteita ei ole määritetty.

Yksi syy odotukseen on myös se, että urakoitsijat ovat tottuneet siihen, että mitään sanktioita tai seuraamuksia ei tule, vaikka saapuisivatkin viikon verran myöhässä työmaalle. Tässä asiassa voisi harkita tiukemman linjan ottamista pääurakoitsijan puolelta, erityisesti sellaisissa tapauksissa, kun urakoitsija myöhästyy merkittävästi urakkasopimuksen ja yleisaikataulun mukaisesta tehtävän aloituspäivämäärästä.

#### 6.2.5 Kannustavat maksuperusteet urakkasopimukseen

Urakoitsijoiden heikko sitoutuminen aikataulun mukaiseen toteutukseen koettiin ongelmalliseksi valtaosalla työmaista. Liian tiukalla ja ehdottomalla tavalla, kuten viivästyssakkoilla puuttuminen urakoitsijoista johtuviin työvaiheiden viivästyksiin voi kuitenkin johtaa entistä huonompaan yhteistoimintaan tai urakoitsijasuhteiden menettämiseen. Toisaalta viivästyssakkojen langettaminen aika ajoin aiheellisissa tilanteissa toimisi varoittavana esimerkkinä muillekin urakoitsijoille.

Asiaa voisi lähestyä myös toisesta näkökulmasta, luomalla pelon ilmapiirin sijaan työhön ja yhteistoimintaan kannustavan vaihtoehdon. Tällainen voisi olla kannustavien maksuperusteiden luominen urakkasopimukseen, eli urakoitsijalle maksettava urakkasumma on suurempi, jos työ on valmis sovittuun ajankohtaan mennessä tai ennen sitä.

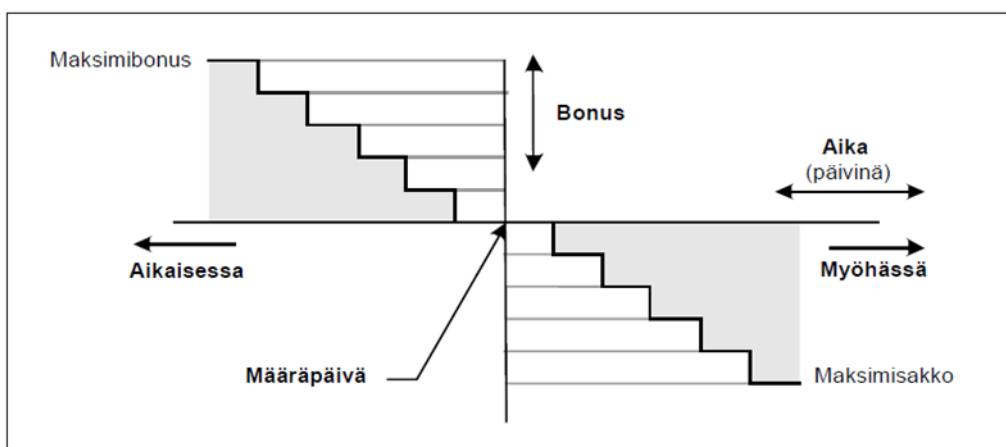
Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT on tutkinut kattavasti kannustavien maksuperusteiden käyttöä rakennushankkeissa ja tehnyt aiheesta kaksi julkaisua. Seuraavassa kerrotaan tiivistetysti ja suurin lainauksin kannustavien maksuperusteiden tarkoituksesta ja toimintaperiaatteesta:

Toimintamallit, joissa jaetaan yhtäältä riskejä toteutettavasta kokonaisuudesta ja toisaalta palkkiot onnistuneesta suorituksesta, kannustavat osapuolia parempaan yhteistyöhön ja innovatiivisuuteen. Rakentamisessa perinteisesti käytettävät kilpailuttamismenettelyt, joustavuuden eliminoivat sopimukset ja niiden maksuperusteet eivät kuitenkaan tue uutta ajattelua. Kannustavilla sopimuksilla pyritäänkin linjaamaan urakoitsijan tavoitteet tilaajan tavoitteiden kanssa sitomalla urakoitsijalle tuleva hyöty osittain sellaisiin tuloksiin, jotka ovat tilaajan kannalta tärkeitä. Tilaajan tavoitteet muodostuvat näin koko hankkeen toteutusta ohjaavaksi johtoajatuksiksi. Ajatuksena on toimia tavalla, jossa molemmat osapuolet hyötyvät yhteistyöstä. [4, s.3-9]

Rakennustyö voidaan periaatteessa toteuttaa vaikkapa laskutyöurakalla, jossa urakoitsijalle maksetaan kaikki syntyvät suorat kustannukset sekä kustannuksiin sidottu korvaus. Kustannusriskin ollessa tilaajalla tämä johtaa helposti budjetin ylittymiseen. Muun muassa tästä syystä on luonnollista, että perinteinen sopimuskäytäntö nojautuu maksuperusteiden osalta pitkälti kiinteähintaisiin sopimuksiin, joissa rakentamisen kustannusriski on urakoitsijalla. Tämä malli ei kuitenkaan tue ponnistelua tilaajan tavoitteiden täyttämiseksi, koska urakoitsija saa katteensa omista tavoitteistaan kiinni pitämällä. [4, s.13]

Aikaperustaisessa palkkiojärjestelmässä sopimus sisältää aikataulutavoitteen täyttymiseen liittyvän bonuksen ja sakon; urakoitsija palkitaan bonuksella tämän saattaessa työt loppuun sovittua tiettyä ajankohtaa nopeammin, kun hitaammasta valmistumisesta seuraa puolestaan sakko [4, s.31]

Palkkio nopeasta toteutuksesta eli välitavoitteiden saavuttamisesta tai projektin loppuunsaattamisesta ennen määräpäivää, voidaan määrittää kuten kuva 19 esittää. Tässä mallissa bonus ja myöhästymissakko kasvavat suoraviivaisesti päivien luku-määrän mukaan, eli kokonaisbonus on päiväbonus kerrottuna aikataulutavoitteen allittavien päivien lukumäärällä. [4, s.32]



Kuva 19. Bonus aikataulun allittamisesta ja sakko ylittymisestä.

Rahallisen kannustimen käyttö aikataulun lyhentämiseksi on tarkoituksenmukaista, jos urakoitsijalle maksettava bonus on korkeintaan tilaajalle koituvien suorien ja epäsuorien kustannussäästöjen suuruinen ja samalla suurempi kuin urakoitsijalle aikataulun nopeuttamisesta aiheutuvat lisäkustannukset. Nopeutettu toteutus aiheuttaa urakoitsijalle tavallisesti laite- ja työvoimakustannusten nousua. Samoin tuotantoteknologian ja -menetelmien vaihto tai esivalmistusasteen nosto voivat nostaa kustannuksia. [4, s.33]

Tarkoituksenmukaisen normaalisuoritustason määrittäminen on yksi tärkeimmistä tehtävistä myös toteutuksen keston perustuvassa kannustinjärjestelmässä. Lähtökohtana toimivat tavanomaiset aikataulusuunnittelun menettelyt ja aiempien hankkeiden toteutumatiiedot. Lähtötason ei kuitenkaan pidä olla niin vaatimaton, että urakoitsija saa bonuksen projektin nopeasta loppuunsaattamisesta ilman erityistä pyrkimystä tähän. Myös päätöksen perustana olevan aikataulun dokumentointi on tärkeää mahdollisia määräpäiväehtojen muutostarpeita varten. [4, s.34]

