

Jarno Kuoppa-aho

## **Asuinkerrostalon tuotannonhallinta**

Opinnäytetyö

Syksy 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelman



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työjohto

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Jarno Kuoppa-aho

Työn nimi: Asuinkerrostalon tuotannonhallinta

Ohjaaja: Ilkka Loukola

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: -

---

Varsinkin aloittavalle työjohtajalle tuotannonhallinta on hyvin monivaiheinen prosessi. Tässä opinnäytetyössä perehdytään hyvään tuotannonhallintaan vaikuttaviin keskeisimpiin tekijöihin. Onnistumisen edellytykset asuinkerrostalon tuotannonhallinnalle ovat niin ajallisen, laadullisen kuin hankintojen sekä eri työvaiheiden suunnittelun taitamisessa.

Opinnäytetyössä ensimmäisenä tulkitaan ajallisen hallinnan vaikutuksia rakennusprojektin onnistumisen kannalta. Käydään läpi aikataulusuunnitteluun käytettäviä menetelmiä ja kuinka näitä suunnitelmia valvotaan käyttäen apuna tuotannon ohjauksen periaatteita. Tämän jälkeen keskitytään etenkin työmaalla käytettäviin laadunvarmistustoimenpiteisiin hankkeen aloituksesta luovutusvaiheeseen saakka. Perehdytään hankintojen hallinnassa käytettäviin menetelmiin niin hankintavaiheen suunnittelussa kuin työmaavaiheen toimitusten suunnittelussa ja ohjauksessa.

Tavoitteena oli myös tulkita työvaiheiden tehtävien välisiä riippuvuuksia, joiden taitaminen yleensä muodostuu rutiiniksi vasta kokemuksen kartuttua. Tässä opinnäytetyössä työvaiheiksi valittiin väliseinä- ja alakattorunkojen ja näiden levytyksen tekeminen sekä näihin liittyvä talotekniikka.

Avainsanat: Tuotannonhallinta, aikataulusuunnittelu, laadunhallinta, hankinnat

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author/s: Jarno Kuoppa-aho

Title of thesis: Apartment house production control

Supervisor(s): Ilkka Loukola

Year: 2019

Number of pages: 40

Number of appendices: -

---

Especially for an inexperienced construction site foreman, production control is a very multiphase process. Therefore, in the thesis, key factors influencing good production control were introduced. Prerequisites for the successful production control of an apartment house are managing the planning of the schedule, quality and work stages.

First in the thesis, the effects of time management on the success of a construction project were studied. The methods used for scheduling and supervising the plans using production control principles were reviewed. After this, the focus was especially on site-specific quality checking measures from the start of the project to the delivery phase. Next, the methods used in procurement management were researched, both in the planning of the procurement phase and in the planning and supervision of on-site supplies.

The aim was also to study the dependencies between the tasks in the work phases, skills that usually become a routine only after gaining some experience. In the thesis, the following stages were chosen: partition- and suspended ceiling frames and their sheeting, as well as the related building technology.

Keywords: scheduling, quality management, planning, procurement

# SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ .....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 AJALLINEN HALLINTA .....	8
2.1 Ajankäytön suunnittelu .....	9
2.1.1 Rakentamisen kesto ja ajoitus .....	9
2.1.2 Kohteen osittelu ja työjärjestys.....	10
2.1.3 Tuotannon jakaminen tehtäviin .....	11
2.1.4 Tehtävien mitoitus.....	12
2.1.5 Tehtävien väliset riippuvuudet.....	13
2.1.6 Tehtävien tahditus ja rytmitys.....	14
2.1.7 Aikataulun valvonta.....	14
3 LAADUNHALLINTA .....	16
3.1 Laatusuunnitelma.....	17
3.2 Laadunvarmistustoimenpiteet .....	19
3.2.1 Yksittäisen tehtävän laadunvarmistustoimenpiteet .....	19
3.2.2 Laaduntarkastaminen .....	20
3.2.3 Luovutusvaiheen laadunvarmistustoimenpiteet .....	21
4 HANKINTOJEN HALLINTA.....	23
4.1 Hankintavaiheen suunnittelu .....	23
4.1.1 Tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu .....	24
4.1.2 Toteutusvaiheen hankintojen suunnittelu .....	25
4.1.3 Logistiikan suunnittelu.....	26
4.1.4 Työmaanäkökulman huomiointi .....	26
4.2 Toimitusten suunnittelu ja ohjaus työmaavaiheessa .....	27
4.2.1 Materiaalihankinta.....	27
4.2.2 Toimitusmenettelyn täsmennys.....	30

4.2.3 Käytännöt toimitusten vastaanottamiseen.....	31
<b>5 SISÄTYÖVAIHEET JA NIIDEN HALLINTA .....</b>	<b>33</b>
5.1 Väliseinärungot .....	35
5.1.1 Työmenetelmä .....	36
5.2 Kevyet väliseinät ja alaslasketut katot.....	36
5.2.1 Työmenetelmät .....	37
5.3 Laadunhallinta.....	37
<b>6 Pohdinta.....</b>	<b>39</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>40</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1 Aikataulukäsitteitä, (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 63).....	10
Kuvio 2 Jana-aikataulu muutettuna paikka-aikakaavioksi ja vinjetiksi (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 96). .....	15
Kuvio 3 Urakoitsijan laadunvarmistuksen keinot (Kankainen J. & Junnonen J-M 2001, 48).....	19
Kuvio 4 Työnaikainen laadunvarmistus ja ohjaus (Rakennustöiden laatu 2017, 24). .....	21
Kuvio 5 Materiaalien jaottelu (Palolahti ym. 2008, 5). .....	28

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Tehtävä</b>	Työkaupan, aliurakan tai muu yleensä yhden työryhmän toteuttama kokonaisuus, joka voi muodostua yhdestä työlajista, kuten tiilikaton ladonta tai useammasta työlajista tai niiden osista, kuten kylpyhuoneen vedeneristys- ja laatoituskorjaus.
<b>Työlaji</b>	Työlaji sisältää yhden työkokonaisuuden. Työlajeja ovat esim. betonointi, raudoitus ja elementtityö.
<b>Työnosa</b>	On työlajin osa eli esim. muottityön työnosia ovat mittaus, muottien pystytys sekä muottien purku ja puhdistus
<b>Last Planner system</b>	Yhdysvalloissa rakennustyömaan ohjaukseen ja erityisesti työmaan ennustettavuuden parantamiseen kehitetty menetelmä. Menetelmä koostuu yhteisestä rakentamisvaihesuunnittelusta, tehtävien valmistelusta ja edellytysten varmistamisesta, yhteisesti sovitusta viikkotavoitteista ja -aikatauluista sekä niiden noudattamisen arvioinnista jatkuvan parantamisen periaatteiden avulla.
<b>Kotiinkutsu</b>	Tilaaajan toimittajalle tekemä heräte, jossa ennalta sovitusta toimituksesta varmistetaan toimitussisältö ja -ajankohta. Kotiinkutsu voi koskea koko toimitusta tai sen koostuessa useasta erästä, ainoastaan yhtä toimituserää.
<b>Setitys</b>	Työkohteessa tarvittavien materiaalien kokoamista asennuspaketeiksi. Setitys voidaan tehdä valmistajan lähettämässä, terminaalissa tai vasta työmaalla. Setit voivat olla yhden valmistajan tuotteista koottuja tai useamman valmistajan tuotteista tehtyjä, uudelleen lavoitettuja asennuspaketteja.

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Pallas Rakennus Pohjanmaa. Yrityksen puolelta ehdotettiin opinnäytetyöaihetta, jossa perehdyttäisiin sisätyövaiheisiin. Työvaiheet rajattiin väliseinien runkojen ja levytyksen tekemiseen sekä näihin liittyvään talotekniikkaan. Osiossa perehdytään lisäksi tehtävien välisiin riippuvuuksiin, työmenetelmiin sekä laadunhallintaan.

Oman kiinnostuksen pohjalta työn runko tehtiin tuotannonhallinnan pohjalle, joten työhön lisättiin tuotannonhallinnan keskeisimmät tekijät: ajallisen hallinnan, laadun hallinnan sekä hankintojen hallinnan osa-alueet. Näiden pohjalta opinnäytetyötä tarkastellaan suunnittelun, valvonnan ja ohjauksen merkeissä.



## 2 AJALLINEN HALLINTA

Tuotannonhallinnan kulmakivenä voidaan pitää ajallisen hallinnan osa-alueita. Tuotannonhallinnan osa-alueet ovatkin siis riippuvaisia ajallisesta suunnittelusta, sillä ongelmat ajallisessa suunnittelussa aiheuttavat ongelmia myös laadullisissa osatekijöissä ja myös kustannuksissa. Aikataulusuunnittelu on oleellinen osa ajallista hallintaa. Aikataulun on oltava realistinen, toteutuskelpoinen, ja sen on täytettävä tuotannolle asetettavat tavoitteet. (Junnonen 2010, 11.)

Ajalliset suunnitelmat tarkentuvat rakennustyömaan tuotannon edetessä. Alkuvaiheessa työmaalle luodaan yleisaikataulu, jota tarkennetaan tarvittaessa rakentamisvaiheikataululla. Yksittäisen työtehtävän toteuttaminen määritetään tehtävä- ja viikkosuunnitelmien avulla. Yleisaikataulu on merkittävä työmaan eri osapuolten välinen informaatioväline sekä hankkeen työnaikaisen valvonnan peruste. Koko hankkeen suunniteltu työnkulku kuvataan yleisaikataulussa. Rakentamisvaiheikataulu luodaan tietyille rakentamisvaiheille tai ajanjaksolle ja sen tarkoituksena on varmistaa yleisaikataulun toteutuminen. Rakentamisvaiheikataulu laaditaan rakentamisvaiheille, kuten maanrakennus- ja perustus-, runko-, sisävalmistus- ja luovutusvaiheelle. Se saa lähtötietonsa yleisaikataulusta ja antaa vastaavasti puitteet viikkoaikataulujen laadintaan. Viikkoaikataulun tehtävänä on taata lyhyen aikavälin työn tavoitteiden täyttyminen sekä resurssien tehokas käyttö ja riittävyys. Sitä käytetään lisäksi sivu- ja aliorakoitsijoiden sekä työntekijöiden tiedonlähteenä ja toimintaohjeena. (Junnonen 2010, 17-18.)

Kun halutaan tehostaa lyhyen aikavälin suunnittelua, voidaan käyttää apuna Last Planner -menetelmää. Pääpainona on tehtävien aloitusedellytysten varmistamisessa, yhteisten päämäärien laatimisessa viikkosuunnitelmassa sekä tavoitteiden saavuttamisen arvioinnissa. Viikkosuunnitelman toteutumaa voidaan mitata TTP-luvulla, joka ilmaisee, kuinka suuri prosentuaalinen osa viikkosuunnitelman tehtävistä saatiin kokonaisuudessaan tehdyksi. Mittauksen tarkoituksena on kiinnittää huomio suunnittelutason edistämiseen sekä mahdollisten ongelmien syihin ja niiden poistamiseen. (Junnonen 2010, 18.)

