



**VAASAN YLIOPISTO  
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA  
TUOTANTOTALOUS**

Joonas Peltokorpi

**RAKENTAMISPROJEKTIN TUOTTEISTAMINEN**

Tuotantotalouden  
pro gradu -tutkielma

**VAASA 2013**

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b>	<b>Sivu</b>
TIIVISTELMÄ	4
ABSTRACT	5
1. JOHDANTO	6
1.1. Aiheen taustaa	6
1.2. Tutkimuskysymys ja rajoitteet	7
1.3. Tutkielman rakenne ja tavoitteet	8
1.3.1. Tutkielman rakenne	8
1.3.2. Tutkielman tavoitteet	8
2. RAKENNUSHANKKEEN KULKU	10
2.1. Tarveselvitys	10
2.2. Hankesuunnittelu	11
2.3. Suunnittelun valmistelu	12
2.4. Suunnittelun ohjaus	12
2.5. Rakentamisen valmistelu	13
2.6. Rakentamisen ohjaus	14
2.7. Vastaan - ja käyttöönotto	14
2.8. Takuuaika	15
3. TUOTTEISTAMINEN	18
3.1. Tuotteistamisen hyödyt	20
4. TUTKIMUSMENETELMÄT	24
4.1. CPM- Kriittisen polun teoria	24
4.2. TOC- Kapeikkoajattelu	26
5. TALLIOSAKKEEN RAKENTAMISPROJEKTIN TYÖN VAIHEJAKO	31
5.1. Tarveselvitys	31
5.2. Hankesuunnittelu	33
5.3. Rakentamisen valmistelu	35
5.4. Rakennusvaiheen tehtävät	36
5.5. Työn valvonta	37

5.6. Vastaan ja käyttöönotto	39
5.7. Takuuaika	39
6. TALLIOSAKKEEN RAKENTAMISPROJEKTIN AIKATAULUTUS	43
7. TALLIOSAKKEEN RAKENTAMISPROJEKTIN TEHOSTAMINEN	48
7.1. CPM -kriittisen polun menetelmä tehostamisen välineenä	48
7.1.1. Kriittisen polun tunnistaminen rakentamisprojektista	48
7.1.2. Rakentamisprojektin kriittisen polun tehtävien tehostaminen	49
7.2. TOC -kapeikkoajattelu tehostamisen välineenä	53
7.2.1. Kapeikkojen tunnistaminen rakentamisprojektista	53
7.2.2. Rakennusprojektin kapeikkojen tehostaminen	53
8. ANALYYSI JA TULOKSET	56
8.1. Tutkimusmenetelmien soveltuvuus Talliosakkeen rakennusprojektiin	56
8.2. Tulokset ja niiden luotettavuus	58
8.2.1. Tutkielman tulos	58
8.2.2. Tutkielman luotettavuus	61
9. YHTEENVETO	63
10. LÄHTEET	64

---

**VAASAN YLIOPISTO****Teknillinen tiedekunta**

<b>Tekijä:</b>	Joonas Peltokorpi	
<b>Tutkielman nimi:</b>	Rakentamisprojektin tuotteistaminen	
<b>Ohjaajan nimi:</b>	Marja Naaranoja	
<b>Tutkinto:</b>	Kauppätieteiden maisteri	
<b>Oppiaine:</b>	Tuotantotalous	
<b>Opintojen aloitusvuosi:</b>	2007	
<b>Tutkielman valmistumisvuosi:</b>	2013	<b>Sivumäärä:</b> 65

---

**TIIVISTELMÄ:**

Tutkielman tarkoituksena on vastata tutkimuskysymyksiin: *Millä menetelmillä toimeksiantajayrityksen rakentamisprojekti voidaan tuotteistaa?, Miten toimeksiantajayrityksen rakentamisprojekti voidaan näitä menetelmiä hyväksikäyttäen tuotteistaa? ja Miten heidän rakentamisprojektia voidaan tehostaa?*

Tutkimus tehdään rakennusliikkeelle, jonka toimenkuvana on rakentaminen Suomessa. Rakennukset rakennetaan samanlaisina eri paikkakunnille, joten rakennusprojektin tuotteistamisesta ja tuotantoprosessin tehostamisesta on suuri hyöty yritykselle.

Tutkielman teoriaosassa esitellään rakennusprojektin tuotteistamisessa käytettävänä työkaluina CPM (Critical path method) eli kriittisen polun teoria ja TOC (Theory of constraints) eli kapeikko ajattelu. Teoriaosassa esitellään myös yleisellä tasolla tuotteistaminen ja RT-kortiston mukainen rakennushankkeen kulkua kuvaava tehtäväluettelo. Tutkielman empiirisessä osassa jaetaan toimeksiantajayrityksen varastohallin rakentamisprojekti työvaiheittain RT-kortiston rakennushankkeen tehtäväluettelon mukaisesti, sekä aikataulutetaan projekti. Empiirisessä osassa suoritetaan myös rakentamisprojektin tehostaminen tutkimusmenetelmiä hyväksikäyttäen. Tutkielman tuloksena rakentamisprojekti tuotteistetaan, luomalla tehostettujen työvaiheiden mukainen aikataulupohja, jota tulisi seurata täsmällisesti kaikissa yrityksen eri rakentamisprojekteissa.

---

**AVAINSANAT:** tuotteistaminen, kriittisen polun teoria, kapeikkoajattelu, theory of constraints, critical path method, productization, productication

---

**UNIVERSITY OF VAASA****Faculty of technology**

<b>Author:</b>	Joonas Peltokorpi	
<b>Topic of the Master's Thesis:</b>	Productization in construction project	
<b>Instructor:</b>	Marja Naaranoja	
<b>Degree:</b>	Master of Science in Economics and Business Administration	
<b>Major subject:</b>	Industrial Management	
<b>Year of Entering the University:</b>	2007	
<b>Year of completing the mster's Thesis:</b>	2013	<b>Pages:</b> 65

---

**ABSTRACT:**

The purpose of this study is to answer the research questions: *What are the methods which can be used in company's construction project productization?, How company's construction project can be productized by using these methods? And How the company's construction project can be improved or strengthen?*

The survey is made for construction company, who's main business is building work around the Finland. Buildings are built similar in different locations, so the productization of the construction project and the strengthening of the production is a major benefit of the company.

In the theoretical part presents CPM Critical Path Method and TOC Theory of constraints as an productization tools for construction project. In the theoretical part will also be presented at a general level productization and RT-Information file where is shown all the tasks of the construction project.

In the empirical part is the company's construction project divided in to tasks, by according the list of RT- Information file and the project will be scheduled. In the empirical part, the construction project is also improved by using the survey methods. As a result of this study, the construction project will be productized, by making a timetable which follows the improved project tasks. This table should be followed precisely in all construction projects.

---

**KEYWORDS:** theory of constraints, critical path method, productization, productication

## 1. JOHDANTO

### 1.1 Aiheen taustaa

Vuonna 2007 perustettu Talliosake on Oululainen varastohallien rakentamiseen erikoistunut yritys. Yritys rakentaa varastohalleja myyntiin Suomi toimialueenaan. Varastohallit ovat kooltansa keskimäärin 750m<sup>2</sup>, kuitenkin riippuen aina tonttikohtaisista rakennusmahdollisuuksista. Hallit ovat jaettu 29-37m<sup>2</sup> talliosakkeisiin, joita myydään varastotilaksi yrittäjille ja yksityisille henkilöille. Pääkohderyhmiä ovat veneilijät, karavaanarit, pienyrittäjät ja harrastelijat. Talliosakkeet tarjoavat erinomaisen ja lämpimän säilytyspaikan tavaroille, mutta myös hyvää tilaa korjata ja huoltaa esimerkiksi veneitä tai autoja.

Varastohallit ovat puurakenteisia ja ne valmistetaan paikanpäällä ns. ”pitkästä tavarasta”. Rakentaminen tapahtuu omavalmisteisista runko- ja kattoelementeistä, jotka tehdään työmaalla erikseen niille tehdyillä pedeillä maassa. Elementtien valmistuttua ne pystytetään nosturin avulla.

Varastohallit ovat kiinteistöosakeyhtiömuotoisia. Tämä tekee talliosakkeen omistamisesta huoletonta, sillä kuukausittaiseen hoitovastikkeeseen kuuluu niin isännöinti kuin kiinteistön ylläpitokin. Kohteisiin on neuvoteltu valmiiksi yhtiölaina, joka mahdollistaa ostamisen pienemmällä kertainvestoinnilla. Puolet kauppasummasta tulee asiakkaan hoidettavaksi yhtiölainana, joka on verotuksellisesti järkevä ja korkotasoltaan matala.

Talliosake on vahvasti kasvava yritys ja vuosittain varastohallien rakennusmäärä kasvaa jatkuvasti. Varastohallit rakennetaan jokaiselle paikkakunnalle samanlaisina. Varastohallin pituutta voidaan kuitenkin mahdollisesti muuttaa tontin rajoitteiden mukaan. Rakennusprojekti ja hallin rakenne pysyy kuitenkin aina samanlaisena, vain myytävien talliosakkeiden määrää vaihtelee hieman.

Tutkielman tarkoituksena on pohtia, millä menetelmillä varastohallin rakennusprojekti voitaisiin tuotteistaa, sekä suorittaa tuotteistaminen näitä

menetelmiä hyväksikäyttäen. Tuotteistamisesta ja selkeän konseptin luomisesta on paljon hyötyä Talliosakkeelle, sillä näin rakennusprojektista saadaan selkeä ja systemaattinen kokonaisuus. Projektien läpimenoaikoja saadaan lyhennettyä ja näin vapautuu resursseja suorittaa useampia projekteja samanaikaisesti. Toiminnasta tulee myös kustannustehokkaampaa ja paremmin vertailtava kokonaisuus. Kasvun myötä Talliosake tulee tarvitsemaan myös lisätyövoimaa projektijohtoon, joten selkeä konsepti helpottaa uusien työntekijöiden työskentelyä ja valvontaa. Tuotteistaminen helpottaa myös tuotteen myyntiä, markkinointia ja hinnoittelua. (Jaakkola ym. 2009.)

## 1.2 Tutkimuskysymykset ja rajoitteet

Tällä tutkimuksella pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin: *Millä menetelmillä toimeksiantajayrityksen rakentamisprojekti voidaan tuotteistaa?, Miten toimeksiantajayrityksen rakentamisprojekti voidaan näitä menetelmiä hyväksikäyttäen tuotteistaa? ja Miten heidän rakentamisprojektia voidaan tehostaa?*

Tutkielmassa rajoitutaan tutkimaan ongelmia aikataulullisesta näkökulmasta, eli pyritään löytämään sellaiset tutkimusmenetelmät, joita hyväksi käyttäen tuotannon läpimenoaikaa saataisi lyhennettyä ja tuotannon kulkua näin yksinkertaistettua ja tehostettua. Rakennusprojektin kannattavuuteen tai kustannuksiin ei tulla keskittymään tässä tutkielmassa, vaikka rakentamisprojektin tehostaminen ja sen seurauksena lyhentynyt projektin läpimenoaika vaikuttaa luonnollisesti positiivisesti näihin molempiin.

Tutkimuksessa rajoitutaan tutkimaan vain varastohallin rakentamisprojektin eli tuotannon tuotteistamista, joten itse tuotteen ominaisuuksia, viimeistelyä tai laatua ei pyritä tuotteistamaan tai parantamaan tässä tutkimuksessa. Talliosakkeen varastohallit ovat tuotteena tuotteistettu jo hyvin pitkälle, joten akuuttia tarvetta niiden tuotteistamiselle ei ole.

### 1.3 Tutkielman tavoitteet ja rakenne

#### 1.3.1 Tutkielman rakenne

Tutkielma tulee koostumaan neljästä osasta: johdannosta, teoreettisesta ja empiirisestä osasta sekä lopputuloksista. Johdannossa lukija tullaan johdattelemaan aiheeseen, kertomalla tutkimuksen taustasta ja tarkoituksesta. Johdantokappaleessa tullaan esittelemään lisäksi tutkimuskysymykset sekä tutkielman tavoitteet.

Teoria osassa tullaan esittelemään rakennusprojektin tuotteistamisessa käytettävänä työkaluina CPM (Critical path method) eli kriittisen polun teoria ja TOC (Theory of constraints) eli kapeikko ajattelu. Teoriaosassa esitellään myös yleisellä tasolla tuotteistaminen ja RT-kortiston mukainen rakennushankkeen kulkua kuvaava tehtäväluettelo.

Tutkielman empiirisessä osassa tullaan Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojekti jakamaan työvaiheittain RT- kortiston rakennushankkeen tehtäväluettelon mukaisesti, sekä aikataulutetaan projekti. Empiirisessä osassa tullaan myös suorittamaan rakentamisprojektin tehostaminen tutkimusmenetelmiä hyväksikäyttäen.

Lopputulokset osiossa rakentamisprojekti tullaan tuotteistamaan, luomalla tehostettujen työvaiheiden mukainen aikataulupohja, jota tulisi seurata täsmällisesti kaikissa eri rakentamisprojekteissa.

#### 1.3.2 Tutkielman tavoitteet

Tutkielman teoriaosan tavoitteena on muodostaa kattava teoriapohja ja tutkimusmenetelmät empiirisessä osassa suoritettavalle varastohallin rakentamisprojektin tehostamiselle ja tuotteistamiselle.

Menetelmien avulla rakentamisprojekti tulisi saada jaetuksi selkeisiin ja toistettaviin työvaiheisiin. Menetelmien avulla tulisi myös näiden työvaiheiden läpimenoaikoja saada parannettua ja näin tehostaa koko tuotantoprojektia.

Tutkimusmenetelmien ja teorian avulla tulisi rakentamisprojekti myös kyetä tuotteistamaan.

Tutkielman empiirisessä osassa on tavoitteena saada jaettua Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojekti työvaiheittain RT- kortiston rakennushankkeen tehtäväluettelon mukaisesti, sekä aikatauluttaa projekti luotettavasti. Empiirisessä osassa on tavoitteena myös saada rakentamisprojekti tehostettua tutkimusmenetelmiä hyväksikäyttäen.

Tutkielman päätavoitteena on tuotteistaa Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojekti, luomalla tehostettujen työvaiheiden mukainen aikataulupohja, jota tulisi seurata täsmällisesti kaikissa rakentamisprojekteissa. Toimimalla jokaisessa rakennushankkeessa täsmällisesti aikataulupohjan mukaan, voidaan rakentamisprojekti katsoa tuotteistetuksi.

## 2. RAKENNUSHANKKEEN KULKU

Tässä rakennushankkeen kulkua kuvaavassa tehtäväluettelossa rakennuttajalla tarkoitetaan sitä organisaatiota, jonka tehtäväksi rakennuttaminen on annettu. Toimeksiantajalla puolestaan tarkoitetaan sitä organisaatiota, kenelle kiinteistö rakennetaan. Toimeksiantaja käynnistää hankkeen ja käyttää hankkeen aikana ratkaisevaa päätösvaltaa, sekä vastaa hankkeesta ja sen kustannuksista. Rakennuttamisen toimeksiantajana on usein kiinteistön omistaja. (Rakennustieto 1995).

RT- kortiston rakennuttamisen tehtäväluettelon mukaan rakennushankkeen kulku voidaan jakaa kahdeksaan eri tehtävään: Tarveselvitykseen, hankesuunnitteluun, Suunnittelun valmisteluun, suunnittelun ohjaukseen, rakentamisen valmisteluun, rakentamisen ohjaukseen, vastaan - ja käyttöönottoon, sekä takuu-aikaan. Hankkeen eri vaiheet kuvataan alakappaleissa. On huomioitava, että tämä tehtäväluettelo koostuu vain rakennuttajan tehtävistä, joten fyysisen rakennusvaiheen eri tehtävät ei ole eriteltyinä tässä luettelossa. (Rakennustieto 1995.)

### 2.1 Tarveselvitys

Rakennushanke alkaa tarveselvityksestä, jossa perustellaan kiinteistön tai tilan hankinnan tarpeellisuus sekä kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja rakenteet ja niille asetetut vaatimukset kuten sijainti ja käyttötarkoitus. (Rakennustieto 1995.)

Tilojen rakentamisen tarpeita voi olla kahdenlaisia. Tilan rakentamisen tarve voi syntyä jo valmiista asiakastarpeesta, jolloin ostajalle valmistetaan hänen toiveidensa mukainen kiinteistö. Tilan hankinnan tarve voi olla myös ideologinen toimeksiantajan näkemys tilan tarpeellisuudesta, eli uskomus markkinoilla olevasta tarpeesta. Tällöin toimeksiantajan on tehtävä tilojen suunnittelu omien näkemyksiensä mukaan niin, että hän pyrkii parhaalla mahdollisella tavalla tyydyttämään oletettujen markkinoiden tarpeet. Usein tämänkaltaisissa tapauksissa kohteita kuitenkin jo myydään ennakkoon, jolloin

ostavat asiakkaat pääsevät vaikuttamaan suunnitelmiin ja vähentävät myös toimeksiantajan riskiä. (Rakennustieto 1995.)