Aikataulullisten välitavoitteiden täyttymisen seuraaminen voi perustua urakoitsijan määräajoin, esimerkiksi kuukausittain, toimittaman päivitetyn aikataulun arviointiin tai muiden selkeästi määritettävissä olevien välitavoitteiden täyttymiseen. [4, s.35]

Kannustimista on saatu hyviä ja vaikuttavia kokemuksia. Hankkeissa on päästy hyvin radikaaleihin aikasäästöihin, eli toteutusaikataulua voidaan usein lyhentää merkittävästi aikatauluun perustuvalla kannustinjärjestelmällä, eikä kyseessä siten ole vain nimellinen tai merkityksetön muutos toiminnassa. Yleisesti ottaen nopea toteutus ei saatujen kokemusten perusteella ole vaikuttanut saavutettuun laatutason. Joissain tapauksissa tilaajat ovat kuitenkin havainneet keskimääräistä korkeampilaatuisen lopputuotteen, koska urakoitsijat ovat aikataulupaineessa pyrkineet minimoimaan uudelleen tekemisen riskin. [4, s.36]

Nopean toteutuksen käyttöön palkkioperusteena liittyy selkeiden etujen lisäksi myös muita huomioon otettavia tekijöitä:

- Toteutusaikataulun lyhentäminen rahallisten kannustimien avulla nostaa projektin kokonaisinvestointikustannuksia. Lisäkustannuksia aiheuttavat paitsi bonukset myös itse kannustinjärjestelmän käyttö. Esimerkiksi tavoitteiden täyttymisen seuraamisesta aiheutuu hallinnollisia kustannuksia.
- Ajan arvon määrittäminen voi olla vaikeaa erityisesti, jos tarkastelu laajennetaan epäsuoriin kustannuksiin. Kustannussäästöjen tulee lähtökohtaisesti kuitenkin mahdollistaa nopea toteutus kannattavasti.
- Hintatarjouksilla on taipumus nousta käytettäessä aikataulutavoitetta kannustinkriteerinä. Syynä ovat nopeutetun toteutuksen sisältämät riskit, joita ovat yleensä korotettu myöhästymissakkoriski ja pidennetyn viikoittaisen työajan toteuttamiseen liittyvät työvoimapolitiittiset riskit. [4, s.36]

Räätälöimällä maksuperuste hankekohtaisten vaatimusten mukaiseksi kannustimien avulla näyttää olevan mahdollista saavuttaa merkittäviä etuja perinteisiin käytäntöihin verrattuna. Yleensä kannustimia käyttämällä voidaan sopimusosapuolten tavoitteet suunnata paremmin kokonaishankkeen etujen mukaisesti. Palkkio-osuudet ja tulosodotukset voidaan linjata noudattamaan hankkeen vastuunjakoja. Karitoituksen aineisto ja sen taustalla olevat kokemukset tukevat selkeästi kannustimien käyttöä. Kannustimien käytön tuloksena toiminta tehostuu, kun päätöksenteko nopeutuu ja osapuolten välinen tiedonvaihto ja yhteistyö sujuvat. Kannustimet rohkaisevat innovaatioihin, mikä johtaa pitkällä tähtäimellä alan kehittymiseen. [4, s.131]

Kannustavat maksuperusteet ovat osoittautuneet toimivaksi keinoksi rakentamisaikojen lyhennykseen. Niiden käyttöönotto vaatisi kuitenkin melko laajan pohjatyon, jotta varmistetaan tarkoituksenmukainen toiminta ja lopputulos.

VTT:n esimerkissä maksuperusteisiin on liitetty bonuksen lisäksi myös sakkokertymä, tavoitteen mukaisesta aikataulusta viivästyttäessä. Kannustinjärjestelmä voisi toimia paremmin ilman rangaistuspykälää, jolloin mahdollisen sakkokertymän tuomaa lisäkustannusta ei ole huomioitu urakoitsijoiden tarjouksissa tarjoushintoja korottavana tekijänä. Tämä saattaisi heijastua myös parempana yhteishenkenä ja sitä kautta yhteistyön tiivistymisenä ja tuotannon tehostumisena. Sakkopykälät olisi syytä jättää pois ainakin ensimmäisissä kohteissa, koska järjestelmän käyttö ei ole entuudestaan tuttua sopijaosapuolille, eikä järjestelmän toimivuudesta ole kokemuserusteista varmuutta.

Jotta järjestelmä olisi toimiva, sen tulisi olla yksinkertainen. Järjestelmän hallinta ei saisi aiheuttaa kohtuuttoman paljon työtä ja kustannuksia. Järjestelmän käyttö ja tulkittavuus tulisi olla yksiselitteistä ja aukotonta, jotta riitatilanteissa aiheutuvia näkemyseroja ei pääsisi syntymään.

Urakoitsijoista johtumattomat töiden viivästykset saattaisivat aiheuttaa ongelma- ja riitatilanteita. Jos kuvitellaan esimerkiksi tapaus, jossa yhden urakoitsijan urakkasuorituksen viivästyminen aiheuttaa kymmenen seuraavan urakoitsijan suorituksen viivästyminen, menettävätkö kaikki bonuksensa? Tällaisissa tilanteissa ratkaisuna voisi olla se, että kukin urakoitsija saa bonuksensa kuten normaalitilanteessakin, mikäli suorittaa työn valmiiksi samassa ajassa tai nopeammin, kuin alkuperäisessä sopimuksessa. Eli työn kokonaiskesto pysyisi samana, ainoastaan aloitus siirtyisi. Tosin tässä tapauksessa kärsijän roolissa olisi tilaaja, koska rakentamisaika ei lyhenisi ja urakoitsijoille maksettaisiin silti bonukset.

Töiden suorittaminen mahdollisimman nopeasti ja alle aikataulun mukaisten tavoitteiden, saattaa johtaa siihen, että töiden nopeuttaminen tehdään muiden osa-alueiden, kuten laadun ja työturvallisuuden kustannuksella. Tämä olisi ehkäistävässä lisäämällä kannustaviin maksuperusteisiin yhtenä osa-alueena myös virheettömyyden ja työturvallisuuden.