## **2.1 Ajankäytön suunnittelu**

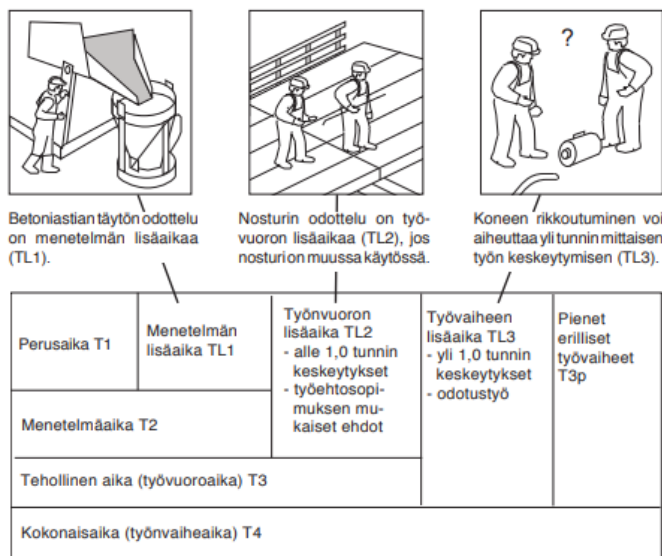
Merkittävä tekijä aikataulusuunnittelun onnistumisessa on käyttää kaikkea käytettävissä olevaa tietoa läpi hankkeen ja sen mukaan myös tarkentaa ajallista suunnittelua. Aikatauluihin ja niiden mukaiseen toimintaan ohjaaminen on moniulotteinen prosessi. Aikataulujen avulla valmistellaan hankkeen kustannuksia, sopimusteknisiä asioita, laadunvarmistustoimia sekä resursseja rakennushankkeen keston ajaksi. Aikataulun kokoamiselle tulee varata riittävästi aikaa ja mahdollisuuksia sovittaa yhteen eri osapuolien näkökantoja toteuttamiskelpoisen aikataulun varmistamiseksi. Aikataulusuunnittelulle on tyypillistä iterointi. Tämä tarkoittaa, että rakentamisessa on yleistä palaaminen aiemmin suunniteltuihin vaiheisiin, sillä suunnittelun edetessä paljastuvat aikaisemmissa vaiheissa tehtyjen päätösten ja valintojen mahdolliset puutteet, sekä suunnitelmissa tapahtuneet muutokset. Ajallisen suunnitteluun tarvittavat menetelmät ovat yhteisiä, oli kyse sitten millaisesta rakentamisesta tahansa. Käytettäviä menettelytapoja, joita hyödynnetään suunnitteluprosessin eri vaiheissa, ovat mm. rakennushankkeen keston ja ajoituksen määrittäminen, kohteen osittaminen ja työjärjestyksen tekeminen, tuotannon jakaminen tehtäviin sekä tehtävien riippuvuudet, tehtävien tahditus ja rytmitys sekä aikataulun valvominen. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 62.)

### **2.1.1 Rakentamisen kesto ja ajoitus**

Urakkasopimuksessa rakennuttaja asettaa koko hankkeelle rakentamisajan. Varsinaiseen rakentamiseen varattuun aikaan voi vaikuttaa mm. tilantarve ja rakennuksen suunniteltu käyttöönottoajankohta, tilaajan ja rakennuttajan käsitys kohtuullisesta rakennusajasta, myyntimahdollisuudet ja rahoitustilanne sekä viranomaistoiminta ja suunnitelmien valmistuminen. Rakentamisen läpivientiin ja aikatauluttamiseen vaikuttavat mm. olosuhteet, päärakennusmateriaali, rakennejärjestelmä, toteutusmuoto ja rakennusfysikaaliset tekijät. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 64.)

Aikataulun laadintaa varten on otettava huomioon työmaalla syntyviä tuotannon keskeytyksiä, joita aiheuttavat lomat, arkipyhät, huonot sääolot sekä tuotannon

häiriöt. Aikataulu saadaan tavoitteelliseksi, kun tehtävän aikamenekkinä käytetään tehollista aikaa eli T3-aikaa. (Kuvio 1.) Tavoitetasona on tehollisen ajan mukainen työsaavutus, kun tuotanto sujuu ilman häiriöitä. Mikäli työsaavutus ei ole tavoitetason mukainen, havaitaan ero ja voidaan suorittaa tarvittavat korjaustoimenpiteet tuottavuuden parantamiseksi. Kokonaisajan mukainen aikamenekki T4 luo virheellisen mielikuvan oikeasta tavoitetasosta, joten aikataulun realistisuus varmistetaan varaamalla aikatauluun pelivaraa suurhäiriöitä varten. Suurhäiriöitä rakennustyömaalla on aina, mutta ne ilmaantuvat satunnaisesti eivätkä aina jokaisen työvaiheen aikana. T3-aikamenekin käytöstä seuraisi koko hankkeeseen liian kireä aikataulu. Tarpeeton kireys estetään merkitsemällä suurhäiriöt keskeytyspäiviksi. (Junnonen 2010, 22.)



Kuvio 1. Aikataulukäsitteitä, (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 63).

## 2.1.2 Kohteen osittelu ja työjärjestys

Rakennuskohteen jakaminen fyysisiin osiin edistää tuotantosuunnittelun onnistumisen toteutumista sekä tekee mahdolliseksi toimivan tuotannon toteutuksen ohjaamisen. Suomessa kohteet jaotellaan usein eri tasoihin lohkoihin. Lohkot voidaan jaotella vielä pienempiin osai- tai työkohteisiin. Periaatteena lohkojen ja osakohteiden käytössä on päästä aloittamaan seuraava rakennusvaihe aikaisemmin eli kun edellinen rakennusvaihe valmistuu kyseisessä kohteessa. Valmistuminen osakohteille voidaan sijoittaa maksueriin ja osakohdejako voidaan

käyttää hyväksi laadunvarmistuksessa mestan luovutusmenettelyn kautta. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 71.)

Lohkot ovat usein kohteen fyysisiä osia, esimerkiksi erillisiä rakennuksia erillisiä rakennuksia tai rakennuksen osia, jossa työt tehdään päätökseen yhtenä kokonaisuutena. Lohkojaon hyödyt pohjautuvat siihen, että kun runko saadaan valmiiksi yhdessä kohteen osassa, voidaan sisävalmistustyöt aloittaa aikaisemmin kuin jos runko tehtäisiin kerralla valmiiksi koko kohteessa. Kun sisävalmistustyöt aloitetaan ajoissa voidaan tätä hyödyntää lyhentämällä koko rakennusaikaa tai pidentämällä eri tehtävien aloitusvälejä, mikä vähentää aikataulun häiriöherkkyyttä. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 73.)

Lohkojen osista käytetään nimeä työkohte tai osakohte. Osakohteessa tehdään yleensä yhtä työkohteen sitovaa tehtävää kerrallaan, jolloin se muodostaa lisäksi yksittäisen työkohteen. Osakohteiden tarkoituksena on toimia tuotannon rytmittäjinä antaen tilaisuuden mm. hallittuun laadunvarmistustoimintaan työkohteen vastaanotto ja luovutus -menettelyjen kautta. Uudiskohteessa osakohteet ovat yleensä kerroksia. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 75.)

### **2.1.3 Tuotannon jakaminen tehtäviin**

Muodostettaessa tehtäväluetteloa, tehdään oikeastaan tuotannollista osittelua eli jatko-ositellaan hanketta aikataulutehtäviksi. Hankintakokonaisuudet tulee kuitenkin muodostaa ensin, sillä aikataulutehtävien tulee pohjautua hankintoihin. Täten aikataulusta tulee realistinen, ja sitä voidaan ohjata jo tehtyjen hankintakauppojen kautta. Kun tehtäväluettelo on laadittu, tulee mitoittaa tehtävät Ratu-työmenekkien tai yrityksen omien tiedostojen avulla. Aliurakoitsijoiden kanssa tulee suosia yhteistyötä, sillä jos aliurakoitsija jo sopimusta laadittaessa nimeämää käyttämänsä työryhmän ja oletetun työmenekin, vastaa suunniteltu aikataulu todellisuutta paremmin kuin käytettäessä keskimääräistä työmenekkiä. Tehtäväluettelot laaditaan kullekin lohkolle. Tehtäväluettelo on aluksi erittelyltään yksityiskohtainen, mutta sitä karkeutetaan ammattiryhmäkohtaisiksi työkokonaisuuksiksi ottaen huomioon tehtävien tekemiseen liittyvät ammattitaitovaatimukset sekä käytettävissä olevan työvoiman ammattitaidon. Tehtävistä muodostetaan tehtäväluettelo, siinä

kuvataan tehtävän nimi sekä suoritemäärä ja sen yksikkö. Kun tehtävät suunnitellaan lohkoittain, tulee myös tehtävien suoritemäärät selvittää lohkoittain. Tämän vuoksi on tehtävä määrämittaus jo kustannusarvion laadinnan yhteydessä työkohteittain. Myöhemmin hankintojen suunnittelussa ja tuotannon valvonnassa tarvitaan työvaiheittain tehtyä määräluetteloa. Tuotannon tehtäväluettelon täytyy olla kattava ja tämän vuoksi siinä esitetään rakennusteknisten töiden lisäksi taloteknisten töiden tehtäväluettelo. Talonrakennustuotannossa taloteknisten töiden tehtäväluettelon perusrunkona käytetään seuraavaa jakoa:

- runkovaiheen asennukset
- runkoputkien ja kanavien asennukset
- täydentävän vaiheen talotekniset asennukset
- kalusto- ja laiteasennukset
- koekäytöt ja säädöt. (Junnonen 2010, 27-29.)

#### **2.1.4 Tehtävien mitoitus**

Kun määritetään aikataulua tulee tietää, kuinka kauan kukin tehtävä kestää. Tehtävien kesto lasketaan tahdistavan työryhmän työmenekkitiedon avulla tai tahdistavan työsaavutustiedon ja tehtävän suoritemäärän mukaan. Ratu-tiedostoista löytyviä perustyöryhmiä muutetaan kohteiden suunnittelussa työmaan johdon työvoiman käyttöä koskevien ajatusten mukaiseksi. Työryhmän koko voidaan määrittää myös laskennallisesti, mikäli tehtävälle on määritelty suunniteltu kesto ja työmenekki ja jos kohteen laajuustiedot ovat käytettävissä. Pyrkimyksenä on, että työkohteessa sama työryhmä jatkaa töitä tehtävästä toiseen läpi hankkeen. Työmenekki tehtäville määritellään omien kokemustietojen, yrityksen tietojen tai esim. Ratu-työmenekkitietojen pohjalta. Selvitettäessä työmenekkiä otetaan huomioon kohteen, rakennusosan, olosuhteiden ja menetelmän vaikutus tehtäväkokonaisuuksiin. Mikäli tarve vaatii, työmenekkejä korjataan kohdekohtaisia eroja kuvaavalla tekijällä. Silloin kun tehtävän työryhmä, määrät ja työmenekki ovat tiedossa, lasketaan tehtävälle kokonaistyömenekki eli paljonko työhön menee tunteja kokonaisuudessaan. Sen jälkeen tehtävän kesto lasketaan jakamalla

kokonaistyötuntimäärä työntekijöiden lukumäärällä sekä työvuoron pituudella. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 78.)

### 2.1.5 Tehtävien väliset riippuvuudet

Riippuvuus on tehtävien välisen työjärjestyksen määräämä, valittu tai ehdoton rajoitus. Tekniset riippuvuudet ovat rakennusosista tai järjestelmistä johtuvia riippuvuuksia ja ne kuvaavat, miten työt on tehtävä tai on järkevä tehdä. (Junnonen 2010, 30.)

Valitut riippuvuudet pohjautuvat kohdekohtaisiin valintoihin, totuttuun tapaan tai resurssien käyttöön. Työkohderiippuvuus on tyypillistä rakennutuotannossa. Tämä tarkoittaa sitä ettei kaikissa työkohdeissa tehdä kaikkia töitä. Riippuvuudesta johtuen tehtävien välille aiheutuu aloitus- ja lopetusajankohdan viive. Viive syntyy edeltävän- ja seuraavan tehtävän välisestä aikaerosta. Aikaeron laajuus johtuu riippuvuustyyppistä. Riippuvuustyyppiä on neljä:

- Loppu-alkuriippuvuus: tehtävää ei saa aloittaa, ennen kuin edeltävä tehtävä on tehty täysin valmiiksi (raudoitus – betonointi).
  - Alku-alkuriippuvuus: tehtävän saa aloittaa, kun edellinen tehtävä on aloitettu (muottityö – raudoitus).
  - Loppu-loppuriippuvuus: edeltävää tehtävää ei voi lopettaa, ennen kuin jäljessä tuleva tehtävä on lopetettu (väliseinätyö – vesijohtotyö).
  - Alku-loppuriippuvuus: jäljessä olevaa tehtävää ei saa lopettaa, ennen kuin edellä oleva tehtävä on aloitettu (betonointi – pohjaveden pumppaus).
- (Junnonen 2010, 30-31.)