Tarveselvitysvaiheessa tutkitaan myös luonnollisesti erilaisia rakennustarvetta tyydyttäviä vaihtoehtoja kustannusnäkökulmasta, jolloin arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus. Eri käyttö- ja toimintaratkaisut asettavat tiloille erilaisia vaatimuksia, joiden tyydyttämiseen voi olla useita erilaisia ratkaisuja. Siksi jokaisesta eri vaihtoehdosta on tehtävä karkea alustava budjetti. Parhaiten tarpeet tyydyttävä ja edullisin rakentamismuutosto johtaa hankeprosessiin. Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankepäätös. (Rakennustieto 1995.)

## 2.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun aluksi selvitetään kiinteistönpidon asettamat tavoitteet, kuten tehdään tilanhallintaselvitys tai ylläpito-ohjelma. Lisäksi selvitetään tilojen vaatimuksia, kuten varustelutasoa, toiminnallisia ja teknisiä vaatimuksia sekä kalustusta. (Rakennustieto 1995.)

Rakennuspaikan tutkiminen kuuluu myös hankesuunnitteluun, joka toteutetaan teettämällä maaperätutkimus. Maaperätutkimuksesta selviää perustamisolosuhteet, eli perustuksen vaatimat työt, joita voi olla esimerkiksi louhinta, maanvaihto tai paalutus. Maaperätutkimuksen avulla maatojen kustannukset voidaan helposti budjetoida. (Rakennustieto 1995.)

Hankesuunnittelussa selvitetään lisäksi rakennuspaikan ominaisuudet, tekninen ja juridinen rakennettavuus sekä kunnallistekniikka, eli tontin muodon tai ominaisuuksien luomat rajoitteet rakentamiselle, jotka tulee ottaa huomioon rakennussuunnittelua tehtäessä. Suunnittelussa huomioitavia rajoitteita voivat olla myös hankkeen aiheuttamat viranomaistoimet tai rasitteet. (Rakennustieto 1995.)

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennusprojektista luodaan alustava aikataulu, sekä selvitetään hankkeen aloitusajankohta. Budjetointi kuuluu oleellisena

osana myös Hankesuunnitteluun, jolloin lasketaan kulut ja mahdolliset tuotot ja luodaan kannattavuuslaskelmat projektin kannattavuudesta. (Rakennustieto 1995.)

Suunnitteluvaiheessa selvitetään myös hankkeen tarvitsemaa rahoitusta ja käydään lainaneuvotteluita pankkien ja yksityisten investoijien kanssa. Hanke suunnitelman päätteeksi tehdään investointipäätös. Tiivistettynä hankesuunnittelussa pyritään selvittämään investointipäätöksen tarvitsemat rakennushanketta koskevat tiedot ja rakennussuunnittelun tavoitemäärittelyn. (Rakennustieto 1995.)

### 2.3 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmisteluvaiheen tarkoituksena on organisoida suunnittelu eli valitaan suunnittelumuoto, määritellään suunnittelijoiden tehtävät, vastuunjako ja valtuudet ja tehdään suunnittelun yleisaikataulu. Suunnittelijan valinta voidaan suorittaa kustannusnäkökulmasta tai laadullisesta näkökulmasta. Kustannusnäkökulmasta ajateltuna valinta tapahtuu tarjouskilpailun perusteella, kun taas laadullisesta näkökulmasta lähestyttäessä järjestetään suunnittelukilpailu, jossa jokainen suunnittelija luo hahmotelman rakennettavasta kiinteistöstä ja arviointi suoritetaan pitkälti graafisen tuloksen perusteella. (Rakennustieto 1995.)

Suunnittelun valmistelu vaiheessa käydään myös sopimusneuvottelut ja valitaan suunnittelijat. Rakennuttaja huolehtii suunnittelun valmistelusta, suunnittelijoiden valinnasta ja suunnittelusopimuksien tekemisestä hankkien suorituksilleen sovituissa vaiheissa toimeksiantajan hyväksynnän. (Rakennustieto 1995.)

### 2.4 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelun ohjauksella varmistetaan, että suunnitteluprosessi johtaa asetettuihin tavoitteisiin ja tuottaa toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti, ympäristöllisesti ja muilta vaatimuksiltaan hyväksyttävät

suunnitelmat. Suunnitelmilla on oleellinen merkitys rakennusprojektin eri vaiheissa. Niitä käytetään rakennushankkeen aikana muun muassa rakennusluvan hakemiseen, kilpailutukseen, päätöksentekoon ja rakentamiseen. Suunnitteluratkaisun pohjalta laaditaan lopullinen kustannus arvio, sekä selvitys ylläpitokustannuksista. (Rakennustieto 1995.)

Suunnittelu voidaan jakaa kahteen osaan eli luonnossuunnitteluvaiheeseen ja toteutussuunnitteluvaiheeseen. Luonnossuunnitteluvaiheessa tutkitaan vaihtoehtoisia tontinkäyttöratkaisuja ja valitaan parhaiten tarpeet tyydyttävä perusratkaisu. Lisäksi hoidetaan kaavoittamiseen liittyvät tehtävät sekä teetetään tarpeelliset tutkimukset ja selvitykset. Toteutussuunnitteluvaihe alkaa kun tarpeet tyydyttävä perusratkaisu eli suunnitelma on hyväksytty. Toteutussuunnitteluvaiheessa laaditaan valitun hankintamuodon edellyttämät lopulliset hankinta-asiakirjat ja suunnitelmat hankintojen ja urakkakilpailujen toimeenpanoa varten sekä suunnitelmat rakentamista varten. (Rakennustieto 1995.)

Rakennuttaja huolehtii kaikista eri tehtävistä, jotka kuuluvat suunnittelun ohjauksen piiriin, pyytäen hyväksynnän toimenpiteillensä toimeksiantajalta. (Rakennustieto 1995).

## 2.5 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa päätetään urakkamuodoista ja laaditaan niiden mukaiset tarjouspyyntöasiakirjat. Urakkamuotoja voi olla useita erilaisia, kuten esimerkiksi täydellinen niin kutsuttu "avaimet käteen" urakka, jossa koko hankkeen toteutus luovutetaan urakoitsijalle. Hankkeen koosta riippuen, rakentaminen toteutetaan kuitenkin useimmin useina pienempinä urakkoina, jotka koostuvat erillisistä selkeistä työvaiheista. Tällaisia työvaiheita voivat olla esimerkiksi maatyöt, perustus- ja valuyöt, kirvesmiehentyöt, maalaustyöt, peltityöt, sekä lvi- ja sähköurakka. Tämänkaltainen jako pienempiin urakoihin on järkevää, sillä näin jokaisen urakan toteuttaja on oman alansa ammattilainen ja työn laatu voidaan varmistaa. Usein kokonaisurakan ottajakin teettää työn aliurakoitsijoilla samalla tavalla pieninä urakkoina. (Rakennustieto 1995.)

Tarjouspyyntöasiakirjoina toimivat pitkälti suunnittelun ohjausvaiheessa luodut rakennepiirustukset. Rakentamisen valmisteluvaiheessa järjestetään myös urakkakilpailutus ja valitaan urakoitsijat. Urakkakilpailutuksessa tulee ottaa ratkaisevan edullisuuden lisäksi huomioon myös urakoitsijan aiempi kokemus ja luotettavuus. (Rakennustieto 1995.)

Kaikki valmisteluun kuuluvat työtehtävät kuuluvat rakennuttajan vastuulle. Hän vain hankkii päätöksilleen hyväksynnän sopivalla hetkellä toimeksiantajalta. (Rakennustieto 1995.)

## 2.6 Rakentamisen ohjaus

Rakentamisen ohjauksessa keskitytään työn valvontaan ja varmistetaan että työn jälki ja toteutus on sopimuksen mukaista. Lisäksi huolehditaan toimeksiantajan eduista ja rakennuttajavelvoitteista, sekä valvotaan urakoitsijoiden ja muiden työnsuorittajien työsuoritusta ja laatua. (Rakennustieto 1995.)

Rakennuttaja hoitaa ohjaus vaiheessa myös mahdollisten muutos- tai lisätöiden suunnittelun ja toteutuksen. Aikatauluvalvonnalla varmistetaan kohteen valmistuminen sovitussa aikataulussa. Rakennuttajan tulee rakentamisen ohjausvaiheessa huolehtia, että työmaalla on kaiken aikaa tarvittavat rakennusmateriaalit ja asiaankuuluvat työkalut sekä apuvälineet. Näin rakennuttaja ei hidasta omalla toiminnallaan rakennustyön kulkua. (Rakennustieto 1995.)

Rakennuttajan vastuulla on huolehtia myös rakentamiseen liittyvästä maksuliikenteestä, rakentamisen edistymisestä, valvonnasta sekä tarvittavien rakentamista koskevien päätöksiä tekemisestä, hankkien suorituksilleen sovitussa vaiheissa toimeksiantajan hyväksynnän. (Rakennustieto 1995.)

## 2.7 Vastaan - ja käyttöönotto

Vastaanottovaiheessa tarkastetaan yhdessä viranomaisten kanssa, että rakentaminen on suoritettu ohjeiden ja säännösten mukaisesti ja toimii suunnitellulla tavalla. Käyttöönotto vaiheessa tarkistetaan, että kaikki on valmista ja opastetaan käyttäjiä ja ylläpitäjiä, kuten kiinteistönhuoltoa käyttämään ja hoitamaan rakennusta. (Rakennustieto 1995.)

Rakennuttaja huolehtii urakkasuoritusten vaiheittaisesta vastaanotosta, pitää rakennustyön vastaanottotarkastuksen, esittää urakkasuoritusten hyväksymistä toimeksiantajalle ja hoitaa taloudelliset loppuselvitykset sekä huolehtii tilojen edelleen luovuttamisesta käyttäjille. (Rakennustieto 1995.)

## 2.8 Takuu aika

Vastaanoton jälkeen asiakas ottaa kiinteistön käyttöönsä. Takuuajan alussa asiakkaalle opastetaan tarpeen mukaan kiinteistön ja sen varusteiden käyttöä. Takuuajana rakennusta myös tarkkaillaan, että se toimii suunnitellulla tavalla. Takuuajkaan kuuluu myös vuositarkastukset, jossa rakennuttaja käy läpi asiakkaiden ja toimeksiantajan kanssa mahdollisia käyttöönoton jälkeen ilmenneitä vikoja ja virheitä. (Rakennustieto 1995.)

Takuuajana ilmenneet rakenteelliset virheet ovat rakennuttajan vastuulla. Rakennuttaja on esisijaisessa vastuussa toimeksiantajalle. Hän voi kuitenkin siirtää vastuuta eteenpäin, mikäli virheellisesti rakennetun työvaiheen on suorittanut jokin aliurakoitsija. (Rakennustieto 1995.)

Seuraava taulukko täsmentää edellä kuvattua rakennushankkeen kulkua.

Taulukko 1. Rakennushankkeen kulku. (vertaa: Rakennustieto 1995.)

## RAKENNUSHANKKEEN KULKU

Vaihe	Tehtävä	Suoritettavat toimenpiteet
1	Tarveselvitys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tavoitteiden määrittely</li> <li>• Tilanhankintavaihtoehdot</li> <li>• Hankepäättöksen valmistelu</li> </ul>
2	Hankesuunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toiminnan asettamat tavoitteet</li> <li>• Kiinteistönpidon asettamat tavoitteet</li> <li>• Tilaohjelma ja tilojen vaatimukset</li> <li>• Rakennuspaikka</li> <li>• Lupamenettelyt</li> <li>• Aikataulu ja toteutustapa</li> <li>• Kustannukset</li> <li>• Rahoitus, kannattavuus ja budjetti</li> <li>• Investointipäättöksen valmistelu</li> </ul>
3	Suunnittelun valmistelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelun organisointi</li> <li>• Suunnittelijan valintamenettely</li> <li>• Suunnittelukilpailut</li> <li>• Suunnittelusopimus</li> </ul>
4	Suunnittelun ohjaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelun käynnistäminen</li> <li>• Suunnittelun valvonta</li> <li>• Ratkaisuvaihtoehtojen vertailu</li> <li>• Suunnitelmien tavoitteenmukaisuus</li> <li>• Suunnitelmien hyväksyminen</li> <li>• Viranomaisluvut</li> <li>• Lisä- ja muutossuunnittelu</li> </ul>

5	Rakentamisen valmistelu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toteutusmuodon valinta</li><li>• Tarjouspyyntöasiakirjat</li><li>• Urakoitsijoiden valinta</li><li>• Rakentamispäätös</li><li>• Urakkasopimukset</li><li>• Rakennuttajan hankinnat</li></ul>
6	Rakentamisen ohjaus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rakentamisen ohjaus ja valvonta</li><li>• Alihankintojen valvonta</li><li>• Maksuliikenne</li><li>• Lisä- ja muutostyöt</li><li>• Rakennuttajan hankinnat</li><li>• Erikoistapaukset</li></ul>
7	Vastaan- ja käyttöönotto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laitejärjestelmien tarkastukset</li><li>• Rakenteiden tarkastukset</li><li>• Rakennuksen vastaanotto</li><li>• Käyttöönotto ja ylläpito</li></ul>
8	Takuuaika	<ul style="list-style-type: none"><li>• Takuuajan toimenpiteet</li><li>• Takuuajan jälkeiset tehtävät</li></ul>

### 3. TUOTTEISTAMINEN

Tuotteistaminen tarkoittaa tuotteen ominaisuuksien ja valmistuksen suunnittelua ja dokumentointia siinä tarkoituksessa, että samaa tuotetta voitaisiin tuottaa useampia kappaleita tai useampia kertoja. Tuotteistamisen pääidea on siis kopioimalla saavutettava tehokkuus. Tuotteistamista voidaan hyödyntää niin palveluissa, fyysisissä tuotteissa kuin projekteissa ja prosesseissakin. Jari Parantainen (2007: 12–13) kuvaa kirjassaan: Tuotteistaminen, rakenna palvelusta tuote 10 päivässä täydellisesti onnistunutta tuotteistusta osuvasti: *”Korkeankin tieto ja taitopääoman omaavan yrityksen tulisi tilanteessa, jossa sen koko henkilöstö vaihdettaisiin kerralla toiseen, olla valmis toimimaan täydellä teholla jo parin viikon sisällä vaihdon tapahtumisesta.”* Toisena hyvänä esimerkkinä Parantainen pitää franchising-konseptia, joka monistetaan juuri samanlaisena kaikkialla. (Parantainen 2007: 12–13.)

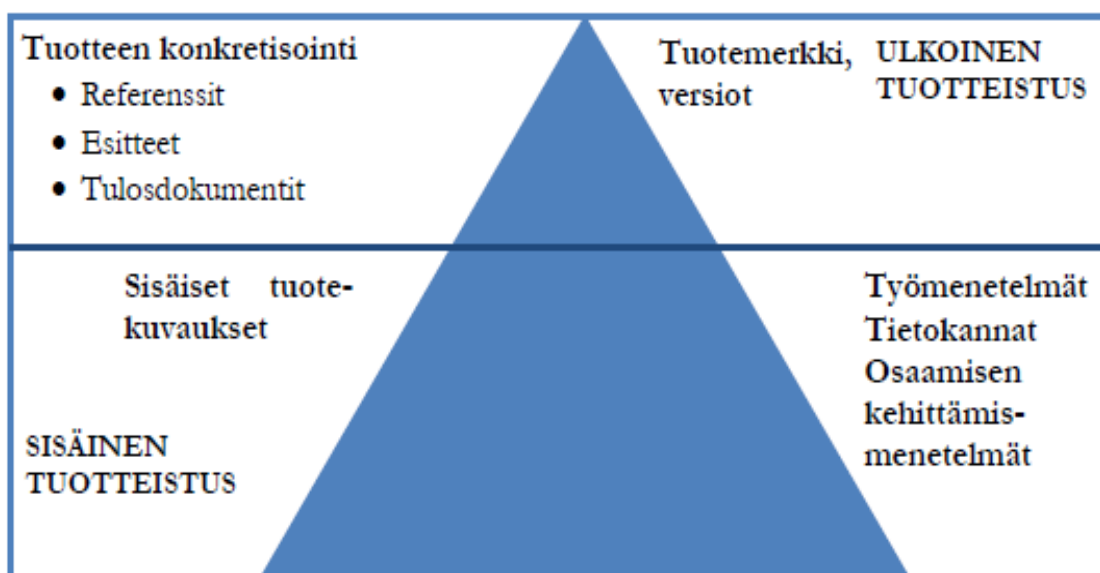
Jaakkola, Orava ja Varjonen (2007) kuvaavat yrityksille tarkoitetussa oppaassaan: *Palveluiden tuotteistamisesta kilpailuetua* tuotteistamisen seuraavalla tavalla: *”Tuotteistaminen on osaltaan laadun ja tuottavuuden parantamista asiakashyödyt huomioiden.”* Tämä voi tapahtua kehittämällä sisäisiä menetelmiä, parantamalla käytössä olevia työteon välineitä sekä luomalla prosesseja ja toimintatapoja hiovia ja optimoivia keinoja, joilla nopeuttaa ja luonnistaa palvelua tai tuotteen tuotantoprosessia. (Sipilä 1996: 12). Näihin toimiin tietoisesti tarttuessaan on yrityksellä täysi mahdollisuus parantaa omaa kilpailukykyään markkinoilla. (Jaakkola ym. 2007).