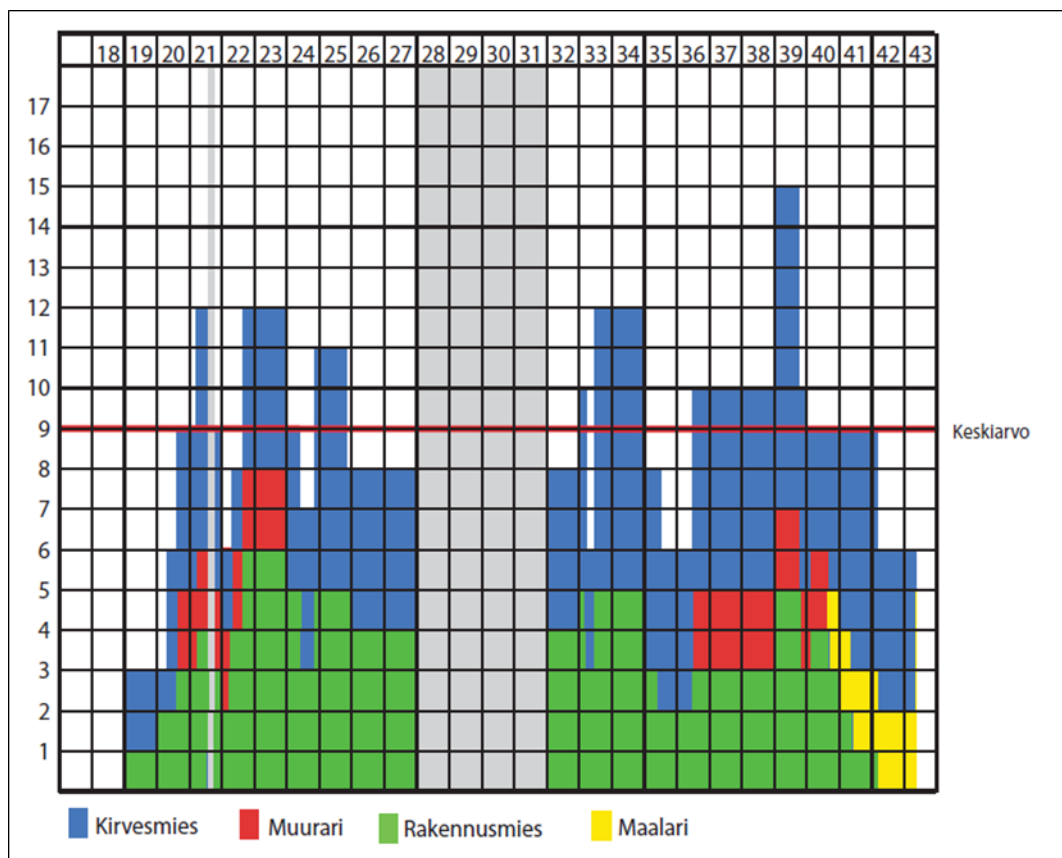
Kannustavat maksuperusteet sisältävät paljon sekä riskejä että mahdollisuuksia. Kehitystyötä vaadittaisiin, mutta toisaalta se olisi toimiessaan hyvin potentiaalinen vaihtoehto hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. YIT:n kokoisessa yrityksessä toimivan järjestelmän kehittämiseen tarvittavan työmäärän ei luulisi aiheuttavan kohtuuttoman suuria kuluja mahdollisiin hyötyihin nähden.

Pientalotyömailla urakkasummat eivät ole kovinkaan suuria, joten jo pieneltäkin tuntuva, hankkeen tulostavoitteeseen nähden melko vähäisen vaikutuksen omaava bonussumma saattaisi motivoida urakoitsijoita huomattavan paljon, ja näin ollen palautua takaisin maksajalleen rakentamisajan lyhentymisen tuomien kustannussäästöjen muodossa.

#### 6.2.6 Työvoimaresurssien varmistaminen

Rakennushankkeiden työvoimaresurssien tarve vaihtelee kohteesta ja työvaiheesta riippuen. Samoin vaihtelee työvoimaresurssien saatavuus, riippuen mm. käynnissä olevien rakennuskohteiden määrästä sekä toteutetaanko työt omana työnä vai aliurakoina.

Loogisesti ajateltuna rakennuskohde valmistuu sitä nopeammin, mitä enemmän resursseja lisätään. Tiettyyn pisteeseen saakka näin onkin, mutta työn tuottavuus laskee viimeistään siinä vaiheessa merkittävästi, kun työt ruuhkautuvat esimerkiksi rakenteiden kuivumisaikojen tai kalustorajoitteiden vuoksi. Korkean työvoimaresurssimäärän ansiosta saavutettu rakentamisajan lyheneminen ja siitä johtuva kustannussäästö menetetään helposti korkeina työvoima- ja kalustokustannuksina. Tulisi löytää optimaalinen suhde työvoimaresurssien lisäämisen ja kohtuullisen kustannustason välillä. Kuvassa 20 on esimerkki työvoimaresurssien tarpeesta yhden työvaiheen aikana.



Kuva 20. Esimerkki työvoimaresurssien tarpeesta yhden työvaiheen aikana. Tarvittava resurssimäärä on keskimäärin yhdeksän henkilöä.

Haastattelujen perusteella työvoimaresurssien riittämättömyyden koettiin pidentävän rakentamisaikoja useissa kohteissa. Etenkin useat vastaavat työnjohtajat olisivat kaivanneet lisäresursseja rakennusteknisten töiden suorittamiseen. Lisäresursseja kaivattiin erityisesti niillä työmailla, joilla rakennustekniset työt on toteutettu aliurakkana. Kritiikkiä sai useilla yksikön työmailla käytetty aliurakoitsija. Vastaavasti sama urakoitsija sai toisilta työmailta kehuja. Ongelmaksi koettiin urakoitsijan työvoimaresurssien vaihteleva määrä eri työmaiden välillä: joskus urakoitsijalla on toimittaa runkovaiheessa olevalle työmaalle kolme työntekijää, joskus taas 13.

Tässäkin asiassa korostuu todellisten määrien ja menekkien perusteella mitoitettu yleis-aikataulu, jossa resurssien käyttö on suunniteltua ja tehtäviin asetettujen työryhmien koko on määritelty. Näin työvoiman käyttöä pystytään ennakoimaan ja urakoitsija osaa varata hyvissä ajoin oikean määrän työntekijöitä kuhunkin työvaiheeseen. Sama koskee myös omalla työvoimalla tehtäviä kohteita.

Ongelma on tässäkin tilanteessa sama kuin aikataulussa pysymisen kanssa: aliurakoitsija pitäisi saada sitoutumaan paremmin yleisaikataulun mukaisten työvoimaresurssien toimittamiseen työmaalle.

Rakentamisajan lyhenemisen kannalta työvoimaresurssien määrän tärkeys korostuu etenkin runkovaiheesta väliseinä- ja levyalakattotyöhön saakka. YIT Rakennus Oy:n Asuintalot Uusimaa -yksikön pientalokohteissa on lähes poikkeuksetta useampi toisistaan erillään oleva talo. Talojen määrä vaihtelee, yleensä se on kahden ja kymmenen talon väliltä. Useamman erillisen talon rungon pystyttämiseen kuluu yhdeltä työryhmältä kohtuuttoman pitkä aika. Tehokkaan tuotannon kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että rakennuksen katto saadaan mahdollisimman nopeasti vedenpitäväksi sekä rakenteiden kuivatusprosessi ja sisävalmistusvaiheen työt käyntiin. Työvoimaresurssien riittävyys mahdollistaa sen, että useampaa taloa voidaan pystyttää samanaikaisesti. Tässäkin asiassa korostuu yleisaikataulun lohkojaon tärkeys: kun runko saadaan valmiiksi ja katto vedenpitäväksi yhdessä kohteen lohkoissa, voidaan sisävalmistustyöt aloittaa aikaisemmin, kuin jos rungot rakennettaisiin kerralla valmiiksi koko kohteessa. Sisävalmistustöiden aikaisemman aloituksen ansiosta koko rakentamisaikaa voidaan lyhentää merkittävästi.