Yleensä rakennushankkeen tehtävät muodostetaan siten, että loppu-alkuriippuvuus täyttyy ja osakohdejako käytetään viiveen pienentämiseksi. (Junnonen 2010, 30-31.)

### 2.1.6 Tehtävien tahditus ja rytmitys

Tehtävät voidaan piirtää aikatauluun, kun tehtävät on mitoitettu ja niille on määritetty riippuvuudet. Tahdituksen tarkoituksena on luoda suunnitelma, missä eri työtehtävät kulkevat samassa tahdissa työmaalla ja tehtävät etenevät häiriöttä osakohteesta toiseen ilman, että samassa työkohteessa työskentelee samanaikaisesti monta eri työntekijää. Jokaiselle työryhmälle pyritään varmistamaan työrauha tahdituksen kautta. Edellytyksenä tälle on työtehtävien riittävän suuret aloitus- ja lopetusvälit sekä tasainen tuotantonopeus. Yleensä tavanomaissa rakennuskohteissa tahdistus tehdään tehtävien työsisältöä muuttamalla ja käyttämällä jossain tehtävissä esim. kahta työryhmää. Näissä tapauksissa työnjohdon on otettava huomioon työnjaon vaikutus työmenekkiin, sillä ammatti ja aputyönjako muuttuu. Lisäksi on otettava huomioon työtehtävän sisällön ja työryhmien kokoonpanojen muutos palkkaukseen, kuten työkaupan ja työurakan palkkauksen eroissa. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 84.)

Rytmityksellä tehtävät saadaan jatkuviksi työkohteesta toiseen ilman keskeytyksiä. Keskeytyksiä syntyy, kun eri tehtävien suoritelmäärät ja kestot poikkeavat merkittävästi toisistaan eri työkohteissa.

Tehtäviä voidaan rytmittää mm.

- siirtämällä aloituksia
- käyttämällä työkohteissa eri kokoisia työryhmiä
- lisäämällä varamestoja
- muuttamalla tehtävien työjärjestystä ja
- hyödyntämällä suurtehtäviä. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 85.)

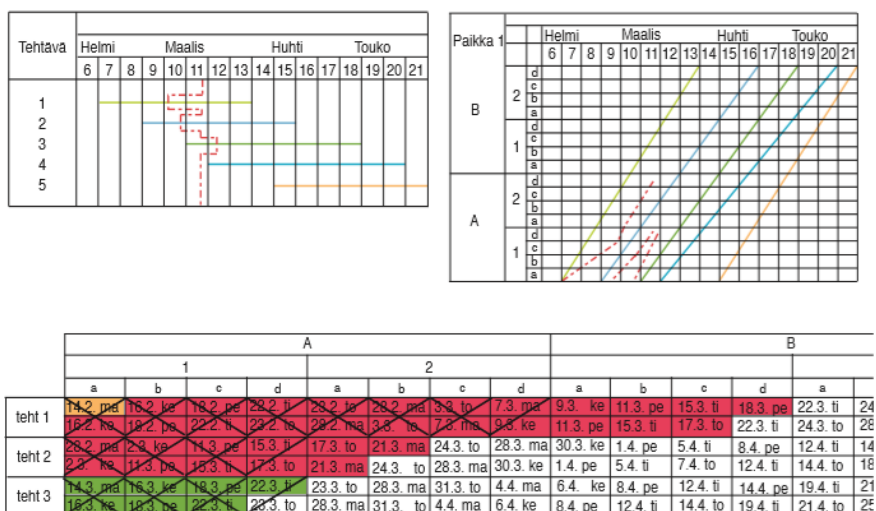
### 2.1.7 Aikataulun valvonta

Säännöllisellä työnaikaisella valvonnalla selvitetään, poikkeako kohteen tuotannon toteutus suunnitelmasta. Valvonta kohdistuu yhtäaikaisesti sekä yksittäisiin kriittisiin tekijöihin että koko tuotantoon. Valvottavia tehtäviä ovat tuotannon riskitekijät, kuten tuottavuusriskit sekä suoritteiden valmistumisriskit. Suoritteiden valmistumisriskit

toteutuvat, jos työt eivät käynnisty ajoissa, tuotanto keskeytyy, tehtävien tuotantonopeudet poikkeavat suunnitellusta, tehtävän työsisältö muuttuu tai jos työt hajaantuvat useaan osakohteeseen yhtä aikaa. Tuottavuusriski toteutuu, jos työsaavutukset eivät ole tavoitteiden mukaisia. Jotta valvonnasta tulisi tehokasta ja jatkuvaa, tulee siinä käyttää erilaisia järjestelmällisiä menetelmiä. On olemassa kaksi suositeltavaa tekniikkaa, joita käytetään tuonannon valvomisessa: paikka-aikakaaviota sekä valvontavinjettiä. (Junnonen 2010, 45.)

Paikka-aikakaaviosta (Kuvio 2.) voidaan nähdä nopeasti niin määrälliset kuin ajallisetkin eroavaisuudet suunnitteluun nähden, valmistuvatko työkohteet ajoissa ja oikeassa järjestyksessä sekä missä työkohteissa tuotantoa tehdään. Tämän lisäksi paikka-aikakaaviolla voidaan arvioida tulevaa tilannetta olettamalla, että tuotanto jatkuu toteutuneella työsaavutuksella. Näin nähdään ja voidaan todistaa, mihin päädytään ilman ohjaustoimenpiteitä. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 95.)

Työkohteiden sitoutumista ja vapautumista valvotaan valvontavinjetillä. Siinä kuvataan osakohteittain aikataulutehtävien suunniteltu aloitus- ja päättymisviikko, valmistumisviikko ja eri symbolein työvaiheiden edistyminen. Valvontasymbolien ”liikennevalologiikassa” vihreät osakohteet ovat kunnossa, keskeneräiset esitetään keltaisella ja myöhässä olevat punaisella. Työvaiheiden suunnitellut aloitus ja lopetusviikot saadaan paikka-aikakaaviosta ja tarvittaessa janamuotoisena yleisaikataulusta. (Junnonen 2010, 49.)



Kuvio 2. Jana-aikataulu muutettuna paikka-aikakaavioksi ja vinjetiksi (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011, 96.)



### 3 LAADUNHALLINTA

Rakentamista sekä valmista rakennusta koskevat laadulliset vaatimukset on rakennuttajan puolesta määritelty urakkasopimuksessa ja urakka-asiakirjoissa. Laadullisia ehtoja määrätään rakennushankkeelle myös viranomaisten puolelta. Urakoitsijan tehtävänä onkin suunnitella keinot, joiden avulla varmistetaan asetettujen laatuvaatimusten täyttyminen sekä suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjen vaatimusten yhtenäisyys rakennuksen suhteen. Laadunhallintaan kuuluvat oleellisina asioina laatuvaatimusten selvittäminen ja täsmentäminen sekä laadunvarmistustoimenpiteiden suunnittelu ja toteaminen. (Junnonen 2010, 57.)

Laadunvarmistuksen avulla varmistetaan laatuvaatimusten täyttyminen. Laadunvarmistus sisältää kaikki suunnitellut ja järjestelmälliset toimenpiteet, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että tuote vastaa asetettuja laatuvaatimuksia. Laadunvarmistukseen kuuluu myös laaduntarkastus eli laadunmittaamista ja vertaamista asetettuihin tai sovittuihin vaatimuksiin. Laadunvalvonta on yhteisnimitys ryhmälle erilaisia laaduntarkastustoimenpiteitä. Laadunvarmistaminen ei kuitenkaan voi nojata yksin tarkastamisen varaan, sillä varmistaminen velvoittaa myös laatuvaatimusten selvittämistä ja niiden kertomista työntekijöille sekä osapuolten yhteistoiminnan edistämistä. Laadunvarmistuksen päätehtävät alkaa laadunvarmistuksen suunnittelusta päättyen rakennuksen käyttöön. (Junnonen 2010, 57.)

Päämääränä laadunvarmistukselle on lisäksi varmistaa, että hankkeen laatuvaatimukset ja muu informaatio kulkevat moitteettomasti ja systemaattisesti niin rakennuttajan, suunnittelijoiden, urakoitsijan, aliorakoitsijoiden kuin työntekijöidenkin välillä. Laadunvarmistuksen tavoitteisiin kuuluu myös se, että väärinymmärretyistä, tai puuttuvista tiedoista johtuvat virheet tai ongelmat saadaan poistettua. Laadunvarmistuksen toimiessa moitteettomasti, osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat selkeät sekä tehdyt päätökset arkistoituvat järjestelmällisesti palvelemaan korjaavaa toimintaa. Laadunvarmistuksen voi katsoa toimineen hyvin, mikäli rakennuttaja tai asiakas voi luottaa, että lopputulos on hankkeelle ja rakennukselle laadittujen vaatimusten mukainen. Rakennustyön laadun takaamiseksi rakennuttajan on varmistettava, että hänen vastuulla olevat

laaduntuottoedellytykset ovat olemassa ja urakoitsijan vastuulla on toteuttaa työvaatimusten mukaisesti. Laaduntuoton edellytyksiin kuuluu:

- rakennuttaja täyttää oman myötävaikutusvelvollisuutensa
- urakoitsija saa suunnitelmat oikea-aikaisesti
- työmaalle toimitetut suunnitelmat on tarkistettu ja eri suunnitelmien yhteensopivuus on varmistettu
- rakennuttajan vastuulla olevat rakennustavarat toimitetaan ajoissa (Kankainen & Junnonen 2001, 36.)

### 3.1 Laatusuunnitelma

Rakennushankkeen laatujohtamisen käytännön välineenä käytetään laatusuunnitelmaa. Laatusuunnitelman tekemisen tavoitteena on ottaa huomioon rakennushankkeen erityispiirteet, jotta hankkeen asiakkaan tarpeet ja vaatimukset voidaan toteuttaa tehokkaasti. Toinen tavoite on varmistaa hankkeelle laatuvaatimusten täytyminen. Tästä johtuen rakennushankkeen läpiviennin kannalta on tärkeää kartoittaa ja arvioida ne riskit, jotka voivat vaarantaa lopputuloksen, tuottaa merkittäviä vaikeuksia onnistumiselle tai aiheuttaa huomattavia laaduttomuuden kustannuksia. Laatusuunnitelma ei yksinään varmistaa hankkeen onnistumista sille asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden mukaisesti, vaan onnistuminen riippuu sen toimeenpanosta. Toimeenpanon edellytyksenä on laatusuunnitelmassa esitetyn informaation saaminen kaikille suunnitelmaa käyttäville. Tehokas laatusuunnitelma edellyttää kohteen laatuvaatimusten analysointia ja toteutuksen kannalta potentiaalisten ongelmien analyysia, joiden perusteella kohteen tekniset laatuvaatimukset varmistavat toimenpiteet valitaan. (Kankainen & Junnonen 2001, 50.)