Tuotteistamisessa on kysymys konseptoinnista ja systematisoinnista, palvelun tai tuotteen tai sen osien standardoinnista, jolla entuudestaan määrittelemättömästä epämääräisestä palvelusta tai suunnitelmattomasta toimituksesta voidaan luoda entistä valmiimman tuotteen – eheän kokonaisuuden – kaltainen. (Jaakkola ym. 2007).

Tuotteistamisella tarkoitetaan siis ajattelutapaa, jolla toteutetaan tuote- ja tuotekehitysstrategiaa käytännössä, eli tuotteistaminen ei ole vain tuotteiden määrittelyä, vaan koko palvelutuotannon täsmentämistä ja jäsentämistä hallittavampaan tapaan. (Lehtinen & Niinimäki 2005, 30).

Tarkka dokumentaatio ja selkeän konseptin luominen ovat tärkeimpiä edellytyksiä tuotteistamiselle. Kun tuotantoprosessia tai projektia tuotteistetaan, tulisi työ jakaa selkeisiin moduuleihin eli työvaiheisiin. Näitä työvaiheita tehostamalla, yksinkertaistamalla ja dokumentoimalla toiminta saadaan tuotteistettua. Toiminnasta tulisi siis luoda mahdollisimman selkeää ja helposti toistettavaa. Parantaisen (2007: 13–15) mukaan yrityksen prosesseissa tapahtuu tuotteistumista myös itsestäänkin, sillä tiettyjä toimintamalleja alkaa erottua joukosta, kun työntekijät alkavat toistaa hyväksi havaitsemaan toimintatapoja.

Sipilän (1996: 47) mukaan tuotteistaminen voidaan jakaa kahteen osaan: ulkoiseen ja sisäiseen tuotteistamiseen, jotka voidaan erotella näkyvyyden perusteella eli onko tuotteistaminen asiakkaan nähtävissä. Sisäinen tuotteistaminen on asiakkaalle näkymätöntä tuotteistamista, joka sisältää tuotantoprosessin sisäiset asiat, kuten esimerkiksi työmenetelmien, laadunohjauksen tai tuotekehityksen tuotteistamisen. Ulkoinen tuotteistaminen sisältää puolestaan kaikki asiakkaalle näkyvät tuotteistamisen osa-alueet, kuten tuotemerkin, referenssit tai esitteet. Sisäinen tuotteistaminen on yleensä ulkoista nopeampaa. Alla oleva kuva antaa selkeän kuvan sisäisen- ja ulkoisen tuotteistamisen eroista.



**Kuva 1.** Sisäisen ja ulkoisen tuotteistamisen erot. (Sipilä 1996: 48).

Ropen (2005, 215–216) mukaan tuotteiden tai palvelujen tuotteistamisen tasoa voidaan havainnollistaa ja testata, luokittelemalla tuotteet niiden vakiointiasteen mukaisesti seuraavasti:

- uniikki eli vakioimaton tuote, jolloin jokainen tuote on ainutlaatuinen. Vakiointiaste 0-10 %.
- räätälöity tuote, jossa vakioituja ovat vain perusosat, mutta itse tuote räätälöidään aina asiakkaan mukaan. Vakiointiaste 10 – 50 %.
- sovellettu tuote, joka on suurimmaksi osaksi vakioitu ja jota vain sovelletaan asiakaskohtaisesti. Vakiointiaste 50 – 90 %.
- pakettituote, joka on täysin vakioitu eli sarjatuotantotuote. Vakiointiaste 90 – 100 %.

Jotta voitaisiin sanoa tuotteen tai palvelun olevan tuotteistettu, tulisi vakioinnissa päästä vähintään sovelletun tuotteen vakiointiasteelle.

### 3.1 Tuotteistamisen hyödyt

Jaakkolan ym. (2009) mukaan tuotteistamisesta on suuri hyöty niin yrityksille kuin sen asiakkaillekin. Tuotteistettu tuote tai palvelu on helpommin markkinoitavissa, sillä näin tuote on selkeämmin esiteltävissä ja ymmärrettävissä. Lisäksi se luo uskottavuutta, eli se viestii asiakkaalle kokemuksesta. Tuotteistaminen lisää myös yrityksen tuotteesta saamaa katetta ja näin parantaa samalla yrityksen kannattavuutta, sillä tuotteistamisen avulla tuotantoprosessista saadaan kustannustehokkaampi.

Tuotteistamisella on myös positiivisia laadullisia vaikutuksia. Kun tuotantoprosessin eri työvaiheet vakiinnutetaan ja suunnitellaan tarkasti, saadaan näin parannettua työvaiheiden laatua ja virheiden lukumäärä minimoitua. Työn johtaminen ja seuranta helpottuu myös huomattavasti työvaiheiden tarkan dokumentaation ja yksinkertaisuuden seurauksena. Tuotteistamisen ansiosta työvaiheista saadaan myös paremmin vertailtavia. Tuotteistaminen helpottaa henkilöstön kouluttamista ja opettamista, sillä vakiintuneet työvaiheet on helppo opettaa työntekijöille entistä helpommin ja paremmin. (Jaakkola ym. 2009.)

Tuotteistamisen avulla koko yrityksen toiminnan voidaan siis katsoa systematisoituvan sekä toiminnan suunnitelmallisuuden paranevan. Tämän seurauksena turha kiire vähenee, tavoitteet ja laatuksiteerit täsmentyvät, koulutus tehostuu ja laadunarviointi ammattimaistuu. Kun palvelu tai tuote on

tuotteistettu, asiakas voi luottaa siihen, että hän saa testatun ja valmiin tuotteen ja juuri sen tuotteen, jota on ostamassa. (Kajaanin ammattikorkeakoulu 2009.)

Vuori (2002) ja Noste (2005) tiivistävät tuotteistamisesta saatavat hyödyt erinomaisesti. Seuraavana oleva taulukko on koottu heidän näkemyksistään siitä, minkälaisia hyötyjä tuotteistamisella voidaan saavuttaa.

**Taulukko 2.** Tuotteistamisen hyödyt (Vertaa: Noste, 2005; Vuori, 2002)

### TUOTTEISTAMISEN HYÖDYT

<b>SAAVUTETTAVA HYÖTY</b>	<b>SELITYS</b>
<b>YRITYKSELLE KOITUVAT HYÖDYT</b>	
<b>Yrityksen arvon kasvu</b>	Koska yrityksen osaaminen riippuu sen työntekijöiden osaamisesta, tuotteistamisen avulla asiantuntemus on siirrettävissä osaksi yrityksen tasetta.
<b>Yksilöiden osaaminen siirtyy organisaation osaamiseksi</b>	Tuotteistaminen vähentää tällöin myös yksittäisten asiantuntijoiden poislähdöstä aiheutuvia riskejä ja tappioita.
<b>Tehokkuuden paraneminen</b>	Tuotteistaminen pakottaa analysoimaan ja systematisoimaan erilaisia toimintaprosesseja, jolloin työvaiheet selkiintyvät ja rationalisoituvat.
<b>Katteen paraneminen</b>	Tuotteistamisen seurauksena tuotannon läpimenoajat lyhenevät ja toiminta selkeytyy. Tällä on luonnollisesti positiivinen vaikutus tuotteesta saatavaan katteeseen.
<b>Kustannusten ja kannattavuuden analysointi helpottuu</b>	Tuotteistamisen seurauksena toiminta selkeytyy ja dokumentointi paranee. Tämä helpottaa huomattavasti kustannus ja kannattavuuslaskelmien laatimista.

<b>Myyminen helpottuminen</b>	Myyjän kannalta selkeästi määritelty ja hinnoiteltu tuote on helpompi myydä. Hinta ja hinnan muodostus on esitettävissä asiakkaan ymmärtämällä tavalla.
<b>Sisäisen työnjaon selkiytyminen</b>	Tuotteistuksen myötä esimerkiksi kehitys-, markkinointi- ja myyntivastuuta voidaan jakaa "tuotepäälliköille". Toisaalta myös rekrytointi ja uusien työntekijöiden kouluttaminen helpottuvat kun työtehtävien sisältö on selkeämmin määriteltävissä.
<b>Asiantuntijoiden kehittyminen</b>	Tuotteistettu palvelu antaa yrityksen asiantuntijoille mahdollisuuden siirtyä rutiinistöistä vaativampiin tehtäviin. On myös mahdollista, että tuotteistuksen myötä rutiininomaiset työt voidaan ulkoistaa.
<b>Tunnistettavuuden paraneminen</b>	Hyvin tuotteistettu tuote tai palvelu on muutettavissa merkkituotteeksi, mikä helpottaa markkinointityötä ja tekee kilpailijoiden työn vaikeammaksi. Myös yrityksen arvo kasvaa kun asiakkaat ovat valmiita maksamaan merkkituotteesta muita enemmän.
<b>Palvelun laadun tasaantuminen</b>	Tuotteistaminen vähentää yksittäisten asiantuntijoiden oman näkemyksen mukaisia suorituksia.
<b>ASIAKKAALLE KOITUVAT HYÖDYT</b>	
<b>Ostamisen helpottuminen</b>	Jos tuotteen sisältö on epäselvä, sen ostamiseen liittyy asiakkaan näkökulmasta riski. Tuotteistetun tuotteen tai palvelun sisältö sen sijaan on selkeästi kerrottavissa, jolloin asiakkaan riskintunne vähenee.
<b>Toimeksiantojen tulos on varmempi</b>	Tuotteistetulla tuotteella tai palvelulla on paitsi pienemmät riskit, myös parempi laatu. Lisäksi toimeksiantojen tulos on

	ennakolta paremmin selvillä.
<b>Toimeksiantojen suunnittelu helpottuu ja nopeutuu</b>	Kun toiminnasta tulee tuotteistamisen myötä selkeää ja ositettua, helpottaa se huomattavissa määrin toimeksiantojen suunnittelutyötä.

## 4. TUTKIMUSMENETELMÄT

### 4.1 CPM- Kriittisen polun menetelmä

Kriittisen polun teorian avulla voidaan arvioida aikataulutukseen liittyviä riskejä projektinhallinnassa. Menetelmä soveltuu parhaiten projekteihin, joissa tehtävät ovat tehty joskus aiemminkin. Eri tehtävien kestoista voidaan tehdä kohtuullisen tarkat arviot, kun projektista on saatu riittävästi kokemusta. Tämä edellyttää tehtävien sisältöjen ja niihin vaikuttavien asioiden tarkkaa tuntemusta. ( Helminen 2008: 52.)

Kriittinen polku (Critical path) tarkoittaa niiden peräkkäin suoritettujen asioiden kokonaisuutta jotka on toteutettava aikataulussa, jotta koko projekti ei myöhästyisi. Kriittistä polkua voidaan kuvata myös tehtävien (Critical task) ketjuna, joka määrittää projektin kokonaiskeston. ( Helminen 2008: 52.)

Kriittisen polun tehtävissä eli ole aikataulullisesti pelivaraa, eli tehtävät ovat luonteeltaan sellaisia että niiden on valmistuttava, jotta seuraava tehtävä voidaan aloittaa. Yhdenkin kriittisen polun tehtävän myöhästyminen aiheuttaa koko projektin myöhästymisen, joten kriittinen polku määrää projektin lyhimmän mahdollisen toteuttamisajan. Toisaalta jos yhtä kriittisen polun tehtävää voidaan lyhentää, projektin kokonaiskesto lyhenee saman verran. Tästä johtuen kriittisen polun teoriaa voidaan myös käyttää tehokkaana työkaluna projektin aikataulutuksen tehostamisessa. Monimutkaisemmissa projekteissa voi olla useampiakin kriittisiä polkuja. Tällaisissa tapauksissa kaikkia kriittisiä polkuja on tehostettava, jotta aikataulutusta projekteissa saataisiin tehostettua. (Bruke 2003, Pelin 1990: 123, Ruuska 2005: 175, Wysocki ym. 1995: 159 – 160.)

Hyvänä esimerkkinä kriittisestä polusta voidaan pitää maalausta ja siihen liittyviä työvaiheita kuten siivous, rakenteiden puhdistus ja maalaus sekä maalin kuivamisaika. Kaikki työvaiheet on suoritettava oikeassa järjestyksessä ja jos jokin tehtävä myöhästyy se vaikuttaa koko projektin aikatauluun myöhästymisen verran. (Bruke 2003, Pelin 1990: 123, Ruuska 2005: 175, Wysocki ym. 1995: 159 – 160.)

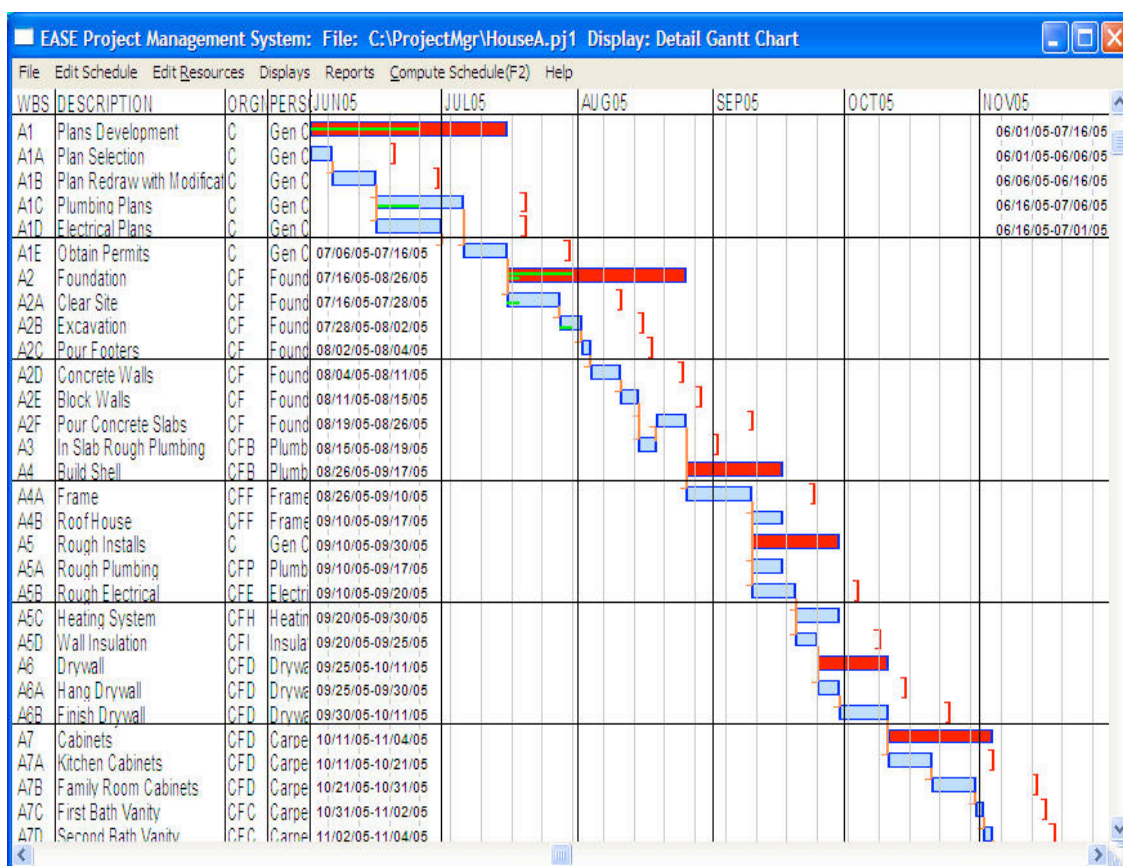
Kriittinen polku määritellään jakamalla projekti selkeisiin työvaiheisiin eli tehtäviin, jonka jälkeen selvitetään tehtävien väliset riippuvuudet ja aikataulutetaan tehtävät. Kriittisen polun tehtävät ovat selkeitä työvaiheita. Tuotantolaitoksissa ne voivat olla esimerkiksi jonkin tuotantolinjaston yksittäisiä työvaiheita. Projektityyppisessä tuotannossa, kuten rakentamisessa tehtävät voivat olla erilaisia selkeitä työkokonaisuuksia, kuten maatyöt, perustukset tai maalaus. Tutkimuksen laajuus voi vaihdella ja se on tuotannon johdon päätettävissä, sillä rakennusprojekti voidaan jakaa myös pienempiin osiin, kuten esimerkiksi siten, että maalaus voisikin koostua useasta eri tehtävästä ja näin projektin tehtävien määrä kasvaisi todella paljon. Rakennusprojektin kaltaista laajaa kokonaisuutta tutkittaessa on kuitenkin huomioitava käytännöllinen ja tarkoituksenmukainen lähestymismittakaava. (Antil ym. 1990: 1-7.)