Asuintalot Uusimaa -yksiköllä on viime ajoilta pari hyvää kokemusta runkovaiheen nopeasta suorittamisesta pientalotyömailla. Näissä kohteissa työvoimaresurssien määrä varmistaa nopean pystytyksen ja runkovaiheen valmistumisen huomattavasti alle yleisaikataulun mukaisen toteutuksen. Tämä etu tosin menetettiin ainakin toisella työmaalla hitaasti edenneiden taloteknisten - ja sisävalmistusvaiheen töiden vuoksi.

### 6.2.7 Tuotantosuunnitelmien laadinta ennen rakentamisen aloitusta

Rakennushankkeiden tuotannon hallittu läpivienti edellyttää paljon ennakkointia. Huolellisesti suoritettu tuotannon suunnittelu luo edellytykset hankkeen tuotanto- ja kustannustehokkaalle sekä laadukkaalle ja turvalliselle toteutukselle. Ennen rakentamisen aloittamista tulisi laatia kohdekohtaiset tuotantosuunnitelmat. Hankkeiden tuotantosuunnitelmiin kuuluu muun muassa

- yleisaikataulu
- aluesuunnitelma
- tavoitearvio
- hankelaskelma
- hankintasuunnitelma / hankintastrategia
- laatu- ja kosteudenhallintasuunnitelma
- työmaan turvallisuussuunnitelma ja riskianalyysi
- resurssi- ja työvoimasuunnitelma.

Tuotantosuunnitelmien laadintaan ja kohteeseen tutustumiseen sekä piirrosten ja suunnitelmien tarkastamiseen tulisi varata reilusti aikaa ennen rakentamisen aloittamista. Tuotantosuunnitelmien tulisi olla valmiit ennen rakentamisen aloittamista. Haastattelujen perusteella tämä ei kuitenkaan toteudu kaikissa kohteissa. Osa kohteista käynnistetään nopeasti heti aloitusluvan saamisen jälkeen, jolloin tuotannon huolelliselle ja ennakoivalle suunnittelulle ei jää aikaa. Aikaa tuotannon suunnitteluun tulisi varata vähintään kuukausi.

Huolellisella tuotannon suunnittelulla voidaan välttyä monilta potentiaalisilta ongelmilta. Esimerkiksi rakenne- ja elementtisuunnitelmista löytyy monesti virheitä. Jos nämä virheet havaitaan vasta rakentamisen yhteydessä, saattavat työt keskeytyä pahimmassa tapauksessa kokonaan pitkäksi aikaa, aiheuttaen samalla huomattavia viivästyksiä yleisaikataulun mukaiseen toteutukseen nähden. Nämä virheet on mahdollista havaita ennakoon ja asiaan ehditään reagoida hyvissä ajoin ennen toteutusta.



Ennakkosuunnittelun yhteydessä varmistetaan myös aloitusedellytykset rakentamiselle. Tällaisia ovat esimerkiksi viranomaisille tehtävät ilmoitukset ja kriittiset hankinnat, kuten elementit ja raudoitukset.

Huolellisella ennakkosuunnittelulla ei voi hävitä mitään, mutta sillä voi olla huomattava vaikutus rakentamisaikaa lyhentävänä tekijänä.

#### 6.2.8 Suunnittelun ohjauksen toiminta ja päätökset

Suunnittelun ohjauksella tarkoitetaan suunnittelijoiden, kuten arkkitehti- ja rakennesuunnittelijoiden ohjaamista ennalta asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Suunnittelun ohjauksesta vastaa rakennuttaja. Omaperusteisessa asuntotuotannossa rakennuttaja ja pääurakoitsija ovat yksi ja sama yritys, tässä tapauksessa YIT Rakennus Oy. Suunnittelun ohjauksesta vastaa projektikohtaisesti nimetty henkilö, yleensä projektipäällikkö.

Suunnittelijoiden ja rakennuttajan näkemykset ja odotukset kohteen lopputuloksesta eroavat usein hyvinkin paljon toisistaan. Rakennuttajan intresseissä saattaa olla kustannustehokkuus; yksinkertaiset ja helposti toteutettavat rakenneratkaisut, tehokas tilankäyttö ja edulliset rakennusmateriaalit. Arkkitehdilla puolestaan näyttävä kokonaisuus; suurilla ikkunoilla varustetut valoisat ja avarat asunnot, eri rakennusmateriaaleja yhdistävä esteettinen julkisivu sekä runsaat viheralueet ja pergolarakenteet.

Suunnittelun ohjaajalla on tärkeä rooli, jotta saavutettaisiin rakennuttajan kohteelle asetamat tavoitteet. Suunnittelun ohjaajalla on suurin vaikutusvalta suunnittelijoihin, eli viime kädessä hän päättää, kaavamääräysten sallimissa puitteissa, millaisia suunnitteluratkaisuja käytetään ja millainen kohteesta loppujen lopuksi tulee. Suunnittelun ohjaajan päätettävissä on myös rakenteiden ja rakennusosien esivalmiusaste, eli toteutetaanko esimerkiksi betonirakenteet elementeistä vai paikalla valaen. Tämä tarkoittaa samalla sitä, että suunnittelun ohjaaja tekee päätökset, joilla on suurin vaikutus rakentamisajan pituuteen, eli rakennussuunnitteluratkaisut ja erityisesti rakenneosien esivalmiusastetta koskevat ratkaisut.