Laatusuunnitelmassa esitetään menettelytoimet, joita aiotaan noudattaa tärkeissä kohteen toteutukseen liittyvissä toiminnoissa, kuten hankkeen ajallisessa hallinnassa, laadunvarmistuksessa, kustannusvalvonnassa, suunnitelmavalmiuden ylläpidossa, asiakassuhteiden hoidossa ja hankinnoissa. Laatusuunnitelmassa kuvataan myös työmaan yleiseen työturvallisuuteen liittyvät asiat sekä mahdolliset ympäristöön liittyvät asiat kuten rakennusjätteiden lajittelun. Ensisijaisesti

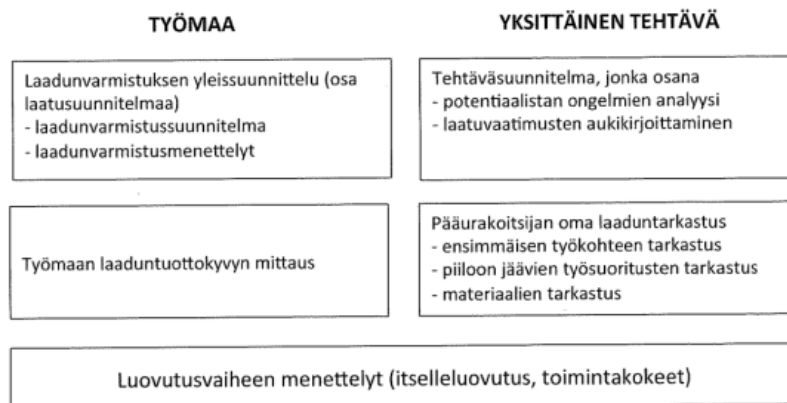
laatusuunnitelma on tarkoitettu hankkeen osapuolien oman toiminnan tehostamiseen ja asioiden hoidon kitkattoman sujumisen varmistamiseen. Kun rakennutyömaalla työskentelee useita osapuolia, on yhteistyön kannalta hyödyksi, että kaikki työmaalla olevat tahot noudattavat samoja periaatteita sekä tuntevat toistensa tavat. Jotta urakoitsija voisi suorittaa hyvin johtovelvollisuutensa, kuuluu heidän saada sivu-urakoitsijoiden laatimat laatusuunnitelmat (YSE 1998, 4 §). Sivuurakoitsijoilla ei kuitenkaan ole yleisten sopimusehtojen pohjalta velvollisuutta antaa suunnitelmiaan. Tämän vuoksi asiasta on sovittava rakennuttajan kanssa esim. urakkaneuvotteluissa tai ensimmäisessä työmaakokouksessa. (Junnonen 2010, 59.)

Suunnitelun lähtökohdaksi urakoitsija tarvitsee laatusuunnitelman rinnalle potentiaalisten ongelmien analyysin (POA). Potentiaalisten ongelmien analyysin tarkoituksena on pienentää ongelman toteutumisen todennäköisyyttä. Potentiaaliset ongelmat voivat liittyä suunnitelmien oikea-aikaiseen saantiin, tuotannon tai resurssien saantiin, erityisten sopimusehtojen käyttämiseen, korjaustöiden ja tilaajan likketoimintojen yhteensovitukseen tms. urakan läpivientiin liittyviin riskeihin. Kun riski on tunnistettu määritellään menettelyt riskien torjuntaan ja haittojen vähentämiseen. Ongelmien jäsentelyä varten ne jaetaan teknisiin, tuotannon, hankinnan sekä työturvallisuuden ja ympäristöasioihin liittyviin ongelmiin. Tekniset ongelmat koskevat mm. teknisesti vaikeita rakenneosia ja ne vaikuttavat suoraan valmiin tuotteen tai rakennusosan laatuun. Toiminnalliset ongelmat vaikuttavat välillisesti rakennusosan, rakenteen tai rakennuksen valmistumiseen suunnitellusti. Toiminnallisissa ongelmissa seurataan mm. aikatauluihin, sopimukseen, tuotannon ohjaukseen, työalueen käyttöön ja ympäristöolosuhteisiin liittyviä ongelmia. Osana toiminnallisia ongelmia on myös hankintojen ongelmat. Hankintojen ongelmat käsitellään kuitenkin omana ryhmänään ongelmien suuren esiintymistodennäköisyyden sekä niistä johtuvien huomattavien seurausten vuoksi. Hankintojen ongelmiin kuuluvat oikeiden lähtötietojen varmistaminen, toimitusten oikea-aikaisuuden varmistaminen sekä työmaalle tulevan toimituksen sisällön oikeellisuuden varmistaminen. POA:n avulla havaittuja ongelmia torjutaan suunnitelmamuutoksin, työnsuunnittelua kehittämällä, tehtävien vastuutuksella sekä sopimusteknisin keinoin. Analyysin perusteella ilmenneet keskeisimmät

laatutoiminnot kirjataan ja säilytetään. Epäselvissä tilanteissa niistä voidaan tarkistaa, mitä on sovittu tai tehty. (Kankainen J. & Junnonen J-M 2001, 52.)

### 3.2 Laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet (Kuvio 3.) jakaantuvat koko työmaata koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin sekä yksittäistä tehtävää koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE) velvoittavat urakoitsijan vaadittaessa esittämään kirjallisesti laadunvarmistuksensa, mikä esitetään tavallisesti laatusuunnitelman osana. Urakoitsijan laadunvalvonnan keinot ovat erilaisia mittauksia, tarkastuksia ja katselmuksia. (Junnonen 2010, 72.)



Kuvio 3. Urakoitsijan laadunvarmistuksen keinot (Kankainen & Junnonen 2001, 48.)

#### 3.2.1 Yksittäisen tehtävän laadunvarmistustoimenpiteet

Yksittäisten tehtävien suunnitelmilla varmistetaan tuotannon edistyminen suunnitellulla tavalla ja tuotannonsuunnittelu-, ohjaus- ja toteutusvastuu annetaan osakokonaisuuksista vastaaville henkilöille. Pääpaino yksittäisen tehtävän suunnitteluun on aloitusedellytysten ja suoritusten varmistamisessa. Tarkoituksena on pitää huoli tuotannon häiriöttömästä sujumisesta sekä tavoitteiden mukaisesta edistymisestä. Jotta tehtävä täyttäisi sille asetetut tavoitteet ja vaatimukset, tulee tehtäväsuunnittelun toteuttaminen suunnitella kaiken kattavaksi sekä riittävän tarkaksi. Tehtävän laatuvaatimukset yhdistetään ja muutetaan työn virheettömän lopputuloksen aikaansaamiseen tarvittavaksi työsuoritusohjeeksi ja mitattavaksi

laatuominaisuuksiksi sekä toiminta- ja työskentelyohjeiksi. Samalla määritetään suunnitelmissa olevat yksityiskohdat suoritusta koskeviksi ratkaisuuksi, joita ovat esimerkiksi koteloinnit, liitokset ja aukkojen ylitykset sekä täsmennetään laadunvarmistustoimenpiteet. Tehtävän laadunvarmistus vastaa kysymyksiin:

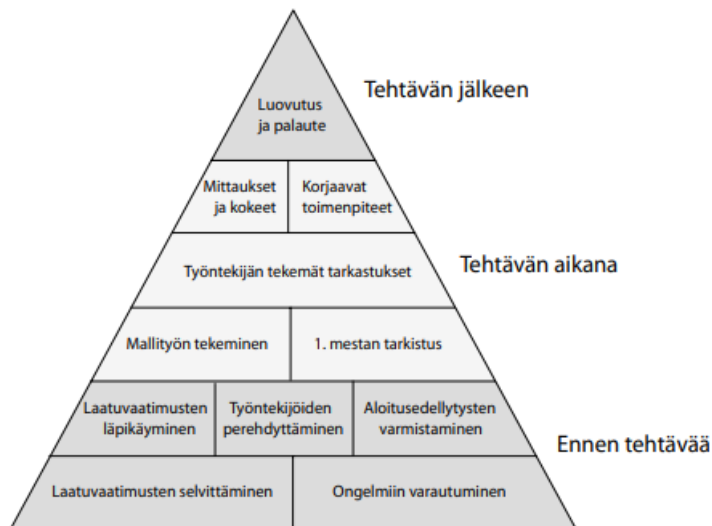
- mikä on haluttu laatuominaisuus ja sen vaatimus?
- miten laatuvaatimusten täytyminen todetaan?
- miten menetellään poikkeamatapauksissa?
- miten poikkeamat raportoidaan?
- mitkä ovat tehtävään liittyvät yleisimmät virheet ja mistä ne johtuvat ja miten ne ehkäistään?

Asiakirjoissa olevat viittaukset on syytä tarkistaa huolellisesti, sillä varsinkin tuotestandardit ja työ- ja asennustapoja käsittelevät ohjeet muuttuvat muutamien vuosien välein. Työsuoritusohjeiden laatiminen ja yksityiskohtien suunnittelu tapahtuu yleensä laatua koskevissa kokouksissa yhdessä työntekijöiden tai alirakoitsijan kanssa. Kokouksissa sovitaan laadunvarmistuskeinoista sekä vastuista. Pääsääntöisesti laatuvaatimuksia koskevat keinot koostuvat työn lopputuloksen mitoista ja toleranseista sekä ominaisuuksista ja ulkonäöstä. Ne voivat koskea myös työsuoritusta ja toimintaa työmaalla, kuten varastointia, suojausta, jätteiden käsittelyä ja siivousta. Työselostuksista löytyvät toimintaa koskevat laatuvaatimukset tai ne on pääteltävä aikaisempien tuotannonssa tulleiden virheiden perusteella. Apuna virheiden vaikutusten poistamisessa ovat mm. virheiden syiden jäljittäminen, Rakennustöiden laatu – kirjan virheluetteloiden- sekä yrityksen vuosikorjaustilastojen avulla. Tehtävään liittuvien laatuvaatimusten selvittämisen taustalla on estää ennalta toteutuksen ja työn ohjauksen virheet ja puutteet. Samalla huomataan suunnitelmissa mahdollisesti olevat virheet ja ristiriidat ja tarvittaessa voidaan varmistaa suunnittelijalta vaadittava laatuvaatimus. (Kankainen & Junnonen 2001, 53.)

### **3.2.2 Laaduntarkastaminen**

Ensimmäisen työkohteen valmistuttua se tarkastetaan tarkoituksenaan varmistaa, että laatuvaatimukset on ymmärretty oikein ja tehty työ täyttää vaatimukset. Mikäli

virheitä ilmenee, sovitaan, miten ne korjataan. Samalla saadaan torjuttua laatuvirheiden toistuminen seuraavissa työkohteissa. Työn aikana pidetään tarkastuksia (Kuvio 4.) urakkasuorituksen sekä sen osasuoritusten sopimusmukaisuuden toteamiseksi. Työ- ja osakohteittain tapahtuvat tarkastukset tehdään työlajeille, joita ei voi tarkastaa yhtenä kokonaisuutena. Työkohteittain tapahtuvia tarkastuksia tehdään säännöllisesti. Ne ovat tärkeitä, sillä seuraava työvaihe usein peittää alleen edellisen vaiheen. Työ- ja osakohteittain tapahtuvassa tarkastuksessa urakoitsija itse varmistuu työnsä suunnitelmanmukaisuudesta sekä dokumentoi tarkastukset yhteisesti sovitulla tavalla. Dokumentoinnissa käytetään eri työlajeille laadittuja tarkastuslistoja, tai esimerkiksi suunnitelmiin merkitään tarkastettu alue ja asiat tai valokuvia. (Junnonen 2010, 77.)



Kuvio 4. Työnaikainen laadunvarmistus ja ohjaus (Rakennustöiden laatu 2017, 24.)

### 3.2.3 Luovutusvaiheen laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsijan luovutusvaiheen menettelyt sisältävät useita erilaisia laadunvarmistukseen kuuluvia osasuorituksia, kuten: luovutusvalmiuden toteaminen eli itselleluovutus, toimintakokeet ja säädöt, käytön opastus sekä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet sekä muun luovutusaineiston kokoaminen. Tämän lisäksi hankkeen osapuolet tarkastavat rakennussuorituksen laadun vastaanottotarkastuksessa tai sitä edeltävässä ennakkotarkastuksessa ja viranomaistarkastuksissa todetaan viranomaisvaatimusten täytyminen.