Tehtävien välinen riippuvuus tarkoittaa työjärjestystä eli minkä tehtävän on oltava suoritettuna ennen kuin seuraava vaihe voidaan aloittaa. Kun riippuvuudet on mallinnettu ja projekti aikataulu on luotu, siirrytään tarkastelemaan pisintä projektin loppuun vievää polkua. Tätä polkua voidaan kutsua kriittiseksi poluksi. Kun kriittinen polku on löydetty ja määritelty, keskitytään projektin hallinnassa seuraaman kriittisen polun työvaiheita, sillä näin varmistutaan aikataulun pitävyydestä. (Pelin 1990: 123, Ruuska 2005: 175.)

Kriittiseen polkuun liittymättömillä tehtävillä on aikataulullista joustoa, eli ne voidaan toteuttaa liukuvalla aikataululla. Tämänkaltaisia kriittiseen polkuun kuuluvia tehtäviä voivat olla esimerkiksi projektityyppisessä rakentamisessa ovien ja ikkunoiden asennus tai tilojen myynti. Tehtävät on suoritettava projektin aikana, mutta niiden tekemättä jättäminen ei aiheuta projektin välitöntä myöhästymistä. Projektin hallinnassa voidaankin käyttää hyväksi näiden toissijaisten tehtävien resursseja paikkaamaan kriittisen polun työvaiheita. On kuitenkin huomioitava, että toissijaisetkin tehtävät on suoritettava, joten niille on säästettävä aikaa jostakin muusta työvaiheesta. (Pelin 1990: 123, Ruuska 2005: 175.)

Kriittisen polun menetelmän avulla tuotantoprosessin ja projektin toimintaa voidaan tehostaa hiomalla kriittisen polun tehtävien työvaiheita. Kaikki tehostamisen tuomat aikataulusäästöt näkyvät suoraan projektin kestossa.

Yleensä suurimmat aikataulusäästöt saadaan pisimmistä työvaiheista, mutta kuitenkin kaikki tehtävät kannattaa ottaa huomioon, mikäli niissä on tehostamisen mahdollisuus.



Kuva 2. Projektin kriittinen polku.

#### 4.2 TOC- Kapeikkoajattelu

TOC- Theory of constraints, josta käytetään suomessa käsitettä Kapeikkoajattelu, on Eliyahu M. Goldrattin kehittämä tuotannonohjausfilosofia, joka perustuu niukimman resurssin kapasiteetin kasvattamiseen. Kapeikkoajattelussa voidaan puhua myös johtamisesta kapeikkojen mukaan. (Grondahl 2010: 6.)

Kapeikkoajattelun lähtökohtana on selvittää tuotannon kapeikat ts. pullonkaulat. Kapeikat ovat tuotantoprosessin kohtia eli työvaiheita, joissa

kapasiteetti ei riitä ja ne estävät näin koko prosessia saavuttamasta korkeampaa suorituskykyä. (Jäppinen 2008: 16)

TOC- ajattelussa paneudutaan ohjaamaan resursseja kapeikkoihin ja näin tehostamaan kokonaistuotantoa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että estettä (kapeikkoa) pyritään kasvattamaan mikäli tarvitaan lisäkapasiteettia ja ohjaamaan prosessia käyttäen tätä kapeikkoa ohjauspisteenä. (Jäppinen 2008: 16)

Kapeikon hallinta on todella tärkeää, sillä kapeikossa tapahtuva tuotannon pysähtyminen tarkoittaa samaa kuin koko tuotanto seisahtuisi, sillä kapeikko määrää tuotannon kapasiteetin. Todellisessa 100 % kuormassa olevassa pullonkaulassa menetettyä aikaa ei myöskään voida koskaan saada takaisin, vaan se on lopullisesti menetetty. (Gustaffson ym. 1988: 9-10.)

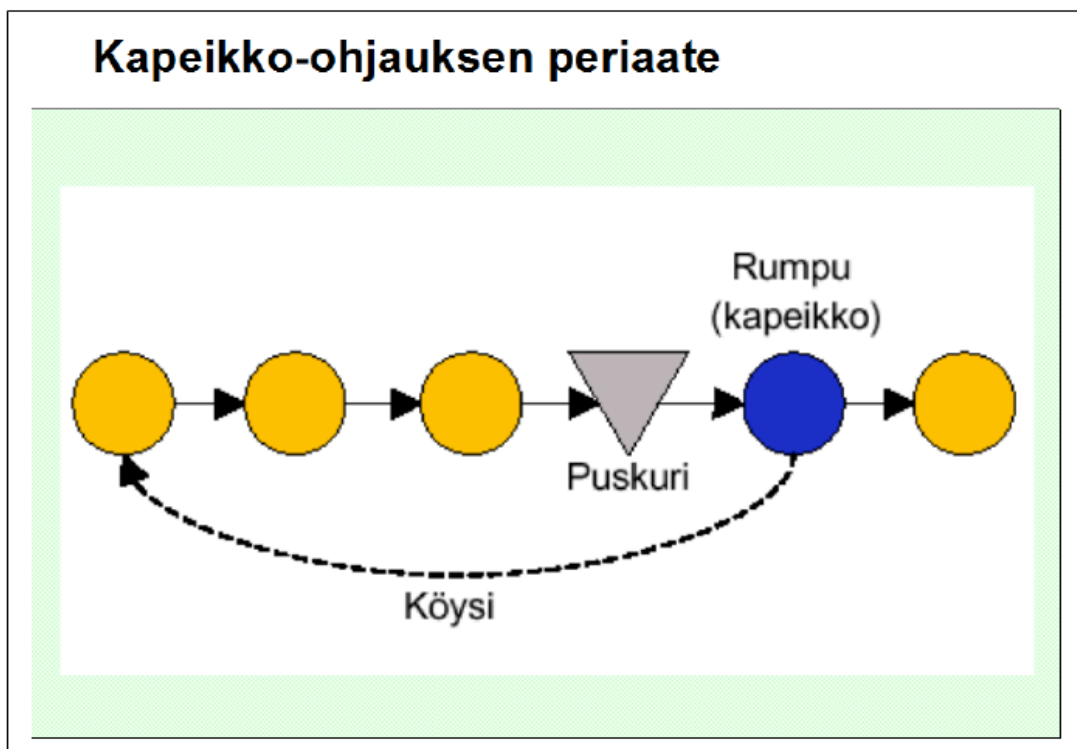
Koska pullonkaulat määräävät, kuinka paljon tehdas saa tuotteita myyntiin on luonnollista, että ne otetaan ohjauksen lähtökohdiksi. Koska muissa resursseissa on enemmän kapasiteettia, niiden pitäisi pystyä vetämään läpi saman, minkä pullonkaulat läpäisevät. Näin tuotantoon päästetään materiaalia vain sen verran kuin tuotannon heikon lenkki eli pullonkaula vetää. Tällöin tuotanto ei ruuhkaannu ja läpäisy aika lyhenee ja keskeneräinen tuotanto vähenee. (Gustaffson ym. 1988: 9-10.)

Koska kapeikon toiminta täytyy varmistaa, se suojataan pienellä keskeneräisen tuotannon (KET) varastolla. Kapeikkoajattelussa, toisin kuin esimerkiksi JOT-ajattelussa välivarastoja on vain yksi ja se sijaitsee kapeikon kohdalla. Kapeikossa tulee käyttää myös laadullisesti virheettömiä komponentteja tai osia, sillä virheistä aiheutuvat kustannukset ovat todella suuret. (Gustaffson ym. 1988: 9-10.)

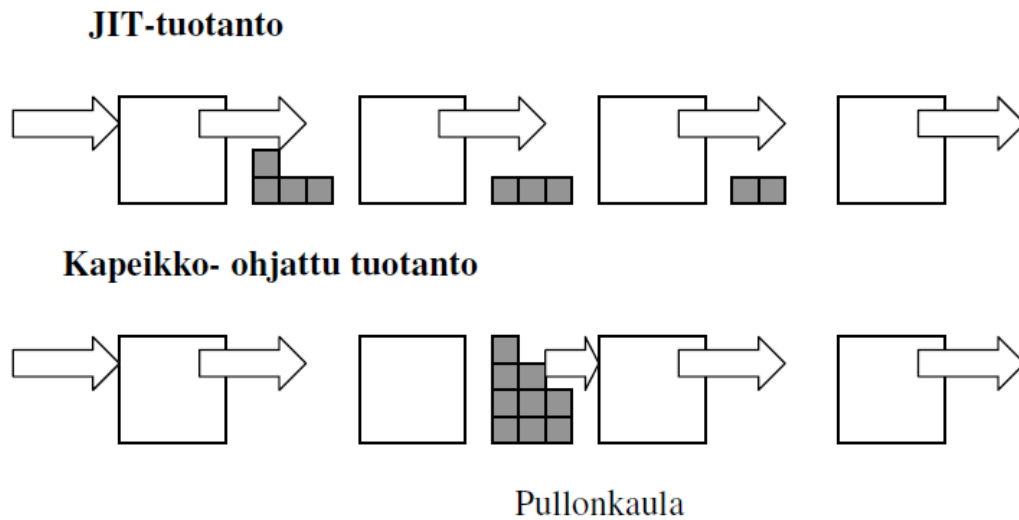
Kapeikkokeskeisessä tuotannonohjauksessa materiaalien saapuminen pullonkaulaan synkronoidaan pullonkaulan pohjalta tehdyn valmistusohjelman mukaan. Pullonkaulan ohjelma on "rumpu", joka määrää missä tahdissa siihen tarvitaan materiaaleja. (Kuva 2.) Pullonkaulan valmistusohjelman perusteella voidaan laskea, milloin raaka-aineet on pantava liikkeelle, jotta ne ehtivät ajoissa pullonkaulaan. Valmistuksen aloittamisajankohta saadaan laskettua

ajoittamalla taaksepäin pullonkaulaohjelmasta. Voidaankin puhua eräänlaisesta imuohjauksesta, "köydestä", jolla materiaalit vedetään oikeassa järjestyksessä pullonkaulaan. (Kuva 2.) (Joensuu 2009: 18)

Toisaalta kapeikkoa voidaan myös käyttää tuotannon tehostamisen työkaluna, sillä aika joka kapeikossa voidaan tehostamisella säästää vaikuttaa suoraan kokotuotantoprosessin aikatauluun. (Gustaffson ym. 1988: 9-10.)



Kuva 3. Kapeikko-ohjauksen periaate. (Joensuu 2009: 18)



**Kuva 4.** Kapeikko- ja JIT- ohjattu tuotanto. (Riikonen ym. 2007).

Kapeikkoajattelu voidaan ajatella jatkuvana kehänä, se ei pääty kun tuotannon kapeikko on löydetty ja sitä on tehostettu. Kun toimintaa kapeikossa on saatu tarpeeksi tehostettua antaa se tilaa uudelle kapeikolle ja näin toiminnan tehostaminen jatkuu kaiken aikaa. Kapeikkoajattelun työvaiheet voidaan esittää viiden askeleen avulla. Prosessi käydään mieluiten läpi ryhmässä, jolloin sen jokaisessa vaiheessa pyritään yhteisymmärrykseen ja vaiheen lopputuloksesta sopimiseen. Tällöin se on myös muutosjohtamisen apuväline. (Westerlund 2004.)

Westerlundin (2004) mukaan kapeikkoajattelu voidaan jakaa viiteen alla olevaan vaiheeseen.

1. Identifioi systeemin kapeikko / kapeikot.
2. Selvitä miten kapeikkoa / kapeikkoja voidaan hyödyntää.
3. Synkronoi systeemin muut osat kapeikon / kapeikkojen näkökulmasta.
4. Nosta kapeikon / kapeikkojen suoritusastoa.
5. Vanhan kapeikon annettua tilaa uudelle kapeikolle, palataan ensimmäiseen kohtaan.

Tuotannon kapeikkoja tutkittaessa on huomioitava, että kapeikot voivat olla muuallakin kuin tuotannossa. Kapeikkoja ovat kaikki, mitkä vähentävät yrityksen ansaitsemista. Usein kysymyksessä on valmistuksessa oleva pullonkaula, jonka kapasiteetti ei vastaa kysyntää. Kapeikko voi kuitenkin olla myös valmistuksen ulkopuolella. Tuotantomahdollisuuksia voi rajoittaa esim. myynti tai kysyntä, materiaalien saanti ja niiden toimituksen epävarmuus, ammattitaitoisen työvoiman puute, tilausten ruuhkautuminen tuotesuunnitteluun tai töiden esivalmistelun pitkä läpäisy aika. (Gustafsson 1988 s.9-10.)

Perinteiset toimintatavat voivat myös muodostaa pullonkaulan, sillä esimerkiksi usein saatetaan priorisoida isoja valmistuseriä pienien kustannuksella huolimatta suunnitelluista tarvepäivämääristä. Hyvin usein tällaiset rajoitukset saattavat alentaa jonkin fyysisen koneen tai työpisteen käytettävissä olevaa kapasiteettia niin, että siitä muodostuu pullonkaula. Onkin oleellista pystyä paikantamaan todelliset rajoitukset kun lähdetään tehostamaan pullonkaulan toimintaa. (Gustafsson 1988 s.9-10.)

## 5. VARASTOHALLIN RAKENNUSPROJEKTIN TYÖN VAIHEJAKO

Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojektin työn vaihejaossa käytetään pohjana aiemmin esiteltyä RT- kortiston rakennushankkeen kulkua kuvaavaa tehtäväluetteloa. RT- kortiston tehtäväluettelo koostuu kuitenkin vain rakennuttajan tehtävistä (Rakennustieto 1995.), joten siinä ei ole erikseen eritelty varsinaisen fyysisen rakennusvaiheen eri tehtäviä. Jotta varastohallin rakentamisprojektin kaikki työvaiheet saataisiin mahdollisimman tarkasti kuvattua, on RT- kortiston työvaiheiden lisäksi luotu rakentamisen tehtävät vaihe, jossa eritellään fyysisen rakennusvaiheen sisältämät tehtävät.

Talliosakkeen työn vaihejakomalli on laadittu Talliosakkeen hallituksen puheenjohtaja Juhani Pääkön ja toimitusjohtaja Antti Pääkön luoman listan perusteella, jossa he ovat listanneet kaikki varastohallin rakennushankkeen tehtävät loogisessa järjestyksessä. Juhani ja Antti Pääkön mukaan toteuttamalla työn vaihejaon käyttämällä pohjana RT- kortiston rakennuttajan tehtäväluetteloa ja fyysisen rakennusvaiheen tehtäväluetteloa, voidaan katsoa antavan luotettavan ja täydellisen kuvan Talliosakkeen rakennushankkeen kulusta.

Varastohallit rakennetaan jokaisella paikkakunnalla samanlaisina, käyttäen samoja suunnitelmia ja rakennuspiirustuksia. Tämän vuoksi Talliosakkeen rakennusprojekteista jäävät pois RT- kortiston tehtäväluettelon sisältämät suunnittelun valmistelu ja ohjaus vaihe.

Osana suunnitteluvaiheen tehtäviä ovat rakennuspiirustukset. Vaikka hallit pääpiirteittäin valmistetaan aina samanlaisina ja samoilla piirustuksilla, on jokaiselle paikkakunnalle kuitenkin piirätettävä erikseen uudet asemapiirustukset. Myös mahdolliset muutokset hallin pituudessa aiheuttavat tarpeen uusille rakennuskuville. Nämä suunnitteluvaiheen tehtävät lisätään tässä tutkimuksessa hankesuunnittelu vaiheen tehtäviin.