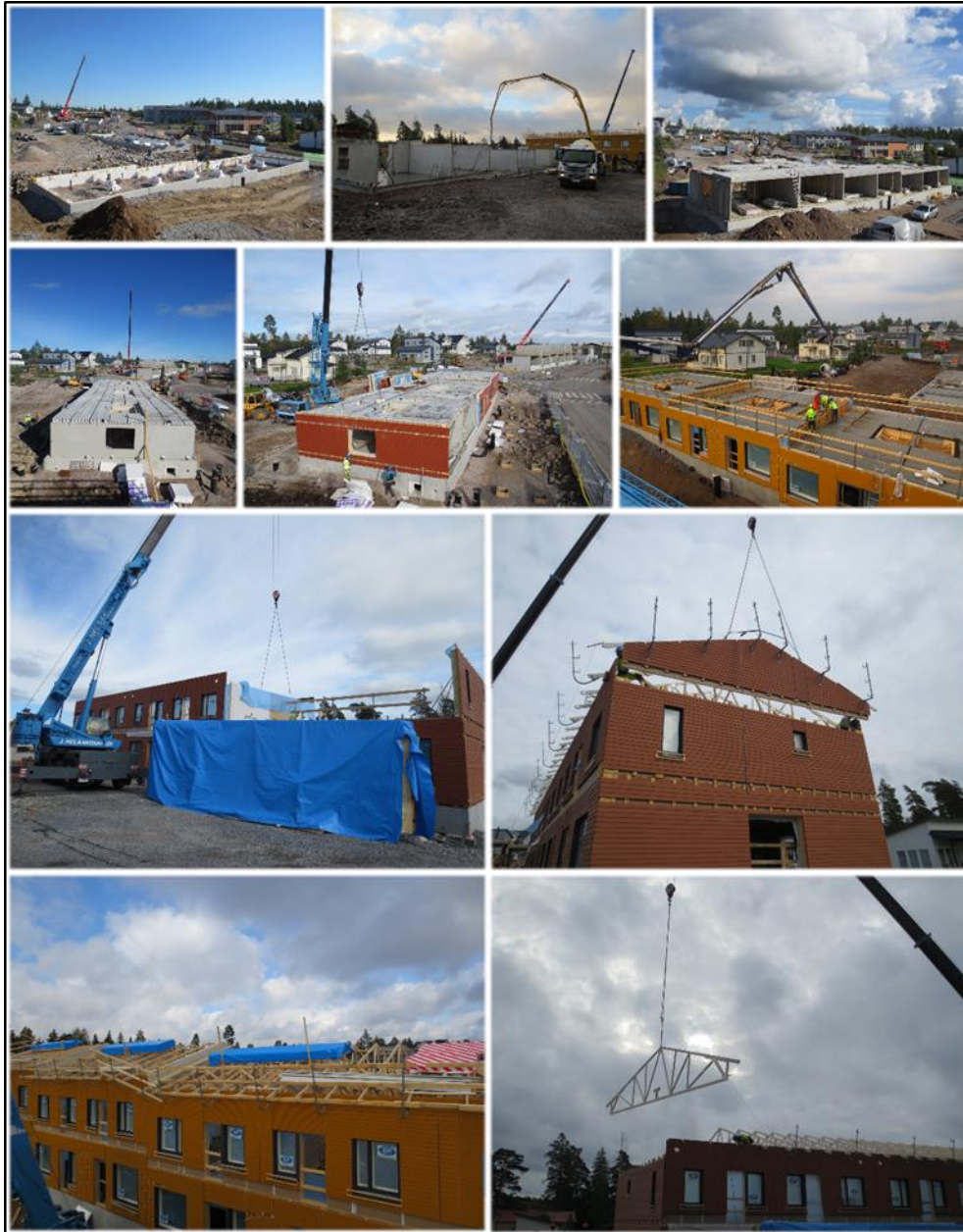
On erittäin tärkeää, että suunnittelun ohjaajalla itsellään on kattava kokemus alalta ja kyky ymmärtää rakenteiden toteutettavuutta tuotannon näkökulmasta. Työmailta kerätyn palautteen perusteella monissa kohteissa on edelleen rakenteita, jotka ovat hitaita ja hankalia toteuttaa, ja rakenteita, jotka olisi pienillä muutoksilla mahdollista toteuttaa korkeammalla esivalmiusasteella. Nämä eivät vaikuta pelkästään rakentamisaikaan, vaan aiheuttavat samalla lisäkustannuksia korkean työmäärän takia. Vaikka onkin totta, että jotkin nykyiset rakenneratkaisut eivät ole tuotannollisesti loppuun asti hiottuja, on työmailta saatuun palautteeseen suhtauduttava silti kriittillä. Jos tuotannosta vastaavat henkilöt saisivat päättää, olisi todennäköistä, että kaikki rakenteet olisi yksinkertaistettu äärimmilleen, talot olisivat kantti kertaa kantti -tyylisiä ja käytettävät materiaalit valikoituisivat niiden asennusnopeuden perusteella. Täytyy ajatella asiaa myös asiakkaan näkökulmasta: liian pelkistetty kokonaisuus ei ole viihtyisä tai houkutteleva, eikä näin ollen myy hyvin.

Suunnittelun ohjauksen ja tuotannon välistä yhteistyötä tulisi tiivistää. Suunnittelun ohjaajan olisi hyvä kuunnella työmailta saatavaa palautetta ja kehittää toimintaa yhteistyössä tuotantohenkilöstön kanssa. Lisäksi tulisi pyrkiä käyttämään mahdollisimman paljon tuotteistettuja tai muita tehokkaan tuotannon mahdollistavia ratkaisuja.

#### 6.2.9 Tilaelementit

Ainoa yksittäinen keino, jolla rakentamisaikaa saadaan lyhennettyä todella merkittävästi, on rakennusosien esivalmiusasteen nosto. Työmaalla suoritettavasta rakentamisesta tulisi siirtyä yhä enemmän kokoamiseen, eli tehtävä entistä enemmän ja laajempia rakennusosia tehdasolosuhteissa, jotka vain asennetaan työmaalla paikoilleen.

Rakennusosien esivalmiusasteen nosto oli myös kaikkien haastateltujen henkilöiden mielestä suurin vaikuttava tekijä, mikäli rakentamisaikoja halutaan lyhentää nykyisestä. Nykytilanteessa rakennusosien esivalmiusaste on Asuintalot Uusimaa -yksikössä melko alhainen, ja työmaalla tehtävää työtä on todella paljon. Tällä hetkellä valmiina toteutetaan ainoastaan: sokkelipalkkielementit, ala- ja välipohjaontelolaatat, kantavat betoniväliseinäelementit, betoniset tuulisideseinät, puurunkoiset ulkoseinäelementit, päätykolmiot, päätyräystäskasetit, kattoristikot sekä joissakin kohteissa piharakenteet, kuten terassit (kuva 21).



Kuva 21. Valmisosarakenteiden käyttöä Asuintalot Uusimaa -yksikön pientalokohteessa.

Tehokkain vaihtoehto rakennusosien esivalmiusasteen nostoon ja rakentamisajan lyhennykseen on tilaelementit. Tilaelementillä tarkoitetaan tehdasolosuhteissa valmistettua rakennuksen osaa, jossa on valmiina minimissään lattia-, katto- ja päätyseinärakenteet (kuva 22). Tilaelementtirakentamista kutsutaan myös moduulirakentamiseksi. Yksi asunto muodostuu yhdestä tai useammasta elementistä eli moduulista.



Kuva 22. Tilaelementit, joissa on valmiina lattia-, katto- ja seinärakenteet sekä sisä- ja ulkoverhoilu.

Yleensä tilaelementit pyritään tekemään mahdollisimman valmiiksi asti tehtaalla, eli niihin asennetaan myös talotekniikka, sisä- ja ulkoverhoilu, ovet ja ikkunat, keittiö- ja kylpyhuonekalusteet ja jopa kodinkoneet (kuva 23).



Kuva 23. Tilaelementti, johon on asennettu tehtaalla keittiökalusteet ja osa kodinkoneista.



Tilaelementit suojataan ja kuljetetaan kokonaisina rakennuskohteeseen. Ennen elementtien paikalleen asennusta, työmaalla tehdään perustukset ja liitännät talotekniikkaa varten. Jos tilaelementit on tehty mahdollisimman valmiiksi asti tehtaalla, ei työmaalla jää elementtien asennuksen jälkeen tehtäväksi välttämättä kuin talotekniikan kytkentä ja mahdollisten saumakohtien verhoilu.



Kuva 24. Tilaelementit valmistetaan tehdashallissa ja asennetaan paikoilleen nosturilla.