Itselleluovutus on osa koko kohteen luovutusprosessia. Se koskee sekä rakennusteknisiä että taloteknisiä töitä. Aikataulussa itselleluovutukseen varataan aikaan lohkoittain 2-4 viikkoa. Työnjohto tarkastaa luovutusvaiheen esitarkastuksessa rakennuksen eri tilat kirjaten tiloittain puutteet, vaurioitumiset ja virheelliset suoritukset. Mikäli kohteessa esiintyy systemaattisia virheitä eli virheiden esiintymistä kaikissa tiloissa, tulee korjaukset aloittaa välittömästi. Kohteessa voi ilmetä myös satunnaisia virheitä. Ennen virheiden korjausta tulee selvittää, kenen vastuulla ko. virhe on. Itselleluovutuksen vaiheet ovat:

- luovutuksen esitarkistus
- virheiden ja puutteiden korjauksen suunnittelu ja käynnistys
- systemaattiset virheet
- korjausten tarkastus ja luovutusvalmiuden toteaminen
- loppusiivous ja tilojen lukitus
- luovutus tilaajalle. (Junnonen 2010, 79-80.)

Talotekniikan itselleluovutus sisältää työnaikaisen laite- ja asennustapatarkastuksen, koekäytöt ja säädöt. Lisäksi varmistetaan, että laitteet ja järjestelmät ovat toimintakuntoisia. Talotekniikan luovutuksen vaiheet ovat toimintakokeiden aloitusvalmiuden toteaminen, toimintakokeiden teko, koekäytöt, tarkistusmittausten teko ja loppukatselmus. (Junnonen 2010, 80.)

## 4 HANKINTOJEN HALLINTA

Hankinnat muodostavat suuren osan työmaan kustannuksista. Hankintojen hallinnan avulla varmistetaan, että tuotannossa tarvittavat panokset ovat käytettävissä oikeaan aikaan ja oikeasisältöisenä. Hankintojen hallinta on edellytys tuotannon ajallisen hallinnan onnistumiselle. (Junnonen 2010, 85.)

Hyvän toimitusten ohjauksen ansiosta häiriökustannukset vähenevät ja tuottavuus paranee, materiaalien siirto- ja varastointikustannukset alenevat, materiaalihukat vähenevät sekä tuotannon aikataulupito paranee. (Palolahti ym. 2008, 3.)

Toimitusten ohjausmenettelyt vaihtelevat merkittävästi riippuen siitä minkälainen tuotetyyppi on kyseessä sekä mitä toimituskanavaa ja toimitustapaa käytetään. Ohjaustapaan vaikuttavat myös rakennuskohteen erityispiirteet, kuten mm. aikataulu ja sopimustekniset seikat. (Toimitusketjun hallinta rakentamisessa, 2009, 22.)

Rakennustyömaan toimituksia ohjataan työmaalla seuraavanlaisesti

- ajoittamalla toimitukset niin, että tarvittavat materiaalit ovat oikeaan aikaan työmaalla ja työt voivat edetä suunnitellusti
- seuraamalla työmaan materiaalien käyttöä ja -tarvetta sekä tekemällä sen perusteella toimituksia koskevia muutoksia, täsmennyksiä ja kotiinkutsuja
- ilmoittamalla mahdollisista suunnitelmanmuutoksista (Palolahti ym. 2008, 3.)

### 4.1 Hankintavaiheen suunnittelu

Hankintojen suunnittelu on osa hankkeen tuotannonhallintaa. Hankintojen avulla varmistetaan, että tuotannon vaatimat panokset ovat oikeaan aikaan ja oikeansisältöisenä käytettävissä. Yleisaikataulussa sekä hankintasuunnitelmassa esitetään keinot, kuinka tuotanto saadaan hoidetuksi tavoitebudjetin mukaisesti. Hankkeen tuotannosuunnittelua ei voi tehdä kerralla valmiiksi kokonaan riittävällä tarkkuudella, vaan se on hajautettava osiin: tuotannon kokonaisuuden suunnitteluun ja yksittäisen tehtävän suunnitteluun. Edellä mainituin tavoin myös hankintojen



suunnittelu on nähtävä järjestelmällisesti etenevänä ketjuna koko hankkeen läpiviennin ajan. Niinpä hankintojen suunnittelu jaetaan kolmeen päävaiheeseen jotka ovat: tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu, toteutusvaiheen hankintojen suunnittelu sekä yksittäisen hankinnan suunnittelu. Yksittäisen hankinnan suunnittelun avulla varmistetaan, ettei hankinta epäonnistu ja siten vaarana koko hankkeen suunniteltua toteutusta. Sen sijaan tarjousvaiheen ja toteutusvaiheen hankintojen suunnittelu on osa koko hankkeen tuotannosuunnittelua. Tavoitteena on, että tuotanto kokonaisuudessaan täyttää sille asetetut tavoitteet. (Junnonen 2010, 87.)

#### **4.1.1 Tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu**

Tarjousvaiheessa hankintojen suunnittelu pohjautuu yrityksen noudattamaan hankintapolitiikkaan, tarjouspyyntöasiakirjoihin ja hankkeelle laadittuun perustuotantoratkaisuun, joka käsittää päätökset kohteen lohkojaosta ja niiden suoritusjärjestyksestä sekä rakennusajasta. Tarjousvaiheessa muodostetaan alustavat hankintakokonaisuudet, tunnistetaan kriittiset hankinnat ja kiirehankinnat sekä suunnitellaan periaateratkaisut, jotka liittyvät työmaan logistiikkaan. Rakennuttajan kohteelle määräämä tietty suoritusjärjestys vaikuttaa myös hankintojen suunnitteluun. Tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu kohdistuu ennakkotarjousten hankkimiseen sekä vaihtoehtojen etsimiseen. Huomattava osa hankkeen tarjoushinnasta pohjautuu ennakkotarjouksiin, joilla pyritään vähentämään tarjoushintaan kohdistuvaa riskiä. Tärkeimmistä hankinnoista kuten esim. maalausurakasta, talotekniikkatöistä sekä betonielementtistöistä pyydetään yleensä ennakkotarjoukset. Ennakkotarjoukset tulisi pyrkiä saamaan sitovina. Toimittajat ehdottavat usein ennakkotarjousten yhteydessä jotain materiaalimuutoksia tai parannusehdotuksia, jotta suunnitelmat sopivat paremmin heidän tuotantoonsa. Jos ehdotukset halventavat tai parantavat suunnitteluratkaisua, pääurakoitsijan kannattaa tehdä vaihtoehtotarjous rakennuttajalle. Kun hankintoja suunnitellaan, määritetään niiden yhteydessä hankkeen logistiset perusratkaisut, joita ovat esim. toimituksiin liittyvät yhtenäiset ratkaisut, kuten logistiikkakeskuksen käyttö, sekä urakkarajoihin liittyvät ehdot,

kuten erityisesti työmaan nostoihin, siirtoihin ja varastointiin liittyvät ratkaisut. (Junnonen 2010, 88-89.)

#### **4.1.2 Toteutusvaiheen hankintojen suunnittelu**

Jotta tuotanto toteutuisi laadittujen aikataulujen mukaisesti, on toteutusvaiheen hankintojen suunnittelun ja muun tuotannosuunnittelun tuettava toisiaan. Urakkasopimusasiakirjat, yleisaikataulu, tavoitebudjetti ja hankkeen laatusuunnitelma toimivat hankintojen yleissuunnittelun lähtötietoina. Aikataululla ja tavoitebudjetilla määritetään rajat hankintakokonaisuuksien muodostumiselle sekä luodaan edellytykset hankintojen sopimiseen ja hallintaan. Laadunvarmistussuunnitelma sekä potentiaalisten ongelmien analyysi ovat hankintojen kannalta hankkeen laatusuunnitelman tärkeimmät osat. Yksittäisten hankintojen potentiaalisten ongelmien analyysi tehdään kunkin hankinnan yhteydessä tehtävässä tehtäväsuunnitelmassa. (Junnonen 2010, 89.)

Heti työmaan alussa yleisaikataulun valmistumisen jälkeen, laaditaan myös hankintasuunnitelma. Sen tarkoituksena on hankkeen tuotannonhallinnan kannalta suunniteltujen hankintakokonaisuuksien eli hankintaluettelon kokoaminen. Hankintaluettelossa esitetään hankintakokonaisuudet, joilla tarkoitetaan toimittajakohtaisia yhtenä kauppana tehtäviä materiaalihankintoja ja aliurakoita. Hankintaluettelon tehdään jotta löydetäisiin kokonaisedullisin ratkaisu hankintojen suorittamiseksi. Hankintasuunnitelma toimii hankinnan käynnistävänä herätteenä ja antaa näin ollen tarveajankohdat tuotesuunnitelmille. Hankintasuunnitelmassa myös määritetään hankintavastuut sekä esitetään hankinta-aikataulu. Kun hankintavastuut määritetään luodaan selkeät puitteet hankintatehtävien suorittamiselle. Kullakin hankintatehtävällä on oltava vastuuhenkilö tai henkilöt, jotka ehtivät paneutua riittävästi kyseessä oleviin asioihin. Kiirehankintojen vastuujaosta on erikseen sovittava ja tämän perusteella voidaan aloittaa työmaan aloituksen kannalta kriittisten hankintojen valmistelu. Kiirehankinnat tulee käynnistää heti kun hankkeen aloitus varmistuu. Kiirehankintoihin kuuluvat yleensä mm. maanrakennusurakka, elementtihankinta, raudoitusaliurakka, LVIS-aliurakat

sekä suhdannetilanteesta riippuvat, toimitusajanltaan pitkät toimitukset. (Junnonen 2010, 90-91.)

#### **4.1.3 Logistiikan suunnittelu**

Kun suunnitellaan logistiikkaa on työmaata ajateltava kokonaisuutena. Lähtökohta logistiikalle onkin, että kun materiaali on asennettu ja jätteet siivottu on hankinta käsitelty vasta loppuun saakka. Logistiikkasuunnitelma muodostuu siis materiaalien prosessointiin liittyvistä työvaiheista, kuten: kuljetuksesta, varastoinnista, siirroista, siivouksesta ja suojauksesta. Kerrostalokohteessa logistiikkasuunnittelu jaetaan kahteen osa-alueeseen, runkovaiheeseen sekä sisävalmistusvaiheeseen. Runkovaiheen rakentamisen logistiikassa pääpaino kohdistuu raskaisiin tavarakokonaisuuksiin, jotka pyritään nostamaan holville rungon rakentamisen aikana. Sisävalmistusvaiheen suunnittelussa tärkeintä on tilata tuotteet työmaalle siten, että ne saapuvat juuri ennen asennusta, sillä materiaalit ovat herkkiä vaurioitumaan. Tehtäväsuunnitelmassa logistiikkalaskelmien avulla tarkastellaan täsmällisemmin erilaisia logistisia toimintavaihtoehtoja. Laskelmassa kuvataan ensisijaisten materiaalihankintojen toimituksiin ja käsittelyihin liittyvät työvaiheet sekä niistä syntyneet kulut. Seuraavaksi tavoitteena on pienentää kokonaiskustannuksia etsimällä vaihtoehtoisia toimintatapoja. Kuluerien karsiminen voidaan toteuttaa poistamalla logistisia toimintoja, teettämällä toiminnot halvemmillä resursseilla tai kehittämällä toimintoja logistisesti tehokkaammaksi. (Junnonen 2010, 95.)