## 5.1. Tarveselvitys

Rakennustiedon (1995) mukaan rakennushanke alkaa tarveselvityksestä, jossa perustellaan kiinteistön tai tilan hankinnan tarpeellisuus sekä kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja rakenteet ja niille asetetut vaatimukset kuten sijainti ja käyttötarkoitus.

Olellaisin osa tarveselvitysvaihetta Talliosakkeen rakennushankkeissa on tilan tarpeellisuuden selvittäminen. Tarveselvitys toteutetaan markkinatutkimuksena, jossa analysoidaan eri paikkakuntia, jonne varastohallin rakentamista on suunniteltu. Talliosakkeen varastohallit on pyritty rakentamaan aina suurimpiin kasvukeskuksiin, jossa suuri asukasluku varmistaa riittävän asiakaskunnan. Rantakaupunkeja on myös suosittu runsaan veneilijäkannan vuoksi. Erillistä tarkempaa markkinatutkimusta ei ole suoritettu.

Kriteerien mukaisen rakennuspaikkakunnan löydyttyä, keskitytään tarveselvitysvaiheessa hankkimaan tarkoitukseen soveltuvaa tonttia paikkakunnalta. Tontin ei tule olla keskusta-alueella, vaan riittää että se on kymmenen kilometrin säteellä keskustasta. Kulkuyhteydet tontille tulisi kuitenkin olla keskustasta erinomaiset. Tämän vuoksi Talliosakkeen varastohallit sijaitsevatkin suurimmalta osin jonkin kaupungista johtavan moottoritien välittömässä läheisyydessä.

Varastohallin koko aiheuttaa myös vaatimuksia tontin ominaisuuksille. Tontin tulisi olla sen muotoinen, että rakennettava varastohalli mahtuu siihen käyttäen tehokkaasti rakennusoikeuden hyväkseen. Tontin on myös oltava kaavoitettu sellaiseksi, että siihen saa rakentaa varastotilaksi tarkoitettun kiinteistön.

Tontin tulisi olla perustusolosuhteiltaan sellainen, että se ei vaadi paalutus, louhinta tai suuria maanvaihtotöitä. Tarveselvitysvaiheessa tontin ominaisuudet arvioidaan silmämääräisesti kokemukseen perustuen. Tontin tulisi olla kyseisen kaupungin vuokratontti, sillä tontin ostamisesta aiheutuvat kulut nostavat turhaan rakennuskustannuksia ja vähentävät näin liiketoiminnasta saatavaa katetta. Poikkeustapauksissa on tontteja ostettu, kuitenkin sellaisella hinnalla, että se vastaa maatöiden kustannuksia.

Mikäli paikkakunta ja siellä sijaitseva tontti täyttää edellä mainitut kriteerit, johtaa se hankepäättökseen. Hankepäättös on alustava päätös aloittaa rakentamishanke. (Rakennustieto 1995.)

## 5.2. Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. (Rakennustieto 1995.)

Hankesuunnittelun aluksi Talliosakkeen toiminnassa suoritetaan tontilla maaperätutkimus. Maaperätutkimuksen tarkoituksena on selvittää perustamisolosuhteet tontilla ja näin varmistaa, että tarveselvitysvaiheessa silmämääräisesti arvioidut perustamisolosuhteet pitävät paikkansa. Maatöistä aiheutuvat kustannukset vaihtelevat jokaisessa rakennusprojektissa ja luonnollisesti niihin meneviä varoja on vaikea ennustaa etukäteen. Maaperätutkimuksen avulla voidaan maatöihin menevät kustannukset budjetoida kuitenkin riittävällä tasolla ja näin projektin riskiä saadaan pienennettyä.

Kun maaperätutkimus on suoritettu, voidaan rakennushankkeesta luoda tarkka budjetti. Eritellyn tarkan budjetin luominen ei ole tarpeellista jokaiselle projektille, vaan budjetin pohjana käytetään perusmallia johon vain muutetaan muuttuvista tekijöistä, kuten maatöistä tai tontin hankintakustannuksista aiheutuvat kulut.

Budjetin luomisen jälkeen Talliosakkeen toiminnassa on syytä selvittää seuraavaksi hankkeen rahoitus. Rahoitus neuvotellaan kiinteistöosakeyhtiölle tulevana yhtiölainana, jota ei makseta pois kaikkien osakkeiden mentyä kaupaksi, vaan jokainen asiakas ottaa ostaessaan vastattavakseen oman osuutensa lainasta. Tällöin kauppasummasta vähennetään osaketta ostettaessa luonnollisesti yhtiölainan osuus.

Jokainen Talliosakkeen varastohallin rakennushanke suoritetaan omana kiinteistöosakeyhtiönä. Tämän vuoksi olennaisena osana hankesuunnitteluvaihetta kuuluu kiinteistöosakeyhtiön perustaminen. Tässä vaiheessa on myös luotava yhtiöjärjestys, sekä talousarvio seuraavalle vuodelle. Kohteen valmistumisen jälkeen tila luovutetaan isännöinti yritykselle, joka huolehtii tilan kunnossapidosta ja hallinnoinnista, joten tässä vaiheessa voidaan suorittaa jo myös mahdollisesti isännöitsijän valinta.

Kun kiinteistönpidon tehtävät on suoritettu, siirrytään seuraavaksi piirittämään tarvittavat rakennuspiirustukset. Jokainen halli toteutetaan pääsääntöisesti samoilla kuvilla, kuitenkin tonttikohtaiset asemapiirustukset ja mahdollisesti hallin pituuden muutoksen vuoksi tarvittavat uudet kuvat on piirrettävä uusiksi. Rakennekuvat säilyvät tässäkin tapauksessa kuitenkin ennallaan. Kun tarvittavat kuvat on piirretty, voidaan niillä hakea rakennusluvat.

Rakennuslupavaiheen jälkeen luodaan aikataulu, jonka mukaan työmaalla edetään. Erillistä aikataulua ei Talliosakkeen toiminnassa tarvita, sillä kohteet toistavat itseään eri paikkakunnilla. Aikatauluna voidaan käyttää samaa pohjaa, jonne tehdään hankekohtaisesti muutoksia vain muuttuvien tekijöiden, kuten maatöiden tai vuodenajan aiheuttamien lisätöiden osalta.

Toteutusmuodon valinta on oleellinen osa Talliosakkeen hankesuunnitteluvaihetta. Sitä ei kuitenkaan tule suorittaa erikseen jokaisen rakennushankkeen kohdalla, vaan se on suoritettu kertaluontoisesti ensimmäisessä rakennushankkeessa. Talliosakkeessa on kilpailutettu ja laskettu laajasti eri toteutusvaihtoehdot, sillä varastohallit on mahdollista rakentaa usealla eri tavalla. Tällaisia eri menetelmiä on esimerkiksi rakentaminen ns. pitkistä tavarasta paikanpäällä, betonielementit, puuelementit tai eri valmistajien tarjoamat peltielementit.

Laskentojen jälkeen on osoittautunut, että varastohallien rakentaminen on edullisinta pitkistä tavarasta paikanpäällä rakennettuna, valmistamalla seinä- ja kattoelementit itse, erikseen niille maahan tehdyillä pedeillä. Elementit nostetaan niiden valmistuttua paikalleen nosturin avulla.

Hankesuunnitteluvaihe johtaa investointipäätökseen, eli lopulliseen päätökseen aloittaa rakennustyöt hankitulla tontilla. (Rakennustieto 1995.)

### 5.3. Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa päätetään urakkamuodoista ja laaditaan niiden mukaiset tarjouspyyntöasiakirjat. Tässä vaiheessa suoritetaan myös materiaalilaskenta ja tavaran kilpailutus. (Rakennustieto 1995.)

Talliosakkeella on omat kirvesmiehet, jotka toteuttavat suurimman osan rakentamisesta. Kaikki työt, mitkä eivät kuulu kirvesmiehentöihin luovutetaan urakkana kunkin alan yrittäjille. Tällaisia kirvesmiehen töihin kuulumattomia urakkoja Talliosakkeen rakennushankkeissa on esimerkiksi maatyöt, perustustyöt, lattianvalu, LVI- ja sähkötyöt sekä ulko-ovien asentaminen. Urakat kilpailutetaan ja sovitaan tässä vaiheessa valmiiksi. Toteutusaika on myös hyvä lyödä lukkoon jo tässä vaiheessa. Toteutusajat sovitaan aikataulun mukaisesti.

Tärkeänä osana rakentamisen valmistelua on materiaalilaskenta, jossa luodaan lista kaikkien tarvittavien rakennusmateriaalien määristä. Talliosakkeelle onnistunut määränlaskenta on erittäin tärkeä, sillä rakennettavien hallien määrä on todella suuri. Jo viiden prosentti yksikön virhelaskenta kymmenessä rakennushankkeessa tarkoittaa todella suuria tappioita. Talliosakkeeseen tulisikin luoda todella tarkka ja toistettava materiaalilista, joka ei sisällä yhtään ylimääräisiä rakennusmateriaaleja. Vajaat toimitukset tulisi kuitenkin pystyä välttämään, sillä lisätilaukset ovat aina kalliimpia ja pahimmassa tapauksessa työmiehet joutuvat keskeyttämään työt rakennusmateriaalin puutteen vuoksi.

Talliosakkeen kaltaisissa lyhyissä rakennushankkeissa voidaan materiaalit ostaa jo tässä vaiheessa. Toimitusajat sovitaan vain aikataulun mukaisesti, siten että tavara tulee työmaalle hieman ennen sen vaiheen aloittamista, jossa kyseistä rakennusmateriaalia tarvitaan. Rakennusmateriaalit on järkevää ottaa työmaalle erinä, sillä näin estetään rakennusmateriaalien pilaantuminen ja työmaalla on kokoajan maksimaalinen tila työskennellä.

#### 5.4. Rakennusvaiheen tehtävät

Fyysinen rakennusvaihe sisältää luonnollisesti suurimman osan Talliosakkeen rakennushankkeen tehtävistä. Rakennusvaihe alkaa maatöillä, joka toteutetaan maaperätutkimuksen määräämällä tavalla. Maatöiden ohessa tontille vedetään viemäri ja sähköliittymät.

Maatöiden valmistuttua valetaan perustukset sekä huolehditaan salaojien ja sadevesilinjojen asentamisesta. Olenaisena osana perustusvaihetta on myös perustuksen ja sen vierustan routaeristys.

Näiden töiden valmistuttua suoritetaan sisä- ja ulkopuolen täyttö. Täytön jälkeen maa-aines tiivistetään. Maa-aineksen tiivistämisen jälkeen on vuorossa viemärien asentaminen ja valunvalmistelutyöt. Valunvalmistelutöihin Talliosakkeen rakennustyömaalla kuuluu lattian routaeristys ja valuverkkojen asentaminen. Kun lattian eristäminen ja raudoitus on suoritettu, voidaan lattiat valaa ja pinnoittaa.

Seuraavaksi suoritetaan piha-alueen viimeistely ja asfaltointi. Lattian valaminen tässä vaiheessa ja maatöiden täydellinen tekeminen helpottaa huomattavasti rakentamisen aikaista työtä ja näin ollen nopeuttaa projektin kulkua. Nämä toimenpiteet helpottavat tavaran säilöntää, alueen siistimistä, nostokaluston käyttöä ja elementtien valmistamista huomattavissa määrin.

Kun lattia on valettu ja piha on täysin valmis, voidaan siirtyä valmistamaan katto- ja seinäelementtejä. Seinäelementit valmistetaan osina. Osat ovat aina kahden osakkeen pituisia elementtejä. Elementin valmistetaan ulkopuolelta pellitystä vaille valmiiksi. Katto valmistetaan hallin koosta riippuen keskimäärin neljästä elementistä. Elementit valmistetaan maassa mahdollisimman valmiiksi. Kun seinä ja kattoelementit ovat valmiita, ne nostetaan nosturin avulla paikalleen.

Elementtien noston jälkeen elementtisaumat viimeistellään ja välipohjaan tehdään palo-osastoinnit. Seuraavaksi katto ja seinäelementit pellitetään, sekä asennetaan kattoturvatuotteet ja sadevesikourut. Kun halli on nyt saatu ulkoapäin lähes valmiiksi, siirrytään sisäpuolelle eristämään seinäelementtejä.

Seinäelementtien eristämisen jälkeen asennetaan höyrynsulkumuovit ja asennetaan koolauslaudoitus kattoon.

Seuraavaksi voidaan aloittaa sähkötyöt vetämällä kaikki tarvittavat sähköt piirustuksien mukaisiin paikkoihin. Sähkön vetämisen jälkeen voidaan seinät ja katto levyttää. Levytyksen jälkeen valmistetaan väliseinät, jotka ovat puurunkoisia ja kipsilevypinnoitteisia. Kun halli on levypinnalla, suoritetaan vielä välipohjan eristäminen. Välipohjan eristäminen tapahtuu puhallusvillalla.

Tässä vaiheessa varastohalli on rakenteellisesti täysin valmis. Seuraavaksi asennetaan enää ovet ja suoritetaan maalaus, listoitus ja sisäpuolen viimeistelytyöt. Näiden jälkeen suoritetaan LVI- ja sähkökalusteasennukset ja loppusiivous.

#### 5.5. Rakentamisen ohjaus

Rakentamisen ohjauksessa keskitytään työn valvontaan ja varmistetaan että työn jälki ja toteutus on sopimuksen mukaista. Tässä vaiheessa hoidetaan lisäksi maksuliikennettä sekä suunnitellaan ja toteutetaan mahdolliset muutostai lisätyöt. (Rakennustieto 1995.)

Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojektissa valvotaan rakentamisen ohjaus vaiheessa urakoitsijoiden ja omien työmiehien työsuoritteita, että ne ovat laadullisesti sopimuksen mukaisia ja pysyvät suunnitellussa aikataulussa. Oleellinen osa tätä vaihetta on myös maksuliikenteen hoitaminen. Maksuliikenne koostuu palkkojen ja materiaalilaskujen maksamisesta.

Rakentamisen ohjausvaiheeseen Talliosakkeen rakennushankkeissa kuuluu myös erikoistapauksien hallinta. Erikoistapaukset ovat rutiineista poikkeamisia, esim. virheistä tai sääolosuhteista johtuvia lisätöitä. Mikäli erikoistapauksia ilmenee, ne tulee korjata ensitilassa, jotta päästään palautumaan vakiintuneeseen projektin kulkuun. Poikkeukset rakennusprojektin kulussa aiheuttavat yleensä lisätöitä ja näin aikataulun pitävyys vaarantuu. Tällaisissa tilanteissa työntekijät on motivoitava tekemään ylitöitä tai muista työvaiheista on saatava aikataulua kiinni, jotta päästään takaisin tavoiteltuun aikatauluun.

Aikataulutuksessa varataan kuitenkin usein hieman joustoa tällaisia poikkeuksia varten.

Rakentamisen ohjausvaiheessa tehdään myös mahdolliset lisätyöt, joita tulee tavallisesti Talliosakkeen rakennusprojekteissa. Muutos ja lisätyöt johtuvat asiakkaan lisätarpeista. Tällaisia tarpeita voivat olla esimerkiksi suuremman hallin tarve, jolloin poistetaan väliseiniä haluttu määrä. Lisätarpeita voi myös olla lisävarustelu, kuten wc:n tai parven rakentaminen. Lisätyöt ovat kuitenkin aikataulun ulkopuolella olevia töitä ja hinnoitellaan erikseen tuntiveloitteisesti. Lisätyöt suoritetaan aina rakennushankkeen lopuksi, jotta rakennusprojekti ei viivästy. Kuitenkin luonnollisesti väliseinien purkamista ei ole syytä jättää rakennusprojektin loppuun, vaan ne jätetään luonnollisesti siltä osin rakennusvaiheessa tekemättä.

Osana rakentamisen ohjaus vaihetta on myös tavaranhankinta. Mikäli kaikkia rakennusmateriaaleja ei ole huomioitu tilausvaiheessa, tulee projektipäällikön toimittaa tavarat työmaalle välittömästi, taaten että ei näin omalla toiminnallaan hidastaisi rakennushankkeen kulkua.

Rakentamisen ohjausvaiheessa aloitetaan myös Talliosakkeiden myynti, joten sopimukset kiinteistövälittäjien kanssa on neuvoteltava tässä vaiheessa. Talliosakkeen toiminnassa on ollut tapana tehdä jokaisella paikkakunnalla kahden kiinteistönvälitysyrityksen kanssa välitys-sopimus. Sopimus on tehty oma myyntiehdolla, tarkoittaen näin että myyntioikeus säilyy myös Talliosakkeen henkilökunnalla. Jokaiselta paikkakunnalta kiinteistönvälitysyrityksinä on valittu aina yksi suuri valtakunnallinen toimija, sekä yksi pienempi paikallinen toimija.