Tilaelementit ovat yleistyneet viime vuonna ja monet kilpailevat yritykset käyttävät niitä kohteissaan. Seuraavassa muutamia, eri julkaisuista poimittuja suoria lainauksia koskien tilaelementtejä:

Huoneistoelementit ovat erittäin kilpailukykyisiä matalissa kerrostaloissa ja rivitaloissa. Työmaalla tehdään vain perustukset ja katto. Työmaalta poistuvat putkimiehet, sähkömiehet, lvi-miehet, laattamiehet, kalustemiehet ja väliseinän tekijät. Lämpimenoaika on 2-4 kuukautta. [5, s.8]

Maksamme nykyisin tuplahintaa talojen designista, kun talot rakennetaan paikan päällä. Tehtaassa kaikki syntyy edullisemmin, tehokkaammin ja laadukkaammin. Lisäksi suunnittelijoiden pitää miettiä kustannuksia, koska suunnittelupöydällä syntyy 80–90 prosenttia talon kustannuksista. Maassamme on tuhlattu ja tuhlataan valtavasti rahaa ylikalliisiin seiniin. [6, s.10]

Asunnon kalleimmat osat eli keittiö, pesuhuone ja ilmastointi ovat moduulissa, joka valmistetaan sarjatuotantona tehtaassa, eikä perinteisesti työmaalla huonoissa oloissa. Rakennusala on täysin jäänyt jälkeen muusta maailmasta, koska jokainen talo on kuin prototyyppi. Sarjatuotantoajattelu puuttuu, eikä vanhentuneissa toimintamalleissa ymmärretä kustannusten kasvua. [6, s.10]

Menetelmällä saavutetaan jopa 50–70 prosenttia nopeampi rakennusaika perinteiseen elementtitekniikkaan verrattuna. Nopeuden lisäksi puupohjaisen moduulirakentamisen puolesta puhuvat laatu ja ekologisuus. [7.]

Täytyy muistaa, että edellä esitettyjen kommenttien takana on tilaelementtejä valmistavien yritysten edustajia, joten pieni lähdekritiikki on paikallaan. Mutta vaikka huomioitaisiin pieni liioittelu, on tilaelementtien edut silti kiistattomat nykyiseen rakennustapaan nähden. Pelkästään Suomen ilmasto on jo niin suuri vaikuttava tekijä, joka puhuu tilaelementtien puolesta. Nykyisellä rakennustekniikalla rakenteet ovat todella herkkiä altistumaan kosteudelle, etenkin sateiseen vuodenaikaan rakennettaessa. Rakenteet ovat pitkän aikaa säiden armoilla, ilman suojaa sateelta. Rakenteiden kuivana pysymiseen on alettu kiinnittää yhä enemmän ja enemmän huomiota, ja jatkossa tullaan todennäköisesti kiinnittämään vieläkin enemmän. Tilaelementit rakennetaan kuivissa tehdasolosuhteissa ja asennetaan paikalleen jopa yhdessä päivässä. Katosta saadaan nopeasti vedenpitävä, eivätkä rakenteet pääse kastumaan.



Kuva 25. Tilaelementtien asennus on parhaimmillaan hyvin nopeaa.

Tilaelementtien huonoina puolina voidaan pitää kuljetuksia ja niistä aiheutuvia kustannuksia. Tilaelementit kuljetetaan rakennuskohteeseen teitä pitkin, ja suurten tilaelementtien kuljetus saattaa vaatia erikoisjärjestelyä ja -kalustoa. Vaikka erikoisjärjestelyjä ja -kalustoa ei tarvittaisikaan, kertyy kuljetuksista suuret kustannukset, koska yhden ajoneuvoyhdistelmän kyytiin mahtuu maksimissaan yhden asunnon elementit. Toisaalta nykyisellä elementtitekniikallakin toteutettavissa kohteissa elementti- ja ontelolaattakuljetuksia kertyy paljon. Ja mikäli siihen lisätään vielä esimerkiksi välipohjan ontelolaattojen saumavalun ja raudituksen sekä tilaelementtirakentamiseen verrattuna moninkertaisesti suurempien nosturin käyttötuntien kustannukset, ei kustannuseron luulisi olevan merkittävän suuri.

Tilaelementtien kokoa rajoittaa kuljetusten lisäksi paino ja rakenteilta vaadittava lujuus. Nostojen ja kuljetuksen aikana elementtiin kohdistuu eri suunnista vaikuttavia voimia, joten rakenteilta vaaditaan poikkeuksellista lujuutta muodonmuutoksia vastaan.

Yhtenä tilaelementtien huonona puolena voidaan pitää myös muutostöiden toteutettavuutta. Muutostöillä tarkoitetaan asiakkaan toiveiden mukaan toteutettuja muutoksia normaaliin asunnon toimitussisältöön tai alkuperäisiin suunnitelmiin nähden. Tällaisia muutoksia voivat olla esimerkiksi sähkö- ja valaisinpistorasioiden lisäykset tai siirrot, pintamateriaalimuutokset kuten seinälaatoitusten laattamallin vaihto tai keittiön kiintokalusteisiin tehtävät muutokset. Nykyisellä rakennustavalla toteutettavissa kohteissa asiakkaan haluaman muutostyön tulee olla tilattu, muutoksesta riippuen, viimeistään noin kaksi viikkoa ennen kyseisen työn toteuttamista. Pidemmän toimitusajan tuotteiden, kuten esimerkiksi keittiökaluksien kohdalla tämä aika on luonnollisesti pidempi, noin kaksi kuukautta.

Jos rakennuskohde toteutettaisiin tilaelementeistä, olisi muutostöiden toteuttaminen huomattavasti hankalampaa, koska tilaelementtien valmistus täytyy aloittaa pian kohteen käynnistyspäätöksen jälkeen. Muutosten pitäisi olla tiedossa käytännössä heti, kun kohteen rakentaminen aloitetaan. Tällä hetkellä suuri osa asunnoista myydään vasta rakennustöiden käynnistyttyä. Asiakkaat pystyvät silti tekemään haluamiaan muutoksia vielä pitkään, jopa puoli vuotta rakennustöiden aloittamisesta. Tilaelementtien käyttö rajaa tässä mielessä asiakkaiden palvelua ja asuntojen muunneltavuutta. Tilaelementtejä voidaan kyllä valmistaa pienemmälläkin esivalmiusasteella, jolloin osa pintamateriaaleista, esimerkiksi parketit asennetaan vasta työmaalla. Toisaalta siinä taas menetettäisiin aikataulullista etua perinteiseen paikalla rakentamiseen nähden, ja se sotii muutenkin tilaelementtien perimmäistä tarkoitusta, eli mahdollisimman vähäistä työmaalla tehtävää työtä vastaan.

Muutostyöt koskevat yleensä vain omaperusteista asuntotuotantoa, mutta joissakin tapauksissa myös kilpailu-urakkakohteiden asumisoikeusasuntoja. Vuokra-asunnoiksi päätyvissä kilpailu-urakkakohteissa muutostöitä ei tehdä. Tilaelementit soveltuvatkin juuri sellaisiin kohteisiin erityisen hyvin, koska käytettävät materiaalit ja ratkaisut ovat tiedossa hyvin aikaisessa vaiheessa. Lisäksi kaikki asunnot toteutetaan pääosin saman kaavan mukaan ja samoilla materiaaleilla, joten asunnot ovat monesti lähes identtisiä keskenään. Tämä mahdollistaa sarjatuotantomaisen, hyvin nopean ja kustannustehokkaan toteutuksen.



## 7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli löytää toteutettavissa olevia menetelmiä ja toimenpiteitä, joilla pientalotyömaiden rakentamisaikojä olisi mahdollista lyhentää. Tavoitteena oli myös löytää nykyisestä tuotannosta tekijöitä, jotka vaikuttavat negatiivisesti rakentamisajan pituuteen.