#### **4.1.4 Työmaanäkökulman huomiointi**

Tuotannon ja toimitusten ohjauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että työmaahenkilöstö osallistuu hankintasuunnitteluun alusta lähtien, sillä hankinnoista vastaava tekee hankinnat yhteistyössä työmaan kanssa, jolloin työmaa saa kertoa omat tarpeensa, jotka kirjataan tarjouspyyntöön ja sopimukseen. Toimistolla tehtävät suunnitelmat ja laskelmat on tehtävä siten, että työmaa pystyy niitä suoraan käyttämään hyväkseen. Esimerkiksi määrälaskelmat on tehtävä lohkojaon ja

hankintakokonaisuuksien mukaisesti. Mikäli mahdollista tehtäväsuunnitelmat laaditaan jo ennen tarjouspyynnön tekemistä, jotta tietoja voidaan hyödyntää tarjouspyynnössä, neuvotteluissa ja sopimuksessa. (Palolahti ym. 2008, 10.)

## **4.2 Toimitusten suunnittelu ja ohjaus työmaavaiheessa**

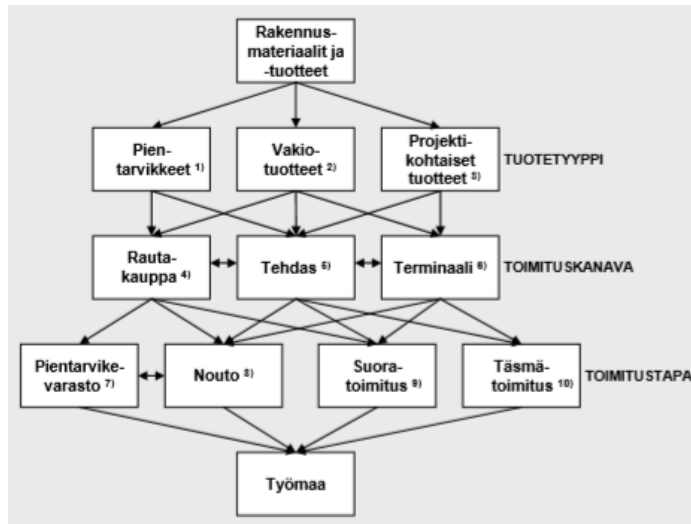
Työnjohdon on tarkennettava omien vastualueidensa työsuunnittelua yleissuunnitelmien pohjalta, koska yleissuunnitelma on epätarkka toimitusten ohjauksen tarpeisiin. Rakentamisvaiheessa työnjohtajan tehtäviin kuuluu toimituksien ohjauksen osalta huolehtia, että työmaan alue on toimiva, täsmentää toimitusmenettelyt, toimituserien kotiinkutsut ja toimitusten varmistaminen sekä tuotteiden vastaanoton ja mm. tarvittavan nosto-, siirto- ja suojakaluston järjestäminen. Kukin työnjohtaja suunnittelee ja merkitsee oman vastualueensa toimitukset aikatauluun. Omien töiden lisäksi aikatauluihin merkitään alirakoitsijoiden toimitukset, jotta toimitusta ennen voitaisiin suorittaa kotiinkutsu ja vastaanoton valmistelu. Toimitusten ohjaukseen kuuluvat toimenpiteet voidaan jakaa viiteen pääkohtaan: toimitusmenettelyn täsmennys, toimitusten kotiinkutsut, vastaanoton valmistelu, kuljetus ja vastaanotto. (Palolahti ym. 2008, 12.)

### **4.2.1 Materiaalihankinta**

Rakentamisessa materiaalihankinnalla tarkoitetaan rakennusmateriaalien, tarvikkeiden ja -osien kauppaa. Materiaalihankinnat voidaan jakaa tuotetyypin, toimituskanavan ja toimitustavan mukaan. (Kuvio 5.) Materiaalihankintojen sopimus- ja ohjausprosessi voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin:

- hankinnan valmistelu:
  - sisällön ja kustannustavoitteen määrittäminen
  - toimitusten logistinen suunnittelu
  - tarjouspyynnön laatiminen ja tarjoajien valinta
- hankintapäätöksen tekeminen
  - tarjouksien vertailu
  - sopimusneuvottelut ja hankintapäätös

- toimitussuunnitelman ja sopimuksen tekeminen
- hankinnan ohjaus ja valvonta
  - toimitusmääräysten tekeminen
  - toimitusten valvonta ja ohjaus. (Junnonen 2010, 113.)



Kuvio 5. Materiaalien jaottelu (Palolahti ym. 2008, 5.)

Materiaalihankintojen päämääränä on hankkia työmaalla tarvitsemat materiaalit edullisesti, määrällisesti ja laadullisesti oikeana sekä ajallisesti työn etenemisen kannalta sopivasti. Jotta päämäärä saavutettaisiin, hankinnat on suunniteltava ja suunnitellun tulokset on vietävä hankintasopimukseen sopimusehdoiksi. Heräte materiaalihankinnan valmistelulle tulee hankinta-aikataulusta tai hankintapalaverista. Hankintojen yleissuunnitelman mukaiset hankintakokonaisuudet muodostavat puitteet hankintojen yksityiskohtaiselle suunnittelulle. Hankinnan vaatimat tiedot kerätään aikataulutehtävän tehtäväsuunnitelmasta. (Junnonen 2010, 113.)

Yhden materiaalihankinnan valmistelun tuloksena saadaan tarjouspyyntö tai tilaus. Tarjouspyyntö- ja sopimusmenettelyä käytetään kustannusmerkitykseltään isoissa hankinnoissa. Vastaavasti tilausmenettelyä käytetään kausi- ja puitesopimuksien piiriin kuuluvien materiaalien hankinnassa sekä rautakauppatavaroiden hankinnassa. Sisältö materiaalihankinnoille määritetään aina tapauskohtaisesti. Teknisistä tiedoista tarkistetaan tarvittavat tuotteet ja niiden määrät, tyyppi, malli, koko, väri yms. tiedot sekä materiaaleihin liittyvät SFS-standardit. Huomiota

kiinnitetään varsinkin oikeisiin toimitusmittoihin ja lukumääriin. Lisäksi määritetään mitä tuotedokumentteja toimittajan on toimitettava. (Junnonen 2010, 115.)

Valmistelun tuloksena kootaan materiaalihankinnan tarjouspyynnön tekemiseen tarvittavat lähtötiedot, joita ovat

- tarjouksen kohde, toimituksen sisältö ja urakkarajat
- toimituserät, -aika ja -ehdot
- suunnitelma-asiakirjat, joissa esitetään hankinnan sisältö selvästi ja ristiriidattomasti
- hankinnan kaupalliset ehdot
- toimittajalta edellytettävä laadunvarmistus ja muut vaatimukset.

(Junnonen 2010, 117.)

Materiaalihankinnan yhteydessä toimittajan valinta pohjautuu yleensä kausi- tai puitesopimukseen tai kirjalliseen tarjouspyyntöön. Kausi tai puitesopimuksessa tarjouspyyntö- tai valintaprosessia ei tarvitse suorittaa sillä hankinnassa käytetään tilausmenettelyä. Mikäli kausisopimuksia ei ole käytettävissä, pyydetään toimittajilta kirjallisia tarjouksia. (Junnonen 2010, 117.)

Yksikäsitteisten ja verrattavissa olevien tarjousten saaminen vaatii huolellisesti laadittua tarjouspyyntöä. Tarjouspyyntö koostuu tarjouspyyntökirjeestä ja liitteisiin koottavista kaupallisista ja teknisistä tarjouspyyntöasiakirjoista. Tarjouspyyntökirjeessä on mainittava tilaaja ja yhteyshenkilö, kohteen tiedot, urakan sisältö, tarjoushintaa koskevat vaatimukset, tarjouksen jättöaika ja -paikka, tarjouksen voimassaoloaika sekä luettelo tarjouspyyntöasiakirjoista. (Junnonen 2010, 106.)

Hankintapäätöksen tekoa varten saatuja tarjouksia vertaillaan ja arvioidaan mahdollisten tarjouspyynnöstä eroavien ehtojen vaikutuksia. Vertailun perusteella tarjouksista valitaan kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto. (Junnonen 2010, 117.)

#### 4.2.2 Toimitusmenettelyn täsmennys

Työnjohtajat tarkistavat toimitussopimuksen sisällön sekä sen, miltä osin sitä on mahdollisesti muutettava tai täydennettävä, ennen kuin työn aloittaminen ja toimitusajankohta lähestyvät. Tuotteiden toimitusmenettelyjä täsmennetään ja toimituserien määrä, koko ja ajoitus sovitaan. Työmaalla oleva varastointitila, työmaan aikataulu sekä varastointi- ja kuljetuskustannusten suhde määrittävät sen, kuinka suuria toimituseriä voidaan työmaalle ottaa. Tavallisesti tuotteet tilataan esimerkiksi lohkoittain tai kerroksittain, mutta hankintasuunnitelmassa määrät on tavallisesti jaoteltu toisin, jolloin työmaahenkilöstö joutuu laskemaan määrät uudestaan ennen tilausta. Asennuspaikalle tuotteet siirretään tilakohtaisesti, kerroksittain tai lohkoittain. Tuotteiden setitys suunnitellaan ja sovitaan etukäteen ja se tehdään joko tehtaalla tai terminaalissa tai vasta työmaalla. Aluesuunnitelmassa tulee olla varattu ajoreitit sekä tuotteiden vastaanotto-, purku- ja varastointipaikat sekä siirtoreitit. Aluesuunnitelma päivitetään työmaan edistyessä vähintään maanrakennus-, runko -ja sisävalmistusvaiheittain. (Palolahti ym. 2008, 13.)

Sopimusneuvotteluissa on hyvä sopia aliurakoitsijoiden, sekä tavaratoimittajien kanssa yhteisistä pelisäännöistä, jotka kirjataan sopimukseen veloittamaan molempia osapuolia. Esimerkiksi siirtotehtävät voidaan jakaa pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan kesken niin, että pystysierrot kerroksiin ovat pääurakoitsijan vastuulla, kun taas vaakasiirrot kerroksissa kuuluvat aliurakoitsijalle. Hankintojen toimitukset sovitaan suoraan toimittajan kanssa ja esimerkiksi betonielementtitoimitukset käsitellään sopimusneuvottelussa. Samalla sovitaan, että tilaaja saa toimittajalta tuotteen materiaali- ja tyyppihyväksyntätodistukset sekä huolto- ja hoito-ohjeet. Tarvittaessa sovitaan tuotetoimittajan kanssa myös tuotetoimituksen mukana tulleista nostoapuvälineistä, työntekijöistä tai muusta kalustosta kuorman purkua varten. Toimitusajankohta päätetään toimittajan kanssa tarkasti ja myöhästymisestä määrätään sakko. (Palolahti ym. 2008, 13.)

Toimituserän sisältö ja ajankohta ilmoitetaan toimittajalle toimitusmääräysten avulla. Samalla tarvittavat siirtoresurssit varataan toimitusten ajankohdaksi. Toimitusmääräysten hyötynä on välivarastoinnin, työmaan sisäisten siirtojen ja tuotannonhäiriöiden väheneminen sekä toimitusten jaksottaminen.

Toimitusmääräyksessä esitetään:

- sopimus, johon toimitusmääräys perustuu
- päivämäärä ja tilausnumero
- toimittaja ja tilaaja yhteystietoineen
- työkohde
- toimituserän numero
- toimitusaika (esim. kahden tunnin tarkkuudella)
- toimitusehto
- toimituksen sisältö: nimikkeet, määrät ja yksiköt
- materiaalien toimituspaikka
- vastaanoton yhteydessä havaitut toimituksen puutteet ja virheet.  
(Junnonen 2010, 120.)