Myynti ja markkinointi ovat iso osa rakentamisen valvontavaihetta. Rakentamisen valvonnan ohella tulisi suorittaa markkinointia paikallislehdeissä ja erilaisissa tapahtumissa, kuten esimerkiksi messuilla tai järjestämällä esittelytilaisuuksia vene- tai karavaanariseuroilla.

Rakentamisen valvontavaiheeseen kuuluu olennaisena osana myös työn edetessä pidettävät rakennekatselmuksot yhdessä viranomaisten kanssa.

## 5.6. Vastaaan - ja käyttöönotto

Vastaaanottovaiheessa tarkastetaan yhdessä viranomaisten kanssa, että rakentaminen on suoritettu ohjeiden ja säännösten mukaisesti ja että kiinteistö toimii suunnitellulla tavalla. Käyttöönotto vaiheessa tarkistetaan, että kaikki on valmista ja opastetaan käyttäjiä ja ylläpitäjiä, kuten kiinteistöhuoltoa käyttämään ja hoitamaan rakennusta. (Rakennustieto 1995.)

Talliosakkeen kiinteistöissä lopputarkastus suoritetaan ennen kuin tilat luovutetaan asiakkaiden käyttöön. Lopputarkastuksen jälkeen tilat siirretään isännöinnin hoidettavaksi, joten sen vaatimat tehtävät kuuluvat olennaisena osana vastaan- ja käyttöönottovaihetta.

Tässä vaiheessa luodaan myös lopulliset kauppakirjat ja tehdään kaupat asiakkaiden kanssa jotka ovat varanneet tilat rakentamisvaiheessa. Asiakkaille opastetaan tilan käyttöön liittyvissä asioissa, sekä kerrataan läpi yhtiöjärjestys ja talousarvio.

## 5.7. Takuu aika

Takuu aikana yhtiön siirryttyä isännöinnin hallintaan suoritetaan vain myyntityötä, mikäli osakkeita on vielä myymättä. Takuu aikana suoritetaan vuositarkastus, jossa asiakkaat voivat esittää mahdollisia korjausvaatimuksia, jonka jälkeen kyseiset seikat korjataan, mikäli ne kuuluvat rakennevastuun piiriin.

Seuraavassa taulukossa on esitelty kaikki Talliosakkeen rakennusprojektin tehtävät.

**Taulukko 3.** Varastohallin rakennushankkeen työn vaihejako.

## VARASTOHALLIN RAKENNUSHANKKEEN TYÖN VAIHEJAKO

Vaihe	Tehtävä	Suoritettavat toimenpiteet
1	Tarveselvitys	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Markkinatutkimus ja tilan tarpeen tunnistaminen</li> <li>2. Paikkakunnan valitseminen</li> <li>3. Tonttien vertailu ja hankinta</li> </ol>
2	Hankesuunnittelu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maaperätutkimus</li> <li>2. Hankeen budjetointi (muuttuvat tekijät huomioiden)</li> <li>3. Rahoituksen varmistaminen</li> <li>4. KOY:n perustaminen, yhtiöjärjestyksen ja talousarvion luominen</li> <li>5. Rakennuspiirustuksien teettäminen</li> <li>6. Rakennuslupien hankinta</li> </ol>
3	Rakentamisen valmistelu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiaalilaskenta ja kilpailutus</li> <li>2. Urakkamuotojen valitseminen ja kilpailuttaminen</li> <li>3. Vesi-, viemäri- ja sähköliittymien hankinta</li> </ol>

4	Rakennusvaiheen tehtävät	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Maatyöt ja liittymien vetämien tontille</li><li>2. Perustukset</li><li>3. Salaojat, sadevedet ja routaeristys</li><li>4. Ulko- ja sisäpuolen täyttö</li><li>5. Viemärointi</li><li>6. Lattian eristäminen ja raudoitus</li><li>7. Lattian valu ja pinnoitus</li><li>8. Pihan viimeistely ja asfaltointi</li><li>9. Seinäelementtien valmistaminen</li><li>10. Kattoelementtien valmistaminen</li><li>11. Elementtien nosto ja asennus</li><li>12. Palo-osastointi ja kattoelementtien liitos- saumojen viimeistely</li><li>13. Katon ja seinien pellittäminen</li><li>14. Sadevesikourut ja lumiesteet</li><li>15. Seinien eristäminen</li><li>16. Höyrynsulkumuovin asennus</li><li>17. Katon koolaus</li><li>18. Sähköjen vetäminen</li><li>19. Levytys</li><li>20. Vesilinjojen asentaminen</li><li>21. Yläpohjan eristäminen</li><li>22. Väliseinien rakentaminen ja levytys</li><li>23. Maalaus, listoitus ja sisäpuolen viimeistelytyöt</li><li>24. Ulkopuolen viimeistelytyöt ja ovien asentaminen</li><li>25. Sähkö ja LVI kalustaminen</li></ol>
---	--------------------------	--

5	Rakentamisen ohjaus	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Työn valvonta</li> <li>2. Rahaliikenteen hoito</li> <li>3. Erikoistapauksien hallinta</li> <li>4. Lisätöiden suunnittelu ja toteutus</li> <li>5. Myynti ja markkinointi</li> <li>6. Rakennekatselmukset ja tavaranhankinta</li> </ol>
6	Vastaan- ja käyttöönotto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loppusiivous</li> <li>2. Käyttöönotto ja lopputarkastus</li> <li>3. Kiinteistön siirto isännöitsijälle</li> <li>4. Käyttäjien opastaminen</li> <li>5. Kauppakirjojen luominen</li> <li>6. Kauppojen tekeminen</li> </ol>
7	Takuuaika	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Myyntityö ja markkinointi</li> <li>2. Vuositarkastukset</li> <li>3. Takuukorjaukset</li> </ol>

## 6. VARASTOHALLIN RAKENNUSPROJEKTIN AIKATAULUTUS

Talliosakkeen rakennusprojektin aikataulutusta suoritetaan työn vaihejaon tehtäväluettelon mukaisesti ositettuna. Aikataulutusta on luotu Talliosakkeen hallituksen puheenjohtaja Juhani Pääkön, toimitusjohtaja Antti Pääkön sekä rakennuspäällikkö Samuli Nauhan lausuntojen pohjalta. Jokaista heistä on pyydetty arvioimaan kuhunkin työvaiheeseen kuluva aika. Lopullisessa työvaiheiden aikataulutuksessa käytetään keskiarvoa heidän arvioistaan, jotta aikataulusta tulisi mahdollisimman luotettava ja todenmukainen. Rakennuspäällikkö Samuli nauha vastaa vain fyysisen rakennusvaiheen tehtävien osalta kyselyyn.

Kyselyn tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa:

Taulukko 4. Varastohallin rakentamisprojektin aikatauluarviot.

## VARASTOHALLIN RAKENTAMISPROJEKTIN AIKATULUARVIOT

Va ihe	Tehtävä	Suoritettavat toimenpiteet	Juhani Pääkkö	Antti Pääkkö	Samuli Nauha
1	Tarve- selvitys	1. Markkinatutkimus ja tilan tarpeen tunnistaminen 2. Paikkakunnan valitseminen 3. Tonttien vertailu ja hankinta	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa
2	Hanke- suunnittelu	1. Maaperätutkimus 2. Hankeen budjetointi 3. Rahoituksen varmistaminen 4. KOY: n perustaminen, yhtiöjärjestyksen ja talousarvion luominen 5. Rakennuspiirustuksien teettäminen 6. Rakennuslupien hankinta	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa
3	Rakentami- sen valmistelu	1. Materiaalilaskenta ja kilpailutus 2. Urakkamuotojen valitseminen ja kilpailuttaminen 3. Vesi-, viemäri- ja sähköliittymien hankinta	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa

4	Rakennusvaiheen tehtävät	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maatyöt ja liittymien vetämien tontille</li> <li>2. Perustukset</li> <li>3. Salaojat, sadevedet ja routaeristys</li> <li>4. Ulko- ja sisäpuolen täyttö</li> <li>5. Viemäröinti</li> <li>6. Lattian eristäminen ja raudoitus</li> <li>7. Lattian valu ja pinnoitus</li> <li>8. Pihan viimeistely ja asfaltointi</li> <li>9. Seinäelementtien valmistaminen</li> <li>10. Kattoelementtien valmistaminen</li> <li>11. Elementtien nosto ja asennus</li> <li>12. Palo-osastointi ja kattoelementtien liitos-saumojen viimeistely</li> <li>13. Katon ja seinien pellittäminen</li> <li>14. Sadevesikourut ja lumiesteet</li> <li>15. Seinien eristäminen</li> <li>16. Höyrynsulkumuovin asennus</li> <li>17. Katon koolaus</li> <li>18. Sähköjen vetäminen</li> <li>19. Levytys</li> <li>20. Vesilinjojen asentaminen</li> <li>21. Yläpohjan eristäminen</li> <li>22. Väliseinien rakentaminen ja levytys</li> <li>23. Maalaus, listoitus ja sisäpuolen viimeistelytyöt</li> <li>24. Ulkopuolen viimeistelytyöt ja ovien asentaminen</li> <li>25. Sähkö ja LVI kalustaminen</li> </ol>	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa
---	--------------------------	---	------------------------	------------------------	------------------------

5	Rakentamisen ohjaus	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Työn valvonta</li> <li>2. Rahaliikenteen hoito</li> <li>3. Erikoistapauksien hallinta</li> <li>4. Lisätöiden suunnittelu ja toteutus</li> <li>5. Myynti ja markkinointi</li> <li>6. Rakennekatselmukset ja tavaranhankinta</li> </ol>	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa
6	Vastaan- ja käyttöönotto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loppusiivous</li> <li>2. Käyttöönotto ja lopputarkastus</li> <li>3. Kiinteistön siirto isännöitsijälle</li> <li>4. Käyttäjien opastaminen</li> <li>5. Kauppakirjojen luominen</li> <li>6. Kauppojen tekeminen</li> </ol>	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa
7	Takuuaika	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Myyntityö ja markkinointi</li> <li>2. Vuositarkastukset</li> <li>3. Takuukorjaukset</li> </ol>	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa	Ei julkaistavaa tietoa
		Yhteensä			

## 7. VARASTOHALLIN RAKENNUSPROJEKTIN TEHOSTAMINEN

Talliosakkeen varastohallin rakennusprojektin tehostaminen suoritetaan käyttämällä hyväksi aiemmin esiteltyjä tutkimusmenetelmiä: CPM – Kriittisen polun menetelmää ja TOC – kapeikkoajattelua. Tehostaminen suoritetaan työn vaihejaon mukaisesti vaiheittain.

Työvaiheiden tehostaminen suoritetaan yhteistyössä Talliosakkeen hallituksen puheenjohtaja Juhani Pääkön, toimitusjohtaja Antti Pääkön ja rakennuspäällikkö Samuli Nauhan kanssa. Samuli Nauha ottaa kantaa vain fyysisen rakennusvaiheen tehtävien analysointiin.

Tehostamisen aluksi analysoidaan eri työvaiheita ja mietitään, mistä työn vaihejaon mukaisista eri työvaiheista kriittinen polku Talliosakkeen rakennusprojektissa muodostuu. Lisäksi pyritään tunnistamaan rakennusprojektista kolme kapeikkoa eli pullonkaulaa.

Rakennusprojektin tehostaminen tapahtuu analysoimalla näiden työvaiheiden kulkua ja pohtimalla mahdollisia keinoja, jotka nopeuttaisivat tai tehostaisivat työvaiheiden suorittamista. Suorittamalla työvaiheiden tehostaminen yhteistyössä kaikkien työntekijöiden kanssa, saadaan tuloksista huomattavasti luotettavampia ja monipuolisempia. Rakennusmiehet olisi myös tärkeää ottaa mukaan tehostustoimiin. Tässä tutkimuksessa heidän mielipiteitään ei ole huomioitu tutkielman rajaamisen vuoksi.

### 7.1. CPM –kriittisen polun teoria rakennusprojektin tehostamisen välineenä

#### 7.1.1. Kriittisen polun määrittelyminen Talliosakkeen rakennusprojektista

Kriittinen polku määritellään jakamalla projekti selkeisiin työvaiheisiin eli tehtäviin, jonka jälkeen selvitetään tehtävien väliset riippuvuudet ja aikataulutetaan tehtävät. Kriittisen polun tehtävät ovat selkeitä työvaiheita. Talliosakkeen varastohallin rakentamishankkeen kaltaisessa projektityyppisessä tuotannossa, tehtävät koostuvat osasta työn vaihejaon mukaisia tehtäviä.

Tehtävien välinen riippuvuus tarkoittaa työjärjestystä, eli minkä tehtävän on oltava suoritettuna ennen kuin seuraava vaihe voidaan aloittaa. Talliosakkeen kriittisen polun tehtävät koostuvat siis työn vaihejaon sellaisista tehtävistä, jotka ovat loogisessa järjestyksessä projektin alusta sen loppuun ja ovat riippuvaisia toistensa valmistumisesta. Kaikki muut tehtävät ovat toissijaisia, joten niiden suorittaminen voidaan tehdä joustavammin sopivassa välissä.

Kriittinen polku Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojektissa koostuu tehtäväluettelon mukaisesti loogisessa järjestyksessä seuraavan taulukon mukaisesti. Rakennusprojektin läpikulkeva kriittinen polku ja sen sisältämät tehtävät on merkitty taulukkoon punaisella. (Taulukko 5.)

#### 7.1.2. Talliosakkeen rakennusprojektin kriittisen polun tehtävien tehostaminen

Kun kriittinen polku on löydetty ja määritelty Talliosakkeen rakentamisprojektista, keskitytään tässä kappaleessa tehostamaan projektin toimintaa hiomalla kriittisen polun tehtävien työvaiheita. Kaikki tehostamisen tuomat aikataulusäästöt näkyvät suoraan projektin kestossa. Yleensä suurimmat aikataulusäästöt saadaan pisimmistä työvaiheista, mutta kuitenkin kaikki tehtävät kannattaa ottaa huomioon, mikäli niissä on tehostamisen mahdollisuus. Tehostaminen suoritetaan projektin mukaisesti vaiheittain.

Tarveselvitysvaiheen tehtäviä on Juhani ja Antti Pääkön mukaan vaikea tehostaa. Tontin ja paikkakunnan hankinnan toimintatavat voidaan vakiinnuttaa samanlaisiksi, joka tehostaisi tältä osin toimintaa. Menetelmä toimii, mikäli eri paikkakunnilta löytyisi aina tarkoitukseen soveltuva vuokratontti. Tällaista tonttia ei kuitenkaan aina löydy jokaiselta paikkakunnalta, joten osassa tapauksista tontti on jouduttu ostamaan. Tontin myyjä on löytynyt aina eri kanavia pitkin, joten tietyn toimintatavan luominen ei tämän vuoksi ole järkevää. Koska varastohalleja rakennetaan vuosittain useita, on tontin hankkiminen erikseen tarpeetonta. Tonttien hankintaa voidaankin tehostaa hankkimalla kaikki tontit kerralla vuoden aikana toteutettaviin kohteisiin.

Hankesuunnitteluvaiheessa maaperätutkimus on toimintona luonnollisesti aina sama, joten sitä ei voi itsessään tehostaa. Maaperä tutkimuksista voisi kuitenkin

tehdä tiukan sopimuksen jonkin valtakunnallisen toimijan kanssa siten, että kyseinen toimija suorittaisi kaikkiin vuoden aikana suoritettaviin kohteisiin maaperätutkimukset. Näin turha kilpailuttaminen jokaisen rakennushankkeen kohdalla vähentyisi ja hintaa saataisiin myös laskettua.

Erillisen rahoituksen neuvottelemisen jokaiseen hankkeeseen vie myös turhaa aikaa. Hankkeiden budjetointi ja rahoitus voitaisiin muuttaa vuosittain suoritettavaksi, jolloin neuvoteltaisiin kerralla rahoitus kaikkiin kohteisiin. Koska varastohallit rakennetaan aina samanlaisina, budjetti kelpaa myös sellaisenaan kaikkiin kohteisiin. Muuttuvat tekijät, kuten maatyöt, tontin hankintakustannukset tai hallin koon muutokset on otettava vain huomioon jokaisessa kohteessa erikseen. Koska vuosittainen hankemäärä on nykyään Talliosakkeella niin suuri, tämänkaltaisella toiminnalla säästettäisi huomattavasti aikaa.