Insinööriyön toteutus alkoi kattavalla perehtymisellä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja teoriaan. Työmaatoimihenkilöiltä sekä tuotannosta ja rakennuttamisesta vastaavilta henkilöiltä kerättiin aiheeseen liittyvää tietoa, sekä mielipiteitä ja kokemuksia henkilöhaastatteluin. Lisäksi insinööriyön tekijä käytti hyväkseen omakohtaisia tietoja ja kokemuksia, joita on kerryttänyt yksikössä työskennellessään.

Lähes kaikkien haastateltujen henkilöiden mielestä tuotannossa olisi selkeästi tehostamisen varaa ja rakentamisaikaa olisi mahdollista lyhentää nykyisestä. Perusasiat olisi saatava ensimmäiseksi kuntoon. Nykyisestä tuotannosta löydettiin useita pieniä epäkohtia, joita parantamalla päästäisiin jo huomattavasti parempaan lopputulokseen. Yksi lähtökohtainen asia on aikataulusuunnittelun kehittäminen ja yleisaikataulun luominen tavoitteellisemmaksi sekä tehtävien väliset riippuvuudet huomioivaksi. Hyvin suunniteltu yleisaikataulu on perusedellytys onnistuneelle rakennushankkeelle. Muiksi nykytuotantoa hidastaviksi tekijöiksi koettiin muun muassa LVIS-töiden ohjauksen puute, urakoitsijoiden heikko sitoutuminen aikataulunmukaiseen toteutukseen, resurssien puute sekä tietyt aliorakoitsijat, joiden kanssa ongelmia esiintyy useilla työmailla.

Näihin kaikkiin edellä mainittuihin asioihin olisi mahdollista aikaansaada muutosta jo pienilläkin toimenpiteillä, eli nykyisillä rakenneratkaisuilla ja menetelmillä toteutettavien hankkeiden rakentamisaikaa on mahdollista saada jonkin verran lyhyemmäksi. Vaikka kaikki nykytuotantoa rasittavat tekijät saataisiinkin kuntoon, ei rakentamisajan lyhenemä alkuperäiseen nähden ole prosentuaalisesti järin suuri. Syy siihen on yksinkertainen: tällä hetkellä käytössä olevilla rakenneratkaisuilla ja menetelmillä pientalokohteiden toteuttaminen huomattavasti lyhyemmässä ajassa on käytännössä mahdotonta. Työmaalla tehtävää työtä on niin paljon, kaikkia työvaiheita ei voida tehdä samanaikaisesti ja rakenteiden kuivumiselle on varattava aikaa. Resursseja lisäämällä ja siirtymällä kaksivuorotyöhön on toki mahdollista jouduttaa töiden etenemistä. Tällöin on kuitenkin syytä miettiä tarkkaan, korvaako rakentamisajan lyhennyksen tuoma etu työvoiman lisäyksestä aiheutuvat kustannukset.

Todella merkittävän rakentamisajan lyhenemän aikaansaamiseksi rakennusosien esivalmiusastetta on nostettava huomattavasti nykyisestä, ja vähentää näin työmaalla tehtävän työn määrää. Tämä ei tietenkään poista sitä, etteikö nykytuotantoa hiertäviä asioita kannattaisi laittaa kuntoon. Vähäisempikin rakentamisajan lyhennys tuo joka tapauksessa jo huomattavia kustannussäästöjä.

Rakennesuunnitteluratkaisuilla ja tarkemmin sanottuna rakennusosien esivalmiusastetta nostamalla, voidaan rakentamisaika pudottaa jopa puoleen nykyisestä. Tämän mahdollistaa tehdasolosuhteissa valmistetut rakennuksen osat, tilaelementit. Tilaelementtien ansiosta työmaalla tehtävä työ saadaan minimoitua. Parhaimmassa tapauksessa työmaalla tehtäväksi jää ainoastaan perustukset ja talotekniikkaliittymät sekä tietenkin tilaelementtien asennus ja kytkentä sekä asennuksen jälkeiset pienet viimeistelytyöt. Tilaelementtien valtava etu perinteiseen rakennustapaan nähden on myös rakenteiden kuivana pysyminen. Tilaelementit rakennetaan kuivissa tehdasolosuhteissa ja asennetaan paikalleen nopeasti, joten rakenteet eivät missään vaiheessa pääse kastumaan.

Tilaelementtien käyttö tulee varmasti lisääntymään vuosien saatossa yhä enemmän ja enemmän. Rakennusteollisuuden kehitys on jäänyt selvästi jälkeen muiden teollisuuden alojen kehityksestä. Voidaan miettiä, kuinka nykyaikaista on rakentaa taloja räntäsaateissa kuukausitolkulla, käyttäen vuosikymmenestä toiseen samoja rakennusmenetelmiä ja rakenneratkaisuja. Työn tekeminen ei ole tuottavaa eikä tehokasta. Varsinaisen tuotannon osuus koko työmaan ajankäytöstä on häpeällisen pieni, valtaosa ajasta on odottelua, materiaalien siirtelyä yms. hukkaa.

Nykypäivänä puhutaan paljon Lean-rakentamisesta. Lean on autotehtaalta lähtöisin oleva toimintastrategia, joka pyrkii asiakasarvon maksimointiin parantamalla jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta. Eli suomeksi sanottuna Lean-rakentamisen ajatuksena on minimoida hukkan määrä rakennusprojektissa. Lean tarjoaakin tukun toimintatapoja ja työkaluja, joiden avulla mallinnetaan hienoja kuvaajia ja luodaan suunnitelmia. Leanissa korostetaan tehokasta tuotannonohjausta ja erityisesti huolellisen aikataulusuunnittelun merkitystä. Leanin perusajatus on kyllä hieno, mutta ikävä kyllä se ei tarjoa kovinkaan paljon konkreettisia keinoja, joilla rakentamisen tuottavuutta saataisiin merkittävästi parannettua.

Pientalotyömaiden rakentamisaikojen merkittävä lyhentäminen pitää sisällään myös riskejä, jotka on syytä tunnistaa. Rakentamisaikojen lyhennystä ei saa toteuttaa laadun tai työturvallisuuden kustannuksella, eli ne eivät missään tapauksessa saa heikentyä nykyisestä tasosta. Uudet rakenneratkaisut pitävät yleensä sisällään omat riskinsä, jos niiden käyttämisestä ei ole luotettavaa kokemusperäistä tietoa. Huolellisella suunnittelulla ja perehtymisellä nämä riskit saadaan kuitenkin minimoitua.

Kaikki rakennuskohteet eroavat toisistaan ja ovat omia kokonaisuuksiaan, joten ei ole olemassa yhtä ja ainoaa ratkaisua rakentamisaikojen lyhentämiseen, joka olisi sovellettavissa kaikilla työmailla. Lisäksi kaavamääräykset tuovat omat kohdekohtaiset lisähaasteensa ja saattavat rajoittaa esimerkiksi valmisosarakentamista. Joillakin alueilla pientaloihin voidaan vaatia esimerkiksi tiiliverhoilua julkisivua. Tiiliverhoillun julkisivun toteuttaminen elementtinä yhdessä puisen ulkoseinän kanssa on käytännössä mahdotonta, joten työmaalla tehtävän työn määrä kasvaa ja näin ollen myös rakentamisaika pitenee. Rakentamisaikaan vaikuttaa kohdekohtaisesti myös lukematon määrä muita tekijöitä, esimerkiksi vuodenaika (ajoittuuko perustus- ja runkovaihe kesään vai talveen) ja tontin olosuhteet (perustamistapa, pitääkö paaluttaa, onko paljon louhintaa).