#### **4.2.3 Käytännöt toimitusten vastaanottamiseen**

Toimituserien kotiinkutsun tarkoituksena on tarkistaa tuotannon ja toimituksen ongelmattomuus aikataulullisesti sekä varmistaa, ettei muita ongelmia ole odotettavissa. Myös työmaan tulee tiedottaa toimittajaa mahdollisista aikataulu- ja suunnitelmamuutoksista. Tuotetoimituksen tulee olla asennuspaikalla sovitun aikataulun mukaisesti, mikäli esim. tuotteiden täytyy tasaantua asennusolosuhteisiin. Kotiinkutsun yhteydessä selvitetään yhteyshenkilön tiedot sekä pyydetään kuljettajaa ilmoittamaan mahdollisesta ongelmatilanteesta työmaalle. Toimittajalle tai kuljetusliikkeelle voidaan lähettää työmaan aluesuunnitelma, johon on merkitty tuotteiden purkupaikka. (Palolahti ym. 2008, 14.)

Mikäli toimituksen kotiinkutsusta on kulunut runsaasti aikaa, voidaan vielä tarkistaa toimituksen tilanne toimittajan ja kuljetusliikkeen kanssa. Toimituksesta vastaava työnjohtaja varmistaa nosto-, siirto- ja suojauskaluston valmiuden ja että mesta, kuorman purkupaikka ja varastopaikka ovat kunnossa. Kuorman purkukalusto tai nosto- ja siirtokalusto tilataan valmiiksi aluesuunnitelmassa määritettyyn purkupaikkaan toimitusajankohdaksi ja samalla varmistetaan kuljetuskaluston sekä työmaakaluston yhteensopivuus. Siirto, nosto ja varastointi suoritetaan aina tuotekohtaisesti toimituksen mukana tulleen ohjeen tai valmistajan antamien



ohjeiden mukaisesti. Mikäli siirtotöissä käytetään työmaan ulkopuolisia työntekijöitä on perehdytykselle varattava riittävästi aikaa ennen toimituksen saapumista. Erityisesti kuljetusliikkeeseen tulee olla yhteydessä runsaasti varastotilaa tarvitsevista, erityisiä purkuresursseja vaativista tai aikataulullisesti kriittisistä toimituksista mikäli työmaahan ei ole otettu yhteyttä sovituksi. Toimituksen vastaanotossa yleinen ongelma on kuorman purku väärään paikkaan, josta taas voi seurata töiden viivästyminen ja tarpeettomat tuotteiden siirtotyöt. Tämän vuoksi työmaahenkilöstön tulee ohjata ja valvoa kuljetusliikkeen toimintaa, erityisesti kun kyseessä ovat hankalasti siirrettävät, paljon varastotilaa tarvitsevat ja suojattavat tuotteet. (Palolahti ym. 2008, 14-15.)

Tavaraerän saavuttua työmaalle työmaamestari suorittaa vastaanottotarkastuksen ja sen yhteydessä toimituksen laadullisen ja määrällisen valvonnan. Tämän tarkoituksena on estää kelvottoman materiaalin pääsyn työmaalle. Tarkastuksessa rahtikirjojen ja tavaraerien määrän vastaavuus tutkitaan sekä materiaalit tarkistetaan silmämääräisesti ulkoisten vaurioiden varalta. Suojattuja pakkauksia ei vastaanottotarkastuksessa avata. Havaittavista poikkeamista suoritetaan kirjaus välittömästi kuormakirjaan. Tämän jälkeen toimittajaa reklamoidaan puutteista pikimmiten puhelimitse ja myöhemmin kirjallisesti sekä vaaditaan korjaavia toimenpiteitä. Myös toimitusehtoja valvotaan. Pakkaustavan ja -koon, purkumenetelmän, siirtojen sekä välivarastoinnin tulee olla sopimuksenmukaisia. Toimitus palautetaan lähettäjälle, mikäli havaittu laatuvirhe on merkittävä tai toimitus on kokonaan käyttökelvoton. Sen sijaan toimitus voidaan ottaa vastaan, mikäli toimituksen virhe on merkityksetön. Tämä kuitenkin edellyttää, että tehdään selvät merkinnät kuormakirjaan sekä vaaditaan kuittaus tavaran toimittajalta. Hyväksytyyn vastaanoton jälkeen materiaalit varastoidaan niille varattuun paikkaan. (Junnonen 2010, 122.)

## 5 SISÄTYÖVAIHEET JA NIIDEN HALLINTA

Sisätyövaiheiden työmenetelmien esimerkkikohteena toimii Pallas rakennuksen rakentama asuinkerrostalo Vaasassa.

Kohteen kuvaus ja erityispiirteet:

- 8-kerroksinen P1 luokan asuinkerrostalo + kellari
- Kerrosala 3545,0 m<sup>2</sup>
- Tilavuus 12300 m<sup>3</sup>
- 52 asuntoa
- Kaukolämpölämmitys sekä vesikiertoinen lattialämmitys
- Huoneistokohtainen ilmanvaihto
- Rakennejärjestelmä
  - Kantavat väliseinät: paikallavaletut
  - Kantavat ulkoseinät: sisäkuorielementit
  - Välipohjat: ontelolaatat
  - Ei kantavat ulkoseinät: puurunkoisia

Rakennushankkeen laajuus sekä aikatalu vaikuttavat työmenetelmien suunnitteluun ja ajoittamiseen, joten työvaiheet tulee suunnitella aina tapauskohtaisesti. Tässä opinnäytetyössä sisätyövaiheiden esimerkiksi otetaan asuinkerrostalotyömaan väliseinien ja alaslaskettujen kattojen runkotyö sekä levytys. Aikameneiksi on laskettu ratun menekkien sekä edellisten kokemusten pohjalta 50 päivää väliseinien runkotöihin, 40 päivää seinälevytykseen sekä 30 päivää alakattotöihin. Kyseessä olevat työt täytyy kuitenkin suunnitella ja ajoittaa suhteessa talotekniikan töihin. Toinen merkittävä tekijä on tavaralogistiikka. Sen merkitys korostuu niin väliseinärunkotöiden kuin väliseinä- ja alakattolevytystenkin ajoittamisessa. Materiaalien on siis oltava oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Väliseinä- ja alakattotöiden suunnittelussa on huomioitava myös siivous ja jätteiden siirtäminen jätelavoille, sillä kipsilevyjätettä syntyy kyseisissä työvaiheissa huomattavasti. (Pallas rakennus, haastattelu 2019.)

Väliseinärunkoja ei ole järkevää tehdä kerralla valmiiksi, ennen kuin parvekeovet ja ikkunat on asennettu, sillä ahtaassa tilassa ikkunoiden ja parvekeovien kuljetus ja

asennustyö hankaloituisi huomattavasti. Tavoitteena on siis saada kaikki väliseinäyläjuoksut naulattua kiinni ennen parveke- ja ikkunaovien asennusta. Tämän lisäksi IV-kanavien asennus liittyy runkotöiden kanssa, joten väliseinien paikat tulee olla vähintään merkattuna paikoilleen. Alajuoksujen sekä pystyrunkojen asennustyö jatkuu parvekeovien ja ikkunasennustöiden jälkeen. Teräsrangat ovat hyviä materiaalilogistiikan kannalta, sillä ne vievät vain vähän tilaa u-profiilinsa ansiosta ja niiden varastointi on helppoa ulkoilmakestävyytensä vuoksi. Kohteessa rangat nostetaan nosturilla kerrokseen runkotöiden yhteydessä, jotta vältetään myöhemmin ylimääräisiltä nostotöiltä. (Pallas rakennus, haastattelu 2019.)

Väliseinälevytyksen aikatauluttaminen riippuu myös ympäröivistä rakenteista. Kohteessa on puurunkoiset ei-kantavat ulkoseinät, joiden villoittaminen onnistuu vasta silloin, kun vesikatto on tehty ja puurunko todettu kuivaksi. Väliseinälevytysvaiheen suunnittelussa intressinä on levytyksen jatkuva ja edistyvä työtahti siten, että tuloksettomalta odottelulta välttyttäisiin. Tässä kuten muissakin asuinkerrostaloissa huonekohtaisten väliseinämäärien perusteella tulee porrastaa työt tapauskohtaisesti. Työmenetelmiä on monia ja tässä tapauksessa pureudutaan yhteen menetelmään. Esimerkkinä otetaan kohteen 1. kerros, missä on 7 asuinhuoneistoa. Levytystöistä vastaava kirvesmies tai ryhmä aloittaa ensimmäisestä asunnosta levyttäen yhden levykerroksen valmiiksi sähkö- ja putkiasentajaa varten, jotka perässä asentavat väliseiniin valaisinkytkin- ja sähkörasiapaikat sekä väliseinän sisälle asennettavat viemärit ja vesijohdot. Talotekniikaantulee varata aikaa, ennen kuin seinät levytetään umpeen. Keittiön- ja kylpyhuoneiden putkituksissa kupariputket hitsataan runkolinjoista menemään asuntoihin jakotukkeihin ja jakotukeista muovisilla putkilla seinien sisälle. Edellä mainitulla tavalla kipsilevy asennetaan kerroksen kaikkiin huoneistoihin. Kun ensimmäinen asennuskierros on suoritettu, väliseinät ”tuplataan” eli seinän toinen puoli asennetaan ja väliseinätyypistä riippuen eristetään, kuten esim. kylpyhuoneiden seinät sekä hormirakenteet. Asennuskohteessa siirrot tehdään siirtokärryillä tai kantaen. Ylempiin kerrokseen kipsilevyt voidaan nostaa suoraan jo runkovaiheen aikana, sillä juotosvalun kovettumisen jälkeen kohteen 320 mm onteloiden rasituskestävyys on tarpeeksi suuri kipsilevyjen varastointia varten. (Pallas rakennus, haastattelu 2019.)

Väliseinälevytys menee limittäin kipsialakattojen kanssa. Yleensä ensimmäinen kirvesmies tai pari tekee levyrungot, jonka jälkeen toinen kirvesmies tai pari levyttää toisen puolen väliseinistä. Lopuksi ”tuplauksen” jälkeen laitetaan alakattokoolaukset kiinni. Alakattorunkoa ja sen levytystä ei voi tehdä samanaikaisesti, sillä talotekniikalle tulee olla työvaraa samalla tavoin kuin väliseinätöissäkin. Alakattotöissä yhtenä vaihtoehtona on esim. tehdä väliseinien levytyksen jälkeen alakattoihin lautarungot, jolloin sähkömies pääsee asentamaan kaapelit oikeille paikoille lamppuja varten. Lautarungon teon yhteydessä on hyvä tehdä myös otsapinta kipsilevystä, mikäli IV-kanavien läpivienti sitä edellyttää. Alakatto tulee kuitenkin jättää auki siksi aikaa, että IV-kanavien mahdolliset eristykset on suoritettu loppuun saakka. Seinä ja alakattotöistä tuleva kipsilevyjäte on syytä kuljettaa säännöllisesti rakennusaikaisen hissien tai roskakuilun avulla niille kuuluville jätelavoille. (Pallas rakennus, haastattelu 2019.)

## 5.1 Väliseinärungot

Kipsilevyjen kiinnitysalustana käytetään teräsrankoja, jotka on valmistettu 0,65 mm paksusta galvanoidusta teräspelistä. Teräsrankat on suunniteltu vain kantamattomiin rakenteisiin ja ottamaan vastaan vain kalusteilta tulevia kuormia sekä väliseinien omaa painoa. Näissäkin tapauksissa riskinä on nurjahdusvaara, mikä saadaan ennaltaehkäistyä profiloitintekniikalla. Teräsrankat ovat mittatarkkoja sekä suoria ja tämän vuoksi helposti asennettavissa. Mittatarkkuuden arvoiksi on annettu  $\pm 0,5$  mm. Määrämitan toleransseiksi ilmoitetaan  $\pm 2$  mm. Rankojen valmistajat ovat lisänneet tuotteisiinsa erilaisia kalustotukia raskaita kalusteita varten, sillä kevyeen kipsiseinään on vaikea kiinnittää raskaita kalusteita. Kalustotuet liitetään kahteen tai useampaan pystyrankaan poikittaistueksi. Kalustotuki tulee mitoittaa ja kiinnittää jo runkovaiheen aikana ennen levytystä. (Koski ym. 2010, 218.)