KOY: iden perustaminen voidaan myös suorittaa kerralla kaikkiin kohteisiin. Samalla tulisi myös luoda jokaiselle yhtiölle yhtiöjärjestys ja talousarvio. Pohjana yhtiöjärjestykselle ja talousarviolle voidaan kullekin käyttää hyväksi yhtä luonnosta, johon muutetaan vain aina hankekohtaiset tiedot. Rakennuspiirustuksien teettäminen ja rakennuslupien hankinta tulisi myös suorittaa kertaluontoisesti kaikkiin rakennushankkeisiin kerralla.

Rakentamisen valmistelu vaihe tulisi Antti ja Juhani Pääkön mukaan jättää pois kokonaan hankekohtaisesta toiminnasta. Määräalennuksen ja tehokkaamman toiminnan saavuttamiseksi tulisi kaikkiin samana vuonna suoritettaviin kohteisiin suorittaa materiaalien ja urakoiden kilpailutus kertaluontoisesti. Näin säästetään huomattavasti vaivaa, kun kunkin materiaalin ja urakan kilpailuttaminen suoritetaan koko vuoden kohteisiin vain kerran. Suurella määrällä saa myös huomattavan ostoedun, joka näkyy luonnollisesti hinnan alennuksena. Tuotteet ostettaisiin kerralla, toimitusaika sovittaisi vain aikataulun mukaisesti eri paikkakunnille. Vesi-, viemäri- ja sähköliittymät on hankittava jokaisella paikkakunnalla erikseen ja näin niiden aiheuttamaa työtä ei voi tehostaa.

Fyysisen rakennusvaiheen tehtävät ovat Talliosakkeella jo tehostettu todella pitkälle. Rakentaminen suoritetaan todella järkevässä järjestyksessä siten, että

maatyöt, perustukset ja lattianvalu kaikkine tehtävineen suoritetaan täydellisesti ennen kirvesmiehen töiden aloittamista. Näin alue on helppo pitää puhtaana, työskentely nostureilla ja elementtien rakentaminen helpottuu.

Muutamista, lähinnä pisimmistä työvaiheista löytyi kuitenkin merkittävä tehostamisen mahdollisuus. Seinä- ja kattoelementtien valmistaminen sekä levytysvaihe ovat osoittautuneet hallin suuren koon vuoksi työläimmiksi ja eniten aikaa vieviksi työvaiheiksi. Seinäelementtien valmistamisen sijasta olisi aikataulullisesti tehokkainta tilata koko rakennus valmiista tehdastekoisista elementeistä. Näin säästettäisi huomattavasti aikaa ja lukuisia eri työvaiheita jäisi pois. Elementtien valmistamisen lisäksi jäisi suuri osa levytysvaihetta pois, sillä kaikki ulkoseinät olisi elementeissä levytetty valmiiksi. Myös osa väliseinistä kuuluisi toimitukseen, sillä jäykistävät seinät kuuluvat osaksi elementtitoimitusta. Näin rakennetakuu saataisi myös suurimmilta osin vieritettyä kolmannelle osapuolelle.

Eri materiaaleista valmistettujen seinäelementtien tilaaminen valmistajalta on osoittautunut lukuisien kilpailutuksien jälkeen hieman kalliimmaksi vaihtoehdoksi. Vaasaan aloitettiin kuitenkin pohdintojen seurauksena pilottikohde, jossa kokeillaan betonielementtien kustannusvaikutuksia projektin kokonaiskustannuksiin. Betonielementit sisältävät seinien lisäksi perustukset ja osan väliseinistä, joten pilotti projektin valmistuttua tiedämme, kuinka paljon kalliimmaksi rakentaminen elementeistä lopullisesti tulee. Hankekohtaisesti kustannukset eivät välttämättä nouse kovinkaan paljon, mutta vuosituotannossa katteen pieneneminen siitä koituvien lisäkustannuksien vuoksi nousee kuitenkin huomattavaksi summaksi. Projektin hallinnan kannalta elementtien tilaaminen olisi todella hyvä. Projekti selkeytyisi entisestään ja näin aikataulun, laadun ja kustannusten valvonta helpottuisi entisestään.

Kattoelementtien tilaaminen erillisinä elementteinä niiden suuren koon vuoksi tulisi huomattavasti kalliimmaksi. Järkeviä kattoelementin toimittajia ei myöskään ole saatavilla. Näin kattoelementtien tilaamisesta elementteinä on luovuttu. Talliosakkeen toiminnassa katot valmistetaan tehokkaasti maassa neljänä elementtinä. Kattojen valmistaminen maassa parantaa huomattavasti työturvallisuutta, nopeuttaa työskentelyä ja vähentää huomattavasti kalliita

nosturikustannuksia. Tehostuskeinoja ei kattoelementtien valmistamiseen pohdinnassa keksitty. Katon valmistaminen voidaan katsoa tehostetuksi jo aiemmassa vaiheessa, jolloin siirryttiin valmistamaan katot maassa elementeistä, perinteisen rakennustavan sijasta.

Levytysvaiheessa katon levyttäminen on pakollista, sillä muiden materiaalien käyttö betonia lukuun ottamatta ei täytä palovaatimuksia. Väliseinien levyttämisestä ja runkojen rakentamisesta voidaan kuitenkin välttyä, tilaamalla seinät valmiina peltipinnoitteisina elementteinä. Tämä vähentäisi huomattavasti levytyksen määrä, sillä suurin osa seinien levytyksestä koostuu väliseinien levyttämisestä. Tilaamalla väliseinät elementteinä, tulee hinta kuitenkin hieman kalliimmaksi verrattuna puurunkoisiin ja levyntaisiin väliseiniin. Hintaero on kuitenkin niin pieni, että aikataulusäästöjen vuoksi se olisi järkevää ottaa käytännöksi Talliosakkeen rakennushankkeissa. Ominaisuuksiltaan peltipintaisten väliseinät olisivat myös huomattavasti parempia, sillä ne kestävät vettä huomattavasti paremmin. Näin talliosakkeiden ostajille voitaisiin luvata seinien kestävän painepesurin käyttöä sisällä. Tämä on ollut usein oleellinen kompastuskivi, jonka vuoksi kauppoja on jäänyt tekemättä.

Toinen vaihtoehto olisi myydä levytys ulkopuolisille urakkana. Levytyksen hinta pysyisi näin samana. Rakentamistyyliä olisi kuitenkin muutettava siten, että ulkopuolelle jätettäisiin tällöin tehtävää omille miehille. Ulkopuolelta voisi jättää tekemättä sadevedet, salaojat ja niiden routaeristämisen. Myös seinien ja katon pellittäminen voitaisiin jättää tänne tehtäväksi. Näin omille miehille riittäisi tehtävää samanaikaisesti kuin ulkopuoleiset työmiehet tekisivät urakkaansa sisätiloissa. Tällöin kuitenkin pihan viimeistelytyöt jäisivät tekemättä ennen rakentamisvaihetta, ja näin nosturien käyttö ja pihan siistiminen vaikeutuisi.

Viimeistelytyötä on vaikea entisestään tehostaa. Maalaaminen on viimeistelyvaiheista pisin, sekin suoritetaan kuitenkin ruiskuttamalla, joten siitä ei ole saatavilla enää aikataulusäästöjä.

Rakentamisen ohjausvaiheen, vastaan- ja käyttöönottovaiheen ja takuuajan tehtävät eivät suurimmalta osin kuulu osaksi kriittistä polkua, joten niiden tehostamiseen ei paneuduttu tapaamisessa. Kriittiseen polkuun kuuluvalla

osaltaan tehtävät ovat hyvin pienimuotoisia ja ne on suoritettava sellaisenaan. Niistä ei pohdinnan seurauksena löytynyt merkittäviä tehostamisen mahdollisuuksia.

## 7.2. TOC – kapeikkoajattelu Talliosakkeen rakennusprojektin tehostamisessa

### 7.2.1 Kapeikkojen tunnistaminen Talliosakkeen rakentamisprojektista

Kapeikkoajattelun lähtökohtana on selvittää tuotannon kapeikot ts. pullonkaulat. Kapeikot ovat tuotantoprosessin kohtia eli työvaiheita, joissa kapasiteetti ei riitä ja ne estävät näin koko prosessia saavuttamasta korkeampaa suorituskykyä. (Jäppinen 2008: 16)

Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojektissa kapeikot ovat osa kriittisen polun tehtäviä. Kapeikkojen voidaan osoittaa teoriaan pohjautuen olevan: elementtien valmistaminen, levytysvaihe sekä myynti ja markkinointi. Perustana kapeikkojen valinnassa on työvaiheiden pitkä suoritus aika.

Seinä- ja kattoelementtien valmistus sekä levytysvaihe vievät suurimman osan koko rakennusvaiheen kestosta. Koska työvaiheet ovat pitkiä, on niissä myös luonnollisesti suurin tehostamisen mahdollisuus. Kapeikon luonteen mukaisesti tehtävät ovat myös sellaisia, että aika, jonka niissä pystyy säästämään vaikuttaa saman verran koko tuotannon kapasiteettiin tai läpimenoaikaan.

Myynti ja markkinointi saattaa kestää rakennushankkeissa jopa vuoden. Rakennushankkeet valmistuvat muilta osin keskimäärin neljässä kuukaudessa. Myynti ja markkinointi venyttävät näin koko projektin valmistumista pahimmassa tapauksessa yli puolella. Myynnin ja markkinoinnin tehostaminen kapeikkona vaikuttaa näin huomattavasti koko rakennushankkeen valmistumiseen.

## 7.2.2. Talliosakkeen rakennusprojektin kapeikkojen tehostaminen

Kapeikkoja voidaan käyttää tuotannon tehostamisen työkaluna, sillä aika joka kapeikossa voidaan tehostamisella säästää vaikuttaa suoraan koko tuotantoprosessin aikatauluun. (Gustaffson ym. 1988: 9-10.)

Kapeikkoajattelussa ja kriittisen polun teoriassa on paljon yhtäläisyyksiä. Kapeikot sisältyvät yleensä projektin kriittisen polun tehtäviin. Näin ollen kapeikkojen tehostaminen on jo suoritettu edellisessä kappaleessa myynnin ja markkinoinnin tehtävää lukuun ottamatta. Myynti ja markkinointi, joka määriteltiin yhdeksi rakennusprojektin kapeikoista, on kriittiseen polkuun kuulumaton tehtävä. Näin ollen sen tehostamiseen ei ole paneuduttu edellisessä kappaleessa.

Myyntiin ja markkinointiin ei ole keskitytty Talliosakkeen toiminnassa juurikaan, joten hallit on annettu myytäväksi kiinteistönvälittäjille. Myyntiä on suoritettu itse vain kysyntä perusteisesti. Jokaisesta hallista on laitettu itse muutama mainos lehteen ja normaalisti jokaisella paikkakunnalla paikallinen sanomalehti on tehnyt jutun hallin rakentamisesta. Yrityksellä on myös nettisivut. Kysyntä on tullutkin vain näiden markkinointi toimenpiteiden seurauksena.

Markkinointi ja myynti vaativat paljon aikaa. Koska hallit ovat näinkin menneet kaupaksi, niin siihen ei ole panostettu erityisesti. Olisi kuitenkin tärkeää alkaa panostamaan myyntiin ja markkinointiin ja saada hallit näin tehokkaammin myytyä, jotta koko projekti saataisiin nopeasti päätökseen. Näin voitaisiin keskittyä uusien projektien hallintaan.

Markkinointia voitaisiin toteuttaa kohderyhmä aiheisilla messuilla, kuten vene, karavaanari tai erilaisilla autoharrastelija messuilla. Mainontaa voisi myös lisätä näiden alojen lehtiin. Kustannukset olisivat pienet ja näin omaa myyntiä saataisi kasvatettua. Tästä koituisi ajan mittaan säästöjä, kun ei tarvitsisi maksaa turhaan välittäjien palkkioita.

Tapahtumamarkkinointi voisi olla myös hyvä vaihtoehto tämänkaltaisen tuotteen myynnissä. Paikallislehteen tulisi laittaa iso mainos, jossa esitellään

tuote ja kerrotaan järjestettävästä näyttelystä tarjoiluineen. Mainos vetäisi varmasti paikalle useita kiinnostuneita. Esitteiden jakaminen pienyrityksille voisi myös toimia. Pienyritykset tarvitsevat kipeästi varastotilaa, joten yhteydenottoja niiden pohjalta tulisi varmasti.

## 8. ANALYYSI JA TULOKSET

### 8.1. Tutkimusmenetelmien soveltuvuus Talliosakkeen rakennusprojektiin

Yhtenä tämän pro gradu-tutkielman tarkoituksena oli vastata tutkimuskysymykseen: *Millä menetelmillä toimeksiantajayrityksen rakentamisprojekti voidaan tuotteistaa?* Vastauksena tutkimuskysymykseen, tutkielmassa esitellään kaksi erinomaista menetelmää varastohallin rakentamisprojektin tuotteistamiselle: Kapeikkoajattelu ja Kriittisen polun menetelmä.

Kapeikkoajattelua voidaan lähdeaineiston perusteella pitää erinomaisena työkaluna tämänkaltaisen projektityyppisen hallin rakentamistuotannon tuotteistamisessa. Menetelmän avulla voidaan tehokkaasti kohdentaa tuotannon kehittämiseen varatut resurssit, sillä kapeikkoa tehostamalla saadaan välitön vaikutus tuotannon suorituskykyyn. TOC- teorian hyviä puolia ovat myös sen pitkäaikainen käyttöaika. Kehittäminen ei lopu kun ensimmäinen kapeikko on löydetty ja sen toimintaa tehostettu, vaan kehitys ja tuotannon tehostaminen jatkuu aina edellisen kapeikon annettua tilaa uudelle kapeikolle.

Teoreettisen tutkimuksen kannalta TOC- teoria on ongelmallinen, sillä tulos ei ole välttämättä paikkansa pitävä, vaan se perustuu pitkälti arvioihin. Tutkimus tulisikin suorittaa tiiviissä yhteistyössä tuotantolaitoksen henkilökunnan kanssa. Teoriapohjaisessa tutkimuksessa tulisi kehitystyö rajata selkeästi esimerkiksi kolmesta viiteen kapeikkoon, joka tarkoittaa sitä, että kun tuotannosta löydetty ensimmäinen kapeikko on korjattu, oletetaan että tuotannon toiseksi hitain vaihe siirtyy kapeikoksi. Tutkimus jatkuu näin edelleen, kunnes tavoiteltu tuotannon kehittämisaste on saavutettu. Edetessä useampiin kapeikkoihin tutkimuksen varmuus laskee aina.

Kriittisen polun menetelmää voidaan lähdeaineiston perusteella myös pitää käytännöllisenä työkaluna tuotannon tehostamisessa ja tuotteistamisessa. Se on hyvä pari TOC- teorialle, joka keskittyy tuotantokapasiteetin nostamiseen, sillä CPM- teoria lähestyy ongelmaa aikataulullisesta näkökulmasta. CPM- teoria on hyvä menetelmä teoreettisessa tutkimuksessa, eli sen laatiminen voidaan

toteuttaa erillään todellisesta tuotannosta. Tuotantoprojektin työvaiheet ja kulku tulee olla tutkijalla kuitenkin erinomaisesti hallinnassa, jotta tutkimuksesta tulisi mahdollisimman luotettava.

Kriittisen polun menetelmän avulla suoritettava tutkimus on kertaluontoinen, eli siinä mietitään tuotantoprojektin kriittinen polku, joka johtaa aina projektin alusta sen loppuun asti ja pyritään tehostamaan sen työvaiheita. Tutkimuksen tulokset ovat sellaisenaan suoraan käytettävissä ja kokeiltavissa tuotannossa.

Kapeikkoajattelussa ja kriittisen polun teoriassa on paljon yhtäläisyyksiä. Kumpaakin menetelmää käytettäessä pyritään selvittämään tuotannon kriittisiä kohtia ja niitä tehostamalla parantamaan tuotannon tehokkuutta. Menetelmät ovat erinomainen työkalupari tuotteistuksessa, sillä niiden vaatima pohjatyö on pitkälti sama. Molemmat menetelmät vaativat projektin jakamisen selkeisiin erillisiin työvaiheisiin, myös työvaiheiden aikataulutuksesta on hyötyä molempien menetelmien käyttöä varten.