Tiedetään, että mitä lyhyempi rakentamisaika on, sitä enemmän se vähentää aikasidonnaisia kustannuksia. Olisi mielenkiintoista nähdä todellisuudessa, kuinka suuri vaikutus rakentamisajan lyhennyksellä on hankkeen kokonaiskustannuksiin. Ja toisaalta, millainen vaikutus sillä on lopputuotteen laatuun.

Kaikkein ratkaisevimmaksi tekijäksi rakentamisaikojen lyhennyksessä nousee kuitenkin asenne. Halutaanko todella uudistua ja ollaanko valmiita näkemään vaivaa uudistusten toteuttamiseksi. Vai turvaudutaanko nykyiseen toimintamalliin ja jäädään katsomaan vierestä, kun muut kehittävät toimintaansa.

## Lähteet

- 1 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ratu KI-6021. Rakennustieto Oy, Helsinki.
- 2 Lindberg, Rita – Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2015. Aikataulukirja 2016. Ratu KI-6028. 13., uudistettu painos. Rakennustieto Oy, Helsinki.
- 3 Junnonen, Juha-Matti. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Suomen Rakennusmedia Oy, Tampere.
- 4 Lahdenperä, Pertti – Koppinen, Tiina. 2003. Kannustavat maksuperusteet rakennushankkeessa. VTT Tiedotteita 2191, Espoo.
- 5 Rakennuslehti. nro 13/2016. Sanoma Tekniikkajulkaisut Oy, Helsinki.
- 6 Kauppalehti. 2016. Verkkodokumentti. <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/asunnot-voi-rakentaa-nykyista-halvemalla/YzmDXYa4> Luettu 5.3.2016.
- 7 Puuinfo. 2016. Verkkodokumentti. <http://www.puuinfo.fi/tuote/stora-enson-tila-elementtirakentaminen> Luettu 5.3.2016.
- 8 Henkilöhaastattelut.

## Kuvalähteet

- 1 Tilastokeskus. 2016. [http://www.stat.fi/til/ras/2016/01/ras\\_2016\\_01\\_2016-03-24\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ras/2016/01/ras_2016_01_2016-03-24_tie_001_fi.html)
- 2 Niko Aaltonen. 2015.
- 3 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.41
- 4 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.44
- 5 Junnonen, Juha-Matti. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. s.21
- 6 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.46
- 7 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.51
- 8 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.59
- 9 Junnonen, Juha-Matti. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. s.20
- 10 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.63
- 11 Junnonen, Juha-Matti. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. s.23
- 12 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.68
- 13 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.71
- 14 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.73
- 15 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.74

- 16 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.25
- 17 YIT Rakennus Oy. 2015.
- 18 Lean Construction Institute, 2014. [http://www.lci.fi/sites/default/files/LCI14%20-%20H%C3%A4m%C3%A4l%C3%A4inen\\_Skanska\\_LCI-p%C3%A4iv%C3%A4\\_4.12.2014.pdf](http://www.lci.fi/sites/default/files/LCI14%20-%20H%C3%A4m%C3%A4l%C3%A4inen_Skanska_LCI-p%C3%A4iv%C3%A4_4.12.2014.pdf)
- 19 Lahdenperä, Pertti – Koppinen, Tiina. 2003. Kannustavat maksuperusteet rakennushankkeessa. s.33
- 20 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s.65
- 21 Niko Aaltonen. 2015.
- 22 Etelä-Saimaa. 2008. <http://www.esaimaa.fi/Online/2008/10/22/Alakyl%C3%A4n%20p%C3%A4iv%C3%A4kodin%20ty%C3%B6maalla%20nostellaan%20taloelementtej%C3%A4/200816066969/4>
- 23 Puuinfo. 2016. <http://www.puuinfo.fi/tuote/stora-enson-tilaelementtirakentaminen>
- 24 Skanska, BoKlok. 2015. <http://skanska.smartpage.fi/fi/esitteet/vantaan-nikin-kumpu/>
- 25 Puuinfo. 2016. <http://www.puuinfo.fi/tuote/stora-enson-tilaelementtirakentaminen>

## Sähköpostihaastattelujen kysymyslomake

Sivu 1/3



Pientalotyömaan rakentamisaajan lyhennys

1. Mitkä ovat mielestänne merkittävimmät rakennusaikaa pidentävät tekijät tuotannossanne? (Voitte miettiä tällä hetkellä käynnissä olevaa työmaata/työmaita ja aiempia työmaita viime vuosilta.)

2. Koetteko, että jokin/jotkin seuraavista ovat pitkittäneet rakennusaikaa työmaallenne/työmaillanne jonkin verran tai merkittävästi?

		X=kyllä
1.	Puutteelliset suunnitelmat/ suunnitelmien puuttuminen kokonaan	
2.	Tuotannon ennakkosuunnitteluun varattu liian vähän aikaa (puutteelliset tuotantosuunnitelmat)	
3.	Resursseja ei saatavilla tarpeeksi	
4.	Hankinnat myöhässä	
5.	Urakoitsijat eivät saavu työmaalle sovittuna ajankohtana	
6.	Rakenteiden pitkät kuivumisajat	
7.	Joutokäynti työvaiheiden välissä	
8.	Puutteellinen aikataulusuunnittelu (esim. yleisaikataulu ei realistinen, työvaiheiden riippuvuuksia ei huomioitu, rakentamisvaihe aikatauluja ei laadittu tms.)	
9.	Taloteknisten töiden (LVIS) viivästyminen sovitusta aikataulusta	



Pientalotyömaan rakentamisajan lyhennys

3. Jos vastasitte edellisessä kohdassa useampaan kuin yhteen kohtaan "kyllä", niin voisitteko asettaa ne järjestykseen aloittaen siitä, millä on mielestänne ollut suurin pitkittävä vaikutus rakennusaikaan ja lopettaa siihen, millä on mielestänne ollut pienin vaikutus.

(Pelkät numerot riittävät: esim. jos koette vastauksistanne kohdan 7. vaikuttaneen eniten, kohdan 4. toiseksi eniten ja kohdan 3. vähiten, kirjataan vastaukseksi "7, 4, 3".)

4. Onko nykytuotannossanne mielestänne tehostamisen varaa? Jos, niin millä toimenpiteillä?

5. Voiko rakennusosien esivalmiusastetta mielestänne nostaa? Jos, niin minkä rakennusosien?





Pientalotyömaan rakentamisajan lyhennys

6. Ovatko tilaelementit mielestänne hyvä vaihtoehto rakennusaikojen lyhentämiseksi? Jos eivät, niin miksi?

7. Entä kannustavat maksuperusteet urakkasopimuksiin? (Eli urakoitsijalle maksettava urakkasumma on suurempi, jos työ on valmis sovittuun ajankohtaan mennessä tai ennen sitä. Kannustaviin maksuperusteisiin voi liittää myös esimerkiksi virheettömyyden ja työturvallisuuden.)

Kiitos ajastanne ja vastauksistanne!