### 5.1.1 Työmenetelmä

Ennen asennustyötä tarkistetaan, että runkomateriaali on suoraa ja korroosiosuojattua sekä suunnitelmien ja sopimuksien mukaista. Metalliprofiilinen alajuoksu kiinnitetään ampumalla tai lyöntiniitillä suoraan lattiaan. Vaihtoehtoisesti voidaan 50 mm aluspuu ampua lattiaan ja teräsprofiilinen alajuoksu kiinnitetään aluspuun päälle. Kattoon ja välisenää rajoittaviin rakenteisiin rangat kiinnitetään ampumalla tai kiinnitystulppia käyttäen. Ala-, ylä-, ja sivujuoksut eristetään ja tiivistetään rajoittavista rakenteista suunnitelmien mukaan. (RATU 0426.)

Suunnitelmien ja levymateriaalien vaatimusten mukaisesti mitataan ja merkitään alajuoksuihin pystyrankojen paikat. Määrämittaiset pystyrangot asennetaan vaakarakojen väliin. Rangot kiinnitetään ruuveilla tai niiteillä ainoastaan kulmista ja karmikohdista. Lopulliset paikat määräytyvät levyreunojen mukaan levytysvaiheessa. Teräsrankojen lyhennys onnistuu tarvittaessa peltisaksilla tai kulmahiomakoneella. Katkaisupintojen tulee olla suorina. Teräsprofiilin läpät aukaistaan asennuksen yhteydessä jäykistystä ja sähköputkitusta varten. Aukkojen yläpuolelle tulee tehdä tuplarunko. Lopullisen lattiapinnan korkeus otetaan huomioon aukkojen korkeutta mitoittaessa. Karmikiinnitystä varten on karmirangan sisälle kiinnitettävä vahvistusranka tai puusoiro. Lopuksi asennetaan kiinnitystuet kiinto- ja LVIS-kalusteita varten. (RATU 0426.)

## 5.2 Kevyet väliseinät ja alaslasketut katot

Kevyen väliseinän tehtävänä on erottaa tilat toisistaan, estää äänen kulkua, toimia näkö- ja hajuesteenä, eristää lämpöä, estää palon leviäminen sekä toimia kiinnitysalustana esim. seinäkaapeleille. Kipsilevyn työstettävyyden on helppoa, sillä kavennukset, leikkaukset ja viistoamiset onnistuvat terävällä veitsellä. (Koski ym. 2010, 217-218.)

Kipsikartonkilevyjä on saatavilla 6mm, 9mm ja 13mm vahvaisina. Leveydet ovat 900 mm tai 1200 mm. Pituudet vaihtelevat 2400 mm ja 3600 mm välillä. Väliseinä ja alakattotöissä käytettävien kipsikartonkilevyjen päätyypit ovat normaali-, erikoiskova-, märkätila- ja akustiikkalevy. (Koski ym. 2010, 220.)

### 5.2.1 Työmenetelmät

Huoneen puoleinen seinä levytetään yleensä ensin, koska sille puolelle seinää tulee enemmän sähkörasioita, joiden reiät on helpompi mitata paikallaan olevaan levyyn. Sijainti vaikuttaa myös levytysjärjestykseen. Levytys on suositeltavaa yleensä aloittaa levynipuista kauimpana olevista seinistä, koska levyjen kantomatka pidentyy, mikäli kantoreitille on rakennettu seinä. Levytys on suositeltavaa aloittaa täydellä levyllä seinän alkamiskohdasta. Levytyssuunnaksi valitaan suunta kohti rangon avointa puolta. Väliseinän eri puolille tulevat levyjen puskusaumat laitetaan vuoroittain eri rangoilta. Levy katkaistaan oikeaan mittaan, asetetaan paikalleen pystyasentoon ja kiinnitetään ylä- ja alakiskoon. Pystyrankojen paikat tarkistetaan ja siirretään oikeaan paikkaansa mikäli tarpeellista. Tämän jälkeen ruuvataan levy rankoihin kiinni. Ruuveja ei saa vääntää liian kireälle, sillä kartongin pinta repeytyy herkästi ja ruuvi uppoaa kipsin sisälle. Ruuveja ei saa myöskään jättää liian korkealle sillä se hankaloittaa seuraavaa työvaihetta eli seinän tasoittamista. Ovi- ja muiden aukkojen kohdat voidaan levyttää täysillä levyillä. (Koski ym. 2010, 224.)

Katon levytyksessä aloitetaan aina kulmasta. Levy nostetaan kattoon levyhissiä apuna käyttäen. Varotaan rikkomasta levyjen pintaa tai reunoja. Katon ja levyn väliin tulee jättää painumavara. Levyt kiinnitetään paikoilleen reunoista ja keskeltä levyvalmistajan ohjeiden mukaisesti. Kiinnitystarvikkeiden tulee olla korroosiosuojattuja sekä suunnitelma-asiakirjojen mukaisia. (Ratu 0420.)

### 5.3 Laadunhallinta

Toimituksessa rakennuslevyjen tulee olla merkittynä paketti- ja kappalekohtaisesti siten, että yhdenmukaistetussa tuotestandardissa mainitut merkintävaatimukset täyttyvät. Kuljetuksen sekä varastoinnin ajaksi rakennuslevyt suojataan kastumiselta, likaantumiselta, kolhiintumiselta ja suoralta auringon paisteelta. Levyt pinotaan suoralle alustalle, mikäli ne varastoidaan lappeellaan. Aluspuita käytetään ja ne asetetaan noin 0,5 m:n etäisyydeltä toisistaan. Levypino peitetään esim. suojalevyllä. Mikäli levyt varastoidaan pystyasennossa, levyjen reunat eivät saa koskettaa maapohjaa tai lattiaa. Levyjen tuulettumisesta huolehditaan varastoinnin

aikana. Levyt eivät saa varastoinnin aikana kostua tai kuivua haitallisesti eikä niihin saa syntyä haitallisia muodonmuutoksia. (SisäRYL. 2013, 188.)

Materiaalin turhaa varastoimista työmaalla vältetään. Mikäli mahdollista levyt varastoidaan aluspuiden varaan sisätiloihin. Kipsilevyt varastoidaan työkohteessa keskelle huonetta ja kosteuden annetaan tasaantua työkohteen kosteutta vastaavaksi. (Rakennustöiden laatu. 2017, 214.)

Ennen töiden aloitusta varmistetaan työvälineiden, materiaalien sekä työntekijöiden resurssien saatavuus. Työnaikaisessa laadunvarmistuksessa varmistetaan, että työssä käytetään, asianmukaista valaistusta, henkilökohtaisia suojaimia sekä turvallisia telineitä. Ennen levyjen kiinnittämistä varmistetaan, että teräsrungon läpät ovat auki, runkosoirojen pystysuoruus sekä merkittyjen seinälinjojen suunnitelmien mukaisuus. Märkätilojen ja muiden erikoisseinien rankajaot ja liittyminen muihin rakenteisiin tarkistetaan. (Rakennustöiden laatu. 2017, 215.)

Kiinnikejako suoritetaan siten, että levyt ovat tiivistä kiinni alustassa ja levyjen tasaisuus ja tarvittavat ominaisuudet saavutetaan. Mikäli asiakirjoissa ei toisin määrätä, kipsilevyväliseinien ulkokulmissa käytetään muovista tai teräksistä kulmasuojaa, joka ylitasotetaan. Seinien sisäkulmissa käytetään paperista saumanauhaa, joka ylitasoitetaan. Märkätiloissa käytetään märkätiloihin tarkoitettua levyä. Kaksinkertaisessa levytyksessä levykerrosten saumat limitetään eri rankojen kohdalle. Kipsilevy tulee kiinnittää jokaiselta reunaltaan sekä jokaiseen rankaan. (SisäRYL. 2013, 188.)

## 6 POHDINTA

Työmaaoloissa tuotannonhallinnan suunnitteluun tulee käyttää aikaa, sillä sitä on vaikea hallinnoida reaaliajassa tuotannonhallinnan suunnittelukeskeisyyden vuoksi. Laadukas tuotannonhallinta edellyttää niin aikataulun, laadun, hankintojen sekä työvaiheiden jatkuvaa ja aukotonta suunnittelua. Kiireen vuoksi näiden asioiden jatkuva seuranta voi ajoittain tuottaa haasteita. Tuotannonhallinnan ongelmat liittyvätkin erityisesti työsuunnitelmien ja työnaikaisen valvonnan sekä ohjauksen puutteellisuuteen. Vanhan sanonnan mukaan ”hyvin suunniteltu on puoliksi tehty” pätee myös tuotannonhallintaan. Työnjohtaja ei pysty itse vaikuttamaan hankkeen jo valmiiksi kireään aikatauluun muulla tavoin, kuin suunnittelemalla ajankäytön järkeväksi sekä realistiseksi. Suunnittelu lähtee ajoittamisen taitamisesta, joka luo edellytykset myös muulle tuotannonhallinnan toiminnalle. Erityisesti puutteellinen aikataulu heijastuu laadullisiin tekijöihin sekä kustannuksiin.

Tiedon kulkeminen eri osapuolten välillä on yksi merkittävimmistä tekijöistä, oli sitten kyse työn laadusta tai työturvallisuudesta. Tämä korostuu useiden osapuolten kanssa toimiessa sekä rakennustyömaan jatkuvasti muuttuvassa toimintaympäristössä. Tiedon kulkeminen tulee kysymykseen myös eri kansalaisuuksien työskennellessä hankkeessa. Urakoitsijan tulee valvoa alihankkijoiden työskentelyä ja ennen kaikkea sitä, että kaikki ”pelaavat” samojen sääntöjen mukaisesti.

Kaiken muun ohella työnjohtajan tulee luoda edellytykset työvaiheille. Tämä korreloi hankintoihin sekä myös laatuun, sillä työntekijöillä on oltava oikeaan aikaan tarvittavat materiaalit ja työkalut käytössään, jolloin vältetään myös kiireen aiheuttamalta työnlaadun heikkenemiseltä. Lisäksi työnjohtajan tulee ennakoida ja varautua mahdollisiin ongelmatilanteisiin vaihtoehtoisten menetelmien keinoin. Työvaiheiden suunnittelu työntekijöiden kanssa on yleishyödyllistä, sillä he ovat usein oman työkuvasa parhaita asiantuntijoita. Kriittistä ajattelutapaa on kuitenkin järkevää pitää yllä. Varsinkin toimintatapa, jossa ”tehdään niin kuin on ennenkin tehty” saattaa tuottaa laadullisia ongelmia. Ennen toimiva rakenne tai työmenetelmä on saattanut paljastua tänä päivänä riskitekijäksi. Jotta toimintatapa muuttuisi, on tärkeää tuoda esille ja perustella uusia tutkittuja menetelmiä.



## LÄHTEET

Junnonen, J-M. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Suomen rakennusmedia Oy.

Kankainen J. & Junnonen J-M. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Koski H., Koskenvesa A., Mäki T. & Kivimäki C. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.

Pallas Rakennus Pohjanmaa Oy. 2019. Haastattelu 11.9.2019.

Palolahti T., Sahlstedt S., Riihimäki M. & Koski H. 2008. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. Helsinki: Rakennusteollisuus RT.

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011. Ratu-käsikirja. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry, Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.

Rakennustöiden laatu 2017. Ratu-käsikirja. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry, Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.

Ratu 0426. 2014. Levyrakentaminen, väliseinät. Menekit ja menetelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu 0420. 2014. Levyrakentaminen, levytys. Menekit ja menetelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 1193-S. 2001. Väliseinät ja alakatot. Suunnitteluohje. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SisäRYL. 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. RT 14-11103. Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy.

Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa. 2009. Ketju-yhteenveto. Raportti. Rakennusteollisuus RT.