Työvaiheiden analysointi menetelmissä on hieman erilaista. Kriittisen polun teoriassa tutkitaan tehtävien välistä riippuvuutta eli pyritään hakemaan tuotantoprojektista sellainen joukko loogisessa järjestyksessä olevia tehtäviä, jotka kulkevat koko tuotantoprojektin läpi, määrittäen näin projektin lyhimmän mahdollisen toteuttamisajan. Kriittisen polun teoria keskittyy siis aikataulun hallintaan. Kapeikkoajattelussa puolestaan keskitytään etsimään tuotannon heikointa lenkkiä, eli yksittäisiä tuotannon työvaiheita, jotka rajoittavat koko tuotannon kapasiteettia. Koska kapeikkoajattelussa ja kriittisen polun menetelmässä pyritään molemmissa tehostamaan tiettyjä tuotannon työvaiheita, niin menetelmien käyttö on osittain päällekkäistä. Jos olemme siis jo käyttäneen jonkin tietyn tuotannon tehostamisessa Kriittisen polun teoriaa ja haluamme käyttää vielä lisäksi Kapeikkoajattelun teoriaa on kapeikon toimintaa jo tehostettu valmiiksi osana kriittisen polun tehostustoimia. Tiivistettynä voidaan kriittisen polun teoria määritellä aikataulun hallinnan työkaluksi ja kapeikkoajattelu taas sen työkaluksi, jonka avulla sen sisältämiä ongelmallisimpia työvaiheita tehostetaan.

## 8.2. Tulokset ja niiden luotettavuus

### 8.2.1 Tutkielman tulos

Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojekti voidaan katsoa tuotteistetuksi, kun projektin kulusta kyetään luomaan selkeä ja looginen työn vaihejaon mukaan etenevä aikataulupohja, jota kyetään toistamaan jokaisessa eri rakentamisprojektissa. Näin saavutetaan tuotteistamisen pääideana oleva monistamisen etu.

Tuotteistamisen kannalta on olennaista, että aikataulupohjan sisältämät työvaiheet ovat loppuun asti tehostettuja. Näin listasta on karsiutunut kaikki ylimääräiset tehtävät pois, ja kaikki siellä sijaitsevat tehtävät suoritetaan mahdollisimman lyhyessä ajassa ja tehokkaasti.

Luotua aikataulupohjaa voidaan käyttää henkilöstön perehdyttämisessä erinomaisena apuvälineenä. Esimerkiksi uudelle projektipäällikölle on todella helppo opettaa aikataulupohjan perusteella rakennushakkeen johtaminen. Aikataulupohjasta hän näkee kaikki suoritettavat työt, ja ei tee näin mitään ylimääräistä. Listan mukaan hän näkee myös aikataulun, jossa työmaan on pysyttävä.

Fyysisen rakennusvaiheen osalta voidaan aikataulupohja jakaa myös kaikille rakennusmiehille. Listasta he näkevät heti, missä vaiheessa työt on suoritettava ja kauanko aikaa heillä on kyseisen tehtävän suorittamiseen. Tämä vähentää myös huomattavasti turhia epäselvyyksiä rakentamistyössä, sillä toimimalla listan mukaan, he tietävät toimivansa oikein. Aikataulupohja helpottaa myös huomattavasti uusien rakennustyömiesten kouluttamista. Aikataulujen mukaan voidaan myös luoda urakkasopimukset.

Aikataulupohjassa rakennusprojektin kriittinen polku on merkitty punaisella. Näin projektipäällikkö ja rakennusmiehet voi helposti kohdistaa erityistä huomiota näiden työvaiheiden toteuttamiseen, jotta niissä pysytään aikataulussa. Näissä tehtävissä ei ole aikataulullisesti pelivaraa, joten jos jokin kriittisen polun tehtävistä myöhästyy, vaikuttaa se koko projektin kestoon myöhästymisen verran. Aikatauluhäviötä voisi toki korvata jossakin muussa

kriittisen polun tehtävässä, mutta koska kriittisen polun työvaiheet on aikataulutettu todella tiukasti, ei niissä pitäisi olla mahdollisuutta merkittäviin aikataulusäästöihin.

Lopullisessa aikataulupohjassa ovat työt jaettu vuosittain kaikkiin rakennushankkeisiin kerralla suoritettaviin tehtäviin ja hankekohtaisiin tehtäviin, jotka on suoritettava jokaisessa rakentamisprojektissa erikseen. Tehtävien jako on tehty aiemmin suoritettujen työvaiheiden tehostamisen mukaisesti.

Seuraavana on esitelty lopullinen tehostettujen työvaiheiden mukainen aikataulupohja, jota tulisi käyttää jokaisessa rakentamisprojektissa, maksimaalisen tuotteistumisen saavuttamiseksi.



Talliosakkeen varastohallin rakennusprojektin tuotteistamisen kannalta olisi myös ensisijaisen tärkeää luoda valmiit huolellisesti laaditut pohjat kaikille asiakirjoille. Asiakirjapohjat tulee luoda tarjouspyyntöasiakirjoista, yhtiöjärjestyksestä, talousarviosta ja kauppakirjoista. Näitä asiakirjapohjia voidaan käyttää aina eri rakennushankkeissa. Niihin vain lisätään kunkin rakennushankkeen tiedot. Asiakirjapohjat voidaan näin luoda huolellisesti, josta on esimerkiksi riitatilanteissa todella suuri hyöty. Asiakirjojen laadinnan ohella tulisi myös suorittaa todella tarkka määränlaskenta kaikista rakentamiseen tarvittavista materiaaleista. Tämän avulla saadaan jokaiseen rakennushankkeeseen aina oikea määrä tavaraa tilattua, ja turhat tavarann loppumisesta aiheutuvat työseisaukset tai liiasta tavarasta aiheutuvat hukkakustannukset poistettua.

Vaikka rakentamisprojekti on suunniteltu huolella, ilmenee projekteissa silti lähes aina poikkeustilanteita eli rutiineista poikkeamia. Mikäli näin pääse käymään, tulee ne korjata ensitilassa, jotta päästään palautumaan vakiintuneeseen projektin kulkuun. Poikkeukset rakennusprojektin kulussa aiheuttavat yleensä lisätoita ja näin aikataulun pitävyys vaarantuu. Tällaisissa tilanteissa työntekijät on motivoitava tekemään ylitöitä tai muista työvaiheista on saatava aikataulua kiinni, jotta päästään takaisin tavoiteltuun aikatauluun. Aikataulutuksessa olisi syytä varata hieman joustoa tällaisia poikkeuksia varten.

Tutkielman tuottamaa arvoa Talliosakkeelle on vaikea mitata etukäteen. Vasta kun tutkielmassa esitettyä toimintatapaa on kokeiltu käytännössä, voidaan tarkasti laskea sen tuottamat aikataulusäästöt. Suurin vaikutus aikataulusäästöihin tullaan kuitenkin mitä ilmeisimmin saavuttamaan tarveselvitys-, hankesuunnittelu- ja rakentamisen valmisteluvaiheiden siirtämisellä vuosittain kaikkiin kohteisiin kerralla suoritettavaksi. Mikäli väliseinien ja seinäelementtien valmistamisesta luovutaan lisäksi, ja ne tilataan elementteinä, vaikuttaa tämä myös huomattavissa määrin projektin kokonaiskestoon. Kaikkien näiden toimenpiteiden seurauksena, tulisi rakentamisprojektin lyhentyä arviolta jopa kuukaudella. Tämä tarkoittaa neljänneistä koko rakennusprojektin kestosta.

Kustannuksien kannalta tarkan määränlaskennan suorittaminen on myös erityisen tärkeää. Jos tavaraa tilattaessa tulee esimerkiksi kymmenen prosenttiyksikön virhe, tarkoittaa se hukkatavaraa vuosituotannossa kokonaisen hallin rakennusmateriaalien verran. Liian materiaalin siirtämien työmaalta toiselle on kallista ja vaivalloista, sillä työmaat sijaitseva eri paikkakunnilla. Kun ostaminen suoritetaan tulevaisuudessa kertaluontoisesti vuoden kohteisiin, liika tai vajaa toimitus tulee näin automaattisesti joka kohteeseen.

### 8.2.2 Tutkielman luotettavuus

Toteuttamalla työn vaihejako käyttämällä pohjana RT- kortiston rakennuttajan tehtäväluetteloa ja fyysisen rakennusvaiheen tehtäväluetteloa, voidaan katsoa antavan luotettavan ja täydellisen kuvan Talliosakkeen rakennushankkeen kulusta ja siihen kuuluvista tehtävistä. Selvitys on luotu haastattelemalla Talliosakkeen hallituksen puheenjohtaja Juhani Pääkköä, toimitusjohtaja Antti Pääkköä sekä rakennuspäällikkö Samuli Nauhaa. Haastattelussa heitä on pyydetty listaamaan kaikki Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojektiin sisältyvät tehtävät. Haastateltavien henkilöiden valinnassa on pyritty valitsemaan sellaiset henkilöt yrityksestä, joilla on paras tietämys rakennusprojektiin kulusta ja siihen liittyvistä tehtävistä.

Työvaiheiden aikataulutuksen voidaan myös todeta olevan luotettava. Aikataulu pohjautuu suoritettuun haastatteluun, jossa työn vaihejaossa haastateltuja henkilöitä pyydettiin arvioimaan kuhunkin tehtävään kuluva aika. Jokainen haastateltava joutui antamaan arvionsa yksin, toisten vastauksia tietämättä. Lopullisessa aikataulupohjassa käytettiin vastauksien keskiarvoa. Vastaajilla voidaan katsoa olevan paras tietämys työvaiheiden kestosta. Rakennusmiehien haastattelemisen kyselyyn vastanneiden lisäksi olisi tehnyt arvioista vielä luotettavampia. Tutkimuksen rajaamisen vuoksi heidät kuitenkin jätettiin kyselyn ulkopuolelle.

Työvaiheiden analysointi ja tehostaminen suoritettiin yhdessä tapaamisessa haastatteluun osallistuneiden henkilöiden kanssa. Työvaiheiden analysoinnissa olisi saanut olla mukana lisäksi kaikki rakennusmiehet, sillä he tuntevat

parhaiten ongelmakohdat, joita rakennusvaiheessa voisi tehostaa. Rakennusmiehet asuvat kuitenkin eri puolilla Suomea, joten heidän saapuminen tapaamiseen ei ollut mahdollista. Samuli Nauha toimii rakennusmiehenä rakennustöiden johtamisen ohella, joten hän edusti rakentajia tapaamisessa.

Ropen (2005, 215–216) mukaan tuotteiden tai palvelujen tuotteistamisen tasoa voidaan havainnollistaa ja testata, luokittelemalla tuotteet niiden vakiointiasteen mukaisesti. Jotta voitaisiin sanoa tuotteen tai palvelun olevan tuotteistettu, tulisi vakioinnissa päästä vähintään sovelletun tuotteen vakiointiasteelle. Talliosakkeen tuotteistamisen tason voidaan tällaisenaan katsoa olevan lähes pakettituote, jonka vakiointi aste on 90 – 100 %. Asiakkaiden tarpeiden mukaisesti talliosakkeiden kokoa voidaan kuitenkin muuttaa poistamalla väliseiniä tai niiden varustelutasoa voidaan parantaa. Tämän vuoksi siinä on sovelletun tuotteen piirteitä hieman. Vakiointi aste voidaankin näin katsoa olevan 80 – 90 %, eli erinomaisesti tuotteistettu.

## 9. YHTEENVETO

Tämän pro gradu – tutkielman tarkoituksena oli vastata tutkimuskysymyksiin: *Millä menetelmillä toimeksiantajayrityksen rakentamisprojekti voidaan tuotteistaa?, Miten toimeksiantajayrityksen rakentamisprojekti voidaan näitä menetelmiä hyväksikäyttäen tuotteistaa? ja Miten heidän rakentamisprojektiä voidaan tehostaa?*

Tutkimus tehtiin Talliosake Oy:lle, jonka toimenkuvana on varastohallien rakentaminen Suomessa. Yrityksen toiminta on vahvassa kasvussa ja koska varastohallit rakennetaan samanlaisina eri paikkakunnille, on tuotteistamisesta ja tuotantoprosessin tehostamisesta suuri hyöty yritykselle.

Tutkielman teoriaosassa esiteltiin varastohallin rakennusprojektin tuotteistamisessa käytettävänä työkaluna CPM (Critical path method) eli kriittisen polun menetelmä, jossa keskitytään tehostamaan toimintaa aikataulullisesta näkökulmasta. Toisena tutkimusmenetelmänä tutkielmassa esiteltiin TOC (Theory of constraints) eli kapeikko ajattelu, jossa keskitytään etsimään tuotannon kapeikkoja eli heikkoja kohtia ja niiden toimintaa tehostamalla kasvattamaan tuotantokapasiteettia.

Koska työkalujen käyttö vaatii rakennusprojektin jakamista erillisiin työvaiheisiin, teoriana työn vaihejaolle on esitelty RT- kortiston rakennushankkeen tehtäväluettelo. Tutkielmassa esiteltiin lukijalle myös tuotteistaminen käsitteenä, sekä pohdittiin tuotteistamisen avulla saavutettavia hyötyjä.

Tutkielman empiirisessä osassa jaettiin Talliosakkeen varastohallin rakentamisprojekti työvaiheittain RT- kortiston rakennushankkeen tehtäväluettelon mukaisesti, sekä aikataulutettiin projekti. Empiirisessä osassa suoritettiin myös rakentamisprojektin tehostaminen tutkimusmenetelmiä hyväksikäyttäen. Tutkielman tuloksena rakentamisprojekti tuotteistettiin, luomalla tehostettujen työvaiheiden mukainen aikataulupohja.

## 10. LÄHTEET

- Antil, James & Woodhead Ronald (1990). Critical path method in construction practice. USA: John wiley & sons. Inc.
- Burke, Rory (2003). Project Management – Planning and control Techniques. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Gustaffson, Bengt, Nyberg Berndt, Nykänen Kauko (1988). Kapeikkoajattelu-Tuotannon ja sen ohjauksen kehittämistekniikka. Metalliteollisuuden keskusliitto, Tekninen tiedotus 8/88.
- Grondahl, Lari (2010). Lämpökäsittelyn tuotannonohjaus. Tampereen teknillinen yliopisto: Konetekniikka.
- Helminen, Heli (2008). Työmääräarviointi ja aikataulusuunnittelu IT-projektissa. Tampereen yliopisto: Tietojenkäsittelytieteiden laitos.
- Jaakkola, Elina, Orava Markus & Varjonen Virpi (2007). Palvelujen tuotteistamisesta kilpailuetua: Opas yrityksille. Helsinki: Tekes.
- Joensuu, Mika (2009). Kokoonpanolinjan varastoinnin kehittäminen, case mm35. Vaasan ammattikorkeakoulu: Tekniikka ja liikenne.
- Kajaanin ammattikorkeakoulu. 2009. Opinäytetyöpakki. Viitattu 19.3.2012. <http://193.167.122.14/Opari/ontTukiToimTuotteistaminen.aspx#Määrittely>.
- Lehtinen, U. & Niinimäki, S. Asiantuntijapalvelut, tuotteistamisen ja markkinoinnin suunnittelu. 2005. Helsinki: WSOY.
- Noste, (2005). Tuotteistajan pikaopas. [online]. Saatavissa: <http://www.noste.com/pikaopas.htm>

- Parantainen, Jari. Tuotteistaminen: Rakenna palvelusta tuote 10 päivässä (2007). Helsinki: Talentum
- Parantainen, Jari (2008). Tuotteistajan pikaopas 3.0. [online]. Saatavissa: <http://sissimarkkinointi.files.wordpress.com/2009/06/tuotteistajanpikaopas3.pdf>
- Pelin, Risto (1990). Projektin suunnittelu ja ohjaus. Espoo: Weilin+Göös.
- Riikonen, Heli & Parkkinen Hannu (2007). Tuotantotalous. [online]. Kuopion yliopisto. Saatavissa: [www.uku.fi/avoin/tuta](http://www.uku.fi/avoin/tuta)
- Rakenustieto, RT- kortisto. Rakennuttamisen tehtäväluettelo 1995.
- Rope, T. 2005. Suuri markkinointikirja. Jyväskylä: Gummerus.
- Ruuska, Kai (2005). Pidä projekti hallinnassa: suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. Helsinki: Talentum.
- Sipilä, Jorma (1996). Asiantuntijapalveluiden tuotteistaminen. Porvoo: WSOY.
- Vuori, M. (2002) Asiantuntijapalvelujen tuotteistamisesta. [www-dokumentti]. Saatavissa:<http://sivut.koti.soon.fi/mvuori/kehittaminen/asiantpalvtuotteistus/index.htm>
- Westerlund, Martin (2004). Kapeikkoajattelu soveltaa luonnotieteitä liikkeenjohtoon. TEK- tekniikan akateemiset lehti 2004: 9.
- Wysocki, Robert, Beck Robert & Crane David (1995). Effective projectmanagement: how to plan, manage, and deliver projects on time and within budget. New York: John Wiley & Sons Ltd.

